

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถ
ในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



ปริญญานิพนธ์
ของ
สมเสมอ ทักษิณ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขปฏิบัติ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ตุลาคม 2560

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถ
ในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



ปริญญานิพนธ์
ของ
สมเสมอ ทักษิณ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขฎิบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ตุลาคม 2560

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถ
ในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



ปริญญานิพนธ์
ของ
สมเสมอ ทักษิณ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขปฏิบัติ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ตุลาคม 2560

สมเสมอ ทักษิณ. (2560). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุมปรินญาณิพนธ์: รองศาสตราจารย์ ดร.ปรินทร์ ชัยวิสุทธิทางกูร, ว่าที่ ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ, ดร.พินิจ ขำวงษ์

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในด้าน 1) ความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดอย่างมีเหตุผล 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และ กลุ่มควบคุมที่เรียนตามปกติด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในภาพรวมและ รายด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 3) คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยภาพรวม มีคะแนนเฉลี่ย 60.61 คิดเป็นร้อยละ 72.15 นับว่าผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

DEVELOPMENT OF THE PACLE LEARNING MODEL TO ENHANCE THE CREATIVE
PROBLEM SOLVING ABILITIES OF THE SEVENTH GRADE STUDENTS



AN ABSTRACT
BY
SOMSAMER THAKSIN

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Doctor of Education degree in Science Education
at Srinakharinwirot University

October, 2010

Somsamer Thaksin. (2017). *Development of the PACLE Learning Model to Enhance the Creative Problem Solving Abilities of the Seventh Grade Students*. Dissertation, Ed.D. (Science Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University.

Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr. Parin Chaivisuthangkura, Acting Sub Lt. Dr. Manat Boonprakob. Dr. Pinit Khumwong.

The purpose of this research is to study the effectiveness of an instructional model Known as the “PACLE model” to enhance the creative problem solving process for seventh grade students consisting of two important factors which included the following: 1) creative thinking, including fluency, originality, flexibility and critical thinking ; and 2) achievement, the sample were divided into a control group and an experimental group, the first group learned by the 5E model and the second group used the PACLE model. The results indicated that 1) the post-test scores of the creative problem solving on the experimental group was higher than the post-test scores on the creative problem solving of the control group at a 0.05 level of statistical significance; 2) the post-test score on the achievement of the experimental group was higher than the post-test score on achievement of the control group at a 0.05 level of statistical significance; and 3) The post-test score on the creative problem solving process was 60.61 or 72.15%, passing the specified criteria at 65% at a 0.05 level of statistical significance.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง
สร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ของ
สมเสมอ ทักษิณ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีนทร์ ชัยวิสุทธิทางกูร)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกภูมิ จันทรวงศ์)

.....กรรมการ

.....กรรมการ

(ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ)

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีนทร์ ชัยวิสุทธิทางกูร)

.....กรรมการ

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.พินิจ ขำวงษ์)

(ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.พินิจ ขำวงษ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เนื่องด้วยผู้วิจัยได้รับความเมตตากรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ปรินทร์ ชัยวิสุทธิทางกูร ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ และอาจารย์ ดร.พินิจ ขาววงษ์ คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ท่านได้สละเวลามาให้คำแนะนำในกระบวนการวิจัย ให้คำปรึกษา ชี้แนะ จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกภูมิ จันทระพันธ์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ความกรุณารับเป็นกรรมการสอบปากเปล่า พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่มีคุณค่า ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กิตติคุณ รุ่งเรือง และรองศาสตราจารย์ ดร.ศิริภา พูลสุวรรณ ที่เมตตาให้เวลาในการทำวิจัย รวมทั้งเป็นแบบอย่างของการเป็นนักวิจัยที่ดี กรุณาให้การชี้แนะในการทำงานและการดำเนินชีวิต ขอขอบพระคุณคณาจารย์ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้ผู้วิจัยได้ใช้ในการวิจัยและการทำงาน รวมทั้งคณาจารย์ที่สถาบันวิจัย พัฒนา และสาธิตการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่าน สำหรับการช่วยเหลือและให้กำลังใจจนทำให้งานวิจัยสำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาประเมินเครื่องมือวิจัยต่างๆ และให้ข้อเสนอแนะในการปรับแก้เครื่องมือวิจัยให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ขอขอบคุณกำลังใจจากเพื่อนร่วมรุ่นและพี่น้อง รวมทั้งเจ้าหน้าที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่และครอบครัว รวมทั้งคุณสามารถ จำปาทอง ที่เป็นกำลังใจอันสำคัญยิ่งและให้การสนับสนุนจนกระทั่งผู้วิจัยสำเร็จการศึกษา

สมเสมอ ทักษิณ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
สมมติฐานของการวิจัย	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์	11
ความหมายของวิศวกรรมศาสตร์	11
กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์	12
สรุปการสังเคราะห์กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์	20
การวัดและประเมินผลชิ้นงาน	24
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	25
ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	25
กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	26
หลักการของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	36
การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	37
งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	48
แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้	50
องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	50
การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้	52
รูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น	53
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	62
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	62
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	62
การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	63
หลักการและขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	65

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	67
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	69
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	70
ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง.....	72
ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้.....	75
ขั้นตอนที่ 3 การศึกษานำร่อง(Pilot study) และปรับปรุงรูปแบบการเรียนรู้.....	100
ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้.....	102
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	105
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้.....	105
ตอนที่ 2 ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้.....	107
5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	116
สรุปผลการวิจัย.....	117
อภิปรายผลการวิจัย.....	118
ข้อเสนอแนะ.....	125
บรรณานุกรม.....	127
ภาคผนวก.....	143
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย.....	144
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE	146
ภาคผนวก ค ตัวอย่างเครื่องมือวิจัย.....	191
ภาคผนวก ง ผลการประเมินความสอดคล้องของรูปแบบ	213
ภาคผนวก จ ผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	215
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	230

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 สรุปการสังเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์.....	21
2 เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน.....	24
3 สรุปการสังเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	34
4 หลักเกณฑ์เพื่อใช้ประเมินความคิดสร้างสรรค์จากผลงาน.....	47
5 สรุปการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE	55
6 กิจกรรมการเรียนรู้แบบ PACLE บทบาทครูและบทบาทนักเรียน.....	59
7 การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLEตามข้อเสนอแนะ ของกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ.....	77
8 หน่วยการเรียนรู้ เนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ และระยะเวลาที่ใช้.....	80
9 ลักษณะของข้อคำถามและเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	91
10 รูปแบบตารางข้อ 7 ก่อนและหลังปรับปรุง.....	101
11 แบบแผนการวิจัย.....	102
12 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบ การจัดการเรียนรู้แบบ PACLE.....	108
13 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	108
14 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	110
15 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE.....	111
16 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	111
17 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม.....	112
18 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการ เรียนรู้แบบ PACLE สูงกว่าร้อยละ	113
19 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของรูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE.....	214

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
20 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้.....	216
21 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	224
22 แสดงค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ ของแบบทดสอบ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	227
23 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	228



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 วงจรกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของ Next Generation Science Standard: NGSS, USA.	12
2 วงจรกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของ International Technology and Engineering Educators Association: ITEEA, USA.....	13
3 วงจรกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ของ STEM ± Center for Teaching and Learning™.....	14
4 วงจรกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ของ Engineering is Elementary: EiE, USA.....	15
5 วงจรกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ของ UK National Curriculum, International GCSE and IB Diploma.	16
6 วงจรกระบวนการเทคโนโลยีของ NSW Department of education and training, Australia.....	18
7 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE.....	58
8 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	69
9 สรุปแนวคิดและขั้นตอนการวิจัยการพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	71
10 การวิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.	88

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

สังคมในยุคศตวรรษที่ 21 มีการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาการและเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว คนในสังคมจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อก้าวทันและพร้อมรับการเปลี่ยนแปลง การเตรียมความพร้อมคนให้มีศักยภาพสามารถอยู่ในสังคมอย่างสร้างสรรค์ และมีความสุข จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาทักษะพื้นฐานสำหรับอนาคต ได้แก่ ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการคิดวิจารณ์ ทักษะทางสังคม ทักษะการคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหา (Treffinger, 2007-2008) การศึกษาเพื่อสร้างความพร้อมของคนให้มีชีวิตที่ประสบผลสำเร็จ จำเป็นต้องอาศัยความสามารถที่สำคัญ คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเชื่อมั่นว่าเป็นทักษะที่สำคัญมากที่จะทำให้ชีวิตประสบความสำเร็จ (Treffinger, 1995) และในรายงานเรื่อง Framework for 21st Century Learning ในหัวข้อ Twenty-First Century Student Outcomes (Partnership for 21st century skills 2004) ได้ระบุถึงลักษณะของบุคคลที่พึงประสงค์ในด้านต่าง ๆ พบว่าในด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ทักษะการคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา (Creative Thinking and Problem Solving) เป็นทักษะที่บุคคลพึงมี ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญในการพัฒนาทักษะทางด้านนี้

การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เป็นสิ่งที่กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดไว้เป็นส่วนหนึ่งที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในเรื่องขององค์ประกอบทักษะชีวิต ดังจะเห็นได้จากองค์ประกอบที่ 2 ซึ่งได้กล่าวถึงการคิดวิเคราะห์ ตัดสินใจ และแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ โดยหมายถึง การแยกแยะข้อมูลข่าวสาร ปัญหาและสถานการณ์รอบตัว วิพากษ์วิจารณ์และประเมินสถานการณ์รอบตัวด้วยหลักเหตุผลและข้อมูลที่ถูกต้อง ระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา หาทางเลือกและตัดสินใจในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่างๆ อย่างสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) โดยมีพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 เป็นแนวทางในการจัดการศึกษาของประเทศซึ่งนำมาสู่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ซึ่งมีได้เน้นเพียงเนื้อหาสาระใน 8 กลุ่มสาระเท่านั้น แต่ยังมุ่งเน้นให้นักเรียนพัฒนาด้านความคิด ความสามารถ ซึ่งเป็นสมรรถนะที่นักเรียนควรมี ประกอบด้วย 1) ความสามารถในการสื่อสาร 2) ความสามารถในการคิด ได้แก่ คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดอย่างเป็นระบบ 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และ 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ฉะนั้นในการจัดการเรียนการสอนของครูในแต่ละครั้งนอกเหนือจากความรู้ในเนื้อหาสาระที่ต้องการให้นักเรียนได้รับแล้ว ครูยังต้องคำนึงถึงทักษะและความสามารถของนักเรียนที่พึงจะได้รับและอีกทั้งยังสามารถนำความสามารถนั้นไปใช้ได้ในชีวิตประจำวันอีกด้วย อาจกล่าวได้ว่าการเรียนการสอนในปัจจุบันไม่ได้เน้นความรู้ในเนื้อหาวิชาเพียงอย่างเดียวเช่นในอดีต แต่ยังต้องการให้นักเรียนได้พัฒนาสมรรถนะ

และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงของโลกที่เป็นไปอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นด้านสังคม เศรษฐกิจ หรือเทคโนโลยีก็ตาม ดังนั้นในปัจจุบันคนเราจึงต้องการทักษะใหม่ ๆ เพื่อใช้ในการดำเนินชีวิต จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่การศึกษาจะมุ่งเน้นทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ นักเรียนเกิดทักษะที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตอยู่ในโลกที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552)

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นทางเลือกใหม่สำหรับการแก้ปัญหา การมีทักษะในการแก้ปัญหาจะช่วยลดความไม่สบายกาย ไม่สบายใจที่อาจจะเกิดขึ้นจากปัญหาต่าง ๆ สำหรับความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นความคิดขั้นสูงที่ก่อให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ ฉะนั้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จึงเป็นการคิดหาแนวทาง วิธีการใหม่ ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา ดังที่ เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549) ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาไว้ในหนังสือ การคิดเชิงสร้างสรรค์ ว่า “ทักษะการแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องสร้างให้เกิดขึ้นในเด็กและเยาวชนไทย เพื่อสามารถเผชิญปัญหาต่าง ๆ ได้ มิใช่เพิกเฉยต่อปัญหา หนีปัญหา หรือแก้ปัญหาด้วยวิธีการไม่เหมาะสมจนเกิดผลเสียต่อตนเอง หรือส่วนรวมได้และอาจพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความสามารถแก้ปัญหาและพัฒนาสังคมส่วนรวมได้” ดังนั้นในสภาพสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา มีสถานการณ์และปัญหาใหม่ ๆ เกิดขึ้นทุกวัน นักเรียนจึงควรมีทักษะในการแก้ปัญหาและการแก้ปัญหานั้นควรเป็นการแก้ปัญหานั้นที่เหมาะสมและไม่ก่อให้เกิดปัญหาอื่น ๆ ตามมา การศึกษาจึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการปลูกฝังความคิดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดแนวทางที่จะสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ทั้งในปัจจุบันและอนาคต

การจัดการเรียนรู้แบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) หรือ CPS เป็นกระบวนการมุ่งหาคำตอบและแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน รวมถึงการพัฒนาสภาวะที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น โดยการทำงานร่วมกันระหว่างความคิดสร้างสรรค์และการคิดวิจารณ์ญาณ การคิดสร้างสรรค์ทำได้โดยให้คิดลึก แปลกใหม่และหลากหลายที่สุด ปราศจากการตัดสินใจความคิดต่าง ๆ ว่า ดีหรือไม่ จนถึงระยะหนึ่งจึงพิจารณาความคิดเหล่านั้นด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ ในการเลือกและประเมินวิธีการแก้ปัญหานั้นได้วิธีที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหาและนำไปแก้ปัญหา โดยเชื่อมั่นว่าตนเองสามารถแก้ปัญหาได้และควบคุมตนเองได้เพื่อที่จะได้แก้ปัญหาด้วยความรอบคอบและสมบูรณ์ โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จะเริ่มจากกำหนดเหตุการณ์หรือสถานการณ์ แล้วให้นักเรียนทำความเข้าใจกับปัญหา ค้นหาปัญหาและวิธีการแก้ไขตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไข ปัญหา วางแผนการแก้ไขปัญหา ลงมือปฏิบัติและยอมรับข้อค้นพบ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การควบคุมตนเอง ความฉลาดทางอารมณ์ มีจิตสาธารณะ พฤติกรรมเอื้อต่อสังคมและคุณภาพชีวิต การฝึกแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สามารถทำนายพฤติกรรมที่ดีได้ ซึ่งในโลกปัจจุบันมีสิ่งต่างๆเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการฝึกคิดหรือพยายามคิดวิธีการใหม่ๆ จะทำให้เกิดความเจ็บปวดในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น เกิดแนวทางใหม่ๆในการแก้ปัญหาและการดำเนินชีวิต สร้างความเชื่อมั่น ความมั่นใจและความพอใจในตัวเองขึ้นมา ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์จนสามารถเผชิญหน้า

และแก้ปัญหาต่างๆได้อย่างราบรื่น จะทำให้กลายเป็นผู้นำทางด้านความคิดและเกิดความภูมิใจในตนเอง

สถานการณ์ในปัจจุบัน จากผลการทดสอบในหลายๆด้าน ยังสะท้อนว่า นักเรียนยังขาดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เช่น สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สทศ. ได้แสดงให้เห็นข้อจำกัด และปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยปัญหาหลักประกอบด้วย 1) ขาดความเข้าใจ ในหลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ 2) ขาดทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดสร้างสรรค์และการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2554: 3) ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ ในรอบการประเมิน PISA 2009 ในด้านการอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ ผลปรากฏว่า นักเรียนไทยมีอันดับของคะแนนเฉลี่ยด้านการรู้วิทยาศาสตร์และการรู้คณิตศาสตร์ในอันดับที่ 49 และ 52 ตามลำดับ จากประเทศที่เข้าร่วมการประเมินทั้งหมด 65 ประเทศ นั้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนวัยจบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาของไทยเมื่อเทียบกับประเทศสมาชิก OECD และประเทศอื่นๆ แล้วยังไม่แสดงศักยภาพการแข่งขันทางเศรษฐกิจได้ในอนาคต ผลการประเมินชี้ว่าไทยยังต้องปรับปรุงอย่างเร่งด่วน นอกจากนี้ เป้าหมายของการสอนเน้นให้ผู้เรียนจำข้อมูลเพื่อให้อ่านผ่านเท่านั้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนสูญเสียความรักที่จะเรียนรู้ (Laura. 2008: 5) อีกทั้งผลการพัฒนาศักยภาพตามช่วงวัยชี้ให้เห็นว่า กลุ่มวัยเด็กมีระดับเชาวน์ปัญญาเฉลี่ยลดลง ในขณะที่กลุ่มเด็กวัยเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าร้อยละ 50 และมาตรฐานความสามารถของนักเรียนในเรื่องการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์และการคิดวิจารณ์และคิดสร้างสรรค์ค่อนข้างต่ำ (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. ม.ป.ป: 1)

ปัญหาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ยังไม่ประสบความสำเร็จในการพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถด้านกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สทศ.พบว่ามาตรฐานความสามารถของนักเรียนในเรื่องการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์และการคิดวิจารณ์และคิดสร้างสรรค์ค่อนข้างต่ำ จากปัญหาดังกล่าวจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูจะต้องจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนเพื่อส่งเสริมศักยภาพทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน แนวทางการส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แนวทางหนึ่ง คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดวิจารณ์ การสร้างนวัตกรรมและกระบวนการออกแบบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2557: 5; Mehalik, Doppelt; & Schunn,2005; Rece Herboldsheimer, Paige Gordon.2013: 1- 4) ซึ่งการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับความคิดวิจารณ์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นทำให้เรียนรู้เนื้อหาเชิงลึกจากการบูรณาการเนื้อหา และทักษะกระบวนการเข้าด้วยกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสืบสวนสอบสวน มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างนักเรียนกับ

ครู และกับเพื่อนนักเรียน สามารถเชื่อมโยงความรู้จากการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ในชั้นเรียน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์และชีวิตจริง โดยผ่านการออกแบบหรือการสร้างชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา (National Research Council. 1996: 20) ตลอดจนสร้างนักนวัตกรรมรุ่นใหม่ในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์และกระบวนการใหม่ๆ อย่างยั่งยืน (Eberle. 2010: online; Reeve. 2013: 18) ช่วยพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถด้านกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ (Literacy) มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในการค้นคว้าและพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ ตลอดจนพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ สามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ทางการเรียนได้ ต้องเป็นลักษณะที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากที่สุด สามารถทำให้ผู้เรียนรู้สึกได้ว่าสิ่งที่เรียนไม่ใช่เรื่องไกลตัว ต้องทำให้การเรียนรู้เกิดขึ้นที่ตัวผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการสืบค้น เสาะหา ตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ โดยนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น มีชีวิตอย่างโดดเด่น และครูผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้อำนวยการความสะดวก คือเป็นผู้จัดประสบการณ์ และเตรียมสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนใช้เป็นแนวทางในการสร้างความรู้ด้วยตนเองซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีสมรรถนิยม (ประมวล ศิริผินแก้ว. 2541: 8; พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. 2542: 41; กรมวิชาการ. 2546: 218) เนื่องจากครูผู้สอนยังเน้นเนื้อหา มากกว่ากระบวนการและการคิดวิเคราะห์ การสอนยังเน้นบรรยายและทำการทดลองตามขั้นตอนต่างๆ ที่กำหนดไว้ เน้นหนักไปทางด้านความรู้ความจำในเนื้อหาวิชาเพื่อให้สอบผ่านเท่านั้น ไม่ได้มีการฝึกทักษะหรือกระบวนการต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาด้วยตัวของเขาเอง ทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสในการคิด ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาและไม่สามารถรู้จักเลือกใช้ข้อมูลที่หลากหลาย ถูกต้อง และเหมาะสม ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ และการทำงานอย่างเป็นระบบไม่เต็มตามศักยภาพ (ลัดดา ภูเกียรต์. 2544: 3) ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้เลือกจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ และเป็นเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลาง 2551 ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์และชีวิตจริง ประสบการณ์การเรียนรู้ใหม่เข้ากับประสบการณ์เดิมด้วยกระบวนการสร้างความหมายของสมอง (Scheme of meaning) ที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ ได้ (Beane.2007: 2)

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ PACLE เพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ บนฐานความเชื่อที่ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่พัฒนาได้ทั้งการจัดการกับอารมณ์ที่มีต่อปัญหาและการแก้ปัญหา โดยอาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างความคิดอเนกนัย เพื่อให้ได้แนวคิดที่แตกต่างหลากหลาย แปลกใหม่ และความคิดเอกลัษณ์ที่ใช้ในการพิจารณาวิเคราะห์ เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีที่ดีที่สุด (Isaksen, 1995: 52-53) โดยการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ การออกแบบและสร้างชิ้นงาน จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง

สร้างสรรค์ มีการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหารายวิชาและทักษะ ทำให้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นั้นมีความหมายต่อนักเรียนมากยิ่งขึ้น

รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นโดยการนำเอาหลักการของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มาสังเคราะห์เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์แนวคิดกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) การระบุปัญหา 2) การรวบรวมข้อมูล 3) การค้นหาแนวคิดและเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด 4) การวางแผนและพัฒนา 5) การปฏิบัติและทดสอบ 6) การนำเสนอ และ 7) การประเมินผล และหลักการของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) การเข้าถึงปัญหา 2) การคิดและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา 3) การทบทวนและเตรียมการ 4) การวางแผนแก้ปัญหา และ 5) การตรวจสอบการปฏิบัติ มาใช้ในการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยพิจารณาจาก 2 ประเด็นดังนี้

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ความสำคัญของการวิจัย

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้ ทำให้ได้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีความสำคัญดังนี้

1. รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นนวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และกลุ่มสาระอื่นๆ ในระดับมัธยมศึกษาในสถานศึกษาที่มีบริบทใกล้เคียงกับประชากรในการวิจัยครั้งนี้

2. ครูผู้สอน สามารถนำรูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ไปเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกลุ่มสาระอื่นๆ

ขอบเขตของการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้

เนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ของ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 500 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 31 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 31 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น โดยการนำเอาหลักการของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์และการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์มาสังเคราะห์เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) การระบุปัญหา 2) การรวบรวมข้อมูล 3) การค้นหาแนวคิดและเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด 4) การวางแผนและพัฒนา 5) การปฏิบัติและทดสอบ 6) การนำเสนอ และ 7) การประเมินผล ส่วนหลักการของการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) การเข้าถึงปัญหา 2) การคิดและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา 3) การทบทวนและเตรียมการ 4) การวางแผนแก้ปัญหา และ 5) การลงมือปฏิบัติ โดยนำมาใช้ในการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE มี 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเตรียมตัว 2) ขั้นวิเคราะห์ 3) ขั้นตอนออกแบบอย่างสร้างสรรค์ 4) ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน และ 5) ขั้นประเมินผล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ขั้นเตรียมตัว (Preparation) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้สอนตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ทบทวนความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ความรู้ใหม่ เป็นการเตรียมผู้เรียนให้มีความรู้และ

ทักษะกระบวนการตามตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลาง 2551

1.2 ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ขั้นตอนที่ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ถึง ประเด็นของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด มีการระบุปัญหา สร้างเกณฑ์และตัดสินใจในการเลือก เลือกปัญหา บอกสาเหตุของปัญหา และแสวงหาวิธีการในการแก้ไขปัญหาได้อย่างหลากหลายและ แปลกใหม่ โดยไม่มีการตัดสินใจว่าความคิดนั้นผิดหรือถูก สร้างเกณฑ์และตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไข ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีการ ทบทวนและเตรียมการในการปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา พร้อมทั้งวิเคราะห์และคาดการณ์ถึง ผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นจากปัจจัยที่จะสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคต่อวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงการ วางแผนในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และวิเคราะห์วิธีการเพื่อให้การแก้ปัญหาประสบ ความสำเร็จด้วยดี

1.3 ขั้นตอนออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative design) ขั้นตอนที่ผู้เรียน นำ วิธีการแก้ปัญหา มาออกแบบในการสร้างชิ้นงานและสร้างชิ้นงาน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาโดย พิจารณาถึงความแปลกใหม่ ทรัพยากร ข้อจำกัด ต้นทุนและเวลา นำวิธีการหรือชิ้นงานไปใช้ในการ แก้ไขปัญหาในสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาวิธีการในการแก้ไข ปัญหา การออกแบบและชิ้นงานเพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายหรือเงื่อนไขที่กำหนด การบันทึก พฤติกรรมตนเองในการแก้ปัญหา การให้การเสริมแรงตนเองในขณะทำการแก้ปัญหา

1.4 ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน (Learning together) ขั้นตอนที่ผู้เรียนนำวิธีการ แก้ปัญหามาเรียนรู้ร่วมกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอผลงาน เพื่อให้ผู้เรียนได้ เปรียบเทียบผลการ คิดเพื่อรวบรวมข้อมูลในการนำสู่การลงข้อสรุปของตน เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ เกิดขึ้น และเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้และ อภิปรายร่วมกัน ผู้เรียนได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่เพื่อที่จะตอบ คำถามหรือแก้ปัญหบางอย่างร่วมกัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจยืนยันหรือเปลี่ยนแปลง ข้อมูลหรือชิ้นงานของตนเอง

1.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ขั้นตอนที่ผู้เรียนทบทวนวิธีการคิดต่างๆของ ตนเองเพื่อนำไปสู่การประเมินค่าของประสบการณ์ที่ได้รับจากการปฏิบัติร่วมกันและปรับ กระบวนการคิดในการนำไปปฏิบัติ ตัดสินใจในการยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลและชิ้นงานของ ตนเองอีกครั้งในการแก้ไขปัญหา มีการประเมินการแก้ปัญหาและชิ้นงานของตนเอง สร้างคำอธิบาย กับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเกิดการสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง โดยแสดง เหตุผลสนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานและข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของนักเรียนอันเป็น ผลมาจากการเรียนรู้ตามรูปแบบ PACLE โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยประเมินในขอบข่าย 4 ด้าน กล่าวคือ

2.1 จำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการได้ บอกได้ ระบุนุ บอกชื่อได้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถบอกความหมายของทฤษฎีได้

2.2 เข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป อ้างอิง ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของทฤษฎีได้

2.3 ประยุกต์ใช้ (Applying) หมายถึง ความสามารถในการนำไปใช้ ประยุกต์ใช้ แก้ไขปัญหา ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาได้

2.4 วิเคราะห์ (Analysing) หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบาย ลักษณะการจัดการ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่างสองทฤษฎีได้

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่ใช้ในการคิดหาคำตอบ โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ร่วมกับความคิดวิจักษ์ญาณ เพื่อแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย แปลงใหม่ และพิจารณาตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหามีเหตุผล บนเงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ ซึ่งการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์พิจารณา 4 ด้าน คือ 1) ความคิดคล่อง หมายถึง ความคิดที่สามารถคิดออกมาได้อย่างรวดเร็วในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือสถานการณ์หนึ่งๆ ได้หลากหลายแนวทาง โดยสามารถวัดได้จากปริมาณความคิดที่คิดได้ในเรื่องหนึ่งๆ 2) ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความคิดที่ถูกนำมาจัดเป็นหมวดหมู่ มีหลักเกณฑ์ที่น่าเชื่อถือ ซึ่งถือเป็นการหลีกเลี่ยงความคิดซ้ำซ้อนและเพิ่มคุณภาพของความคิด และเป็นพื้นฐานที่นำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ที่มีคุณภาพ ซึ่งวัดได้จากการพิจารณาการจัดประเภทคำตอบของนักเรียนให้เป็นหมวดหมู่ตามทิศทางที่แตกต่างกันไป 3) ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ ไม่ซ้ำแบบใคร เป็นความคิดที่ได้มาจากการใช้จินตนาการและความรู้มาดัดแปลงให้เกิดความคิดใหม่ที่แตกต่างออกไป โดยวัดได้จากความแปลกใหม่ของแนวคิดที่มี โดยการหาความถี่จากคำตอบที่ได้ทั้งหมด และ 4) ความคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง ความคิดที่เป็นเหตุเป็นผลที่เป็นพื้นฐานในการคิด หรือต่อยอดความคิดอื่นๆ ซึ่งต้องสอดคล้อง สนับสนุน ส่งเสริมให้ความคิดอื่นๆ ถูกต้องและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 2 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 9 ข้อ มีองค์ประกอบ 5 ด้าน ซึ่งในแต่ละด้านจะพิจารณาคำตอบที่สอดคล้องกับความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดอย่างมีเหตุผล โดยองค์ประกอบ 5 ด้านมีดังนี้

3.1 การเข้าถึงปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการระบุปัญหาสร้างเกณฑ์ในการเลือกปัญหา และบอกสาเหตุของปัญหาที่ต้องการแก้ไข ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

3.2 การคิดและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหา

ให้ได้มากที่สุด มีความหลากหลายและแปลกใหม่ โดยยังไม่มี การตัดสินใจคัดเลือก แล้วจึงมีการสร้างเกณฑ์ในการเลือกวิธีการแก้ปัญหา และสามารถตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผลภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

3.3 การทบทวนและเตรียมการ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการประกันความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหา ตรวจสอบ ทบทวนเพื่อยืนยันหรือปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา ประเมินวิธีการแก้ปัญหาโดยคาดการณ์ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากปัจจัยที่จะสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคต่อวิธีการแก้ปัญหา

3.4 การวางแผนแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหา สิ่งที่ต้องใช้ ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และผลที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหา

3.5 การตรวจสอบการปฏิบัติ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดหาวิธีการเพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี โดยการยึดขั้นตอนและเป้าหมายของการแก้ปัญหา การเตือนตนเองและการบันทึกสิ่งต่างๆระหว่างการแก้ปัญหา การให้การเสริมแรงตนเองในขณะที่ทำการแก้ปัญหา และการประเมินตนเองขณะแก้ปัญหา

สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE สูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบฯ
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE สูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบฯ
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม
5. ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE สูงกว่าร้อยละ 65

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยได้นำเสนอใน 5 ประเด็นดังต่อไปนี้

1. กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์
 - 1.1 ความหมายของวิศวกรรมศาสตร์
 - 1.2 กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์
 - 1.3 สรุปการสังเคราะห์กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์
 - 1.4 การวัดและประเมินผลชิ้นงาน
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 2.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 2.2 กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 2.3 หลักการของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 2.4 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 2.5 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์จากชิ้นงาน
 - 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
3. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้
 - 3.1 องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้
 - 3.2 การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้
 - 3.4 รูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.3 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.4 หลักการและขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. กรอบแนวคิดการวิจัย

1. กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์

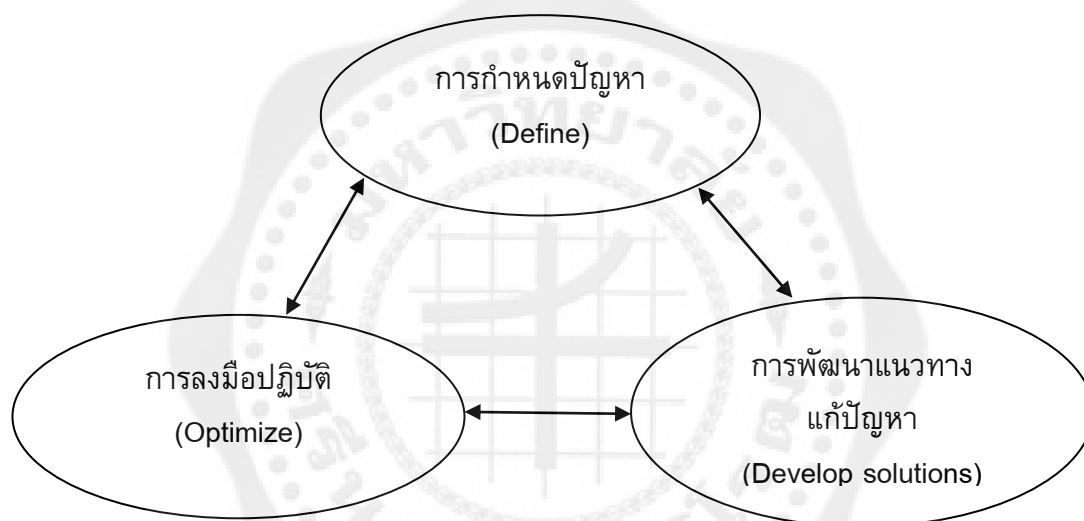
1.1 ความหมายของวิศวกรรมศาสตร์

วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือสร้างสิ่งต่างๆ เพื่อสร้างประโยชน์ในทางเศรษฐกิจและอำนวยความสะดวกของมนุษย์โดยอาศัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ที่ได้รับจากการศึกษา จากประสบการณ์หรือการฝึกปฏิบัติ (Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET). 2002: back cover) ซึ่งความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์นั้นเป็นจุดเด่นสำคัญของสะเต็มศึกษา เนื่องจากเป็นศาสตร์ที่ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านกระบวนการเรียนรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์บนฐานของการออกแบบ (Design-based learning) เน้นการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาและสร้างสรรค์ชิ้นงาน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จากสถานการณ์จริงที่เน้นกระบวนการและการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา ช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ อันเป็นแนวทางที่จะนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลายทั้งใน การทำงานและการศึกษา (รักษพล ธนานุวงศ์. 2556: 11; อ้างอิงจาก Nathan. 2011: workshop; & Katehi; et al. 2009; citing Hernandez; et al. 2013: 2) หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นตัวเร่งให้เกิดการบูรณาการเนื้อหาของ 4 รายวิชาเข้าด้วยกัน (Katehi; et al. 2009; citing Hernandez; et al. 2013: 2) กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (สะเต็มศึกษาประเทศไทย. 2014: ออนไลน์; อ้างอิงจาก NRC. 2012) นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตลอดจนพัฒนาค่านิยมและเจตคติที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมศาสตร์ (Habits of mind) ซึ่งประกอบด้วย 1) การคิดเชิงระบบ 2) ความคิดสร้างสรรค์ 3) การคิดเชิงบวก 4) ความร่วมมือ 5) การสื่อสารและ 6) การตัดสินใจบนฐานของจริยธรรม ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 (Katehi; et al. 2009: 6-7; citing Bottoms; & Anthony, 2005; Bottoms; & Uhn, 2007) อย่างไรก็ตาม ในสหรัฐอเมริกาเองพบว่าวิชาวิศวกรรมศาสตร์นั้นยังไม่ปรากฏเป็นที่ชัดเจนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่จะนำไปแฝงไว้ในวิชาเทคโนโลยี ซึ่งหน่วยงานที่รับผิดชอบในการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ได้แก่ องค์การการศึกษามาตรฐานด้านเทคโนโลยีสำหรับนักเรียน (National Educational Technology Standards for Students (NETS-S) (ISTE. 2007: online)

การรู้วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering literacy) หมายถึงความสามารถในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาของเทคโนโลยีโดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering design process) ซึ่งความหมายของการรู้เทคโนโลยีและการรู้วิศวกรรมศาสตร์นั้นใกล้เคียงกันจึงไม่สามารถแยกความแตกต่างได้อย่างชัดเจน (Heywood. 1993)

1.2 กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering design process)

สภาวิจัยแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council: NRC) ได้ร่วมกับสมาคมครูวิทยาศาสตร์ แห่งชาติ (the National Science Teachers Association: NSTA) และสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของอเมริกา (the American Association for the Advancement of Science; AAAS) กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฉบับใหม่สำหรับประเทศ (Next Generation Science Standard: NGSS) โดยเรียกกระบวนการทำงานนี้ว่า กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม โดยเสนอขั้นตอนการทำงาน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดปัญหา การพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาและการลงมือปฏิบัติเพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุด ของการแก้ปัญหา โดยการทำงานมีลักษณะเป็นวงจรที่สามารถ ย้อนกลับไปแก้ไขได้ ดังภาพประกอบ 1

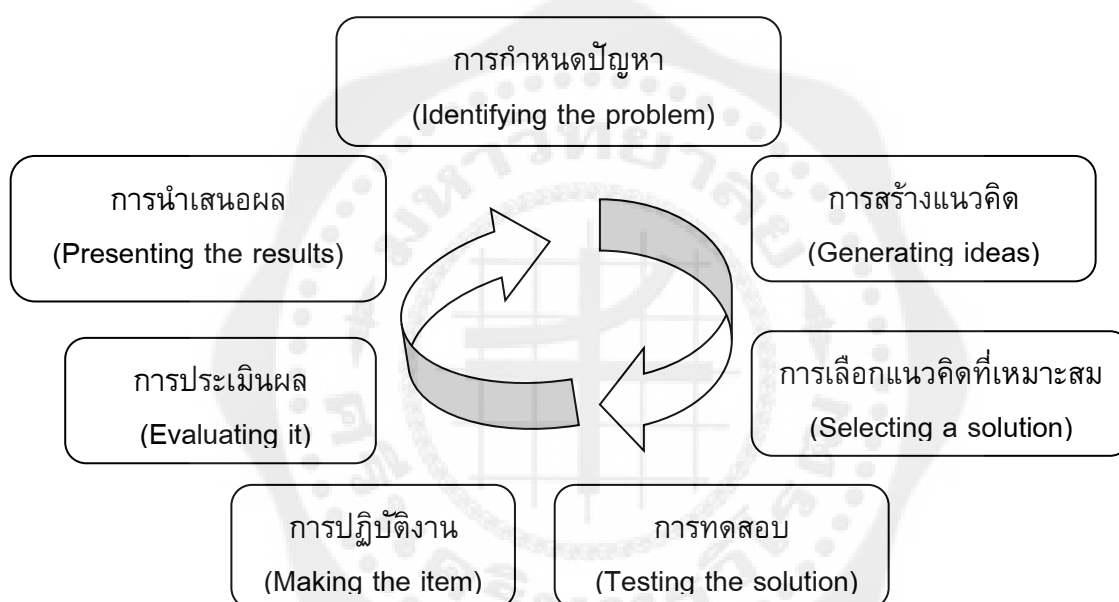


ภาพประกอบ 1 วงจรกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของ (Next Generation Science Standard: NGSS, USA.)

โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดปัญหา (Define) ผู้แก้ปัญหาพิจารณาปัญหาที่ประชาชนต้องการแก้ไข ทำความเข้าใจปัญหา รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา
2. การพัฒนาแนวทางแก้ปัญหา (Develop solutions) ประเมินแนวคิดโดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา
3. การลงมือปฏิบัติ (Optimize) เป็นการเปรียบเทียบแนวคิด ทดสอบและประเมินแนวคิดเพื่อแก้ปัญหา เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้ นำผลมาปรับปรุงและพัฒนาจนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการ

สมาคมนักเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษานานาชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (International Technology and Engineering Educators Association; ITEEA) ได้กำหนดขั้นตอนของกระบวนการทำงานหรือกระบวนการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีไว้ในมาตรฐานการรู้เทคโนโลยี (Standards for Technological Literacy) และเรียกกระบวนการทำงานนี้ว่า กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ประกอบด้วยขั้นตอนการทำงานสำคัญ คือ การกำหนดปัญหา (Identifying the problem) การสร้างแนวคิด (Generating ideas) การเลือกแนวคิดที่เหมาะสม (Selecting a solution) การทดสอบ (Testing the solution) การปฏิบัติงาน (Making the item) การประเมินผล (Evaluating it) และการนำเสนอผล (Presenting the results) ทั้งนี้การทำงานสามารถย้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไข ได้ตลอดจนกระทั่งได้แนวทางที่เหมาะสมที่สุด (Optimum) ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 วงจรกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของ (International Technology and Engineering Educators Association: ITEEA, USA.)

โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดปัญหา (Identifying the problem) เป็นการพิจารณาปัญหา ระบุปัญหาโดยอาจประกอบด้วยปัญหาย่อยเพื่อแก้ปัญหาใหญ่
2. การสร้างแนวคิด (Generating ideas) เป็นการระดมสมอง เพื่อสำรวจแนวคิดการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ และเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การเลือกแนวคิดที่เหมาะสม (Selecting a solution) พิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหา แล้วประเมินแนวคิดเหล่านั้นโดยพิจารณาถึงจุดเด่น จุดด้อย ความเป็นไปได้และความคุ้มค่า แล้วเลือกแนวคิดที่เหมาะสมที่สุด

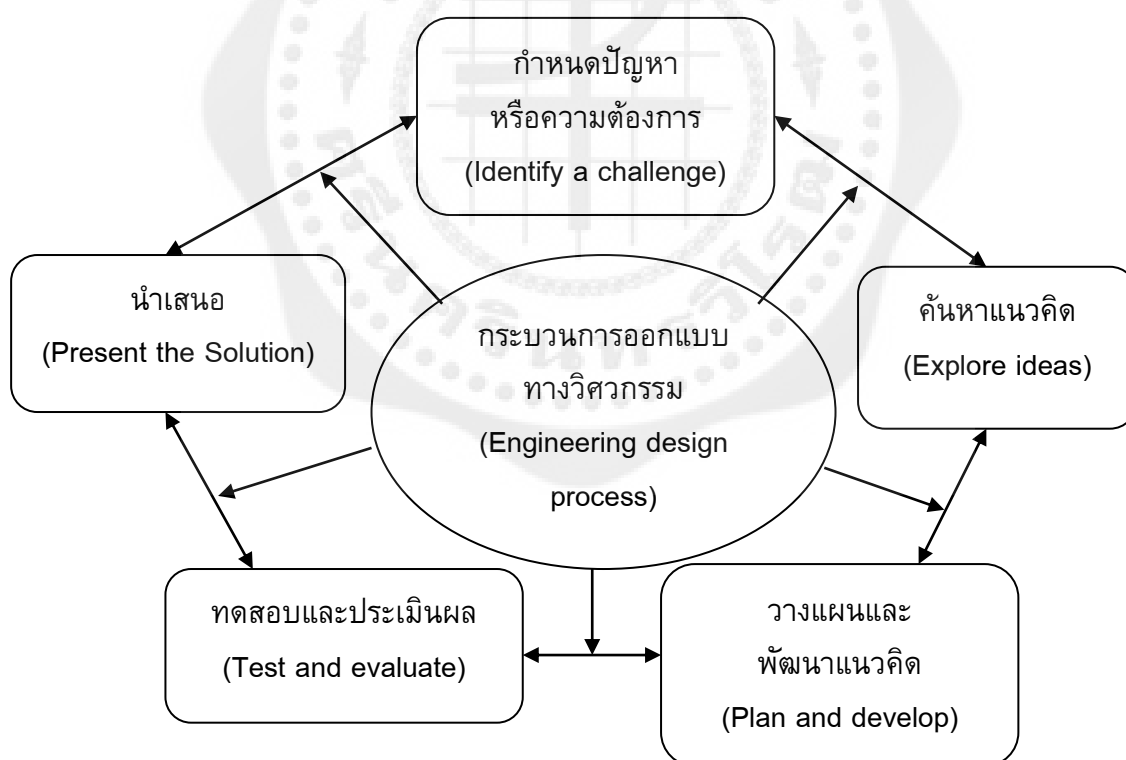
4. การทดสอบ (Testing the solution) ด้วยการสร้างแบบจำลอง (Models) และต้นแบบ (Prototypes) เพื่อตรวจสอบแนวคิดการแก้ปัญหา

5. การปฏิบัติงาน (Making the item) นำแบบจำลองหรือต้นแบบไปสร้างชิ้นงานเพื่อนำไปแก้ปัญหา

6. การประเมินผล (Evaluating it) เป็นการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยชิ้นงาน และประเมินว่าสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ ปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงาน

7. การนำเสนอผล (Presenting the results) การนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน ด้วยวิธีการที่น่าสนใจและสามารถเข้าใจได้ง่าย

นอกจากนี้ ศูนย์การเรียนรู้การสอนสะเต็มของสมาคม เทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษานานาชาติ (International Technology and Engineering Educators Association's STEM $\pm$ Center for Teaching and Learning™) ได้พัฒนารูปแบบกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ประกอบด้วย กำหนดปัญหาหรือความต้องการ ค้นหาแนวคิด วางแผนและพัฒนาแนวคิด ทดสอบและประเมินผล และนำเสนอ ซึ่งการทำงานมีลักษณะเป็นวงจรที่สามารถย้อนกลับไปทำงานในขั้นตอนต่างๆได้ ดังภาพประกอบ 3

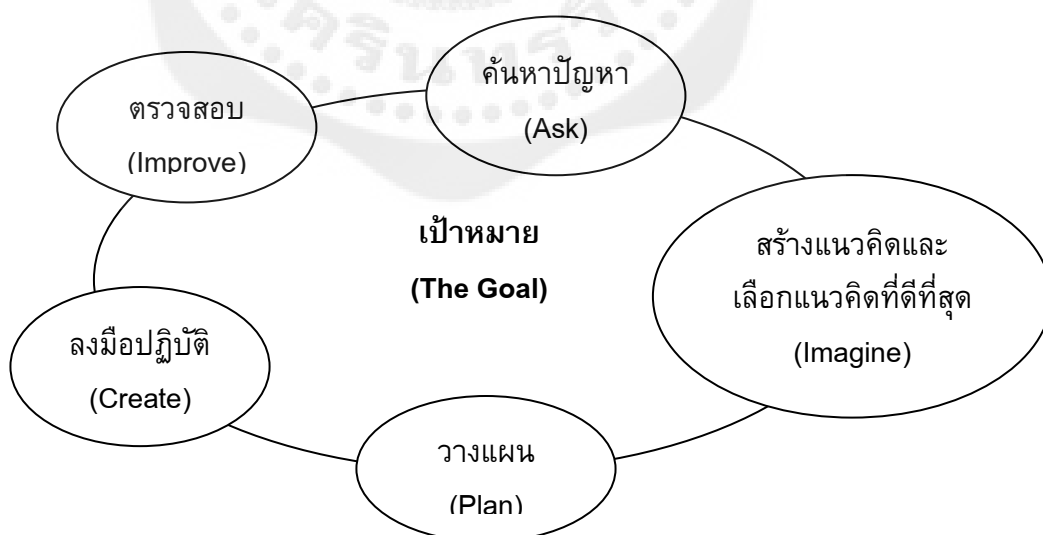


ภาพประกอบ 3 วงจรกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ของศูนย์การเรียนรู้การสอนสะเต็ม (STEM $\pm$ Center for Teaching and Learning™)

โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดปัญหาหรือความต้องการ (Identify a challenge) เป็นขั้นตอนที่ตระหนักถึงปัญหาในชีวิตประจำวัน ที่จำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว
2. ค้นหาแนวคิด (Explore ideas) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ทำการประเมินและเลือกแนวคิดที่เหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา
3. วางแผนและพัฒนาแนวคิด (Plane and develop) เป็นการวางแผนการดำเนินงาน กำหนดขั้นตอนในการดำเนินงาน วาดแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype)
4. ทดสอบและประเมินผล (Test and evaluate) นำต้นแบบมาใช้งานเพื่อแก้ปัญหา ทดสอบและประเมินผล ปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น
5. นำเสนอ (Present the Solution) นำเสนอผลลัพธ์การแก้ปัญหาแก่คนทั่วไป โดยใช้เทคโนโลยีในการนำเสนอ

พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์บอสตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา (Museum of Science, Boston) ดำเนินโครงการพัฒนาเด็กให้รู้วิศวกรรมและเทคโนโลยี (Engineering and technological literacy) หรือเรียกว่า Engineering is Elementary (EiE) เพื่อวิจัยพัฒนาหลักสูตรขับเคลื่อนมาตรฐานและนำหลักสูตรไปใช้ในชั้นเรียนโดยบูรณาการ แนวความคิดด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี และทักษะทางวิทยาศาสตร์ โดยมีกลุ่มเป้าหมายคือเด็กนักเรียนในระดับประถมศึกษา (Grades 1-5) และใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ประกอบด้วยค้นหาปัญหา สร้างแนวคิดและเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด วางแผน ลงมือปฏิบัติ และตรวจสอบ ดังภาพประกอบ 4

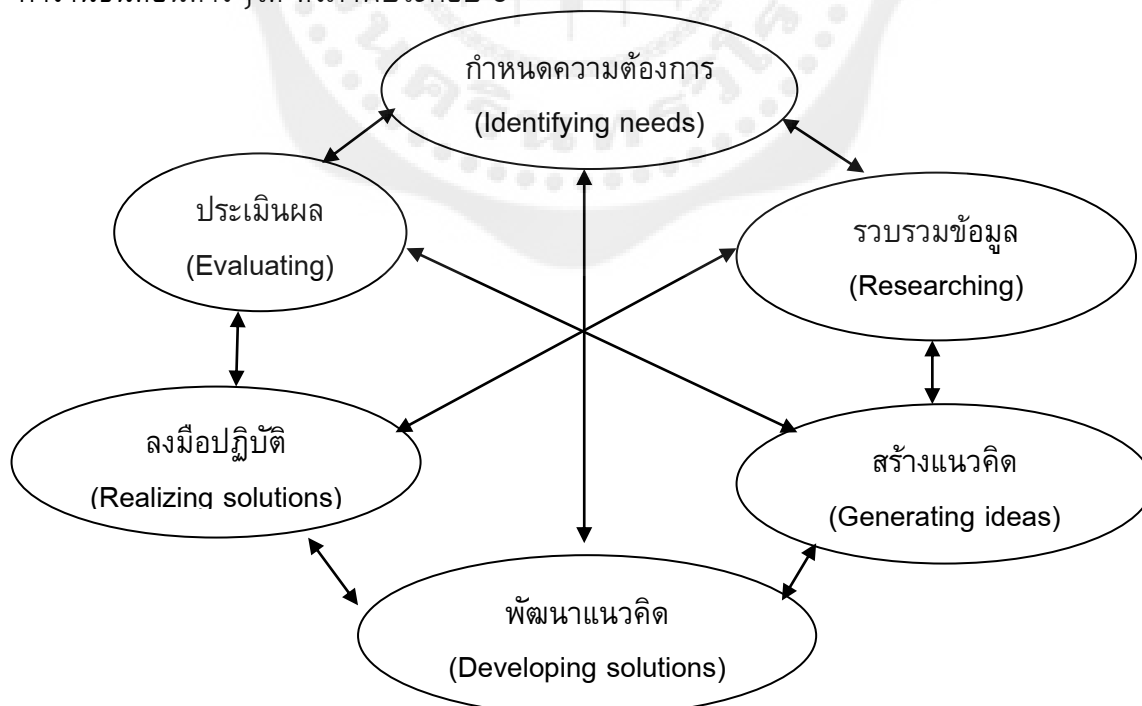


ภาพประกอบ 4 วงจรกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ของโครงการพัฒนาเด็กให้รู้วิศวกรรมและเทคโนโลยี (Engineering is Elementary: EiE, USA.)

โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. ค้นหาปัญหา (Ask) เป็นขั้นตอนที่ทำความเข้าใจกับปัญหาในชีวิตประจำวัน บางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราจะบุงอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย พิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่
2. สร้างแนวคิดและเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด (Imagine) การระดมสมองในการค้นหาแนวคิด รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการแก้ปัญหาดังกล่าว แล้วประเมินแนวคิด ความเป็นไปได้ ข้อดี ข้อด้อยของแนวคิดแต่ละแนวคิด แล้วเลือกแนวคิดที่เหมาะสมที่สุด
3. วางแผน (Plan) วางแผนการดำเนินการ กำหนดขั้นตอนย่อย เป้าหมายและระยะเวลาให้ชัดเจน
4. ลงมือปฏิบัติ (Create) วาดแบบและพัฒนาต้นแบบเพื่อใช้ ทดสอบแนวคิดในการแก้ปัญหา
5. ตรวจสอบ (Improve) นำต้นแบบไปทดสอบและประเมินผล นำผลที่ได้ไปปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

กระทรวงการศึกษาประเทศอังกฤษ (Department for Education) กำหนดหลักสูตรการศึกษาแห่งชาติ ตลอดจนหลักสูตรของโรงเรียนนานาชาติที่ใช้ระบบอังกฤษ (UK National Curriculum, International GCSE and IB Diploma) และใช้กระบวนการทำงานว่า กระบวนการออกแบบ (Design process) ประกอบด้วย กำหนดความต้องการ รวบรวมข้อมูล สร้างแนวคิด พัฒนาแนวคิด ลงมือปฏิบัติและประเมินผล โดยการทำงานมีลักษณะเป็นวงจรที่สามารถย้อนกลับไปทำงานขั้นตอนต่างๆ ได้ ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 วงจรกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ของกระทรวงการศึกษาประเทศอังกฤษ (UK National Curriculum, International GCSE and IB Diploma.)

โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดความต้องการ (Identifying needs) พิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และเป็นปัญหาที่ประชาชนต้องการแก้ไข และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2. รวบรวมข้อมูล (Researching) สืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา สืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีการแก้ปัญหานี้หรือไม่ แก้อย่างไรและมีข้อเสนอแนะอะไรบ้าง

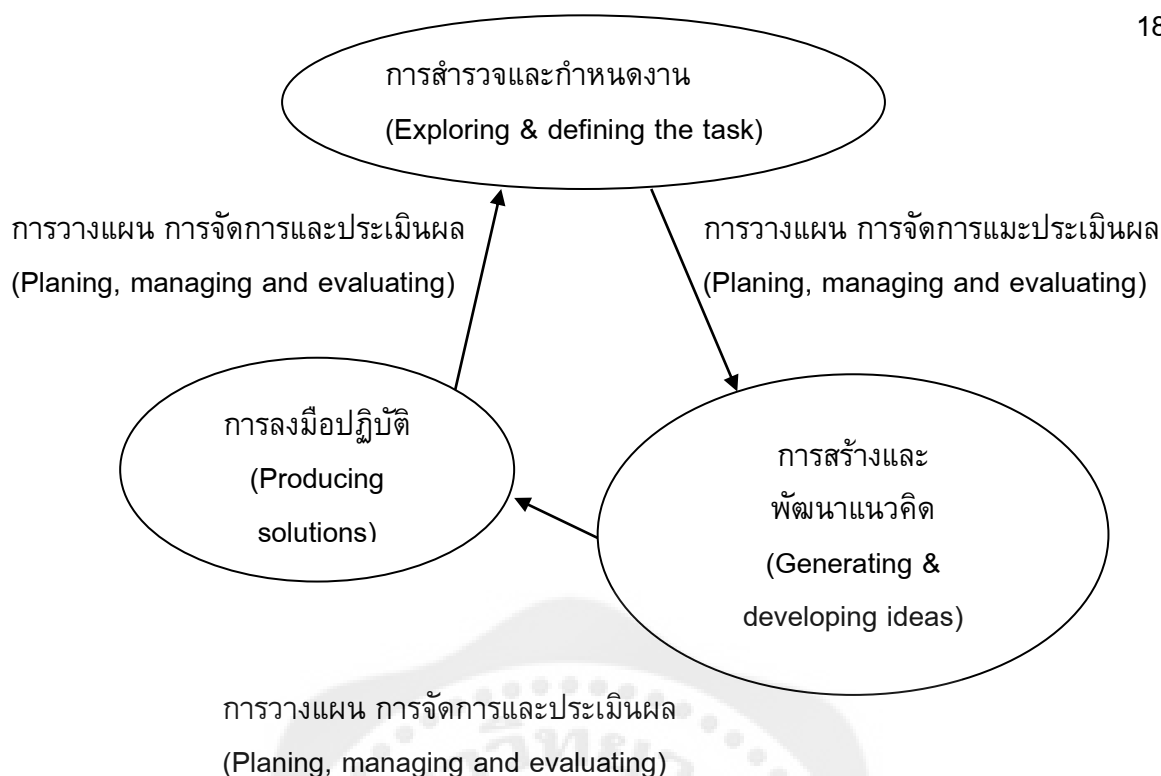
3. สร้างแนวคิด (Generating ideas) การค้นหาแนวคิด สร้าง พัฒนาจำลองและสื่อสารความคิดผ่านการพูด การวาดรูปแม่แบบหรือภาพจำลอง โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่เหมาะสม

4. พัฒนาแนวคิด (Developing solutions) ใช้วิธีการที่หลากหลายเพื่อสร้างแนวคิดที่สร้างสรรค์ พัฒนาและสื่อสารแนวคิดการออกแบบโดยใช้ภาพร่างที่มีคำอธิบายประกอบแผนรายละเอียดแบบ 3 มิติ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

5. ลงมือปฏิบัติ (Realizing solutions) เลือกและใช้เครื่องมืออุปกรณ์หลากหลายชนิดเพื่อปฏิบัติงานจริงได้อย่างถูกต้องเหมาะสม สร้างต้นแบบรวมทั้งการผลิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย

6. ประเมินผล (Evaluating) ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแนวคิดและผลิตภัณฑ์ ตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยคำนึงถึงมุมมองของผู้ใช้และกลุ่มผู้สนใจอื่นๆ

หน่วยงานการศึกษาและการฝึกอบรมของรัฐนิวเซาท์เวลส์ ประเทศออสเตรเลีย (NSW Department of education and training, Australia) ซึ่งรับผิดชอบจัดการศึกษาของรัฐ ได้เรียกกระบวนการทำงานนี้ว่า กระบวนการเทคโนโลยี (Technology process) ประกอบด้วยการทำงาน 3 ระยะคือ การสำรวจและกำหนดงาน การสร้างและพัฒนาแนวคิด การลงมือปฏิบัติ โดยในแต่ละระยะจะมีการวางแผน การจัดการและประเมินผลด้วยเสมอ ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 วงจรกระบวนการเทคโนโลยีของหน่วยงานการศึกษาและการฝึกอบรม
(NSW Department of education and training, Australia.)

โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. การสำรวจและกำหนดงาน (Exploring & defining the task) พิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และเป็นปัญหาที่ประชาชนต้องการให้แก้ไข หรือเป็นประเด็นทางสังคม จริยธรรม และสิ่งแวดล้อม และสร้างเกณฑ์ในการเลือกประเด็นปัญหา และแนวทางในการแก้ปัญหา
2. การสร้างและพัฒนาแนวคิด (Generating & developing ideas) เป็นการพิจารณาแนวทางที่มีอยู่ และตัดสินใจเลือกแนวทาง โดยคำนึงถึงทรัพยากร เทคนิค วัสดุ อุปกรณ์ ที่จะส่งผลให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จ คำนึงถึงผลกระทบระยะสั้นและระยะยาว
3. การลงมือปฏิบัติ (Producing solutions) เป็นการนำแนวคิดมาออกแบบ การวางแผน การดำเนินงานแต่ละขั้นตอนและปฏิบัติที่ละขั้นตอน การจัดการความเสี่ยงด้านความปลอดภัย การปรับปรุงและพัฒนา เปรียบเทียบผลลัพธ์ กระบวนการและการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้พัฒนาการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะและสมรรถนะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 โดยกำหนดนโยบายเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา พร้อมกับได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) คือแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อ

การดำรงชีวิตและการทำงาน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาได้นำกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process) มาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการทำงานเพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือวิธีการ โดยนำมาใช้เป็นฐานดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. การระบุปัญหา (Identify a challenge) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง บางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราจะบูรณาการประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหา ผู้แก้ปัญหามustพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาให้ใหญ่ด้วย

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas) หลังจากผู้แก้ปัญหาคำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ผู้แก้ปัญหามustมีการดำเนินการดังนี้

2.1 การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหายังไง และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

2.2 การค้นหาแนวคิด คือ การค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหามustพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหา แล้วจัดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. การวางแผนและพัฒนา (Plan and develop) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ขั้นตอนต่อไป คือการวางแผนการดำเนินงาน โดยผู้แก้ปัญหามustกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน ในขั้นตอนของการพัฒนา ผู้แก้ปัญหามustวาดแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (Test and evaluate) เป็นขั้นตอนการทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the solution) หลังจากการพัฒนาปรับปรุง ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหามustนำเสนอผลลัพธ์นั้นต่อสาธารณชนโดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

1.3 สรุปการสังเคราะห์กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์

จากการวิเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีของกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ที่กล่าวมาข้างต้น พบว่ากระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ประกอบด้วยกระบวนการคิดหลายขั้นตอน ซึ่งองค์การต่างๆได้เสนอแนวคิดไว้สอดคล้องกัน ส่วนกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ผู้วิจัยได้รวบรวมแนวคิดของกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์แล้วสังเคราะห์เป็นกระบวนการคิดในแต่ละขั้นแสดงได้ดังตาราง 1



ตาราง 1 สรุปการสังเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์

สภาวิจัย แห่งชาติ USA	สมาคมนัก เทคโนโลยีและ วิศวกรรม ศึกษา นานาชาติ USA	ศูนย์การเรียนรู้ การสอนเพิ่มเติม ของสมาคม เทคโนโลยีและ วิศวกรรม ศึกษา นานาชาติ	พิพิธภัณฑ์ วิทยา ศาสตร์บอสตัน USA	กระทรวง การ ศึกษาUK	หน่วยงาน การศึกษาและ การฝึกอบรม ของรัฐนิวเซาท์ เวลส์ Australia	สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยา ศาสตร์และ เทคโนโลยี Thailand	กระบวนการทาง วิศวกรรมศาสตร์ จากการสังเคราะห์ ของผู้วิจัย
การกำหนด ปัญหา	การกำหนด ปัญหา	กำหนดปัญหา หรือความ ต้องการ	ค้นหาปัญหา	กำหนดความ ต้องการ	การสำรวจและ กำหนดงาน	การระบุปัญหา	1. การระบุปัญหา
				รวบรวม ข้อมูล			2. การรวบรวม ข้อมูล
การพัฒนา แนวทาง แก้ปัญหา	การสร้าง แนวคิด	ค้นหาแนวคิด	สร้างแนวคิดและ เลือกแนวคิดที่ดี ที่สุด	สร้างแนวคิด	การสร้างและ พัฒนาแนวคิด	การค้นหาแนวคิด ที่เกี่ยวข้อง	3. การค้นหา แนวคิดและเลือก แนวคิดที่ดีที่สุด
	การเลือก แนวคิดที่ เหมาะสม						

ตาราง 1 (ต่อ)

สภาวิจัย แห่งชาติ USA	สมาคมนัก เทคโนโลยีและ วิศวกรรม ศึกษา นานาชาติ USA	ศูนย์การเรียนรู้ การสอนสะสม ของสมาคม เทคโนโลยีและ วิศวกรรม ศึกษา นานาชาติ	พิพิธภัณฑ์ วิทยา ศาสตร์บอสตัน USA	กระทรวง การ ศึกษาUK	หน่วยงาน การศึกษาและ การฝึกอบรม ของรัฐนิวเซาท์ เวลส์ Australia	สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยา ศาสตร์และเทคโนโลยี Thailand	กระบวนการทาง วิศวกรรมศาสตร์ จากการสังเคราะห์ ของผู้วิจัย
		วางแผนและ พัฒนาแนวคิด	วางแผน	พัฒนา แนวคิด		การวางแผนและ พัฒนา	4. การวางแผนและ พัฒนา
การลงมือ ปฏิบัติ	การทดสอบ		ตรวจสอบ		การลงมือปฏิบัติ		5. การปฏิบัติและ ทดสอบ
	การปฏิบัติงาน		ลงมือปฏิบัติ	ลงมือปฏิบัติ			
	การนำเสนอผล	นำเสนอ				การนำเสนอ ผลลัพธ์	6. การนำเสนอ
	การประเมินผล	ทดสอบและ ประเมินผล		ประเมินผล		การทดสอบและ ประเมินผล	7. การประเมินผล

จากตาราง 1 สรุปได้ว่า กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ควรประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน คือ การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูล การค้นหาแนวคิดและเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด การวางแผนและพัฒนา การปฏิบัติและทดสอบ การนำเสนอ และการประเมินผล ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวผู้วิจัยนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การระบุปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการระบุปัญหา สร้างเกณฑ์ในการเลือกปัญหา และบอกสาเหตุของปัญหาที่ต้องการแก้ไข ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว
2. การรวบรวมข้อมูล หมายถึง การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหายังไง และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง การค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์หรือเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหามาได้พิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหา
3. การค้นหาแนวคิดและเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดหมายถึง ขั้นตอนในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหามาได้หลากหลาย แปลงใหม่ โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด
4. การวางแผนและพัฒนา หมายถึง การวางแผนการดำเนินงาน กำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน ขั้นตอนในการประกันความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหา ตรวจสอบ ทบทวนเพื่อยืนยันหรือปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา ในขั้นตอนของการพัฒนา ผู้แก้ปัญหามustวาดแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา
5. การปฏิบัติและทดสอบ หมายถึง ขั้นตอนในการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ออกแบบและสร้างชิ้นงาน มีการกำกับและติดตามการแก้ปัญหาลง สังเกตและสะท้อนรวมทั้งปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหาลงและชิ้นงาน เปรียบเทียบกับผลลัพธ์หรือจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้
6. การนำเสนอ หมายถึง ผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาลงและชิ้นงานของตนเอง ร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลหรือชิ้นงานของตนเอง
7. การประเมินผล หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียน ตัดสินใจในการยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลและชิ้นงานของตนเองอีกครั้งในการแก้ปัญหาลง มีการประเมินการแก้ปัญหาลงและชิ้นงานของตนเองว่ามีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาลงที่ต้องการหรือไม่

1.4 การวัดและประเมินผลชิ้นงาน

1.4 การวัดและประเมินผลชิ้นงาน

การวัดและประเมินผลในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ในการศึกษาเทคโนโลยีและวิศวกรรม ผู้สอนสามารถประเมินกิจกรรมการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียนดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558: ออนไลน์)

1.4.1 หลักฐานการสร้างความคิด เช่น การระดมความคิด การทำงานเป็นทีม เป็นต้น

1.4.2 การพัฒนาโมเดลต้นแบบ (Prototype Model) เพื่อแก้ปัญหาการออกแบบ ในการประเมินชิ้นงานของผู้เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ต้องใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Scoring rubrics) ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของชิ้นงาน และมีความสัมพันธ์กับการสร้างชิ้นงาน ดังตาราง 2

ตาราง 2 เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน

ชิ้นงาน/เกณฑ์	1	2	3	4
ความสมบูรณ์ของต้นแบบชิ้นงาน	มีชิ้นงาน แต่ไม่สมบูรณ์	ชิ้นงานสมบูรณ์ แต่ไม่ทำงาน	ชิ้นงานสมบูรณ์และทำงานได้ดีเป็นบางครั้ง	ชิ้นงานสมบูรณ์และทำงานได้ดีตลอดเวลา
การออกแบบต้นแบบชิ้นงาน	การออกแบบชิ้นงานไม่ดี ไม่ได้ใช้หลักการ ออกแบบย่อยของแต่ละวิชา	การออกแบบดี ใช้หลักการ ออกแบบ แต่ผลิตภัณฑ์ดูไม่น่าสนใจ	การออกแบบดี ใช้หลักการ ออกแบบและผลิตภัณฑ์ดูน่าสนใจ	การออกแบบดี เลิศใช้หลักการ ออกแบบและผลิตภัณฑ์ดูน่าสนใจมาก

ในการวัดและประเมินผล ควรประเมินผู้เรียนตามสภาพจริงจากการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้วิธีการที่หลากหลายในสถานการณ์ต่างๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง มีผู้ประเมินหลายฝ่าย และครูผู้สอนควรประเมินผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง โดยเน้นกระบวนการทำงานและผลผลิตของงานตลอด

ช่วงเวลาการเรียนรู้ ได้แก่ ก่อนเรียน ระหว่างเรียน หลังเรียน และติดตามผล ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และช่วยให้ครูได้สารสนเทศสำหรับใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ และเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้งานที่ครูมอบหมายแก่ผู้เรียนเกิดความสมบูรณ์มากขึ้น (Edward M.Reeve.2013: 12-15 ; พิมพันธ์ เตชะคุปต์และพเยาว์ ยินดีสุข.2550: 49; วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนา.2557: 147 ; ขวลิต ชูกำแพง.2550: 132)

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving)

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นกระบวนการ วิธีการ หรือระบบในการแก้ปัญหาโดยอาศัยการจินตนาการ โดยที่ผลการคิดแก้ปัญหาพิสูจน์ได้จากการลงมือปฏิบัติ (Mitchell; & Kowalik. 1999: 4) ในขณะเดียวกัน เทรฟฟิงเกอร์และคนอื่นๆ (Trefferinger; et al. 2006) ได้ให้คำนิยามว่า เป็นวิธีการที่ใช้ในการพัฒนาศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยผ่านกรอบทฤษฎีการพัฒนาและวิเคราะห์การแก้ปัญหา ส่วนอาร์เบสแมนและพัคซิโอ (Arbesman; & Puccio. 2001) เน้นว่าเป็นการผสมผสานระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับความคิดวิจารณ์ญาณ สอดคล้องกับเลวินและรีด (Lewin; & Reed. 1998) และเกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2551: online) ที่ระบุว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ คือ การคิดสร้างสรรค์ที่ประกอบด้วยการสร้างความคิดที่หลากหลายเพื่อช่วยขยายกรอบความคิด ส่วนการคิดวิจารณ์ญาณคือการเชื่อมโยงเหตุผลเพื่อนำมาเปรียบเทียบหาผลกระทบ และทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยเลวินและรีดได้ประยุกต์ความคิดสร้างสรรค์และความคิดวิจารณ์ญาณเข้าในทุกขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็น 2 ระยะ คือ 1) ระยะสร้าง (Generating Phase) ซึ่งเป็นการสร้างแนวความคิดหรือตอบคำถามให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งก็คือความคิดสร้างสรรค์ และ 2) ระยะปรับ (Focusing Phase) ซึ่งเป็นระยะที่ประเมินทางเลือกหรือความคิดที่ได้จากระยะสร้างนั่นเอง โดยทั้งสองระยะใช้การคิดควบคู่กันไปในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ได้แก่ การคิดออกเนกนัย (Divergent Thinking) ซึ่งเป็นการคิดให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ได้แนวคิดที่หลากหลายและแปลกใหม่ โดยไม่มีการประเมินหรือตัดสินแนวคิดเหล่านั้นว่าถูกหรือผิด และการคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) ซึ่งเป็นการคิดพิจารณาเชื่อมโยงหาเหตุและผล โดยความคิดทั้งสองเป็นรูปแบบและวิธีการที่ส่งเสริมกันอย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับของประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2538: 31-40) ก็กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการมุ่งหาคำตอบหรือวิธีการใหม่ๆ ที่จะสนองตอบต่อความต้องการและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งหัวใจสำคัญของกระบวนการนี้คือ การได้ความคิดจำนวนมากและแปลกใหม่ ที่ทำให้เกิดการแก้ปัญหาที่ดีขึ้นกว่าเดิม ทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกและวางแผนการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด เชื่อมั่นว่าตนเองสามารถแก้ปัญหาและควบคุมตนเองได้

จากการตรวจสอบเอกสารสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการมุ่งหาคำตอบและแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน รวมถึงการพัฒนาสภาวะที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น โดยการทำงานร่วมกันระหว่างการคิดสร้างสรรค์และการคิดวิจารณ์ญาณ การคิดสร้างสรรค์ทำได้โดยให้คิด

เล็ก แปลกใหม่และหลากหลายที่สุด ปราศจากการตัดสินความคิดต่างๆว่าดีหรือไม่ จนถึงระยะหนึ่งจึงพิจารณาความคิดเหล่านั้นด้วยการคิดวิจารณ์ญาณ ในการเลือกและประเมินวิธีการแก้ปัญหาจนได้วิธีที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหาและนำไปแก้ปัญหา โดยเชื่อมั่นว่าตนเองสามารถแก้ปัญหาได้และควบคุมตนเองได้เพื่อที่จะได้แก้ปัญห ด้วยความรอบคอบและสมบูรณ์

2.2 กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving Process)

กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวของ ออสบอร์น (Osborn. 1963) กระทำโดยนำเทคนิคการระดมสมอง (Brain Storming) มาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเทคนิคการระดมสมองเป็นวิธีของกระบวนการกลุ่มที่ช่วยแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ โดยมีหลักการว่าไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความเห็นทั้งของตนเองและของคนอื่น ซึ่งถือว่าเป็นหัวใจของการระดมสมอง เป็นการประวิงการตัดสินถูกผิด พยายามหาคำตอบที่แปลกแตกต่างออกไป พยายามหาคำตอบให้มากที่สุดและพยายามดัดแปลงตกแต่งความคิดที่มีอยู่ กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของออสบอร์น มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การค้นหาข้อเท็จจริง (Fact Finding) 2) การค้นหาปัญหา (Problem Finding) 3) การค้นหาแนวคิด (Idea Finding) 4) การค้นหาคำตอบ (Solution Finding) และ 5) การค้นหาการยอมรับ (Acceptance Finding) ต่อมา มีการนำกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นี้มาปรับปรุง โดยปาร์น (Parns. 1981) ได้กล่าวว่า “ห้าขั้นตอนเป็นข้อเสนอแนะมากกว่าสูตรตายตัว” จึงอาจมีการแนะนำการเปลี่ยนแปลงลำดับในกระบวนการ ซึ่งอาจจะเคลื่อนโดยตรงจากขั้นหนึ่งไปอีกขั้นหนึ่งได้อย่างยืดหยุ่น ส่วนแทรฟฟิงเกอร์และไฟร์สไตน์ (Traffinger; & Firestein. 1989: 35-39) ได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 6 ขั้นตอน โดยเริ่มจากความสับสนวุ่นวาย (Mess) แล้วตามด้วยทั้ง 5 ขั้นของออสบอร์น และได้ประยุกต์ใช้ความคิดเอहनัยและอเนกนัยเข้ามาใช้ในโมเดลการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ไอแซกเซนและแทรฟฟิงเกอร์ (Isaksen; & Treffinger.1985) ได้ปรับแบบแผนกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จาก 5 ขั้น เป็น 6 ขั้น โดยเพิ่มขั้นสภาพปัญหา (Mess-Finding) เข้าไปเป็นส่วนแรกของแบบแผน และเปลี่ยนชื่อขั้นการค้นหาความจริง (Fact-Finding) เป็นขั้นการค้นหาข้อมูล (Data-Finding) และได้แบ่งกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) ประกอบด้วย

1.1 การค้นหาสภาพปัญหา (Mess-Finding)

1.2 การค้นหาข้อมูล (Data-Finding)

1.3 การค้นหาปัญหา (Problem-Finding)

2. การคิดหนทางแก้ปัญหา (Generating Idea) ประกอบด้วย

2.1 การค้นหาความคิด (Idea-Finding)

3. การวางแผนปฏิบัติงาน (Planning for Action) ประกอบด้วย

3.1 หาหนทางแก้ปัญหา (Solution Finding)

3.2 การค้นหาการยอมรับ (Acceptance-Finding)

เทรฟฟิงเกอร์และคนอื่นๆ (Treffinger; et al.2004) ได้ปรับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1.การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) เป็นขั้นที่วิเคราะห์เกี่ยวกับผลลัพธ์ที่จะเกิดจากการแก้ปัญหา ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1.1 การสร้างโอกาสที่เหมาะสม (Constructing Opportunities) ซึ่งทำให้ผู้แก้ปัญหารู้สึกมีพลังมีความมั่นใจ และมีความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหามากขึ้น (Treffinger et al.,2003)

1.2 การค้นพบข้อมูล (Exploring Data) เป็นขั้นที่ค้นหาข้อมูล โดยตั้งคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพบริบทของปัญหา และจัดกลุ่มของข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีประสิทธิผลต่อการแก้ปัญหามากที่สุด

1.3 การกำหนดกรอบของปัญหา (Problem-Finding) เป็นขั้นที่ต้องคิดแบบอเนกนัย (divergent) โดยตั้งคำถามเชิงบวกเพื่อกระตุ้นการตอบคำถาม เช่น แนวทางที่ควรจะเป็นคืออะไร ควรจะเป็นอย่างไร เป็นต้น

2.การคิดหนทางแก้ปัญหา (Generating Idea) ประกอบด้วย

2.1 การค้นหาความคิด (Idea-Finding) เป็น ขั้น ที่ต้องการความคิดที่มีความหลากหลาย ใหม่เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้จะใช้คำถามที่เปิดกว้าง โดยไม่มีการกำหนดคำตอบไว้ล่วงหน้าในขั้นต้องการความคิดคล่องแคล่ว คือคิดหาคำตอบให้ได้ปริมาณมาก คิดยืดหยุ่น คือการคิดได้หลายรูปแบบ คิดริเริ่มคือคิดแปลกใหม่ และความคิดละเอียดลออ คือคิดให้ได้รายละเอียดสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น จุดเด่นในขั้นนี้คือการขยายความคิดโดยการคิดในกรอบ และการคิดนอกกรอบ(Treffinger et al.,2003)

3.การวางแผนปฏิบัติการ (Planning for Action) ประกอบด้วย

3.1 การค้นหาวิธีแก้ปัญหา (Solution Finding) เป็นขั้นที่ต้องอาศัยการพิจารณาและตรวจสอบอย่างละเอียดถี่ถ้วน ในขั้นนี้มีหลักสำคัญคือการกลั่นกรองบนความเป็นไปได้ของการปฏิบัติการคัดเลือกทางเลือกที่สามารถจัดการได้ และมีประสิทธิภาพต่อผลงานมากที่สุด (Treffinger et al.,1995) อ้างถึง Treffinger et al.,2003) จุดเด่นในขั้นนี้คือให้ผู้แก้ปัญหาคัดเลือกความคิดที่ดีที่สุด เพื่อให้ได้วิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุด

3.2 การค้นหาการยอมรับ (Acceptance-Finding) เป็นขั้นที่หาข้อสนับสนุน ข้อโต้แย้งเพื่อให้ได้วิธีการในการแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุด ข้อสนับสนุนการคัดเลือกวิธีแก้ไขปัญหามาจากบุคคลสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ และเวลา ซึ่งจะช่วยสนับสนุนให้แผนปฏิบัติการบรรลุตามวัตถุประสงค์

เทรฟฟิงเกอร์ และคนอื่นๆ (Trefferinger; et al. 2005) ได้นำเสนอกรอบแนวคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.ทำความเข้าใจกับความท้าทายหรือปัญหา ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

1.1 การสร้างโอกาส (Constructing Opportunities) เกี่ยวข้องกับกระบวนการที่กำหนดทิศทางและทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้น

1.2 การค้นหาข้อมูล (Exploring Data) เกี่ยวข้องกับกระบวนการที่ค้นหาข้อมูลที่จะนำไปสู่การแก้ไขปัญห

1.3 การระบุกรอบของปัญหา (Framing Problems) เกี่ยวข้องกับการระบุปัญหาทำให้มองเห็นปัญหาได้อย่างชัดเจน

2.การสร้างความคิด (Generating Idea) ในขั้นนี้เกี่ยวข้องกับการสร้างความคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย (fluent thinking) มีการคิดวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้หลายทิศทาง (flexible thinking) มีความคิดที่แปลกใหม่ (original thinking) และมีการขยายความคิด (elaborative thinking)

3.การเตรียมการสำหรับการกระทำ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

3.1 การเลือกทางเลือกที่เหมาะสม (Developing Solutions) ในขั้นนี้เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์กลั่นกรอง จัดลำดับ ประเมินทางเลือกที่หลากหลาย

3.2 การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ (Building Acceptance) ในขั้นนี้เกี่ยวข้องกับการนำวิธีการที่ได้เลือกไว้นำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง และสามารถแก้ปัญหาได้

4. การวางแผนการปฏิบัติ (Planning the Approach) คือการพิจารณาแนวทางการแก้ปัญหาไปสู่การกำหนดวิธีการปฏิบัติ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

4.1 การประเมินภาระหน้าที่ (Appraising Tasks) เป็นทางเลือกในการทำงาน (Promising Choice) ที่ผูกพันกับจุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหา มุ่งใช้ประโยชน์จากคน ทรัพยากร และวิธีการในการแก้ปัญหาให้ประสบความสำเร็จ โดยพิจารณาจากขั้นตอนของการสร้างการยอมรับ

4.2 การออกแบบกระบวนการแก้ปัญหา (Design Process) ใช้ความรู้เกี่ยวกับความต้องการของบุคคลและงาน (กระบวนการแก้ปัญหา) เพื่อวางแผนการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด พื้นฐานของความต้องการที่แท้จริงที่จะสร้างความคุ้มค่าและประสิทธิผลของความพยายาม นั่นก็คือการวางรายละเอียดของกิจกรรมการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ และจัดสรรบุคคลให้ปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ที่สอดคล้องกับความต้องการและความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์

อเล็กซ์และซิดนีย์ (Alex Osborn; & Sidney Parnes. 1950) ได้ร่วมกันบุกเบิกเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ และกล่าวว่ากระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ เป็นวิธีการค้นหาคำตอบของปัญหาต่างๆ ที่มีความซับซ้อน และทำให้สามารถค้นพบแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และเหมาะสมที่สุดในสภาพแวดล้อมขณะนั้น กระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้ (1966 cite in Alexander, 2007; อ้างถึงนฤมล จันทร์สุขวงศ์.2551: 29-30)

1. ขั้นการค้นหาคำจริง (Fact Finding) เป็นขั้นรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นจากการตั้งคำถาม

2. ขั้นการค้นหาคำปัญหา (Problem Finding) เป็นขั้นพิจารณาเปรียบเทียบสาเหตุของปัญหา แล้วจัดลำดับความสำคัญ เพื่อเลือกสาเหตุของปัญหาที่สำคัญสำหรับค้นหาวิธีแก้ไข

3. ขั้นการค้นหาคำความคิด (Idea Finding) เป็นขั้นการระดมความคิดเห็น เพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหามาตามประเด็นที่ตั้งไว้ให้ได้มากที่สุดอย่างอิสระ โดยไม่คำนึงถึงความเป็นไปได้ เพื่อให้ได้แนวคิดที่หลากหลายที่สุด

4. ขั้นการค้นหาคำตอบ (Solution Finding) เป็นขั้นที่คัดเลือกวิธีการแก้ไขปัญหามาที่เหมาะสมที่สุด

5. ขั้นการค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ (Acceptance Finding) เป็นขั้นพิสูจน์ให้เห็นว่าสามารถนำวิธีการที่เลือกไว้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหามา

เดอซูริลากล่าวว่า การฝึกทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มี (D'Zurilla; & Goldfried, 1971: 107-126; D'Zurilla; & Nezu. 1982: 201-274)

1. ขั้นแนะนำกระบวนการแก้ปัญหา (General Orientations) เพื่อให้บุคคลได้ไต่ตอมปัญหา มีความคาดหวังทางบวกและมีความพยายามในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้บุคคลจะได้รับการฝึกให้ใช้ความรู้สึกและพฤติกรรมที่ไม่ประสบความสำเร็จเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้ระลึกถึงปัญหาที่เกิดขึ้นตนเอง เนื่องจากความเชื่อเป็นครั้งแรกของการตั้งต้นที่จะทำงาน และมีกิจกรรมฝึกการเสนอรูปแบบที่เหมาะสมหรือไม่เหมาะสมในการแก้ปัญหา รูปแบบที่เหมาะสมทำได้โดยสร้างแนวคิดว่าปัญหาที่เผชิญเป็นปัญหาที่สามารถแก้ไขได้ การคิดว่าปัญหาเป็นสิ่งที่ทำลาย มองถึงเป้าหมายในการแก้ปัญหา และกล้าเผชิญหน้ากับปัญหา มองว่าการแก้ปัญหานั้นเป็นสิ่งที่ต้องใช้เวลาและความพยายามในการแก้ไข ในขั้นตอนนี้มีกระบวนการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมทางปัญญาในกรณีที่มีผู้แก้ปัญหานั้นมีความคิดที่ไม่เหมาะสม โดยอาจจะใช้การสอนตนเอง หรือการผ่อนคลายความวิตกกังวลได้

2. ขั้นนิยามปัญหา (Problem Definition) เพื่อให้บุคคลรู้จักกับปัญหา รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหานั้นๆ ตั้งเป้าหมายต่อการแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมเฉพาะเจาะจง และมีความเป็นไปได้ เน้นการเชื่อมโยงเหตุและผลของปัญหา เป็นการพิจารณาลำดับความสำคัญของปัญหาทั้งหมดที่เกิดขึ้น แล้วระบุปัญหาที่แท้จริง โดยองค์ประกอบของการแก้ปัญหามี 2 ลักษณะคือ 1) เน้นการจัดการที่ตัวปัญหา คือ เน้นการแก้ไขตัวปัญหาให้ประสบผลสำเร็จ และ 2) การจัดการกับอารมณ์ที่มีต่อปัญหาและการแก้ปัญหานั้น โดยการแก้ไขจะเน้นอารมณ์ของผู้แก้ปัญหามีต่อสถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้น

3. ขั้นสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา (General of Alternative) เป็นการสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาให้มากที่สุดโดยอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์คือ ทางเลือกการแก้ปัญหานั้นต้องมีความสัมพันธ์กับเป้าหมายของการแก้ปัญหา และทางเลือกนั้นจะต้องมีความเฉพาะเจาะจง โดยใช้หลักการคิดให้มี

ปริมาณทางเลือกมากที่สุด และไม่คำนึงถึงว่าความคิดนั้นได้มาโดยวิธีใด ในขั้นนี้จะกระตุ้นให้คิดด้วยตนเอง โดยยังไม่บอกแหล่งข้อมูลอื่นในทันที ไม่ตัดสินความคิดทันที

4. ขั้นตัดสินใจเลือก (Decision Making) เป็นขั้นของการประเมินทางเลือกการแก้ปัญหาที่สร้างไว้ โดยพิจารณาจากเกณฑ์การเลือกวิธีการแก้ปัญหา 4 ประการคือ การไต่ตรองวิธีการเลือกการมีสภาวะทางอารมณ์ที่ดี จำนวนและความพยายามที่ใช้ในการแก้ปัญหา และการมีสภาวะที่ดีทั้งส่วนตัวและทางสังคม จะช่วยให้ไปสู่เป้าหมายที่ได้รับผลทางบวกมากที่สุด รวมทั้งการคาดคะเนว่าจะเกิดผลทางบวกและทางลบจากการแก้ปัญหาอย่างไร

5. ขั้นการตรวจสอบทางเลือก (Verification) เพื่อประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากการเลือกวิธีการแก้ปัญหาในขั้นตัดสินใจเลือก ตรวจสอบประสิทธิภาพหรือประโยชน์ของทางเลือกโดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการคือ

5.1 การสร้างทางเลือกที่สมบูรณ์หรือการลงมือปฏิบัติให้ประสบความสำเร็จ (Solution Implementation) คือการทำตามแผนที่วางไว้

5.2 การกำกับตนเอง (Self-Monitoring) คือการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมในการแก้ปัญหาของตน ทำให้ได้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนต่อไป

5.3 การประเมินตนเอง (Self-Evaluation) เป็นการนำผลการบันทึกการสังเกตมาเปรียบเทียบกับเป้าหมายหรือเกณฑ์ที่ตั้งไว้

5.4 การเสริมแรงตนเอง (Self-Reinforcement) เกิดขึ้นเมื่อผลการประเมินตนเองเป็นไปตามเป้าหมาย

ส่วนวอลเลส (Starko.2001: 25 Citing Wallas. 1962) ได้นำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งมีกระบวนการคิดสร้างสรรค์ 4 ขั้นคือ

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นจัดกลุ่มปัญหา และทำความเข้าใจกับปัญหา รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการกระทำหรือข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง แล้วทำการวิเคราะห์หลวมมอง จากนั้นจึงคิดถึงประเด็นหลักของปัญหาอย่างแท้จริงหรือการคิดอย่างรอบคอบ

2. ขั้นพักตัวของความคิดหรือขั้นบ่มเพาะความคิด (Incubation) เป็นขั้นที่รวบรวมความคิดและหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ ปลดปล่อยความคิดไว้เฉยๆโดยทำกิจกรรมอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกันกับปัญหา แต่จิตใจสำนึกยังคงทำงานหรือคิดวิธีแก้ปัญหาอยู่ภายในจิตใจ โดยที่บุคคลนั้นไม่รู้ตัว อย่าเพิ่งรีบหาทางแก้ไขปัญหาย่างเร่งรัด

3. ขั้นความคิดกระจ่างชัดหรือขั้นประกายความคิด (Illumination) เป็นขั้นเรียบเรียงความสัมพันธ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน มองเห็นทางแก้ปัญหาได้

4. ขั้นทดสอบความคิดและพิสูจน์ให้เห็นจริง (Verification) เป็นขั้นตรวจสอบความคิดผลที่ได้และความเหมาะสมของการแก้ปัญหา

และกิลฟอร์ด (Guilford. 1971: 130) ได้นำเสนอขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) คือการรับรู้และการเข้าใจปัญหา ต้องเข้าใจและรับรู้ก่อนว่าปัญหานั้นคืออะไร เป็นปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์ใด

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analyze) คือการระบุแจกแจงลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้น โดยพิจารณาว่าปัญหามีองค์ประกอบอะไรบ้าง สิ่งใดบ้างที่ทำให้เกิดปัญหา ตั้งคำถามกับตนเองถึงแนวทางที่จะช่วยให้พบทางออก แยกแยะระหว่างข้อมูลที่ไม่จำเป็นและจำเป็น

3. เสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) คือการหาวิธีการแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุออกมาในรูปของวิธีการปฏิบัติ การรวบรวมข้อเท็จจริงต่างๆ เพื่อตั้งสมมุติฐานรวมทั้งการพิจารณาแหล่งข้อมูล

4. การตรวจสอบผล (Verification) เป็นขั้นที่เสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ต้องมีการปรับปรุงเพื่อให้ได้วิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา

5. การนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) คือการนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสต่อไปเมื่อประสบปัญหาที่มีลักษณะเดียวกัน

สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) ได้นำแนวคิดของเดอซุริลลา (D-Zurrilla; Nuzu; & Maydeu Olivares. 2001 อ้างอิงจากอรพินทร์ ชูชม; อัจฉรา สุขารมณ; อุษา ศรีจินดารัตน์. 2549: 15-16) อธิบายแนวคิดของกระบวนการพื้นฐานในการแก้ปัญหา 5 ประการ ได้แก่ ตัวปัญหา นิยามปัญหา หาทางเลือกต่างๆ ตัดสินใจ นำการแก้ปัญหาไปใช้และตรวจสอบ และเสนอองค์ประกอบพื้นฐาน 3 องค์ประกอบที่สำคัญในการแก้ปัญหาทางสังคม ได้แก่ การมุ่งแก้ปัญหา-หลีกเลี่ยง ความมั่นใจในการแก้ปัญหา และการควบคุมตนเอง มาปรับใช้ในการวิจัย โดยมีขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

1. การเข้าถึงปัญหา หมายถึง การทำความเข้าใจ รับรู้ความท้าทายที่มีต่อสถานการณ์ สำรวจข้อมูล การระบุปัญหาที่แท้จริงและวางเป้าหมายในการแก้ปัญหา โดยสามารถเลือกใช้ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งหรือใช้ทุกขั้นตอน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพของปัญหา โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.1 เห็นความสำคัญ หมายถึง ขั้นตอนการระบุและอธิบายความสำคัญของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในมุมมองของตนเองและผู้อื่น รวมถึงการมีความคิดที่เหมาะสมต่อปัญหา

1.2 การสำรวจข้อมูล หมายถึง การสำรวจ ประเมินและเลือกใช้ข้อมูลเพื่อศึกษารายละเอียดของสถานการณ์ หรือการสืบค้นข้อมูลเพื่อทำให้สถานการณ์มีความชัดเจน ประกอบด้วย การศึกษาลักษณะและสาเหตุของสถานการณ์รวมถึงความเกี่ยวข้องกับปัญหาอื่น

1.3 การระบุปัญหา หมายถึง การตัดสินใจว่าสถานการณ์ที่ศึกษานั้น ปัญหาใดเป็นปัญหาที่ต้องนำมาแก้ไข หรือเรียกว่าเป็นปัญหาที่แท้จริง พร้อมกับวางเป้าหมายในการแก้ปัญหา

2. การคิดวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง การคิดหาวิธีการแก้ปัญหาให้มากที่สุด โดยไม่มีการตัดสินว่าความคิดนั้นผิดหรือถูก รวมถึงการปรับวิธีการแก้ปัญหาจากแนวคิดการแก้ปัญหาที่มีอยู่

3. การเลือกและเตรียมการ หมายถึง การทำให้วิธีการแก้ปัญหาที่มีความชัดเจนในการปฏิบัติ โดยการประเมินวิธีการแก้ปัญหานั้นได้วิธีการที่ดีที่สุด จากนั้นจึงพิจารณาสิ่งสนับสนุนและอุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้นในกระบวนการแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 การเลือกวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง การคัดเลือกวิธีแก้ปัญหาโดยใช้เกณฑ์ในการเลือกวิธีการแก้ปัญหา

3.2 การคาดการณ์ผลกระทบ หมายถึง การระบุเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่เลือก ทั้งที่เป็นอุปสรรคและสิ่งสนับสนุนการแก้ปัญหา

4. การวางแผนการแก้ปัญหา หมายถึง การวางแผนทางการแก้ปัญหา โดยใช้ความสามารถและข้อจำกัดของบุคคล รวมถึงบริบท เงื่อนไข ทรัพยากร และอุปสรรค โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 การประเมินงาน หมายถึง การระบุแนวทางและทรัพยากรที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไข ข้อจำกัด บริบท หรือสิ่งสนับสนุนในการแก้ปัญหา

4.2 การออกแบบกระบวนการ หมายถึง การวางขั้นตอนและกิจกรรมการแก้ปัญหา จากแนวทางและทรัพยากรที่มีอยู่ และแบ่งหน้าที่สมาชิกในกลุ่ม

5. การลงมือปฏิบัติ หมายถึง การนำแผนที่วางไว้ไปปฏิบัติจริง มีการกำกับตนเองในการแก้ปัญหา มีการเปรียบเทียบกิจกรรมและผลการแก้ปัญหากับเป้าหมายที่วางไว้ มีการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมในการแก้ปัญหา เมื่อการแก้ปัญหาเป็นไปตามที่วางแผนไว้ก็ให้การเสริมแรงแก่ตนเอง ซึ่งขั้นตอนนี้ประกอบด้วย

5.1 การลงมือปฏิบัติ หมายถึง การลงมือปฏิบัติตามแผน สังเกตและสะท้อน รวมทั้งปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหา

5.2 การเผชิญปัญหา หมายถึง การกำกับตนเองระหว่างการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของตน เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ การควบคุมตน และเสริมแรงตนเอง

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของนักวิชาการต่าง ๆ สามารถสรุปเกี่ยวกับกระบวนการแก้ไขปัญหาย่างสร้างสรรค์ที่เน้นความคิดระดับสูง 3 ประเภท คือ การแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดสร้างสรรค์ ที่สามารถทำงานร่วมกันอย่างลงตัว ผู้วิจัยสรุปและแยกแยะแนวคิดพฤติกรรมในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ 2 ลักษณะคือ 1) เน้นการจัดการที่ตัวปัญหา คือ เน้นการแก้ไขตัวปัญหาให้ประสบผลสำเร็จ และ 2) เน้นการจัดการกับอารมณ์ที่มีต่อปัญหาและการแก้ปัญหา โดยการแก้ไขจะเน้นอารมณ์ของผู้แก้ปัญหาที่มีต่อสถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้น ดังนี้

1. เน้นการจัดการที่ตัวปัญหา คือในการแก้ปัญหาก็จะเน้นการแก้ไขตัวปัญหาให้ประสบผลสำเร็จ แนวคิดกลุ่มนี้ส่วนใหญ่พัฒนามาจากแนวคิดของออสบอร์น ได้แก่ แนวคิดของแทรฟ ฟิงเกอร์ แนวคิดของปาร์น แนวคิดของวอลเลสและแนวคิดของกิลฟอร์ด แม้แนวความคิดการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ในกลุ่มที่พัฒนามาจากแนวคิดของออสบอร์นจะมีความชัดเจนและเข้าใจง่ายในการนำไปใช้และให้ผลได้ดี เน้นการแก้ไขที่ตัวปัญหาให้ประสบความสำเร็จ แต่ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2537: 26) ได้กล่าวถึงอุปสรรคในการแก้ปัญหามากอย่างหนึ่งคือ การเกิดความเครียดและความไม่มั่นใจในการแก้ปัญหา ความวิตกกังวลในการแก้ปัญหา

2. การจัดการกับอารมณ์ที่มีต่อปัญหาและการแก้ปัญหา ได้แก่

แนวทางการแก้ปัญหาทางสังคม (Social Problem Solving) ของเดอซูริลลา ได้พัฒนาจากการบำบัดโดยการแก้ปัญหา (Problem Solving Therapy) ซึ่งเป็นแนวทางการปรับพฤติกรรมทางปัญญา (Cognitive Behavioral Modification) ที่ช่วยปรับเปลี่ยนแนวคิดต่อการแก้ปัญหาของบุคคลไปสู่ความคิดเชิงบวกได้ โดยการสร้างความเชื่อมั่นในตนเองและการควบคุมตนเองร่วมกับการเสริมแรง เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์ทั้งกระบวนการแก้ปัญหาและอารมณ์ของผู้ที่แก้ปัญหา

จากการศึกษากระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แสดงได้ดังตาราง 3



ตาราง 3 สรุปการสังเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

เทรฟฟิงเกอร์ และคนอื่น ๆ (2005)	อเล็กซ์และ ซิดนีย์ (1950)	เดอซูริลลา (1982)	วอลเลส (1962)	กิลฟอร์ด (1971)	สิทธิชัย ชมพู พาทย์ (2554)	กระบวนการ การแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์จาก การสังเคราะห์ของผู้วิจัย
ทำความเข้าใจ กับความท้าทาย หรือปัญหา	ขั้นการค้นหา ความจริง	ขั้นแนะนำ กระบวนการ แก้ปัญหา	ขั้นเตรียม	ขั้นเตรียมการ	การเข้าถึงปัญหา	1. การเข้าถึงปัญหา
	ขั้นการค้นหา ปัญหา	ขั้นนิยามปัญหา				
การสร้าง ความคิด	ขั้นการค้นหา ความคิด	ขั้นสร้างทางเลือก ในการแก้ปัญหา	ขั้นพิถีพิถันของ ความคิดหรือขั้น ประมวลผลความคิด	ขั้นวิเคราะห์ ปัญหา	การคิดวิธีการ แก้ปัญหา	2. การคิดและแสวงหา วิธีการแก้ปัญหา
	ขั้นการค้นหา คำตอบ		ขั้นความคิด กระจ่างชัดหรือขั้น ปรายความคิด	เสนอแนวทางใน การแก้ปัญหา		
การเตรียมการ สำหรับการ กระทำ		ขั้นตัดสินใจเลือก			การเลือกและ เตรียมการ	3. การทบทวนและ เตรียมการ

ตาราง 3 (ต่อ)

เทรฟฟิงเกอร์ และคนอื่น ๆ (2005)	อเล็กซ์และ ซิดนีย์ (1950)	เดอซูริลลา (1982)	วอลเลส (1962)	กิลฟอร์ด (1971)	สิทธิชัย ชมพู พาทย์ (2554)	กระบวนการ การแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์จาก การสังเคราะห์ของผู้วิจัย
การวางแผนการ ปฏิบัติ					การวางแผน การแก้ปัญหา	4. การวางแผนแก้ปัญหา
	ขั้นการค้นหา คำตอบที่เป็นที่ ยอมรับ	ขั้นการตรวจสอบ ทางเลือก	ขั้นทดสอบ ความคิดและ พิสูจน์ให้เห็นจริง	การตรวจสอบผล	การลงมือ ปฏิบัติ	5. การตรวจสอบการ ปฏิบัติ
				การนำไป ประยุกต์ใหม่		

จากตาราง 3 สรุปได้ว่า กระบวนการในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ควรประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ การเข้าถึงปัญหา การคิดและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา การทบทวนและเตรียมการ การวางแผนแก้ปัญหา และการตรวจสอบการปฏิบัติ ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวผู้วิจัยนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การเข้าถึงปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการระบุปัญหา สร้างเกณฑ์ในการเลือกปัญหา และบอกสาเหตุของปัญหาที่ต้องการแก้ไข ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

2. การคิดและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด มีความหลากหลายและแปลกใหม่ โดยยังไม่มีคำตอบติดสินถูกผิด แล้วจึงมีการสร้างเกณฑ์ในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาและสามารถตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผลภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

3. การทบทวนและเตรียมการ หมายถึง ขั้นตอนในการประกันความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหา ตรวจสอบ ทบทวนเพื่อยืนยันหรือปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา ประเมินวิธีการแก้ปัญหาโดยคาดการณ์ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากปัจจัยที่จะสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคต่อวิธีการแก้ปัญหา

4. การวางแผนแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหา สิ่งที่ต้องใช้ ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และผลที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหา รวมทั้งวิธีการเพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี

5. การตรวจสอบการปฏิบัติ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดหาวิธีการเพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี โดยการยึดขั้นตอนและเป้าหมายของการแก้ปัญหา การเตือนตนเองและการบันทึกสิ่งต่าง ๆ ระหว่างการแก้ปัญหา การให้การเสริมแรงตนเองในขณะทำการแก้ปัญหา และการประเมินตนเองขณะแก้ปัญหา

2.3 หลักการของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

จากการศึกษา วิเคราะห์แนวคิด ความหมาย และกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (D'Zurilla; Nuzuz; & Maydeu Olivares. 2001 อ้างอิงจากอรพินทร์ ชุชม; อัจฉรา สุขารมณ; อุษา ศรีจินดารัตน์. 2549: 15-16) ผู้วิจัยได้สังเคราะห์หลักการของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ 4 ประการ คือ 1) เน้นการใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ไม่พึงประสงค์เป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ 2) ใช้ความคิดสร้างสรรค์และความคิดวิจารณ์ในการแก้ปัญหา 3) ใช้เทคนิคระดมสมอง โดยใช้กระบวนการคิดที่หลากหลายของผู้เรียนแต่ละคน และ 4) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องมีความสมดุลทั้งอารมณ์และประสิทธิผลของการแก้ปัญหา ซึ่งรายละเอียดของหลักการแต่ละข้อ มีดังนี้

1. เน้นการใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ไม่พึงประสงค์เป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ จัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน โดยสถานการณ์นั้นต้องมีความยากและ

ซับซ้อนไม่ซ้ำกับที่อื่น หรือเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ตั้งคำถามให้คิด ชวนสงสัย จูงใจให้ค้นหาคำตอบ ใช้ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นในการแสวงหาคำตอบ เกิดความพยายามในการทำความเข้าใจปัญหาและกระตือรือร้นในการแสวงหาคำตอบของปัญหา

2. ใช้ความคิดสร้างสรรค์และความคิดวิจารณ์ในการแก้ปัญหา โดยการทำงานร่วมกัน ระหว่างการคิดสร้างสรรค์และความคิดวิจารณ์ การคิดสร้างสรรค์ทำได้โดยให้คิดพิจารณาตามรายละเอียดประกอบกับข้อมูลพื้นฐาน เพิ่มความแปลกใหม่และหลากหลายที่สุด ปราศจากการตัดสินความคิดต่างๆว่าดีหรือไม่ ขยายความคิดด้วยตนเอง การใช้เวลาเพื่อตกผลึกความคิด และการผสานความคิดไปเรื่อยๆ จนถึงระยะหนึ่งจึงพิจารณาความคิดเหล่านั้นด้วยการคิดวิจารณ์ การพิจารณาหรือคิดอย่างรอบคอบ ละเอียดลออและชัดเจน สร้างเกณฑ์ในการตัดสินความคิด ในการเลือกและประเมินวิธีการแก้ปัญหาจนได้วิธีที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหาและนำไปแก้ปัญหา (Lewin; & Reed. 1998)

3. ใช้เทคนิคระดมสมอง โดยใช้กระบวนการคิดที่หลากหลายของผู้เรียนแต่ละคน เน้นปริมาณของแนวคิดให้ได้มากที่สุด การยอมรับในความคิดของแต่ละคน โดยที่ยังไม่ตัดสินหรือประเมินแนวคิดนั้น ใช้การวิพากษ์แนวคิดสร้างการยอมรับ ผสมผสานแนวคิดใหม่จากแนวคิดที่มีอยู่เดิม ใช้วิธีกระตุ้นความคิดโดยการใช้ข้อมูลจริง โดยมีเทคนิคหลายประการ การใช้แนวคิดร่วมกัน การปรับปรุง การประยุกต์ การย่อและการขยาย การใช้ข้ออื่น การจัดออกและการใช้สิ่งตรงกันข้าม มีการทำงานเป็นทีม ความร่วมมืออย่างหลากหลาย แลกเปลี่ยนเรียนรู้และประเมินผลการเรียนรู้ร่วมกัน (Osborn. 1963)

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องมีความสมดุลทั้งอารมณ์และประสิทธิผลของการแก้ปัญหา เป็นการเน้นการจัดการที่ตัวปัญหา คือ เน้นการแก้ไขตัวปัญหาให้ประสบความสำเร็จ และเน้นการจัดการกับอารมณ์ที่มีต่อปัญหาและการแก้ปัญหา มองปัญหาว่าเป็นเรื่องปกติ สามารถแก้ไขได้ และต้องใช้ความพยายามและระยะเวลาในการแก้ไข ลดความวิตกกังวลในการแก้ปัญหา ผู้เรียนต้องมีความเชื่อมั่นว่าสามารถแก้ปัญหาและกำกับหรือควบคุมตนเองขณะทำการแก้ปัญหาได้ (สิทธิชัย ชมพูพาทย์ . 2554)

2.4 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.4.1 การประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ในการประเมินพฤติกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เบกเกอร์และชิมาดะ (Becker & Shimada :34-35) ได้ให้ความสำคัญกับการประเมินพฤติกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับ 1) ความคิดคล่องแคล่ว พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่นักเรียนแต่ละคนหรือกลุ่มสร้างหรือหาได้ ซึ่งอยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง 2) ความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากจำนวนความแตกต่างและความหลากหลายในแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่นักเรียนค้นพบและนำมาใช้แก้ปัญหา 3) ความคิดริเริ่ม พิจารณาจากการเป็นต้นแบบของการคิด การมีแนวคิดเป็นของตนเองและการพัฒนาแนวคิดที่ได้เรียนรู้มา ที่แสดงถึงความเป็นผู้ริเริ่มหรือเป็นต้นแบบการคิด 4) ความสง่างามในการคิดหรือการสื่อ

ความคิดในการแก้ปัญหา พิจารณาจากการแสดงแนวคิดหรือวิธีทำในการแก้ปัญหานักเรียนที่สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจถึงแนวคิดที่นำมาใช้แก้ปัญหา การกำหนดเกณฑ์การประเมินพฤติกรรมทำได้โดยกำหนดเป็นระดับขั้น เช่น ดีมาก ดี พอใช้และต้องแก้ไข

สมศักดิ์ สินธุระเวชณ์ (2534) ได้แสดงเกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ไว้ 3 ข้อ โดยยึดหลักการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ ดังนี้

1. การให้คะแนนความคล่องในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน
2. การให้คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการที่แตกต่างกัน ต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่ม หรือประเภทละ 1 คะแนน
3. ให้คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความคิดของคำตอบของผู้เรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากธรรมดา ในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คำตอบที่มีความถี่จากกลุ่มตั้งแต่ 2-4.99 เปอร์เซนต์ จะได้ 1 คะแนน ถ้าเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกับกลุ่มเลยจะได้ 2 คะแนน ถ้าความถี่เกินกว่า 5 เปอร์เซนต์ จะไม่ถือว่าเป็น ความคิดริเริ่ม หรือให้คะแนนตามสัดส่วนของความคิดของคำตอบตามวิธีการของ ครอพพลี (Cropley, 1996 อ้างอิงจาก สรรงสุตา ปานกุล, 2545) คำตอบใดที่กลุ่มตัวอย่างตอบซ้ำกันมาก ๆ ก็ให้คะแนนน้อยหรือไม่ให้เลย ถ้าคำตอบยังซ้ำกับคนอื่นหรือไม่ซ้ำกับคนอื่นเลย ก็จะได้คะแนนมากขึ้น ส่วนการให้คะแนนของชาร์ลส์และคนอื่น ๆ (Charles, et al. 1987: 2-9) ได้เสนอแนะการประเมินผลงานแก้ปัญหาของนักเรียน 3 วิธี คือ 1) การให้คะแนนโดยการวิเคราะห์ เป็นการกำหนดระดับคะแนนแยกแยะลงไปในช่วงตอนของกระบวนการแก้ปัญหา 2) การให้คะแนน แบบองค์รวม เป็นการกำหนดคะแนนโดยพิจารณาที่ภาพรวมของคำตอบของปัญหา ซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนเกณฑ์ที่สัมพันธ์กับกระบวนการคิดที่เฉพาะเจาะจง 3) การให้คะแนนจากความประทับใจทั่วไป ซึ่งมีเกณฑ์ที่แน่นอนชัดเจนจากผู้ประเมินที่มีประสิทธิภาพสูง จากความสำเร็จของการประเมินแต่ละวิธีขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ได้จากนักเรียน

ควอลมาลซ์ (Quellmalz. 1985 อ้างอิงจาก ทิพย์วรรณ มูลทองชุน. 2534) กล่าวว่าแบบสอบถามเลือกตอบเป็นการวัดทักษะเฉพาะด้าน ไม่สามารถวัดความสามารถในการแก้ปัญหาได้ และเสนอแนะลักษณะเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นทักษะการคิดระดับสูงไว้ คือ 1) ปัญหาที่ถามเป็นปัญหาสำคัญและเกิดได้บ่อย 2) วัดทักษะรวมๆ ไม่แยกวัดทักษะเป็นส่วนๆ 3) กำหนดปัญหาที่มีทางเลือกหรือวิธีแก้ปัญหาหลายๆทาง 4) กำหนดรูปแบบคำถามที่ให้ผู้เรียนสามารถอธิบายเหตุผลได้ 5) กำหนดคำถามให้มีการเชื่อมโยงความคิดและสรุปทั่วๆไป 6) พัฒนางานที่เกี่ยวกับการประเมินการคิดระดับสูงให้มีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ สมปอง เพชรโรจน์ (2549) กล่าวว่าเกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์คือ การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์โดยใช้เครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามชนิดเขียนตอบ

ไม่เป็นแบบตัวเลือกว่าความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่มีความแปลก หลากหลาย อยู่บนพื้นฐานของเกณฑ์ในการให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องคำนึงถึงความเหมาะสม ความแปลกใหม่และประโยชน์ ซึ่งลักษณะของข้อคำถามเป็นแบบมาตราประเมินค่า 5 ระดับ (Rating Scale) และใช้แบบบันทึกกิจกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียน

วาง ชาง และลี (Wang , Chang ;& Li. 2008) ได้พัฒนาการประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้การตรวจผลงานการเขียนด้วยคอมพิวเตอร์ (Automated Text Grading) ซึ่งการประเมินประกอบด้วย การกำหนดสถานการณ์ปัญหาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลกที่ชื่อว่า Debris Flow Hazard (DFH) ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของบาสาดอร์ และออสบอร์น (Basadur,1995 ; Osborn, 1963) คือ ขั้นมองเห็นปัญหา และขั้นแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องตอบคำถาม 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นแนวคิดในขั้นมองเห็นปัญหา (Problem Finding Stage: PF) และเหตุผลประกอบแนวคิดในขั้นแก้ปัญหา (Problem Solving Stage: PS) หลังจากนั้นผู้ให้คะแนนจะประเมินกำหนดรหัส 2 ชุด คือ รหัสความคิดรวบยอดและรหัสคู่ของผลงาน เพื่อนำไปประมวลผลในระบบคอมพิวเตอร์

ส่วนยุพิน มงคลไทร (2550) ได้ศึกษาการใช้ผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้แนวคิดทฤษฎีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของกิลล์ฟอร์ด คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ซึ่งลักษณะแบบวัดเป็นสถานการณ์ต่างๆ แล้วให้นักเรียนตอบคำถามให้ได้มากที่สุด จากนั้นจึงนำคำตอบที่ได้มาตรวจนับคะแนนตามแนวคิดของประเภทความคิดสร้างสรรค์ เช่น การตรวจความคิดคล่องแคล่วโดยการพิจารณาจำนวนของคำตอบที่มากที่สุด การนับความคิดยืดหยุ่นจากกลุ่มของคำตอบเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับทักษิณพัฒน์ ศรีขวาชัย (2546) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนด้วยโปรแกรมไมโครซอฟเวิร์ด (Microword) โดยปรับใช้เครื่องมือจาก ศิริรักษ์ ศรีรักษานนท์ (2540) โดยแบบทดสอบเป็นแบบสถานการณ์แล้วให้นักเรียนตอบ เพื่อแสดงความสามารถในด้านต่างๆของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แล้วประเมินคำตอบ 2 ส่วนคือ คะแนนความคิดสร้างสรรค์ซึ่งตรวจให้คะแนนทุกตอนที่ประกอบด้วย ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ซึ่งประเมินเป็นรายคำตอบกับการนำเสนอสิ่งที่แปลกใหม่ ความเหมาะสม ตรงกับสภาพปัญหา และความคิดเชิงบวกที่ประเมินในภาพรวม ส่วนที่สอง การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ซึ่งตรวจให้คะแนนเฉพาะในแบบทดสอบตอนที่ 2-3 ประกอบด้วยเกณฑ์ การนำเสนอการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การตัดสินใจเลือกปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มว่าแก้ปัญหาได้จริง การแก้ปัญหาในระยะเวลาที่กำหนด มีขั้นตอนปฏิบัติและเหตุผลในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ กัญญารัตน์ โจร (2554) ได้พัฒนารูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า มีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยข้อสอบ และมีการวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากข้อสอบที่เป็นสถานการณ์โดยอิงกับสาระการเรียนรู้หรือเนื้อหาแล้วถามเกี่ยวกับสถานการณ์นั้นๆ แล้วประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 4 ประการจากทักษะความคิด

สร้างสรรค์ 3 ประการ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม รวมกับการคิดอย่างมีเหตุผล ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบเขียนตอบปลายเปิด โดยกำหนดสถานการณ์ และให้นักเรียนตอบคำถามจำนวน 5 ข้อ ที่ครอบคลุมขั้นตอนหลักของรูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งตรวจให้คะแนนโดยการกำหนดเกณฑ์การประเมิน (Rubric) และประเมินการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยตนเอง มีลักษณะเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert-Type Scale) 3 ระดับ คือ ปฏิบัติบ่อยๆ ปฏิบัติบางครั้งและไม่เคยปฏิบัติ ข้อคำถามมีลักษณะเป็นข้อความแก้ปัญหาทั่วไปที่เกิดจากการทำงาน เพื่อให้ให้นักเรียนประเมินตนเอง

2.4.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

1. Consequences Test แบบวัดนี้ประกอบด้วยคำถามชุดหนึ่ง มี 5 คำถาม บรรยายถึงสถานการณ์ที่ใหม่และไม่ปกติ และในแต่ละคำถามจะมีความเป็นไปได้ 4 กรณี ซึ่งผู้ตอบจะเลือกความเป็นไปได้ในแต่ละกรณี ภายในเวลา 2 นาทีต่อ 1 ข้อ การตอบสนองแต่ละครั้ง จะมี 2 รูปแบบ คือ 1) obvious หมายถึง ตอบสนองทันทีที่ต่อสิ่งเร้า 2) remote แสดงว่า มีระยะของการตัดสินใจ แต้มคะแนนของ obvious คือ CQ-O คะแนนของ remote คือ CQ-R คะแนนรวมของการตอบสนองทั้งสองเรียกว่า CQ-T (Guiford ,1980 อ้างถึงใน Gelade ,1995)

2. Alternate Uses Test แบบวัดนี้แต่ละข้อคำถามกล่าวถึงชื่อสิ่งของที่รู้จักกันดี เช่น หนังสือพิมพ์ ซึ่งนำเสนอด้วยการบรรยายสำหรับการใช้ประโยชน์ ผู้เรียนจะถูกถามถึงประโยชน์ที่เป็นทางเลือกอื่นๆ ของวัตถุ 6 ชิ้น ภายในเวลา 8 นาที แต้มคะแนนของผู้เรียนคือคะแนนรวมทั้งหมดของการแจกแจงประโยชน์ที่ยอมรับได้ (Guiford ,1980 อ้างถึงใน Gelade , 1995)

3. Aptitudes Research Project (ARP) เป็นแบบวัดการคิด โดยถามถึงเหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา โดยพิจารณาจากเซลล์แต่ละเซลล์ของการคิดที่สัมพันธ์กับมิติทั้ง 3 ของโมเดลโครงสร้างทางสติปัญญาคือวิธีการคิด ผลการคิดและเนื้อหา (Guiford ,1959 อ้างถึงใน Gelade ,1995) ลักษณะของแบบทดสอบ มีดังนี้

3.1 ความคล่องในการใช้คำ (Word Fluency) ให้เขียนคำจากอักษรเฉพาะที่กำหนดก่อน เช่น “ O” : load , over , pot เป็นต้น

3.2 ความคล่องทางความคิด (Ideational Fluency) ให้บอกชื่อสิ่งของ เช่น “ของเหลวที่ใช้เผาผลาญได้” : แอลกอฮอล์ เป็นต้น

3.3 ความคล่องในการใช้คำ (Expressional Fluency) ให้เขียนประโยคจาก 4 ตัวอักษรที่กำหนด เช่น “K-U-Y-I” : Keep up your interest. Kill useless yellow insects เป็นต้น

3.4 การใช้ประโยชน์หลายทาง (Alternate User) ให้เขียนประโยคใช้สอยจากสิ่งของที่กำหนดให้ซึ่งเป็นประโยชน์ที่ไม่ธรรมดา เช่น หนังสือพิมพ์ (ใช้อ่าน) : จุดไฟ ,ใช้ห่อเป็นกล่อง เป็นต้น

3.5 การให้หัวเรื่อง (Plot Titles) ให้เขียนหัวเรื่องจากเรื่องสั้นที่กำหนดให้

โดยกำหนดแต้มคะแนน 2 ประเภท คือ ปริมาณจำนวนของหัวเรื่อง (ความคล่องในการคิด) และ ปริมาณจำนวนของหัวเรื่องที่แปลกและดี (ความคิดริเริ่ม)

3.6 ผลที่ตามมา (Consequences) ให้เขียนชื่อผลที่ตามมาของเหตุการณ์ที่ สมมุติขึ้นโดยกำหนดแต้มคะแนน 2 ประเภท คือจำนวนของการตอบสนองที่ชัดเจน (ความคล่องในการคิด) และจำนวนการตอบสนองที่แตกต่างกัน (ความคิดริเริ่ม)

3.7 งานที่เป็นไปได้ (Possible Jobs) ให้เขียนงานที่เป็นไปได้ที่แสดงถึงความ เป็นสัญลักษณ์จากเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ที่ให้ เช่น หลอดไฟ : วิศวกรไฟฟ้า , คนทำงาน หลอดไฟ เป็นต้น

3.8 การวาดวัตถุสิ่งของ (Making Object) วาดสิ่งของหรือวัตถุโดยใช้เฉพาะ ชุดรูปร่างที่ให้ เช่น วงกลม สามเหลี่ยม เป็นต้น ซึ่งสามารถให้โครงร่างซ้ำๆ กัน ได้ในวัตถุเดียวกัน แต่ต่างกันในขนาดและมีเส้นหรือรูปร่างอื่นๆ เพิ่มเติม

3.9 การร่าง (Sketches) ภาพทดสอบแต่ละภาพบรรจุชุดของรูปร่างเพื่อการ วิเคราะห์ เช่น วงกลม : ให้ร่างรูปวัตถุที่จำได้แตกต่างกันจำนวนมากเท่าที่เป็นไปได้ โดยให้ตกแต่ง แต่ละภาพ

3.10 การจับคู่ปัญหา (Match Problem) ให้เลื่อนจำนวนก้อนไม้ขีดไฟที่ กำหนดให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือสามเหลี่ยมตามจำนวนที่กำหนดให้

3.11 การตกแต่ง (Decorations) ให้ตกแต่งรูปร่างวัตถุที่กำหนดให้ มีการ ออกแบบที่แตกต่างกันจำนวนมากเท่าที่เป็นไปได้

4. แบบวัดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของศศิรัศม์ สริกขานนท์

ศศิรัศม์ สริกขานนท์ (2540) ได้พัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 1 ฉบับ เพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่างระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยมี คะแนนเต็ม 100 คะแนน ข้อสอบชุดนี้มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.67 ลักษณะของข้อสอบเป็นแบบ เขียนตอบ จำนวน 8 เรื่อง จำนวน 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ตอบคำถามจากเนื้อเรื่อง เรื่องละ 10 คะแนน จำนวน 5 เรื่อง รวม 50 คะแนน โดยให้นักเรียนคิดหาคำตอบจากคำสั่งหรือสิ่งที่กำหนดให้ เพื่อให้ได้คำตอบที่มีความแปลก แตกต่างจากเดิมและผู้อื่น มีความหลากหลาย แสดงความกล้าในการคิดและตัดสินใจเขียนแสดง ความคิดอย่างสื่อความหมาย

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนแสดงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ที่มีความ หลากหลายแปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับที่มีอยู่เดิมและผู้อื่น บอกได้ว่าปัญหามีอะไรบ้าง และรู้จักวิธี แก้ปัญหา กล้าคิดและเสนอวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีความแปลกใหม่และหลากหลาย แสดง ความสามารถในการระดมความคิดจากความรู้และประสบการณ์เดิม ให้สอดคล้องกับความเป็นไปได้ และตรงกับสภาพของปัญหา

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนรู้จักวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้ในการแก้ปัญหาอย่าง

สร้างสรรค์ มีแนวโน้มว่าจะนำมาใช้แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากวิธีแก้ปัญหาที่เสนอทั้งหมด รวมถึงการลำดับขั้นการปฏิบัติจากวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่เลือก เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ประสบความสำเร็จ และสามารถอธิบายได้เป็นลำดับขั้นตอน

ตอนที่ 3ให้อ่านเนื้อเรื่องที่กำหนดให้แสดงการรับรู้ปัญหา สาเหตุของปัญหา และวิธีแก้ปัญหา จำนวน 2 เรื่อง เรื่องละ 15 คะแนน รวม 30 คะแนน โดยให้นักเรียนเสนอปัญหาจากเรื่องที่กำหนด และเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่เหมาะสมจากวิธีการแก้ปัญหาทั้งหมดที่เสนออย่างมีเหตุมีผล

5. แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของศศิกานต์ วิบูลยศรีนทร์

ศศิกานต์ วิบูลยศรีนทร์ (2543) ได้ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยทำการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (Torrance Test of Thinking) ซึ่งประกอบด้วยชุดการใช้รูปภาพ (Form A) จำนวน 2 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 2 และ 3 และชุดการใช้ภาษา (Form B) จำนวน 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 ,4 ,5 โดยทุกกิจกรรมใช้เวลากิจกรรมละ 10 นาที และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเท่ากับ .88 โดยมีกิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การต่อเติมภาพให้สมบูรณ์

กิจกรรมที่ 2 เส้นตรง

กิจกรรมที่ 3 ประโยชน์ของกล่องหรือลังกระดาษ

กิจกรรมที่ 4 คำถามเกี่ยวกับกล่องหรือลังกระดาษ

กิจกรรมที่ 5 การสมมติเรื่องและสภาพการณ์

นอกจากนี้ ศศิกานต์ วิบูลยศรีนทร์ ยังใช้แบบประเมินผลผลิตของการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยนำแบบประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ (The Creative Product Semantic Scale : CPSS) ของ Besemer และ Quin (Besemer and Quin ,1986) มาพัฒนาเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลผลิตของการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และใช้ชื่อเฉพาะเจาะจงว่าแบบประเมินผลผลิตของการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ใน 3 มิติ คือมิติด้านนวภาพ (Novelty) มิติด้านการแก้ปัญหา (Resolution) และมิติด้านการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration and Synthesis) โดยมีค่าความเที่ยงของแบบประเมินชุดนี้เท่ากับ .87

6. แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของปิยานี จิตร์เจริญ

ปิยานี จิตรเจริญ (2543) ได้ออกแบบแบบทดสอบ เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของศศิรัศม์ สิริขานนท์ สำหรับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 1 ฉบับ คะแนนเต็ม 100 คะแนน เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบจำนวน 8 เรื่อง จำนวน 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ตอบคำถามจากเนื้อเรื่อง เรื่องละ 10 คะแนน จำนวน 5 เรื่อง รวม 50 คะแนน โดยให้นักเรียนคิดหาคำตอบจากคำสั่งหรือสิ่งที่กำหนดให้ เพื่อให้ได้คำตอบที่มีความแปลก แตกต่างจากเดิมและผู้อื่น มีความหลากหลาย แสดงความกล้าในการคิดและตัดสินใจเขียนแสดงความคิดอย่างสื่อความหมาย

ตอนที่ 2 แสดงวิธีการแก้ปัญหาจากเนื้อเรื่องที่กำหนดให้ 1 เรื่อง 20 คะแนน โดยในตอนนี้ แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนแสดงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ที่มีความหลากหลายแปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับที่มีอยู่เดิมและผู้อื่น บอกได้ว่าปัญหามีอะไรบ้าง และรู้จักวิธีแก้ปัญหา กล้าคิด และเสนอวิธีแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ที่มีความแปลกใหม่และหลากหลาย แสดงความสามารถในการระดมความคิดจากความรู้และประสบการณ์เดิม ให้สอดคล้องกับความเป็นไปได้และตรงกับสภาพของปัญหา

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนรู้จักวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้ในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ มีแนวโน้มว่าจะนำมาใช้แก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์จากวิธีแก้ปัญหที่เสนอทั้งหมด รวมถึงการลำดับขั้น การปฏิบัติจากวิธีการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ที่เลือก เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ที่ประสบความสำเร็จและสามารถอธิบายได้เป็นลำดับขั้นตอน

ตอนที่ 3ให้อ่านเนื้อเรื่องที่กำหนดให้แสดงการรับรู้ปัญหา สาเหตุของปัญหา และวิธีแก้ปัญหา จำนวน 2 เรื่อง เรื่องละ 15 คะแนน รวม 30 คะแนน โดยให้นักเรียนเสนอปัญหาจากเรื่องที่กำหนด และเลือกวิธีการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ที่เหมาะสมจากวิธีการแก้ปัญหทั้งหมดที่เสนออย่างมีเหตุผล

7. แบบวัดการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของสรวงสุดา ปานสกุล

สรวงสุดา ปานสกุล (2545) ได้พัฒนาแบบทดสอบเขียนตอบเกี่ยวกับการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ 5 ทักษะ คือ การค้นหาความจริง การค้นหาปัญหา การค้นหาความคิด การค้นหาคำตอบ และการค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ โดยกลุ่มตัวอย่างคือบุคลากร กรมประชาสัมพันธ์ ระดับ 7-8 เป็นแบบวัดที่อาศัยแนวคิดแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Measurement) โดยอาศัยกรอบแนวคิด การออกแบบการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของ Quellmarz, 1985 อ้างถึงใน สรวงสุดา ปานสกุล ,2545) และเกณฑ์การให้คะแนนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของสมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ ,2534 อ้างถึงใน สรวงสุดา ปานสกุล ,2545) ที่ยึดหลักการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของ Torrance (Torrance ,1966 อ้างถึงในสรวงสุดา

ปานสกุล ,2545) และ Cropley (Cropley ,1966 อ้างถึงในสรวงสุตา ปานสกุล ,2545) ได้
แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 1 ฉบับ แบบเขียนตอบจำนวน
5 ข้อ คะแนนเต็ม 50 คะแนน มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.72 โดยมี รายละเอียดการให้คะแนน ดังนี้

ข้อที่ 1 การค้นหาความจริง รวม 12 คะแนน ให้ค่าคะแนนดังนี้

จำนวนคำถาม	คะแนน
1-4	2
5-8	4
9-12	6
13-16	8
17-20	10
21-24	12

ข้อที่ 2 การค้นหาปัญหา รวม 8 คะแนน ให้ค่าคะแนนดังนี้

หัวข้อ	คะแนน
จำแนกปัญหาใหญ่-ย่อย	2
จัดลำดับความสำคัญ	2
เลือกปัญหาที่ต้องแก้ไขเป็นอันดับแรก	2
แสดงเหตุผลในการเลือกปัญหา	2

ข้อที่ 3 การค้นหาความคิด รวม 12 คะแนน ให้ค่าคะแนนดังนี้

หัวข้อ	คะแนน
คำตอบที่ไม่ซ้ำกับกลุ่ม	1
คำตอบที่ซ้ำกับกลุ่ม	0

ข้อที่ 4 การค้นหาคำตอบ รวม 8 คะแนน ให้ค่าคะแนนดังนี้

หัวข้อ	คะแนน
บอกข้อดี-ข้อเสียของวิธีแก้ปัญหา	2
มีเกณฑ์ในการตัดสินใจ	4
ระบุวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด	2

ข้อที่ 5 การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ รวม 10 คะแนน ให้ค่าคะแนนดังนี้

หัวข้อ	คะแนน
ระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาได้	6
ระบุผลที่เกิดขึ้น	4

8. แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของกรรณา นัคราจารย์

กรุณา นัคราจารย์ (2549) ได้พัฒนาแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของศศิกานต์ วิบูลยศรีนทร์ สำหรับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (Torrance Test of Thinking) ซึ่งประกอบด้วยชุดการใช้รูปภาพ (Form A) จำนวน 2 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 2 และ 3 และชุดการใช้ภาษา (Form B) จำนวน 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1, 4, 5 โดยมี กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การต่อเติมภาพให้สมบูรณ์

กิจกรรมที่ 2 เส้นตรง

กิจกรรมที่ 3 ประโยชน์ของสิ่งของ

กิจกรรมที่ 4 คำถามเกี่ยวกับกล่องหรือลังกระดาษ

กิจกรรมที่ 5 การสมมติเรื่องและสภาพการณ์

9. แบบวัดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของสมปอง เพชรโรจน์

สมปอง เพชรโรจน์ (2549) ได้พัฒนาการออกแบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากสรวงสุตา ปานสกุล (2545) ซึ่งศึกษากรอบแนวคิดการออกแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Quellmarz (Quellmarz, 1985 อ้างถึงในสมปอง เพชรโรจน์ ,2549) กลุ่มตัวอย่างคือนิสิตระดับปริญญาบัณฑิต และเกณฑ์การให้คะแนนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของสมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ ,2534 อ้างถึงในสมปอง เพชรโรจน์ ,2549) ที่ยึดหลักการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Torrance (Torrance ,1966 อ้างถึงในสมปอง เพชรโรจน์ ,2549) และ Cropley (Cropley ,1966 อ้างถึงในสมปอง เพชรโรจน์ ,2549) ได้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 1 ฉบับ แบบเขียนตอบจำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 50 คะแนน มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.8689 โดยมีรายละเอียดการให้คะแนน ดังนี้

ข้อที่ 1 การค้นหาความจริง รวม 12 คะแนน ให้ค่าคะแนนดังนี้

จำนวนคำถาม	คะแนน
1-4	2
5-8	4
9-12	6
13-16	8
17-20	10
21-24	12

ข้อที่ 2 การค้นหาปัญหา รวม 8 คะแนน ให้ค่าคะแนนดังนี้

หัวข้อ	คะแนน
จำแนกปัญหาใหญ่-ย่อย	2
จัดลำดับความสำคัญ	2
เลือกปัญหาที่ต้องแก้ไขเป็นอันดับแรก	2

แสดงผลในการเลือกปัญหา	2
ข้อที่ 3 การค้นหาความคิด รวม 12 คะแนน ให้ค่าคะแนนดังนี้	
หัวข้อ	คะแนน
คำตอบที่ไม่ซ้ำกับกลุ่ม	1
คำตอบที่ซ้ำกับกลุ่ม	0
ข้อที่ 4 การค้นหาคำตอบ รวม 8 คะแนน ให้ค่าคะแนนดังนี้	
หัวข้อ	คะแนน
บอกข้อดี-ข้อเสียของวิธีแก้ปัญหา	2
มีเกณฑ์ในการตัดสินใจ	4
ระบุวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด	2
ข้อที่ 5 การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ รวม 10 คะแนน ให้ค่าคะแนนดังนี้	
หัวข้อ	คะแนน
ระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาได้	6
ระบุผลที่เกิดขึ้น	4

10. เบสและเทรฟฟิงเกอร์ (Base & Treffinger. 1981) ได้นำเสนอรูปแบบเมตริกความคิดสร้างสรรค์จากผลงาน (The Creative Product Analysis Matrix : CPAM) โดยรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยบทความและทฤษฎีต่างๆ และศึกษาเกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์มากกว่า 90 ชิ้น รวมทั้งสิ้น 125 เกณฑ์แล้วนำมาสังเคราะห์เป็นหลักเกณฑ์ เพื่อใช้ประเมินความคิดสร้างสรรค์จากผลงาน ประกอบด้วย 3 มิติ คือ มิติด้านนวภาพ (Novelty) มิติด้านการแก้ปัญหา (Resolution) และ มิติด้านการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration and Synthesis) ดังตาราง 4

ตาราง 4 หลักเกณฑ์เพื่อใช้ประเมินความคิดสร้างสรรค์จากผลงาน

มิติด้านภาพ	มิติด้านการแก้ปัญหา	มิติด้านการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์
พิจารณาจากกระบวนการใหม่ วิธีการใหม่ มโนทัศน์ใหม่ และ การมีอิทธิพลต่อการสร้างสรรค์ ผลงานเดียวกันนี้ในอนาคต	พิจารณาจากระดับ ความสามารถในการแก้ปัญหา ได้อย่างเหมาะสม	พิจารณาจากความสมบูรณ์ ความซับซ้อน ความประณีต แสดงฝีมือ และความชำนาญ พร้อมทั้งสื่อความหมายได้
เพาะความคิดผลผลิตมีอิทธิพล ต่อการสร้างผลงานลักษณะ เดียวกันนี้ในอนาคต	เพียงพอผลผลิตสามารถ แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เป็น ปัญหาอย่างเพียงพอ	ชวนดู
คิดริเริ่มผลผลิตมีความคิดที่ไม่ เหมือนไม่ซ้ำกับความคิดของ คนอื่นที่มีประสบการณ์ ใกล้เคียงกัน	เหมาะสมผลผลิตสามารถ แก้ปัญหาได้ตรงกับความต้องการ	ซับซ้อน
เปลี่ยนรูปผลผลิตทำให้เกิดการ ปฏิบัติให้ผู้ฟัง ผู้พบเห็น เปลี่ยนแปลงการรู้เกี่ยวกับเรื่อง นั้น	สมเหตุสมผล ผลผลิตมี กระบวนการแก้ปัญหาถูกต้อง สมเหตุสมผลตามวิธีการของ ศาสตร์นั้น	ประณีต
	ใช้ประโยชน์ได้ผลผลิตสามารถ นำไปใช้ประโยชน์ได้	สื่อความหมาย
	คุณค่าผลผลิตมีคุณค่าตาม เกณฑ์ต่างๆ เช่น ด้านการเงิน ด้านจิตวิทยา	

จากการตรวจสอบเอกสารสรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์นั้นมี 3 ประการ คือ การวัดผลของการคิด การวัดกระบวนการคิด และการวัดคุณลักษณะทางการคิดของบุคคล เครื่องมือที่ใช้ประเมินมี 2 แบบ คือ แบบประเมินพฤติกรรมและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ที่มีลักษณะเป็นคำถามแบบปลายเปิด โดยส่วนใหญ่จะใช้แบบทดสอบแบบสถานการณ์ซึ่งมีทั้งแบบให้นักเรียนเขียนตอบเองในกรณีที่ทำได้ และให้นักเรียนได้ตอบคำถามแล้วผู้ทดสอบประเมินจากการตอบ มีการประเมินความคิด 5 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความสง่างามในการคิด และความคิดอย่างมีเหตุผลให้คะแนนโดยการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนรูปрик สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับใช้แนวการ

วัดการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของสมปอง เพชรโรจน์ (2549) สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) ศิริพร แก้วอ่อน (2557) และกัญญารัตน์ โคจร (2554) โดยใช้แนวคิดการประเมินการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของวาง ชาง และลี (Wang, Chang; & Li. 2008) และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ โดยครอบคลุมความคิดทั้ง 4 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดมีเหตุผล

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์

สมปอง เพชรโรจน์ (2549) ได้ทำการวิจัยพบว่า หลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บโดยการเรียนรู้แบบสืบสอบเพื่อการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์เรื่องภาวะมลพิษทางอากาศ นิสิตระดับปริญญาบัณฑิต มีทักษะการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อสื่อเวปการเรียนการสอนในระดับมาก และปาร์น (Parnes.1967) ได้ทดลองใช้วิธีระดมสมองในการหาวิธีแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยให้ทุกคนพูดถึงวิธีแก้ปัญห โดยวิธีทดลองเปรียบเทียบ กลุ่มหนึ่งใช้วิธีระดมสมองคือให้ทุกคนพูดเท่าที่สามารถคิดออก ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นวิธีแก้ปัญหที่ดีและเกี่ยวข้อง ให้พูดเท่าที่ความคิดแวบเข้ามาในสมอง กลุ่มที่สองให้เสนอวิธีการแก้ปัญห เฉพาะวิธีที่ดี อยู่ในเกณฑ์ของความเหมาะสมและมีความสัมพันธ์กับเรื่อง ผลการวิจัยพบว่า ภายในช่วงเวลาเท่ากัน กลุ่มที่ใช้วิธีระดมสมองมีความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์จำนวนมากและได้ผลมากกว่ากลุ่มที่ต้องออกความคิดการแก้ปัญหที่อยู่ในกรอบเท่านั้น

ศศิธรณ์ สริกขานนท์ (2540) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอแรนซ์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถของนักเรียนที่ได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนเพิ่มขึ้น เฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาวิณี บุญธิมา (2553) ศึกษาการจัดกิจกรรมแนะแนวด้วยเทคนิคการแก้ปัญหอนาคตามแนวคิดของทอแรนซ์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยวัดการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ 3 ประการคือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม พบว่าการคิดแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการเข้าร่วมกิจกรรมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุปราณี สุดารัตน์ (2548) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกระบวนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์เรื่องโครงการภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์กับการเรียนด้วยแบบฝึก จำนวน 5 จำนวน 5 หน่วยการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกระบวนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยแบบฝึก ตลอดจนมีความพึงพอใจโดยรวมต่อการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์และแบบฝึกอยู่ในระดับที่มากที่สุดและมากตามลำดับ ส่วน

กัญญารัตน์ โคจร (2554) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเน้นประเด็นการใช้ปัญหาในชีวิตจริง ให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์และสร้างสรรค์ควบคู่กันผ่านกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นกระตุ้นความสนใจ ขั้นสำรวจตรวจสอบทำความเข้าใจปัญหา ขั้นสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบยอมรับและขยายองค์ความรู้ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กัญญารัตน์ โคจร (2554) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS Learning Model) เรื่องสารและสมบัติของสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเน้นการใช้ประเด็นปัญหาในชีวิตจริง ให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์และคิดสร้างสรรค์ควบคู่กันผ่านกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นกระตุ้นความสนใจ ขั้นสำรวจตรวจสอบทำความเข้าใจปัญหา ขั้นสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบยอมรับและขยายองค์ความรู้ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ CPS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อีกทั้งยังพบว่านักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ในระดับสูงเมื่อได้เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ CPS มีทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่มีความรู้ในระดับปานกลาง และระดับต่ำอย่างชัดเจน และนักเรียนมีพื้นฐานความรู้ทั้งสามกลุ่ม (เก่ง ปานกลางและอ่อน) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เทรฟฟิงเกอร์ เซลบี และไอเซกเซน (Treffinger, Selby; & Iseksen.2008) ได้ศึกษาความเข้าใจวิธีการแก้ปัญหามาของแต่ละบุคคล โดยมีจุดหมายเพื่อศึกษารูปแบบหรือวิธีการ (Styles) ที่แต่ละบุคคลใช้ในการแก้ปัญหา มีกรอบแนวคิดในการศึกษาประกอบด้วยมิติสำคัญ 3 ส่วนคือ 1) ความเข้าใจเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (Orientation to Change: OC) ประกอบด้วยรูปแบบทั่วไป 2 คือ นักสำรวจและนักพัฒนา 2) กระบวนการที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา (Manner of Processing: MP) ซึ่งเป็นกระบวนการภายใน (ใช้การสะท้อนความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา) และกระบวนการภายนอก (ใช้การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นโดยการเปรียบเทียบแนวคิดของตนเองกับผู้อื่นในการแก้ปัญหา) และ 3) วิธีการที่ใช้ในการตัดสินใจ (Way of Deciding: WD) ซึ่งมี 2 รูปแบบคือ การเน้นไปที่ตัวบุคคล(แก้ปัญหาหรือตัดสินใจโดยมองไปที่ผลกระทบที่เกิดกับตัวบุคคลเป็นหลัก) และการเน้นไปที่งานที่ทำ(มองที่ความชัดเจน ความถูกต้อง เป็นเหตุเป็นผลในการแก้ปัญหาโดยไม่ใช้อารมณ์มาตัดสินใจ) ซึ่งมีมติเหล่านี้ส่งผลต่อทุกขั้นตอนของการแก้ปัญหา เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินเรียกว่า VIEW : An Assessment of Problem Solving Style ประกอบด้วยข้อคำถาม 34 ข้อ โดยวัดประเด็นใน 3 มิติดังกล่าวข้างต้น และวัดรูปแบบของวิธีการแก้ปัญหามาของบุคคล 6 รูปแบบ การหาคุณภาพเครื่องมือจะทดลองใช้กับบุคคลที่มีอายุระหว่าง 11-82 ปี จากหลายประเทศ

จำนวน 10,000 คน ผลปรากฏว่าอายุไม่มีความสัมพันธ์กับมิติการแก้ปัญหาทั้ง 3 ด้าน ส่วนเพศไม่มีความสัมพันธ์กับด้านความเข้าใจเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (OC) และกระบวนการที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา (WD) กล่าวคือ เพศหญิงมีแนวโน้มที่จะแก้ปัญหาโดยพิจารณาความสัมพันธ์ของบุคคลและใช้อารมณ์ในการแก้ปัญหา ส่วนเพศชายจะใช้ความเป็นเหตุเป็นผลมากกว่าอารมณ์

พาร์น (มิ่งขวัญ ภาคสัณไฮ. 2555: 115; อ้างอิงจาก Parnes. 1967) ทำการทดลองโดยใช้วิธีระดมสมองในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษา โดยให้ทุกคนพูดถึงวิธีแก้ปัญหาโดยวิธีทดลองเปรียบเทียบ กลุ่มหนึ่งใช้วิธีระดมสมองคือ ให้ทุกคนพูดเท่าที่สามารถคิดออก ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นวิธีแก้ปัญหาที่ดี โดยให้พูดเท่าที่ความคิดแวบเข้ามาในสมอง กลุ่มที่สองให้เสนอวิธีแก้ปัญหาที่ดีอยู่ในเกณฑ์ของความเหมาะสมและมีความสัมพันธ์กับเรื่อง ผลการวิจัยพบว่าภายในช่วงเวลาเท่ากัน กลุ่มที่ใช้วิธีระดมสมองมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จำนวนมาก และได้ผลมากกว่ากลุ่มการคิดแก้ปัญหาที่อยู่ในกรอบเท่านั้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์สามารถพัฒนาและฝึกให้เกิดขึ้นในแต่ละบุคคลได้ โดยผ่านกระบวนการต่างๆ ขึ้นอยู่กับแนวคิดที่นำมาใช้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู การแก้ปัญหายของตัวนักเรียนเอง รวมถึงความมั่นคงปลอดภัยและภาวะความวิตกกังวล ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหายอย่างสร้างสรรค์ ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรจัดด้วยวิธีการที่หลากหลายและแปลกใหม่ มีบรรยากาศที่นักเรียนมีอิสระในการคิดและทำ รู้สึกมั่นคงปลอดภัยและเชื่อมั่นในการแก้ปัญหายว่าตนเองสามารถแก้ปัญหาได้

4. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้

รูปแบบการเรียนรู้เป็นสภาพลักษณะของการเรียนการสอนที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระเบียบ ตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่างๆ ประกอบด้วย กระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ ที่ช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดที่ยึดถือ และได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ของรูปแบบนั้นๆ (ทิสนา แคมมณี .2554)

4.1 องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้อาจมีแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการให้ความสำคัญของสิ่งประกอบที่เป็นรูปแบบ ทั้งนี้ (ทิสนา แคมมณี .2554) ได้กำหนดองค์ประกอบที่จำเป็นต้องมีในรูปแบบการเรียนรู้ ดังนี้

1. มีปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานหรือเป็นหลักของรูปแบบนั้นๆ
2. มีการบรรยายและอธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่

สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ

3. มีการจัดระบบคือมีการจัดองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบให้สามารถนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้นๆ

4. มีการอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ อันจะช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนนั้นๆเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2549) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบทั่วไปของการเรียนการสอนดังนี้

1. หลักการ ซึ่งแสดงแนวคิดหลักที่วิเคราะห์ สังเคราะห์มาจากทฤษฎี หลักการเป็นตัวกำหนดเป้าหมายที่ต้องการ รวมทั้งกระบวนการและวิธีการเรียนการสอนหลัก

2. วัตถุประสงค์ ซึ่งแสดงถึงเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เช่น คุณลักษณะต่างๆของผู้เรียน ที่พัฒนาขึ้นหลังจากเรียนรู้ตามรูปแบบ โดยเชื่อมโยงกับหลักการของรูปแบบ

3. กระบวนการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอน เทคนิค วิธีสอน และกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการของรูปแบบ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์รวมทั้งวิธีวัดและประเมินผล

จอยซ์ และวีล (เกริก ศักดิ์สุภาพ.2556 อ้างอิงจาก Joyce; & Weil. 1978) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ประกอบด้วย

1. หลักการของรูปแบบการเรียนรู้ คือ ความเชื่อและแนวคิดของทฤษฎีที่รองรับรูปแบบการเรียนการสอน หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนจะเป็นตัวชี้้นำ กำหนดจุดประสงค์เนื้อหา กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินการในรูปแบบการเรียนการสอน

2. จุดประสงค์ของรูปแบบการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุถึงความคาดหวังที่ต้องการให้เกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

3. เนื้อหา เป็นส่วนที่ระบุถึงเนื้อหาและกิจกรรมต่างๆ ที่จะใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนรู้

4. กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินการ เป็นส่วนที่ระบุถึงวิธีการปฏิบัติในขั้นตอนหนึ่งๆ เมื่อนำรูปแบบไปใช้

5. การวัดและประเมินผล เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนรู้

จากการศึกษาแนวคิดและองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าวข้างต้น มีองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกัน อาจแตกต่างกันบ้างขึ้นอยู่กับให้ความสำคัญของสิ่งประกอบที่เป็นรูปแบบ ผู้วิจัยสรุปและวิเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ได้ 4 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) แนวคิดหรือหลักการของรูปแบบ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 3) กิจกรรมหรือขั้นตอนของรูปแบบ และ 4) การวัดและประเมินผลรูปแบบ

4.2 การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ มีการพัฒนาอย่างเป็นกระบวนการดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ดังนี้

ทิตนา แคมมณี (2553) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการพัฒนาระบบหรือรูปแบบการสอนให้ชัดเจน
2. ศึกษาหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดองค์ประกอบและแนวทางในการจัดการความสัมพันธ์ขององค์ประกอบได้รอบคอบขึ้น ซึ่งจะช่วยให้รูปแบบหรือองค์ประกอบที่พัฒนาขึ้นมีความมั่นคง
3. ศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้อง จะช่วยให้ค้นพบองค์ประกอบที่สำคัญ ที่จะช่วยให้ระบบหรือรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเมื่อนำไปใช้จริง ปัญหาและอุปสรรคต่างๆเป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในการจัดองค์ประกอบและจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ ซึ่งการนำข้อมูลจากความเป็นจริงมาใช้ในการสร้างรูปแบบ จะช่วยจัดหรือป้องกันปัญหาอันอาจทำให้รูปแบบที่พัฒนาขึ้นขาดประสิทธิภาพ
4. กำหนดองค์ประกอบของระบบหรือรูปแบบ ได้แก่ การพิจารณาว่า มีอะไรบ้างที่สามารถทำให้จุดมุ่งหมายบรรลุความสำเร็จ
5. การจัดกลุ่มองค์ประกอบ ได้แก่ การนำองค์ประกอบที่กำหนดไว้มาจัดเป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวกในการคิดและดำเนินการต่อไป
6. การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ ซึ่งเป็นขั้นที่ยุ่ยากและต้องใช้ความคิดอย่างรอบคอบ ผู้สร้างระบบหรือรูปแบบต้องพิจารณาว่าองค์ประกอบใดเป็นเหตุและเป็นผลต่อกัน สิ่งใดมาก่อนมาหลัง สิ่งใดสามารถดำเนินการคู่ขนานไปได้
7. การจัดผังระบบหรือรูปแบบ เป็นการสร้างความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ โดยแสดงให้เห็นถึงผังจำลองขององค์ประกอบต่างๆ
8. การทดลองใช้ระบบหรือรูปแบบเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น
9. การประเมินผล ได้แก่ การศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองใช้ระบบหรือรูปแบบ ว่าได้ผลตามเป้าหมายหรือไม่ใกล้เคียงกับเป้าหมายมากน้อยเพียงใด
10. การปรับปรุงระบบหรือรูปแบบ ระบบหรือรูปแบบที่มีประสิทธิภาพส่วนใหญ่จะต้องผ่านการทดลองและประเมินผลมาแล้ว ผลจากการทดลองใช้จะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงระบบนั้นให้ดียิ่งขึ้น

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2549) ได้กล่าวถึงการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ ดังนี้

1. กำหนดแนวคิดหรือทฤษฎีที่จะใช้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ ผู้พัฒนาอาจกำหนดแนวคิดขึ้นเอง หรือเลือกทฤษฎีทางจิตวิทยาหรือแนวคิดทางการศึกษาที่สนใจแล้วศึกษาอย่างเจาะลึก วิเคราะห์ สังเคราะห์ จนได้ประเด็นที่จะนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียน
2. เขียนหลักการของรูปแบบจากสาระที่สังเคราะห์ได้จากหลักการของทฤษฎี

3. กำหนดวัตถุประสงค์ในลักษณะของเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งต้องอยู่ในกรอบของหลักการของรูปแบบ

4. กำหนดกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอน ซึ่งมีจำนวนขั้นตอนและเทคนิควิธีการเรียนการสอนแตกต่างกันไปในแต่ละรูปแบบ ขึ้นอยู่กับหลักการและวัตถุประสงค์ของรูปแบบ

5. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนหลักๆในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการและวัตถุประสงค์ของรูปแบบ

6. กำหนดวิธีวัดและประเมินผล รวมทั้งเครื่องมือในการวัดประเมินผลผู้เรียน จอยซ์ และวีล (Joyce; & Weil. 1996) ได้นำเสนอหลักการในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนรู้ต้องมีทฤษฎีรองรับ เช่น ทฤษฎีทางจิตวิทยาการเรียนรู้ เป็นต้น

2. ก่อนที่จะนำรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ ต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบ ทฤษฎีและตรวจสอบคุณภาพในเชิงการนำไปใช้ในสถานการณ์จริง และนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไข

3. การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ สามารถทำได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับความต้องการว่า จะออกแบบให้ใช้ได้กว้างขวาง หรือเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่ง

4. การนำรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ ผู้ใช้ควรนำรูปแบบการเรียนรู้ไปใช้ตามจุดมุ่งหมายและหลักการของรูปแบบก็จะทำให้เกิดผลสูงสุด แต่ผู้ใช้ก็สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆได้ ถ้าพิจารณาแล้วเห็นว่าเหมาะสม

จากการศึกษาแนวคิดและหลักการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสรุปและวิเคราะห์หลักการของการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ได้ 4 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หรือหลักการของรูปแบบ 2) ดำเนินการพัฒนารูปแบบ 3) ทดลองใช้รูปแบบ และ 4) การวัดประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบ

4.3 รูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น

รูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาโดยการนำเอาหลักการของกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มาสังเคราะห์เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์แนวคิดกระบวนการทางวิศวกรรม ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) การระบุปัญหา 2) การรวบรวมข้อมูล 3) การค้นหาแนวคิดและเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด 4) การวางแผนและพัฒนา 5) การปฏิบัติและทดสอบ 6) การนำเสนอ และ 7) การประเมินผล และหลักการของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) การเข้าถึงปัญหา 2) การคิดและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา 3) การทบทวนและเตรียมการ 4) การวางแผนแก้ปัญหา และ 5) การตรวจสอบการปฏิบัติ มาใช้ในการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้

แบบ PACLE เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
แสดงได้ดังตาราง 5



ตาราง 5 สรุปการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

กระบวนการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จาก การสังเคราะห์ของผู้วิจัย	กระบวนการทาง วิศวกรรมศาสตร์ จากการสังเคราะห์ของผู้วิจัย	รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น	ความสามารถของนักเรียน
		1. ขั้นเตรียมตัว (Preparation)	1.1 มีความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
1. การเข้าถึงปัญหา	1. การระบุปัญหา	2. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis)	2.1 ระบุปัญหา 2.2 ระบุสาเหตุของปัญหา
2. การคิดและแสวงหาวิธีการในการแก้ปัญหา	2. การรวบรวมข้อมูล		2.3 คิดวิธีการแก้ปัญหาได้มาก หลากหลาย และแปลกใหม่ 2.4 สร้างเกณฑ์ในการเลือกปัญหา 2.5 ตัดสินใจเลือกปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล
3. การทบทวนและเตรียมการ	3. การค้นหาแนวคิดและเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด		2.6 ประเมินความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหา 2.7 ยืนยันหรือปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา 2.8 คาดการณ์ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากวิธีการแก้ปัญหา
4. การวางแผนแก้ปัญหา	4. การวางแผนและการพัฒนา		2.9 กำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหา 2.10 ระบุสิ่งที่ต้องใช้ สิ่งที่เกี่ยวข้องและเป้าหมาย

ตาราง 5 (ต่อ)

กระบวนการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จาก การสังเคราะห์ของผู้วิจัย	กระบวนการทาง วิศวกรรมศาสตร์ จากการสังเคราะห์ของผู้วิจัย	รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น	ความสามารถของนักเรียน
5. การตรวจสอบการปฏิบัติ	5. การปฏิบัติและทดสอบ	3. ขั้นตอนออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative Design)	3.1 ปฏิบัติตามขั้นตอนการแก้ปัญหาที่วางไว้ 3.2 ออกแบบชิ้นงานและการสร้างชิ้นงาน 3.3 ทดสอบและปรับปรุงชิ้นงาน 3.4 บันทึกพฤติกรรมในการแก้ปัญหาและการ เสริมแรงตนเอง
	6. การนำเสนอ	4. ชั้นเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together)	4.1 การนำเสนอชิ้นงาน 4.2 การแสดงความคิดเห็นหรือการอภิปราย 4.3 การบันทึกข้อมูลจากการนำเสนอ
	7. การประเมินผล	5. ชั้นประเมินผล (Evaluation)	5.1 ประเมินการแก้ปัญหาและชิ้นงานของตนเอง 5.2 สรุปองค์ความรู้ที่ได้รับอย่างสมเหตุสมผล จากหลักฐานและข้อมูลที่นำเสนอ

ผู้วิจัยสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้จากตาราง 1 สรุปการสังเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ และตาราง 3 สรุปการสังเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE ดังตาราง 5 สรุปการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยมีการเพิ่มขั้นตอนที่ 1 ขึ้นเตรียมตัว เป็นการเตรียมความรู้และทักษะที่จำเป็นจะต้องมีให้กับผู้เรียนตามตัวชี้วัด ตามหลักสูตรแกนกลาง 2551 ซึ่งความรู้และทักษะดังกล่าวจำเป็นในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามสถานการณ์ที่กำหนด และในขั้นตอนที่ 2 ในขั้นการวิเคราะห์ เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ถึงเรื่องที่เป็นปัญหาตามสถานการณ์ ดังนั้นในขั้นนี้จึงได้รวมขั้นตอนที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ถึงปัญหาทั้งหมด เริ่มตั้งแต่ การระบุปัญหา ระบุสาเหตุ คิดหาวิธีการแก้ปัญหา สร้างเกณฑ์และตัดสินใจในการเลือกปัญหา รวมทั้งกำหนดขั้นตอนในการแก้ไขปัญหา เนื่องจากในการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัญหาควรให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์อย่างต่อเนื่อง เพราะการวิเคราะห์ในแต่ละขั้นตอนย่อยจะเกี่ยวเนื่องเชื่อมโยงกัน รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE จึงประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมตัว (Preparation) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้สอนตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ทบทวนความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ความรู้ใหม่ เป็นการเตรียมผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะกระบวนการตามตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลาง 2551

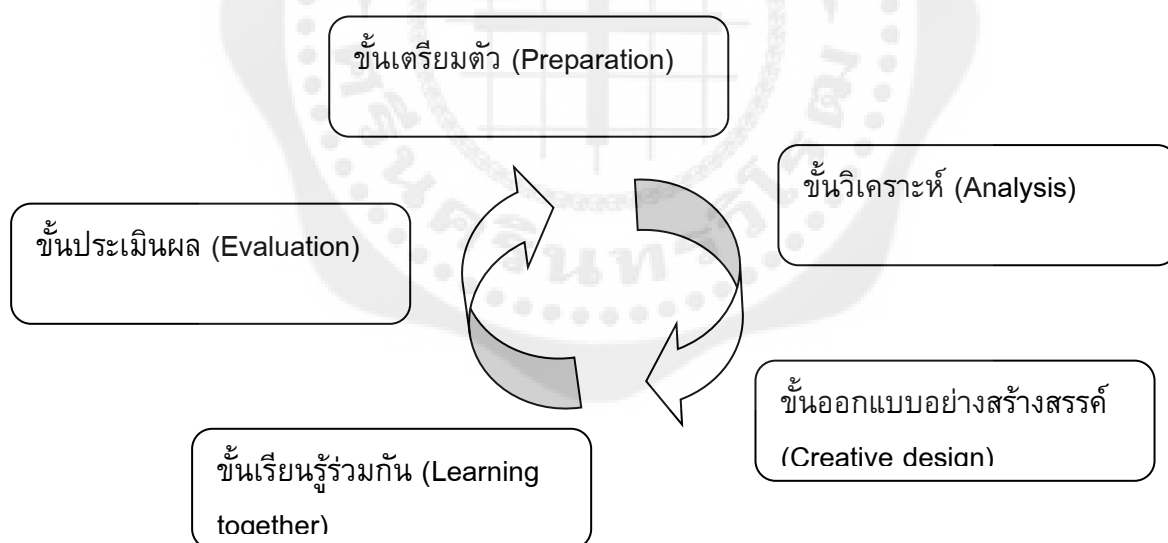
2. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ถึงประเด็นของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด มีการระบุปัญหา สร้างเกณฑ์และตัดสินใจในการเลือกเลือกปัญหา บอกสาเหตุของปัญหา และแสวงหาวิธีการในการแก้ไขปัญหาได้อย่างหลากหลายและแปลกใหม่ โดยไม่มีการตัดสินว่าความคิดนั้นผิดหรือถูก และสร้างเกณฑ์และตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีการทบทวนและเตรียมการในการปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา พร้อมทั้งวิเคราะห์และคาดการณ์ถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นจากปัจจัยที่จะสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคต่อวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงการวางแผนในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และวิเคราะห์วิธีการเพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี

3. ขั้นตอนออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative design) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียน นำวิธีการแก้ปัญหา มาวางแผนการออกแบบวิธีการหรือชิ้นงาน สร้างชิ้นงาน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาถึงความแปลกใหม่ ทรัพยากร ข้อจำกัด ต้นทุนและเวลา นำวิธีการหรือชิ้นงานไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาวิธีการในการแก้ไขปัญหา การออกแบบและสร้างชิ้นงานเพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายหรือเงื่อนไขที่กำหนด การบันทึกพฤติกรรมตนเองในการแก้ปัญหา การให้การเสริมแรงตนเองในขณะที่ทำการแก้ปัญหา

4. ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน (Learning together) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียนนำวิธีการแก้ปัญหาการเรียนรู้ร่วมกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอผลงาน เพื่อให้ผู้เรียนได้ เปรียบเทียบผลความคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลในการนำสู่การลงข้อสรุปของตน เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น และเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้และอภิปรายร่วมกัน ผู้เรียนได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่เพื่อที่จะตอบคำถามหรือแก้ปัญหาบางอย่างร่วมกัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลหรือชิ้นงานของตนเอง

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียนทบทวนวิธีการคิดต่างๆ ของตนเองเพื่อนำไปสู่การประเมินค่าของประสบการณ์ที่ได้รับจากการปฏิบัติร่วมกันและปรับกระบวนการคิดในการนำไปปฏิบัติ ตัดสินใจในการยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลและชิ้นงานของตนเองอีกครั้งในการแก้ไขปัญหา มีการประเมินการแก้ปัญหาและชิ้นงานของตนเอง สร้างคำอธิบายกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเกิดการสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง โดยแสดงผลสนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานและข้อมูลที่นำเชื่อถือ

การจัดการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE

กิจกรรมการเรียนรู้ บทบาทครูและบทบาทนักเรียนของรูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 กิจกรรมการเรียนรู้แบบ PACLE บทบาทครู และบทบาทนักเรียน

รูปแบบ PACLE	กิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นเตรียมตัว (Preparation)	- สร้างความสนใจ - ทบทวนประสบการณ์ - เชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ - ทำกิจกรรม - สรุปองค์ความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม	- แบ่งกลุ่มนักเรียนละความสามารถกลุ่มละประมาณ 3-4 คน - นำเข้าสู่บทเรียนสร้างความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้ - โดยการใช้คำถาม - ทบทวนประสบการณ์ของนักเรียน - เตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ - ดูแลและให้คำแนะนำระหว่างนักเรียนทำกิจกรรมต่างๆ - สังเกตและบันทึกผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการทำกิจกรรม	- มีการแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม - มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนทุกกิจกรรม เช่น การศึกษาใบความรู้ การทดลอง การทำใบงาน - มีการสรุปองค์ความรู้
2. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis)	- การทำความเข้าใจกับปัญหา - การคิดและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา - การทบทวนและเตรียมการ - การวางแผนแก้ปัญหา - การตรวจสอบการปฏิบัติการแก้ปัญหา	- ยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน - กระตุ้นโดยใช้คำถามให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหาและอยากหาคำตอบ - ดูแลและให้คำแนะนำในการทำกิจกรรม	- ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ให้ได้มากที่สุด - สร้างเกณฑ์การเลือกปัญหา - เลือกปัญหาที่ต้องการแก้ไข - ระบุสาเหตุของ

ตาราง 6 (ต่อ)

รูปแบบ PACLE	กิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
		- สังเกตและบันทึกผลการทำงานกิจกรรมของนักเรียน - กระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เทคนิคระดมสมองในการค้นหาปัญหาและวิธีการแก้ไข	ปัญหาที่ต้องการแก้ไขให้ได้มากที่สุด - ระบุวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด - สร้างเกณฑ์ในการเลือกวิธีการแก้ปัญหา - เลือกวิธีการแก้ปัญหา - ทบทวนเพื่อยืนยันหรือปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา - คาดเดาสິงที่อาจจะเกิดขึ้นจากวิธีการแก้ปัญหานั้น - ระบุขั้นตอนการแก้ปัญหา - ระบุวิธีการแก้ปัญหาให้ประสบความสำเร็จด้วยดี
3. ขั้นตอนออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative design)	- การออกแบบชิ้นงาน - การสร้างชิ้นงาน - การทดสอบและปรับปรุงชิ้นงาน	- เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรม - ดูแลและให้คำแนะนำในการทำกิจกรรม - สังเกตและบันทึกผลการทำงานกิจกรรมของนักเรียน - ให้การเสริมแรง	- ลงมือออกแบบชิ้นงานเพื่อแก้ไข ปัญหาภายใต้ทรัพยากรที่มีจำกัดและเงื่อนไขที่กำหนด - สร้างชิ้นงาน ทดสอบและปรับปรุงชิ้นงานให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

ตาราง 6 (ต่อ)

รูปแบบ PACLE	กิจกรรม การเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
		นักเรียนโดยใช้คำพูด ให้กำลังใจ	
4. ชั้นเรียนรู้ร่วมกัน (Learning together)	- การนำเสนอ - การอภิปราย/แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการและชิ้นงานของแต่ละกลุ่มที่ใช้ในการแก้ปัญหา วิเคราะห์ เปรียบเทียบ จุดเด่น จุดด้อย - การจัดบันทึก	- ดูแลและให้คำแนะนำในการทำกิจกรรม - ใช้คำถามกระตุ้นหรือเพิ่มเติมในประเด็นที่เกี่ยวข้อง - สังเกตและบันทึกผลการทำงานกิจกรรมของนักเรียน	- นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานหน้าชั้นเรียน - ร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของแต่ละกลุ่ม - จัดบันทึกวิธีการ และจุดเด่น จุดด้อยของชิ้นงาน - บันทึกพฤติกรรมตนเองขณะแก้ปัญหา
5. ชั้นประเมินผล (Evaluation)	- การประเมิน - การสรุปผล	- ดูแลและให้คำแนะนำในการทำกิจกรรม - สังเกตและบันทึกผลการทำงานกิจกรรมของนักเรียน - ครูมีการเสริมแรงโดยให้รางวัลกับกลุ่มที่สามารถนำชิ้นงานไปแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดตามเงื่อนไขที่กำหนด	- นักเรียนประเมินการแก้ปัญหาและชิ้นงานของตนเอง - สรุปองค์ความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมเป็น Mind mapping - บันทึกอนุทิน

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้ให้นิยามความหมายของคำว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic achievement) ไว้แตกต่างกันซึ่งไคแซง อาร์โนลด์และไมลีย์ (สิริวรรณ พรหมโชติ.2542: 17 อ้างจาก Kysenk; Arnold; & Meilli.1972: 6) ได้ให้ความหมายของคำว่าผลสัมฤทธิ์ หมายถึง ขนาดของความสำเร็จ ที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ซึ่งเป็นผลมาจากการกระทำที่ต้องอาศัยความสามารถทั้งทางร่างกายและสติปัญญา ซึ่งสอดคล้องกับเดโซ สวานนันทน์ (2512: 3) กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าหมายถึง ความสำเร็จที่ได้รับจากความพยายามจากการลงแรงเพื่อมุ่งในจุดหมายปลายทางที่ต้องการ หรือความสำเร็จที่ได้รับในแต่ละด้าน ส่วนพวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530:29) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะรวมทั้งความรู้ความสามารถ หรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากประสบการณ์การเรียนการสอน ทำให้บุคคลเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับอารมณี เพชรชื่น (2527:46) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่างๆทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่นๆนอกจากนี้ ไพศาล หวังพานิช (2526:9) กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พอสรุปได้ว่า เป็นพฤติกรรมหรือความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการเรียนการสอน เป็นคุณลักษณะของผู้เรียนที่พัฒนาขึ้นมาจากการฝึกอบรมสั่งสอนโดยตรง คือ พฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนของเด็ก ได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์และการประเมินค่า

จากการศึกษาเอกสาร สามารถสรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นคุณลักษณะและความรู้ความสามารถหรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากประสบการณ์การเรียนการสอนหรือการฝึกอบรมทั้งจากโรงเรียน บ้านและสิ่งแวดล้อมทำให้บุคคลเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเหล่านั้นเป็นผลจากการกระทำซึ่งต้องอาศัยความสามารถเฉพาะบุคคลทั้งความสามารถทางร่างกายและความสามารถทางสติปัญญา

5.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แฮทติส (Huwitt; et al. 2009: 2-10; citing Hatties. 2009) ได้ทำการศึกษาเชิงอภิมาน (Meta-analysis) เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจำนวน 138 ตัวแปรโดยใช้ขนาดอิทธิพล (Effect size) ที่ 0.4 เป็นจุดตัดในการคัดเลือกตัวแปรนั้น ซึ่งสามารถสรุปปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ 3 ด้าน ดังนี้

5.2.1 ปัจจัยด้านครอบครัว ได้แก่ สภาพแวดล้อมภายในบ้าน สถานภาพทางสังคมและเศรษฐกิจ การมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาของผู้ปกครอง การศึกษาของพ่อแม่รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลในครอบครัว

5.2.2 ปัจจัยด้านโรงเรียน ในด้านนี้สามารถแบ่งปัจจัยออกได้เป็น 3 ด้าน คือ

5.2.2.1 ด้านกระบวนการในโรงเรียน ได้แก่ ขนาดของโรงเรียนที่ส่งผลต่องบประมาณที่ได้รับการบริหารงานและภาวะผู้นำของผู้บริหาร การทำงานร่วมกันเป็นทีมของบุคลากรในโรงเรียน

5.2.2.2 ด้านหลักสูตรได้แก่ การพัฒนาหลักสูตรขึ้นมาเพื่อช่วยเหลือเด็กที่มีปัญหาในการเรียนรู้ เช่น เด็กพิการ เด็กที่เรียนอ่อน หรือโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อพัฒนาความสามารถเฉพาะด้านที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน เช่น การเขียน ความคิดสร้างสรรค์ การอ่าน ทักษะทางสังคม

5.2.2.3 ด้านครู ได้แก่ ความสามารถและคุณภาพในการจัดการเรียนการสอนของครู ความสนใจในการเข้าร่วมการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาวิชาชีพ ประสบการณ์การสอน เจตคติที่มีต่อโรงเรียน ความคาดหวังถึงความสำเร็จในวิชาชีพ

5.2.3 ปัจจัยด้านผู้เรียน ได้แก่ ความรู้และประสบการณ์เดิม แรงจูงใจ ความสนใจและเจตคติต่อวิชาที่เรียน ความวิตกกังวลรวมทั้งพฤติกรรมของผู้เรียนในชั้นเรียน

จากปัจจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากหลายฝ่ายทั้งจากครอบครัว โรงเรียนและตัวของผู้เรียนเอง โดยเฉพาะปัจจัยด้านโรงเรียนที่มีครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาหลักสูตรหรือนำรูปแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพมาใช้ในการสร้างบรรยากาศเพื่อกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี อันจะส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในด้านอื่นๆ ที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ได้ต่อไปในอนาคต

5.3 การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนที่เป็นผลมาจากการได้รับประสบการณ์จากการเรียนการสอนโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินความสามารถและระดับพัฒนาการของผู้เรียนทั้งแบบเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มเพื่อนำผลที่ได้ไปคัดเลือก จัดระดับชั้น พัฒนา ปรับปรุงการเรียนการสอนหรือจัดสอนซ่อมเสริมหากพบว่าผู้เรียนยังไม่เข้าใจในเรื่องใด นอกจากนี้ยังสามารถนำผลการประเมินไปใช้ในการแนะแนวผู้เรียนเพื่อวางแผนด้านการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพในอนาคตได้ (พรพิศเถื่อนมณเฑียร. 2542: 50 – 51; สุริยัน แสงแก้ว. 2535: 23 – 25; อ้างอิงจากChauncey; & Dobbin. 1963: 63 – 67)โดยวิธีการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์นั้นสามารถทำได้หลายวิธีซึ่งอาจเป็นวิธีที่ไม่ต้องใช้การทดสอบ เช่น ใช้การสังเกต การมอบหมายงาน หรือวิธีที่ต้องใช้การทดสอบ เช่น การใช้เครื่องมือทางจิตวิทยาหรือการใช้แบบทดสอบ ซึ่งครูผู้สอนต้องพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ทั้งสามด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ด้านจิตพิสัย (Affective domain) และด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain) โดยรูปแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการวัดความสามารถด้านพุทธิพิสัยหรือความสามารถทางสติปัญญาคือ การใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งอาจเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองหรือนำแบบทดสอบมาตรฐานมาประเมินผู้เรียนก็ได้ โดยบลูม (Bloom.

1956: 201) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นของความรู้จากขั้นที่มีระดับความซับซ้อนของการคิณ้อยที่สุดไปหาขั้นที่มีความซับซ้อนของการคิดมากที่สุดไว้ 6 ขั้น ดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่างๆที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรงในขั้นนี้รวมถึงการระลึกถึงข้อมูลข้อเท็จจริงต่างๆไปจนถึงกฎเกณฑ์ทฤษฎีจากตำรา

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการแปลความตีความการขยายความและสรุปความเกี่ยวกับสิ่งต่างๆที่ได้พบเห็นหรือเหตุการณ์ที่ได้รับรู้มา

3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้หลักการไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

4. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวหลักการออกเป็นส่วนย่อยซึ่งอาจเป็นการวิเคราะห์ความสำคัญ ความสัมพันธ์หรือหลักการดำเนินการ

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการนำส่วนย่อยๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหา

6. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการตัดสินคุณค่าหรือวินิจฉัยเรื่องราวต่างๆอย่างมีเหตุผลหรือใช้กฎเกณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับ

วิวัฒน์ ชัตติยะมาน และ จัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ (2553: 2-3) กล่าวว่า ผู้เกี่ยวข้องทางการศึกษาได้นำจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูมไปใช้ในระยะเวลาที่ผ่านมามีได้พบจุดอ่อนและข้อจำกัดว่าจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูมได้แบ่งกระบวนการทางปัญญาเรียงลำดับ 6 ขั้น ทำให้เกิดความเข้าใจว่าขั้นตอนดังกล่าวไม่สามารถทับซ้อนหรือเหลื่อมล้ำกันได้ และการที่ผู้เรียนจะสามารถบรรลุถึงกระบวนการทางปัญญาในระดับที่ซับซ้อนหรือสูงขึ้นได้นั้น ต้องบรรลุกระบวนการทางปัญญาที่อยู่ต่ำกว่าทั้งหมดเสียก่อน ก็เป็นมาตรฐานที่เข้มงวดเกินไป ซึ่งในเรื่องนี้ ออร์เมล (Ormell) ได้พบว่า บางครั้งสิ่งที่ต้องการในกระบวนการทางปัญญาในขั้นความรู้ ความจำ ยังมีความซับซ้อนมากกว่าสิ่งที่ต้องการในขั้นการวิเคราะห์หรือการประเมินค่า นอกจากนี้ ไครเซอร์ (Kreitzer) ได้อ้างว่า ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างจุดมุ่งหมายทางการศึกษานี้ได้ยอมรับว่า พวกเขาไม่สามารถให้คำจำกัดความเพื่อจำแนกความแตกต่างระหว่างพฤติกรรมในกระบวนการทางปัญญาของระดับขั้นต่างๆได้อย่างชัดเจน และไครเซอร์เองก็ได้พบว่า กระบวนการทางปัญญาในขั้นการประเมินค่าไม่ได้มีความซับซ้อนกว่ากระบวนการทางปัญญาในขั้นของการสังเคราะห์ และในบางครั้งในขั้นของการสังเคราะห์ก็มีความเกี่ยวเนื่องกับการประเมินค่าด้วย

หลังจากนั้น เดวิด แครทวอลท์และลอรีน แอนเดอร์สัน (David Krathwohl; & Lorin Anderson.1999) ปรับปรุงความสามารถด้านพุทธิพิสัยมาจากบลูม (Bloom. 1956: 201) ดังนี้

1. จำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการได้ บอกได้ ระบุน บอกชื่อได้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถบอกความหมายของทฤษฎีได้

2. เข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป อ้างอิง ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของทฤษฎีได้

3. ประยุกต์ใช้ (Applying) หมายถึง ความสามารถในการนำไปใช้ ประยุกต์ใช้ แก้ไขปัญหา ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาได้

4. วิเคราะห์ (Analysing) หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบาย ลักษณะการจัดการ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่างสองทฤษฎีได้

5. ประเมินค่า (Evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิวิจารณ์ ตัดสิน ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของทฤษฎีได้

6. คิดสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ (Design) วางแผน ผลิต ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถนำทฤษฎีใหม่ไปประยุกต์ใช้ ที่แตกต่างไปจากทฤษฎีเดิมได้

สรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นสามารถทำได้โดยใช้วิธีการที่หลากหลายขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอนที่จะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ และสิ่งที่ต้องการวัด สำหรับการวัดความสามารถทางด้านสติปัญญานั้นนิยมใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยควรวัดให้ครอบคลุมระดับการคิดทั้ง 6 ด้าน โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกโดยวัดความสามารถทางสติปัญญาตามแนวคิดของเดวิด แครทวอลล์และโลริน แอนเดอร์สัน (David Krathwohl & Lorin Anderson, 1999) 4 ด้าน ที่พัฒนามาจากแนวคิดของ บลูม (Bloom) คือ จำ เข้าใจ ประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์ ส่วนการประเมินค่าและคิดสร้างสรรค์ วัดจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

5.4 หลักการและขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชาวล แพร์ตกุล (2552: 284) บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ (2525: 21-30) และพวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2529: 41-46) ได้เสนอหลักการในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีไว้สรุปได้ดังนี้

1. มีความเที่ยงตรงหมายถึงเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์และเนื้อหาที่ต้องการ

2. มีความเชื่อมั่นหมายถึงเครื่องมือวัดที่สามารถให้ผลการวัดได้คงที่ไม่ว่าจะนำเครื่องมือนั้นไปสอบวัดกี่ครั้งก็ตาม

3. มีความเป็นปรนัยซึ่งครอบคลุมลักษณะ 3 ประการได้แก่คำถามมีความชัดเจน การตรวจให้คะแนนชัดเจนทำให้ผู้ตรวจไม่ว่าใครก็ตามตรวจให้คะแนนได้ตรงกันการแปลความหมายตรงกันกล่าวคือคะแนนที่ได้บอกสภาพของผู้สอบตรงกัน

4. มีการถามลึกหมายถึงไม่ถามเพียงแค่พฤติกรรมขั้นความรู้ความจำตามตำราหรือที่ครูสอนเท่านั้นแต่ต้องถามพฤติกรรมขั้นสูงกว่าได้แก่ความเข้าใจการนำไปใช้การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

5. มีความยุติธรรมหมายถึงข้อคำถามต้องไม่มีช่องทางแนะให้เด็กฉลาดใช้ไหวพริบในการตอบได้ถูกไม่เปิดโอกาสให้คนเกียจคร้านที่ตอบคำถามง่าย ๆ ตอบได้

6. มีลักษณะยั่วเป็นแบบอย่างในทางที่ดีหมายถึงข้อสอบต้องประกอบด้วยคำถามที่สร้างแบบอย่างที่ดีแก่ผู้เรียนไม่ควรถามสิ่งที่เป็นตัวอย่างที่ไม่เหมาะสม

7. มีอำนาจจำแนกหมายถึงข้อสอบต้องประกอบด้วยคำถามที่สามารถจำแนกผู้สอบออกเป็นประเภทได้ทุกชั้นทุกระดับอย่างถ่วงถึงตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด

8. มีความยากหมายถึงข้อสอบจะต้องไม่ยากเกินไปและง่ายเกินไป

9. มีลักษณะเฉพาะเจาะจงหมายถึงข้อสอบนั้นจะต้องประกอบด้วยคำถามที่มีความชัดเจนไม่คลุมเครือจนผู้สอบตีความหมายได้แตกต่างกัน

10. มีประสิทธิภาพหมายถึงข้อสอบนั้นจะต้องนำไปใช้ได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก ไม่สิ้นเปลืองเวลา เงินและแรงงานและสามารถนำผลการสอบไปใช้ได้อย่างคุ้มค่า

นอกจากนี้ปัจจัยอีกประการหนึ่งที่มีผลต่อการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีก็คือผู้สร้างแบบทดสอบ ซึ่งต้องเป็นบุคคลที่มีความรู้ในเรื่องที่จะทดสอบ รู้จุดมุ่งหมายของการสอบ มีเทคนิคการตั้งคำถามที่ดี มีทักษะในการใช้ภาษารวมทั้งมีทักษะในการเขียนข้อคำถาม

สำหรับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น นักการศึกษาได้เสนอขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์เจริญ. 2548: 14-15; Travers.1950: 14-29)

1. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะเกิดขึ้นกับผู้เรียนโดยจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จากนั้นลำดับความสำคัญของจุดประสงค์เพื่อนำไปกำหนดจำนวนข้อที่จะนำไปสร้างแบบทดสอบ

2. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Test blueprint) ซึ่งเป็นตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหา ตารางนี้ทำให้ผู้สร้างแบบทดสอบมั่นใจได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นสามารถวัดเนื้อหาในหลักสูตรได้สมดุลและสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนด

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้างซึ่งชนิดของข้อสอบนั้นมีหลายรูปแบบ เช่น แบบถูกผิด แบบจับคู่ แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ แบบตอบสั้น หรือแบบความเรียง ทั้งนี้ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจว่าจะใช้รูปแบบใดโดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และวัยของผู้เรียนแล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร

5. ตรวจสอบข้อสอบเพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการทดสอบจริงแล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพโดยหากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีพออาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้นแล้วจึงจัดทำแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

ดังนั้น หลักในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี คือ ต้องวัดความสามารถของผู้เรียนได้ตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์ที่ต้องการวัด ถูกต้องตามหลักวิชาโดยพิจารณาเลือกรูปแบบของข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์และวัยของผู้เรียน โดยแบบทดสอบที่ดี ต้องมีความยุติธรรม ข้อคำถามชัดเจน เป็นแบบอย่างที่ดีและมีประสิทธิภาพในด้านความเที่ยงตรง ความยากอ่านง่ายและมีความเชื่อมั่น ซึ่งผู้วิจัยได้นำแนวคิดของเดวิด แครทวอลล์และลอรีน แอนเดอร์สัน (David Krathwohl & Lorin Anderson.1999) ทั้ง 6 ด้าน ที่พัฒนามาจากแนวคิดของบลูม (Bloom) และหลักการสร้างแบบทดสอบดังกล่าวมาใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบจำนวน 30 ข้อ

5.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาวนา เทียนขาว (2545) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอนแบบแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภัทรรัตน์ แสงเดือน (2553: 89-90) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสาส์นที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสาส์นสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมและสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขุนทอง คล้ายทอง (2554: 104) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จำนวน 20 คาบ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ส่วนผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและกลุ่มที่เรียนโดยใช้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นไม่แตกต่างกัน

นภาพรณ์ หวานชม (2554: 57) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหงภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 42 คนที่ได้มาจากการเลือกอย่างเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียนซึ่งเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานการวิเคราะห์ข้อมูลใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ $t - test$ for Dependent Samples ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

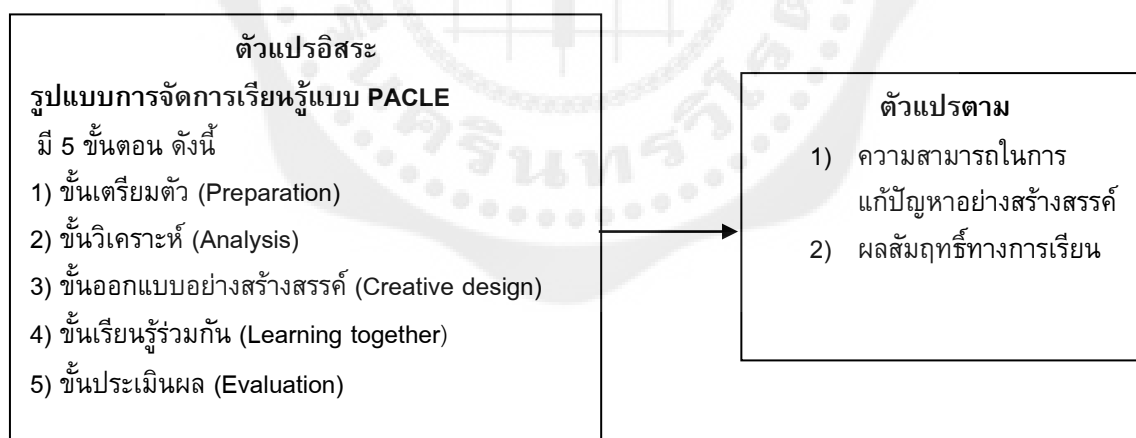
สุชาดา แก้วพิกุล (2555: 100-101) ได้พัฒนากิจกรรมคณิตศาสตร์ที่ใช้การจัดการเรียนการสอนอย่างกระตือรือร้นโดยเน้นการเรียนรู้เป็นคู่ร่วมกับการบริหารสมอง เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านสน จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 19 คน โดยใช้การวิจัยแบบ One group pretest-posttest design ใช้เวลาในการสอน 20 คาบ ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมิท (Smith. 1994: 2528 – A) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 3 กลุ่มคือกลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยายกลุ่มที่สองได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและกลุ่มที่สามได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นวิธีการทดสอบภาคสนามซึ่งเรียกว่าการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการปฏิบัติกิจกรรมแบบบูรณาการ (IASA) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและแบบบรรยายประกอบการให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะเห็นได้ว่าการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนส่วนใหญ่จะมีแนวทางการวิจัยที่คล้ายคลึงกันคือจะนำแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้และทฤษฎีหรือแนวคิดการจัดการเรียนรู้มาใช้เป็นตัวแปรในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำแนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาโดยการบูรณาการกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มาพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6. กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นว่าผู้เรียนยังขาดทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ เนื่องจากเน้นหนักไปด้านความรู้ความจำเนื้อหาเพื่อสอบ ขาดการฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง ขาดการคิดวิเคราะห์ปัญหาและขาดการรู้จักเลือกใช้ข้อมูลที่หลากหลายและเหมาะสมในการแก้ปัญหา จากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สทศ.พบว่ามาตรฐานความสามารถของนักเรียนในเรื่องการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์และการคิดวิจารณ์ญาณและคิดสร้างสรรค์ค่อนข้างต่ำ การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ เป็นกระบวนการหนึ่งที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ เนื่องจากช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดวิจารณ์ญาณ การสร้างนวัตกรรมและกระบวนการออกแบบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2557: 5) ซึ่งการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับความคิดวิจารณ์ญาณ มีการนำความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ โดยผ่านการออกแบบหรือการสร้างชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ดังนั้น การวิจัยในครั้งนี้ จึงมุ่งแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์และกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มาสังเคราะห์เป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 กรอบแนวคิดในการวิจัย

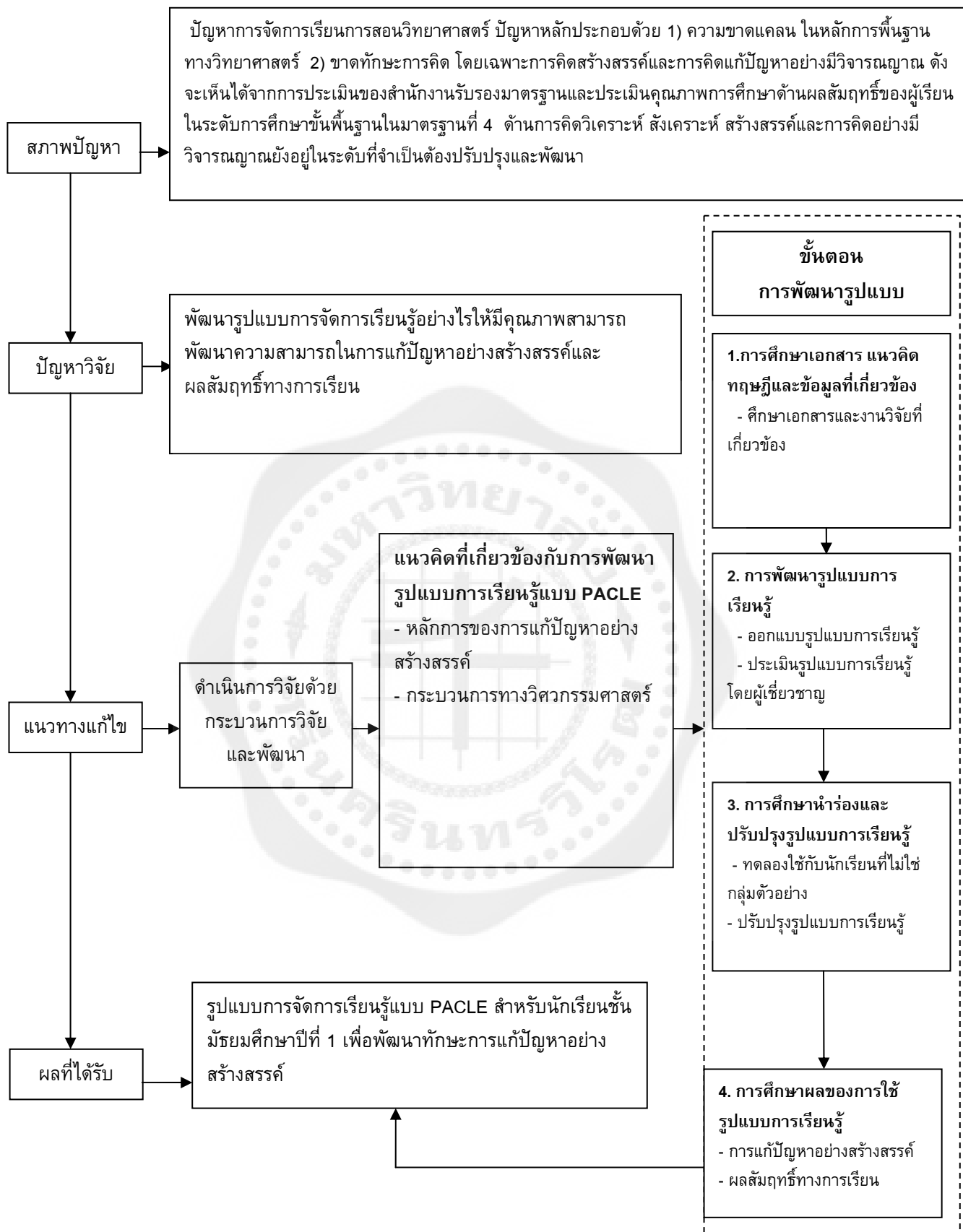
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and development) ซึ่งเป็นกระบวนการศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซึ่งมี 2 ลักษณะ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ประเภทสื่อบรรยาย อุปกรณ์ (Material) และผลิตภัณฑ์ประเภทวิธีการหรือกระบวนการ (Process) โดยดำเนินการทดสอบในสภาพจริงและทำการปรับปรุงผลิตภัณฑ์หลายๆ รอบ จนได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนา กลุ่มคน หน่วยงาน หรือองค์กรให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (วาโร เฟิงส์วีสดี, 2552) โดยในการวิจัยครั้งนี้ เป็นกระบวนการวิจัยและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE ซึ่งมีวิธีการดำเนินการ 4 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้
- ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้และหาประสิทธิภาพรูปแบบการเรียนรู้
- ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการเรียนรู้

แนวคิดและขั้นตอนการวิจัยดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 สรุปแนวคิดและขั้นตอนการวิจัยการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

โดยในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนนี้ เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสภาพปัจจุบันเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ปัญหาของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการออกแบบและสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE โดยมีวิธีดำเนินการดังนี้

1. ศึกษานโยบายและแนวคิดในการจัดการศึกษาที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนด ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นองค์ประกอบทักษะชีวิต ดังจะเห็นได้จากองค์ประกอบที่ 2 ซึ่งได้กล่าวถึงการคิดวิเคราะห์ ตัดสินใจ และแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยหมายถึง การแยกแยะข้อมูลข่าวสาร ปัญหาและสถานการณ์รอบตัว วิพากษ์วิจารณ์และประเมินสถานการณ์รอบตัวด้วยหลักเหตุผลและข้อมูลที่ต้องการ รับรู้ปัญหาสาเหตุของปัญหา หาทางเลือกและตัดสินใจในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ อย่างสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) โดยมีพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 เป็นแนวทางในการจัดการศึกษาของประเทศซึ่งนำมาสู่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ซึ่งมีได้เน้นเพียงเนื้อหาสาระใน 8 กลุ่มสาระเท่านั้น แต่ยังมุ่งเน้นให้นักเรียนพัฒนาด้านความคิดความสามารถ ซึ่งเป็นสมรรถนะที่นักเรียนควรมี ประกอบด้วย 1) ความสามารถในการสื่อสาร 2) ความสามารถในการคิด ได้แก่ คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดอย่างเป็นระบบ 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และ 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่การศึกษาจะมุ่งเน้นทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตอยู่ในโลกที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552)

2. ศึกษาสภาพปัญหาของการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์

ผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐานหรือโอเน็ต (O-NET) ปี พ.ศ. 2553-2556 พบว่า คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็มทุกปี (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2557) และผลการประเมินตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ ในรอบการประเมิน PISA 2009 ผลปรากฏว่า นักเรียนไทยมีอันดับของคะแนนเฉลี่ยด้านการรู้วิทยาศาสตร์และการรู้คณิตศาสตร์ในอันดับที่ 49 และ 52 ตามลำดับ จากประเทศที่เข้าร่วมการประเมินทั้งหมด 65 ประเทศ และเมื่อพิจารณาระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า มีนักเรียนถึงร้อยละ 42.8 ที่มีการรู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐานหรือระดับ 2 (โครงการ PISA ประเทศไทย, 2554: 170) สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สทศ. ได้แสดงให้เห็นข้อจำกัด และปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยปัญหาหลักประกอบด้วย 1)

ความขาดแคลน ในหลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ 2) ขาดทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดสร้างสรรค์และการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2554: 3) จากผลการประเมินตามโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ ในรอบการประเมิน PISA 2009 ในด้านการอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ ผลปรากฏว่า นักเรียนไทยมีอันดับของคะแนนเฉลี่ยด้านการรู้วิทยาศาสตร์และการรู้คณิตศาสตร์ในอันดับที่ 49 และ 52 ตามลำดับ จากประเทศที่เข้าร่วมการประเมินทั้งหมด 65 ประเทศ นั้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนวัยจบการศึกษาภาคบังคับของไทยเมื่อเทียบกับประเทศสมาชิก OECD และประเทศอื่นๆ แล้วยังไม่แสดงศักยภาพการแข่งขันทางเศรษฐกิจได้ในอนาคต ผลการประเมินชี้ว่าไทยยังต้องปรับปรุงอย่างเร่งด่วน ทั้งเรื่องครู ทรัพยากร การเรียนและการจัดการต่างๆ ในระบบโรงเรียน (โครงการ PISA ประเทศไทย. 2554: ปกหน้า) ในขณะที่กลุ่มเด็กวัยเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าร้อยละ 50 และมาตรฐานความสามารถของนักเรียนในเรื่องการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์และการคิดวิจารณ์และคิดสร้างสรรค์ค่อนข้างต่ำ (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. ม.ป.ป: 1)

ปัญหาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ยังไม่ประสบความสำเร็จในการพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถด้านกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนเพื่อส่งเสริมศักยภาพทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

3. ศึกษากระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์

กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน คือ การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูล การค้นหาแนวคิดและเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด การวางแผนและพัฒนา การปฏิบัติและทดสอบ การนำเสนอ และการประเมินผล ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวผู้วิจัยนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การระบุปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการระบุปัญหา สร้างเกณฑ์ในการเลือกปัญหา และบอกสาเหตุของปัญหาที่ต้องการแก้ไข ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2. การรวบรวมข้อมูล หมายถึง การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้อยู่หรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหาอย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง การค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์หรือเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ พิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหา

3. การค้นหาแนวคิดและเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด หมายถึง ขั้นตอนในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลาย แปลงใหม่ โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

4. การวางแผนและพัฒนา หมายถึง การวางแผนการดำเนินงาน กำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน ขั้นตอนในการประกันความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหา ตรวจสอบ ทบทวนเพื่อยืนยันหรือปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา ในขั้นตอนของการพัฒนา ผู้แก้ปัญหามust วาดแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

5. การปฏิบัติและทดสอบ หมายถึง ขั้นตอนในการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ออกแบบและสร้างชิ้นงาน มีการกำกับและติดตามการแก้ปัญหา สังเกตและสะท้อนรวมทั้งปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหาและชิ้นงาน เปรียบเทียบกับผลลัพธ์หรือจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ มีการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมในการแก้ปัญหา เมื่อเป็นไปตามแผนที่วางไว้ ก็ให้การเสริมแรงตนเอง

6. การนำเสนอ หมายถึง ผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของตนเอง ร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลหรือชิ้นงานของตนเอง

7. การประเมินผล หมายถึง ขั้นตอนที่ผู้เรียน ตัดสินใจในการยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลและชิ้นงานของตนเองอีกครั้งในการแก้ไขปัญหา มีการประเมินการแก้ปัญหาและชิ้นงานของตนเองว่ามีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามาตามที่ต้องการหรือไม่

4. ศีกรูปแบบและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์

กระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์เน้นความคิดระดับสูง 3 ประเภท คือ การแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดสร้างสรรค์ ที่สามารถทำงานร่วมกันอย่างลงตัว สามารถสรุปแนวคิดพฤติกรรมแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ 2 ลักษณะคือ 1) เน้นการจัดการที่ตัวปัญหา คือ เน้นการแก้ไขตัวปัญหาให้ประสบผลสำเร็จ และ 2) เน้นการจัดการกับอารมณ์ที่มีต่อปัญหาและการแก้ปัญหา โดยการแก้ไขจะเน้นอารมณ์ของผู้แก้ปัญหามีต่อสถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้น กระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ควรประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ การเข้าถึงปัญหา การคิดและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา การทบทวนและเตรียมการ การวางแผนแก้ปัญหา และการตรวจสอบการปฏิบัติ ซึ่งการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์นั้นมี 3 ประการ คือ การวัดผลของการคิด การวัดกระบวนการคิด และการวัดคุณลักษณะทางการคิดของบุคคล เครื่องมือที่ใช้ประเมินมี 2 แบบ คือ แบบประเมินพฤติกรรมและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ที่มีลักษณะเป็นคำถามแบบปลายเปิด โดยส่วนใหญ่จะใช้แบบทดสอบแบบสถานการณ์ซึ่งมีทั้งแบบให้นักเรียนเขียนตอบเองในกรณีที่ทำได้ และให้นักเรียนได้ตอบคำถามแล้ว

ผู้ทดสอบประเมินจากการตอบ มีการประเมินความคิด 5 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความสง่างามในการคิด และความคิดอย่างมีเหตุผล ให้คะแนนโดยการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนรูปรีด สำหรับในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะวัด 4 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดอย่างมีเหตุผล และมีการจัดการกับอารมณ์ที่มีต่อปัญหาและการแก้ปัญหาโดยการบันทึกพฤติกรรมขณะแก้ปัญหาของตนเอง มีการเสริมแรงระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมจากครูและจากเพื่อนนักเรียน

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้

การออกแบบและสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้นำกรอบแนวคิดที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาเป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การจัดทำรูปแบบการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หรือหลักการของรูปแบบการเรียนรู้ตามข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 นำมาเป็นกรอบแนวคิดในการกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ ดังนี้

2.1.1 แนวคิดหรือหลักการของรูปแบบ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมา คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE โดยสังเคราะห์มาจากกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.1.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1.3 กิจกรรมหรือขั้นตอนของรูปแบบ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE มีขั้นตอนของรูปแบบ ดังนี้

1) **ขั้นเตรียมตัว (Preparation)** หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้สอนตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ทบทวนความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ความรู้ใหม่ เป็นการเตรียมผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะกระบวนการตามตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลาง 2551

2) **ขั้นวิเคราะห์ (Analysis)** หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ถึงประเด็นของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด มีการระบุปัญหา สร้างเกณฑ์และตัดสินใจในการเลือกเลือกปัญหา บอกสาเหตุของปัญหา และแสวงหาวิธีการในการแก้ไขปัญหาได้อย่างหลากหลายและแปลกใหม่ โดยไม่มีการตัดสินใจว่าความคิดนั้นผิดหรือถูก และสร้างเกณฑ์และตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีการทบทวนและเตรียมการในการปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา พร้อมทั้งวิเคราะห์และคาดการณ์ถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากปัจจัยที่จะสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคต่อวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงการวางแผนในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และวิเคราะห์วิธีการเพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี

3) ขั้นตอนออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative design) หมายถึง ขั้นตอนที่ผู้เรียน นำวิธีการแก้ปัญหา มาวางแผนการออกแบบวิธีการหรือชิ้นงาน สร้างชิ้นงาน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาถึงความแปลกใหม่ ทรัพยากร ข้อจำกัด ต้นทุนและเวลา นำวิธีการหรือชิ้นงานไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาวิธีการในการแก้ไขปัญหา การออกแบบและสร้างชิ้นงานเพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายหรือเงื่อนไขที่กำหนด การบันทึกพฤติกรรมตนเองในการแก้ปัญหา การให้การเสริมแรงตนเองในขณะที่ทำการแก้ปัญหา

4) ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน (Learning together) หมายถึง ขั้นตอนที่ผู้เรียนนำวิธีการแก้ปัญหามาเรียนรู้ร่วมกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอผลงาน เพื่อให้ผู้เรียนได้ เปรียบเทียบผลการคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลในการนำสู่การลงข้อสรุปของตน เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น และเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้และอภิปรายร่วมกัน ผู้เรียนได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่เพื่อที่จะตอบคำถามหรือแก้ปัญหาบางอย่างร่วมกัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลหรือชิ้นงานของตนเอง

5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) หมายถึง ขั้นตอนที่ผู้เรียนทบทวนวิธีการคิดต่างๆของตนเองเพื่อนำไปสู่การประเมินค่าของประสบการณ์ที่ได้รับจากการปฏิบัติร่วมกันและปรับกระบวนการคิดในการนำไปปฏิบัติ ตัดสินใจในการยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลและชิ้นงานของตนเองอีกครั้งในการแก้ไขปัญหา มีการประเมินการแก้ปัญหาและชิ้นงานของตนเอง สร้างคำอธิบายกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเกิดการสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง โดยแสดงเหตุผลสนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานและข้อมูลที่นำเสนอ

2.1.4 การวัดและประเมินผลรูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE มีรายละเอียดดังนี้ นำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นเสนอต่อประธานและคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อพิจารณาและแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ หลังจากนั้นจึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล และผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ (รายนามปรากฏในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนรู้ โดยเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ และไม่สอดคล้อง จำนวน 8 ข้อ และข้อเสนอแนะแบบปลายเปิด แล้วนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีค่าดัชนีความสอดคล้องแต่ละข้อ อยู่ระหว่าง 0.60 -1.00 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 0.5 จึงจะถือว่ายอมรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น (รายละเอียดดังตารางที่ 21 ในภาคผนวก ง) ทำการปรับปรุงและแก้ไขตามข้อเสนอแนะของกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญ ดังตาราง 7

ตาราง 7 การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLEตามข้อเสนอแนะของกรรมการที่
 ปรึกษาปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

ก่อนปรับปรุงรูปแบบฯ	หลังปรับปรุงรูปแบบฯ
1. ขั้นเตรียมตัว (Preparation) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้สอนตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ทบทวนความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ความรู้ใหม่ เป็นการเตรียมผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะ กระบวนการที่จำเป็นในการแก้ไขปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ในสถานการณ์ที่กำหนด	1. ขั้นเตรียมตัว (Preparation) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้สอนตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ทบทวนความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ความรู้ ใหม่ เป็นการเตรียมผู้เรียนให้มีความรู้และ ทักษะกระบวนการตามตัวชี้วัดของหลักสูตร แกนกลาง 2551
2. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ถึงประเด็นของ ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด และมีการ จัดลำดับความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น มีการ รวบรวมข้อมูลและวิธีการแก้ปัญหาที่มีความ หลากหลายและแปลกใหม่หรือแตกต่างจากคนอื่น โดยไม่มีการตัดสินว่าความคิดนั้นผิดหรือถูก แล้ว จึงวิเคราะห์ถึงข้อดีและข้อเสียของวิธีแก้ปัญหาแต่ ละวิธี กำหนดเกณฑ์การคัดเลือกและเลือกวิธี แก้ปัญหาที่ดีที่สุด	2. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ขั้นตอน ที่ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ถึงประเด็นของปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนด มีการระบุปัญหา สร้างเกณฑ์และตัดสินใจในการเลือกเลือก ปัญหา บอกสาเหตุของปัญหา และแสวงหา วิธีการในการแก้ไขปัญหาได้อย่างหลากหลาย และแปลกใหม่ โดยไม่มีการตัดสินว่าความคิด นั้นผิดหรือถูก และสร้างเกณฑ์และตัดสินใจ เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ ที่กำหนดให้ มีการทบทวนและเตรียมการใน การปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา พร้อมทั้งวิเคราะห์ และคาดการณ์ถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นจาก ปัจจัยที่จะสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคต่อวิธีการ แก้ปัญหา รวมถึงการวางแผนในการแก้ไข ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และวิเคราะห์วิธีการ เพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี

ตาราง 7 (ต่อ)

ก่อนปรับปรุงรูปแบบฯ	หลังปรับปรุงรูปแบบฯ
3. ชั้นออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative Design) หมายถึง นำวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดมาจัดลำดับวิธีการในการแก้ปัญหา มีขั้นตอนในการแก้ปัญหา วางแผนออกแบบในการแก้ไขปัญหาที่มีความแปลกใหม่หรือแตกต่างจากคนอื่น มีการออกแบบวิธีการหรือชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาถึงทรัพยากร ข้อจำกัด ต้นทุนและเวลา นำวิธีการหรือชิ้นงานไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนด ปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาการออกแบบชิ้นงานและวิธีการในการแก้ปัญหา	3. ชั้นออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative design) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียน นำวิธีการแก้ปัญหา มาวางแผนการออกแบบวิธีการหรือชิ้นงาน สร้างชิ้นงาน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาถึงความแปลกใหม่ ทรัพยากร ข้อจำกัด ต้นทุนและเวลา นำวิธีการหรือชิ้นงานไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาวิธีการในการแก้ไขปัญหา การออกแบบและสร้างชิ้นงานเพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายหรือเงื่อนไขที่กำหนด การบันทึกพฤติกรรมตนเองในการแก้ปัญหา และการให้การเสริมแรงตนเองในขณะที่ทำการแก้ปัญหา
4. ชั้นเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียนนำวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดมาเรียนรู้ร่วมกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอผลงาน เพื่อให้ผู้เรียนได้ เปรียบเทียบผลการคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลในการนำสู่การลงข้อสรุปของตน เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น และเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้และอภิปรายร่วมกัน ผู้เรียนได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่เพื่อที่จะตอบคำถามหรือแก้ปัญหบางอย่างร่วมกัน ตัดสินใจในการยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลหรือชิ้นงานของตนเองอีกครั้ง เพื่อสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน สร้างคำอธิบายกับองค์	4. ชั้นเรียนรู้ร่วมกัน (Learning together) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียนนำวิธีการแก้ปัญหามาเรียนรู้ร่วมกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอผลงาน เพื่อให้ผู้เรียนได้ เปรียบเทียบผลการคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลในการนำสู่การลงข้อสรุปของตน เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น และเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้และอภิปรายร่วมกัน ผู้เรียนได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่เพื่อที่จะ

ตาราง 7 (ต่อ)

ก่อนปรับปรุงรูปแบบฯ	หลังปรับปรุงรูปแบบฯ
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับในปัจจุบัน ด้วยการให้หลักฐานและเหตุผลที่ตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์	ตอบคำถามหรือแก้ปัญหาบางอย่างร่วมกัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลหรือชิ้นงานของตนเอง แก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) หมายถึง การนำข้อมูลวิธีการและการออกแบบชิ้นงานหรือชิ้นงานที่พัฒนาและปรับปรุงแล้วที่ดีที่สุดไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง หรือเปรียบเทียบผู้เรียนทบทวนความรู้ที่ได้รับ วิธีการคิดต่างๆ ของตนเองเพื่อนำไปสู่การประเมินค่าของประสบการณ์ที่ได้รับจากการปฏิบัติร่วมกันและปรับกระบวนการคิดในการนำไปปฏิบัติ เกิดกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเกิดการสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเองกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และสามารถแก้ปัญหาได้	5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียนทบทวนวิธีการคิดต่างๆ ของตนเองเพื่อนำไปสู่การประเมินค่าของประสบการณ์ที่ได้รับจากการปฏิบัติร่วมกันและปรับกระบวนการคิดในการนำไปปฏิบัติ ตัดสินใจในการยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลและชิ้นงานของตนเองอีกครั้งในการแก้ไขปัญหา มีการประเมินการแก้ปัญหาและชิ้นงานของตนเอง สร้างคำอธิบายกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเกิดการสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง โดยแสดงเหตุผลสนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานและข้อมูลที่นำเสนอถือ

2.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การเขียนแบบบันทึกพฤติกรรมตนเองขณะแก้ปัญหา เพื่อใช้ในการควบคุมหรือจัดการกับอารมณ์ของตนเองและเป็นการเสริมแรงตนเองในระหว่างการแก้ปัญหา และการเขียนอนุทิน โดยมีการบันทึกลงในอนุทิน 3 ประเด็น คือ 1) ความรู้ที่ได้รับ 2) สิ่งที่ยากเรียนรู้เพิ่มเติม และ 3) ความรู้สึกต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และได้นำข้อมูลจาก

แบบบันทึกพฤติกรรมตนเองและอนุทินมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อสนับสนุนข้อมูลเชิงปริมาณจากการตอบคำถามการวิจัยและการอภิปรายผลการวิจัย

2.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2) กำหนดหน่วยการเรียนรู้ เนื้อหาการเรียนรู้ และระยะเวลาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม ดังตาราง 8

ตาราง 8 หน่วยการเรียนรู้ เนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมและระยะเวลาที่ใช้

หน่วยการเรียนรู้	แนวคิดวิทยาศาสตร์	แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนคาบเรียน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แรง	- ความหมายของแรง - ประเภทของแรง - การทดลองเกี่ยวกับแรง	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แรง 1. ขั้นเตรียมตัว - นักเรียนออกมาสาธิตเกี่ยวกับแรงที่มีผลต่อวัตถุ - นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องแรง - นักเรียนทำการทดลองเรื่องแรง - นักเรียนทำใบงานเรื่องแรง 2. ขั้นวิเคราะห์ - ครูสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับแรง - นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2 แก้อัศจรรย์พลัง โดยการระดมความคิดในการหาปัญหาและวิธีการในการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด จากนั้นตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เกณฑ์พิจารณาและบอกเหตุผล และวางแผนการแก้ปัญหา	5

ตาราง 8 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	แนวคิดวิทยาศาสตร์	แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนคาบเรียน
		3. ขั้นตอนออกแบบอย่างสร้างสรรค์ - นักเรียนออกแบบเก้าอี้ทรงพลังลงในกระดาษกริด - เลือกซื้อวัสดุและสร้างเก้าอี้ทรงพลังตามแบบ - ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงเก้าอี้ทรงพลัง 4. ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน - นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เก้าอี้ทรงพลัง - นักเรียนร่วมกันอภิปรายและเปรียบเทียบการใช้เก้าอี้ทรงพลังในการแก้ปัญหของแต่ละกลุ่ม 5. ขั้นประเมินผล - นักเรียนยืนยันหรือปรับปรุงเก้าอี้ทรงพลังของตนเอง - นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับ	
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ปริมาณทางวิทยาศาสตร์ และตำแหน่งของวัตถุ	- ปริมาณเวกเตอร์ - ปริมาณสเกลาร์ - ระยะทาง - การกระจัด	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ปริมาณทางวิทยาศาสตร์และตำแหน่งของวัตถุ 1. ขั้นเตรียมตัว - ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับการอธิบายจุดนัดพบและการบอกตำแหน่งหรือเส้นทาง - นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องปริมาณทางวิทยาศาสตร์และตำแหน่งของวัตถุ - นักเรียนทำใบงานเรื่องปริมาณทางวิทยาศาสตร์และตำแหน่งของวัตถุ - ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาเส้นทางภายใน มศว องค์กรักษ์	4

ตาราง 8 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	แนวคิดวิทยาศาสตร์	แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนคาบเรียน
		2. ขั้นวิเคราะห์ - ครูสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับการบอกเส้นทาง - นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 3 จะไปทางไหนดี โดยการระดมความคิดในการหาปัญหาและวิธีการในการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด จากนั้นตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เกณฑ์พิจารณาและบอกเหตุผล และวางแผนการแก้ปัญหา 3. ขั้นตอนออกแบบอย่างสร้างสรรค์ - นักเรียนออกแบบแผนผังลงในกระดาษกริด - เลือกซื้อวัสดุและสร้างแผนผังตามแบบ - ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแผนผัง 4. ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน - นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้แผนผัง - นักเรียนร่วมกันอภิปรายและเปรียบเทียบการใช้แผนผังในการแก้ปัญหของแต่ละกลุ่ม 5. ขั้นประเมินผล - นักเรียนยืนยันหรือปรับปรุงแผนผังของตนเอง - นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับ	

ตาราง 8 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	แนวคิดวิทยาศาสตร์	แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนคาบเรียน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การเคลื่อนที่	- การเคลื่อนที่แนวตรง - การเคลื่อนที่แนวโค้ง - การเคลื่อนที่แบบวงกลม - การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกส์	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การเคลื่อนที่ 1. ขั้นเตรียมตัว - ครูทบทวนเรื่องแรงโดยการเรียกถามนักเรียน - นักเรียนออกมาสาธิตการเคลื่อนที่แบบต่างๆ - นักเรียนทำการทดลองเรื่องการเคลื่อนที่ - นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องการเคลื่อนที่ - นักเรียนทำใบงานเรื่องการเคลื่อนที่ 2. ขั้นวิเคราะห์ - ครูสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ - นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 5 มาดูแลไข่โดยการระดมความคิดในการหาปัญหาและวิธีการในการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด จากนั้นตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เกณฑ์พิจารณาและบอกเหตุผล และวางแผนการแก้ปัญหา 3. ขั้นออกแบบอย่างสร้างสรรค์ - นักเรียนออกแบบอุปกรณ์ดูแลไข่ลงในกระดาษกริด - เลือกซื้อวัสดุและสร้างอุปกรณ์ดูแลไข่ตามแบบ - ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงอุปกรณ์ดูแลไข่ 4. ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน - นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้อุปกรณ์ดูแลไข่	

ตาราง 8 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	แนวคิดวิทยาศาสตร์	แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนคาบเรียน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ	- ความเร็ว - อัตราเร็ว	- นักเรียนร่วมกันอภิปรายและเปรียบเทียบการใช้อุปกรณ์ดูแลไขในการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม 5. ขั้นประเมินผล - นักเรียนยืนยันหรือปรับปรุงอุปกรณ์ดูแลไขของตนเอง - นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับ 1. ขั้นเตรียมตัว - ครูทบทวนเรื่องระยะทางและการกระจัดโดยเรียกถามนักเรียน - นักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อมูลการแข่งขันวิ่งทางตรง - นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องอัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ - นักเรียนทำใบงานเรื่องอัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ 2. ขั้นวิเคราะห์ - ครูสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับความเร็ว - นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 6 เพื่อเด็กน้อยโดยการระดมความคิดในการหาปัญหาและวิธีการในการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด จากนั้นตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เกณฑ์พิจารณาและบอกเหตุผล และวางแผนการแก้ปัญหา 3. ขั้นออกแบบอย่างสร้างสรรค์ - นักเรียนออกแบบรถพลังงานลมลงในกระดาษกริด	4

ตาราง 8 (ต่อ)

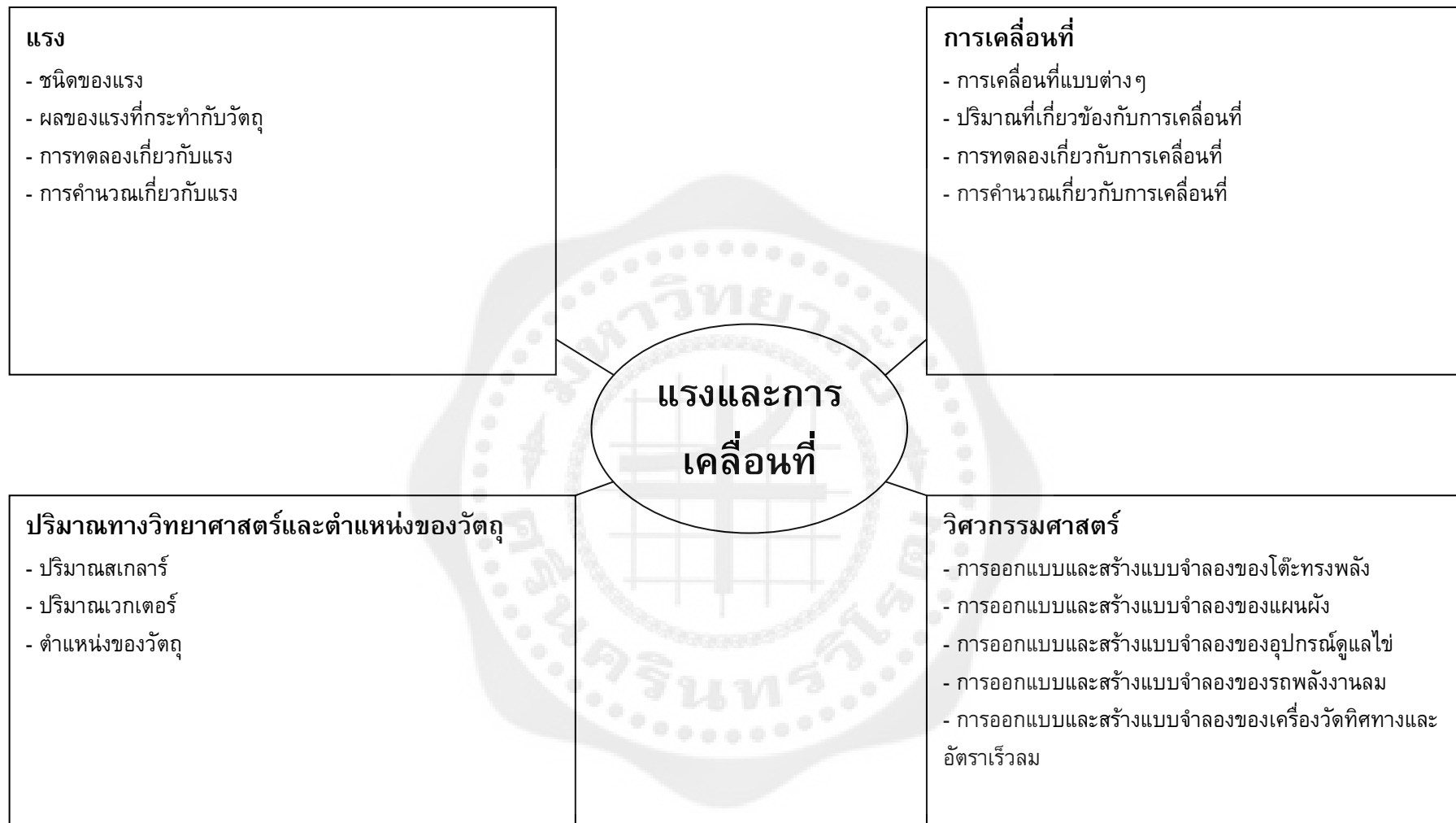
หน่วยการ เรียนรู้	แนวคิดวิทยาศาสตร์	แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวน คาบ เรียน
		- เลือกซื้อวัสดุและสร้างรถพลังงานลมตามแบบ - ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงรถพลังงานลม 4. ชั้นเรียนรู้ร่วมกัน - นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้รถพลังงานลม - นักเรียนร่วมกันอภิปรายและเปรียบเทียบการใช้รถพลังงานลมในการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม 5. ชั้นประเมินผล - นักเรียนยืนยันหรือปรับปรุงรถพลังงานลมของตนเอง - นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับ	
หน่วยการ เรียนรู้ที่ 5 การ ประยุกต์ใช้ แรงและ การ เคลื่อนที่	การนำความรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ไปประยุกต์ใช้	- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เครื่องวัดทิศทางและอัตราเร็วลม 1. ขั้นเตรียมตัว - ครูทบทวนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่โดยการถามนักเรียน - นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่องการวัดความเร็วและทิศทางลม - นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการวัดความเร็วและทิศทางลม 2. ขั้นวิเคราะห์ - ครูสร้างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับแรงและการเคลื่อนที่	3

ตาราง 8 (ต่อ)

หน่วย การ เรียนรู้	แนวคิด วิทยาศาสตร์	แผนการจัดการเรียนรู้	จำนวน คาบ เรียน
		- นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 7 เรื่องของลม โดยการระดมความคิดในการหาปัญหาและวิธีการในการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด จากนั้นตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เกณฑ์พิจารณาและบอกเหตุผล และวางแผนการแก้ปัญหา 3. ขั้นตอนออกแบบอย่างสร้างสรรค์ - นักเรียนออกแบบเครื่องวัดทิศทางและอัตราเร็วลมลงในกระดาษกริด - เลือกซื้อวัสดุและสร้างเครื่องวัดทิศทางและอัตราเร็วลมตามแบบ - ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงเครื่องวัดทิศทางและอัตราเร็วลม 4. ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน - นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เครื่องวัดทิศทางและอัตราเร็วลม - นักเรียนร่วมกันอภิปรายและเปรียบเทียบการใช้เครื่องวัดทิศทางและอัตราเร็วลมในการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม 5. ขั้นประเมินผล - นักเรียนยืนยันหรือปรับปรุงเครื่องวัดทิศทางและอัตราเร็วลมของตนเอง - นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับ	
รวม			21

3) การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 รายละเอียดของผังมโนทัศน์และการวิเคราะห์เนื้อหาแสดงได้ดังภาพประกอบ 10 ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล (รายละเอียดดังภาคผนวก ข)





ภาพประกอบ 10 การวิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4) หากคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

4.1) นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปเสนอต่อประธานและคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท พิจารณาด้านความเหมาะสมของภาษา ความเหมาะสมของเนื้อหา การลำดับเนื้อหา ความง่ายของเนื้อหา ความถูกต้องของเนื้อหา บทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษา

4.2) นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล และผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ และไม่สอดคล้อง จำนวน 5 แผนการเรียนรู้ และข้อเสนอแนะแบบปลายเปิด แล้วนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้น มีค่าดัชนีความสอดคล้องแต่ละข้อ อยู่ระหว่าง 0.6-1.0 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 0.5 จึงจะถือว่ายอมรับแผนการจัดการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้น (รายละเอียดดังตารางที่ 22 ในภาคผนวก จ)

2.2.2 แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย กำหนดสถานการณ์มาให้ 2 สถานการณ์ และตอบคำถามจำนวน 9 ข้อในแต่ละสถานการณ์ มีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแนวคิดและหลักการของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แล้วเขียนนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่ใช้ในการคิดหาคำตอบ โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ ร่วมกับความคิดวิจารณ์ญาณ เพื่อแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ โดยใช้วิธีการที่หลากหลายแปลกใหม่ และพิจารณาตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล บนเงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ ซึ่งการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์พิจารณา 4 ด้าน คือ 1) ความคิดคล่อง หมายถึง ความคิดที่สามารถคิดออกมาได้อย่างรวดเร็วในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือสถานการณ์หนึ่งๆ ได้หลากหลายแนวทาง โดยสามารถวัดได้จากปริมาณความคิดที่คิดได้ในเรื่องหนึ่งๆ 2) ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความคิดที่ถูกนำมาจัดเป็นหมวดหมู่ มีหลักเกณฑ์ที่น่าเชื่อถือ ซึ่งถือเป็นการหลีกเลี่ยงความคิดซ้ำซ้อนและเพิ่มคุณภาพของความคิด และเป็นพื้นฐานที่นำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ที่มีคุณภาพ ซึ่งวัดได้จากการพิจารณาการจัดประเภทคำตอบของนักเรียนให้เป็นหมวดหมู่ตามทิศทางที่แตกต่างกันไป 3) ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ ไม่ซ้ำแบบใคร เป็นความคิดที่ได้มาจากการใช้จินตนาการและความรู้มาดัดแปลงให้เกิดความคิดใหม่ที่แตกต่างออกไป โดยวัดได้จากความแปลกใหม่ของแนวคิดที่มี โดยการหาร้อยละของความคิดที่ได้ออกมาทั้งหมด และ 4) ความคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง ความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล ที่เป็นพื้นฐานในการคิด หรือต่อยอดความคิดอื่นๆ ซึ่งต้องสอดคล้อง สนับสนุน ส่งเสริมให้ความคิดอื่นๆ ถูกต้องและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ซึ่งการประเมิน

ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในแต่ละด้านจะพิจารณาคำตอบที่สอดคล้องกับความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดอย่างมีเหตุผล โดยองค์ประกอบ 5 ด้านมีดังนี้

1.1) การเข้าถึงปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการระบุปัญหา สร้างเกณฑ์ในการเลือกปัญหา และบอกสาเหตุของปัญหาที่ต้องการแก้ไข ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

1.2) การคิดและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลาย แปลกใหม่ การสร้างเกณฑ์ในการเลือกวิธีการแก้ปัญหา และสามารถตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

1.3) การทบทวนและเตรียมการ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการประกันความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหา ตรวจสอบ ทบทวนเพื่อยืนยันหรือปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา ประเมินวิธีการแก้ปัญหาโดยคาดการณ์ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากปัจจัยที่จะสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคต่อวิธีการแก้ปัญหา

1.4) การวางแผนแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหา สิ่งที่ต้องใช้ ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และผลที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหา รวมทั้งวิธีการเพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี

1.5) การตรวจสอบการปฏิบัติ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดหาวิธีการเพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี โดยการยึดขั้นตอนและเป้าหมายของการแก้ปัญหา การเตือนตนเองและการบันทึกสิ่งต่างๆระหว่างการแก้ปัญหา การให้การเสริมแรงตนเองในขณะที่ทำการแก้ปัญหา และการประเมินตนเองขณะแก้ปัญหา

2) สร้างแบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับใช้แนวการวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของสมปอง เพชรโรจน์ (2549) สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) และกัญญารัตน์ โคจร (2554) โดยใช้แนวคิดการประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของวาง ชาง และลี (Wang, Chang; & Li. 2008) และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ โดยครอบคลุมความคิดทั้ง 4 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดมีเหตุผล (รายละเอียด แสดงดังภาคผนวก ค)

3) จัดทำเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เกณฑ์การตรวจให้คะแนนดังตาราง 9

ตาราง 9 ลักษณะของข้อคำถามและเกณฑ์การตรวจให้คะแนน

ขั้นตอน	คำถาม	สิ่งที่วัด	เกณฑ์
ขั้นตอนที่ 1 การเข้าถึง ปัญหา (32 คะแนน)	คำถามข้อ 1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ขอให้ นักเรียนระบุปัญหาให้ได้มากที่สุด (12 คะแนน)	- ความคิดคล่อง - ความคิดยืดหยุ่น - ความคิดริเริ่ม	คะแนนความคิดคล่อง เป็นการนับคำตอบที่นักเรียนตอบได้ ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับของคนอื่นหรือไม่ มีเกณฑ์ดังนี้ ไม่ตอบ หรือไม่มีคำตอบที่เป็นไปได้ ให้ 0 คะแนน คำตอบที่เป็นไปได้ จำนวน 1-2 คำตอบ ให้ 1 คะแนน คำตอบที่เป็นไปได้ จำนวน 3-4 คำตอบ ให้ 2 คะแนน คำตอบที่เป็นไปได้ จำนวน 5-6 คำตอบ ให้ 3 คะแนน คำตอบที่เป็นไปได้ จำนวนมากกว่า 6 คำตอบ ให้ 4 คะแนน คะแนนความคิดยืดหยุ่น ให้คะแนนโดยนับจำนวนกลุ่มหรือจำนวนประเภทของคำตอบ โดยนำคำตอบจากการให้คะแนนความคิดคล่องไปจัดกลุ่มหรือประเภทใหม่คำตอบใดเป็นคำตอบทิศทางเดียวกันหรือความหมายเดียวกัน จัดเป็นประเภทเดียวกัน แล้วนับจำนวนประเภทและให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้

ตาราง 9 (ต่อ)

ขั้นตอน	คำถาม	สิ่งที่วัด	เกณฑ์
			ไม่ตอบ หรือไม่มีคำตอบที่เป็นไปได้ ให้ 0 คะแนน มีคำตอบที่เป็นไปได้ จำนวน 1 ประเภท ให้ 1 คะแนน มีคำตอบที่เป็นไปได้ จำนวน 2 ประเภท ให้ 2 คะแนน มีคำตอบที่เป็นไปได้ จำนวน 3 ประเภท ให้ 3 คะแนน มีคำตอบที่เป็นไปได้ จำนวนมากกว่า 3 ประเภท ให้ 4 คะแนน คะแนนความคิดริเริ่ม ให้คะแนนเฉพาะคำตอบที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับนักเรียนคนอื่นที่เข้าสอบ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนริเริ่ม ดังนี้ คำตอบที่ซ้ำกันตั้งแต่ 5 คนขึ้นไป ให้ 0 คะแนน คำตอบที่ซ้ำกัน 4 คน ให้ 1 คะแนน คำตอบที่ซ้ำกัน 3 คน ให้ 2 คะแนน คำตอบที่ซ้ำกัน 2 คน ให้ 3 คะแนน

ตาราง 9 (ต่อ)

ขั้นตอน	คำถาม	สิ่งที่วัด	เกณฑ์
			คำตอบไม่ซ้ำกับคนอื่น ให้ 4 คะแนน
	คำถามข้อ 2 ถ้านักเรียนต้องการคัดเลือกปัญหาที่ต้องแก้ไข นักเรียนจะพิจารณาจากเกณฑ์อะไรบ้าง (8 คะแนน) 2.1 เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาปัญหา 2.2 ตารางการพิจารณาประเด็นปัญหา 2.3 จากตารางการพิจารณาประเด็นปัญหา ข้อ 2.2 ให้นักเรียนเลือกปัญหาที่ต้องแก้ไขของสถานการณ์นี้คือ เหตุผลที่เลือกปัญหานี้	- การคิดอย่างมีเหตุผลโดยอ้างอิงเกณฑ์	4 เมื่อสามารถสร้างเกณฑ์การประเมินปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ จำนวน 5 เกณฑ์ขึ้นไป 3 เมื่อสามารถสร้างเกณฑ์การประเมินปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ จำนวน 4 เกณฑ์ขึ้นไป 2 เมื่อสามารถสร้างเกณฑ์การประเมินปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ จำนวน 3 เกณฑ์ขึ้นไป 1 เมื่อสามารถสร้างเกณฑ์การประเมินปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ จำนวน 1-2 เกณฑ์ขึ้นไป 0 เมื่อไม่สามารถสร้างเกณฑ์การประเมินปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ การคิดอย่างมีเหตุผล 4 ตัดสินใจเลือกปัญหา พร้อมกับอธิบายโดย อ้างอิงเกณฑ์ได้ครบทุกเกณฑ์ และแสดงเหตุผลสนับสนุนอย่างสมเหตุสมผล 3 ตัดสินใจเลือกปัญหา พร้อมกับอธิบายโดยอ้างอิงเกณฑ์ได้ 3 เกณฑ์ และแสดงเหตุผล

ตาราง 9 (ต่อ)

ขั้นตอน	คำถาม	สิ่งที่วัด	เกณฑ์
			สนับสนุนอย่างสมเหตุสมผล 2 ตัดสินใจเลือกปัญหา พร้อมกับอธิบายโดยอ้างอิงเกณฑ์ที่ได้ 2 เกณฑ์ และแสดงผลสนับสนุนอย่างสมเหตุสมผล 1 ตัดสินใจเลือกปัญหา พร้อมกับอธิบายโดยอ้างอิงเกณฑ์ที่ได้ 1 เกณฑ์ และแสดงผล สนับสนุนอย่างสมเหตุสมผล 0 ไม่ตัดสินใจเลือกปัญหา หรือเลือกที่ไม่อยู่ใน ขอบเขตของข้อเท็จจริงในสถานการณ์ที่กำหนด และไม่สามารถใช้เกณฑ์ในการเลือก หรือไม่แสดงผลประกอบการตัดสินใจ
	คำถามข้อ 3 ให้นักเรียนบอกสาเหตุของปัญหาที่ต้องแก้ไข จากคำตอบที่ได้เลือกไว้ในข้อ 2.3 ให้ได้มากที่สุด (12 คะแนน)	- ความคิดคล่อง - ความคิดยืดหยุ่น - ความคิดริเริ่ม	เงื่อนไข : สอดคล้องกับประเด็นปัญหาในข้อที่ 2
ขั้นตอนที่ 2 การคิดและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา (20 คะแนน)	คำถามข้อ 4 จากปัญหาที่นักเรียนเลือกในข้อ 2.3 และการระบุสาเหตุของปัญหาในข้อ 3 ให้นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด (12 คะแนน)	- ความคิดคล่อง - ความคิดยืดหยุ่น - ความคิดริเริ่ม	เงื่อนไข : สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาในข้อที่ 3

ตาราง 9 (ต่อ)

ขั้นตอน	คำถาม	สิ่งที่วัด	เกณฑ์
	คำถามข้อ 5 ถ้านักเรียนต้องการคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา นักเรียนจะพิจารณาจากเกณฑ์ใดบ้าง (8 คะแนน) 5.1 เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาวิธีการแก้ปัญหา 5.2 ตารางการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหา 5.3 จากตารางการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหา ข้อ 5.2 ให้นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหของสถานการณ์นี้คือ เหตุผลที่เลือกวิธีการแก้ปัญหานี้	- การคิดอย่างมีเหตุผลโดยอ้างอิงเกณฑ์	
ขั้นตอนที่ 3 การทบทวนและเตรียมการเกณฑ์ใดบ้าง (16 คะแนน)	คำถามข้อ 6 สรุปแล้ววิธีการแก้ปัญหของนักเรียนเป็นอย่างไร (อนุญาตให้ปรับวิธีการแก้ปัญหจากข้อ 5.3 ให้เหมาะสมได้)	- การคิดอย่างมีเหตุผล	4 ปรับหรือยืนยันวิธีการแก้ปัญหาให้สอดคล้องและเป็นไปได้ พร้อมกับอธิบายเหตุผลได้ชัดเจน ครอบคลุมประเด็นที่ปรับหรือยืนยัน 3 ปรับหรือยืนยันวิธีการแก้ปัญหาให้สอดคล้องและเป็นไปได้ พร้อมกับอธิบายเหตุ

ตาราง 9 (ต่อ)

ขั้นตอน	คำถาม	สิ่งที่วัด	เกณฑ์
	นักเรียนต้องการยืนยันวิธีการแก้ปัญหาจากข้อ 5.3 หรือไม่ (ยืนยันหรือปรับปรุง) เหตุผลที่ปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา (4 คะแนน)		ผลได้ชัดเจน แต่ไม่ครอบคลุมประเด็นที่ปรับหรือยืนยัน 2 ปรับหรือยืนยันวิธีการแก้ปัญหาให้สอดคล้องและเป็นไปได้ พร้อมกับอธิบายเหตุผลได้ แต่ไม่ชัดเจน 1 ปรับหรือยืนยันวิธีการแก้ปัญหาให้สอดคล้องและเป็นไปได้ แต่ไม่อธิบายเหตุผล 0 ไม่ตอบคำถามข้อ 6
	คำถามข้อ 7 จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเลือกจากข้อ 6 นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นบ้างที่จะสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคกับการแก้ปัญหาด้วยวิธีการข้อ 6 พร้อมกับบอกวิธีการใช้ประโยชน์จากสิ่งที่จะสนับสนุนการแก้ปัญหา และวิธีจัดการกับอุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้น (12 คะแนน)	- ความคิดคล่อง - ความคิด ยืดหยุ่น - ความคิดริเริ่ม	เงื่อนไข : คำตอบจะต้องประกอบด้วยสิ่งที่จะเกิดขึ้น และการใช้ประโยชน์หรือการจัดการ จึงจะนับเป็น 1 คำตอบ
ขั้นตอนที่ 4 การวางแผน แก้ปัญหา (4 คะแนน)	คำถามข้อ 8 จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเลือกจากข้อ 6 และการคาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากข้อ 7 ให้นักเรียน	- ความคิดคล่อง	เงื่อนไข : คำตอบจะต้องประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหาสิ่งที่ต้องใช้ บัจจัยหรือสิ่งที่เกี่ยวข้อง ผลที่เกิดขึ้นหรือเป้าหมายหรือชิ้นงาน จึงจะนับเป็น 1 คำตอบ

ตาราง 9 (ต่อ)

ขั้นตอน	คำถาม	สิ่งที่วัด	เกณฑ์
	เขียนเรียงลำดับขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาให้ละเอียดโดยระบุวิธีการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน สิ่งที่ต้องใช้ในขั้นตอน (4 คะแนน)		
ขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบการปฏิบัติ (12 คะแนน)	คำถามข้อ 9 ในการดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ปัญหาจากข้อ 8 นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรเพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี (12 คะแนน)	- ความคิดคล่อง - ความคิดยืดหยุ่น - ความคิดริเริ่ม	ความคิดยืดหยุ่นให้จับกลุ่มใน 4 ประเด็นของการดำเนินการขณะแก้ปัญหาคือ 1. การยืดขั้นตอนและเป้าหมายของการแก้ปัญหา 2. การเตือนตนเองและการบันทึกสิ่งต่าง ๆ ระหว่างการแก้ปัญหา 3. การให้การเสริมแรงตนเองในขณะที่ทำการแก้ปัญหา 4. การประเมินตนเองขณะแก้ปัญหา เงื่อนไข : ต้องเป็นคำตอบที่กล่าวถึงการดำเนินการขณะแก้ปัญหา

จากตาราง 9 แบบทดสอบการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ มีคะแนนรวมทั้งหมด 84 คะแนน ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 การเข้าถึงปัญหา คะแนนเต็ม 32 คะแนน ขั้นตอนที่ 2 การคิดและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา คะแนนเต็ม 20 คะแนน ขั้นตอนที่ 3 การทบทวนและเตรียมการ คะแนนเต็ม 16 คะแนน ขั้นตอนที่ 4 การวางแผนแก้ปัญหา คะแนนเต็ม 4 คะแนน และขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบการปฏิบัติ คะแนนเต็ม 12 คะแนน

4) นำแบบทดสอบและเกณฑ์การประเมินที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อประธานและคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโท พิจารณาด้านความเหมาะสมของสถานการณ์

ปัญหา ข้อคำถามและเกณฑ์การประเมิน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษา

5) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และด้านการวัดการประเมินผล จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ และไม่สอดคล้อง จำนวน 9 ข้อ และข้อเสนอแนะแบบปลายเปิด แล้วนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่า แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้น มีค่าดัชนีความสอดคล้องแต่ละข้อ อยู่ระหว่าง 0.66-1.00 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 0.5 จึงจะถือว่ายอมรับแบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่พัฒนาขึ้น (รายละเอียดดังตารางที่ 23 ในภาคผนวก จ) นำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีการปรับปรุงดังนี้ 1) คำถามให้ใช้ภาษาที่สั้น ง่าย และได้ใจความ 2) สถานการณ์ปรับให้สั้นกว่านี้และให้เลือกสถานการณ์ที่สามารถคิดปัญหาได้หลากหลาย

6) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 16 คน แล้วนำแบบทดสอบที่ได้มาตรวจให้คะแนน นำคะแนนที่ได้มาหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก โดยวิเคราะห์เป็นรายข้อ ใช้สูตรของ ดี อาร์ วิทนี และดีแอล ซาเบอร์ส (D.R.Whitney; & D.L.Sabers) (พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2553) และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้การหาค่าของสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach,s Alpha Coefficient) (วรรณิ แกมเกตุ.2555) มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.25-0.75 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25-0.63 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.76 (รายละเอียดดังตาราง 24 ในภาคผนวก จ)

7) จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบแบบตัวเลือก 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์ของการจัดการ

2) เขียนข้อคำถามให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ที่วิเคราะห์ไว้ จำนวน 60 ข้อ

3) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอให้ประธานกรรมการและกรรมการควบคุมปริญญาบัตรตรวจพิจารณาความเที่ยงตรงและความถูกต้องด้านจุดประสงค์เนื้อหาการใช้ภาษา และความเหมาะสมของข้อความแล้วนำมาแก้ไขให้ถูกต้อง

4) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ด้านการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ และด้านการวัดการประเมินผล จำนวน 4 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ และไม่สอดคล้อง จำนวน 60 ข้อ และข้อเสนอแนะแบบปลายเปิด แล้วนำคะแนน

ที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) นำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ การเพิ่มตัวเลือกให้หลากหลายขึ้น การปรับภาษาในการเขียน และทำการคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

5) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 16 คน แล้วนำแบบทดสอบที่ได้มาตรวจให้คะแนน

6) นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบ มาหาคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์ ดังนี้

6.1) การหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ โดยวิเคราะห์เป็นรายข้อ ใช้เทคนิคร้อยละ 27 คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.25-0.75 และมีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25-0.63 เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบฉบับจริง โดยสูตรของการหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกมีดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 129-130) (รายละเอียดดังตาราง 25 ในภาคผนวก จ)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อคำถาม
 R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
 N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

$$r = \frac{R_u - R_e}{N / 2}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
 R_u แทน จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
 R_e แทน จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
 N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

6.2) วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับด้วยวิธีการของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.79

7) จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษานำร่อง (Pilot study) และปรับปรุงรูปแบบการเรียนรู้

การศึกษานำร่องเป็นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริงซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 12 คน ในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2560 เป็นเวลา 1 สัปดาห์ สอนสัปดาห์ละ 10 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 10 ชั่วโมง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องแรง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ปริมาณทางวิทยาศาสตร์และตำแหน่งของวัตถุ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้เบื้องต้น เช่น ปัญหาอุปสรรคหรือข้อบกพร่องระหว่างการจัดการเรียนรู้ ศึกษาผลการใช้และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เช่น ความชัดเจนในการใช้ภาษา รูปแบบของใบกิจกรรมต่างๆ และความเหมาะสมของกิจกรรม เวลาและสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า

ขั้นเตรียมตัว (Preparation) นักเรียนส่วนใหญ่โดยภาพรวมให้ความสนใจและสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้ดีตามแผนที่วางไว้ เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ตามกระบวนการการเรียนรู้ตามตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลาง 2551

ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) ในขั้นนี้นักเรียนสามารถระบุปัญหา สาเหตุของปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาได้ แต่ไม่สามารถตั้งเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหา ครูดึงใช้การอธิบายและยกตัวอย่างการตั้งเกณฑ์ในการพิจารณาปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหา ในส่วนของวิธีการแก้ไขปัญหานั้น นักเรียนในกลุ่มบางคนไม่เห็นด้วยกับวิธีการแก้ไขปัญหามาชิกในกลุ่ม โดยมองว่าเป็นไปไม่ได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจะต้องย้ำเสมอว่าให้นักเรียนคิดวิธีการแก้ปัญหามาให้ได้มากที่สุด โดยไม่มีการตัดสินว่าคำตอบนั้นจะผิดหรือถูก เคารพความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม เพื่อให้ได้วิธีการที่หลากหลายและแปลกใหม่ให้มากที่สุด แล้วจึงค่อยมาพิจารณาเลือกวิธีการแก้ปัญหาก็หลัง พร้อมเหตุผลประกอบ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำได้และใช้เวลาน้อยลง

ในกิจกรรมของการคิดสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นจากวิธีการแก้ปัญหานั้น ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนบางส่วนสับสนกับการลงข้อมูล และส่วนใหญ่จะเขียนเฉพาะสิ่งที่เห็นอุปสรรค มากกว่าสิ่งที่จะสนับสนุนวิธีการแก้ปัญหานั้น และบางคนลงสิ่งที่สนับสนุนแต่ไปลงอีกช่องเป็นการจัดการกับอุปสรรค ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ปรับแบบตารางข้อที่ 7 ทำตารางใหม่ ดังแสดงในตารางที่ 10 ดังนี้

ตาราง 10 รูปแบบตารางข้อ 7 ก่อนและหลังปรับปรุง

ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง			
สิ่งที่อาจจะเกิดขึ้น	การใช้ประโยชน์/ การจัดการ	สิ่งที่อาจจะเกิดขึ้น			
		สิ่งที่ สนับสนุน	การใช้ ประโยชน์	สิ่งที่ เป็น อุปสรรค	การจัดการ

ชั้นออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative design) นักเรียนยังมีการแบ่งหน้าที่ในกลุ่มกันไม่ชัดเจน และบางคนไม่ใส่ใจเพื่อนในกลุ่ม กลัวว่าจะทำออกมาไม่ดีเท่ากับตัวเอง จึงรับทำคนเดียวหลายอย่าง ให้เพื่อนช่วยเพียงเล็กน้อย ทำให้ในขั้นตอนนี้เป็นไปอย่างล่าช้า ในครั้งถัดไปผู้วิจัยจึงได้ทำการพูดคุยถึงเรื่องการใส่ใจกัน ร่วมใจกันทำงาน สมาชิกในกลุ่มต้องมีส่วนร่วมทุกคนอย่างเท่าเทียมกันในการทำกิจกรรม ก่อนให้เริ่มทำกิจกรรม จากการสังเกตนักเรียนมีความซื่อสัตย์ในการใช้ทรัพยากรและการคำนวณต้นทุน นักเรียนในบางกลุ่มเมื่อเจอปัญหาหรืออุปสรรคทำให้งานไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้จะเกิดความท้อถอย ครูผู้สอนต้องคอยสังเกตและเข้าไปเสริมแรงโดยการพูดให้กำลังใจและชี้แนะให้สมาชิกในกลุ่มระดมสมองร่วมกันหาทางแก้ไขเพื่อไปต่อ สนับสนุนให้สมาชิกในกลุ่มมีการเสริมแรงโดยให้กำลังใจกันและกัน

ชั้นเรียนรู้ร่วมกัน (Learning together) นักเรียนสามารถนำเสนอหลักการออกแบบและชิ้นงานของตนเองได้โดยอ้างอิงประสบการณ์เดิมที่เรียนมา แต่นักเรียนบางกลุ่มยังขาดทักษะการนำเสนอและการเชื่อมโยงหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายชิ้นงาน การแก้ไขของผู้วิจัยคือการสร้างพลังทางบวก ยกตัวอย่างกลุ่มที่นำเสนอได้ดีพร้อมชมเชย และไม่ตำหนิกลุ่มที่นำเสนอได้ไม่ดี

ชั้นประเมินผล (Evaluation) นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมได้ พร้อมทั้งวิเคราะห์ผลงานของตนเองได้ว่าควรปรับปรุงตรงไหน อย่างไร แต่นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถสรุปเชื่อมโยงหลักการของชิ้นงานกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างครอบคลุมและถูกต้อง นักเรียนบางคนไม่ได้เขียนแบบบันทึกพฤติกรรมตนเองขณะแก้ปัญหา ต้องย้าให้นักเรียนได้เขียนเพื่อเป็นแนวทางในการปรับพฤติกรรมเพื่อจัดการกับอารมณ์ในขณะแก้ปัญหา และย้าให้นักเรียนได้เขียนบันทึกเป็นการบ้านหลังจบการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย ใน 3 ประเด็นคือ 1)

นักเรียนได้รับความรู้เรื่องอะไรบ้าง 2) สิ่งที่นักเรียนต้องการรู้เพิ่มเติม และ 3) ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PACLE

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้

ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE ที่ได้ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและการศึกษานำร่องไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยและพัฒนา ในขั้นทดลองใช้และหาประสิทธิภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ใช้วิธีการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experimental design) โดยมีแบบแผนการทดลองแบบที่มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยมีการสอบครั้งแรกกับครั้งหลัง (Nanrandomized Control Group Pretest-Posttest Design) แบบแผนการวิจัยดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂
C	T ₁	-X	T ₂

ความหมายของสัญลักษณ์

E	แทน	กลุ่มทดลอง
C	แทน	กลุ่มควบคุม
X	แทน	การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE
-X	แทน	การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 5E
T ₁	แทน	การทดสอบก่อนเรียน
T ₂	แทน	การทดสอบหลังเรียน

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 500 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ อำเภองครักษ์ จังหวัดนครนายกจำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 31 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 31 คน

4.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 เป็นเวลา 3 สัปดาห์ 21 คาบเรียน เวลาเรียน 7 คาบต่อสัปดาห์ โดยผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

4.3.1 เก็บข้อมูลก่อนทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ห้องเรียนโดยใช้แบบทดสอบ จำนวน 2 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้การทดสอบนอกเวลาเรียน

4.3.2 ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่กับนักเรียนกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 5E โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตัวเองทั้งสองกลุ่ม

4.3.3 ในระหว่างการทำกิจกรรม จะทำการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบบันทึกพฤติกรรมตนเองขณะแก้ปัญหาและการบันทึกอนุทินกับกลุ่มทดลอง

4.3.4 เก็บข้อมูลหลังทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE ด้วยการทดสอบกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำนวน 2 ห้องเรียน โดยใช้แบบทดสอบจำนวน 2 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อนำไปใช้ในการหาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนรู้ต่อไป

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติดังนี้

4.4.1 สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) ร้อยละ
- 2) ค่าเฉลี่ย
- 3) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.4.2 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

1) สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 และข้อ 2 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE สูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบฯ และสูงกว่ากลุ่มควบคุม เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนน ของกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสถิติ t-test for dependent samples และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมด้วยสถิติ t-test for independent samples สำหรับการเปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยสถิติ t-test for independent ถ้าพบความแตกต่างของคะแนนจะทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ ANCOVA (Analysis of Covariance) ถ้าไม่พบความแตกต่างระหว่างคะแนน จะทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ t-test for independent samples

2) สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อ 2 และข้อ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE สูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบฯ และสูงกว่ากลุ่มควบคุม เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนน ของกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสถิติ t-test for dependent samples และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมด้วยสถิติ t-test for independent samples

3) สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อ 3 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE สูงกว่าร้อยละ 65 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์กับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 65 ด้วยสถิติ One-sample t-test



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในบทนี้ ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ตอนที่ 2 ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน
2. การแสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกเพิ่มเติมในอนุทิน
3. การบันทึกพฤติกรรมตนเองขณะแก้ปัญหา
4. ข้อค้นพบเพิ่มเติมจากการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ประกอบการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทนจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นแหล่งข้อมูล
k	แทนคะแนนเต็ม
$\bar{X}$	แทนคะแนนเฉลี่ย (Mean)
S.D.	แทนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
t	แทนค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบค่าที (t-test)
p	แทนค่าความน่าจะเป็น (Probability)

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดำเนินการโดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา มีวิธีดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอนดังรายละเอียดในบทที่ 3 ซึ่งจากการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1. **ขั้นเตรียมตัว (Preparation)** หมายถึง ขั้นตอนที่ผู้สอนตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ทบทวนความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ความรู้ใหม่ เป็นการเตรียมผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะกระบวนการตามตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลาง 2551

2. **ขั้นวิเคราะห์ (Analysis)** หมายถึง ขั้นตอนที่ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ถึงประเด็นของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด มีการระบุปัญหา สร้างเกณฑ์และตัดสินใจในการเลือกปัญหา บอกสาเหตุของปัญหา และแสวงหาวิธีการในการแก้ไขปัญหาได้อย่างหลากหลายและแปลกใหม่ โดยไม่มีการตัดสินใจว่าความคิดนั้นผิดหรือถูก สร้างเกณฑ์และตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีการทบทวนและเตรียมการในการปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา พร้อมทั้งวิเคราะห์และคาดการณ์ถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นจากปัจจัยที่จะสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคต่อวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงการวางแผนในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และวิเคราะห์วิธีการเพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี

3 **ขั้นออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative design)** ขั้นตอนที่ผู้เรียน นำวิธีการแก้ปัญหา มาออกแบบในการสร้างชิ้นงานและสร้างชิ้นงาน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาถึงความแปลกใหม่ ทรัพยากร ข้อจำกัด ต้นทุนและเวลา นำวิธีการหรือชิ้นงานไปใช้ในการแก้ไขปัญหา ในสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาวิธีการในการแก้ไขปัญหา การออกแบบและชิ้นงานเพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายหรือเงื่อนไขที่กำหนด การบันทึกพฤติกรรมตนเองในการแก้ปัญหา การให้การเสริมแรงตนเองในขณะที่ทำการแก้ปัญหา

4. **ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน (Learning together)** หมายถึง ขั้นตอนที่ผู้เรียนนำวิธีการแก้ปัญหามาเรียนรู้ร่วมกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอผลงาน เพื่อให้ผู้เรียนได้ เปรียบเทียบผลการคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลในการนำสู่การลงข้อสรุปของตน เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น และเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้และอภิปรายร่วมกัน ผู้เรียนได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่เพื่อที่จะตอบคำถามหรือแก้ปัญหาบางอย่างร่วมกัน ตัดสินใจในการยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลหรือชิ้นงานของตนเองอีกครั้ง สร้างคำอธิบายกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการให้หลักฐานและเหตุผลที่ตรวจสอบได้ทางวิทยาศาสตร์

5. **ขั้นประเมินผล (Evaluation)** หมายถึง ขั้นตอนที่ผู้เรียนทบทวนวิธีการคิดต่างๆ ของตนเองเพื่อนำไปสู่การประเมินค่าของประสบการณ์ที่ได้รับจากการปฏิบัติร่วมกันและปรับกระบวนการคิดในการนำไปปฏิบัติ ตัดสินใจในการยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลและชิ้นงานของตนเองอีกครั้งในการแก้ปัญหา มีการประเมินการแก้ปัญหาและชิ้นงานของตนเอง สร้างคำอธิบายกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเกิดการสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง โดยแสดงเหตุผลสนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานและข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

ซึ่งรายละเอียดของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้แสดงไว้ในคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์

(รายละเอียดดังภาคผนวก ข) และเมื่อนำรูปแบบการเรียนรู้ไปตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 (รายละเอียดดังภาคผนวก ง) ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ แสดงว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ได้ ทั้งนี้ได้รับคำแนะนำเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญ เช่น การใช้ภาษาในการกำหนดนิยามในแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจนมากขึ้น ดังแสดงในตาราง 7 การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE ตามข้อเสนอแนะของกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ ในหน้า 91

ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE ผู้วิจัยพบว่าในขั้นการวิเคราะห์ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2 นักเรียนใช้เวลาเกินเวลาที่กำหนดในการทำกิจกรรม แต่นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้เร็วขึ้นตามเวลาที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และนักเรียนบางกลุ่มยังขาดการระดมสมอง และการวางแผนในการทำงาน ผู้วิจัยต้องเข้าไปช่วยในการตั้งคำถามเพื่อให้คิดและระดมสมอง เช่น “ทำอย่างไรได้อีก” “ใช้วิธีอื่นได้อีกไหม” “ถ้าไม่ใช่.....จะใช้อะไรแทนได้บ้าง” “ดัดแปลงได้อย่างไร” ในขั้นเรียนรู้ร่วมกัน พบว่า นักเรียนยังขาดทักษะในการนำเสนอการเชื่อมโยงหลักการหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชิ้นงาน โดยนักเรียนจะเน้นการนำเสนอไปที่ขั้นตอนการสร้างชิ้นงานและผลลัพธ์จากการทดสอบชิ้นงาน ผู้วิจัยแก้ไข โดยหลังจากนำเสนอเสร็จแล้ว ได้ถามคำถามเกี่ยวกับหลักการหรือความรู้ที่นำมาใช้สร้างชิ้นงานกับกลุ่มที่นำเสนอ ส่วนในขั้นเตรียมตัวและขึ้นประเมิน นักเรียนสามารถดำเนินการตามขั้นตอนได้ตามเวลาและเป้าหมายที่ตั้งไว้

ตอนที่ 2 ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้เป็น การวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย 3 ข้อดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE สูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบฯ ซึ่งผลการศึกษาปรากฏดังตาราง 12

ตาราง 12 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE

ความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p- value
			$\bar{X}$	S.D	$\bar{X}$	S.D		
การเข้าถึงปัญหา	31	32	10.23	3.22	23.42	3.45	-41.32	0.00*
การคิดและแสวงหาวิธีการ แก้ปัญหา	31	20	6.55	1.99	14.52	1.39	-26.01	0.00*
การทบทวนและเตรียมการ	31	16	4.96	1.72	11.32	1.76	-22.98	0.00*
การวางแผนแก้ปัญหา	31	4	1.00	0.63	2.45	0.51	-14.23	0.00*
การตรวจสอบการปฏิบัติ	31	12	3.39	1.78	8.68	1.11	-24.78	0.00*
ภาพรวม	31	84	25.81	8.46	60.61	7.49	-33.09	0.00*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 12 พบว่า เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้ว คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งในภาพรวมและรายด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งผลการศึกษปรากฏดังตาราง 13

ตาราง 13 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	n	k	$\bar{X}$	S.D	t	p- value
การเข้าถึงปัญหา						
กลุ่มทดลอง	31	32	10.23	3.22	-1.74	0.09
กลุ่มควบคุม	31	32	11.58	2.91		
การคิดและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา						
กลุ่มทดลอง	31	20	6.55	1.99	0.79	0.43
กลุ่มควบคุม	31	20	6.10	2.45		

ตาราง 13 (ต่อ)

ความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	n	k	$\bar{X}$	S.D	t	p- value
การทบทวนและเตรียมการ						
กลุ่มทดลอง	31	16	4.97	1.72	0.91	0.37
กลุ่มควบคุม	31	16	4.52	2.16		
การวางแผนแก้ปัญหา						
กลุ่มทดลอง	31	4	1.00	0.63	-1.23	0.22
กลุ่มควบคุม	31	4	1.23	0.81		
การเข้าถึงปัญหา						
กลุ่มทดลอง	31	32	10.23	3.22	-1.74	0.09
กลุ่มควบคุม	31	32	11.58	2.91		
การคิดและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา						
กลุ่มทดลอง	31	20	6.55	1.99	0.79	0.43
กลุ่มควบคุม	31	20	6.10	2.45		
การทบทวนและเตรียมการ						
กลุ่มทดลอง	31	16	4.97	1.72	0.91	0.37
กลุ่มควบคุม	31	16	4.52	2.16		
การวางแผนแก้ปัญหา						
กลุ่มทดลอง	31	4	1.00	0.63	-1.23	0.22
กลุ่มควบคุม	31	4	1.23	0.81		
การตรวจสอบการปฏิบัติ						
กลุ่มทดลอง	31	12	3.39	1.78	0.63	0.53
กลุ่มควบคุม	31	12	3.10	1.85		
ภาพรวม						
กลุ่มทดลอง	31	84	25.81	8.46	-0.34	0.74
กลุ่มควบคุม	31	84	26.55	8.81		

ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตาราง 13 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในภาพรวมและรายด้าน ดังนั้นการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จึงใช้การสอบค่าที (t-test for independent samples)

สมมติฐานข้อที่ 2 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งผลการศึกษานี้ปรากฏดังตาราง 14

ตาราง 14 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	n	k	$\bar{X}$	S.D	t	p- value
การเข้าถึงปัญหา						0.00*
กลุ่มทดลอง	31	32	23.42	3.45	13.73	0.00*
กลุ่มควบคุม	31	32	11.58	3.33		
การคิดและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา						
กลุ่มทดลอง	31	20	14.52	1.39	15.72	0.00*
กลุ่มควบคุม	31	20	6.32	2.55		
การทบทวนและเตรียมการ						
กลุ่มทดลอง	31	16	11.32	1.76	12.88	0.00*
กลุ่มควบคุม	31	16	4.71	2.25		
การวางแผนแก้ปัญหา						
กลุ่มทดลอง	31	4	2.45	0.51	9.19	0.00*
กลุ่มควบคุม	31	4	0.90	0.79		
การตรวจสอบการปฏิบัติ						
กลุ่มทดลอง	31	12	8.68	1.11	12.74	0.00*
กลุ่มควบคุม	31	12	3.45	1.99		
ภาพรวม						
กลุ่มทดลอง	31	84	60.61	7.50	16.11	0.00*
กลุ่มควบคุม	31	84	27.26	8.75		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 14 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งในภาพรวมและรายด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมมติฐานข้อที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE สูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบฯ ซึ่งผลการศึกษปรากฏดังตาราง 15

ตาราง 15 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE

การทดสอบ	n	k	$\bar{X}$	S.D	t	p-value
ก่อนเรียน	31	30	12.03	2.51	-38.63	0.00*
หลังเรียน	31	30	23.77	3.58		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 15 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE สูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งผลการศึกษปรากฏดังตาราง 16

ตาราง 16 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การทดสอบก่อนเรียน	n	k	$\bar{X}$	S.D	t	p-value
กลุ่มทดลอง	31	30	12.03	2.51	-1.12	0.27
กลุ่มควบคุม	31	30	12.84	3.14		

ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตาราง 16 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จึงใช้การสอบค่าที (t-test for independent samples)

สมมติฐานข้อที่ 4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE สูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบฯ ซึ่งผลการศึกษาค้นคว้าปรากฏดังตาราง 17

ตาราง 17 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การทดสอบหลังเรียน	n	k	$\bar{X}$	S.D	t	p-value
กลุ่มทดลอง	31	30	23.77	3.58	2.77	0.01*
กลุ่มควบคุม	31	30	21.39	3.19		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 17 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE ผู้วิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องแรงและการเคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นและเพิ่มมากกว่ากลุ่มควบคุม จากการเขียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับเป็น Mind mapping และจากการบันทึกอนุทินของนักเรียนเกี่ยวกับการนำหลักการหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงาน และการต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ว่าใช้หลักการอะไรมาสร้างชิ้นงาน เพื่อเตรียมตัวในการนำเสนออธิบายชิ้นงาน ซึ่งสะท้อนจากการเขียนอนุทินของนักเรียนที่ว่า

“ได้นำสิ่งที่เรียนไปสร้างสิ่งประดิษฐ์ และได้ออกมาแนะนำเสนอหน้าห้องว่าทำไมถึงเลือกสร้างแบบนี้ ทำให้ต้องศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม ต้องเข้าใจให้มาก ไม่งั้นจะนำเสนอได้ไม่ดี”

“ได้รู้ว่า รถพลังงานลมทำอย่างไร จะเอาไปประดิษฐ์ให้น้องเล่นที่บ้าน”

“มีการคำนวณอัตราเร็วลม ทำให้เข้าใจการคำนวณเรื่องอัตราเร็วเพิ่มมากขึ้น”

“การสร้างแผนผัง โดยกำหนดมาตราส่วน ทำให้เข้าใจเรื่องระยะทางและตำแหน่ง”

สมมติฐานข้อที่ 4 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE สูงกว่าร้อยละ 65 ซึ่งผลการศึกษารากฏดังตาราง 18

ตาราง 18 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE สูงกว่าร้อยละ 65

ความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	n	k	$\bar{X}$	ร้อยละ	S.D	t	p- value
การเข้าถึงปัญหา	31	32	23.42	73.19	3.45	-41.32	0.00*
การคิดและแสวงหาวิธีการ แก้ปัญหา	31	20	14.52	72.60	1.39	-26.01	0.00*
การทบทวนและเตรียมการ	31	16	11.32	70.75	1.76	-22.98	0.00*
การวางแผนแก้ปัญหา	31	4	2.45	61.25	0.51	-14.23	0.00*
การตรวจสอบการปฏิบัติ	31	12	8.68	72.33	1.11	-24.78	0.00*
รวม	31	84	60.61	72.15	7.49	-33.09	0.00*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 18 พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนในด้านการวางแผนการแก้ปัญหา ไม่ถึงเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ย 60.61 คิดเป็นร้อยละ 72.15 ถือว่าผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65

นอกจากนี้ ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE ผู้วิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น จากแบบบันทึกพฤติกรรมตนเอง ขณะแก้ปัญหาของนักเรียนในการให้รางวัลหรือการเสริมแรงให้กับกลุ่มตนเอง นักเรียนมีการคิดวิธีการให้รางวัลหรือการเสริมแรงด้วยวิธีการที่หลากหลายและแปลกใหม่ขึ้น เช่น การพูดให้กำลังใจ การคิดทำทางประกอบการเสริมแรง โดยในช่วงแรกๆ นักเรียนจะมีการให้รางวัลหรือเสริมแรงด้วยการพูด และต่อมามีการส่งเสียงเรียกพล่ง และมีการคิดทำทางประกอบการส่งเสียงเพิ่มขึ้น

2. ข้อค้นพบเพิ่มเติมจากการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

จากการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE ผู้วิจัยพบว่า

2.1 กลุ่มทดลองที่มีคะแนนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงตามไปด้วย ในทำนองเดียวกัน ผู้เรียนที่มีคะแนนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ก็จะมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ต่ำ ซึ่งในงานวิจัยของกัญญารัตน์ โคจร (2554) ที่พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS Learning Model) เรื่องสารและสมบัติของสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ในระดับสูง เมื่อได้เรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ CPS มีทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความรู้ในระดับปานกลางและระดับต่ำอย่างชัดเจน

2.2 นักเรียนมีความสามารถในการวางแผนได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสะท้อนจากการบันทึกอนุทินของนักเรียนที่ว่า

“อาจารย์ให้ของมาจำกัด จึงทำให้เครื่องวัดทิศทางและอัตราเร็วลมไม่แข็งแรง แต่มีของกลุ่มอื่นทำได้ดี ครั้งต่อไปเราจะต้องวางแผนให้ดีกว่านี้จากสิ่งที่มีอยู่”

“กลุ่มของเรามีการคำนวณพื้นที่ของพื้นรถด้วย เพื่อจะได้วางของได้”

“การกำหนดขั้นตอนที่ชัดเจน และแบ่งงานกันทำ ทำให้กลุ่มของเราทำงานเสร็จทันเวลา”

2.3 กลุ่มทดลองที่มีคะแนนจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง การควบคุมหรือการจัดการอารมณ์ในขณะที่ทำการแก้ปัญหา ไม่แตกต่างกับกลุ่มทดลองที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ โดยการสังเกตจากพฤติกรรมนักเรียนขณะทำการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการควบคุมอารมณ์ตนเอง และมีการผลัดกันเสริมแรงและให้กำลังใจกันและกัน และการบันทึกพฤติกรรมตนเองขณะแก้ปัญหาของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีลักษณะที่เหมือนกันคือ เมื่อการดำเนินการเป็นไปตามแผนที่วางไว้จะมีการเสริมแรงตนเองโดยการส่งเสียง ประทับมือ และการแสดงท่าทาง แต่ถ้าการดำเนินการไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ ก็จะกลับไปทบทวนใหม่ การสอบถามความเห็นของเพื่อนๆ และพูดให้กำลังใจกันและกัน

2.4 นักเรียนเกิดความภูมิใจในตนเอง มีความมั่นใจในการแก้ปัญหา ซึ่งสะท้อนจากแบบบันทึกพฤติกรรมตนเองขณะแก้ปัญหของนักเรียนที่ว่า

“เราทำผิดพลาด เพื่อนให้กำลังใจและให้โอกาสทำใหม่ จนทำได้ ภูมิใจมาก”

“ช่วยกันคิดและช่วยกันทำ มั่นใจว่าจะต้องทำได้ดีแน่ๆ”

“รางวัลคือความภูมิใจที่เราสามารถทำออกมาได้ดี”

“มีความมั่นใจในการสร้างชิ้นงาน”

2.5 ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ PACLE คือ การทำกิจกรรมสิ่งประดิษฐ์ ทำให้สนุกสนานและไม่น่าเบื่อ ตื่นเต้นว่าวันนี้จะได้ทำอะไร มีการยอมรับและฟังความคิดเห็นของเพื่อนมากขึ้น มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน การทำงานกลุ่มทำให้ไม่เครียด บรรยากาศเป็นกันเอง มีความเป็นอิสระในการจินตนาการได้โดยไม่จำกัด การนำเสนอทำให้เป็นคนกล้าแสดงออก ซึ่งสะท้อนจากการเขียนอนุทินของนักเรียนที่ว่า

“ถึงคาบเรียนวิทย์แล้ว ตื่นเต้นมาก เพราะไม่รู้ว่าวันนี้จะได้นำความรู้ที่เรียนมาไปประดิษฐ์อะไรอีก อยากให้ถึงคาบวิทย์เร็วๆ”

“อาจารย์เป็นกันเอง ดีมาก ๆ ใครอยากตอบอะไรตอบได้หมดแล้ว ไม่มีการบอกว่าผิด”

“เมื่อก่อนไม่กล้านำเสนอ แต่พอต้องออกไปนำเสนอ เพราะอาจารย์บอกให้ในกลุ่มต้องนำเสนอทุกคน กลัวทำไม่ดี แล้วคะแนนกลุ่มไม่ดี จึงตั้งใจมาก ตอนนี้นำเสนอได้ดีขึ้นแล้วนะ”

“แข่งขันรถพลังงานลมสนุกมาก ไม่เบื่อเลย ขำมาก ๆ กับรถที่ทำกันมา 55555 ทำกันมาได้สุดยอดอะ ”

“เพื่อนในกลุ่มวางแผนกันดี ทุกคนร่วมกันคิดและร่วมกันทำงาน เราเสนอความคิดออกไปเพื่อน ๆ ก็ฟัง ชอบการเรียนแบบนี้ค่ะ”

2.6 สิ่งที่นักเรียนต้องการรู้เพิ่มเติม คือ หลักการเคลื่อนที่ของจรวดและการประดิษฐ์จรวด หลักการและการทำบันจีจัมปี การทำห้องสุญญากาศ(ที่ปราศจากอากาศ) การวัดระยะทางจากโลกไปดวงอาทิตย์หรือดาวดวงอื่นๆ หลักการสร้างเครื่องวัดอัตราเร็ว ซึ่งสะท้อนจากการเขียนอนุทินของนักเรียนที่ว่า

“แรงที่ทำให้จรวดเคลื่อนที่เป็นแรงคู่กิริยา ปฏิกิริยา อยากสร้างจรวดให้เคลื่อนที่ได้ จะได้เข้าใจมากขึ้น”

“อยากรู้ว่า ถ้ามีห้องที่ไม่มีอากาศอยู่ แล้วใส่ถังออกซิเจนหายใจ เมื่อเข้าไปอยู่จะเป็นอย่างไร”

“เขาวัดระยะทางจากโลกไปยังดวงอาทิตย์ และดาวดวงอื่นๆอย่างไร วัดเป็นการกระจัดใช่หรือไม่

“เครื่องจับอัตราเร็วรถบนถนน มีการทำงานอย่างไร อยากสร้างเครื่องวัดอัตราเร็วได้”

“ดูคลิปคนเล่นบันจีจัมปีแล้วหลุดลงมา น่ากลัว เขาสร้างบันจีจัมปีกันอย่างไรให้ปลอดภัย”

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งมีวิธีการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการสร้างรูปแบบการเรียนรู้ แนวคิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ โดยนำแนวคิด ทฤษฎีและหลักการจากขั้นตอนที่ 1 มาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีการสร้างเครื่องมือการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบบันทึกพฤติกรรมตนเองขณะแก้ปัญหา และอนุทินของนักเรียน ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้และหาประสิทธิภาพรูปแบบการเรียนรู้ เป็นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบและเครื่องมือการวิจัย นำมาแก้ไขและปรับปรุง ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบการเรียนรู้ เป็นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริงเพื่อศึกษาผลจากการใช้รูปแบบการเรียนรู้ ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ใน 4 ด้านคือ 1) ความคิดคล่อง 2) ความคิดยืดหยุ่น 3) ความคิดริเริ่ม และ 4) ความคิดอย่างมีเหตุผล การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีองค์ประกอบ 5 ด้าน ดังนี้ 1) การเข้าถึงปัญหา 2) การคิดและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา 3) การทบทวนและเตรียมการ 4) การวางแผนแก้ปัญหา และ 5) การลงมือปฏิบัติ โดยมีสมมติฐานการวิจัยดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE สูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบฯ
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุม
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE สูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบฯ
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม
5. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE สูงกว่าร้อยละ 65

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้

รูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น โดยการนำเอาหลักการของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มาสังเคราะห์เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์แนวคิดกระบวนการทางวิศวกรรม ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) การระบุปัญหา 2) การรวบรวมข้อมูล 3) การค้นหาแนวคิดและเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด 4) การวางแผนและพัฒนา 5) การปฏิบัติและทดสอบ 6) การนำเสนอ และ 7) การประเมินผล และหลักการของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) การเข้าถึงปัญหา 2) การคิดและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา 3) การทบทวนและเตรียมการ 4) การวางแผนแก้ปัญหา และ 5) การลงมือปฏิบัติ มาใช้ในการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้มาเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มี 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเตรียมตัว 2) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล 3) ขั้นตอนออกแบบอย่างสร้างสรรค์ 4) ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน และ 5) ขั้นประเมินผล ทำให้ได้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีความสอดคล้อง 0.60 – 1.00 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ มีการปรับเปลี่ยนนิยามในแต่ละขั้นตอนตามข้อเสนอแนะของกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 7 หน้า 91 โดยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นเตรียมตัว (Preparation) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้สอนตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ทบทวนความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ความรู้ใหม่ เป็นการเตรียมผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะกระบวนการตามตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลาง 2551

1.2 ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ถึงประเด็นของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด มีการระบุปัญหา สร้างเกณฑ์และตัดสินใจในการเลือกเลือกปัญหา บอกสาเหตุของปัญหา และแสวงหาวิธีการในการแก้ไขปัญหาได้อย่างหลากหลายและแปลกใหม่ โดยไม่มีการตัดสินใจว่าความคิดนั้นผิดหรือถูก สร้างเกณฑ์และตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีการทบทวนและเตรียมการในการปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา พร้อมทั้งวิเคราะห์และคาดการณ์ถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นจากปัจจัยที่จะสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคต่อวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงการวางแผนในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และวิเคราะห์วิธีการเพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี

1.3 ขั้นตอนออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative design) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียนนำวิธีการแก้ปัญหา มาวางแผนการออกแบบวิธีการหรือชิ้นงาน สร้างชิ้นงาน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาถึงความแปลกใหม่ ทรัพยากร ข้อจำกัด ต้นทุนและเวลา นำวิธีการหรือชิ้นงานไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาวิธีการในการแก้ไข

ปัญหา การออกแบบและชิ้นงานเพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายหรือเงื่อนไขที่กำหนด เมื่อเป็นไปตามแผนที่วางไว้ ก็ให้การเสริมแรงตนเอง

1.4 ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน (Learning together) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียนนำวิธีการแก้ปัญหาการเรียนรู้ร่วมกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอผลงาน เพื่อให้ผู้เรียนได้ เปรียบเทียบผลการคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลในการนำสู่การลงข้อสรุปของตน เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น และเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้และอภิปรายร่วมกัน ผู้เรียนได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่เพื่อที่จะตอบคำถามหรือแก้ปัญหาบางอย่างร่วมกัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลหรือชิ้นงานของตนเอง

1.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียนทบทวนวิธีการคิดต่างๆของตนเองเพื่อนำไปสู่การประเมินค่าของประสบการณ์ที่ได้รับจากการปฏิบัติร่วมกันและปรับกระบวนการคิดในการนำไปปฏิบัติ ตัดสินใจในการยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลและชิ้นงานของตนเองอีกครั้งในการแก้ไขปัญหามีการประเมินการแก้ปัญหาและชิ้นงานของตนเอง สร้างคำอธิบายกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเกิดการสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง โดยแสดงเหตุผลสนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานและข้อมูลที่นำเสนอเชื่อถือ

2. ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้

ผลจากการนำรูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปทดลองใช้ พบว่า

2.1 กลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งในรายด้านและภาพรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 กลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนรายด้าน 4 ด้านสูงกว่าร้อยละ 65 ยกเว้นด้านการวางแผนแก้ปัญหาได้ร้อยละ 61.25 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์เพียงด้านเดียว แต่โดยภาพรวมทั้ง 5 ด้าน สูงกว่าร้อยละ 65 ตามเกณฑ์

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประเด็นที่ผู้วิจัยนำมาอภิปราย 2 ประเด็น คือ ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ และผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้

1. ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้

รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่า การกำหนดขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน และสามารถพัฒนาทักษะ

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ มีค่าดัชนีความสอดคล้องแต่ละข้อ อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 0.5 จึงจะถือว่ายอมรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น จากนั้นผู้วิจัยได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปศึกษานำร่องเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของรูปแบบก่อนนำไปใช้จริง นับเป็นการดำเนินการตามกระบวนการวิจัยและพัฒนาอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของทิตนา แชมมณี (2553: 201-203) และจันทร์เพ็ญ เชื้อพาณิชย์ (2549: 24) ที่มีความเห็นสอดคล้องกันว่า การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้จะต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบ คำนึงถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งต้องจัดองค์ประกอบต่างๆ ได้แก่ หลักการหรือแนวคิดพื้นฐาน วัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผลให้สัมพันธ์กัน เพื่อนำนักเรียนไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ เช่นเดียวกับแนวคิดของ จอยซ์และวีล (Joyce; & Weil.1996: 11-25) ที่กล่าวว่า ก่อนนำรูปแบบการเรียนรู้ไปใช้ ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพในเชิงการใช้ในสถานการณ์จริง และนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไข

รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้พัฒนามาจากแนวคิดของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำพฤติกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 2 ลักษณะคือ 1) เน้นการจัดการที่ตัวปัญหา และ 2) เน้นการจัดการกับอารมณ์ที่มีต่อปัญหาและการแก้ปัญหา มาปรับประยุกต์ใช้ในการวิจัย และแนวคิดของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์มาเป็นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผ่านการสร้างแบบจำลองและการประดิษฐ์ชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหายอย่างสร้างสรรค์ มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน โดยมีการเพิ่มขั้นตอนที่ 1 ขึ้นเตรียมตัว เป็นขั้นตอนที่เตรียมตัวให้นักเรียนมีความรู้และทักษะตามตัวชี้วัดแกนกลาง เพื่อที่จะนำความรู้และทักษะดังกล่าวไปใช้ในการแก้ไขปัญห ในขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ มีการสร้างสถานการณ์ และวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ และหาแนวทางการแก้ไขปัญหามากที่สุดโดยใช้เทคนิคระดมสมอง แล้วจึงพิจารณาเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหายอย่างมีเหตุผล และวางแผนการปฏิบัติงาน นำไปสู่ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนออกแบบอย่างสร้างสรรค์ เป็นการนำแนวทางการแก้ไขปัญหในขั้นตอนที่ 3 มาออกแบบสร้างชิ้นงานโดยใช้ความรู้และทักษะในขั้นตอนที่ 1 มาใช้ในการออกแบบ เพื่อนำชิ้นงานไปแก้ไขปัญหในสถานการณ์ที่ 2 มีการนำชิ้นงานไปทดสอบ ปรับปรุง แก้ไข เพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือสามารถแก้ปัญหาได้ นอกจากนี้ นักเรียนจะมีการบันทึกพฤติกรรมการแก้ปัญหาของตนเอง เพื่อจัดการกับอารมณ์ของตนเองในขณะแก้ปัญหา และนำชิ้นงานไปนำเสนอในขั้นตอนที่ 4 ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ อภิปรายและเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ของแต่ละกลุ่ม หลังจากนั้นนักเรียนทุกคนจึงสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับในขั้นตอนที่ 5 ขั้นประเมินผล และทำการประเมินชิ้นงานของกลุ่มตนเอง จะเห็นว่าในแต่ละขั้นตอนจะมีความสัมพันธ์กันเป็นลำดับ ทั้งนี้ในแต่ละขั้นตอนสามารถย้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไข ได้ตลอดจนกระทั่งได้วิธีการที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นทั้ง 5 ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE จึงมีความเหมาะสมที่จะพัฒนานักเรียนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากได้นำเอากระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มาสังเคราะห์ร่วมกัน อย่างเป็น

ลำดับขั้นตอน นักเรียนเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของสิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นแนวคิดหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Child Centered) โดยใช้ปัญหาหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้เป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ที่อาศัยความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) และความคิดวิจารณ์ญาณ (Critical Thinking) ในการแก้ปัญหา (Problem Solving) โดยให้นักเรียนทำกิจกรรม การเรียนรู้รายบุคคล (Individual) กระบวนการกลุ่ม (Group Process) แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และ ร่วมมือกัน (Cooperatives Learning) มีการบันทึก และการอภิปราย การสร้างความรู้หรือบรรลุมุ่งหมายด้วยตนเอง และจัดกิจกรรมที่มีความสมดุลทั้งอารมณ์และประสิทธิผลของการแก้ปัญหา โดยครูเป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ เป็นที่ปรึกษา อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ การตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ การพูดให้กำลังใจหรือการชมเชยในการกิจกรรม และการให้รางวัลนักเรียนในกลุ่มที่สามารถสร้างชิ้นงานได้ตามเป้าหมายและมีประสิทธิภาพตามเงื่อนไข

2. ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้

ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้พบว่า

2.1 กลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งในรายด้านและภาพรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจากประการแรก การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ประกอบด้วยหลายทักษะ จึงต้องมีการฝึกฝนด้วยตนเองเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจน และได้รับการฝึกฝนเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอ ในการวิจัยครั้งนี้ กลุ่มทดลองได้รับการฝึกหรือพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE ที่มีขั้นตอนชัดเจนทั้งหมด 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเตรียมตัว เป็นการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีความรู้และทักษะตามหลักสูตรแกนกลาง 2551 โดยเน้นให้นักเรียนลงมือทำด้วยตนเอง 2) ขั้นวิเคราะห์ จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่ม เป็นการใช้ความคิดสร้างสรรค์และคิดวิจารณ์ญาณ ใช้เทคนิคระดมสมอง คิดให้หลากหลายและมากที่สุด โดยปราศจากการตัดสินถูกผิด หลังจากนั้นจึงมาสร้างเกณฑ์และเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล 3) ขั้นตอนออกแบบอย่างสร้างสรรค์ ใช้การออกแบบและสร้างชิ้นงานโดยใช้ความรู้และทักษะในขั้นตอนที่ 1 มีการบันทึกพฤติกรรมตนเองขณะแก้ปัญหา การทดสอบและปรับปรุงชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา 4) ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน เป็นขั้นการนำเสนอชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้ของแต่ละกลุ่ม และ 5) ขั้นประเมินผล นักเรียนประเมินชิ้นงานเพื่อใช้แก้ปัญหาของตนเอง และมีการสรุปองค์ความรู้ โดยมีการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 5 แผน จำนวน 21 คาบ อย่างต่อเนื่อง ซึ่งในแต่ละขั้นตอนนักเรียนจะได้รับการฝึกฝนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในหลายทักษะ เช่น การคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา การคิดวิจารณ์ญาณ กระบวนการกลุ่ม การบันทึก และการอภิปราย นักเรียนมีการออกแบบและสร้างชิ้นงานเมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้ 1 เรื่อง ส่งผลให้นักเรียนได้นำความรู้และทักษะที่เรียนมา มาใช้ในการพัฒนา

ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จำนวน 5 เรื่อง หรือ 5 ชิ้นงานอย่างต่อเนื่อง โดยนักเรียนมีการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับอารี พันธุ์ณี (2545) ที่กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณสมบัติที่มีอยู่ในตัวนักเรียนทุกคน และสามารถส่งเสริมให้พัฒนาได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในทางตรงคือ การสอนและฝึกฝน ส่วนในทางอ้อมคือ การสร้างบรรยากาศและจัดสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมความเป็นอิสระในการเรียนรู้ เช่นเดียวกับโอลสัน (มิ่งขวัญ ภาคสฤษฎี. 2555 อ้างอิงจาก Olson.1996) กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยทักษะหลายๆทักษะ ที่สามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝนจนชำนาญ โดยอาศัยทั้งความสามารถเฉพาะตัวและการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ

ประการที่ 2 การใช้เทคนิคระดมสมองอย่างเป็นอิสระและบรรยากาศการเรียนรู้ การเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE มีการจัดบรรยากาศของห้องเรียนเป็นห้องทดลองขนาดเล็ก มีการนั่งทำงานเป็นกลุ่มๆละ 4-5 คน ซึ่งสมาชิกในกลุ่มจะความสามารถกัน มีการอภิปรายแลกเปลี่ยน เรียนรู้และแสดงความคิดเห็นว่าจะแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างไรภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ในขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้สร้างสถานการณ์ขึ้นมาให้นักเรียนวิเคราะห์และสังเคราะห์ถึงประเด็นปัญหา ร่วมกันระดมความคิดหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาให้มากและหลากหลายที่สุด โดยครูผู้สอนคอยใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียน เช่น “อยากรู้อะไรอีก” “ถ้าไม่ใช้วิธีนี้ จะใช้วิธีอื่นได้อย่างไร” “แล้วถ้าคิดตรงกันข้ามกับวิธีนี้ล่ะ” “ถ้าเราจะทำให้สะดวกขึ้นหรือรวดเร็วขึ้นกว่านี้ จะมีวิธีการอย่างไร” “ถ้าไม่ใช่.....จะใช้อะไรแทนได้บ้าง” “ดัดแปลงได้อย่างไร” เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดหลากหลายและแปลกใหม่ให้ได้มากที่สุดโดยปราศจากการตัดสินถูกผิด จากนั้นจึงมาสร้างเกณฑ์ในการเลือกวิธีการแก้ไขปัญหา แล้วตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดโดยใช้ความคิด วิจัยระดมสมองอย่างมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของออสบอร์น (Osborn. 1963) ที่กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้เทคนิคการระดมสมองเป็นวิธีของกระบวนการกลุ่มที่ช่วยแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของไอแซกเซน (Isaksen.1995) ที่กล่าวถึงการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ว่าเป็นกรอบแนวคิดที่แก้ปัญหาโดยใช้เทคนิคระดมสมอง อันประกอบด้วยความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) เพื่อให้ได้แนวคิดที่หลากหลายแตกต่างและแปลกใหม่ โดยยังไม่มี การประเมินหรือตัดสินแนวคิดนั้นว่าถูกหรือผิด และความคิดเอกนัย (Convergent Thinking) ที่ใช้พิจารณาวิเคราะห์ ประเมินค่าเพื่อตัดสินใจเลือกวิธีที่สมาชิกในกลุ่มคิดว่าดีที่สุด และจากงานวิจัยของพาร์น (มิ่งขวัญ ภาคสฤษฎี.2555) อ้างอิงจาก Parnes.1967) ที่ได้ทดลองใช้วิธีระดมสมอง ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ซึ่งพบว่าในช่วงเวลาเท่ากัน กลุ่มที่ใช้วิธีระดมสมองในการหาวิธีแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มที่ต้องคิดแก้ปัญหาอยู่ในกรอบเท่านั้น

ประการที่ 3 ความเชื่อมั่นว่าสามารถแก้ปัญหาและกำกับตนเองขณะทำการแก้ปัญหาได้ การเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE ในขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ ผู้วิจัยสร้างความเชื่อมั่นให้กับกลุ่มทดลองว่าสามารถทำการแก้ปัญหาได้ โดยการใช้คำถามและยกตัวอย่างให้นักเรียนเห็นว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นเรื่องปกติธรรมดาที่สามารถเกิดขึ้นได้ และสามารถแก้ไขได้โดยไม่ต้องใช้เวลาและความพยายาม ใช้สติและปัญญาในการแก้ไขปัญหา เช่น “ปัญหานี้เคยเกิดขึ้นหรือไม่อย่างไร” “นักเรียนจะต้องรู้อะไรบ้างจึงจะสามารถแก้ปัญหาได้” “นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการแก้ไขปัญหา” “จากวิธีการแก้ไขปัญหาที่นักเรียนเลือก นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง และจะจัดการสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างไร” ซึ่งในขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE จะมีคำถามให้นักเรียนคาดการณ์สิ่งที่อาจจะเกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นสิ่งสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรค และการใช้ประโยชน์หรือการจัดการกับสิ่งเหล่านั้น มีการยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงขั้นตอน และให้ระบุวิธีการเพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี ในขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนออกแบบอย่างสร้างสรรค์ นักเรียนมีการบันทึกพฤติกรรมในการแก้ปัญหาของตนเอง มีการเสริมแรงตนเองโดยใช้คำพูด ท่าทาง จากสมาชิกในกลุ่ม และการเสริมแรงจากผู้วิจัยโดยใช้คำพูดชมเชยเมื่อเป็นไปตามแผนที่วางไว้ และการตั้งรางวัลไว้สำหรับกลุ่มที่สามารถทำการสร้างชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาได้เป็นไปตามเป้าหมายและเงื่อนไขที่ตั้งไว้ หรือการพูดให้กำลังใจเมื่อการทำงานไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ สอดคล้องกับแนวคิดของสิทธิชัย ชมพูปาทย (2554) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ให้มองปัญหาว่าสามารถเกิดกับคนทั่วไปเป็นปกติ โดยปัญหานั้นจะต้องใช้เวลาและความพยายามจึงจะบรรลุความสำเร็จได้ กระบวนการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ควรมีการเพิ่มขั้นตอนของการปรับพฤติกรรมทางปัญญาร่วมด้วย ได้แก่ การมีความคิดที่เหมาะสม การกำกับตนเอง และการเสริมแรงตนเอง ทำให้สามารถลดความรู้สึกที่ไม่ดีขณะทำการแก้ปัญหาได้ จึงสามารถแก้ปัญหได้ดีกว่าการแก้ปัญหาที่เป็นขั้นตอนโดยเน้นการจัดการกับตัวปัญหาเพียงอย่างเดียวโดยไม่คำนึงถึงความรู้สึกขณะแก้ปัญหาเลย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของเดอซูริลล์ (D. Zurille.1988) ที่กล่าวว่า การฝึกการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ และทำความเข้าใจกับปัญหา เช่นเดียวกับพัชรี วัฒนาเมธี (2550) ที่กล่าวว่า การฝึกทักษะการแก้ปัญหช่วยให้มีการปรับเปลี่ยนความคิด หรือความเชื่อทางลบเป็นความเชื่อทางบวก โดยเน้นการจัดการที่ตัวปัญหา และจัดการกับอารมณ์ของตัวตนเองขณะแก้ปัญหา

ประการที่ 4 การนำกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมาเป็นจุดเน้นในการจัดกิจกรรม ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การรวบรวมข้อมูล 3) การค้นหาแนวคิดและเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด 4) การวางแผนและพัฒนา 5) การปฏิบัติและทดสอบ 6) การนำเสนอ และ 7) และการประเมินผล มาสังเคราะห์กับหลักการของการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ จนได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE ซึ่งเมื่อนักเรียนได้ทำการเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาแล้ว จะร่วมกันวางแผนขั้นตอนการแก้ปัญหา มีการวางแผน การออกแบบ และสร้างชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด คำนวณต้นทุนการผลิต ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด ทำให้ผู้เรียนต้องมีการวางแผนการแก้ปัญหอย่างเป็นขั้นตอน ต้องระดมสมองเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่เป็นนวัตกรรมสำหรับใช้

ในการแก้ไขปัญหา จากการสังเกตพบว่า ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีการออกแบบชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาตามแบบที่วางไว้ และมีการเลือกใช้วัสดุในการสร้างชิ้นงานอย่างหลากหลายแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มเพื่อสร้างชิ้นงานของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557: 5) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการทางวิศวกรรมเป็นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิด วิเคราะห์ และตัดสินใจ เช่นเดียวกับ เบอร์ลี (Eberle. 2010: online; Reeve. 2013: 18) ที่กล่าวว่า การสร้างนวัตกรรมและกระบวนการออกแบบ เป็นการสร้างนักนวัตกรรมรุ่นใหม่ในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ และกระบวนการใหม่ๆ อย่างยั่งยืน ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถด้านกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.2 กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเนื่องมาจาก ประการแรกการบูรณาการในการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE มีการบูรณาการระหว่างเนื้อหารายวิชา วิทยาศาสตร์ กับทักษะกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเข้าด้วยกันอย่างเป็นองค์รวม นักเรียนนำความรู้และทักษะกระบวนการไปใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สิริพัชร์ เจษฎาวิโรจน์ (2546: 13-14) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจลึกซึ้ง เข้าใจในเนื้อหาสาระและสิ่งที่เรียนโดยองค์รวม สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ ความคิด และสิ่งอื่นๆ รอบตัวได้ดี สามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้มาจัดระเบียบความรู้ใหม่ให้เหมาะสมกับตน เป็นองค์ความรู้ของตนเอง ส่งผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพูนสุข อุดม (2553: 60-62.) ที่ใช้รูปแบบการบูรณาการ คณิตศาสตร์และภาษาอังกฤษ โดยใช้รูปแบบการบูรณาการแบบเรียงลำดับและแบบมีส่วนร่วม พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทดลองใช้สูงกว่าก่อนใช้รูปแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับเบลลิง (Blessing.2009) ที่ศึกษารูปแบบการบูรณาการวิชาเคมี กับวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียนในระดับไฮสคูลในมลรัฐแคลิฟอร์เนียได้ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประการที่ 2 การทบทวนและการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ การจัดการเรียนรู้แบบ PACLE นักเรียนได้นำความรู้และทักษะที่ได้เรียนรู้มา ไปประยุกต์ใช้ในการวางแผน ออกแบบ และสร้างชิ้นงาน เป็นการทบทวนเนื้อหาที่เรียน นำทฤษฎีมาสู่การปฏิบัติ นักเรียนได้ลงมือทำด้วยตนเอง การเรียนรู้จึงมีความหมายต่อผู้เรียน มีการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่เข้าด้วยกัน การฝึกให้ผู้เรียนรู้จักกระบวนการคิด การวางแผนอย่างเป็นระบบ และการได้นำความรู้ไปใช้ จะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของกิตติมา พันธุ์พุกษา (2555) ได้มีการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นวิธีการสอนโดยใช้บริบทเพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ และการนำความรู้ไปใช้ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบ FEACA มีคะแนนความเข้าใจโมโนทัศน์และการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และสูงกว่าการเรียนการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ กลุ่มทดลองมี

คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันมาก ผู้วิจัยวิเคราะห์ว่า อาจเนื่องมาจากการที่ผู้เรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต่างก็ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเหมือนกัน ผู้เรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งกลุ่มควบคุมจะใช้วิธีการสอนแบบ 5Es ส่วนกลุ่มทดลองที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากได้มีการทบทวนทุกครั้งหลังเรียนจบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อนำความรู้ดังกล่าวมาออกแบบและสร้างชิ้นงาน และนำเสนอหน้าชั้นเรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และวรรณทิพา รอดแรงคำ (2542:17-18) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนสามารถจำได้ในระยะยาว ได้ผลการเรียนรู้ที่คงอยู่ได้ในปริมาณที่มากกว่าและยาวกว่าการให้นักเรียนท่องจำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวัลภา วงศ์จันทร์ (2555) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษารายวิชาการเงินระหว่างประเทศ (ง.422) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับนักศึกษาที่เข้าชั้นเรียนอย่างสม่ำเสมอ มีการซักถาม ตอบคำถามในห้องเรียน มีการทบทวนบทเรียน และมีความพึงพอใจในการเรียน จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

2.3 กลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนรายด้าน 4 ด้านสูงกว่าร้อยละ 65 ยกเว้นด้านการวางแผนแก้ปัญหาได้ร้อยละ 61.25 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์เพียงด้านเดียว แต่โดยภาพรวมทั้ง 5 ด้าน สูงกว่าร้อยละ 65 ตามเกณฑ์ อาจเนื่องมาจากการใช้สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน การที่คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยภาพรวม ของผู้เรียนผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนด เพราะผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ใกล้เคียงกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน กล่าวคือ การยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เป็นเรื่องใกล้ตัวและพบเห็นได้โดยทั่วไปมาใช้เป็นสถานการณ์ในการแก้ปัญหา ตัวอย่างเช่น การค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดจากหอพักนิสิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มายังสถาบันวิจัย พัฒนา และสาธิตการศึกษา การจัดกิจกรรมที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์จริงมาใช้ในการให้ผู้เรียนวางแผน และออกแบบการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น มีการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างหลากหลายในห้องเรียน โดยผู้สอนได้จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์อย่างหลากหลายที่สามารถหาได้ง่ายในห้องเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีการวางแผนและออกแบบชิ้นงานโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ได้หลากหลายขึ้น มีการให้ผู้เรียนเผชิญกับปัญหา กำหนดสถานการณ์ปัญหาเมื่อจบหนึ่งหน่วยการเรียนรู้ รวมทั้งหมด 5 หน่วยการเรียนรู้ จำนวน 5 สถานการณ์ การต้องเผชิญปัญหาและแก้ไขปัญหา โดยเฉพาะปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน จะส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของอรพินทร์ ชูชม; อัจฉรา สุขารมณ; อุษา ศรีจินดารัตน์. 2549: 15-16) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ควรเน้นการใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ ตั้งคำถามให้คิด ชวนสงสัย จูงใจให้ค้นหาคำตอบ ใช้ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นในการแสวงหาคำตอบ เกิดความพยายามในการทำความเข้าใจปัญหาและกระตือรือร้นในการแสวงหาคำตอบของปัญหา เช่นเดียวกับงานวิจัยของอุดม กาญจนจันทร์ (2556) ที่อธิบายว่า การที่ผู้เรียนมีโอกาสเผชิญกับปัญหาและต้องแก้ปัญหาลดเวลา ทำให้ผู้เรียนมี

ประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ซึ่งการเผชิญปัญหานี้ต้องสอดคล้องกับวิถีชีวิตของนักเรียน หรือเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของนักเรียน จะทำให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์มากขึ้น

สำหรับในด้านการวางแผนการแก้ปัญหา ที่มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญห อย่างสร้างสรรค์ไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยวิเคราะห์ว่า เนื่องจากในด้านดังกล่าว เป็นการวางแผน ขั้นตอนในการแก้ไขปัญหา ที่ต้องระบุขั้นตอนการแก้ปัญหา สิ่งที่ต้องใช้ ปัจจัยหรือสิ่งที่เกี่ยวข้อง และผลที่เกิดขึ้น เป้าหมายหรือชิ้นงาน ผู้เรียนจะต้องเขียนลงไปให้ครบทุกหัวข้อจึงจะได้ 1 คะแนน จากการตรวจสอบพบว่า ผู้เรียนไม่ได้เขียนลงไปทุกช่องให้ครบ จึงทำให้ไม่ได้คะแนนดังกล่าว และส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ด้านการวางแผนการแก้ปัญหามีคะแนนที่ไม่ถึงเกณฑ์ อาจเนื่องมาจากผู้เรียนยังขาดความคิดที่จะเอียดและซับซ้อนในการคิดปัจจัยหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา ดังนั้นในขั้นตอนของการวิเคราะห์ควรมีแบบฝึกเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เกี่ยวกับการมองโดยภาพรวม มิติของความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน และการคาดการณ์ถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างการแก้ปัญห อย่างสร้างสรรค์ไปใช้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้บริหาร

1.1 พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 เป็นแนวทางในการจัดการศึกษาของ ประเทศซึ่งนำมาสู่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ซึ่งมีได้เน้นเพียงเนื้อหาสาระ ใน 8 กลุ่มสาระเท่านั้น แต่ยังมุ่งเน้นให้นักเรียนพัฒนาด้านความคิด ความสามารถ ซึ่งเป็นสมรรถนะ ที่นักเรียนควรมี ประกอบด้วย 1) ความสามารถในการสื่อสาร 2) ความสามารถในการคิด ได้แก่ คิด วิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดอย่างเป็นระบบ 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และ 5) ความสามารถในการ ใช้เทคโนโลยี ดังนั้นจึงควรส่งเสริมและสนับสนุนให้ครูได้ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิด การสร้างหรือสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเกิดความสามารถในการคิด แก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์

1.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE เป็นรูปแบบหนึ่งที่ใช้เพื่อพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รูปแบบดังกล่าวจะ เน้นทักษะการแก้ปัญหา การคิดวิจารณ์และทักษะการสร้างสรรค์ โดยใช้เทคนิคการระดมสมอง มีการสืบค้นข้อมูลที่หลากหลาย และมีการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่หลากหลายและเพียงพอในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ ดังนั้น ผู้บริหารควรมีแนวทางปฏิบัติในการส่งเสริมให้ครูมีแหล่งการเรียนรู้ที่ ทันสมัย มีเทคโนโลยีที่สามารถสืบค้นข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและเพียงพอต่อการใช้งาน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน

2.1 ศึกษาและทำความเข้าใจในรูปแบบการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน สามารถปรับเปลี่ยนกิจกรรม ยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสมตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนไป เพื่อท้าทายผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้และแก้ปัญหามากขึ้น โดยในขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ ผู้สอนจะต้องเน้นในการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมสมองให้ได้แนวคิดมากที่สุด และในขั้นตอนที่ 3 การออกแบบอย่างสร้างสรรค์ ผู้สอนต้องคอยสังเกตผู้เรียน และคอยให้คำปรึกษาหรือเสริมแรงโดยการพูดให้กำลังใจ เมื่อการดำเนินงานไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

2.2 ในขั้นตอนของการเตรียมตัว ผู้สอนสามารถคิดเทคนิคหรือวิธีการสอนที่หลากหลายหรือแตกต่างไปจากที่ผู้วิจัยกำหนดได้ตามความเหมาะสม แต่ให้เน้นที่เป้าหมายเป็นหลักว่าต้องการให้ผู้เรียนรู้อะไร เกิดทักษะอะไร ที่จำเป็นในการนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

2.3 การสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนเป็นสิ่งสำคัญ ต้องสร้างห้องเรียนเป็นห้องกิจกรรมสำหรับการเรียนรู้ และมีความเป็นกันเอง ให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระ โดยไม่มีการตัดสิน ถูกผิด ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจดบันทึกทุกความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มลงไป โดยไม่ต้องพิจารณาว่าความคิดนั้นจะนำไปใช้แก้ปัญหาได้หรือไม่ จากนั้นจึงพิจารณาเลือกความคิดนั้นอีกครั้งอย่างสมเหตุสมผล การใช้คำถามของครูในการกระตุ้นการเรียนรู้ การระดมสมองและการยอมรับฟังกัน และกัน การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ถือเป็นสิ่งสำคัญในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE

2.4 ครูผู้สอนต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้เพียงพอ และหลากหลายต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกใช้ในการสร้างชิ้นงานเพื่อนำไปแก้ปัญหา

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE ไปใช้กับมัธยมศึกษาปีที่ 2-3 และมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบ เนื่องจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในด้านการวางแผนการแก้ปัญหาที่ต้องระบุขั้นตอนต่างๆอย่างละเอียด และคาดการณ์ผลที่อาจจะเกิดขึ้นจากการแก้ปัญหา ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 65 ผู้วิจัยวิเคราะห์ว่าขั้นตอนดังกล่าวผู้เรียนในระดับที่สูงขึ้นน่าจะมีความสามารถทำให้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดได้

2. ควรศึกษาผลของตัวแปรอื่นๆ เช่น ความสามารถในการตัดสินใจ การควบคุมหรือกำกับตนเองในการแก้ปัญหา ความคงทนในการเรียนรู้ ความเชื่อมั่นในตนเอง เนื่องจากตัวแปรดังกล่าวสามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้จากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE ซึ่งในกระบวนการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนต้องมีการตัดสินใจในการเลือกวิธีการแก้ปัญหา มีการกำกับตนเองในการแก้ปัญหา และสร้างความเชื่อมั่นในตนเองโดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นำเสนอผลงาน

3. ควรศึกษาผลโดยนำกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง หรือต่อยอดนวัตกรรม การออกแบบและสร้างชิ้นงานให้ใช้งานได้จริงจากแบบจำลองที่สร้างขึ้น ตัวอย่างเช่น แผนผังที่สร้างขึ้น อาจนำไปใช้จริงเป็นแผนผังเพื่ออธิบายให้กับผู้สนใจทั่วไปได้เข้าใจ



บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2541). แผนพัฒนาการศึกษาสำหรับเด็กและเยาวชนผู้มีความสามารถพิเศษ. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.
- _____. (2544.ก.) คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- _____. (2544ข.) คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมวิชาการ. (2546). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ: อรุณสาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2554). หนังสือเสริมการเรียนรู้ การออกแบบและเทคโนโลยี กลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- กิตติมา พันธุ์พุกษา. (2555). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นวิธีการสอนโดยใช้บริบทเพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดและการคิดวิเคราะห์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . ถ่ายเอกสาร.
- กัญญารัตน์ โคจร. (2554ข). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้อาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องสารและสมบัติของสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . ถ่ายเอกสาร.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2549). การคิดเชิงสร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.
- _____. (2551). ทักษะการแก้ปัญหาเรื่องจำเป็นสำหรับเด็กไทย. สืบค้นเมื่อ 4 ธันวาคม 2556, จาก <http://www.Kriengsak.com>.
- เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นความสามารถในการแก้ปัญหา ปัญหาวิชาฟิสิกส์ (FECA) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . ถ่ายเอกสาร.
- ไกล่รุ่ง นครวานากุล. (2547). การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสืบเสาะร่วมกับการใช้ผังมโนมิติเรื่องชีวิตพืชกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

กฤษฎดา ชูสินธุ์คุณา. (2559). *รอบรู้เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมคืออะไร*.

กรุงเทพฯ: อรุณสภา.

กรุณา นัคราจารย์. (2549). *การนำเสนอรูปแบบกิจกรรมนิตยสารอิเล็กทรอนิกส์เรื่องสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(โสตทัศนศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ถ่ายเอกสาร.

ขุนทอง คล้ายทอง. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 1 และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน,สำนักงาน. (2552).*เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

_____. (2553). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542.แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

คลังสมองของชาติ,สถาบัน. (2556). *โครงการเข้าร่วมประชุมทางวิชาการและการศึกษาดูงาน ด้าน STEM*. สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2557, จาก

<http://www.knit.or.th/index.php/component/content/article/30-aec/153-stem-hea>.

โครงการ PISA ประเทศไทย. (2554). *ตัวอย่างการประเมินผลวิทยาศาสตร์นานาชาติ: PISA และ TIMSS*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2549). *นวัตกรรมการศึกษาไทย : รูปแบบการเรียนการสอน นวัตกรรม การจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปการศึกษา*. ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะ ศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

http://www.aec.agr.ku.ac.th/document/attach/attach_09Jun2014101124.pdf.

ชวาล แพรัตกุล. (2552). *เทคนิคการวัดผล.พิมพ์ครั้งที่ 7*. กรุงเทพฯ: พิมพ์ลักษณ์.

ชวลิต ชูกำแหง. (2550). *การประเมินการเรียนรู้*. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ณัฐติยาภรณ์ หยกอุบล. (2555). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการ อุดมศึกษากระทรวงศึกษาธิการ. การศึกษาและพัฒนาสังคม*. 8(1): 85-102.

เดโช สวานนท์. (2512). *ปทานุกรมจิตวิทยา*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

ทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ สถาบัน. (2557). *คู่มือการจัดสอบ O-NET สำหรับศูนย์สอบ*.

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

- ทิพย์วรรณ มูลทองชุน. (2534). การพัฒนาแบบสอนแบบเอ็ม อี คิว เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ทิสนา แคมมณี. (2540). ทฤษฎีหลักการและแนวคิดที่เป็นสากลเกี่ยวกับการคิดในช่วงศตวรรษที่ 20. วิทยาการด้านการคิด. หน้า 5-28. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- _____. (2544). ทฤษฎีหลักการและแนวคิดที่เป็นสากลเกี่ยวกับการคิดในช่วงศตวรรษที่ 20. วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- _____. (2554). รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2553). ทักษะการคิดวิเคราะห์สังเคราะห์สร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ : การบูรณาการในการจัดการเรียนรู้. ราชบัณฑิตยสถาน. 36(2): 188-204.
- ทักษิณพัฒน์ ศรีขาวชัย. (2546). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนด้วยโปรแกรม *Microworlds*. วิทยานิพนธ์ปร.ด. (เทคโนโลยีการศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ธีรวรรณ โดษา. (2550). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการบวกลบคูณหารระคนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค LT. การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- นภาพรณี หวานชม. (2554). การศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นวรรตน์ รามสุต; และบัลลังก์ โรหิตเสถียร. (2554). ศธ.เร่งปฏิรูปหลักสูตรและพัฒนาครู. สืบค้นเมื่อ 4 ธันวาคม, 2556, จาก <http://www.moe.go.th/websm/2012/dec/327.html>
- นักวิชาการชี้ขาดคิดวิเคราะห์เด็กไทยรั้งท้ายผลสอบ "PISA". (2555, 28 สิงหาคม). กรุงเทพฯธุรกิจ. หน้า 9.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์; และกรุงเทพฯ: (2525). การสร้างแบบทดสอบ 1: เอกสารคำสอนวิชาวัดผล 301. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประคอง กรรณสุต. (2538). สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประทุม อัดชู. (2547). *ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
 ประมวล ศิริพันธ์แก้ว. (2541). *การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้*.

สสวท 26 (103): 8-10.

ประสาธ อิศรปรีดา. (2523). *เทคนิคการวัดผล*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. (2538). *อุปสรรคต่อการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์*. *วารสารครู*
ศาสตร์. 26: 31-40.

ปิยานี จิตรเจริญ. (2543). *ผลของการฝึกการคิดโดยใช้เทคนิคหวมกความคิดหกใบที่มีต่อ*
ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.
วิทยานิพนธ์ ค.ม.(จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

พรพิศ เกื่อนมณเฑียร. (2542). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจในการเรียนวิชา*
ภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการฝึกด้วยเกมที่ใช้คำถามต่างกัน.
ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2529). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: สำนักงานทดสอบ
 ทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

_____. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ:
 สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิชิต ฤทธิ์เจริญ. (2553). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: แฮสส์ออฟ
 เคอร์มีส์.

พัชรี วัฒนาเมธี และคณะ. (2550). *ผลของโปรแกรมการฝึกทักษะการแก้ปัญหาต่อภาวะซึมเศร้าของ*
คนพิการ. *ปริญญานิพนธ์ พย.ม. (สุขภาพจิตและการพยาบาลจิตเวช)*. เชียงใหม่:
 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.

พิทักษ์ โสตถยาคม. (สิงหาคม, 2556). *ปฏิรูปการเรียนรู้: หนึ่งเป้าหมาย-หลากหลายวิธี*. สืบค้นเมื่อ
 10 มกราคม, 2557, จาก http://ajpitak.blogspot.com/2013/08/blog-post_14.html.

พูนสุข อุดม. 2553. *ครูผู้สอน : การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน*.
 สสวท. กรุงเทพฯ: ครูสภา.

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2542). *การสร้างบรรยากาศการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด*
วิธีและเทคนิคการสอน. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข. (2550). *ทักษะ 5C เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการ*
จัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย.

- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ และวรรณทิพา รอดแรงคำ. (2542). การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- พิสมัย วีรยาพร. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและความพึงพอใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์เรื่องสมการและการแปรผันชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 ที่เรียนแบบร่วมมือ (LT) กับที่เรียนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- เพิ่มศัณยภาพแข่งขันประเทศ. สสวท.ต้นระบบ"สเต็มศึกษา". (2556, 25 เมษายน).ไทยโพสต์.โพสทล หวังพานิช. (2526). การวัดและประเมินผลการศึกษา.กรุงเทพฯ: ทบวงมหาวิทยาลัย.
- ภัทรรัตน์ แสงเดือน. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ และความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ภาวิช ทองโรจน์. (2556). โครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานฉบับใหม่.สืบค้นเมื่อ 13 มกราคม 2557, จาก www.facebook.com/DrPaVich.
- ภาวนา เทียนขาว. (2545). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและความรับผิดชอบต่อสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาด้วยการสอนแบบแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มิ่งขวัญ ภาคสญไชย. (2555). การวิจัยและพัฒนาชุดฝึกอบรมเพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักศึกษาปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์ คด.(วิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน มงคลไทร. (2550). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ คด.(การจัดการศึกษาและการเรียนรู้). นครสวรรค์: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. ถ่ายเอกสาร.
- รักษพล ธนานุวงศ์.(2556). รายงานสรุปการอบรมเชิงปฏิบัติการ STEM Education.กรุงเทพฯ: สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- รัชนิวรรณ สุขเสนา. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องบทประยุกต์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการเรียนรู้ตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

- ลัดดา ภูเกียรต์. (2544). *โครงการเพื่อการเรียนรู้ หลักการและแนวทางการจัดกิจกรรม*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- เลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ, สำนักงาน. (2550). *การจัดการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ : การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับมาตรา 24 (2) (3) แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: กลุ่มส่งเสริมนวัตกรรมการเรียนรู้ของครูและบุคลากรทางการศึกษาสำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้.
- วัฒนาพร ระเบียบทุกข์. (2542). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: ดันอ้อ.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2523). *พัฒนาหลักสูตรและการสอนมิติใหม่*. กรุงเทพฯ: รุ่งเรือง.
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล. (2557). *การโค้ชเพื่อการรู้จักคิด*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: บริษัท จรัสสินทวงศ์การพิมพ์ .
- วิทวัฒน์ ชัดติยะมาน และ ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. (2553). การปรับปรุงจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูม (Revised Bloom' s Taxonomy). สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม, 2557, จาก <http://watpon.com/journal/bloom.pdf>.
- เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร. (2556, กุมภาพันธ์-สิงหาคม). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสถิติและการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ไปสู่ชีวิตจริงโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้จักคิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *ศึกษาศาสตร์*. 24(2): 15-33.
- แว่นแก้ว พันภัย. (2549). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนเรื่องเศรษฐศาสตร์ในครอบครัวโดยการสอนแบบสตอรี่ไลน์กับการสอนแบบเกมสถานการณ์จำลอง*. ปรินญาณิพนธ์กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2542). *การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- วรรณิ แกมเกตุ. (2555). *วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วาโร เฟิงสวีสต์. (2552). *การวิจัยและการพัฒนา (Research and Development)*. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม, 2557, จาก <http://snrujst.snru.ac.th/wp-content/uploads//08/SNRU-JST>
- วัลภา วงศ์จันทร์. (2555). *ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษารายวิชาการเงินระหว่างประเทศ (กง.422)* . กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยพายัพ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). *แบบทดสอบมาตรฐานเพื่อวัดความสามารถในการคิดจากต่างประเทศ. วิทยาการด้านการคิด*. หน้า 180-192. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.

ศิริพร แก้วอ่อน. (2557). การพัฒนาความสามารถและเจตคติในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. ปรินญาณินพนธ์ วท.ม. (การวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ศศิกันต์ วิบูลยศรีนทร์. (2543). ผลของการใช้รูปแบบการสอนตามแนวทฤษฎีสามเกลียวของสเตอร์นเบอร์ก ในวิชากลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. วิทยานิพนธ์. ค.ม.(จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ศศิรัศม์ สริกขกานนท์. (2540). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอร์แรนซ์. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(ประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบัน. (2546).การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มตามกลุ่มสาระการเรียนรู้พื้นฐาน(เอกสารประกอบการอบรมครู) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544 กรุงเทพฯ: คุรุสภา.

----- . (2557). ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

_____. (2550). ก. รูปแบบการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูงวิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: คุรุสภา ลาดพร้าว.

----- . (2554). ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สะเต็มศึกษาประเทศไทย. (2014). สะเต็มศึกษาและการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม, 2557, จาก <http://www.stemedthailand.org/?knowstem>.

สิทธิชัย ชมพูพาทย์. (2554). การพัฒนาพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูและนักเรียนในโรงเรียนส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ใช้การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์. ปรินญาณินพนธ์ดุขฎิบัณฑิต (การวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุชาดา แก้วพิกุล. (2555). การพัฒนากิจกรรมคณิตศาสตร์ที่ใช้การจัดการเรียนการสอนอย่างกระตือรือร้นโดยเน้นการเรียนรู้เป็นคู่ร่วมกับการบริหารสมองเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสุขในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สุปราณี สุตารัตน์. (2548). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องโครงงานภูมิปัญญาไทยทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์กับเรียนด้วยแบบฝึก. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). มหาสารคาม. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย มหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- สมปอง เพชรโรจน์. (2549). การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบเพื่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องภาวะมลพิษทางอากาศ สำหรับนิสิตปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ คม. (โสตทัศนศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2534). ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2541). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุริยัน แสงแก้ว. (2535). การศึกษาผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการรู้แจ้งกับแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเวลาที่ใช้ในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สิริพัชร เจษฎาวิโรจน์. (2546). การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สรวยสุตา ปานสกุล. (2545). การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้อัตโนมัติกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบร่วมมือในองค์กรบนอินเทอร์เน็ต. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สิริวรรณ พรหมโชติ. (2542). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา จังหวัดศรีสะเกษ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวิทย์ มูลคำ; และอรทัย มูลคำ. (2543). เรียนรู้สู่ครูมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: ดวงกมลสมัย.
- หัสชัย สิทธิรักษ์. (2551). ความสำคัญของวิทยาศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม, 2557, จาก http://race.nstru.ac.th/home/e-weblog/member/%20hussachai/index.php?entry_id=425.
- อรพินทร์ ชูชม; อัจฉรา สุขารมณ; อษา ศรีจินดารัตน์. (2549). การวิเคราะห์ปัจจัยทางจิตสังคมที่สัมพันธ์กับจิตสำนึกทางปัญญาและคุณภาพชีวิตของเยาวชนไทย. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารี พันธุ์มี. (2545). ฝึกให้คิดเป็น คิดให้สร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ไยไหม ศรีเอทีฟ กรุ๊ป.

- อารมณฺ์ เพชรชื่น. (2527). *เทคนิคการวัดและประเมินผลการศึกษาในระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน.
- อุดม กาญจนจันทร์. (2556). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาเกษตรศาสตร์ โดยใช้วิธีสอนแบบการสร้างองค์ความรู้จากการสร้างสรรค์ชิ้นงานร่วมกับการสอนโดยอาศัยปัญหาเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์
- กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ. ถ่ายเอกสาร.
- Accreditation Board for Engineering and Technology.(2002).*Engineering Accreditation Criteria*. Baltimore, MD: Author.
- Aiken, W.M. (1942). *Adventure in Education: The Story of the Eight-Year Study with Conclusions and Recommendations*. New York: Harper and Brothers.
- Alex Osborn; & Sidney Parnes.(1950). *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem-Solving*. Retrieved May 2, 2013, from <https://www.amazon.com/gp/product/0023895209/?SubscriptionId=1JCQD9WSP6113SZ5DG2>.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
- _____. (AAAS).(1989). *Science for All Americans: A Project 2061 Report on Literacy Goals in Science, Mathematics and Technology*. Retrieved May 2, 2013, from <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>.
- Arbesman, M; & Puccio, G. (2001). Enhanced quality through creative problem solving. *Journal of Nursing Administration*, 31: 176-178.
- Basadur,M.S. (1995). *The power of innovation*. London, England: Pitman Professional.
- Base, S.P., & Treffinger, D. (1981). Analysis of creative products: Review and synthesis. *Journal of creative behavior*, 15, 158-178.
- Beane. (2007). *Democratic Schools: Lessons in Powerful Education*. Portsmouth NH: Heinemann, pp.5-8, 14-19. Retrieved November 12, 2013, from <http://neamathisi.com/literacies/chapter-6-critical-literacy-pedagogy/apple-and-beane-on-democratic-schools>.
- Becker J.M. & Shimada. (2000,2010). Peer Coaching for Improvement of teaching and learning. Retrieved November 12, 2013, from <http://essentialeducator.org/?p=688>.

- Blessing, Mupanduki T. (2009). *The Effectiveness of a Standards-Based Integrated Chemistry and Mathematics Curriculum on Improving the Academic Achievement in Chemistry for High School Students in Southern California*. Dissertation, Ed.D. California: Azusa Pacific University. Retrieved May 22, 2014, from <http://search.proquest.com/docview/305160215?accountid=44800>.
- Bloom, Benjamin S. (1956). *Taxonomy of Education Objective Handbook I: Cognitive Domain*. New York: Longmans Green.
- Bloom, Benjamin S.; Krathwohl, David R.; & Masia, Bertram B. (1964). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook II: Affective Domain*. New York: David McKay Company.
- Bono, Edward. (1976). *Teaching Thinking*. London: Temple Simple Smith.
- Bottoms, G., & Anthony, K. (2005). *Project Lead the Way: A pre-engineering curriculum that works*. Atlanta, GA: Southern Regional Educational Board.
- Bottoms, G., & J.Uhn. (2007). Project Lead the Way Works: A New Type of Technical program. Southern Educational Review Board. Retrieved May 22, 2014, from <http://www.sreb.org/programs/hstw/publication/2007pubs>.
- Charles Kramer, et al. (1987). *Creative Career Information and Development, Industrial and Commercial Training*, Retrieved May 22, 2014, from <http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/eb004068>.
- Choi H.J.; & Yang M.(2011). The Effect of Problem-Based Video Instruction on Student Satisfaction, Empathy, and Learning Achievement in the Korean Teacher Education Context. *Higher Education*.62(5): 551-561.
- David Krathwohl & Lorin Anderson. (1999). *Understaning the New Version of Bloom's Taxonomy*. Retrieved November 12, 2013, from <http://thesecondprinciple.com/teaching-essentials/beyond-bloom-cognitive-taxonomy-revised/>.
- De Bono,Edward. (1982). *Lateral Thinking A Text Book of Creativity*. Harondswort: Penquin Book.
- Dressel, P.L.; & Meyhew. (1957). *General Education : Explorations in Evaluation*. 2nd ed. ed. Washington D.C: American Council on Education.

- Durán, Mario J.; et al. (2007). A Learning Methodology Using Matlab/Simulink for Undergraduate Electrical Engineering Courses Attending to Learner Satisfaction Outcomes. *International Journal of Technology and Design Education*. 17(1): 55-73. Retrieved November 12, 2013, from <http://link.springer.com/article/10.1007/s10798-006-9007-z>.
- D' Zurille.T.J. & Goldfriend,M.R. (1971). *Problem-solving and behavior modification*. Journal of Abnormal Psychology, 78:107-126.
- D' Zurille.T.J. & Nezu,A. (1982). *Social problem solving in adults*, In P.C. Kendall (ed.), *Advances in Cognitive Behavioral Research and Therapy*. New York: Academic Press.
- D' Zurille.T.J. (1988). Relation between social problem solving ability and subsequent level of psychological stress in college students. *Journal of Personality and Social Psychology*.61,841-846.
- D' Zurille.T.J. & Maydeu Olivares. (2001). "Development and Preliminary Evaluation of The Social Problem Solving", *Psychological Assessment: A Journal of Consulting and Clinical Psychology*, c.2,S.2,ss.156–163.
- Eberle, Francis. (2010). *Why STEM Education Is Important*. Retrieved April 24, 2013, from www.isa.org/InTechTemplate.cfm?template=/ContentManagement/ContentDisplay.cfm&ContentID=83593.
- Edward M. Reeve.(2013). *Implementing Science , Technology , Mathematics , and Engineering (STEM) Education in Thailand and in ASEAN*. A Report Prepared for The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).
- Executive Office of the President. (2010). *Report to the President: Prepare and Inspire: K-12 Education in Science, Technology, Engineering and Math (STEM) for America's Future..* Retrieved April 24, 2013, from <http://www.whitehouse.gov/ostp/pcast>.
- Ferguson, L. (1952). *Personality Measurement*. New York: McGraw Hill.
- Huitt, William G. (October 16-19, 2009). *A Systems-Based Synthesis of Research Related to Improving Students' Academic Performance*. Retrieved May 2, 2013, from <http://www.edpsycinteractive.org/papers/improving-school-achievement.pdf>.
- Isaksen, Scott G.; & Treffinger, Donald J.(1985). *Celebrating 50 years of Reflective Practice: Versions of Creative Problem Soiving*. Retrieved May 2, 2013, from <http://www.cpsb.com>.

- Gagel, C. W. (1997). Literacy and Technology: Reflections and Insights of Technological Literacy. *Journal of Industrial Teacher Education*. 34(3): 6-34.
- Guildford, J.P (1959). Personality. New York : McGraw-Hill. Hersey.
- Gelade,G. (1995). Creative style and divergent production.Journal of creative ehavior. 29 (First Quarter) : 36-53.
- Guilford,J.P. (1971). *The Nature of Human Intelligence*. McGraw-Hill Book Company.
- Guilford, J. P. (1980). Traits of Creativity. Edited P.E. Vernon, Harmondsworth, Middiessx: Penguin Book.
- Hernandez, Paul R.; Bodin, Ralph; & Elliott, Jonathan W. (2013). *Connecting the STEM Dots: Measuring the Effect of an Integrated Engineering Design Intervention*. Colorado State University. Retrieved July 30, 2013, from <http://link.springer.com/search?query=STEM+education>.
- Herschbach, Dennis R. (Spring 2011). The STEM Initiative: Constraints and Challenges.*Journal of STEM Teacher Education*.48(1). Retrieved July 30, 2013, from <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JSTE/v48n1/herschbach.html>.
- Heywood, J. (1993). *Engineering Literacy for Non-Engineers K-12: A Curriculum Conundrum for the Engineering Profession*. Paper presented at the 23rd Annual Frontiers in Education conference on engineering education: Renewing America's technology. Washington, DC.
- International Technology Education, Association. (2007). *Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology*. Reston, VA: International Technology Education Association.
- International Technology and Engineering Educators Association (ITEEA). (2007). *Standard for Technology Literacy*. Retrieved May 22, 2014, from http://www.iteea.org/TAA/Publications/TAA_Publications.html.
- Isaksen,S.G.(March,1995). On the Conceptual Foundations of Creative Problem Solving: A Reapsonse to Magyari-Beck. *Creative and innovation management*. 4(1): 52-63.
- Jacqueline, McDonald; & Charlene, Czerniak. (January, 1994). *Developing Interdisciplinary Units*.*School Science and Mathematics*. 94(1): 5-10.
- Joyce,B.;& Weil,M. (1996). *Model of Teaching*. 5th ed.Boston : Allyn & Bacon.
- Katehi; et al. (Fall, 2009). The Status and Nature of K–12 Engineering Education in the United States. *The Bridge: Linking Engineering and Society*. 39(3): 5-10. Retrieved July 17, 2013, from <https://www.nae.edu/File.aspx?id=16147>.

- Kaufman, D.; Moss, D. M.; & Osborn, T. A. (2003). *Beyond the Boundaries: A Transdisciplinary Approach to Learning and Teaching*. Westport, CT: Praeger Publishing.
- Kerr, William H. (2013). *Norwin STEM Innovation Center for Teaching and Learning: Proposal for an Exemplary Business-Education Collaboration Model*. Pennsylvania: Norwin STEM Innovation Center. Retrieved July 17, 2013, from <http://www.norwinsd.org/STEMwhitePaper>.
- Krajcik, J. (2013). The Next Generation Science Standards: A Focus on Physical Science. *Science and Children*. 50(7): 13-21.
- Lantz, Hays B. (2009). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education What Form? What Function?* Retrieved April 27, 2013, from www.curretechintegrations.com/pdf+STEMEducationArticle.
- Laura, Policar. (2008). *How Interdisciplinary Methodology Improves Motivation, Creativity and Critical Thinking*. Retrieved April 20, 2013, from www.media.proquest.com/media/classic/doc/1453218481/fmt/ai/rep/SPDF?.
- Lewin, J.E.; & Reed, C.A. (1998). *Creative problem solving in cupational therapy*. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers.
- McDonald, J.; & Czerniak, C. (1994, January). Developing Interdisciplinary Unit: Strategies and Examples. *School Science and Mathematics*. 94(1): 5-10.
- Mehalik, M. M., Doppelt, Y. & Schunn, C. D. (2005). *Addressing performance of a design-based, systems approach for teaching science in eighth grade*. National Association of Research in Science Teaching (NARST), Dallas, TX.
- Mitchell, E. William; & Kowalik, F. Thomas. (1999). *Creative Problem Solving*. Retrieved May 23, 2014, from http://www.geocities.ws/jdkilp/Creative_Problem_Solving.pdf.
- Museum of Science, Boston. (2014). *Engineering in Elementary*. Retrieved May 23, 2014, from <http://www.eie.org/>.
- National Academy of Engineering & National Research Council. (2002). *Technically Speaking: Why All Americans Need to Know More About Technology*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Educational Technology Standards for Students. (2007). *Connecting Curriculum and Technology*. Retrieved May 2, 2013, from <https://eric.ed.gov/?id=ED473132>.

- National Governor's Association. (2009). *Building a Science, Technology, Engineering and Math Agenda*. Retrieved May 2, 2013, from www.partnership4learning.org/files/STEM%20Literacy.
- National Research Council (NRC). (1996). *The National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- _____. (NRC). (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Idea*. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC : The National Academies Press.
- NSW Department of Education and Communities. (2011). *Designing and Producing K-12 : Technology process*. Retrieved May 23, 2014, from http://www.curriculumsupport.education.nsw.gov.au/designproduce/tech_process.htm
- Office of Science and Technology. (2013). *Science Technology and Innovation*. Retrieved April 6, 2013, from <http://www.whitehouse.gov/administration/eop/ostp>.
- Osborn,A.F. (1963). *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem-Solving*. New York: Scribner.
- Palmer, M. (2007). *Teaching through Critical Thinking Tasks*. Retrieved September 27, 2013.
- Parnes,S.J. (1967). *Creative behavior workbook*. New York: Scribners.
- Quellmalz, E.S. (1985, October). Needs Better Method for Testing Higher Order Thinking Skill.*Educational Leadership*. 43(2): 29-34.
- Rece Herboldsheimer, Paige Gordon.(2013). *Curriculum Development Course at a Glance Planning for STEM*. Sample Curriculum – Posted: February 15, 2013.
- Reeve, Edward M. (May, 2013). *Implementing Science, Technology, Mathematics, and Engineering (STEM) Education in Thailand and in ASEAN. A Report Prepared for the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST)*. Bangkok: IPST. Retrieved September 27, 2013, from <http://specialproject.ipst.ac.th/index.php/module-styles/news?id=141>.
- Sahin, Alpaslan. (January-March, 2013). STEM Clubs and Science Fair Competitions: Effects on Post-Secondary Matriculation. *Journal of STEM Education*. 14(1): 5-11.
- Science, Buddies. (2012). *Comparing the Engineering Design Process and the Scientific Method*. Retrieved August 8, 2013, from <http://www.sciencebuddies.org/engineering-design-process/engineering-design-compare-scientific-method.shtml>.

- Smith, Partly T. (1994). Effect on Student Attitude and Achievement. *Dissertation Abstract International*. 55(7): 2528-2537.
- Starko, A.J. (2001). *Creativity in the Classroom: School of Curious Delight*. (2nd ed). London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Treffinger, D.J., & Firestein, R.I. (1989). Theoretical perspective and its facilitation. *Journal of Creative Behavior*, 17, 9-17.
- Treffinger, D.J. (1995). *Dimensions of creative*. Sarasota, FL: Center for Creative Learning.
- Treffinger, D.J.; et al. (2004). *Thinking with standards : Preparing for tomorrow (evementary level)*. Waco, TX: Prufrock Press.
- _____. (2006). *The CPS Kit*. Waco, TX: Prufrock Press.
- Treffinger, Donald J.; Isaksen, Scott G.; & Dorval, K.Brian. (2005). *Creative Problem Solving (CPS Version 6.1): A Contemporary Framework for Managing Change*. Center for Creative Learning, Inc. and Creative Problem Solving Group, Inc. Retrieved August 10, 2013, from www.cpsbdf.com and www.creativelearning.com.
- Treffinger, Donal J.; Selby, Edwin C.; & Isaken, S.G. (2008). Understanding Individual Problem-Solving Style: A Key to Learning and Applying Creative Problem Solving. *Learning and Individual Differences*. 18(4): 390-401.
- Wang, Hao-Chuan; Chang, Chun-Yen; & Li, Tsai-Yen. (2008). Assessing Creative Problem-Solving with Automated Text Grading. *Computers & Education*. 51(4): 1450-1466.
- Wiggins, Grant; & McTighe, Jay. (2011). *The Understanding by Design Guide to Creating High- Quality Units*. Alexandria, VA: ASCD. Retrieved August 10, 2013, from www.ascd.org/ASCD/pdf/siteASCD/publications/UbD_WhitePaper0312.pdf.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก



รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีดังนี้

- | | | |
|---------------------|----------------|---|
| 1. ผศ.ดร.ศิริลักษณ์ | เรืองรุ่งโรจน์ | คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 2. อาจารย์สมศักดิ์ | มณีรัตน์กุล | คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 3. ดร.สมปรางนา | วงษ์บุญหนัก | คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 4. ผศ.ดร.ธีรพงษ์ | แสงประดิษฐ์ | คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 5. อ.ดร.ชนินทร์ | พฤกษ์ประมูล | คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 6. ผศ.ดร.ฐิติพงษ์ | เครือหงส์ | คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี |
| 7. ผศ.ดร.เอกรัตน์ | ทานาค | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 8. ดร.ไอลดา | คล้ายสำริด | ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ
สพป.ปทุมธานี เขต 2 |
| 9. ดร.ศิริลักษณ์ | ชาวลุ่มบัว | โรงเรียนบ้านหนองขาม
จังหวัดสุพรรณบุรี |
| 10. ดร.ยุพาพันธ์ | มินวงษ์ | โรงเรียนบ้านหมี่วิทยา
จังหวัดลพบุรี |
| 11. ดร.ประภา | สมสุข | โรงเรียนสตรีสิริเกศ
จังหวัดศรีสะเกษ |
| 12. อ.มานะ | อินทรสว่าง | โรงเรียนศึกษานารี
กรุงเทพมหานคร |

ภาคผนวก ข



คู่มือการใช้
รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา
อย่างสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



สภาพปัญหาและความสำคัญ

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นสิ่งที่กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดไว้เป็นส่วนหนึ่งที่เป็นจำเป็นสำหรับผู้เรียนในเรื่องขององค์ประกอบทักษะชีวิต ดังจะเห็นได้จากองค์ประกอบที่ 2 ซึ่งได้กล่าวถึงการคิดวิเคราะห์ ตัดสินใจ และแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยหมายถึง การแยกแยะข้อมูลข่าวสาร ปัญหาและสถานการณ์รอบตัว วิพากษ์วิจารณ์และประเมินสถานการณ์รอบตัวด้วยหลักเหตุผลและข้อมูลที่ถูกต้อง รับรู้ปัญหา สาเหตุของปัญหา หาทางเลือกและตัดสินใจในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่างๆ อย่างสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) โดยมีพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 เป็นแนวทางในการจัดการศึกษาของประเทศซึ่งนำมาสู่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ซึ่งมีได้เน้นเพียงเนื้อหาสาระใน 8 กลุ่มสาระเท่านั้น แต่ยังคงมุ่งเน้นให้นักเรียนพัฒนาด้านความคิด ความสามารถ ซึ่งเป็นสมรรถนะที่นักเรียนควรมี ประกอบด้วย 1) ความสามารถในการสื่อสาร 2) ความสามารถในการคิด ได้แก่ คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดอย่างเป็นระบบ 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และ 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ฉะนั้นในการจัดการเรียนการสอนของครูในแต่ละครั้งนอกเหนือจากความรู้ในเนื้อหาสาระที่ต้องการให้นักเรียนได้รับแล้ว ครูยังต้องคำนึงถึงทักษะและความสามารถของนักเรียนที่พึงจะได้รับและอีกทั้งยังสามารถนำความสามารถนั้นไปใช้ได้ในชีวิตประจำวันอีกด้วย อาจกล่าวได้ว่าการเรียนการสอนในปัจจุบันไม่ได้เน้นความรู้ในเนื้อหาวิชาเพียงอย่างเดียวเช่นในอดีต แต่ยังต้องการให้นักเรียนได้พัฒนาสมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงของโลกที่เป็นไปอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นด้านสังคม เศรษฐกิจ หรือเทคโนโลยีก็ตาม ดังนั้นในปัจจุบันคนเราจึงต้องการทักษะใหม่ ๆ เพื่อใช้ในการดำเนินชีวิต จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่การศึกษาจะมุ่งเน้นทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตอยู่ในโลกที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552)

แนวคิดพื้นฐาน

ผู้วิจัยได้สังเคราะห์แนวคิดมาจากหลักการของกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 1) การระบุปัญหา 2) การรวบรวมข้อมูล 3) การค้นหาแนวคิดและเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด 4) การวางแผนและการพัฒนา 5) การปฏิบัติและทดสอบ 6) การนำเสนอ และ 7) การประเมินผล รวมกับแนวคิดและกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นมา ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1) การเข้าถึงปัญหา 2) การคิดและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา 3) การทบทวนและเตรียมการ 4) การวางแผนแก้ปัญหา 5) การตรวจสอบการปฏิบัติ และ 6) การประเมินผล ได้มาเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มี 5 ขั้นตอน

คือ 1) ขั้นเตรียมตัว 2) ขั้นวิเคราะห์ 3) ขั้นตอนออกแบบอย่างสร้างสรรค์ 4) ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน และ 5) ขั้นประเมินผล

หลักการ

1. เน้นการนำหลักการของกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มาเป็นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อนำไปสร้างชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาของนักเรียน และการสร้างนวัตกรรม

2. เน้นการใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ไม่พึงประสงค์เป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ จัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน โดยสถานการณ์นั้นต้องมีความยากและซับซ้อนไม่ซ้ำกับที่อื่น หรือเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ตั้งคำถามให้คิด ชวนสงสัย จูงใจให้ค้นหาคำตอบ ใช้ปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นในการแสวงหาคำตอบ เกิดความพยายามในการทำความเข้าใจปัญหาและกระตือรือร้นในการแสวงหาคำตอบของปัญหา

3. ใช้ความคิดสร้างสรรค์และความคิดวิจารณ์ในการแก้ปัญหา โดยการทำงานร่วมกัน ระหว่างการคิดสร้างสรรค์และการคิดวิจารณ์ การคิดสร้างสรรค์ทำได้โดยให้คิดพิจารณาตามรายละเอียดประกอบกับข้อมูลพื้นฐาน เพิ่มความแปลกใหม่และหลากหลายที่สุด ปราศจากการตัดสินความคิดต่างๆว่าดีหรือไม่ ขยายความคิดด้วยตนเอง การใช้เวลาเพื่อตกผลึกความคิด และการผสมผสานความคิดไปเรื่อยๆ จนถึงระยะหนึ่งจึงพิจารณาความคิดเหล่านั้นด้วยการคิดวิจารณ์ การพิจารณาหรือคิดอย่างรอบคอบ ละเอียดลออและชัดเจน สร้างเกณฑ์ในการตัดสินความคิด ในการเลือกและประเมินวิธีการแก้ปัญหาจนได้วิธีที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหาและนำไปแก้ปัญหา

4. ใช้เทคนิคระดมสมอง โดยใช้กระบวนการคิดที่หลากหลายของผู้เรียนแต่ละคน เน้นปริมาณของแนวคิดให้ได้มากที่สุด การยอมรับในความคิดของแต่ละคน โดยที่ยังไม่ตัดสินหรือประเมินแนวคิดนั้น ใช้การวิพากษ์แนวคิดสร้างการยอมรับ ผสมผสานแนวคิดใหม่จากแนวคิดที่มีอยู่เดิม ใช้วิธีกระตุ้นความคิดโดยการใช้ข้อมูลจริง โดยมีเทคนิคหลายประการ การใช้แนวคิดร่วมกัน การปรับปรุง การประยุกต์ การย่อและการขยาย การใช้ข้ออื่น การจัดออกและการใช้สิ่งตรงกันข้าม มีการทำงานเป็นทีม ความร่วมมืออย่างหลากหลาย แลกเปลี่ยนเรียนรู้และประเมินผลการเรียนรู้ร่วมกัน

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องมีความสมดุลทั้งอารมณ์และประสิทธิผลของการแก้ปัญหา เป็นการเน้นการจัดการที่ตัวปัญหา คือ เน้นการแก้ไขตัวปัญหาให้ประสบความสำเร็จ และเน้นการจัดการกับอารมณ์ที่มีต่อปัญหาและการแก้ปัญหา มองปัญหาว่าเป็นเรื่องปกติ สามารถแก้ไขได้ และต้องใช้ความพยายามและระยะเวลาในการแก้ไข ลดความวิตกกังวลในการแก้ปัญหา ผู้เรียนต้องมีความเชื่อมั่นว่าสามารถแก้ปัญหาและกำกับหรือควบคุมตนเองขณะทำการแก้ปัญหาได้

6. สร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาและทักษะกับชีวิตประจำวัน และการทำอาชีพ (Establish relevance) เพื่อสื่อว่าความรู้นี้จะใช้อย่างไร ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

7. ท้าทายผู้เรียน (Challenge your students) ความท้าทายที่เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียนจะสร้างความน่าสนใจในการเรียนรู้มากขึ้นและไม่ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย ในรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ จึงเน้นกิจกรรมที่ไม่ยากมาก หรือง่ายเกินไปจนน่าเบื่อหน่าย และเน้นพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วม ไม่จำกัดเฉพาะผู้เรียนที่เก่ง ๆ เท่านั้น

8. ผสมผสานการจัดการเรียนรู้ (Mix it up) เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้มีความหลากหลาย ผู้เรียนจึงแสดงความรู้ของนักเรียนออกมาอย่างสม่ำเสมอโดยการนำเสนอด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อที่จะได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

จุดมุ่งหมาย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน
2. เพื่อให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรง เกิดความรู้ความเข้าใจ ประยุกต์ใช้ความรู้มาสร้างชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหา
3. เพื่อฝึกให้นักเรียนรู้จักการวางแผนในการทำงาน มีทักษะการทำงานร่วมกับคนอื่น
4. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้นำเสนอแนวคิดของตนเอง และมีทักษะการสื่อสาร
5. เพื่อต่อยอดในการสร้างนวัตกรรม

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมตัว (Preparation) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้สอนตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ทบทวนความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ความรู้ใหม่ เป็นการเตรียมผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะกระบวนการตามตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลาง 2551

2. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ถึงประเด็นของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด มีการระบุปัญหา สร้างเกณฑ์และตัดสินใจในการเลือกเลือกปัญหา บอกสาเหตุของปัญหา และแสวงหาวิธีการในการแก้ไขปัญหาได้อย่างหลากหลายและแปลกใหม่ โดยไม่มีการตัดสินใจว่าความคิดนั้นผิดหรือถูก สร้างเกณฑ์และตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล ภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีการทบทวนและเตรียมการในการปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา พร้อมทั้งวิเคราะห์และคาดการณ์ถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นจากปัจจัยที่จะสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคต่อวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงการวางแผนในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และวิเคราะห์วิธีการเพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี

3. ขั้นตอนออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative design) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียน นำวิธีการแก้ปัญหา มาวางแผนการออกแบบวิธีการหรือชิ้นงาน สร้างชิ้นงาน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาถึงความแปลกใหม่ ทรัพยากร ข้อจำกัด ต้นทุนและเวลา นำวิธีการหรือชิ้นงานไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่กำหนด ปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาวิธีการในการแก้ไขปัญหา การออกแบบและชิ้นงานเพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายหรือเงื่อนไขที่กำหนด เมื่อเป็นไปตามแผนที่วางไว้ ก็ให้การเสริมแรงตนเอง

4. ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน (Learning together) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียนนำวิธีการแก้ปัญหา มาเรียนรู้ร่วมกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอผลงาน เพื่อให้ผู้เรียนได้ เปรียบเทียบผลการคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลในการนำสู่การลงข้อสรุปของตน เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น และเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้และอภิปรายร่วมกัน ผู้เรียนได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่เพื่อที่จะตอบคำถามหรือแก้ปัญหาบางอย่างร่วมกัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลหรือชิ้นงานของตนเอง

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) หมายถึง ขั้นตอนให้ผู้เรียนทบทวนวิธีการคิดต่างๆ ของตนเองเพื่อนำไปสู่การประเมินค่าของประสบการณ์ที่ได้รับจากการปฏิบัติร่วมกันและปรับกระบวนการคิดในการนำไปปฏิบัติ ตัดสินใจในการยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลและชิ้นงานของตนเองอีกครั้งในการแก้ไขปัญหา มีการประเมินการแก้ปัญหาและชิ้นงานของตนเอง สร้างคำอธิบาย

กับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเกิดการสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง โดยแสดงเหตุผลสนับสนุนได้อย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานและข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

การเตรียมความพร้อม

ครูผู้สอนที่จะนำรูปแบบการเรียนรู้ไปใช้ ควรจัดเตรียมสื่อการเรียนรู้และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลให้พร้อมก่อนที่จะดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

การเตรียมสื่อการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ อย่างหลากหลายโดยใช้ความรู้และทักษะที่มีในการแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในการวางแผนและสร้างชิ้นงาน ดังนั้นผู้สอนต้องทำความเข้าใจในแผนการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน กระบวนการจัดการเรียนรู้ เตรียมใบงาน ใบความรู้ให้เพียงพอ และเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับการทำกิจกรรมให้หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนได้เลือกใช้หรือไม่ใช้ อย่างสร้างสรรค์โดยคำนึงถึงทรัพยากรที่มี ต้นทุน ในการสร้าง และเงื่อนไขที่กำหนด

การเตรียมเครื่องมือการวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลตามรูปแบบการเรียนรู้ แบบ PACLE ต้องมีการวัดประเมินผลที่หลากหลาย ตามสภาพจริง ดังนั้น ควรวัดจากเครื่องมือวัดหลายประเภท เช่น แบบสังเกตพฤติกรรม แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แบบประเมินการนำเสนอ การตรวจใบงาน การให้คะแนนชิ้นงาน การตรวจบันทึกผลการเรียนรู้ แบบบันทึกพฤติกรรมตนเองขณะแก้ปัญหา และการตรวจอนุทิน โดยจะต้องทำการประเมินอย่างต่อเนื่อง ดูพัฒนาการของผู้เรียนเพื่อจะได้ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ สามารถสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

แนวปฏิบัติของการใช้รูปแบบการเรียนรู้

1. ครูผู้สอนควรมีความเชื่อในแนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ โดยการศึกษาขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ ทบทวนเทคนิควิธีการสอนที่ต้องใช้ ทำความเข้าใจต่อสถานการณ์หรือประเด็นที่ต้องนำมาให้นักเรียนศึกษา เพื่อนำไปสู่การปรับประยุกต์สถานการณ์ที่ครูเห็นว่าเหมาะสมกับบริบท ตลอดจนการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้เหมาะสม หลากหลายและเพียงพอในการจัดกิจกรรม

2. ครูผู้สอนต้องจัดบรรยากาศของการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกรักการเรียนรู้ เช่น การจัดห้องเรียนให้สามารถทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ได้อย่างคล่องตัวการเป็นกันเองกับนักเรียน ให้นักเรียนได้เกิดการผ่อนคลายในการเรียนรู้ กล้าถาม แสดงความคิดเห็นและอภิปรายร่วมกัน

2. กลุ่มเป้าหมาย นักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายของรูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในรายวิชาวิทยาศาสตร์
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 21 คาบ คาบละ 50 นาที
4. รูปแบบการเรียนรู้นี้ใช้ควบคู่กับแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีเอกสารประกอบการเรียนรู้ และเอกสารครูผู้สอน โดยผู้สอนสามารถปรับกิจกรรมให้เหมาะสมตามสถานการณ์ปัจจุบันได้ เพื่อให้ นักเรียนสนใจที่จะเรียนรู้ และสามารถเลือกใช้สื่อเพิ่มเติมตามความเหมาะสมได้

บทบาทครูผู้สอน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามรูปแบบการเรียนรู้ แบบ PACLE เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีเป้าหมายเพื่อให้ นักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองพร้อมทั้งสรุปองค์ความรู้ เพื่อนำเสนอหรือสื่อสารให้ผู้อื่นได้ ดังนั้นบทบาทของครูจึงเป็นผู้นำหน้าที่คอยอำนวยความสะดวก แนะนำและช่วยเหลือนักเรียนเมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือ โดยครูมีบทบาทดังนี้

1. ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ และเสริมแรงนักเรียนในการเรียนรู้เป็นระยะๆ หรือเมื่อเห็นว่านักเรียนต้องการกำลังใจในการทำกิจกรรม
2. ครูต้องรับฟังนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และอภิปรายร่วมกัน เกิดการร่วมมือกันทำงาน ยอมรับและไว้วางใจกัน
3. จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้และจัดหาสื่อและอุปกรณ์ให้หลากหลาย และเพียงพอต่อจำนวนนักเรียน
4. อำนวยความสะดวกและกระตุ้นเป็นระยะๆ เพื่อให้การทำกิจกรรมบรรลุวัตถุประสงค์ตามเวลาที่กำหนด
5. สร้างสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ และมีบรรยากาศผ่อนคลาย

บทบาทนักเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามรูปแบบนี้ เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตัวเองและมีการปฏิสัมพันธ์กับคนอื่น ๆ นักเรียนจึงควรมีบทบาทดังนี้

1. นักเรียนทุกคนต้องมีบทบาทหน้าที่ภายในกลุ่ม
2. ร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ อภิปราย แสดงความคิดเห็น และการออกมานำเสนอหลักการและชิ้นงานของตนเอง
3. ร่วมมือกับสมาชิกในการทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ในเวลาที่กำหนด
4. มีการนำเสนอความคิดเห็นของตนเองและรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น

5. รู้จักให้กำลังใจหรือเสริมแรงตนเองเมื่อสามารถทำงานได้สำเร็จในแต่ละขั้นตอนตามที่ได้วางแผนไว้

เพื่อความสะดวกและง่ายต่อการทำความเข้าใจ และสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง จึงแสดงบทบาทครูและบทบาทนักเรียนในแต่ละขั้นตอน ดังตาราง 1



ตาราง 1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบ PACLE บทบาทครู และบทบาทนักเรียน

รูปแบบ PACLE	กิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นเตรียมตัว (Preparation)	- สร้างความสนใจ - ทบทวนประสบการณ์ - เชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ - ทำกิจกรรม - สรุปลองค์ความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม	- แบ่งกลุ่มนักเรียนละความสามารถกลุ่มละประมาณ 3-4 คน - นำเข้าสู่บทเรียนสร้างความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้ - โดยการใช้คำถาม - ทบทวนประสบการณ์ของนักเรียน - เตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ - ดูแลและให้คำแนะนำระหว่างนักเรียนทำกิจกรรมต่างๆ - สังเกตและบันทึกผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการทำกิจกรรม	- มีการแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม - มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนทุกกิจกรรม เช่น การศึกษาใบความรู้ การทดลอง การทำใบงาน - มีการสรุปลองค์ความรู้
2. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis)	- การทำความเข้าใจกับปัญหา - การคิดและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา - การทบทวนและเตรียมการ - การวางแผนแก้ปัญหา - การตรวจสอบการปฏิบัติการแก้ปัญหา	- ยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน - กระตุ้นโดยใช้คำถามให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหาและอยากหาคำตอบ - ดูแลและให้คำแนะนำในการทำกิจกรรม	- ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ให้ได้มากที่สุด - สร้างเกณฑ์การเลือกปัญหา - เลือกปัญหาที่ต้องการแก้ไข - ระบุสาเหตุของ

ตาราง 1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบ PACLE บทบาทครู และบทบาทนักเรียน (ต่อ)

รูปแบบ PACLE	กิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
		- สังเกตและบันทึกผลการทำงานกิจกรรมของนักเรียน - กระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เทคนิคระดมสมองในการค้นหาปัญหาและวิธีการแก้ไข	ปัญหาที่ต้องการแก้ไขให้ได้มากที่สุด - ระบุวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด - สร้างเกณฑ์ในการเลือกวิธีการแก้ปัญหา - เลือกวิธีการแก้ปัญหา - ทบทวนเพื่อยืนยันหรือปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา - คาดเดาสິงที่อาจจะเกิดขึ้นจากวิธีการแก้ปัญหานั้น - ระบุขั้นตอนการแก้ปัญหา - ระบุวิธีการแก้ปัญหาให้ประสบความสำเร็จด้วยดี
3. ขั้นตอนออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative Design)	- การออกแบบชิ้นงาน - การสร้างชิ้นงาน - การทดสอบและปรับปรุงชิ้นงาน	- เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรม - ดูแลและให้คำแนะนำในการทำกิจกรรม - สังเกตและบันทึกผลการทำงานกิจกรรมของนักเรียน - ให้การเสริมแรง	- ลงมือออกแบบชิ้นงานเพื่อแก้ไข ปัญหาภายใต้ทรัพยากรที่มีจำกัดและเงื่อนไขที่กำหนด - สร้างชิ้นงาน ทดสอบและปรับปรุงชิ้นงานให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

ตาราง 1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบ PACLE บทบาทครู และบทบาทนักเรียน (ต่อ)

รูปแบบ PACLE	กิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
4. ชั้นเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together)	- การนำเสนอ - การอภิปราย/แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการและชิ้นงานของแต่ละกลุ่มที่ใช้ในการแก้ปัญหาวิเคราะห์เปรียบเทียบ จุดเด่น จุดด้อย - การจัดบันทึก	- ดูแลและให้คำแนะนำในการทำกิจกรรม - ใช้คำถามกระตุ้นหรือเพิ่มเติมในประเด็นที่เกี่ยวข้อง - สังเกตและบันทึกผลการทำกิจกรรมของนักเรียน	- นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานหน้าชั้นเรียน - ร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของแต่ละกลุ่ม - จัดบันทึกวิธีการ และจุดเด่น จุดด้อยของชิ้นงาน - บันทึกพฤติกรรมตนเองขณะแก้ปัญหา
5. ชั้นประเมินผล (Evaluation)	- การประเมิน - การสรุปผล	- ดูแลและให้คำแนะนำในการทำกิจกรรม - สังเกตและบันทึกผลการทำกิจกรรมของนักเรียน - ครูมีการเสริมแรงโดยให้รางวัลกับกลุ่มที่สามารถนำชิ้นงานไปแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดตามเงื่อนไขที่กำหนด	- นักเรียนประเมินการแก้ปัญหาและชิ้นงานของตนเอง - สรุปองค์ความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมเป็น Mind mapping - บันทึกอนุทิน

โครงสร้างเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้คือ สารที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE มีโครงสร้างรายวิชาและการจัดกิจกรรม ดังนี้

วิทยาศาสตร์

สารที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายปริมาณสเกลาร์ ปริมาณเวกเตอร์
2. ทดลองและอธิบายระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว และความเร็ว ในการเคลื่อนที่ของวัตถุ

สารที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

1. สร้างแบบจำลอง หรือรูปแบบที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ
2. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

สาระการเรียนรู้แกนกลางวิทยาศาสตร์

1. ปริมาณทางกายภาพแบ่งเป็นปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ ปริมาณสเกลาร์เป็นปริมาณที่มีแต่ขนาด ปริมาณเวกเตอร์เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง
2. การเคลื่อนที่ของวัตถุเกี่ยวข้องกับระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว ระยะทาง คือ ความยาวที่วัตถุตามแนวทางการเคลื่อนที่ของวัตถุจากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังตำแหน่งสุดท้าย การกระจัด คือ เวกเตอร์ที่ชี้ตำแหน่งสุดท้ายของวัตถุเทียบกับตำแหน่งเริ่มต้น อัตราเร็ว คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา ความเร็ว คือ การกระจัดของวัตถุในหนึ่งหน่วยเวลา

วิศวกรรมศาสตร์ : การออกแบบทางวิศวกรรม

ตัวชี้วัดเพิ่มเติม

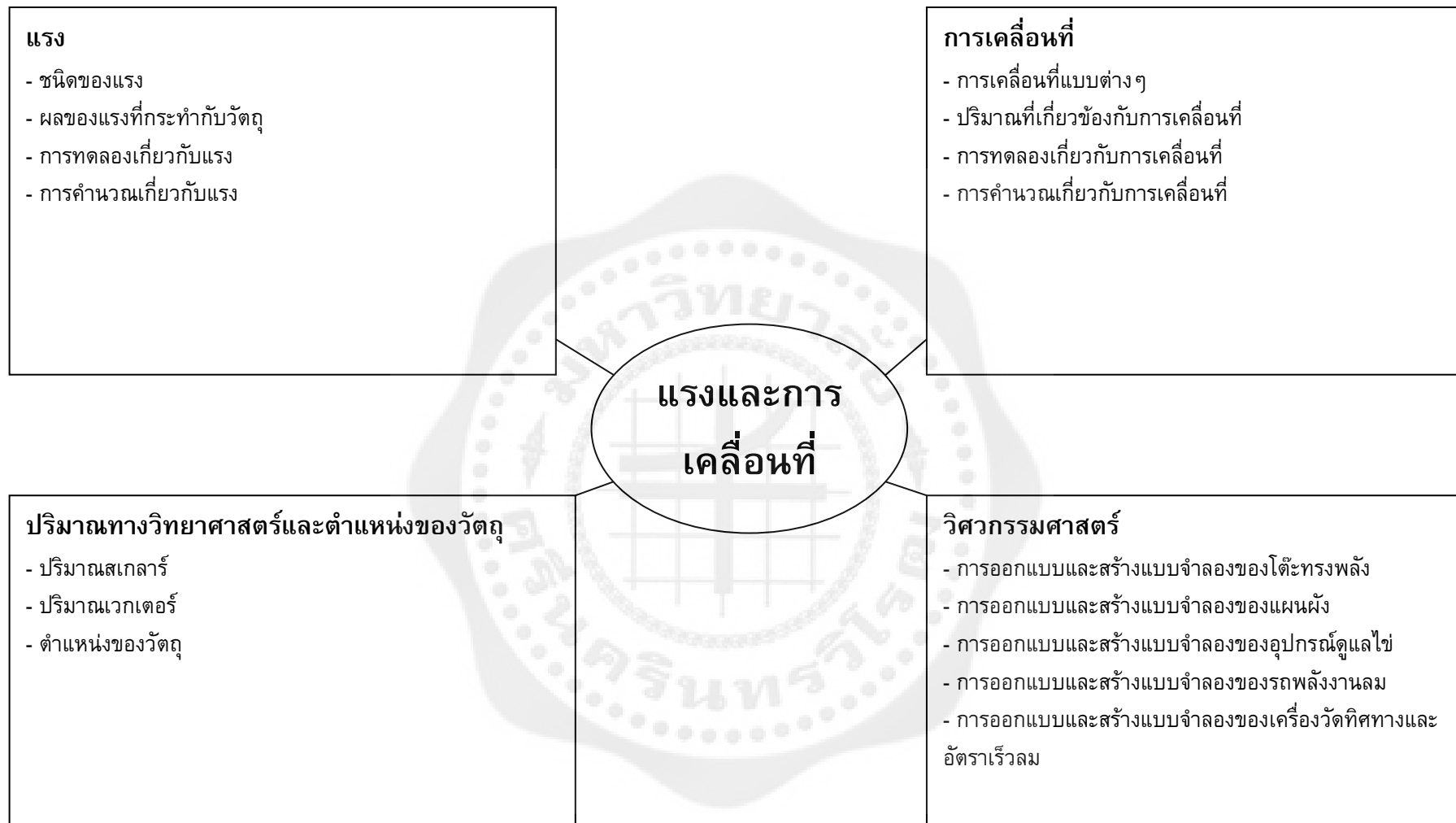
ออกแบบและสร้างผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ เพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมบนฐานของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการรู้เทคโนโลยี (Technology literacy) จนได้ออกมาเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่เป็นเทคโนโลยีที่เกิดจากกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

เวลาที่ใช้สอน 21 คาบ ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงหน่วยการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE

หน่วยการเรียนรู้ที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	จำนวน คาบเรียน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แรง	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แรง	5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ปริมาณทางวิทยาศาสตร์และตำแหน่งของวัตถุ	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ปริมาณทางวิทยาศาสตร์และตำแหน่งของวัตถุ	4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การเคลื่อนที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การเคลื่อนที่	5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ	4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การประยุกต์ใช้แรงและการเคลื่อนที่	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เครื่องวัดทิศทางและอัตราเร็วลม	3
รวม		21

โดยมีการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 การวิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของแรง และประเภทของแรงได้
2. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อแรง และผลของแรงที่กระทำกับวัตถุได้
3. อธิบายวิธีการและเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการวัดแรงได้
4. ทำการทดลอง บันทึกลง และสรุปผลการทดลองเรื่องแรงได้
5. บอกความหมายและอธิบายความแตกต่างของปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ได้
6. ยกตัวอย่างปริมาณสเกลาร์ และปริมาณเวกเตอร์ได้
7. เขียนสัญลักษณ์ของปริมาณเวกเตอร์ได้
8. บอกความหมายและอธิบายความแตกต่างของระยะทางและการกระจัดได้
9. คำนวณหาระยะทางและการกระจัดได้
10. อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรง การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวโค้ง การเคลื่อนที่ของวัตถุแบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายได้
11. เปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรง การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวโค้ง การเคลื่อนที่ของวัตถุแบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายได้
12. อธิบายและเปรียบเทียบเกี่ยวกับ อัตราเร็ว และความเร็วได้
13. คำนวณหาอัตราเร็ว และความเร็วได้
14. ทำการทดลอง บันทึกลงและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ได้
15. เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีการจัดการเทคโนโลยีด้วยการลดการใช้ทรัพยากร หรือเลือกใช้เทคโนโลยี ที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
16. จัดแสดงผลงาน และอธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงงานหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ
17. มีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาและออกแบบ พร้อมทั้งสร้างแบบจำลองของแผนผังโต๊ะทรงพลัง อุปกรณ์ดูแลไข้ รถพลังลม เครื่องวัดทิศทางและอัตราเร็วลม ด้วยกระบวนการทางวิศวกรรมที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบได้
18. มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนและมุ่งมั่นในการทำงาน

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชา วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ปริมาณทางวิทยาศาสตร์

และตำแหน่งของวัตถุ

เวลา.....4.....ชั่วโมง

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายปริมาณสเกลาร์ ปริมาณเวกเตอร์
2. ทดลองและอธิบายระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว และความเร็ว ในการเคลื่อนที่ของวัตถุ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

1. สร้างแบบจำลอง หรือรูปแบบที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ
2. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1.1 บอกความหมายและอธิบายความแตกต่างของปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ได้
- 1.2 ยกตัวอย่างปริมาณสเกลาร์ และปริมาณเวกเตอร์ได้
- 1.3 เขียนสัญลักษณ์ของปริมาณเวกเตอร์ได้ .
- 1.4 บอกความหมายและอธิบายความแตกต่างของระยะทางและการกระจัดได้
- 1.5 คำนวณหาระยะทางและการกระจัดได้
- 1.6 เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีการจัดการเทคโนโลยีด้วยการลดการใช้ทรัพยากร หรือเลือกใช้เทคโนโลยี ที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

1.7 จัดแสดงผลงาน และอธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

1.8 มีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาและออกแบบ พร้อมทั้งสร้างแบบจำลองของแผนผังด้วยกระบวนการทางวิศวกรรมที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบได้

1.9 มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนและมุ่งมั่นในการทำงาน

2. สารการเรียนรู้

2.1 วิทยาศาสตร์

ปริมาณทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ปริมาณสเกลาร์ และปริมาณเวกเตอร์

1) ปริมาณสเกลาร์ หมายถึง ปริมาณที่มีแต่ขนาดเพียงอย่างเดียว ไม่มีทิศทาง เช่น ระยะทาง ความยาว พื้นที่ ปริมาตร มวล เวลา อุณหภูมิ ความหนาแน่น อัตราเร็ว พลังงาน เป็นต้น

2) ปริมาณเวกเตอร์ หมายถึง ปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง เช่น การกระจัด ความเร็ว ความเร่ง แรง เป็นต้น การเขียนเวกเตอร์ ทำได้โดยใช้ลูกศรแทนขนาดและหัวลูกศรแทนทิศทาง เขียนได้หลายแบบ เช่น



การบอกตำแหน่งของวัตถุใดๆ จะต้องบอกเทียบกับจุดอ้างอิง โดยระบุทั้งระยะห่าง และทิศทางของตำแหน่งนั้นเทียบกับจุดอ้างอิง ซึ่งจุดอ้างอิงควรเป็นจุดที่อยู่หนึ่งและอยู่ใกล้กับวัตถุ การบอกตำแหน่งของสิ่งต่างๆ ทำได้หลายวิธีโดยในแต่ละวิธีต้องกำหนดจุดอ้างอิงหรือจุดที่ใช้เปรียบเทียบกับว่าวัตถุนั้นอยู่ที่ใดโดยทั่วไปจะใช้จุดอ้างอิงที่อยู่ใกล้ตัวเราก่อน แต่ถ้าไม่มีจุดอ้างอิง ที่อยู่ใกล้ก็จะพิจารณาจุดอ้างอิงที่อยู่ไกลออกไปและเป็นที่สังเกตได้ชัดเจน จุดอ้างอิงที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของวัตถุอาจเป็นสิ่งที่อยู่ตามธรรมชาติหรือมนุษย์สร้างขึ้น

ระยะทาง คือ ความยาวตามเส้นทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ทั้งหมด เป็นปริมาณสเกลาร์ มีแต่ขนาดอย่างเดียว มีหน่วยเป็นเมตร การเคลื่อนที่ของวัตถุ ทำให้วัตถุเปลี่ยนตำแหน่งไปจากตำแหน่งเดิม เมื่อวัดระยะห่าง ตำแหน่งเดิมกับตำแหน่งใหม่ของวัตถุที่เคลื่อนที่ไปโดยไม่คำนึงถึงทิศทางการเคลื่อนที่ เรียกว่า ระยะทาง

การกระจัด คือ เส้นตรงที่เชื่อมโยงระหว่างจุดเริ่มต้น และจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ เป็นปริมาณเวกเตอร์ คือ ต้องคำนึงถึงทิศทางด้วย มีหน่วยเป็นเมตร เมื่อวัตถุเปลี่ยนตำแหน่ง ระยะที่วัดได้ตามการเคลื่อนที่ของวัตถุซึ่งเป็นระยะที่เดินได้จริง กับระยะทางที่วัดในแนวตรงจากตำแหน่งเริ่มต้นถึงตำแหน่งสุดท้ายการเปลี่ยนตำแหน่ง อาจมีขนาดเท่ากันหรือแตกต่างกันได้ ระยะทางในแนวตรงจากตำแหน่งเริ่มต้น ไปยังตำแหน่งสุดท้ายของวัตถุ เรียกว่า การกระจัด เป็นปริมาณเวกเตอร์ ระบุทั้งขนาดและทิศทาง

3. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1-2

3.1 ขั้นเตรียมตัว (Preparation)

1. ครูพูดคุยและซักถามนักเรียนเกี่ยวกับการบอกตำแหน่งของตนเองเมื่อนัดหมายกับเพื่อน หรือการบอกเส้นทางเมื่อมีคนมาถามเส้นทาง

- เมื่อนักเรียนนัดหมายกับเพื่อนๆ ให้มาพบกันที่บ้าน นักเรียนอธิบายจุดนัดพบให้เพื่อนๆ ฟังอย่างไร

- เมื่อมีคนมาถามว่าโรงเรียนของนักเรียนอยู่ที่ไหน ไปอย่างไร นักเรียนจะอธิบายอย่างไร

2. นักเรียนช่วยกันอภิปรายเกี่ยวกับการบอกตำแหน่งและเส้นทาง

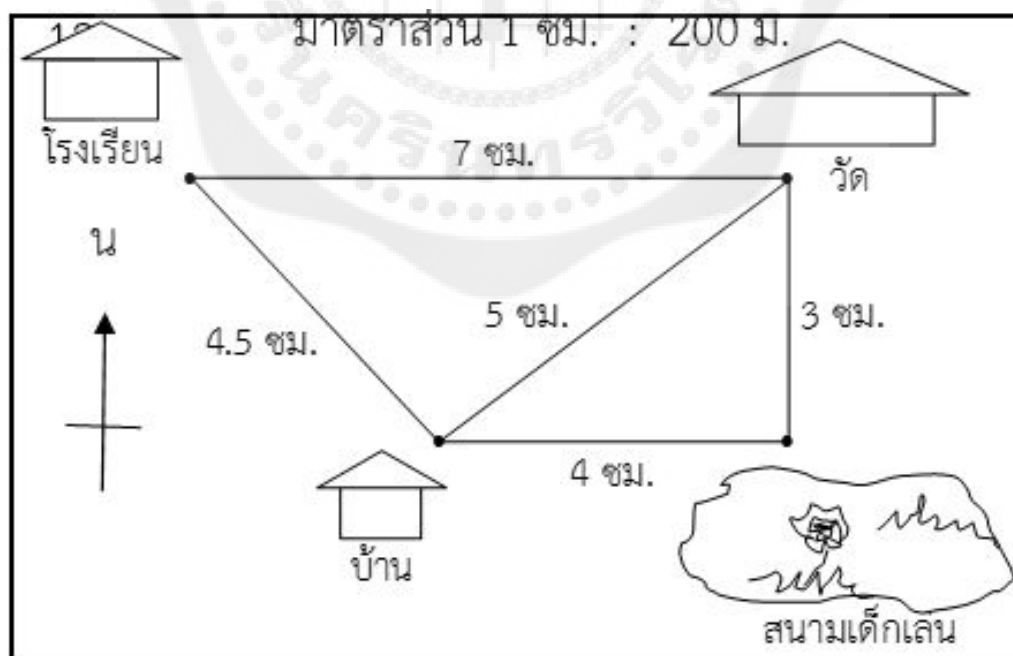
3. ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนโดยคณะเด็กเก่ง ปานกลางและอ่อน ใช้เกรตเจสเป็นเกณฑ์ กลุ่มละ 3-4 คน

4. ครูให้นักเรียนดูภาพแล้วถามนักเรียนว่า

- ถ้าเราอยู่ที่สนามเด็กเล่นแล้วจะไปโรงเรียน ไปได้กี่เส้นทาง นักเรียนจะเลือกเส้นทางไหน เพราะอะไร

- ถ้าเราจะอธิบายว่าบ้านอยู่ตำแหน่งไหน จะอธิบายอย่างไร

5. นักเรียนช่วยกันอภิปรายเกี่ยวกับการเลือกเส้นทางและบอกตำแหน่งของบ้าน



6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงระยะทางและทิศทางในแผนผัง และครูเชื่อมโยงถึง ปริมาณเวกเตอร์และปริมาณสเกลาร์ โดยถามนักเรียนว่า

- ระยะทางจากโรงเรียนไปบ้านเท่ากับกี่เมตร (แนวคำตอบ 900 เมตร)
- ถ้าใช้โรงเรียนเป็นจุดอ้างอิง จงบอกตำแหน่งของบ้าน (บ้านอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของโรงเรียน)

7. ครูบอกว่า “บ้านกับโรงเรียนอยู่ห่างกันเท่ากับ 900 เมตร เป็นปริมาณสเกลาร์” และบอกว่า “บ้านกับโรงเรียนอยู่ห่างกันเท่ากับ 900 เมตร โดยบ้านอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของโรงเรียน เป็นปริมาณเวกเตอร์” ให้นักเรียนพิจารณาเปรียบเทียบในสิ่งที่ครูบอกเพื่อหาความแตกต่างของ ปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ จนได้ข้อสรุปว่า **ปริมาณเวกเตอร์ ต้องมีทั้งขนาดและทิศทาง ส่วนปริมาณ สเกลาร์ มีขนาดเพียงอย่างเดียว**

8. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างปริมาณเวกเตอร์และปริมาณสเกลาร์

9. ครูแจกใบความรู้ที่ 2 เรื่องปริมาณทางวิทยาศาสตร์และตำแหน่งของวัตถุ ให้นักเรียน ศึกษาปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์เพิ่มเติม และวิเคราะห์ความแตกต่างของการกระจัดและ ระยะทาง การคำนวณระยะทางและการกระจัด พร้อมทั้งร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับตำแหน่งของวัตถุ ทิศและการกำหนดมาตราส่วน

10. นักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ 2 เรื่องปริมาณทางวิทยาศาสตร์และตำแหน่งของวัตถุ

11. ครูมอบหมายการบ้านให้นักเรียนแต่ละกลุ่มไปศึกษาเส้นทาง

- จากหอพักนิสิต ไปที่โรงเรียนสาธิต มศว องครักษ์
- จากหอพักนิสิต ไปโรงพยาบาลศูนย์การแพทย์
- จากโรงพยาบาลศูนย์การแพทย์ ไปที่โรงเรียนสาธิต มศว องครักษ์

โดยศึกษาทุกเส้นทางที่มี แต่ละเส้นทางมีระยะทางเท่าไร พร้อมทั้งวาดรูปอธิบายเส้นทางและ ตำแหน่งลงในกระดาษปฐพีทุกเส้นทาง

ชั่วโมงที่ 3-4

3.2 ชั้นวิเคราะห์ (Analysis)

12. ครูสอบถามถึงการบ้านศึกษาเส้นทางจากหอพักนิสิต มาที่โรงเรียนสาธิต มศว องครักษ์ และโรงพยาบาลศูนย์การแพทย์ พร้อมทั้งยกสถานการณ์ว่า มีนักเรียนคนหนึ่งยืนอยู่หน้า หอพักนิสิต ต้องการเดินเท้ามาที่โรงเรียนสาธิต มศว องครักษ์ ตามลำพัง เพื่อนำงานมาส่งอาจารย์ ซึ่งวันนี้เป็นวันสุดท้ายของการส่งงาน ซึ่งต้องส่งงานก่อนเวลา 16.30 น. และต้องเดินเท้าไป โรงพยาบาลศูนย์การแพทย์ เพื่อตรวจเช็คร่างกายตามที่หมอนัด ก่อนเวลา 16.30 น. เช่นกัน แต่เขาตัดสินใจไม่ถูกว่าจะไปที่ไหนก่อนหลัง และจะใช้เส้นทางไหนในการเดินทาง นักเรียนจะวางแผน แนะนำและช่วยเหลือเพื่อนนักเรียนคนนี้อย่างไร

13. ครูตั้งคำถามว่า ถ้าเป็นนักเรียน นักเรียนจะอย่างไร

14. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา และการวางแผนในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยลงมือทำใบกิจกรรมที่ 3 ตอนที่ 1 จะไปทางไหนดี ข้อ 1-9 โดยใช้ข้อมูลจากการบ้านที่ทำมาประกอบการตัดสินใจ

15. ในการทำกิจกรรมดังกล่าว นักเรียนในกลุ่มต้องร่วมกันระดมสมองเพื่อระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมที่ 3 ตอนที่ 1 ให้ได้มากที่สุด โดยยังไม่ตัดสินใจ ผิด เพื่อให้ได้วิธีการที่แปลกใหม่และหลากหลาย หลังจากนั้นจึงมาพิจารณาเลือกวิธีการแก้ปัญหา โดยการตั้งเกณฑ์ และเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผล

16. หลังจากนักเรียนทำกิจกรรมที่ 3 ตอนที่ 1 จะไปทางไหนดี เสร็จแล้ว ครูถามว่า

16.1 จากการตัดสินใจเลือกเส้นทาง นักเรียนคิดว่าจะทำอย่างไรให้เส้นทางที่เลือกอธิบายให้คนอื่นเข้าใจได้ง่ายขึ้น

16.2 นักเรียนจะสร้างแผนผังเพื่ออธิบายเส้นทางดังกล่าวได้อย่างไร

16.3 นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 3 ตอนที่ 2 จะไปทางไหนดี

3.3 ขั้นตอนออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative Design)

17. จากกิจกรรมที่ 3 จะไปทางไหนดี ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนและออกแบบแผนผัง โดยใช้ความรู้เรื่องปริมาณทางวิทยาศาสตร์และตำแหน่งของวัตถุ ที่เรียนมา ประกอบการวางแผน และตัดสินใจ โดยมีเงื่อนไขว่าต้องระบุมাত্রาส่วนลงไปบนแผนผังให้ถูกต้อง เลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมและลดการใช้ทรัพยากรหรือมีต้นทุนที่ต่ำแต่ได้งานตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ และมีความแปลกใหม่

18. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบร่างภาพของแผนผังในกระดาษกริด ตามที่ได้วางแผนไว้ และทำการสร้างชิ้นงานแผนผังตามแบบ

19. นักเรียนแต่ละกลุ่มทบทวน ตรวจสอบและพิจารณาแผนผังของตนเองว่าถูกต้องและครบถ้วนตามที่ได้ออกแบบมาหรือไม่ และทำการทดสอบแผนผังโดยนำแผนผังไปใช้กับเพื่อนหรือน้องห้องอื่น อธิบายถึงเส้นทางที่เลือกในแผนผังให้เพื่อนหรือน้องฟัง ว่าเข้าใจไหม นำผลที่ได้มาพัฒนา ปรับปรุงแผนผังของตัวเอง

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องบันทึกพฤติกรรมตนเองขณะแก้ปัญหาตามใบบันทึกพฤติกรรม การแก้ปัญหา

3.4 ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together)

20. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ต้นทุนในการสร้างชิ้นงาน แสดงชิ้นงาน อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์และหลักการอื่นๆ ที่นำมาใช้สร้างแผนผังหน้าชั้นเรียน

21. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและเปรียบเทียบวิธีการแก้ปัญหา หลักการเกี่ยวกับปริมาณทางวิทยาศาสตร์และตำแหน่งของวัตถุ ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ว่าแตกต่างกันและเหมือนกันอย่างไร ได้ผลออกมาเป็นอย่างไร

22. นักเรียนจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการนำเสนอของแต่ละกลุ่มลงสมุด และทำการวิเคราะห์ถึงจุดเด่น และจุดด้อยของแต่ละกลุ่ม

3.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation)

23. ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนจะปรับปรุงวิธีการหรือชิ้นงานหรือไม่ ถ้านักเรียนจะปรับปรุงวิธีการหรือชิ้นงาน นักเรียนจะอย่างไร เพราะอะไร

24. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลจากการทำกิจกรรม และจากการแก้ปัญหาของกลุ่มอื่นๆ มาพิจารณาประกอบการตัดสินใจ ในการยืนยัน หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลของกลุ่มตนเอง พร้อมให้เหตุผลประกอบ และจดบันทึกลงในสมุด

25. นักเรียนทุกคนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้เป็นการบ้านแบบ Mind mapping

4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 4.1 ใบความรู้ที่ 2 เรื่องปริมาณทางวิทยาศาสตร์และตำแหน่งของวัตถุ
- 4.2 ใบงานที่ 2 เรื่องปริมาณทางวิทยาศาสตร์และตำแหน่งของวัตถุ
- 4.3 ใบกิจกรรมที่ 3 จะไปทางไหนดี
- 4.4 กระดาษกริด 2 มิติ หรือ 3 มิติ
- 4.5 วัสดุสำหรับทำแผนผัง
- 4.6 ใบรายการของ
- 4.7 สถานที่เส้นทางในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- 4.8 เว็บไซต์แผนผังมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

5. การวัดผลประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1.1 บอกความหมายและอธิบายความแตกต่างของปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ได้ 1.2 ยกตัวอย่างปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ได้ 1.3 เขียนสัญลักษณ์ของปริมาณเวกเตอร์ได้ 1.4 บอกความหมายและอธิบายความแตกต่างของระยะทางและการกระจัดได้ 1.5 คำนวณหาระยะทางและการกระจัดได้	1. ตรวจใบงานที่ 2 เรื่องปริมาณทางวิทยาศาสตร์และตำแหน่งของวัตถุ	แบบประเมินใบงานที่ 2 เรื่องปริมาณทางวิทยาศาสตร์และตำแหน่งของวัตถุ	ได้คะแนนการประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

1.6 เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีการจัดการเทคโนโลยีด้วยการลดการใช้ทรัพยากร หรือเลือกใช้เทคโนโลยี ที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 1.7 มีความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาและออกแบบ พร้อมทั้งสร้างแบบจำลองของแผนผังด้วยกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบได้	2. ตรวจสอบกิจกรรมที่ 2 จะไปทางไหนดี 3. ตรวจสอบการออกแบบแผนผังและชิ้นงาน แผนผังที่สร้างขึ้น	แบบประเมินกิจกรรมที่ 2 จะไปทางไหนดี แบบประเมินการออกแบบแผนผังและชิ้นงานที่สร้างขึ้น	ได้คะแนนอยู่ในระดับดี ถือว่าผ่านเกณฑ์ ได้คะแนนการประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
1.8 จัดแสดงผลงาน และอธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ	4. สังเกตการนำเสนอ	แบบประเมินทักษะการนำเสนอ	ได้คะแนนการประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์
1.9 มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนและมุ่งมั่นในการทำงาน	5. สังเกตความสนใจใฝ่เรียนและมุ่งมั่นในการทำงาน	แบบประเมินความสนใจใฝ่เรียนและมุ่งมั่นในการทำงาน	ได้คะแนนการประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

6. บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

()

วัน.....เดือน.....พ.ศ.

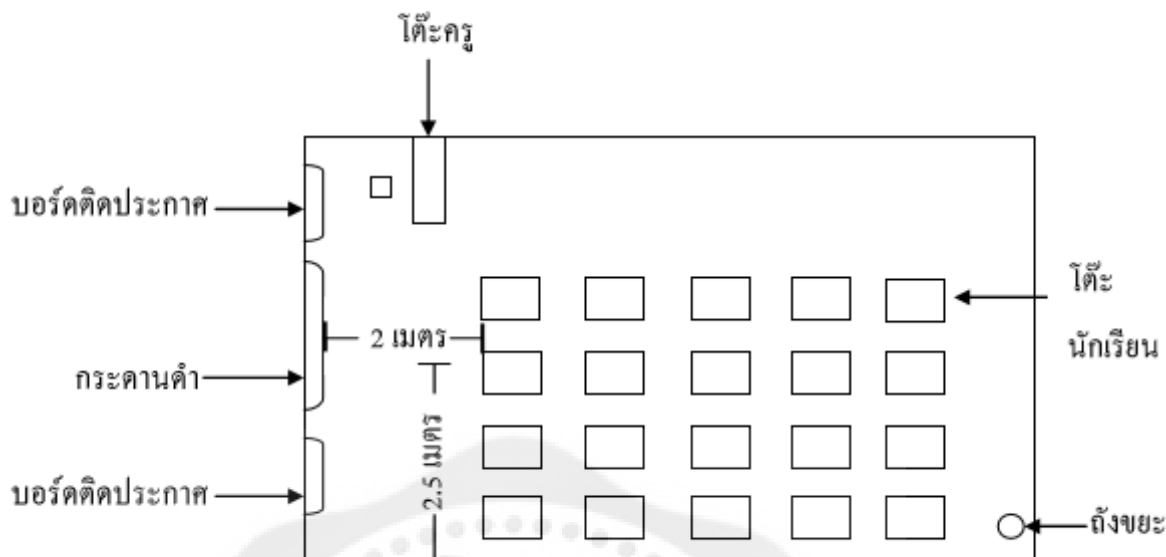
ใบความรู้ที่ 2 ปริมาณทางวิทยาศาสตร์และตำแหน่งของวัตถุ

ปริมาณทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ **ปริมาณสเกลาร์ (scalar quantity)** คือ ปริมาณที่บอกแต่ขนาดก็มีความหมายสมบูรณ์แล้ว ตัวอย่างปริมาณสเกลาร์ ได้แก่ มวลสาร ระยะทาง เวลา พื้นที่ ปริมาตร และความหนาแน่น การบอกปริมาณสเกลาร์ เช่น วัตถุมีมวล 5 กิโลกรัม รถวิ่งได้ระยะทาง 15 เมตร เป็นต้น **ปริมาณเวกเตอร์ (vector quantity)** คือ ค่าของปริมาณที่ต้องบอกทั้งขนาดและทิศทางจึงจะมีความหมายสมบูรณ์ ตัวอย่างปริมาณเวกเตอร์ ได้แก่ แรง ความเร็ว อัตราเร่ง โมเมนต์ แรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า การกระจัด การบอกปริมาณเวกเตอร์ เช่น แรง 10 N การกระทำ ในแนวดิ่งมีทิศลงสู่พื้นโลก เป็นต้น การบอกปริมาณเวกเตอร์ เช่น เครื่องบินบินตรงจากสงขลาถึงกรุงเทพฯ เป็นระยะทางประมาณ 750 กิโลเมตร (ทิศใต้ไปทิศเหนือ) การเขียนสัญลักษณ์เวกเตอร์เขียนได้หลายแบบ เช่น



ตำแหน่งของวัตถุ ในชีวิตประจำวันของเราจะพบวัตถุทั้งที่อยู่ในสภาพเคลื่อนที่และอยู่นิ่ง โดยการศึกษา การเคลื่อนที่ของวัตถุ ตำแหน่งของวัตถุจะมีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นจึงต้องมีการบอกตำแหน่งของวัตถุ การบอกตำแหน่งของวัตถุให้มีความชัดเจนนั้นจะต้องมีการเปรียบเทียบว่าวัตถุนั้นอยู่ที่ใด โดยทั่วไปจะใช้การเทียบกับจุดอ้างอิงหรือตำแหน่งอ้างอิง (reference point) จุดอ้างอิงที่ใช้ในการ บอกตำแหน่ง ควรมีลักษณะดังนี้ 1. โดยทั่วไปจะใช้จุดอ้างอิงที่อยู่ใกล้ตัวเรา แต่ถ้าไม่มีจุดอ้างอิงที่อยู่ใกล้ตัว ก็ให้พิจารณาจุดอ้างอิงที่อยู่ไกลออกไป 2. ควรเป็นสิ่งสังเกตได้ง่ายและชัดเจน 3. จุดอ้างอิงที่ใช้ในการบอกตำแหน่งของวัตถุนั้น อาจเป็นสิ่งที่อยู่ในธรรมชาติ เช่น ต้นไม้ แม่น้ำ หรือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น อาคาร ถนน สะพาน หลัทธิโลเมตร นอกจากนี้ควรให้รายละเอียดเพิ่มเติมด้วยว่าวัตถุอยู่ห่างจากจุดอ้างอิงเป็นระยะเท่าใด และอยู่ที่ทิศใดของจุดอ้างอิง การบอกตำแหน่งของวัตถุบนพื้นราบทำได้โดยเทียบกับแนวเส้นตรงสองเส้นที่ตั้งฉากกัน แล้วระบุว่าวัตถุอยู่ห่างจากแนวเส้นตรงทั้งสองเป็นระยะทางเท่าใด เส้นตรงทั้งสองเส้น คือ จุดอ้างอิง เช่น การบอกตำแหน่งที่นั่งในห้องเรียน สามารถบอกได้โดยใช้แนวผนังด้านหน้า และด้านข้างของห้องเป็นแกนอ้างอิง การบอกตำแหน่งของวัตถุที่มีการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง ตำแหน่งของวัตถุและจุดอ้างอิงจะอยู่บนแนวเส้นตรงเดียวกัน

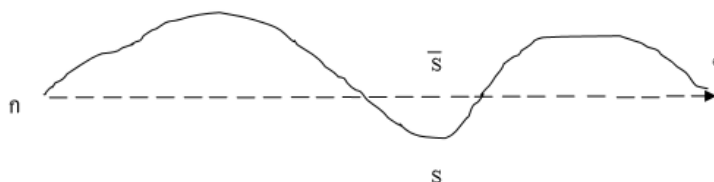
ตัวอย่างแผนผังของห้องเรียน



นักเรียนที่นั่งโต๊ะ A อาจบอกตำแหน่งได้ว่า นั่งอยู่ห่างจากแนวผนังด้านหน้า 2 เมตร และห่างจากแนวผนังด้านซ้าย 2.5 เมตร

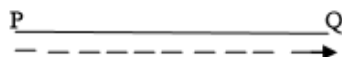
ระยะทาง (Distance) จากการศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุ เช่น รถ คน สัตว์ วัตถุตกในอากาศพบว่าตำแหน่งของวัตถุมีการเปลี่ยนไปจากเดิมหรือกล่าวได้ว่าวัตถุจะเลื่อนตำแหน่งเดิมไปยังตำแหน่งใหม่ ซึ่งอาจ เรียกการเคลื่อนที่เช่นนี้ว่า การเคลื่อนที่แบบเลื่อนตำแหน่ง (translational motion) ถ้าเราทราบ ตำแหน่งเริ่มต้น เส้นทางของการเคลื่อนที่ และตำแหน่งสุดท้ายของการเคลื่อนที่ก็จะหาระยะทางได้จาก ความยาวตามเส้นทางของการเคลื่อนที่ ดังรูป 1 ระยะทางจัดเป็นปริมาณสเกลาร์ที่มีแต่ขนาดอย่างเดียว ไม่ต้องบอกทิศทาง สัญลักษณ์เขียนแทนด้วย S หน่วยในระบบ SI เป็นเมตร (m)

การกระจัด (Displacement) เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง การบอกตำแหน่งใหม่เทียบ กับตำแหน่งเดิม เพื่อให้เข้าใจได้ถูกต้องชัดเจนต้องบอกทั้งระยะทางและทิศทาง ปริมาณที่บอกให้ ทราบถึงการเปลี่ยนตำแหน่ง เรียกว่า การกระจัด (Displacement) ซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ การกระจัดหาได้จากเส้นตรงที่เขียนหัวลูกศรกำกับโดยลากจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่ ความยาวของเส้นตรงแทนขนาดของการกระจัด และทิศที่หัวลูกศรชี้จะแทนทิศ ของการกระจัด ดังรูป 1 การกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ ที่ต้องบอกทั้งขนาดและทิศทาง จึงจะได้ ใจความที่สมบูรณ์ สัญลักษณ์เขียนแทนด้วย $\vec{S}$

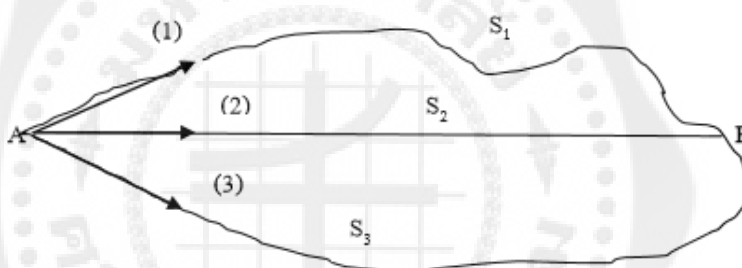


รูป 1 เส้นทึบ หมายถึง ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ เส้นประ หมายถึง การกระจัดซึ่งวัดจากจุดตั้งต้น คือ จุด ก จุดสุดท้าย คือ จุด ข มีทิศจากตะวันตกไปทิศตะวันออก

การกระจัดและระยะทางเท่ากัน เมื่อวัตถุเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและไม่มีการย้อนกลับ ดังรูป



การกระจัดที่วิ่งครบรอบพอดีจากจุดตั้งต้นถึงจุดสุดท้าย ที่จุดเดียวกัน เช่น จากจุด A ถึงจุด A เรียกว่า การกระจัดเป็นศูนย์ ตัวอย่าง การแสดงระยะทางและการกระจัด เมื่อวัตถุเคลื่อนที่จากจุด A ไป B ตามแนวเส้นทาง ดังรูป 2



รูป 2 การแสดงระยะทางและการกระจัด

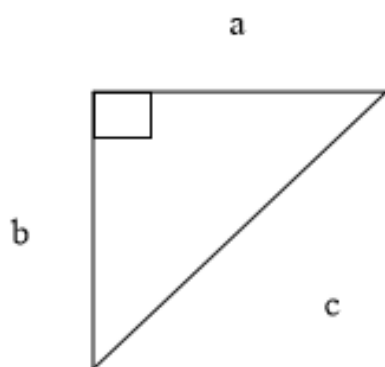
จากรูป 2 วัตถุเคลื่อนที่จาก A ไป B 3 เส้นทางจะได้ว่า

ตามเส้นทางที่ 1 ได้ระยะทาง = S_1 และได้การกระจัด = S_2 ทิศจาก A ไป B

ตามเส้นทางที่ 2 ได้ระยะทาง = S_2 และได้การกระจัด = S_2 ทิศจาก A ไป B

ตามเส้นทางที่ 3 ได้ระยะทาง = S_3 และได้การกระจัด = S_2 ทิศจาก A ไป B

การคำนวณหาระยะทางและการกระจัดในกรณีเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เช่น จากรูปเดินจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก และเดินไปทิศใต้ หาระยะทางได้จาก ขนาดของ $a + b$ และหาการกระจัดได้จากขนาดของ c โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างด้านทั้งสามของสามเหลี่ยมมุมฉากตามจากทฤษฎีพีทาโกรัส



กำหนดให้ a และ b เป็นความยาวของด้านประกอบมุมฉาก

c คือความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก

จะได้ความสัมพันธ์ $a^2 = b^2 + c^2$

การหาความยาวของเส้นรอบรูปวงกลม จากสูตร เส้นรอบวงกลม = $2\pi r$

เมื่อ r คือรัศมี และ $\pi = \frac{22}{7} \approx 3.14$

ใบงานที่ 2 เรื่องปริมาณทางวิทยาศาสตร์และตำแหน่งของวัตถุ

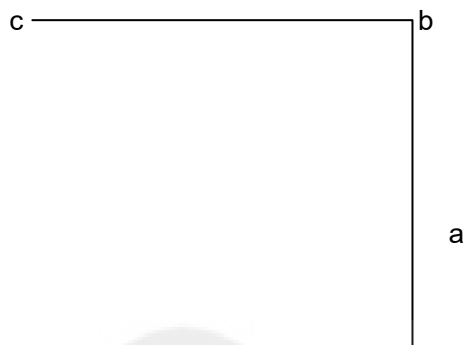
1. จงบอกความหมายและอธิบายความแตกต่างของปริมาณสเกลาร์กับปริมาณเวกเตอร์ และ
ระยะทางกับการกระจัด

หัวข้อ	ความหมาย	ความแตกต่าง
ปริมาณเวกเตอร์		
ปริมาณสเกลาร์		
ระยะทาง		
การกระจัด		

2. ให้นักเรียนจำแนกปริมาณทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้โดยใส่เครื่องหมายถูก / ลงใน
ช่องคำตอบที่เลือกให้ถูกต้อง

ข้อ	ปริมาณทางวิทยาศาสตร์	ปริมาณสเกลาร์	ปริมาณเวกเตอร์
1	มวลสาร		
2	แรง		
3	น้ำหนัก		
4	ความหนาแน่น		
5	ความเร็ว		
6	พื้นที่		
7	ปริมาตร		
8	อัตราเร็ว		
9	การกระจัด		
10	ความเร่ง		

3. จากรูป เด็กคนหนึ่งเดินทางจากจุด a ไปยังจุด b ระยะทาง 300 เมตร แล้วเลี้ยวซ้ายเดินไปยังจุด c อีก 400 เมตร เด็กคนนี้เดินได้ระยะทางและการกระจัดเป็นเท่าใด

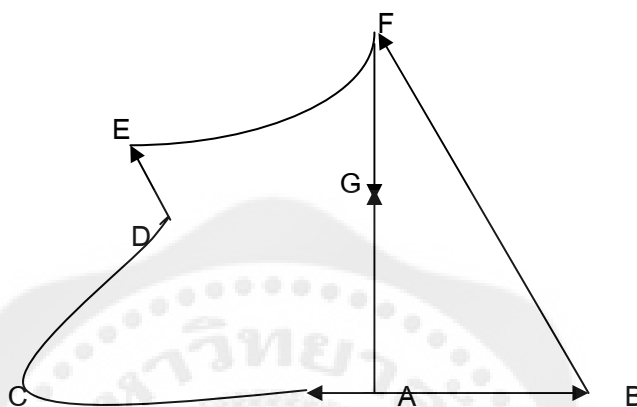


4. วัตถุเคลื่อนที่ในแนวตรงจาก ก ไป ข เป็นระยะทาง 200 เมตร แล้วเคลื่อนที่กลับทิศมายัง ค เป็นระยะทาง 40 เมตร จงหาระยะทางและการกระจัด



5. สมศรีวิ่งรอบสนามรูปวงกลมรัศมี 35 เมตร จำนวน 4 รอบ จงหาระยะทางและการกระจัด

6. จากรูป แสดงการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุจากจุด A ไปจุด G จงคำนวณหาการกระจัด และระยะทางที่เคลื่อนที่ทุกเส้นทาง โดยกำหนดระยะทางจากจุด A ไป C เท่ากับ 10 เมตร จากจุด C ไป D เท่ากับ 8 เมตร จากจุด D ไป E เท่ากับ 2 เมตร จากจุด E ไป F เท่ากับ 9 เมตร จากจุด F ไป G เท่ากับ 4 เมตร จากจุด G ไป A เท่ากับ 5.5 เมตร จากจุด A ไป B เท่ากับ 4.5 เมตร และจากจุด B ไป F เท่ากับ 12 เมตร



7. สมศักดิ์เดินไปทางทิศตะวันออกได้ระยะทาง 4 เมตร และเดินไปทางทิศเหนือ 3 เมตร จงวาดรูปเส้นทางที่เดินโดยใช้ไม้บรรทัด และกำหนดมาตราส่วน พร้อมทั้งคำนวณหาระยะทางและการกระจัด
8. ทองแดง เดินไปทางทิศตะวันตก ระยะทาง 500 เมตร และเดินย้อนกลับมาทางทิศตะวันออกได้ระยะทางเป็นครึ่งหนึ่งของการเดินครั้งแรก จงวาดรูปเส้นทางเดินโดยใช้ไม้บรรทัด และกำหนดมาตราส่วน พร้อมทั้งหาระยะทางและการกระจัด
9. จงเขียนแผนผังของห้องเรียน พร้อมทั้งแสดงสิ่งต่างๆในห้องเรียน และบอกตำแหน่งที่นั่งของตนเองที่อยู่ในห้องเรียนอย่างน้อย 2 วิธี
- 9.1 แผนผังของห้องเรียนที่นักเรียนนั่งนั้นให้ข้อมูลอะไร
- 9.2 นักเรียนสามารถบอกตำแหน่งที่นั่งของตนเองให้ถูกต้องและชัดเจนที่สุดได้โดยวิธีใด

.....

.....

.....

.....

จุดอ้างอิงที่นักเรียนกำหนดควรมีลักษณะใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9.3 สิ่งที่มีอยู่ตามธรรมชาติสามารถใช้เป็นจุดอ้างอิงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9.4 การบอกตำแหน่งของวัตถุจะต้องระบุจุดอ้างอิงเพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2 จะเลือกทางไหนดี

ตอนที่ 1 ศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

สถานการณ์ มีนักเรียนคนหนึ่งยืนอยู่หน้าหอพักนิสิต ต้องการเดินเท้ามาที่โรงเรียนสาริต มศว องค์กรฯ ตามลำพัง เพื่อนำงานมาส่งอาจารย์ ซึ่งวันนี้เป็นวันสุดท้ายของการส่งงาน ซึ่งต้องส่งงาน ก่อนเวลา 16.30 น. และต้องเดินเท้าไปโรงพยาบาลศูนย์การแพทย์ เพื่อตรวจเช็คร่างกายตามที่หมอ นัด ก่อนเวลา 16.30 น. เช่นกัน แต่เขาคิดสับสนใจไม่ถูกว่าจะไปที่ไหนก่อนหลัง และจะใช้เส้นทางไหน ในการเดินทาง

1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ขอให้นักเรียนระบุปัญหาให้ได้มากที่สุด

1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

2. ถ้านักเรียนต้องการคัดเลือกปัญหาที่ต้องแก้ไข นักเรียนจะพิจารณาจากเกณฑ์อะไรบ้าง

2.1 เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาปัญหา

1.
2.
3.
4.
5.

1.2 ตารางการพิจารณาประเด็นปัญหา

ที่	ประเด็นปัญหา	คะแนนตามเกณฑ์					รวม
		1	2	3	4	5	
1							
2							
3							
4							
5							

2.3 จากตารางการพิจารณาประเด็นปัญหา ข้อ 2.2 ให้นักเรียนเลือกปัญหาที่ต้องแก้ไขของ
สถานการณ์นี้คือ

.....

.....

เหตุผลที่เลือกปัญหานี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนบอกสาเหตุของปัญหาที่ต้องแก้ไข จากคำตอบที่ได้เลือกไว้ในข้อ 2.3 ให้ได้มากที่สุด

1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

4. จากปัญหาที่นักเรียนเลือกในข้อ 2.3 และการระบุสาเหตุของปัญหาในข้อ 3 ให้นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด

1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

5. ถ้านักเรียนต้องการคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา นักเรียนจะพิจารณาจากเกณฑ์ใดบ้าง

5.1 เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาวิธีการแก้ปัญหา

1.
2.
3.
4.
5.

5.2 ตารางการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหา

ที่	วิธีการแก้ปัญหา	คะแนนตามเกณฑ์					รวม
		1	2	3	4	5	
1							
2							
3							
4							
5							

5.3 จากตารางการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหา ข้อ 5.2 ให้นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหของสถานการณ์นี้คือ

.....

เหตุผลที่เลือกวิธีการแก้ปัญหานี้

.....

.....

.....

.....

.....

6. สรุปแล้ววิธีการแก้ปัญหานักเรียนเป็นอย่างไร (อนุญาตให้ปรับวิธีการแก้ปัญหากจากข้อ 5.3 ให้เหมาะสมได้)

นักเรียนต้องการยืนยันวิธีการแก้ปัญหากจากข้อ 5.3 หรือไม่

☐

ปรับปรุง โดยเพิ่มวิธีการคือ

☐

ยืนยัน

.....

.....

.....

.....

.....

เหตุผลที่ปรับปรุงหรือยืนยันวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

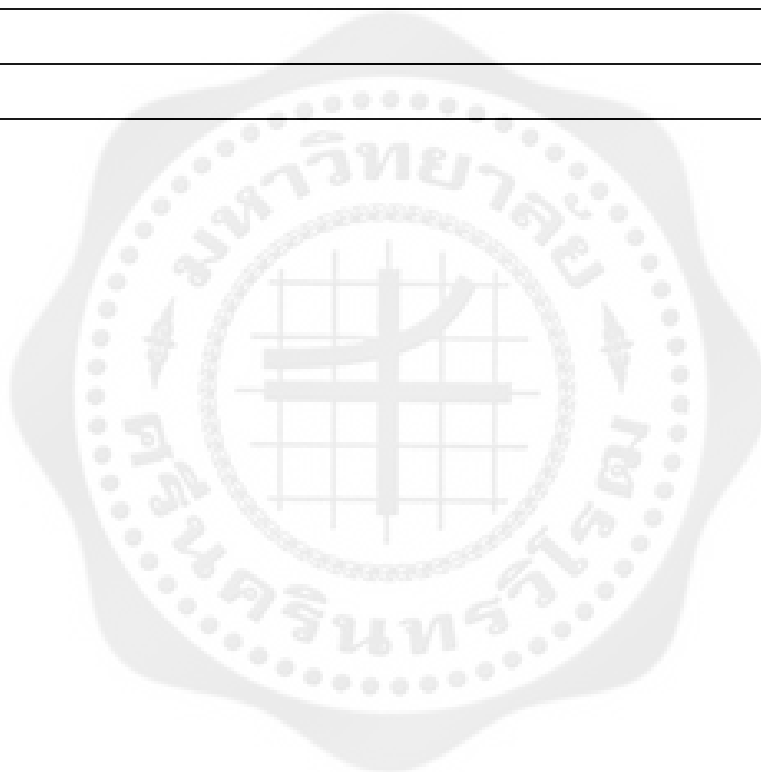
.....

.....

7. จากวิธีการแก้ปัญหานักเรียนเลือกจากข้อ 6 นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นบ้างที่จะสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคกับการแก้ปัญหาด้วยวิธีการในข้อ 6 พร้อมกับบอกวิธีการใช้ประโยชน์จากสิ่งที่จะสนับสนุนการแก้ปัญหา และวิธีการจัดการกับอุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้น

9. ในการดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ปัญหาจากข้อ 8 นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร เพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี

ที่	วิธีการเพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	



ตอนที่ 2 ออกแบบแผนผังอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้ความรู้เรื่องปริมาณทางวิทยาศาสตร์และตำแหน่งของวัตถุ และตามเงื่อนไขที่กำหนด
เกณฑ์การประเมินใบกิจกรรมที่ 7 จะเลือกทางไหนดี

คำถาม	เกณฑ์
ขั้นตอนที่ 1 การเข้าถึงปัญหา คำถามข้อ 1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ขอให้นักเรียนระบุปัญหาให้ได้มากที่สุด	1. คะแนนความคิดคล่อง เป็นการนับคำตอบ ที่นักเรียนตอบได้ ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับของคน อื่นหรือไม่ มีเกณฑ์ดังนี้ ไม่ตอบ หรือไม่มีคำตอบที่เป็นไปได้ ให้ 0 คะแนน คำตอบที่เป็นไปได้ จำนวน 1-2 คำตอบ ให้ 1 คะแนน คำตอบที่เป็นไปได้ จำนวน 3-4 คำตอบ ให้ 2 คะแนน คำตอบที่เป็นไปได้ จำนวน 5-6 คำตอบ ให้ 3 คะแนน คำตอบที่เป็นไปได้ จำนวนมากกว่า 6 คำตอบ ให้ 4 คะแนน 2. คะแนนความคิดยืดหยุ่น ให้คะแนนโดยนับ จำนวนกลุ่มหรือจำนวนประเภทของคำตอบ โดยนำ คำตอบจากการให้คะแนนความคิดคล่องไปจัดกลุ่ม หรือประเภทใหม่ คำตอบใดเป็นคำตอบทิศทาง เดียวกันหรือความหมายเดียวกัน จัดเป็นประเภท เดียวกัน แล้วนับจำนวนประเภทและให้คะแนนตาม เกณฑ์ ดังนี้ ไม่ตอบ หรือไม่มีคำตอบที่เป็นไปได้ ให้ 0 คะแนน มีคำตอบที่เป็นไปได้ จำนวน 1 ประเภท ให้ 1 คะแนน

คำถาม	เกณฑ์
	มีคำตอบที่เป็นไปได้ จำนวน 2 ประเภท ให้ 2 คะแนน มีคำตอบที่เป็นไปได้ จำนวน 3 ประเภท ให้ 3 คะแนน มีคำตอบที่เป็นไปได้ จำนวนมากกว่า 3 ประเภท ให้ 4 คะแนน 3. คะแนนความคิดริเริ่ม ให้คะแนนเฉพาะคำตอบที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับนักเรียนคนอื่นที่เข้าสอบ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนริเริ่ม ดังนี้ คำตอบที่ซ้ำกันตั้งแต่ 5 คนขึ้นไป ให้ 0 คะแนน คำตอบที่ซ้ำกัน 4 คน ให้ 1 คะแนน คำตอบที่ซ้ำกัน 3 คน ให้ 2 คะแนน คำตอบที่ซ้ำกัน 2 คน ให้ 3 คะแนน คำตอบไม่ซ้ำกับคนอื่น ให้ 4 คะแนน
คำถามข้อ 2 ถ้านักเรียนต้องการคัดเลือกปัญหาที่ต้องแก้ไข นักเรียนจะพิจารณาจากเกณฑ์อะไรบ้าง 2.1 เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาปัญหา 2.2 ตารางการพิจารณาประเด็นปัญหา 2.3 จากตารางการพิจารณาประเด็นปัญหา ข้อ 2.2 ให้นักเรียนเลือกปัญหาที่ต้องแก้ไขของสถานการณ์นี้คือ เหตุผลที่เลือกปัญหานี้	4 เมื่อสามารถสร้างเกณฑ์การประเมินปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ จำนวน 5 เกณฑ์ขึ้นไป 3 เมื่อสามารถสร้างเกณฑ์การประเมินปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ จำนวน 4 เกณฑ์ขึ้นไป 2 เมื่อสามารถสร้างเกณฑ์การประเมินปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ จำนวน 3 เกณฑ์ขึ้นไป 1 เมื่อสามารถสร้างเกณฑ์การประเมินปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ จำนวน 1-2 เกณฑ์ขึ้นไป

คำถาม	เกณฑ์
	0 เมื่อไม่สามารถสร้างเกณฑ์การประเมินปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ การคิดอย่างมีเหตุผล 4 ตัดสินใจเลือกปัญหา พร้อมกับอธิบายโดยอ้างอิงเกณฑ์ได้ครบทุกเกณฑ์ และแสดงเหตุผลสนับสนุนอย่างสมเหตุสมผล 3 ตัดสินใจเลือกปัญหา พร้อมกับอธิบายโดยอ้างอิงเกณฑ์ได้ 3 เกณฑ์ และแสดงเหตุผลสนับสนุนอย่างสมเหตุสมผล 2 ตัดสินใจเลือกปัญหา พร้อมกับอธิบายโดยอ้างอิงเกณฑ์ได้ 2 เกณฑ์ และแสดงเหตุผลสนับสนุนอย่างสมเหตุสมผล 1 ตัดสินใจเลือกปัญหา พร้อมกับอธิบายโดยอ้างอิงเกณฑ์ได้ 1 เกณฑ์ และแสดงเหตุผลสนับสนุนอย่างสมเหตุสมผล 0 ไม่ตัดสินใจเลือกปัญหา หรือเลือกที่ไม่อยู่ในขอบเขตของข้อเท็จจริงในสถานการณ์ที่กำหนด และไม่สามารถใช้เกณฑ์ในการเลือกหรือไม่แสดงเหตุผลประกอบการตัดสินใจ
คำถามข้อ 3 ให้นักเรียนบอกสาเหตุของปัญหาที่ต้องแก้ไข จากคำตอบที่ได้เลือกไว้ในข้อ 2.3 ให้ได้มากที่สุด	เกณฑ์ : เช่นเดียวกับคำถามข้อที่ 1 เงื่อนไข : สอดคล้องกับประเด็นปัญหาในข้อที่ 2
ขั้นตอนที่ 2 การคิดและแสวงหาวิธีการแก้ปัญหา คำถามข้อ 4 จากปัญหาที่นักเรียนเลือกในข้อ 2.3 และการระบุสาเหตุของปัญหาในข้อ 3 ให้นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด	เกณฑ์ : เช่นเดียวกับคำถามข้อที่ 1 เงื่อนไข : สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาในข้อที่ 3
คำถามข้อ 5 ถ้านักเรียนต้องการคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา นักเรียนจะพิจารณาจากเกณฑ์ใดบ้าง	4 เมื่อสามารถสร้างเกณฑ์การประเมินวิธีการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ จำนวน 5 เกณฑ์ขึ้นไป

คำถาม	เกณฑ์
5.1 เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาวิธีการแก้ปัญหา 5.2 ตารางการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหา	3 เมื่อสามารถสร้างเกณฑ์การประเมินวิธีการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ จำนวน 4 เกณฑ์ขึ้นไป
5.3 จากตารางการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหา ข้อ 5.2 ให้นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาของสถานการณ์นี้คือ เหตุผลที่เลือกวิธีการแก้ปัญหานี้	2 เมื่อสามารถสร้างเกณฑ์การประเมินวิธีการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ จำนวน 3 เกณฑ์ขึ้นไป 1 เมื่อสามารถสร้างเกณฑ์การประเมินวิธีการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ จำนวน 1-2 เกณฑ์ขึ้นไป 0 เมื่อไม่สามารถสร้างเกณฑ์การประเมินวิธีการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ การคิดอย่างมีเหตุผล 4 ตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหา พร้อมกับอธิบาย โดยอ้างอิงเกณฑ์ได้ครบทุกเกณฑ์ และแสดงเหตุผลสนับสนุนอย่างสมเหตุสมผล 3 ตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหา พร้อมกับอธิบาย โดยอ้างอิงเกณฑ์ได้ 3 เกณฑ์ และแสดงเหตุผลสนับสนุนอย่างสมเหตุสมผล 2 ตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหา พร้อมกับอธิบาย โดยอ้างอิงเกณฑ์ได้ 2 เกณฑ์ และแสดงเหตุผลสนับสนุนอย่างสมเหตุสมผล 1 ตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหา พร้อมกับอธิบาย โดยอ้างอิงเกณฑ์ได้ 1 เกณฑ์ และแสดงเหตุผลสนับสนุนอย่างสมเหตุสมผล 0 ไม่ตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหา หรือเลือกที่ไม่อยู่ในขอบเขตของข้อเท็จจริงในสถานการณ์ที่กำหนดและไม่สามารถใช้เกณฑ์ในการเลือก หรือไม่แสดงเหตุผลประกอบการตัดสินใจ
ขั้นตอนที่ 3 การทบทวนและเตรียมการ คำถามข้อ 6 สรุปแล้ววิธีการแก้ปัญหานักเรียนเป็นอย่างไร (อนุญาตให้ปรับวิธีการแก้ปัญหาจากข้อ 5.3 ให้เหมาะสมได้)	4 ปรับหรือยืนยันวิธีการแก้ปัญหาให้สอดคล้องและเป็นไปได้ พร้อมกับอธิบายเหตุผลได้ชัดเจน ครอบคลุมประเด็นที่ปรับหรือยืนยัน 3 ปรับหรือยืนยันวิธีการแก้ปัญหาให้สอดคล้องและ

คำถาม	เกณฑ์
นักเรียนต้องการยืนยันวิธีการแก้ปัญหาจากข้อ 5.3 หรือไม่ (ยืนยันหรือปรับปรุง) เหตุผลที่ปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา	เป็นไปได้ พร้อมกับอธิบายเหตุผลได้ชัดเจน แต่ไม่ครอบคลุมประเด็นที่ปรับหรือยืนยัน
	2 ปรับหรือยืนยันวิธีการแก้ปัญหาให้สอดคล้องและเป็นไปได้ พร้อมกับอธิบายเหตุผลได้ แต่ไม่ชัดเจน 1 ปรับหรือยืนยันวิธีการแก้ปัญหาให้สอดคล้องและเป็นไปได้ แต่ไม่อธิบายเหตุผล 0 ไม่ตอบคำถามข้อ 6
คำถามข้อ 7 จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเลือกจากข้อ 6 นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นบ้างที่จะสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคกับการแก้ปัญหาด้วยวิธีการข้อ 6 พร้อมกับบอกวิธีการใช้ประโยชน์จากสิ่งที่จะสนับสนุนการแก้ปัญหา และวิธีจัดการกับอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้น	เกณฑ์ : เช่นเดียวกับคำถามข้อที่ 1 เงื่อนไข : คำตอบจะต้องประกอบด้วยสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้น และการใช้ประโยชน์หรือการจัดการ จึงจะนับเป็น 1 คำตอบ
ขั้นตอนที่ 4 การวางแผนแก้ปัญหา คำถามข้อ 8 จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเลือกจากข้อ 6 และการคาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากข้อ 7 ให้นักเรียนเขียนเรียงลำดับขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาให้ละเอียด โดยระบุวิธีการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน สิ่งที่ต้องใช้ในขั้นตอน	เกณฑ์ : เช่นเดียวกับคำถามข้อที่ 1 แต่นับเฉพาะความคิดคล่องเท่านั้น เงื่อนไข : คำตอบจะต้องประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา สิ่งที่ต้องใช้ บัณฑิตหรือสิ่งที่เกี่ยวข้อง ผลที่เกิดขึ้นหรือเป้าหมายหรือชิ้นงาน จึงจะนับเป็น 1 คำตอบ
ขั้นตอนที่ 5 การลงมือปฏิบัติ คำถามข้อ 9 ในการดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ปัญหาจากข้อ 8 นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร เพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี	เกณฑ์ : เช่นเดียวกับคำถามข้อที่ 1 แต่ความคิดยืดหยุ่นให้จับกลุ่มใน 4 ประเด็นของการดำเนินการขณะแก้ปัญหา คือ 1) การยืดขั้นตอนและเป้าหมายของการแก้ปัญหา 2) การเตือนตนเองและการบันทึกสิ่งต่าง ๆ ระหว่างการแก้ปัญหา 3) การให้การเสริมแรงตนเองในขณะที่ทำการแก้ปัญหา 4) การประเมินตนเองขณะแก้ปัญหา เงื่อนไข : ต้องเป็นคำตอบที่กล่าวถึงการดำเนินการขณะแก้ปัญหา

เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน

ชิ้นงาน/เกณฑ์	1	2	3	4
ความสมบูรณ์ของ ต้นแบบชิ้นงาน	มีชิ้นงาน แต่ ไม่สมบูรณ์	ชิ้นงาน สมบูรณ์ แต่ไม่ทำงาน	ชิ้นงาน สมบูรณ์และ ทำงานได้ดีเป็น บางครั้ง	ชิ้นงาน สมบูรณ์ และ ทำงานได้ดี ตลอดเวลา
การออกแบบต้นแบบ ชิ้นงาน	การออกแบบ ชิ้นงานไม่ดี ไม่ได้ใช้หลักการ ออกแบบย่อยของแต่ ละวิชา	การออกแบบดี ใช้หลักการ ออกแบบ แต่ ผลิตภัณฑ์ ดูไม่น่าสนใจ	การออกแบบดี ใช้หลักการ ออกแบบและ ผลิตภัณฑ์ ดูน่าสนใจ	การ ออกแบบดี เลิศใช้ หลักการ ออกแบบ และ ผลิตภัณฑ์ ดูน่าสนใจ มาก

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างเครื่องมือวิจัย



แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ ใช้สำหรับวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน
2. แบบทดสอบฉบับนี้ มีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหา มีทั้งหมด 2 สถานการณ์ ซึ่งในแต่ละสถานการณ์ ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 9 ข้อ ให้นักเรียนทำทุกข้อ
3. นักเรียนจะได้คะแนนสูง ถ้าตอบคำถามได้ดังนี้
 - 3.1 ตอบคำถามได้จำนวนมาก
 - 3.2 คำตอบมีความแปลก แตกต่างจากคนอื่น
 - 3.3 มีการใช้เกณฑ์และเหตุผลประกอบการตัดสินใจได้อย่างสมเหตุสมผล
4. แบบทดสอบฉบับนี้ ใช้เวลาทำ 60 นาที



สถานการณ์ที่ 1

ศูนย์วิจัยสุขภาพกรุงเทพ เปิดเผยว่า จากการสำรวจจำนวนผู้ใช้โทรศัพท์มือถือทั่วประเทศระหว่างปี พ.ศ. 2548 ถึง 2555 โดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร พบว่าจำนวนผู้ใช้โทรศัพท์มือถือในประเทศไทยเพิ่มขึ้นร้อยละ 10-15 ทุกปี จาก 21 ล้านคนในปี 2548 เป็น 44 ล้านคน ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาจากการใช้โทรศัพท์มือถือมากขึ้น เช่น ในปี 2555 ทางสำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การสำรวจความเสี่ยงจากการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ขณะขับรถในประเทศไทย พ.ศ. 2552” พบว่า ทั่วประเทศมีผู้ใช้โทรศัพท์มือถือขณะขับประมาณ 11,542,723 คน มีการเกิดอุบัติเหตุอันเนื่องมาจากการใช้โทรศัพท์มือถือขณะขับรถจำนวน 729,997 คน และเกือบจะเกิดอุบัติเหตุจำนวน 1,152,999 คน การพิมพ์ข้อความบนมือถือแต่ละครั้ง จะต้องละสายตาจากถนนเฉลี่ย 4.6 วินาที ดังนั้น หากขับรถด้วยความเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะเท่ากับการละสายตาจากถนนขณะขับรถเป็นระยะทาง 100 เมตร นั้นหมายความว่า ถึงแม้ผู้ขับขี่จะไม่ได้เมาหรือหลับระหว่างขับรถ แต่การใช้โทรศัพท์มือถือระหว่างขับรถ ก็เปรียบเสมือนการที่เรากำลังหลับอยู่นั่นเอง

ที่มา :

กาญจนา ศรีสวัสดิ์ และคณะ (2552). การสำรวจความเสี่ยงจากการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ขณะขับรถในประเทศไทย พ.ศ. 2552. กรุงเทพมหานคร: กองทุนเพื่อความปลอดภัยในการใช้รถบนถนน.
<http://www.thaihealth.or.th/Content/18388>

คำถามข้อ 1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ขอให้นักเรียนระบุปัญหาให้ได้มากที่สุด

1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

คำถามข้อ 2 ถ้านักเรียนต้องการคัดเลือกปัญหาที่ต้องแก้ไข นักเรียนจะต้องพิจารณาจากเกณฑ์อะไรบ้าง

2.1 เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาปัญหา

1.
2.
3.
4.
5.

2.2 ตารางการพิจารณาประเด็นปัญหา

ที่	ประเด็นปัญหา	คะแนนตามเกณฑ์					รวม
		1	2	3	4	5	
1							
2							
3							
4							
5							

2.3 จากตารางการพิจารณาประเด็นปัญหา ข้อ 2.2 ให้นักเรียนเลือกปัญหาที่ต้องแก้ไขของสถานการณ์นี้
คือ

.....

เหตุผลที่เลือกปัญหานี้

.....

.....

.....

คำถามข้อ 3 ให้นักเรียนบอกสาเหตุของปัญหาที่ต้องแก้ไข จากคำตอบที่ได้เลือกไว้ในข้อ 2.3 ให้ได้มากที่สุด

1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

คำถามข้อ 4 จากปัญหาที่นักเรียนเลือกในข้อ 2.3 และการระบุสาเหตุของปัญหาในข้อ 3 ให้นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด

1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

คำถามข้อ 5 ถ้านักเรียนต้องการคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา นักเรียนจะพิจารณาจากเกณฑ์ใดบ้าง

5.1 เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาวิธีการแก้ปัญหา

1.
2.
3.
4.
5.

5.2 ตารางการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหา

ที่	วิธีการแก้ปัญหา	คะแนนตามเกณฑ์					รวม
		1	2	3	4	5	
1							
2							
3							
4							
5							

5.3 จากตารางการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหา ข้อ 5.2 ให้นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหของสถานการณ์นี้ คือ

.....

เหตุผลที่เลือกวิธีการแก้ปัญหานี้

.....

.....

.....

.....

คำถามข้อ 6 สรุปแล้ววิธีการแก้ปัญหานักเรียนเป็นอย่างไร (อนุญาตให้ปรับวิธีการแก้ปัญหจากข้อ 5.3 ให้เหมาะสมได้)

นักเรียนต้องการยืนยันวิธีการแก้ปัญหจากข้อ 5.3 หรือไม่



ยืนยัน



ปรับปรุง โดยเพิ่มวิธีการคือ

.....

.....

.....

.....

คำถามข้อ 8 จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเลือกจากข้อ 6 และการคาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากข้อ 7 ให้นักเรียนเขียนเรียงลำดับขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาให้ละเอียด โดยระบุวิธีการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน สิ่งที่ต้องใช้ในขั้นตอนนี้ บ่งชี้หรือสิ่งที่เกี่ยวข้อง และผลที่เกิดขึ้นหรือเป้าหมายหรือชิ้นงานความสำเร็จในแต่ละขั้นตอน

[illegible]

คำถามข้อ 9 ในการดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ปัญหาจากข้อ 8 นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร เพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี

ที่	วิธีการเพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	



สถานการณ์ที่ 2

หลายจังหวัดเร่งจัดเก็บกระทง กทม.เก็บแล้วเกือบล้านใบ เมื่อวันที่ 22 พ.ย. 53 ผู้สื่อข่าวรายงานว่า การจัดเก็บกระทงในพื้นที่ 10 เขต ของกรุงเทพมหานคร พบว่า มีกระทงทั้งสิ้นกว่า 946,000 ใบ ซึ่งมากกว่าปีก่อน 64,000 ใบ โดยส่วนใหญ่เป็นกระทงที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ และที่เหลือทำจากโฟมและวัสดุอื่นๆ อาทิ ขนบึง กระดาษ โดยในส่วนของแม่น้ำเจ้าพระยาเก็บได้เกือบ 190,000 ใบ ซึ่งเขตที่เก็บกระทงได้มากที่สุดคือ เขตลาดกระบัง น้อยที่สุดในเขตราชเทวี ส่วนที่จังหวัดเชียงใหม่ บรรยากาศเทศบาลยี่เป็งมีนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทย ต่างชาติ และคนเชียงใหม่คึกคักอย่างมาก โดยกิจกรรมการปล่อยโคมลอย ยังคงได้รับความนิยม มีนักท่องเที่ยวได้จุดโคมลอยฟ้า ปล่อยลอยสะเดาะเคราะห์ เขตเทศบาลนครเชียงใหม่ โดยเฉพาะบริเวณถนนบำรุงราษฎร์ ย่านวัดเกตริมฝั่งแม่น้ำปิง เรือไปจนถึงสะพานนวรัฐ เมื่อวันที่ 22 พ.ย. ได้จัดเจ้าหน้าที่เก็บกวาดขยะออกทำงานตั้งแต่เวลา 02.00 น. เพียงวันเดียวพบขยะโคมลอยเต็มเกลื่อนหลายร้อยลูก สิ่งที่น่ากังวลคือ ผู้ประกอบการมักง่ายบางคนใช้ลวดซึ่งเป็นสื่อนำไฟฟ้าในการยึดเชื้อเพลิงในโคมลอย

ที่มา :

<http://www.ryt9.com/s/bmnd/1033768>

<http://campus.sanook.com/910912/>



คำถามข้อ 1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ขอให้นักเรียนระบุปัญหาให้ได้มากที่สุด

1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

คำถามข้อ 2 ถ้านักเรียนต้องการคัดเลือกปัญหาที่ต้องแก้ไข นักเรียนจะต้องพิจารณาจากเกณฑ์อะไรบ้าง

2.1 เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาปัญหา

1.
2.
3.
4.
5.

2.2 ตารางการพิจารณาประเด็นปัญหา

ที่	ประเด็นปัญหา	คะแนนตามเกณฑ์					รวม
		1	2	3	4	5	
1							
2							
3							
4							
5							

2.3 จากตารางการพิจารณาประเด็นปัญหา ข้อ 2.2 ให้นักเรียนเลือกปัญหาที่ต้องแก้ไขของสถานการณ์นี้
คือ

.....
เหตุผลที่เลือกปัญหานี้

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

คำถามข้อ 3 ให้นักเรียนบอกสาเหตุของปัญหาที่ต้องแก้ไข จากคำตอบที่ได้เลือกไว้ในข้อ 2.3 ให้ได้มากที่สุด

1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

คำถามข้อ 4 จากปัญหาที่นักเรียนเลือกในข้อ 2.3 และการระบุสาเหตุของปัญหาในข้อ 3 ให้นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด

1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

คำถามข้อ 5 ถ้านักเรียนต้องการคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา นักเรียนจะพิจารณาจากเกณฑ์ใดบ้าง

5.1 เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาวิธีการแก้ปัญหา

1.
2.
3.
4.
5.

5.2 ตารางการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหา

ที่	วิธีการแก้ปัญหา	คะแนนตามเกณฑ์					รวม
		1	2	3	4	5	
1							
2							
3							
4							
5							

5.3 จากตารางการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหา ข้อ 5.2 ให้นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหของสถานการณ์นี้ คือ

.....

เหตุผลที่เลือกวิธีการแก้ปัญหานี้

.....

.....

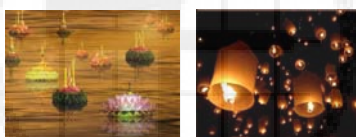
.....

.....

.....

คำถามข้อ 9 ในการดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ปัญหาจากข้อ 8 นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร เพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี

ที่	วิธีการเพื่อให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จด้วยดี
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
เวลา 60 นาที

วิชาวิทยาศาสตร์
ข้อสอบ 30 ข้อ 30 คะแนน

ชื่อ-สกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....
----------------	-----------	-------------

คำอธิบาย

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 30 ข้อ รวม 8 หน้า
2. แบบทดสอบฉบับนี้มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน เป็นข้อสอบแบบปรนัย 30 คะแนน
3. การตอบแบบทดสอบ ข้อสอบปรนัยให้ตอบลงในกระดาษคำตอบเท่านั้น
4. แบบทดสอบเป็นข้อสอบแบบปรนัย หรือข้อสอบแบบเลือกตอบ แต่ละข้อจะมีตัวเลือกให้เลือก 4 ตัว คือ ①, ②, ③, ④ ให้พิจารณาเลือกคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดหรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วใช้ดินสอดำ 2B หรือด้ามจี้ระบายในวงกลมที่ต้องการในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง 0. ข้อใดคือสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต ① ดิน ② แมว ③ ก้อนหิน ④ กระดุกไก่	การตอบ ข้อนี้คำตอบที่ถูกคือ ② จึงไปตอบตัวเลือกที่ ② ในกระดาษคำตอบ ดังนี้ 0. ① ● ③ ④
--	--

5. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ใช้ยางลบ ลบให้สะอาด แล้วจึงระบายวงกลมใหม่ที่ต้องการ
6. ห้ามนำแบบทดสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบเด็ดขาด
7. ก่อนตอบแบบทดสอบให้เขียนชื่อ -นามสกุล ชั้น เลขที่ ในแบบทดสอบและในกระดาษคำตอบ ให้สมบูรณ์ก่อน

อาจารย์ผู้ออกแบบทดสอบ อาจารย์สมเสมอ ทักขิน

วิทยาศาสตร์ ม. 1 หน้า 2

1. ข้อใดกล่าวถึงปริมาณเวกเตอร์ได้ถูกต้อง

- ① ดำวิ่งได้ระยะทาง 5 กิโลเมตร
- ② ขวับรถด้วยอัตราเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
- ③ เขียววัดอุณหภูมิได้ 30 องศาเซลเซียส
- ④ แดงขับรถด้วยอัตราเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จากทิศเหนือไปทิศใต้

2. ข้อใดกล่าวถึงปริมาณสเกลาร์ได้ถูกต้อง

- ① แดงใช้เวลา 15 นาทีในการอาบน้ำ
- ② ผลไม้หล่นจากต้นด้วยอัตราเร็ว 5 เมตรต่อวินาที
- ③ ตัวออกแรงผลักวัตถุด้วยแรง 100 นิวตัน เคลื่อนที่ไปข้างหน้า
- ④ ขวับเรือด้วยอัตราเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมงไปทางทิศเหนือ

3. ข้อใดเป็นปริมาณเวกเตอร์ทั้งหมด

- ① มวล อัตราเร็ว ระยะทาง
- ② อุณหภูมิ ปริมาตร การกระจัด
- ③ การกระจัด แรง ความเร็ว
- ④ เวลา น้ำหนัก ความสูง

4. ข้อใดเป็นปริมาณสเกลาร์ทั้งหมด

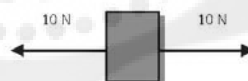
- ① มวล อัตราเร็ว ระยะทาง
- ② อุณหภูมิ ปริมาตร การกระจัด
- ③ การกระจัด แรง ความเร็ว
- ④ เวลา น้ำหนัก ความสูง

5. จากรูป



- ① แรงลัพธ์ขนาด 2 นิวตัน ไปทางขวา
- ② แรงลัพธ์ขนาด 3 นิวตัน ไปทางซ้าย
- ③ แรงลัพธ์ขนาด 8 นิวตัน ไปทางขวา
- ④ แรงลัพธ์ขนาด 8 นิวตัน ไปทางซ้าย

6. จากรูป แรงทั้งสองมีทิศทางตรงกันข้ามกัน



ข้อใดแสดงค่าของแรงลัพธ์ได้ถูกต้อง

- ① แรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์ และวัตถุไม่เคลื่อนที่
- ② แรงลัพธ์มีขนาด 20 นิวตัน และวัตถุไม่เคลื่อนที่
- ③ แรงลัพธ์มีขนาด 20 นิวตัน และวัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวามือ
- ④ แรงลัพธ์มีขนาด 20 นิวตัน และวัตถุเคลื่อนที่ไปทางซ้ายมือ

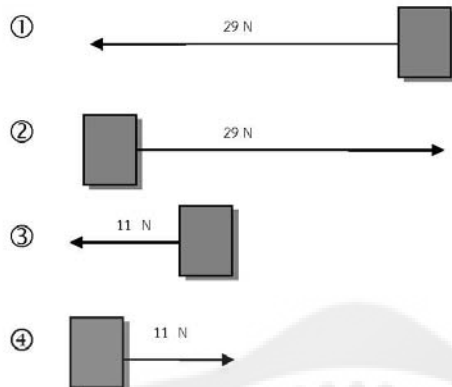
7. กำหนดให้แรง 2 แรงมีขนาด และทิศทางดังรูป กระทำกับวัตถุ



อาจารย์ผู้ออกแบบทดสอบ อาจารย์สมเสมอ ทักซิณ

วิทยาศาสตร์ ม. 1 หน้า 3

ขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ข้อใดถูกต้อง



8. ข้อใดต่อไปนี้เป็นการเพิ่มแรงเสียดทาน

- ① การใช้พื้นเอียงเพื่อขนของขึ้นที่สูง
- ② การทำผิวยางรถยนต์ให้มีร่องเป็นลวดลาย
- ③ การใช้ตัลลึงปืนในระบบล้อและเพลา
- ④ การใช้รถเข็นของไปยังที่ต่าง ๆ

9. การใช้ชีวิตประจำวันในข้อใดที่ใช้ประโยชน์จากแรงเสียดทานน้อยที่สุด

- ① การตอกตะปูยึดติดกับไม้
- ② การใช้มือหยิบจับสิ่งของต่างๆ
- ③ การใช้เข็มฉีดยาผู้ป่วย
- ④ การเหยียบเบรกเพื่อชะลอความเร็วของรถ

10. วิธีการในข้อใดไม่ใช่วิธีลดแรงเสียดทานในงานช่าง

- ① การใช้แบริ่ง
- ② การใช้จาระบี
- ③ การทำให้ผิวหน้าสัมผัสเรียบ
- ④ การลดความเร็วในการหมุน

11. การแกว่งของชิงช้ามีลักษณะการเคลื่อนที่อย่างไร

- ① การเคลื่อนที่ในแนวตรง
- ② การเคลื่อนที่เป็นวงกลม
- ③ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
- ④ การเคลื่อนที่แบบกลับไปกลับมาผ่านแนวสมดุล

อาจารย์ผู้ออกแบบทดสอบ อาจารย์สมเสมอ ทักซิณ

12. การเคลื่อนที่ในข้อใดเป็นการเคลื่อนที่แบบคาบ
- ① การเคลื่อนที่ของรถไฟ
 - ② การเคลื่อนที่ของลูกปิงปอง
 - ③ การเคลื่อนที่ของลูกตุ้มนาฬิกา
 - ④ เดินจากบ้านไปโรงเรียนเส้นทางเดิมทุกวัน
13. ข้อใดเป็นการเคลื่อนที่แบบหมุนและเลื่อนตำแหน่งพร้อมกัน
- ① การเคลื่อนที่ของชิงช้า
 - ② การเตะลูกฟุตบอลให้โค้ง
 - ③ การเคลื่อนที่ของล้อรถยนต์
 - ④ การเคลื่อนที่ของใบพัดของพัดลม
14. การเคลื่อนที่ของวัตถุข้อใดจัดเป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นตรง
- ① ผลไม้สุกหล่นจากต้น
 - ② ขว้างวัตถุไปจากหน้าผาสูง
 - ③ เสือฟลูกขนไก่ให้กับคู่แข่งชั้น
 - ④ โยนลูกบาสเกตบอลใส่ลงในห่วง
15. การเคลื่อนที่ในข้อใดที่ทำให้การกระจัดมีค่าเป็นศูนย์
- ① การเคลื่อนที่ของบั้งไฟพญานาค
 - ② การหล่นของลูกมะพร้าวลงสู่พื้นดิน
 - ③ การเคลื่อนที่ของลมพายุผ่านเส้นศูนย์สูตร
 - ④ การโยนก้อนหินขึ้นไปในอากาศและตกกลับสู่จุดเดิม
16. วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม การกระจัดจะมีค่ามากที่สุดเท่ากับข้อใด
- ① รัศมีของวงกลม
 - ② เส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม
 - ③ เส้นโค้งของวงกลม
 - ④ เส้นรอบวงของวงกลม
17. การคำนวณหาความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ จะต้องรู้ปริมาณใดบ้าง
- ① ระยะทางกับเวลา
 - ② ระยะทางกับทิศทาง
 - ③ การกระจัดกับเวลา
 - ④ ความเร่งกับเวลา
18. เสือดำวิ่งระยะทาง 90 เมตรใช้เวลา 10 วินาที อัตราเร็วที่เสือใช้ในการวิ่งมีค่าเท่าใด
- ① 0.9 เมตรต่อวินาที
 - ② 9 เมตรต่อวินาที
 - ③ 90 เมตรต่อวินาที
 - ④ 900 เมตรต่อวินาที
19. ถ้านัดขี่จักรยานไปทางทิศใต้ 4 กิโลเมตร แล้วขี่ไปทางทิศตะวันออกอีก 3 กิโลเมตร ข้อใดถูกต้อง
- ① ขนาดของการกระจัดมีค่าเท่ากับ 12 กิโลเมตร ระยะทางมีค่าเท่ากับ 25 กิโลเมตร
 - ② ขนาดของการกระจัดมีค่าเท่ากับ 25 กิโลเมตร ระยะทางมีค่าเท่ากับ 7 กิโลเมตร
 - ③ ขนาดของการกระจัดมีค่าเท่ากับ 7 กิโลเมตร ระยะทางมีค่าเท่ากับ 5 กิโลเมตร
 - ④ ขนาดของการกระจัดมีค่าเท่ากับ 5 กิโลเมตร ระยะทางมีค่าเท่ากับ 7 กิโลเมตร

วิทยาศาสตร์ ม. 1 หน้า 6

- | | |
|-------------------|-------------------|
| ① 2 เมตรต่อวินาที | ② 3 เมตรต่อวินาที |
| ③ 4 เมตรต่อวินาที | ④ 5 เมตรต่อวินาที |

28. จากภาพ ถ้าวางเชือกกำลังเคลื่อนที่ไปข้างหน้า แล้วเวกเตอร์ OA และ OB แทนสิ่งใดตามลำดับ



พิจารณารูปภาพแล้วตอบคำถาม ข้อ 29 - 30



ภาคผนวก ง
ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ



ตาราง 19 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของรูปแบบการเรียนรู้แบบ PACLE

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
1	รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับหลักการของสะเต็มศึกษา (STEM)	1	0	1	1	0	3	0.60	สอดคล้อง
2	รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับหลักการของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3	รูปแบบการเรียนรู้สามารถเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4	รูปแบบการเรียนรู้สามารถส่งเสริมการให้เหตุผล	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
5	รูปแบบการเรียนรู้สามารถพัฒนาความเข้าใจโน้ตส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	1	0	1	1	0	3	0.60	สอดคล้อง
6	รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจน	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
7	รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนต่อเนื่อง	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
8	รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง



ภาคผนวก จ

ผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง 20 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แรง								
1. รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้								
1.1 แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	1	1	1	1	-1	3	0.60	สอดคล้อง
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัด	1	1	1	1	-1	3	0.60	สอดคล้อง
1.4 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1.5 เนื้อหามีความถูกต้องตามสาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2. กิจกรรมการเรียนรู้								
2.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.2 กิจกรรมสอดคล้องกับรูปแบบ PACLE ที่พัฒนาขึ้น	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.3 กิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.4 กิจกรรมมีการบูรณาการเนื้อหาและกระบวนการของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.5 กิจกรรมมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.6 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 20 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
3. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้								
3.1 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
3.2 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4. การวัดและประเมินผล								สอดคล้อง
4.1 การวัดและประเมินผลสอดคล้อง กับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4.2 มีการวัดและประเมินผลตาม สภาพจริง	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4.3 มีวิธีการวัดและประเมินผลที่ หลากหลาย	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ปริมาณทาง วิทยาศาสตร์และตำแหน่งของวัตถุ								
1. รายละเอียดของแผนการจัดการ เรียนรู้								
1.1 แผนการจัดการเรียนรู้มี องค์ประกอบครบถ้วน	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้มี ความถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้อง กับตัวชี้วัด	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1.4 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1.5 เนื้อหามีความถูกต้องตามสาระ การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2. กิจกรรมการเรียนรู้								
2.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
2.2 กิจกรรมสอดคล้องกับรูปแบบ PACLE ที่พัฒนาขึ้น	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.3 กิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.4 กิจกรรมมีการบูรณาการเนื้อหา และกระบวนการของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และ วิศวกรรมศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.5 กิจกรรมมีการพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ของนักเรียน	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.6 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา ที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้								
3.1 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3.2 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4. การวัดและประเมินผล								สอดคล้อง
4.1 การวัดและประเมินผลสอดคล้อง กับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4.2 มีการวัดและประเมินผลตาม สภาพจริง	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4.3 มีวิธีการวัดและประเมินผลที่ หลากหลาย	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การเคลื่อนที่								
1. รายละเอียดของแผนการจัดการ เรียนรู้								
1.1 แผนการจัดการเรียนรู้มี องค์ประกอบครบถ้วน	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 20 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
1.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัด	1	1	1	1	-1	3	0.60	สอดคล้อง
1.4 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1.5 เนื้อหามีความถูกต้องตามสาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2. กิจกรรมการเรียนรู้								
2.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.2 กิจกรรมสอดคล้องกับรูปแบบ PACLE ที่พัฒนาขึ้น	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.3 กิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.4 กิจกรรมมีการบูรณาการเนื้อหาและกระบวนการของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และ วิศวกรรมศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.5 กิจกรรมมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.6 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้								
3.1 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3.2 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 20 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
4. การวัดและประเมินผล								
4.1 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4.2 มีการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4.3 มีวิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 อัตราเร็ว และความเร็ของวัตถุ								
1. รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้								
1.1 แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัด	1	1	1	1	-1	3	0.60	สอดคล้อง
1.4 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1.5 เนื้อหามีความถูกต้องตามสาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2. กิจกรรมการเรียนรู้								
2.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.2 กิจกรรมสอดคล้องกับรูปแบบ PACLE ที่พัฒนาขึ้น	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.3 กิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
2.4 กิจกรรมมีการบูรณาการเนื้อหา และกระบวนการของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และ วิศวกรรมศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.5 กิจกรรมมีการพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ของนักเรียน	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.6 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา ที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้								
3.1 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3.2 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4. การวัดและประเมินผล								
4.1 การวัดและประเมินผลสอดคล้อง กับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4.2 มีการวัดและประเมินผลตาม สภาพจริง	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4.3 มีวิธีการวัดและประเมินผลที่ หลากหลาย	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การ ประยุกต์ใช้แรงและการเคลื่อนที่								
1. รายละเอียดของแผนการจัดการ เรียนรู้								
1.1 แผนการจัดการเรียนรู้มี องค์ประกอบครบถ้วน	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้มีความ ถูกต้อง	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

ตาราง 20 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัด	1	1	1	1	-1	3	0.60	สอดคล้อง
1.4 สารการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
1.5 เนื้อหามีความถูกต้องตามสาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2. กิจกรรมการเรียนรู้								
2.1 กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.2 กิจกรรมสอดคล้องกับรูปแบบ PACLE ที่พัฒนาขึ้น	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.3 กิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.4 กิจกรรมมีการบูรณาการเนื้อหาและกระบวนการของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และ วิศวกรรมศาสตร์	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.5 กิจกรรมมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
2.6 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้								
3.1 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
3.2 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4. การวัดและประเมินผล								
4.1 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5			
4.2 มีการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง
4.3 มีวิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย	1	1	1	1	0	4	0.80	สอดคล้อง



ตาราง 21 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่			รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3			
1. สถานการณ์ปัญหาที่ 1 มีความ เหมาะสมกับการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2. สถานการณ์ปัญหาที่ 2 มีความ เหมาะสมกับการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์	0	1	1	2	0.66	สอดคล้อง
3. สถานการณ์ปัญหาที่ 3 มีความ เหมาะสมกับการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์	1	1	0	2	0.66	สอดคล้อง
4. สถานการณ์ปัญหาที่ 4 มีความ เหมาะสมกับการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5. เกณฑ์การให้คะแนนความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และ การคิดอย่างมีเหตุผลมีความเหมาะสม	1	1	0	2	0.66	สอดคล้อง
6. ข้อคำถามที่ 1 สามารถวัดความคิด คล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิด ริเริ่ม	1	0	1	2	0.66	สอดคล้อง
7. ข้อคำถามที่ 1 ป่งชี้ถึง ความสามารถในการค้นหาความจริง โดยการระบุปัญหา	1	0	1	2	0.66	สอดคล้อง
8. ข้อคำถามที่ 2 ป่งชี้ถึง ความสามารถในการค้นหาความจริง โดยการเลือกปัญหา และการวิเคราะห์ ประเด็นปัญหา	1	1	0	2	0.66	สอดคล้อง
9. ข้อคำถามที่ 2 ป่งชี้ถึง ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล	1	0	1	2	0.66	สอดคล้อง

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่			รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3			
10. ข้อคำถามที่ 3 สามารถวัด ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และ ความคิดริเริ่ม	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
11. ข้อคำถามบ่งที่ 3 ชี้ถึง ความสามารถในการค้นหาความจริง โดยการระบุสาเหตุของปัญหา	1	1	0	2	0.66	สอดคล้อง
12. ข้อคำถามที่ 4 สามารถวัด ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และ ความคิดริเริ่ม	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
13. ข้อคำถามที่ 4 บ่งชี้ถึง ความสามารถในการเลือกแนวทางการ แก้ปัญหา โดยการระบุวิธีการ แก้ปัญหา	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
14. ข้อคำถามที่ 5 บ่งชี้ถึง ความสามารถในการเลือกแนวทางการ แก้ปัญหา โดยการเลือกวิธีการ แก้ปัญหา และการวิเคราะห์ประเด็น วิธีการแก้ปัญหา	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
15. ข้อคำถามที่ 5 บ่งชี้ถึง ความสามารถในการประเมินผลวิธีการ แก้ปัญหาด้วยเกณฑ์	1	1	0	2	0.66	สอดคล้อง
16. ข้อคำถามที่ 5 บ่งชี้ถึง ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
17. ข้อคำถามที่ 6 บ่งชี้ถึง ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
18. ข้อคำถามที่ 6 บ่งชี้ถึง ความสามารถในการค้นหาคำตอบ โดยการยืนยันหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูล	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่			รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3			
19. ข้อคำถามที่ 7 สามารถวัด ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และ ความคิดริเริ่ม	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
20. ข้อคำถามที่ 7 บ่งชี้ถึง ความสามารถในการวางแผนและ ออกแบบอย่างสร้างสรรค์ โดยการบอก สิ่งที่จะสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคกับ วิธีการแก้ปัญหา	1	1	0	2	0.66	สอดคล้อง
21. ข้อคำถามที่ 8 สามารถวัด ความคิดคล่อง	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
22. ข้อคำถามที่ 8 บ่งชี้ถึง ความสามารถในการวางแผนและ ออกแบบอย่างสร้างสรรค์ โดยการระบุ ขั้นตอน สิ่งที่ต้องใช้ และผลที่เกิดขึ้น ในการแก้ปัญหา	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
23. ข้อคำถามที่ 9 สามารถวัด ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และ ความคิดริเริ่ม	1	1	0	2	0.66	สอดคล้อง
24. ข้อคำถามที่ 9 บ่งชี้ถึง ความสามารถในการประเมินผล โดย การประเมินวิธีการที่จะประสบ ความสำเร็จ	1	1	0	2	0.66	สอดคล้อง

ตาราง 22 แสดงค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ ของแบบทดสอบการแก้ปัญหา
อย่างสร้างสรรค์

แบบทดสอบข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.69	0.38
2	0.44	0.63
3	0.50	0.25
4	0.38	0.50
5	0.63	0.50
6	0.25	0.25
7	0.31	0.38
8	0.56	0.63
9	0.75	0.50

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ = 0.76

ตาราง 23 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแรง และการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ คนที่				รวม	IOC	แปลผล	ค่า ความ ยากง่าย	ค่า อำนาจ จำแนก
	1	2	3	4					
1	1	1	1	0	3	0.75	สอดคล้อง	0.25	0.50
2	1	1	1	0	3	0.75	สอดคล้อง	0.25	0.25
3	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.50	0.50
4	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.56	0.38
5	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.56	0.63
6	1	1	1	0	3	0.75	สอดคล้อง	0.69	0.38
7	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.63	0.25
8	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.75	0.50
9	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.56	0.38
10	1	1	1	0	3	0.75	สอดคล้อง	0.44	0.63
11	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.69	0.63
12	1	1	0	1	3	0.75	สอดคล้อง	0.63	0.50
13	1	1	0	1	3	0.75	สอดคล้อง	0.31	0.38
14	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.50	0.25
15	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.38	0.50
16	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.63	0.50
17	1	1	1	0	3	0.75	สอดคล้อง	0.31	0.63
18	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.63	0.25
19	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.44	0.38
20	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.50	0.50
21	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.56	0.63
22	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.31	0.38
23	1	1	0	1	3	0.75	สอดคล้อง	0.75	0.25
24	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.69	0.63
25	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.38	0.50
26	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.56	0.63
27	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.75	0.50

ตาราง 23 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ คนที่				รวม	IOC	แปลผล	ค่า ความ ยากง่าย	ค่า อำนาจ จำแนก
	1	2	3	4					
28	1	1	0	1	3	0.75	สอดคล้อง	0.50	0.25
29	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.44	0.38
30	1	1	1	1	4	1	สอดคล้อง	0.56	0.63

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ = 0.79



ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวสมเสมอ ทักษิณ
วันเดือนปีเกิด	1 กรกฎาคม พ.ศ. 2518
สถานที่เกิด	จังหวัดชุมพร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	229 หมู่ 10 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์สถาบันพัฒนา วิจัย และสาธิตการศึกษา
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สถาบันวิจัย พัฒนา และสาธิตการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2538	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนปะทิววิทยา อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160
พ.ศ. 2542	ศึกษาศาสตร์บัณฑิต (กศ.บ) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ จาก มหาวิทยาลัยทักษิณ
พ.ศ. 2551	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2560	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ