



ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้สะเต็มเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหา
ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

EFFECTS OF USING A STEM LEARNING UNIT TO ENHANCE THE PROBLEM-SOLVING
ABILITIES AND UNDERSTANDING OF SCIENTIFIC CONCEPTS IN THE TOPIC OF
MATERIAL PROPERTIES OF FOURTH GRADE STUDENTS

ศิริเลิศ ชุ่มเทียม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้สะสมเต็มเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหา
ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

EFFECTS OF USING A STEM LEARNING UNIT TO ENHANCE THE PROBLEM-SOLVING
ABILITIES AND UNDERSTANDING OF SCIENTIFIC CONCEPTS IN THE TOPIC OF
MATERIAL PROPERTIES OF FOURTH GRADE STUDENTS



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

Science Education Center, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้สะสมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาทาง
วิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ของ

ศิริเลิศ ชุ่มเทียม

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พฤษทรัพย์ประมุข) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฐมภรณ์ พิมพ์ทอง)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.พินิจ ขำวงษ์)

ชื่อเรื่อง	ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้สะเต็มเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
ผู้วิจัย	ศิริเลิศ ชุ่มเทียม
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินันท์ พุทธิประมุข

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีดำเนินการวิจัยแบบเชิงทดลองเบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจะเชิงเทรา เขต 2 จำนวน 17 คน ได้มาจากการเลือกตามสะดวก เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน 2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา 3) แบบวัดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ และ 4) แบบสัมภาษณ์ความสามารถในการแก้ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีกลุ่มเดียวและแบบแบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาโดยภาพรวมและรายองค์ประกอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t=-12.392$, $p = .000$) 2. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาในองค์ประกอบ การระบุปัญหามากที่สุด ($M=9.29$, $S.D.=0.23$) รองลงมา คือ ตรวจสอบผลลัพธ์ ($M=8.12$, $S.D.=0.51$) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ($M=7.82$, $S.D.=0.54$) และ วิเคราะห์สาเหตุ ($M=6.29$, $S.D.=0.62$) ตามลำดับ 3. นักเรียนมีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียน อยู่ในระดับดี และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ระดับดี 25 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t=4.935$, $p = .000$) และ 4. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ หลังการเรียน สูงกว่าก่อนเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t=-11.256$, $p = .000$)

คำสำคัญ : หน่วยการเรียนรู้สะเต็ม, ความสามารถในการแก้ปัญหา, ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์, นักเรียนชั้นประถมศึกษา

Title	EFFECTS OF USING A STEM LEARNING UNIT TO ENHANCE THE PROBLEM-SOLVING ABILITIES AND UNDERSTANDING OF SCIENTIFIC CONCEPTS IN THE TOPIC OF MATERIAL PROPERTIES OF FOURTH GRADE STUDENTS
Author	SIRILEARD SIMTHIAM
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Chaninan Pruekpramool

The objective of this research is to study the effects of using a STEM learning unit to enhance the problem-solving abilities and understanding of scientific concepts in the topic of material properties, among Grade Four students. A pre-experimental design was applied in this research. The samples were 17 Grade Four students who studied in a school under the authority of the Chachoengsao Primary Education Service Area, Office Two, and selected using convenience sampling. The research instruments composed of the following: (1) four lesson plans; (2) a problem-solving ability test; (3) an understanding of scientific concepts test; and (4) a problem-solving ability interview protocol. The quantitative data were analyzed using percentage, mean, standard deviation, a one-sample t-test, and a t-test for the dependent samples. The qualitative data were analyzed using content analysis. The results revealed the following: (1) mean scores of the students on the problem-solving abilities, both overall and for each component, after learning were higher than before learning with a statistical significance of .05 level ($t = -12.392$, $p = .000$); (2) the students gained the highest mean score in identifying the problem ($M = 9.29$, $SD = 0.23$), followed by checking the results ($M=8.12$, $S.D.= 0.51$), presenting the problem-solving method ($M=7.82$, $S.D.= 0.54$), and analyzing the cause of problem ($M=6.29$, $SD = 0.62$), respectively; (3) students had a good level of problem-solving abilities and the mean score after learning was higher than 25 criterion score, with a .05 statistical significance level ($t=4.935$, $p = .000$); and (4) the understanding of students in terms of the scientific concepts mean score after learning was higher than before learning with a .05 level of statistical significance ($t = -11.256$, $p = .000$).

Keyword : STEM Learning Unit, Problem-Solving Ability, Understanding of Scientific Concept, Primary School Students

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินันท์ พุกษ์ประมุข สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำต่าง ๆ พร้อมทั้งให้กำลังใจในการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัฐมาภรณ์ พิมทอง สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ ดร.พินิจ ขำวงษ์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ความกรุณารับเป็นกรรมการสอบปากเปล่า พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่มีคุณค่า จนทำให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาประเมินเครื่องมือวิจัยต่าง ๆ ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครู และนักเรียน โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ฉะเชิงเทรา เขต 2 สำหรับการอนุญาต การให้ความช่วยเหลือในการวิจัย

ขอขอบคุณคณะอาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และเจ้าหน้าที่ในสาขาทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา คำแนะนำในการทำวิจัยเล่มนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และ ท่านอาจารย์ธานินทร์ ปัญญาวัฒน์กุล ที่เป็นกำลังใจอันสำคัญยิ่งและให้การสนับสนุนจนกระทั่งผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาแต่บิดามารดา ครูอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านตามที่กล่าวมา

ศิริเลิศ ชุ่มเทียม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
คำถามของการวิจัย.....	5
ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
สมมุติฐานในการวิจัย.....	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
1. ความสามารถในการแก้ปัญหา	11
1.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา	11
1.2 ความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหา	11
1.3 พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหา	12
1.4 การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา	17

1.5 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา.....	18
2. การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา	24
2.1 ความหมายและความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนตามแนวทาง สะเต็มศึกษา	24
2.2 หลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา.....	25
2.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในระดับประถมศึกษา	32
2.4 การวัดและการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา	33
2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	34
3. การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้.....	35
3.1 ความหมายของหน่วยการเรียนรู้.....	35
3.2 องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้.....	35
3.3 ขั้นตอนการสร้างหน่วยการเรียนรู้	37
3.4 ข้อดีและข้อจำกัดของหน่วยการเรียนรู้	41
4. หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา.....	42
5. ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์.....	44
5.1 ความหมายของความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์.....	44
5.2 พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	45
5.3 การวัดและประเมินผลความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์.....	46
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	48
กำหนดแบบแผนในการวิจัย.....	48
กำหนดขอบเขตของการวิจัย	49
การสร้างเครื่องมือ.....	49
การเก็บรวบรวมข้อมูล	63

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
การดำเนินการด้านจริยธรรมวิจัยในมนุษย์.....	68
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย.....	77
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	77
สมมติฐานของการวิจัย.....	77
สรุปผลการวิจัย.....	77
อภิปรายผลการวิจัย.....	78
ข้อเสนอแนะ.....	81
บรรณานุกรม.....	82
ภาคผนวก.....	91
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	92
ภาคผนวก ข หน่วยการเรียนรู้.....	94
ภาคผนวก ค ตัวอย่างเครื่องมือวิจัย.....	105
ภาคผนวก ง ผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือวิจัย.....	114
ภาคผนวก จ หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัย.....	128
ประวัติผู้เขียน.....	131

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหา.....	15
ตาราง 2 แสดงบทบาทครู บทบาทนักเรียน ในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	29
ตาราง 3 แสดงขั้นตอนการสร้างหน่วยการเรียนรู้	40
ตาราง 4 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ย่อยและเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	50
ตาราง 5 โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้สะเต็ม เรื่อง สมบัติของวัสดุ	52
ตาราง 6 แสดงการกำหนดช่วงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา.....	58
ตาราง 7 แสดงการกำหนดจำนวนแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์.....	61
ตาราง 8 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาโดยภาพรวมของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้.....	71
ตาราง 9 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยตามองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและ หลังการใช้หน่วยการเรียนรู้.....	72
ตาราง 10 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเทียบกับคะแนนเกณฑ์ระดับดี	72
ตาราง 11 คะแนนร้อยละความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้	73
ตาราง 12 ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังใช้หน่วยการเรียนรู้.....	74
ตาราง 13 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนระดับดีจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหากับแบบ สัมภาษณ์.....	75
ตาราง 14 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจก่อนและหลังเรียน	76
ตาราง 15 โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้สะเต็ม เรื่อง สมบัติของวัสดุ	98
ตาราง 16 ผลการประเมินความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้สะเต็ม เรื่อง สมบัติของวัสดุ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	115

ตาราง 17 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ ของหน่วยการเรียนรู้สะเต็ม เรื่อง สมบัติของวัสดุ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	117
ตาราง 18 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายชื่อของแบบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	119
ตาราง 19 ความเหมาะสมและการนำไปใช้ จำแนกเป็นรายชื่อของแบบวัดความสามารถในการ แก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	120
ตาราง 20 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	121
ตาราง 21 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายชื่อของแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาทาง วิทยาศาสตร์	122
ตาราง 22 ความเหมาะสม จำแนกเป็นรายชื่อของแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์.	124
ตาราง 23 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาทาง วิทยาศาสตร์	126

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย	8
ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างแบบสอบถามเลือกตอบ	19
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างแบบสอบถามอัตนัย	20
ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างแบบสอบถามอัตนัยประยุกต์.....	22
ภาพประกอบ 5 หลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา.....	26
ภาพประกอบ 6 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม.....	27
ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างแบบสอบถามแบบอัตนัย.....	46
ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างแบบสอบถามแบบเลือกตอบ	47
ภาพประกอบ 9 แบบแผนการวิจัย	48
ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา	57
ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์ความสามารถในการแก้ปัญหา	63

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

โลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว การพัฒนาประเทศให้มีศักยภาพทัดเทียมกับนานาชาติเป็นสิ่งจำเป็น สำหรับประเทศไทยนั้น ปัญหาหนึ่งที่สำคัญคือประเทศไทยยังมีบุคลากรไม่เพียงพอต่อการพัฒนาประเทศ โดยเฉพาะบุคลากรทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้ไม่สามารถพัฒนาความรู้ทางด้านวิชาการ นวัตกรรมและเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (แผนการศึกษาแห่งชาติ. 2560, น.1-2) ซึ่งปัญหาเหล่านี้แสดงให้เห็นความสำคัญต่อการพัฒนาพลเมืองของประเทศซึ่งจัดเป็นสิ่งที่ควรเร่งดำเนินการอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะนักเรียนในทุกช่วงชั้นของการศึกษา ควรมีการพัฒนาและให้ความสำคัญ สร้างโอกาสให้นักเรียนทุกคนให้สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและมีโอกาสเรียนรู้ตลอดชีวิต ปรับปรุงระบบการศึกษาให้นักเรียน คิดเป็น ทำเป็น และมีเหตุผล เพื่อโตเป็นบุคคลที่มีคุณภาพและศักยภาพ สามารถพัฒนาประเทศให้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว (พรทิพย์ ศิริภักทราชัย, 2556, น.49) การจัดการศึกษาถือเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในการพัฒนานักเรียน ทั้งนี้ในปี พ.ศ. 2559 กระทรวงศึกษาธิการได้เสนอนโยบายสะเต็มศึกษา (STEM) สู่อุตสาหกรรม มีมาตรการให้สถานศึกษาปรับการสอนของครูให้เป็นไปตามแนวสะเต็มศึกษาฯ ในทุกชั้น เริ่มตั้งแต่ระดับชั้นก่อนประถมศึกษาไปจนถึงอุดมศึกษา ซึ่งมีการเร่งรัดให้พัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษาฯ มีเอกสารกิจกรรม เพื่อให้สถานศึกษาและครูได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้วัตถุประสงค์ของนโยบายสะเต็มศึกษามุ่งเน้นพัฒนาพลเมืองให้มีคุณภาพ ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ภายใต้การเปลี่ยนแปลงแบบหักศอก (Disruption) ของโลกในศตวรรษที่ 21(อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556, น.35) แผนการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 12 ได้มีการกำหนดแนวทางที่สำคัญในการพัฒนาการศึกษาอยู่ 6 ยุทธศาสตร์ ซึ่งในยุทธศาสตร์ที่ 2 ได้กำหนดให้มีการพัฒนาคน พัฒนาการวิจัย และพัฒนานวัตกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันของประเทศ โดยระบุงการขับเคลื่อนที่เน้นการส่งเสริมการเรียนรู้ที่บูรณาการ และได้แบ่งระดับ การขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ที่ 2 ออกเป็น 3 ระดับคือ ส่วนกลาง ส่วนภูมิภาค และสถานศึกษา ซึ่งได้กำหนดการรับผิดชอบดำเนินการของระดับสถานศึกษาข้อที่ 5 ไว้ดังนี้ “ จัดกระบวนการเรียนรู้เชิงรุกและบูรณาการองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (แผนการศึกษาแห่งชาติ. 2560, น.155) จากนโยบายดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้นี้ ถือเป็นจุดเน้นทางการศึกษาของประเทศไทยในทุกระดับชั้น รวมถึงในระดับประถมศึกษาด้วย

สะเต็มจัดเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่มีการบูรณาการความรู้ทั้ง 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้สามารถนำความรู้ใช้แก้ปัญหา การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มฯ ยังจัดการเรียนรู้ได้ในทุกชั้น เพื่อส่งเสริมให้เยาวชนของประเทศไทย ได้เกิดการพัฒนาทักษะ การคิด ความคิดสร้างสรรค์ และคิดแก้ปัญหา (เปรมจิตต์ ขจรภัย ลาร์ เช่น. 2559) การเรียนการสอนตามแนวทางนี้ยังสามารถส่งเสริมทักษะและความสามารถของนักเรียนที่สำคัญกับใช้ชีวิต ในช่วงเวลาของศตวรรษนี้ ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นหนึ่งใน การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางนี้ (พรทิพย์ ศิริภักทราชัย, 2556, น. 51) ความสามารถนี้จำเป็นกับนักเรียน เพราะเป็นหนึ่งในสมรรถนะที่สำคัญในการดำรงชีวิต สอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ (2551) และ Fukui (2013, p. 2) ได้กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสังคมในปัจจุบัน ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการจัดการเรียนรู้โดยนักเรียนได้ฝึกวางแผนและลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา จนนักเรียนจะเกิดความคุ้นเคยกับวิธีการแก้ปัญหา และสามารถใช้ประสบการณ์ที่ได้รับจากการฝึกฝนในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้ จากการศึกษาของ Khamngoen and Srikoon (2021) ได้ทำการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับสะเต็มฯ ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหา โดยทำการเก็บข้อมูลบทความวิจัยที่ตีพิมพ์ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2009 ถึง 2019 ของประเทศไทย พบว่า สะเต็มฯ ได้ถูกนำมาใช้เพื่อพัฒนาผู้เรียนตั้งแต่ระดับชั้น ประถมวิจนถึงมัธยมศึกษา และมีการศึกษาในทุกสาขาวิชาทางวิทยาศาสตร์

เมื่อพิจารณาธรรมชาติและเนื้อหาของวิชาที่จัดการเรียนการสอนอยู่ในปัจจุบัน พบว่า เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความคิด สำคัญคือสามารถพัฒนาให้นักเรียนมีการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่น่าเชื่อถืออย่างหลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2561) ได้มีงานวิจัยที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มฯ ในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นการพัฒนานักเรียนในระดับประถมศึกษา ดังงานวิจัยของ ปาลิตา สุขสำราญและวารวีรัตน์ แก้วอุไร (2562) ที่ได้ทำการวิจัยพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาและจิตวิทยาศาสตร์ในนักเรียนชั้น ประถม และงานวิจัยของวิษณุ ทุมมี (2562) ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มฯ ที่มีผลต่อ ความสามารถและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในระดับชั้นประถม ส่วนงานวิจัยในระดับมัธยม อาทิ งานวิจัยของ สุธิดา วันสุตล (2561) ที่ได้ศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถของนักเรียนในชั้นมัธยม เช่นเดียวกับวิจัยของ อาทิตย์ ฉิมสกุล (2559) และงานวิจัยของ อาทิตยา พูนเรือง (2560) พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้แสดงให้เห็นว่าเป็นสิ่งที่สำคัญและ

จำเป็นอย่างยิ่งต่อนักเรียนโดยครูต้องฝึกฝน กระตุ้น และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถ ดังกล่าว และนักเรียนในระดับประถมศึกษาถือว่าเป็นวัยที่มีความพร้อมสำหรับการเรียนรู้ ควร มุ่งเน้นให้พบหรือเผชิญกับประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม สามารถแก้ปัญหาในแบบง่าย ๆ เริ่มมี ความคิดที่เป็นเหตุเป็นผลมากขึ้น (Piaget, 2013) เป็นไปในแนวทางเดียวกับ ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, น. 67) และ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2554) ที่เสนอว่าความสามารถในการแก้ปัญหาควรส่งเสริม ตั้งแต่วัยเด็กเนื่องจากเป็นวัยที่มีความอยากรู้อยากเห็น สนใจในเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจึงมี ความเหมาะสมในการวางพื้นฐานความคิดที่มีความซับซ้อนให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น ซึ่งจะเป็น ประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบัน และส่งผลให้นักเรียนตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยการคิด อย่างมีเหตุผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2543, น. 6)

ความสามารถในการแก้ปัญหาในงานวิจัยนี้ได้มาจากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Dewey, 1975; Weir, 1974, p.78) เพื่อความเหมาะสมสำหรับการไปใช้ตามกับผู้วิจัยสนใจศึกษา เนื่องจาก องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทั้ง 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. ระบุปัญหา 2.วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา 3. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา และ 4. ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการ แก้ปัญหามีความสอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่ง จากการที่ผู้วิจัยสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการกับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน โดยมุ่งเน้น ไปท่านที่มีประสบการณ์ในการสอนระดับประถมศึกษา ตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป พบว่า ครูผู้สอนได้ให้ ทักษะเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนในระดับประถมศึกษาว่า นักเรียนไม่ สามารถทำความเข้าใจปัญหา เลือกรูปวิธีการแก้ปัญหา ให้เหตุผล อธิบายเหตุผลในการแก้ปัญหาได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ซึ่งสอดคล้องกับการที่ผู้วิจัยได้ทำการสอนนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ใน รายวิชาวิทยาศาสตร์ เนื้อหาเรื่อง สมบัติของวัสดุ ซึ่งเป็นเนื้อหาหนึ่งที่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำเป็นต้องเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางฯ และประกอบกับเนื้อหาเรื่องสมบัติของวัสดุ มี ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของนักเรียน สามารถจัดกิจกรรมได้ภายในระยะเวลาสั้น ๆ อีกทั้ง เนื้อหานี้เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเนื่องจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง สมบัติ ของวัสดุ เป็นสถานการณ์ที่ต้องใช้การบูรณาการเนื้อหา 4 วิชาทางสะเต็มศึกษา มาใช้ในการ แก้ปัญหา จากประสบการณ์ของผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแก้ปัญหาสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์จาก กิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการกลุ่ม ในวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า เมื่อพิจารณาจากการ ปฏิบัติกิจกรรมและการสังเกตชั้นเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุปัญหาและ วิเคราะห์ สาเหตุของปัญหา ทำส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบผลลัพธ์จาก

สถานการณ์ได้ จึงสัทำให้แก้ปัญหจากสถานการณ์ที่กำหนดไม่ได้ จึงมีต้องส่งเสริม พัฒนาความสามารถนี้ให้กับนักเรียนในระดับประถมศึกษา

นอกจากนี้ ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะในการแก้ปัญหต้องอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Carnevale, Smith, & Melton, 2011) อย่างไรก็ตาม จีราวรรณ สอนสวัสดิ์ (2554) ที่ศึกษาเกี่ยวกับ ผลสัมฤทธิ์ และความสามารถในการแก้ปัญห ของนักเรียนชั้นมัธยม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจในเนื้อหา อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ หรือเข้าใจผิดซึ่ง ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้มาใช้แก้ปัญห และจากประสบการณ์สอนของผู้วิจัยในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เรื่อง สมบัติของวัสดุ เป็นเนื้อหาที่นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาคลาดเคลื่อนอยู่มาก ส่งผลให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การแก้ปัญหไม่ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากการแก้ปัญหจำเป็นต้องมีความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องครบถ้วน จึงจะสามารถแก้ปัญหได้อย่างมีประสิทธิภาพ (พิมพ์ปัทม แก้วดี. 2559, น. 2-3) อีกทั้งในการส่งเสริมให้นักเรียนนั้น ต้องเน้นการปฏิบัติจริง และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาพร้อมทั้งฝึกให้นักเรียนรู้จักแก้ปัญหด้วยตนเอง (Charters & Good, 1945) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางนี้ให้ผู้เรียนได้ลงมือทำจริง และแก้ปัญหในสถานการณ์ที่นักเรียนพบ โดยใช้ความรู้ทั้ง 4 สาขาวิชาทางสะเต็มฯ

ดังที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงทำการวิจัยเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหและความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องสมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยจัดทำเป็นหน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการคิด และการลงมือปฏิบัติ ซึ่งหน่วยการเรียนรู้ ถือเป็นรูปแบบหนึ่ง ที่จะสามารถพัฒนาความสามารถดังกล่าวได้ (ศรีระจ่าง คำสมาน, 2526, น. 50-53) โดย ผลจากงานวิจัยนี้ก่อให้เกิดประโยชน์หรือเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอน ในการนำไปใช้สอนในระดับชั้นประถมศึกษาให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถพัฒนาความรู้และความสามารถในการแก้ปัญหให้กับนักเรียน และเป็นแนวทางในการพัฒนาในแนวทางอื่น ๆ ต่อไป

คำถามของการวิจัย

หน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษาฯ มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 อย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังต่อไปนี้

เพื่อศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ความสำคัญของการวิจัย

1. เป็นแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา และความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ และเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ผู้เกี่ยวข้องและผู้สนใจในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนนำไปประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม

2. ในการวิจัยศึกษาครั้งนี้ ทำให้ได้นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ประเภทหน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษา สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ในการนำไปจัดการเรียนการสอนและเป็นแนวทาง ในการจัดทำหน่วยฯ สำหรับครูระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ฉะเชิงเทรา เขต 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 3,271 คน (สืบค้นข้อมูลจากรายงานผลการดำเนินงาน ประจำปีงบประมาณ 2564 กลุ่มนโยบายและแผน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาฉะเชิงเทรา เขต 2, 2564)

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ฉะเชิงเทรา เขต 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในอำเภอสนามชัยเขต จังหวัด ฉะเชิงเทรา จำนวน 17 คน ประกอบด้วย ชาย 11 คน หญิง 6 คน ได้มาด้วยวิธีเลือกตามความ สะดวก (Convenience sampling) โดยเป็นกลุ่มนักเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบทำหน้าที่สอน สะดวก ต่อการจัดการเรียนรู้และสะดวกต่อการบริหารจัดการเวลาให้อยู่ภายในระยะเวลาที่กำหนดได้

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น

หน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

2. ตัวแปรตาม

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา

2.2 ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. หน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษา หมายถึง นวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 4 หน่วยย่อย ได้แก่ 1) ความแข็ง 2) สภาพยืดหยุ่น 3) การนำความร้อน และ 4) การนำไฟฟ้า องค์ประกอบหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย ชื่อแผนการ มาตรฐานการ/ตัวชี้วัดสาระสำคัญ/แนวคิดหลัก จุดประสงค์ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ภาระงาน/ชิ้นงาน สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ความรู้สำหรับครู บันทึกหลังการสอน กิจกรรมเสนอแนะเพิ่มเติม และการเตรียมตัวล่วงหน้าของครู โดยใช้รูปแบบสะเต็มฯ และขั้นตอนของการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูสร้างขึ้น นำไปสู่การระบุปัญหา

2. ขั้นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนสืบค้นรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยครูเป็นแนะนำ เพื่อได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการสร้างผลงาน และปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้หรือปฏิบัติการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการออกแบบการแก้ปัญหา

3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนในแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายนำไปสู่วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ในการแก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหา ที่สอดคล้องกับข้อจำกัดและความเป็นไปได้ที่จะบรรลุตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบในการสร้างวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา และเขียนบันทึกผลในทุกขั้นตอนของการปฏิบัติงานลงในแบบบันทึกกิจกรรม

5. ขั้นทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือสิ่งประดิษฐ์ เป็นขั้นที่นักเรียนใช้วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นตัวต้นแบบมาทดสอบในสภาพแวดล้อมที่ครูได้จัดเตรียมไว้ พร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อดีและข้อบกพร่อง นำไปสู่การปรับปรุงให้ดีขึ้น

6. ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นให้นักเรียนต้องดำเนินการออกแบบการนำเสนอและผลิตสื่อนำเสนอและอภิปรายร่วมกันเพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติงาน

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ทักษะหรือพฤติกรรมนักเรียนในการนำความรู้มาปรับใช้ในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน จากสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่กำลังเผชิญ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความสามารถในการระบุปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถกำหนดปัญหาและอธิบายสภาพปัญหาจากเหตุการณ์

2. ความสามารถในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถพิจารณาแยกแยะสาเหตุของปัญหา และระบุสาเหตุที่สำคัญของปัญหา

3. ความสามารถในการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถหาแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสภาพปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

4. ความสามารถในการตรวจผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถประเมินผลลัพธ์ และปรับปรุงแก้ไขการแก้ปัญหา ให้มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

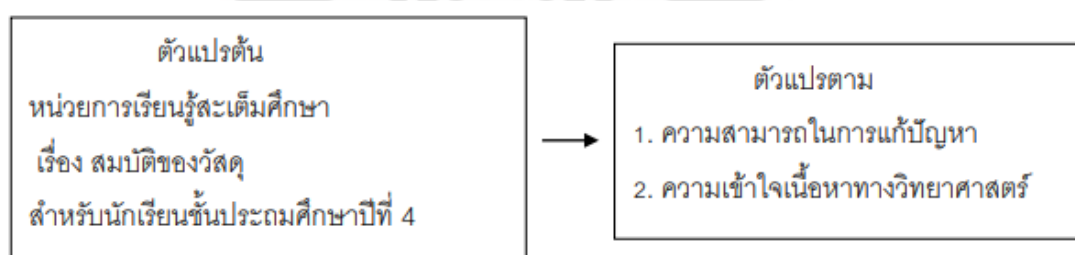
ความสามารถดังกล่าว สามารถวัดจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบอัตนัย ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ สถานการณ์จำนวน 5 เรื่อง และคำถามโดยวัด 4 พฤติกรรม รวม 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยกำหนดเกณฑ์การดังนี้ คำตอบถูกให้ 2 คะแนน คำตอบถูกบางส่วนให้ 1 คะแนน คำตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน และแบบสัมภาษณ์ ประกอบไปด้วย สถานการณ์จำนวน 2 เรื่อง และคำถามเพื่อใช้ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาสนับสนุนผลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

3. ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เป็นส่วนหนึ่งของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางด้านพุทธิพิสัย สามารถวัดความเข้าใจของนักเรียนระดับประถมศึกษา ได้จากพฤติกรรมในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ จากแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เรื่อง สมบัติของวัสดุ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษา พบว่า สะเต็มศึกษาได้ถูกนำมาใช้เพื่อพัฒนาผู้เรียนตั้งแต่ระดับชั้น ประถมวิทย์จนถึงมัธยมศึกษาและมีการศึกษาในทุกสาขาวิชาทางวิทยาศาสตร์ (Khamngoen & Srikoon, 2021) ส่วนผลการใช้หน่วยการเรียนรู้สะเต็มฯ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ แก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในส่วนของ งานวิจัยมีการดำเนินการศึกษาทั้งในกลุ่มนักเรียนระดับประถมศึกษา (ปาไลตา สุขสำราญและวารี รัตน์ แก้วอุไร, 2562; วิษณุ ทุมมี, 2562) และระดับมัธยมศึกษา (สุธิตา วันสุดล, 2561, น.12; รัชช ศิริ จิตรอารี, 2560, น.202; อาทิตย์ ฉิมสกุล, 2559; อาทิตยา พูนเรือง, 2560; Kartini et al., 2021, p.257) โดยพบว่าหลังจากการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาฯ นักเรียนมีความสามารถ ดังกล่าวและความเข้าใจเนื้อหาฯ หลังเรียนสูงขึ้นที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหน่วยการเรียนรู้สะ เต็มสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ โดย นักเรียนในระดับประถมศึกษาเป็นวัยที่มีความพร้อมสำหรับการเรียนรู้และสามารถพัฒนาความที่ เป็นเหตุเป็นผล (Piaget, 2013) และควรส่งเสริมความคิดที่มีความซับซ้อนให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น (ภพ เลหาไพบุลย์, 2542, น. 67 ; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2554) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตใน ปัจจุบันและช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาได้

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงทำการศึกษา ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ฯ ที่มีผลต่อความสามารถ ในการแก้ปัญหา และความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีกรอบแนวคิด ดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

สมมุติฐานในการวิจัย

ผู้วิจัยตั้งสมมุติฐานของการวิจัยดังต่อไปนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้สะเต็มฯ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนความสามารถฯ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติของวัสดุ ที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนความสามารถฯ หลังเรียนอยู่ในระดับดีขึ้น
3. นักเรียนที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติของวัสดุ ที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนความเข้าใจฯ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 1.1 ความหมายของความสามารถ
 - 1.2 ความสำคัญของความสามารถ
 - 1.3 พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถ
 - 1.4 การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถ
 - 1.5 การวัดความสามารถ
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
 - 2.1 ความหมายและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็ม
 - 2.2 หลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็ม
 - 2.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มในระดับประถมศึกษา
 - 2.4 การวัดและการประเมินตามแนวทางสะเต็ม
 - 2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็ม
3. การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้
 - 3.1 ความหมายของหน่วย
 - 3.2 องค์ประกอบของหน่วย
 - 3.3 ขั้นตอนการสร้างของหน่วย
 - 3.4 ข้อดีและข้อจำกัดของหน่วย
4. หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา
5. ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของความเข้าใจ
 - 5.2 พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเข้าใจ
 - 5.3 การวัดและประเมินผลความเข้าใจ

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา

1.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกในด้านการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดเชื่อมโยง (Gagné, 1965; Krulik & Rudnick, 1993, p.12) โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหามีขั้นตอน (ชนิด อินทะกนก, 2559) ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหามีความแตกต่างกันไปในขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ทั้งจากทางตรง คือ ประสบการณ์ที่บุคคลได้พบหรือสัมผัสด้วยประสาทสัมผัสของตนเอง และจากทางอ้อม คือ ประสบการณ์ที่บุคคลที่ได้รับจากการรวบรวมสั่งสอนหรือการบอกเล่า การฟังสื่อ และการติดตามข่าวสารต่าง ๆ (วิชชุตา อ้วนศรีเมือง, 2554; เสาวนีย์ เวชพิทักษ์, 2552) เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาที่เผชิญ ให้บรรลุจุดหมายตามที่ต้องการ

ดังนั้นจากข้างต้นสรุปความหมายของความสามารถ หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนในการคิด ใช้ความรู้ และประสบการณ์เดิม เพื่อนำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอย่างเป็นขั้นตอน

1.2 ความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาคือเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับทุกคน ประชากรจำเป็นต้องมีความรู้ ความคิดเพียงพอที่จะเผชิญหน้ากับปัญหา (OECD, 2016, p.23) ความสามารถในการดังกล่าว เป็นเป้าหมายของการจัดการจัดการเรียนรู้ และถือได้ว่าส่วนสำคัญของหลักสูตรตามสถานศึกษาต่าง ๆ รับรู้ได้จาก การระบุให้ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นสมรรถนะสำคัญ หลักสูตรแกนกลางฯ ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2561) นอกจากนี้ ความสามารถในการการแก้ปัญหาจำเป็นสำหรับทุกคน (Schiller, 2002; อ้างถึงใน รมิตา ชื่นเปรมชีพ, 2559, น.25) เนื่องจากเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จในการจัดการปัญหา (Dulles, 1998) หากนักเรียนมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลและเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก็จะสามารถนำความสามารถนี้ไปใช้ในการแก้ปัญห่อื่น ๆ ได้ดี (Dressie, 1963; Carroll, 1956) ผู้ที่แก้ปัญหาได้ถูกต้อง ย่อมเกิดความสำเร็จในการใช้ชีวิต (ศิริกาญจน์ โกสุม และ ดารณี คำวังนัง, 2549) ความสามารถในการแก้ปัญหามีช่วยให้นักคิดตัดสินใจในสิ่งต่าง ๆ ได้ดี จากการรวบรวมองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาสำคัญและเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นสำหรับทุกคน เป็นเป้าหมายของการจัดการศึกษา นอกจากนี้ยังเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จ ผู้ที่แก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง เกิดความสำเร็จในการดำเนินชีวิต

1.3 พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหา

นักการศึกษาได้กล่าวถึงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหา โดยปรากฏอยู่ใน วิธีการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

Dewey (1975, p. 131) ได้เสนอพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหา ผ่านวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ คือ รู้ เข้าใจปัญหา เมื่อเกิดปัญหาเกิดขึ้นผู้เจอปัญหาจะต้องเกิดการรับรู้และทำความเข้าใจในสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา คือ การวิเคราะห์ให้เห็นว่าสิ่งใดเป็นตัวแปรสำคัญของปัญหา จากสิ่งต่อไปนี้

2.1 มีตัวแปรหรือประกอบไปด้วยอะไรบ้างที่ทำให้เกิดปัญหา

2.2 มองเฉพาะปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อที่จะแก้ปัญหาไปที่ละส่วน

2.3 สร้างคำถามที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา

3. ขั้นแนวทางแก้ปัญหา คือ การเลือกหรือสร้างแนวทางวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับปัญหา รวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา เพื่อตั้งสมมติฐาน โดยพิจารณาสิ่งต่อไปนี้

3.1 หาความจริงได้อย่างไร

3.2 สร้างแนวทางเลือกที่สามารถแก้ปัญหาได้

4. ขั้นตรวจสอบผลการแก้ปัญหา คือ ออกแบบเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาหากไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ก็ค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้พบวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ดีที่สุด

5. การนำไปปรับใหม่ คือ แนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถแก้ปัญหาได้ดี ไปใช้เมื่อพบเหตุการณ์คล้ายคลึงกับสภาพปัญหาที่เคยพบ

Weir (1974, p. 18) ได้เสนอพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหา ผ่านขั้นตอน 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา/วิเคราะห์ คือ การใช้ความคิดระบุปัญหาของสถานการณ์ที่พบ

2. ขั้นระบุสาเหตุ คือ การใช้ความสามารถในการคิดพิจารณา แยกแยะ และสามารถระบุสาเหตุของปัญหา

3. ขั้นแสวงหาแนวทางการแก้ปัญหา คือ การใช้ความสามารถในการหาแนวทางวิธีการ ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

4. **ขั้นพิสูจน์ผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา** คือ การใช้ความสามารถในการอธิบายถึงผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหา

มาฆพันธ์ อำนาคิล (2557, น.37) ได้เสนอพฤติกรรมในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้น

1. **ขั้นกำหนดปัญหา** คือ การบอกปัญหา สร้างขอบเขตของปัญหา ให้สามารถเข้าใจง่าย

2. **ขั้นวิเคราะห์ปัญหา** คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการพิจารณาแยกแยะสาเหตุของปัญหา และระบุสาเหตุที่สำคัญของปัญหา

3. **ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา** คือ สามารถหาแนวทางที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

4. **ขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหา** คือ สามารถหาความสอดคล้องของผลที่เกิดขึ้นกับสาเหตุของปัญหา และหากยังไม่ได้ผลที่ต้องการ ให้มีการเสนอแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหา

พรพิมล รอดเคราะห์ (2558, น.43) ได้เสนอพฤติกรรมในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน

1. **กำหนดประเด็นปัญหา** คือ ความสามารถในการไตร่ตรอง ทบทวน และวิเคราะห์สถานการณ์ เพื่อทำการค้นหาปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา

2. **วิเคราะห์สาเหตุ** คือ ความสามารถในการหาสาเหตุของปัญหา

3. **เสนอวิธีการ** คือ ความสามารถตัดสินใจเลือกวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหานั้น ๆ

4. **ประเมินวิธีการแก้ปัญหา** คือ ความสามารถในการไตร่ตรองเพื่อประเมินวิธีการแก้ปัญหา

มริจิ คงทรัพย์ (2553, น. 27) เสนอพฤติกรรมการแก้ปัญหาลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. **การระบุปัญหา** คือ ความสามารถในการคิดหาปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์ได้

2. **การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา** คือ ความสามารถในการพิจารณาถึงสาเหตุที่สำคัญของเหตุการณ์และสิ่งที่ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา

3. **การเสนอแนวทางแก้ไขปัญหา** คือ ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตรงตามสาเหตุและเสนอแนวทางแก้ไข

4. **การตรวจสอบผลที่ได้** คือ ความสามารถในการเสนอเกณฑ์ตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาที่เสนอไว้

จากแนวคิดที่นักวิชาการได้เสนอพฤติกรรมในการแก้ปัญหาไว้ มีพฤติกรรมที่แสดงออกคล้ายคลึงกัน และพบว่า พฤติกรรมในการแก้ปัญหานั้นมีระบบ แบบแผน มีเหตุผล และมีขั้นตอน โดยสามารถสรุปได้ว่า การแก้ปัญหา ประกอบด้วย ความสามารถระบุปัญหา พิจารณาแยกแยะสาเหตุของปัญหา หาแนวทางการแก้ไข และประเมินผลจากการแก้ปัญหาได้ โดยผู้วิจัยได้สรุปพฤติกรรมในการแก้ปัญหา ดังตารางที่ 1 ต่อไปนี้



ตาราง 1 พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหา

Dewey (1976, p.31)	มาฆพันธ์ อำนาจ (2557,น. 34)	เวียร์ (Weir, 1974,p.18)	พรพิมล รอดเคราะห์ (2558, น.43)	มริจ คงรัตน์ (2553, น. 27)	ผู้วิจัย
รับรู้ เข้าใจปัญหา	สามารถ กำหนด ปัญหา สร้าง ขอบเขตของ ปัญหา ให้ สามารถ เข้าใจง่าย	การใช้ ความสามา รถในการ คิดระบุ ปัญหาของ สถานการณ์ ที่กำหนด	ความสามารถ ในการไตร่ตรอง ทบทวน และ วิเคราะห์ สถานการณ์ เพื่อทำการ ค้นหาปัญหา ทาง วิทยาศาสตร์ และทำความเข้าใจปัญหา	ความ สามารถใน การคิดหา ปัญหาที่ แท้จริงของ เหตุการณ์ ได้	นักเรียนสามารถ ระบุปัญหาและ อธิบายสภาพ ปัญหาจาก เหตุการณ์ที่ เกิดขึ้นโดยใช้องค์ ความรู้และ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ (ความสามารถใน การระบุปัญหา)
มีการระบุ และแจกแจง ลักษณะของ ปัญหาที่ เกิดขึ้น จะมี ลักษณะ แตกต่างกัน ระดับความ ยากง่ายที่จะ แก้ไขต่างกัน	การเก็บ รวบรวม ข้อมูลที่ เกี่ยวข้องกับ ปัญหาเพื่อ ใช้พิจารณา แยกแยะ สาเหตุของ ปัญหา และ ระบุสาเหตุที่ สำคัญของ ปัญหา	การใช้ ความสามา รถในการ คิด พิจารณา แยกแยะ และระบุ	ความสามารถ ในการคิด วิเคราะห์เพื่อหา ต้นตอของ ปัญหา รวมถึง แยกแยะและหา ความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่ง ต่าง ๆ ซึ่งมี ความเกี่ยวข้อง กับปัญหา	ความสามา รถในการ พิจารณาถึง สาเหตุที่ สำคัญของ เหตุการณ์ และสิ่งที่ ไม่ใช่สาเหตุ ของปัญหา	สามารถพิจารณา แยกแยะสาเหตุ ของปัญหา และ ระบุสาเหตุที่ สำคัญของปัญหา (ความสามารถใน วิเคราะห์หา สาเหตุของ ปัญหา)

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Dewey (1976, p.31)	มาฆพันธ์ อำนาจคิด (2557, น. 34)	เวียร์ (Weir, 1974, p.18)	พรพิมล รอดเคราะห์ (2558, น.43)	มรีจ คงทรัพย์ (2553, น. 27)	ผู้วิจัย
การหาวิธีการ ให้ตรงกับ สาเหตุของ ปัญหาแล้ว ออกมาใน รูปแบบของ วิธีการรวบรวม ข้อเท็จจริง เกี่ยวกับปัญหา เพื่อ ตั้งสมมติฐาน	สามารถหา แนวทางที่ เหมาะสม ในการ แก้ปัญหา ให้ตรงกับ สาเหตุของ ปัญหา	การใช้ ความสามา รถในการหา แนวทาง วิธีการ ขั้นตอนใน การ แก้ปัญหา	ความสามารถใน การคิดแก้ปัญหา ที่สอดคล้องกับ สาเหตุที่วิเคราะห์ ได้ แล้วทำการ ตัดสินใจเลือก วิธีการที่ เหมาะสมกับการ แก้ปัญหานั้น ๆ	ความสามา รถในการหา วิธีการ แก้ปัญหา ได้ตรงตาม สาเหตุและ เสนอแนว ทางแก้ไข	นักเรียนสามารถ หาแนวทาง แก้ปัญหาให้ เหมาะสมกับ สภาพปัญหา จากสถานการณ์ ที่เกิดขึ้น (ความสามารถ ในการนำเสนอ วิธีการ แก้ปัญหา)
การเสนอ เกณฑ์เพื่อ ตรวจสอบ ผลลัพธ์ที่ได้ จากการเสนอ วิธีแก้ปัญหา ถ้าผลที่ได้รับไม่ ถูกต้อง สามารถเสนอ วิธีแก้ปัญหา ใหม่	สามารถหา ความ สอดคล้อง ของผลที่ เกิดขึ้นกับ สาเหตุของ ปัญหา และ หากยังไม่ใช่ ผลที่ถูกต้อง ต้องมีกร เสนอ แนวทาง ใหม่	การใช้ ความสามา รถในการ อธิบายถึง ผลที่เกิดขึ้น จากการ แก้ปัญหา	ความสามารถใน การคิดไตร่ตรอง เพื่อกำหนด เกณฑ์ประเมิน วิธีการแก้ปัญหา แล้วนำไปใช้ใน การอธิบายผล โดยอาศัย กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ที่ คาดว่าเกิดขึ้น นำ วิธีการไปใช้	ความสามา รถในการ เสนอเกณฑ์ ตรวจสอบ วิธีการ แก้ปัญหาที่ เสนอไว้	สามารถประเมิน ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น จากการ แก้ปัญหา (ความสามารถ ในการตรวจ ผลลัพธ์ที่ได้จาก การแก้ปัญหา)

จากตารางที่ 1 สรุปได้คือ พฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักการศึกษา สามารถสรุปได้ 4 พฤติกรรม ได้แก่ 1) ความสามารถในการระบุปัญหา หมายถึง นักเรียนกำหนดและอธิบายสภาพปัญหาจากเหตุการณ์ 2) ความสามารถในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา หมายถึง พิจารณาแยกแยะสาเหตุของปัญหา และระบุสาเหตุที่สำคัญของปัญหา 3) ความสามารถในการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถหาแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสภาพปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น 4) ความสามารถในการตรวจผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถประเมินผลลัพธ์จากการแก้ไขแก้ปัญหาได้

1.4 การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา

มีนักวิชาการหลายท่านที่เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 4 รูปแบบ ดังนี้

1. ใช้กระบวนการสืบสอบหรือการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหา เป็นการใช้สถานการณ์เพื่อให้เกิดปัญหาแล้วให้นักเรียนสืบค้นความรู้ ลงมือด้วยตนเอง ครูทำหน้าที่แนะนำแนวทาง ดังเช่นงานวิจัยของ กมลทิพย์ ต่อติด (2544) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการฝึกกระบวนการสืบเสาะที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาในนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผลหลังการทดลองพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกด้วยกระบวนการสืบสอบหรือแบบสืบเสาะ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึก

2. ใช้กระบวนการสืบสอบร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน โดยไปที่นักเรียนเป็นสำคัญโดยใช้เทคนิคที่เน้นความสามารถที่ต้องการให้นักเรียนเกิดร่วมกับการสืบสอบ เช่นงานวิจัยของ มริจี้ คงทรัพย์ (2553) ได้ทำการศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิคแนวเทียบ (Analogy) กับวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5Es ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติ ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยวัฏจักร การเรียนรู้แบบ 5Es ร่วมกับเทคนิคแนวเทียบ หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้การสืบสอบ โดยใช้เทคนิคแนวเทียบมีใช้ในกิจกรรมแต่ละขั้นของการสอน โดยมี 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. สร้างความสนใจ คือ ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้เทคนิคแนวเทียบ เช่น สาธิต หรือ ยกตัวอย่าง
2. สำรวจและสืบค้น คือ ครูส่งเสริมให้นักเรียนให้ศึกษาค้นคว้า และครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา

ครูใช้เทคนิคแนวเทียบโดยการเชื่อมโยงตัวอย่างที่ครูแสดง 3. อธิบายพร้อมทั้งลงข้อสรุป คือ นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้เทคนิคแนวเทียบในการวิเคราะห์ลักษณะที่เหมือนหรือแตกต่างกัน 4. ขยายความรู้ คือ ครูจัดกิจกรรมโดยใช้เทคนิคแนวเทียบนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปเทียบเคียงกับสิ่งอื่น และ 5. ประเมิน คือ ครูตรวจสอบความรู้โดยใช้แนวเทียบของนักเรียนในแต่ละขั้นของกิจกรรม

3. ใช้แนวทางสะเต็มศึกษา เป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนต้องใช้ความรู้และความสามารถทั้ง 4 สาขาวิชาทางสะเต็มฯ ไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถพัฒนาความสามารถดังกล่าวของนักเรียนได้ ดังกับ ดวงพร สมจันทร์ตา (2559) ที่ศึกษาเกี่ยวกับ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้เรียนตามแนวทางสะเต็มฯ พบว่า นักเรียนมีความสามารถหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เมื่อพิจารณารูปแบบดังกล่าวพบว่าการใช้กระบวนการสืบสอบหรือการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ในรูปแบบใช้การสืบสอบร่วมกับเทคนิค นั้นมีข้อดีคือนักเรียนค้นคว้าหาความรู้ลงมือหาคำตอบด้วยตนเอง สามารถเน้นเทคนิคที่ต้องการให้นักเรียนเกิด แต่มีข้อจำกัดที่นักเรียนไม่ได้เชื่อมโยงความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้วิจัยได้เลือกใช้แนวทางสะเต็มศึกษา เนื่องจากเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนได้ใช้ความรู้และความสามารถทั้ง 4 สาขาวิชาทางสะเต็มฯ ไปใช้ในการแก้ปัญหา

1.5 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

จากการศึกษา พบว่า เครื่องมือวิจัยที่ใช้มี 3 รูปแบบ (กมลทิพย์ ต่อติด, 2544; ดวงพร สมจันทร์ตา, 2559; มาฆพันธ์ อำนาคิล, 2557) ดังต่อไปนี้

1. แบบสอบเลือกตอบ (Multiple-choice test) เป็นแบบสอบที่ผู้ตอบเลือกจากตัวเลือกที่กำหนด สามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ง่ายไปจนถึงระดับที่ซับซ้อนขึ้น แบบสอบประเภทนี้มีข้อจำกัดเพียงเล็กน้อย และมีข้อดีมากกว่าคือครอบคลุมเนื้อหาได้กว้างและมีการตรวจที่เป็นปรนัย เหมาะกับการสอบที่มีผู้สอบมาก ข้อจำกัดผู้ตอบสามารถเดาคำตอบได้ เสียเวลาในการออกข้อสอบ และเป็นแบบสอบที่เสนอคำตอบ จึงทำให้ไม่ทราบแน่ชัดว่าสิ่งที่ผู้ตอบตอบมานั้นเป็นความสามารถที่แท้ของผู้สอบหรือไม่ ดังเช่น กมลทิพย์ ต่อติด (2544) ที่ได้ทำการศึกษาการฝึกกระบวนการสืบสอบส่งผลต่อความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลและความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้สร้างแบบวัดฯ จำนวน 28 ข้อ ได้แบ่งความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ 4 ด้าน คือ 1) กำหนดปัญหา 2) วิเคราะห์ปัญหา 3) เสนอวิธีการแก้ปัญหา 4) วิเคราะห์ผล โดยกำหนดเกณฑ์ คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบสอบเลือกตอบ

1. บริเวณสนามโรงเรียนมีเศษขยะมาก เป็นเพราะนักเรียนทิ้งขยะไม่เป็นที่
 ถังขยะมีไม่เพียงพอ ข้อความนี้เกี่ยวข้องกับข้อใด
 - ก. ผลจากการทิ้งขยะของนักเรียนทุกระดับชั้น
 - ข. ลักษณะทั่วไปของบริเวณสนามโรงเรียน
 - ค. สาเหตุของการมีเศษขยะบริเวณสนามโรงเรียน
 - ง. ผลการประเมินความสะอาดบริเวณสนามโรงเรียน
2. ด.ญ.วิไล ไม่ส่งการบ้านวิชาภาษาไทยเป็นประจำ จนครูต้องตักเตือนและคาดโทษไว้
 - ค.ญ.วิไล เริ่มรู้สึกวิตกกังวล จึงคิดที่จะทำการบ้านวิชาภาษาไทย
 - ค.ญ.วิไลรู้สึกวิตกกังวลต่อเหตุการณ์นี้เป็น
 ขั้นตอนใดของการแก้ปัญหา
 - ก. สาเหตุของการไม่ส่งการบ้าน
 - ข. วิธีการแก้ปัญหของ ค.ญ.วิไล
 - ค. ค.ญ.วิไลไม่ชอบวิชาภาษาไทย
 - ง. การรับรู้ปัญหาที่เกิดขึ้นของ ค.ญ.วิไล

ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างแบบสอบเลือกตอบ

ที่มา : กมลทิพย์ ต่อติด (2544)

2. แบบสอบอัตนัย (Essay test) เป็นแบบทดสอบความเรียง ผู้ตอบมีอิสระในการตอบและแสดงความรู้ ความสามารถ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด และยังสามารถใช้ประเมินทักษะการให้เหตุผลขั้นสูงได้ เป็นแบบสอบที่ออกง่าย ลดการเดาของผู้ตอบได้แต่ส่งผลต่อความเที่ยงในการตรวจให้คะแนน เนื่องจากการให้คะแนนไม่คงที่ ไม่มีความเป็นมาตรฐาน และมาตรฐานขึ้นอยู่กับการตรวจของครูแต่ละคน ดังงานวิจัยของ ดวงพร สมจันทร์ตา (2559) มีการวัดเกี่ยวกับความสามารถแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาจากการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยได้ทำการพัฒนาแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในรูปแบบอัตนัย เป็นแบบสถานการณ์โดยให้คะแนนแต่ละข้อคำถามของแต่ละเหตุการณ์เป็น 2 ระดับ ได้แก่ 1 คะแนน คือ ผู้ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ตามแนวคำตอบ และ 0 คะแนน คือ ผู้ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบสอบอัตนัย

<p>สถานการณ์ นายชา มีอาชีพขายข้าวเหนียวสุก และบริเวณบ้านของนายชาปลูกพืชแต่ละชนิดได้จำนวนมาก นายชาต้องการลดต้นทุนในการซื้อถุงพลาสติกเนื่องจากกำไรขายข้าวเหนียวมีน้อย จึงอยากที่จะนำไปพืชมานำห่อข้าวเหนียวแทนการใช้ถุงพลาสติก นักเรียนจะช่วยนายชาเลือกใบไม้แบบใดในการนำมาใช้ห่อข้าวเหนียวสุกขาย</p>
<p>1. ชั้นระบุปัญหา</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>2. ชั้นวิเคราะห์ปัญหา</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>3. ชั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>4. ชั้นตรวจสอบผลลัพธ์</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างแบบสอบอัตนัย

ที่มา : ดวงพร สมจันทร์ตา (2559)

3. แบบสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified essay question : MEQ) เป็นรูปแบบหนึ่งของข้อสอบอัตนัยเป็นแบบวัดประเภทความเรียงที่ใช้เหตุการณ์จำลองเป็นกรณีศึกษาที่มีเนื้อหาตามที่ต้องการออกข้อสอบให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้และมีการเสนอเหตุการณ์จำลองตามลำดับเหตุการณ์ และเสนอแยกออกเป็นข้อ ๆ ที่เป็นอิสระจากกัน แทรกคำถามตามวัตถุประสงค์ของการวัดเป็นระยะ ๆ ผู้สอบต้องนำข้อมูลจากเหตุการณ์ที่เสนอมาใช้ตัดสินใจเพื่อตอบคำถามปลายเปิดเอง และต้องทำข้อสอบให้เสร็จทีละหน้า เนื่องจากผู้สอบไม่สามารถย้อนกลับไปแก้ไขคำตอบในข้อที่ทำไปแล้วได้ ดังงานวิจัยของ มาชพันธุ์ อำนาคิล (2557) ที่ได้ทำการเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการตรวจวัดให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน การประยุกต์ใช้ทฤษฎี

การสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดกับนักเรียน ในแบบสอบกำหนดเหตุการณ์จำลอง แทรกคำถามตามวัตถุประสงค์ของการวัดเป็นระยะ ๆ แต่ละเหตุการณ์ ประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1) กำหนดปัญหา 2) วิเคราะห์ปัญหา 3) เสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และ 4) ตรวจสอบการแก้ปัญหา มีวิธีการตรวจให้คะแนน 3 วิธีคือ 1) วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Knox หมายถึง การให้คะแนนแต่ละข้อคำถามของแต่ละเหตุการณ์เป็น 3 ระดับ ได้แก่ 2 คะแนน คือผู้ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ตามแนวคำตอบ 1 คะแนน คือ ผู้ตอบตอบคำถามผิดบางส่วน หรือไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ตามแนวคำตอบ และ 0 คะแนน คือ ผู้ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม 2) วิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti (1980) หมายถึง ให้คะแนนแต่ละข้อคำถามของแต่ละเหตุการณ์เป็น 2 ระดับ ได้แก่ 1 คะแนน คือ ผู้ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ตามแนวคำตอบ และ 0 คะแนน คือ ผู้ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบหรือไม่มีการตอบคำถาม และ 3) วิธีการตรวจให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย (Analytic method) หมายถึง การให้คะแนนแต่ละข้อคำถามของแต่ละเหตุการณ์ 3 ด้าน คือ ความถูกต้อง 2 คะแนน ความเข้าใจ 2 คะแนน และเรียบเรียงความคิด 1 คะแนน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบสอบถามวิจัย

<p>สมเกียรติและสมศรีมีลูกชายด้วยกัน 1 คน ชื่อเบงค์ อายุ 16 ปี เรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งสองคนประกอบอาชีพค้าขาย โดยปกติเบงค์เป็นเด็กน่ารัก ตั้งใจเรียน และทุกวันหลังเลิกเรียนเบงค์จะกลับมาช่วยพ่อแม่ขายของอยู่เสมอ แต่ตั้งแต่เบงค์เข้าเรียนต่อในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่โรงเรียนแห่งใหม่ สมศรีสังเกตเห็นว่าเบงค์มีร่างกายซูบผอม ผิวหนังและริมฝีปากแห้ง และเปลี่ยนเป็นคนเจ้าอารมณ์ โมโหง่าย สมศรีจึงเล่าเรื่องทั้งหมดให้สมเกียรติฟัง</p>
<p>ข้อคำถามที่ 1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนคิดว่าปัญหาของเบงค์คืออะไร</p> <p>ตอบ.....</p>
<p>สมเกียรติและสมศรีรู้สึกเป็นกังวลมากในพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปของเบงค์จึงไปพบครูประจำชั้นของเบงค์ เพื่อสอบถามถึงพฤติกรรมของเบงค์ตอนอยู่ที่โรงเรียนจนได้รับข้อมูลว่าเบงค์ซูบผอม ผิวหนังและริมฝีปากแห้ง และมีพฤติกรรมทางอารมณ์ เปลี่ยนไปคือ เปลี่ยนเป็นคนเจ้าอารมณ์ โมโหง่าย นอกจากนี้ยังมีผลการเรียนต่ำ และเปลี่ยนไปคบกับเพื่อนกลุ่มใหม่ที่มีพฤติกรรมใช้สารเสพติดอีกด้วย ซึ่งเมื่อสมเกียรติและสมศรีถามหาความจริงกับเบงค์ เขากลับปฏิเสธ อีกทั้งยังแสดงอาการโมโหและทำลายสิ่งของอีกด้วย</p>
<p>ข้อคำถามที่ 2 เหตุที่ทำให้เบงค์มีร่างกายซูบผอม ผิวหนังและริมฝีปากแห้ง และมีพฤติกรรมทางอารมณ์เปลี่ยนไป นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุมาจากอะไร</p> <p>ตอบ.....</p>
<p>จากการสังเกตพฤติกรรมของเบงค์ สมเกียรติและสมศรีจึงช่วยกันค้นหาลักษณะของเบงค์เพื่อต้องการทราบว่าเบงค์ติดสารเสพติดจริงหรือไม่ และทันใดนั้นเองทั้งสองได้พบกับ หลอดกาแฟ ไฟแช็ค และขวดน้ำที่ถูกเจาะรูด้านข้างขวด ซึ่งของทั้งหมดคืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเสพยาเสพติด โดยเบงค์ได้ซ่อนอุปกรณ์เหล่านี้ไว้ใต้เตียงนอนของเขาสมเกียรติและสมศรีต่างพากันร้องไห้เมื่อรู้ว่าลูกของตนเสพยาเสพติด</p>
<p>ข้อคำถามที่ 3 ถ้านักเรียนเป็นพ่อและแม่ของเบงค์ นักเรียนจะมีแนวทางแก้ปัญหาอย่างไร</p> <p>ตอบ.....</p>
<p>สมเกียรติและสมศรีนำเรื่องของเบงค์ไปปรึกษาเจ้าหน้าที่ศูนย์ให้คำปรึกษาปัญหาเสพยาเสพติด โดยเจ้าหน้าที่ให้คำแนะนำว่าก่อนอื่นทั้งสองคนต้องทำใจยอมรับความจริง และหาโอกาสพูดคุยกับลูกถึงสาเหตุของปัญหาโดยไม่ใช้อารมณ์รุนแรงในการพูดคุย และเมื่อลูกยอมรับสภาพแล้วให้รับหาทางช่วยเหลืออย่างเต็มที่ ซึ่งในที่สุดเบงค์ก็ได้ยอมรับกับพ่อแม่ว่าเขาติดสารเสพติดมาหลายเดือนแล้ว และเขาพร้อมที่จะยอมรับการบำบัดรักษาอาการติดสารเสพติด</p>
<p>ข้อคำถามที่ 4 ถ้าเบงค์เข้ารับการบำบัดรักษาอาการติดสารเสพติด นักเรียนคิดว่าผลจะเป็นอย่างไร</p> <p>ตอบ.....</p>

ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างแบบสอบถามวิจัย

ที่มา : มาฆพันธ์ อ๋านาคิล (2557)

จากการศึกษาการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า มีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับวุฒิภาวะ เหมาะสมกับนักเรียน รวมทั้งความเหมาะสมของการบริหารการสอบด้วย ซึ่งจะเห็นว่า การประเมินการแก้ปัญหาของนักเรียน ประเมินจากแบบสอบ

เลือกตอบ ไม่สามารถตรวจสอบได้ว่านักเรียนมีการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เนื่องจากนักเรียนสามารถเลือกตอบจากคำตอบที่เสนอให้ และมีโอกาสในการเดาคำตอบสูง และ แบบสอบอัตนัยประยุกต์ เป็นแบบสอบที่ต้องใช้สถานการณ์ปัญหาเพื่อให้ได้ข้อมูลประกอบการตอบคำถาม และทำข้อสอบให้เสร็จที่ละหน้า เนื่องจากผู้สอบไม่สามารถย้อนกลับไปแก้ไขคำตอบในข้อที่ทำไปแล้วได้ถ้าวิเคราะห์กลุ่มที่ต้องการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาชั้นนั้นอาจต้องใช้เวลาในการอ่านสถานการณ์จะส่งผลให้เวลาในการทำแบบวัดไม่เพียงพอ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบสอบอัตนัย (Essay test) เป็นแบบทดสอบความเรียงแบบจำกัด มีอิสระในการตอบและนักเรียนสามารถแสดงความรู้ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด และยังสามารถใช้ประเมินทักษะการให้เหตุผลขั้นสูงได้ เป็นแบบสอบที่ออกง่าย ลดการเดาของผู้ตอบได้ ใช้เวลาในการทำไม่นาน

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยจึงให้ความหมาย ว่าเป็น ทักษะหรือพฤติกรรมของนักเรียนในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอนโดยใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ

1. ความสามารถในการระบุปัญหา หมายถึง นักเรียนกำหนดปัญหาและอธิบายสภาพปัญหาจากเหตุการณ์
2. ความสามารถในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถพิจารณาแยกแยะสาเหตุของปัญหา และระบุสาเหตุที่สำคัญของปัญหา
3. ความสามารถในการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถหาแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสภาพปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น
4. ความสามารถในการตรวจผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถประเมินผลลัพธ์ และปรับปรุงแก้ไขการแก้ปัญหา ให้มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

โดยใช้แบบวัดอัตนัยที่ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ สถานการณ์ และ ข้อคำถาม 4 ข้อตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การวิเคราะห์สาเหตุ 3) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา และ 4) การตรวจผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา โดยมีวิธีการตรวจให้คะแนนตามแบบของ Feletti หมายถึง ให้คะแนนแต่ละข้อคำถามของแต่ละเหตุการณ์เป็น 3 ระดับ ได้แก่ 2 คะแนน คือ ผู้ตอบคำถามได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ตามแนวคำตอบ 1 คะแนน คือ ผู้ตอบคำถามได้ถูกต้องบางส่วนตามแนวคำตอบ และ 0 คะแนน คือ ผู้ตอบคำถาม ไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ หรือไม่มีการตอบคำถาม

2. การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.1 ความหมายและความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEM) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการกลุ่มสาระวิชา มาจาก วิทยาศาสตร์ (S: Science) เทคโนโลยี (T: Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (E: Engineering) และคณิตศาสตร์ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนนำองค์ความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพื่อการสร้างผลงาน สิ่งประดิษฐ์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต ส่งเสริมให้เกิดทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 และสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ (Ozturk, 2021, p. 71; Cameron, & Craig, 2016. p. 1) โดยใช้วิทยาศาสตร์ (S: Science) ในการทำความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ใช้ (T: Technology) ในการแก้ปัญหาการพัฒนาหรือปรับปรุงสิ่งต่าง ๆ ใช้วิศวกรรมศาสตร์ (E: Engineering) ในการออกแบบการวางแผนการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลงาน หรือนวัตกรรมภายใต้ข้อจำกัดที่มี และใช้คณิตศาสตร์ (M: Mathematics) ในการคำนวณ การวัด การวิเคราะห์ข้อมูล (White, 2014, p. 4; ชลาธิป สมานิติ, 2560, น. 103-105; สุทธิดา จำรัส, 2560, น. 16-17) สะเต็มศึกษาจึงจัดเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้การวิเคราะห์ปัญหาวิธีการแก้ปัญหา สืบค้น และวิเคราะห์ข้อมูล (กนกทิพย์ ยาทองไชย, 2559, น. 32; พรทิพย์ ศิริภักทราชัย, 2555, น. 50; รัชศิริ จิตอารี, 2560, น. 50; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558a, น. 4) รวมทั้งนักเรียนได้ลงมือ ปฏิบัติหรือแก้ไขปัญหาที่ท้าทายและน่าสนใจ ซึ่งนักเรียนจะได้ทำงานเป็นทีม อภิปราย และนำเสนอผลงานตนเอง (สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์, 2559, น. 12) นอกจากนี้สะเต็มยังส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะที่นำไปใช้ในการใช้ชีวิตในโลกศตวรรษที่ 21 (รักษพล ธนานวงค์, 2558, น. 1)

จากข้างต้น ผู้วิจัยสรุปว่า เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ ทั้ง 4 สาขาวิชาทางสะเต็มฯ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา สร้างนวัตกรรม และเกิดทักษะที่สำคัญและมีความจำเป็นต่อใช้ชีวิตในช่วงเวลาของศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีคุณภาพ

2.2 หลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

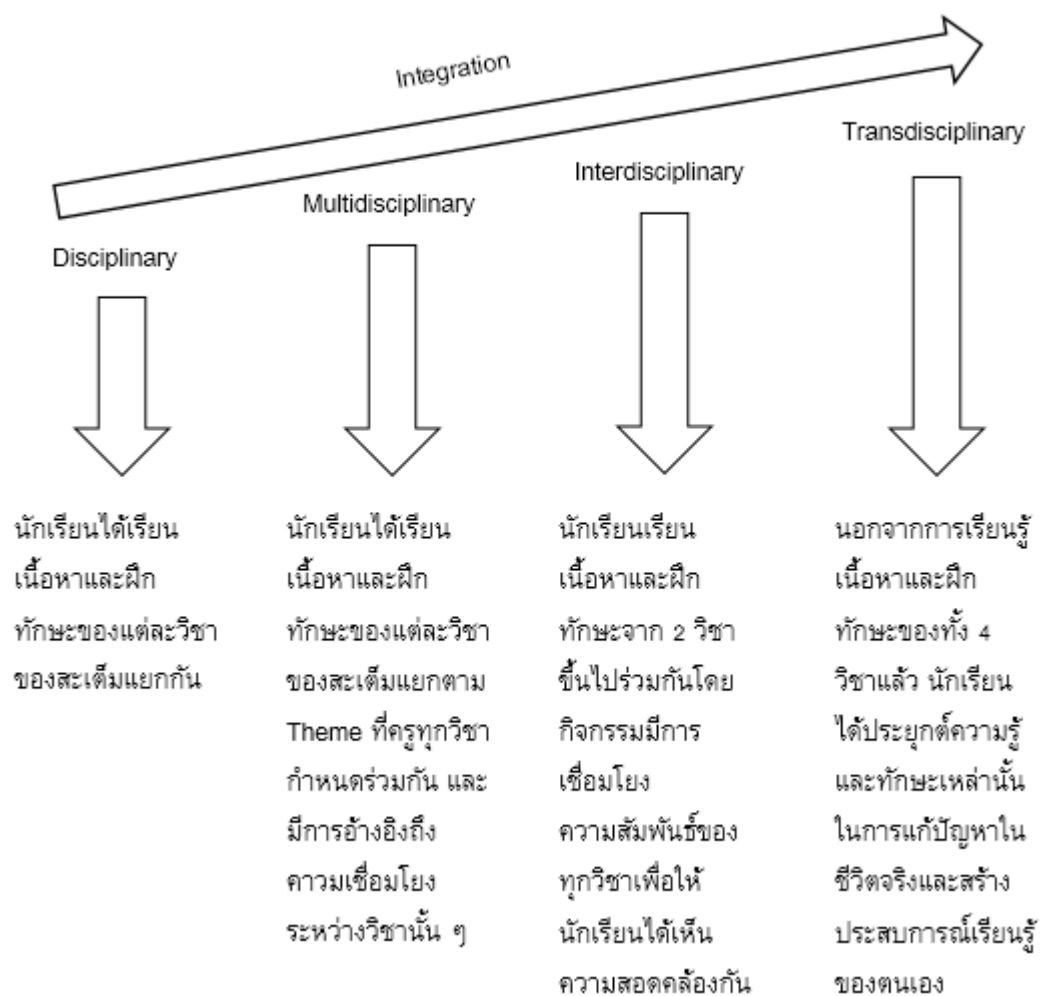
หลักการจัดการเรียนรู้ที่สามารถบูรณาการ (Integration) คือ การนำศาสตร์สาขาวิชาต่าง ๆ มาผสมผสานให้สอดคล้องกันเพื่อจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน โดยระดับการบูรณาการสามารถแบ่งได้ 4 ระดับ ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, น. 5-6; สิริินนภา กิจเกื้อกูล, 2558, น. 155; อภิสัทธี ธงไชย, 2557, น. 25)

1. บูรณาการภายในวิชา (Disciplinary integration) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยให้แต่ละวิชาจัดการเรียนรู้ของสะเต็มแบบแยกส่วน แต่ละวิชาต่างจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนตามวิชาของเฉพาะของตัวเอง

2. บูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary integration) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยกำหนดตามเรื่องหรือประเด็นที่เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่ในปัจจุบันหรือในท้องถิ่น ที่ครูกำหนดร่วมกัน ช่วยให้นักเรียนได้เห็นถึงความเชื่อมโยงของเนื้อหาวิชาทั้ง 4 สาขาวิชาทางสะเต็มฯ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว

3. บูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary integration) เป็นเรียนรู้โดยใช้ตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไปร่วมกัน ในการจัดการเรียนการสอนนี้ครูในวิชาที่เกี่ยวข้อง มีการออกแบบวางแผนร่วมกัน โดยคัดเลือกสาระการเรียนรู้หรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชา โดยให้บูรณาการที่ผ่านสาระหรือตัวชี้วัด

4. บูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการกำหนดหัวข้อหลัก และสร้างความเชื่อมโยงทั้ง 4 สาขาวิชาโดยให้ความเท่ากันในทุกส่วน ดังภาพประกอบต่อไปนี้



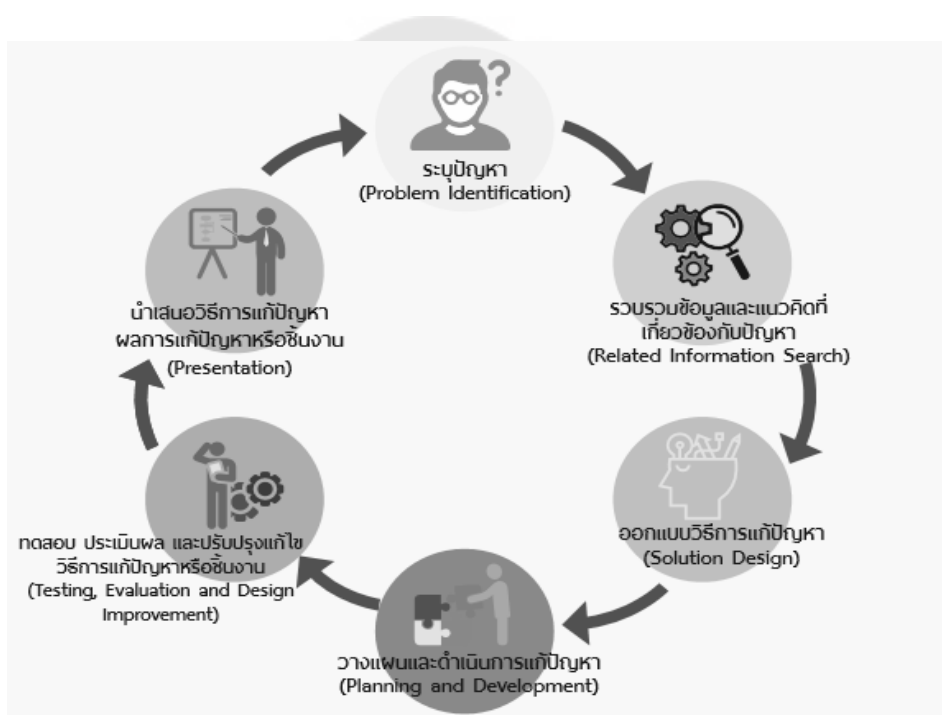
ภาพประกอบ 5 หลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

ที่มา : Vasquez, Sneider, & Comer, (2013) (อ้างถึงใน สสวท, 2557)

จากหลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มฯ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้เป็นการบูรณาการ ซึ่งมีการบูรณาการ 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) บูรณาการในวิชา 2) บูรณาการแบบพหุวิทยาการ 3) บูรณาการแบบสหวิทยาการ 4) บูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา โดยการเลือกระดับการบูรณาการขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมหรือปัจจัยของสถานศึกษา ครู ผู้บริหาร และมีความสอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้

ในการวิจัยนี้ เพื่อให้สอดคล้องกับบริบทและครูผู้สอน ผู้วิจัยจึงเลือกการบูรณาการแบบสหวิทยาการให้นักเรียนเรียนเนื้อหาและฝึกทักษะจาก 4 สาขาวิชาทางสะเต็มฯ โดยกิจกรรมมีเชื่อมความสัมพันธ์ เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความรู้อย่างบูรณาการในการดำเนินชีวิตและสถานการณ์ที่กำหนด

การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการบูรณาการความรู้ทั้ง 3 สาขาวิชา โดยผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา สสวท (2560, น. 23) มีการเสนอขั้นตอนการของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังภาพประกอบที่ 6



ภาพประกอบ 6 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558, น. 36)

1. ระบุปัญหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจโดยใช้ความรู้จากสถานการณ์ปัญหาเพื่อการระบุปัญหา
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนทำการสืบค้น รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนในแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบและค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อการสร้างวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบในการสร้างวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา และเขียนบันทึกผลในทุกขั้นตอนของการปฏิบัติงานลงในแบบบันทึก

5. ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือสิ่งประดิษฐ์ นักเรียนลงมือแก้ปัญหาจากสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นตัวต้นแบบมาทดลองพร้อมทั้งวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงให้ดีขึ้น

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน นักเรียนดำเนินการออกแบบการนำเสนอและผลิตสื่อนำเสนอและอภิปรายร่วมกันเพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติงาน บทบาท ครูและนักเรียนในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมี รายละเอียดขั้นตอน ดังตาราง 2



ตาราง 2 แสดงบทบาทครู บทบาทนักเรียน ในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นระบุปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> สร้างสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสังคมโลกเพื่อให้ นักเรียนต้องหาวิธีการหรือสร้างวิธีการหรือประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหา สร้างบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียน 	<ol style="list-style-type: none"> เข้าใจกับปัญหาที่ครูกำหนด นำไปสู่การระบุปัญหา ทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา
ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> แนะนำแหล่งข้อมูลให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า จัดกิจกรรมการเรียนรู้และปฏิบัติการทดลองเพื่อให้ นักเรียนได้ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการออกแบบการแก้ปัญหา ตรวจสอบข้อมูลที่นักเรียนสืบค้น รวมถึงข้อมูลที่นักเรียนได้จากการทำกิจกรรม 	<ol style="list-style-type: none"> สืบค้น รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการสร้างผลงาน ปฏิบัติการกิจกรรมการเรียนรู้หรือปฏิบัติการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการออกแบบการแก้ปัญหา

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> 1. กระตุ้นนักเรียนให้ออกแบบการแก้ปัญหา 2. ตรวจสอบความเป็นไปได้ของแต่ละวิธีการแก้ปัญหานักเรียนคิด 3. ตรวจสอบความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหาคือดีที่สุดที่นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกใช้ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนระดมสมองเพื่อคิดออกแบบในการค้นหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การสร้างวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ในการแก้ปัญหา 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาคือดีที่สุดสอดคล้องกับข้อจำกัดและมีความเป็นไปได้ที่จะบรรลุเกณฑ์ที่กำหนดไว้
ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> 1. สังเกตการณ์ปฏิบัติงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม 2. ให้การปรึกษาและแนะนำในการปฏิบัติงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม 3. ดูแลความเรียบร้อยในการปฏิบัติงานของนักเรียน 4. กระตุ้นให้นักเรียนทุกคนให้ทำกิจกรรม 	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งบทบาท หน้าที่และความรับผิดชอบในการสร้างวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ 2. เขียนบันทึกผลในทุกขั้นตอนของการปฏิบัติงานลงในแบบบันทึกกิจกรรม

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	<ol style="list-style-type: none"> จัดสภาพแวดล้อมเพื่อเอื้อให้นักเรียนสามารถทดสอบวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ได้ ประเมินผลการสร้างวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ให้คำแนะนำนักเรียนในการทดสอบและปรับปรุงวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ 	<ol style="list-style-type: none"> นำวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นตัวต้นแบบมาทดสอบในสภาพแวดล้อมที่ครูได้จัดเตรียมไว้ สังเกตข้อดีและข้อบกพร่องของวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงให้ดีขึ้น
ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	<ol style="list-style-type: none"> จัดหาโอกาสเวลาและสถานที่รวบรวมถึงเว็บไซต์เพื่อให้นักเรียนได้นำเสนอผลงานในที่สาธารณะ ร่วมรับฟังและให้คำแนะนำในการอภิปรายสะท้อนผลการปฏิบัติงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม 	<ol style="list-style-type: none"> ออกแบบการนำเสนอและผลิตสื่อนำเสนอ อภิปรายร่วมกันเพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติงาน

สรุปได้ว่าหลักการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเป็นการบูรณาการศาสตร์สาขาวิชาต่าง ๆ มาผสมผสานให้สอดคล้องกันเพื่อจัดการเรียนรู้สามารถแบ่งออกได้ 4 แบบ คือ 1. บูรณาการในวิชา 2. บูรณาการแบบพหุวิทยาการ 3. บูรณาการแบบสหวิทยาการ และ 4. บูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา โดยใช้ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยใช้ 6 ขั้นตอนดังกล่าว โดยที่ครูเป็นเพียงผู้จัดบรรยากาศและแนะนำนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาและเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

2.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในระดับประถมศึกษา

ระดับประถมศึกษาเริ่มมีการศึกษาเมื่อไม่นานมานี้ โดย งานวิจัยต่างประเทศ เช่น งานวิจัยของ Hudson, English, Dawes, King, & Baker (2015) ที่ได้ทำการสำรวจความเชื่อมโยงระหว่างความรู้เนื้อหาผนวกวิธีการสอน (Pedagogical Content Knowledge) กับ สะเต็มศึกษา (STEM) ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ประเทศออสเตรเลีย และ Goodnough et al. (2014) ทำการศึกษาผลของการพัฒนาวิชาชีพในสะเต็มศึกษาต่อการรับรู้ของครูในระดับประถมศึกษา สำหรับประเทศไทยมีงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ในชั้นประถมศึกษา ได้แก่ กมลฉัตร กล่อมอิม (2560) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในนักเรียนที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ปกติ โดยได้ทำการวิจัยกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้ปกติ และดังที่ จำรัส อินทลาภาพร (2558) ที่ได้ทำการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางนี้สำหรับระดับประถมศึกษา ไว้ดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาสาระสำคัญของสะเต็ม เนื่องจากในแต่ละวิชามีธรรมชาติของวิชาที่ความแตกต่างกัน ดังนั้นครูผู้สอนจึงมีความจำเป็นต่อการศึกษา
2. ออกแบบกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเป็นการศึกษาก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียน
3. จัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาที่เน้นการแก้ปัญหา และกระตุ้นความคิดของนักเรียน แนะนำแนวทางการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถเกิดความรู้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. จัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน เป็นการให้โอกาสนักเรียนออกแบบการทำโครงงานที่ตนเองสนใจ
5. จัดกิจกรรมการให้นักเรียนทำงานเป็นทีม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิด ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับสาระเนื้อหาในสะเต็มศึกษา นักเรียนใช้ทักษะการคิดขั้นสูง
6. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ควรใช้วิธีการแบบตามสภาพจริง (Authentic assessment) ที่หลากหลาย ได้แก่ 1. สังเกตพฤติกรรม 2. สัมภาษณ์ 3. แสดงผลงาน 4. บันทึก 5. รายงาน 6. ประเมินผล 7. ประเมินความสามารถ 8. แฟ้มสะสมผลงาน 9. ทดสอบ และ 10. สอบถาม

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ในระดับศึกษามีประเด็นในการพิจารณา 6 ประเด็นสำคัญคือ 1. ควรศึกษาสาระสำคัญในเนื้อหาวิชาที่จะใช้ในการบูรณาการ 2. จัดกิจกรรม

ที่เน้นให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ 3. จัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหา 4. ให้นักเรียนได้มี
โอกาสแสดงผลงาน 5. นักเรียนทำงานเป็นทีม และ 6. วัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

2.4 การวัดและการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา

นักวิชาการ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น.78-80 ;
ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2554, น.101-102 ; Edward, 2013, p.12-15) ได้กำหนดการวัดและการ
ประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ไว้ดังต่อไปนี้

การวัดผลประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา สามารถทำได้ในขณะที่นักเรียน
แสดงออกจากการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ หรือ แก้ปัญหา ซึ่งจะสะท้อนความรู้ ทักษะการคิด
เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของ
นักเรียนว่าควรส่งเสริม หรือแก้ไข ด้านใดเพื่อให้นักเรียนสามารถพัฒนาศักยภาพได้อย่างเต็มที่และ
สามารถแบ่งการวัดและการประเมินผลได้ดังนี้

1. การประเมินสภาพจริง (Authentic assessment) คือ การประเมิน
ความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน ในการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ทำได้ 2 วิธี คือ

1.1 จัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based
learning) สามารถประเมินนักเรียน

1.1.1 ตั้งประเด็นคำถาม

1.1.2 ลงมือ

1.1.3 รายงาน

1.1.4 ตัวแปรที่ใช้

1.2 จัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม (Engineering
design) สามารถประเมินกิจกรรม

1.2.1 ระดมความคิด

1.2.2 พัฒนาโมเดลต้นแบบ

1.2.3 ทำงานเป็นทีม

2. การวัดและประเมินผล เป็นการประเมินจากการทำงานภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดให้ และให้นักเรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติงานได้จริง ผ่านการทำงาน การคิด และผลงาน แนวทางการประเมินนี้มีมาตรฐานวัดเรียกว่า Rubric ซึ่งโดยทั่วไปมี 2 แบบ (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์, 2546, น.13) คือ

2.1 การประเมินภาพรวม เป็นการประเมินภาพรวม

2.2 การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ

จากข้อความข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การวัดผลและการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา เป็นการประเมินตามสภาพจริง ซึ่งในการประเมินจะสะท้อนความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน โดยผ่านกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องใกล้เคียงกับชีวิตจริง

2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

จากการศึกษางานวิจัยของ รัชพล ธนานนวงศ์ (2556, น.67) และศิริพร ศรีจันทร์ (2562, น.163) ได้สรุปข้อดีและข้อจำกัดไว้ดังนี้

ข้อดี

1. เกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาทางสะเต็ม ทั้ง 4 สาขาวิชา
2. ส่งเสริมให้เกิดทักษะในการนำความรู้ไปใช้
3. นักเรียนมีทักษะในการเรียนรู้และการใช้ผ่านการบูรณาการความรู้
4. ส่งผลให้เห็นถึงความสำคัญของ กระบวนการทางวิศวกรรม
5. ช่วยให้การเรียนรู้มีคุณค่ามากขึ้น ผ่านการออกแบบและการแก้ปัญหาตามแนวทางของวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีในบริบทที่นักเรียนต้องพบเจอ

ข้อจำกัด

1. ผู้บริหารโรงเรียนและครูอาจไม่ให้ความร่วมมือ การจัดการเรียนรู้ เพราะโรงเรียนมีหลักสูตรสถานศึกษาที่ใช้ในอยู่แล้ว
2. การสอนใช้เวลานานและใช้เวลา ในการจัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ มาก
3. ครูไม่มีความรู้ในศาสตร์ที่ตนเองไม่ได้จบมาทำให้ไม่มีความนุ่มลึกในการสอน
4. การบูรณาการความรู้จำเป็นต้องคัดเลือกเนื้อหาสาระเพื่อให้สามารถจัดการเรียนรู้ด้วยกันได้
5. การเรียนรู้ผ่านการออกแบบเชิงวิศวกรรมไม่เพียงพอที่จะส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาความคิด

จะเห็นได้ว่าสะเต็มศึกษามีทั้งข้อดีและจำกัดซึ่ง ข้อดี คือ ส่งเสริมความเข้าใจใน 4 สาขาวิชาและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ข้อจำกัด คือ การปรับโครงสร้างหลักสูตรภายในสถานศึกษาอาจเป็นเรื่องยากทั้งนี้ต้องได้รับความร่วมมือจากผู้บริหาร และครูผู้สอนอาจไม่มีความชัดเจนในเนื้อหาหากเนื้อหานั้นไม่ตรงกับความสามารถของครูผู้สอน ทั้งนี้แต่หากพิจารณาแล้วพบว่า การให้ความร่วมมือและความไม่ชัดเจนของครูผู้สอนนั้นสามารถยืดหยุ่นได้ตามบริบทสถานศึกษา ทั้งนี้เพื่อ พัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการใช้ชีวิตในปัจจุบัน

3. การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้

3.1 ความหมายของหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ย่อย ที่ได้รับการออกแบบวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีความหมายต่อนักเรียน นักเรียนได้เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เชื่อมโยงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเป้าหมายภายใต้หน่วยการเรียนรู้เดียวกัน (อรรถ บัวศรี, 2531, น. 253-254; นุสรา สกลนุกกิจ, 2559, น.19)

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า หน่วยการเรียนรู้ หมายถึง เนื้อหาสาระการเรียนรู้ ที่แยกย่อยออกมาเป็นแผนการเรียนรู้ ที่ได้รับการวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อพัฒนานักเรียนให้บรรลุตามเป้าหมายของหน่วยการเรียนรู้

3.2 องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้

องค์ประกอบมีนักวิชาการได้เสนอไว้แตกต่างกัน ดังนี้

ศรีกระจำ คำสมาน (2526, น.64) ได้เสนอว่าหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ดังนี้

1. คำนำ
2. ความมุ่งหมาย
3. วิธีนำเข้าสู่บทเรียน
4. สรุปกิจกรรม
5. การวัดผล
6. กิจกรรมสัมพันธ์ตามเนื้อหา

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2554, น. 7-8) ได้เสนอว่าหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย 10 องค์ประกอบ ดังนี้

1. สาระสำคัญของความรู้
2. ความรู้เดิม
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
4. ความสอดคล้องกับตัวชี้วัด
5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์
6. หลักฐานร่องรอยการเรียนรู้
7. สื่อและแหล่งเรียนรู้
8. กิจกรรมการเรียนรู้ (เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ)
9. การมอบหมายงาน
10. บันทึกหลังสอน

วิลาวัลย์ อินตะเขื่อน (2558, น.19) ได้เสนอว่าหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย 13 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ชื่อแผน
2. มาตรฐาน/ตัวชี้วัด
3. สาระสำคัญ/แนวคิดหลัก
4. จุดประสงค์
5. สาระการเรียนรู้
6. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
7. ภาระงาน/ชิ้นงาน
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้
9. การวัดและประเมินผล
10. ความรู้สำหรับครู
11. บันทึกหลังการสอน
12. กิจกรรมเสนอแนะเพิ่มเติม
13. การเตรียมตัวล่วงหน้าของครู

จากแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยพบว่ามีองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกันแต่ก็มีบางองค์ประกอบที่แตกต่าง เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของนักวิชาการพบว่า วิลาวัลย์ อินต๊ะเขื่อน (2558) มีองค์ประกอบครอบคลุมรายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ ดังนั้นผู้วิจัยจึง สรุปได้ว่าประกอบด้วย ชื่อหน่วย มาตรฐาน/ตัวชี้วัด สาระสำคัญ/แนวคิดหลัก จุดประสงค์ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ภาระงาน/ชิ้นงาน สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ความรู้สำหรับครู บันทึกหลังการสอน กิจกรรมเสนอแนะเพิ่มเติม และการเตรียมตัวล่วงหน้าของครู

3.3 ขั้นตอนการสร้างหน่วยการเรียนรู้

มีการเสนอขั้นตอนการสร้างหน่วยการเรียนรู้ มีดังต่อไปนี้

กษมา วรวรรณ ณ อยุธยา (2552, น.59-61) ได้กล่าว ถึงขั้นตอนการสร้างหน่วยการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ คือ การกำหนดมาตรฐานและตัวชี้วัด ซึ่งในแต่ละหน่วยจะมี มาตรฐานและตัวชี้วัด ตั้งแต่ 1 ตัวขึ้นไป

ขั้นที่ 2 กำหนดชิ้นงาน/ร่องรอยการเรียนรู้ คือ การกำหนดชิ้นงาน/ภาระงาน และการประเมิน โดยครูผู้สอนจะเป้าหมายการเรียนรู้จากมาตรฐานและตัวชี้วัดของหน่วยการเรียนรู้มากำหนดชิ้นงาน/ภาระงาน ให้นักเรียน หรืออาจให้นักเรียนร่วมกำหนด ชิ้นงาน/ภาระงาน เพื่อให้ครูผู้สอนทำการประเมินว่านักเรียนเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดหรือไม่

ขั้นที่ 3 กำหนดกิจกรรม คือ การจัดขั้นตอนการเรียนรู้ตามทฤษฎี แนวทางรูปแบบ หรือเทคนิคการจัดการเรียนรู้ อย่างหลากหลาย โดยคำนึงหลักสำคัญดังนี้

1. เป็นกิจกรรมที่พัฒนานักเรียนไปสู่เป้าหมาย มาตรฐาน
2. เป็นกิจกรรมที่นำไปสู่การสร้างชิ้นงาน/ภาระงาน
3. ต้องสอดคล้องกับความสามารถและธรรมชาติของนักเรียน
4. เป็นกิจกรรมที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบและจัดกิจกรรม
5. กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย
6. มีการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมอันพึงประสงค์
7. กิจกรรมเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตจริง
8. นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง
9. ช่วยให้นักเรียนเข้าสู่แหล่งเรียนรู้และเครือข่ายการเรียนรู้
10. เลือกใช้เทคนิคที่กระตุ้นการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

11. นักเรียนสรุปความรู้ สร้างความรู้และขยายความรู้ได้ด้วยตนเอง
พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2555, น.14-15) กล่าวถึงขั้นตอนการ
สร้างหน่วยการเรียนรู้ดังนี้

1. กำหนดเรื่องดังต่อไปนี้
 - 1.1 มโนทัศน์
 - 1.2 ประเด็นปัญหา
 - 1.3 เรื่องที่เป็นปัญหา
 - 1.4 เรื่องที่ต้องการใช้การสืบสอบ/แก้ปัญหา
 - 1.5 แหล่งเรียนรู้ที่เลือกการค้นคว้า
 - 1.6 ความสนใจของนักเรียน
2. ทำเครือข่ายความคิด หรือผังความคิด) หรือผังกราฟ เกี่ยวข้องกับข้อความ
ดังนี้
 - 2.1 เนื้อหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับหัวเรื่อง
 - 2.2 หัวเรื่อง และทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
3. จัดเรียงลำดับเนื้อหาและทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่อง เพื่อนำไปวาง
แผนการจัดการเรียนรู้
4. วางแผนการจัดการเรียนรู้
 - 4.1 มโนทัศน์สำคัญ
 - 4.2 วัตถุประสงค์
 - 4.3 กิจกรรมการเรียนรู้
 - 4.4 สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้
 - 4.5 วิธีการวัดผล/ประเมินผลการเรียนรู้

จารีพร ผลมูล (2558, น.17) กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์สภาพแวดล้อมของสถานศึกษาและนักเรียน ให้มีความ
สอดคล้องกับชุมชนท้องถิ่น

ขั้นที่ 2 กำหนดสาระสำคัญของการเรียนรู้ คือ กรอบแนวคิดในการจัด
กิจกรรม ซึ่งจะต้องบูรณาการกันหลาย ๆ กลุ่มสาระการเรียนรู้และสอดคล้องกับมาตรฐานการ
เรียนรู้ของช่วงชั้นเพื่อการสร้างหน่วยการเรียนรู้ย่อย

ขั้นที่ 3 การจำทำผังความคิด คือ การนำเนื้อหาแต่รายวิชาที่เกี่ยวข้องมารวมกัน เพื่อนำไปสู่การจัดการเรียนรู้บูรณาการ

ขั้นที่ 4 การจัดเรียงลำดับเนื้อหาและกำหนดเวลา คือ การลำดับเนื้อหาให้สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันในระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

ขั้นที่ 5 ตั้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้ คือ สิ่งที่กำหนดเป้าหมาย เพื่อให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เหมาะสมหลังจากได้รับความรู้

ขั้นที่ 6 การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ คือ การออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาสาระในบทเรียนโดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญในการปฏิบัติกิจกรรม

จากแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหน่วยการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยพบว่า มีขั้นตอนที่คล้ายคลึงกันแต่ก็มีบางขั้นตอนที่แตกต่างกัน จึงได้เปรียบเทียบขั้นตอนในการสร้างหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดของนักวิชาการและสังเคราะห์ขั้นตอนในการสร้างหน่วยการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัย ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงขั้นตอนการสร้างหน่วยการเรียนรู้

นักวิชาการ				
สำลี รักสุทธี (2546, น. 88)	เกษมา วรวรรณ ณ อยุธยา (2552, น. 59-61)	พิมพ์พันธ์ เดชะ คุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2555, น.14-15)	จารีพร ผลมุล (2558, น.17)	ผู้วิจัย
1. นำสาระการ เรียนรู้รายปี/ราย ภาค มา วิเคราะห์แยก เป็นหัวเรื่อง/ หัวข้อย่อย	1. กำหนด เป้าหมายการ เรียนรู้ 2. กำหนด หลักฐาน/ ร่องรอยการ เรียนรู้ 3. กิจกรรมการ เรียนรู้	1. กำหนดหัว เรื่อง 2. ทำเครือข่าย ความคิด (Web) ผังความคิด (Concept map) 3. จัดเรียงลำดับ เนื้อหาและ ทักษะต่าง ๆ ที่ เกี่ยวกับหัวเรื่อง 4. วางแผนการ จัดการเรียนรู้ 5. วิธีการประเมิน การเรียนรู้	1. วิเคราะห์ สภาพแวดล้อม 2. สาระการ เรียนรู้ 3. การจัดทำผัง ความคิด 4. การจัด เรียงลำดับเนื้อหา และกำหนด ระยะเวลา 5. ตั้ง วัตถุประสงค์การ เรียนรู้ 6. การสร้าง กิจกรรมการ เรียนรู้	1. วิเคราะห์สาระ การเรียนรู้/ สภาพแวดล้อม 2. ออกแบบหน่วย การเรียนรู้/หน่วย ย่อย และตั้ง วัตถุประสงค์ 3. สร้างผัง ความคิด และ จัด เรียงลำดับเนื้อหา กำหนดเวลา 4. กิจกรรมการ เรียนรู้ 5. กำหนดวิธีการ ประเมินการ เรียนรู้

สรุปได้ว่า จากขั้นตอนการสร้างหน่วยการเรียนรู้ของนักวิชาการดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางเพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ 1. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้/สภาพแวดล้อม 2. ออกแบบหน่วยการเรียนรู้/หน่วยย่อย และตั้งวัตถุประสงค์ 3. สร้างผัง

ความคิด และ จัดเรียงลำดับเนื้อหา กำหนดเวลา 4. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ 5. ออกแบบวิธีการประเมินการเรียนรู้

3.4 ข้อดีและข้อจำกัดของหน่วยการเรียนรู้

มีนักวิชาการได้สรุปข้อดีและข้อจำกัดของหน่วยการเรียนรู้ไว้ดังนี้

ศรีกระจำง คำสมาน (2526, น. 50-53) ได้เสนอข้อดีและข้อจำกัดของหน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

ข้อดีของหน่วยการเรียนรู้

1. ช่วยให้เกิดการสัมพันธ์วิชา
2. สนองจุดมุ่งหมายของการเรียนได้ดีกว่าการสอนแบบอื่น ๆ
3. ส่งเสริมทักษะต่าง ๆ หลายด้านพร้อมกัน
4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกในทางสร้างสรรค์
5. ส่งเสริมและให้โอกาสนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการกระทำกิจกรรมหลายรูปแบบ ตามความถนัด
6. ส่งเสริมและให้โอกาสนักเรียนได้ทำงานร่วมกัน ฝึกการแสดงความคิดเห็น และยอมรับคุณค่าในตัวบุคคล
7. ส่งเสริมและให้โอกาสนักเรียนได้คิด ได้ทำ ได้แก้ปัญหา ได้สรุปได้เสนอ และได้วัดผลประเมินผลงานด้วยตนเอง
8. ส่งเสริมและให้โอกาสนักเรียนได้วางแผน และแก้ปัญหาด้วยตนเอง และเป็นหมู่คณะ เป็นการฝึกการดำรงชีวิตในสังคมประชาธิปไตย
9. ส่งเสริมและให้โอกาสเด็กได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและจากหลายวิธี
10. ช่วยให้สูตรบูรณาการประสบผลสำเร็จ

ข้อจำกัดของหน่วยการเรียนรู้

1. การเลือกเนื้อหาเพื่อจัดหน่วยให้เหมาะ สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการ ทำให้บางหน่วยเล็กเกินไป บางหน่วยใหญ่เกินไปและมีจุดมุ่งหมายกว้างขวางหรือมากเกินไปหรือน้อยเกินไปก็เป็นอุปสรรคในการสอนได้

2. ความไม่พร้อมของครู นักเรียน สื่อการเรียน และการบริหารวิชาการในโรงเรียนที่จะเอื้อต่อการเรียน

3. ขั้นตอนการสร้างหน่วยการสอน มีความซับซ้อนหลายขั้นตอน

4. การสอนไม่สามารถดำเนินไปตามขั้นตอนเพราะครูไม่เตรียมแผนงานให้ดี

5. ครูเคยชินกับการสอนแบบเดิม คือการบอกความรู้ไม่ให้โอกาสนักเรียนได้ทำกิจกรรมตามที่สนใจหรือต้องการ

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า หน่วยการเรียนรู้มีข้อดีคือ ช่วยบูรณาการวิชา สามารถส่งเสริมทักษะในหลาย ๆ ด้านพร้อมกันผู้เรียนได้ร่วมลงมือแก้ปัญหาส่งเสริมให้นักเรียนประสบผลสำเร็จ และข้อจำกัดคือ เนื้อหาในการสร้างหน่วยการเรียนรู้ควรพิจารณาให้เหมาะสมกับระดับของนักเรียน

4. หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา คือ เนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้มีการแบ่งแยกย่อยออกมาเป็นแผนการเรียนรู้ ที่ได้รับการวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่มีความท้าทาย โดยบูรณาการ 4 สาขาวิชาทางสะเต็ม เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ (Roberts, 2013, p. 23; สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 155) โดยอาศัย กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) ทั้ง 6 ขั้นตอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558, น. 36) จาก การลงมือปฏิบัติ ผ่านกระบวนการการทำงานเป็นทีม เพื่อพัฒนานักเรียนให้บรรลุตามเป้าหมายของหน่วยการเรียนรู้ สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำเนินชีวิต (สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์, 2559, น. 12) ซึ่งจากการศึกษา พบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ในหลายระดับการศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียนอย่างหลากหลาย ตัวอย่างเช่น

Cotabish et al. (2013) ได้พัฒนาหน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนในระดับประถมศึกษา เพื่อศึกษาทักษะและองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า ทักษะองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จารีพร ผลมุล (2558) ได้พัฒนาหน่วยการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์โดยนำความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในแหล่งเรียนรู้ ธรรมชาติและเทคโนโลยีพื้นบ้านของชุมชนวังตะกอก มาสร้างหน่วยการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาซึ่งประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 หน่วย คือ หน่วยที่ 1 ระบบนิเวศ หน่วยที่ 2 ทรัพยากรธรรมชาติ และหน่วยที่ 3 เรียนรู้เทคโนโลยีพื้นบ้าน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์ (2559) ได้พัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ฯ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยบูรณาการ 4 สาขาวิชาทางสะเต็มศึกษา เข้าด้วยกันในการจัดการเรียนการสอน และเชื่อมโยงศาสตร์ทั้ง 4 วิชานี้ให้เข้ากับบริบทที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียนโดยนักเรียนลงมือปฏิบัติ ทำงานเป็นกลุ่ม อภิปราย และสื่อสารเพื่อนำเสนอผลงานด้วยตนเอง ประกอบด้วย 4 กิจกรรม คือ 1. การเลือกวัสดุสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ 2. การออกแบบผนังบ้านพักเชิงนิเวศ 3. การสร้างผนังบ้านพักเชิงนิเวศ และ 4. การแก้ไขจุดบกพร่องผนังบ้านพักเชิงนิเวศ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ช่อทิพย์ มารัตนะ (2561) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ วัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ จากการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผนฯ ละ 4 ชั่วโมง รวม 16 ชั่วโมงมีผลสัมฤทธิ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สามารถสรุปได้ว่าหน่วยการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่ได้รับการวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่มีความท้าทาย โดยบูรณาการ 4 สาขาวิชา เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์โดยอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถพัฒนานักเรียนให้บรรลุตามเป้าหมายของหน่วยการเรียนรู้ และสามารถนำความรู้ไปใช้

จึงพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ เป็นแกนหลัก เชื่อมโยงและบูรณาการกับ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพ และ วิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์โดยอาศัย

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผ่านการลงมือปฏิบัติและทำงานเป็นกลุ่มประกอบไปด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้ย่อย ได้แก่ 1) ความแข็ง 2) สภาพยืดหยุ่น 3) การนำความร้อน และ 4) การนำไฟฟ้า ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเวลา 16 ชั่วโมง

5. ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมหนึ่งของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผลสัมฤทธิ์ดังกล่าว หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่ได้จากการเรียนรู้ มีการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมการเรียนรู้ที่ จากการลงมือปฏิบัติหรือจากการสอบ (ไพศาล หวังพานิช, 2523, น. 137) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย (ปราณี กองจินดา, 2549, น. 42) โดยผลสัมฤทธิ์ดังกล่าว สามารถวัดได้ใน รูปแบบต่าง ๆ เช่น ค่าคะแนนเฉลี่ยสะสมหรือเกรดซึ่งวัดตามแนวคิดของบลูม (Bloom) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถแบ่งออกได้เป็นด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การสังเคราะห์ การประเมินผลและการสร้างสรรค์ นอกจากนี้ อาทิตย์ ฉิมสกุล (2559, น.38) ได้ระบุพฤติกรรม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ด้านคือ 1. ด้านความรู้ 2. ด้านความเข้าใจ 3. ด้านกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ และ 4. ด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ สำหรับพฤติกรรมด้านความเข้าใจ Bloom et al. (1956) ได้ให้ความหมายของความเข้าใจไว้ว่า เป็นความสามารถในการอธิบาย สื่อความหมาย และขยายความในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ ด้วยภาษาของตนเอง ความเข้าใจ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการอธิบาย เรื่องใดเรื่องหนึ่งจากที่ไม่เคย อธิบายได้หรืออธิบายได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอนและเป็น พฤติกรรมที่สามารถวัดได้ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2542, น. 367-389) โดยความเข้าใจเนื้อหาเป็นผลที่ ได้จากกระบวนการเรียนการสอน (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข, 2548, น.125)

สรุปได้ว่า ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เป็นส่วนหนึ่งของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางด้านพุทธิพิสัย สามารถวัดการเรียนรู้ได้จากพฤติกรรมของนักเรียนที่ได้จากการทดสอบความรู้

5.2 พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

มีนักวิชาการให้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Bloom et al. (1956) ได้เสนอพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเข้าใจ ดังนี้ สามารถจับความหมาย แปลความรู้อุปสรรคใหม่ สามารถตีความ เปรียบเทียบ เทียบเคียงข้อเท็จจริง สามารถจัดระเบียบ จัดกลุ่มอ้างอิงข้อมูลหรือสาเหตุ สามารถคาดเดาผลต่อเนื่อง

อาทิตยา พูลเรือง (2559, น.5) ได้เสนอพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นความสามารถอธิบายความหมาย

อาทิตย์ ฉิมสกุล (2559, น.38) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ที่มีต่อการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ ซึ่งวิทยานิพนธ์ในนักศึกษาระดับมัธยมศึกษา เสนอความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1. ระบุนองศ์ความรู้ในบริบทใหม่ได้ 2. จำแนกความรู้ 3. จัดเรียง 4. อธิบายความหมาย 5. ขยายความและแปลความรู้ 6. ยกตัวอย่าง 7. ให้เหตุผลประกอบ

ประวิตร ชูศิลป์ (2524, น.21-23) ได้เสนอพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นความสามารถในการอธิบาย ความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบใหม่

นิพัทธา ชัยกิจ (2551, น.6) ได้เสนอพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ความสามารถอธิบายความหมาย ขยายความ


จากข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเข้าใจเนื้อหาทาง ประกอบไปด้วย 1.ระบุนองศ์ความรู้ 2.จำแนกความรู้ 3.อธิบายความหมาย 4.ขยายความและแปลความรู้ อย่างไรก็ตามในพฤติกรรมระบุนองศ์ความรู้ จำแนกความรู้ ขยายความและแปลความรู้ นั้นนักเรียนในระดับประถมศึกษาไม่สามารถแสดงพฤติกรรมดังกล่าวได้เนื่องจากเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนเกินวัย ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นเฉพาะประเมินพฤติกรรมการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน

5.3 การวัดและประเมินผลความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์


การวัดผลและการประเมินผลความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์สามารถวัดได้หลายรูปแบบเช่นเดียวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และที่พบบ่อยมี 2 รูปแบบ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2558; พิมพ์ภัทร แก้วดี, 2559) ดังนี้

1. แบบทดสอบปลายเปิด หรือ แบบทดสอบแบบอัตนัย (Essay test) เป็นวิธีที่ให้นักเรียนได้ตอบคำถามเป็นภาษาเขียน จุดประสงค์ของแบบทดสอบปลายเปิดเพื่อต้องการรู้ความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนว่ามีความคิดเข้าใจเป็นอย่างไร เป็นแบบทดสอบความเรียง มีอิสระในการตอบและแสดงความรู้ ภายใต้เงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนด และยังสามารถใช้ประเมินทักษะการให้เหตุผลขั้นสูงได้ เป็น ข้อดีแบบสอบที่ออกง่าย ลดการเดาของผู้ตอบได้แต่ ข้อจำกัดคือความเที่ยงในการตรวจให้คะแนน เนื่องจากการให้คะแนนไม่คงที่ ไม่มีความเป็นมาตรฐาน และมาตรฐานขึ้นอยู่กับ การตรวจของครูแต่ละคน ดังเช่น สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2558) สร้างแบบวัดมาตรฐานกลาง ในการสอบวัดระดับความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้

ตัวอย่างแบบสอบแบบอัตนัย



ขวดใบที่ 1



ขวดใบที่ 2

ป้อนน้ำมีเชื้อชนิดเดียวกันมาทดลอง ดังนี้

ขวดใบที่ 1 ใส่ต้นไม้และมีเชื้อปิดฝาให้สนิท

ขวดใบที่ 2 ใส่กิ่งไม้แห้งและมีเชื้อปิดฝาให้สนิท

คำถาม เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง การทดลองนี้จะเกิดผลอย่างไร เหตุใด

.....

.....

ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างแบบสอบแบบอัตนัย

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2558)

2. แบบสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice test) เป็นแบบสอบที่ผู้ตอบเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่เสนอมาให้ โดยสามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับความเข้าใจได้ แบบสอบประเภทนี้มีข้อจำกัดไม่มาก และมีข้อดีมากกว่าคือครอบคลุมเนื้อหาได้กว้างและมีการตรวจที่ง่าย เหมาะสำหรับการสอบที่มีผู้สอบที่อยู่ในระดับประถมศึกษา ข้อจำกัดผู้ตอบสามารถเดาคำตอบได้ ใช้เวลาในการสร้างของสอบมาก และเป็นแบบสอบที่เสนอคำตอบ จึงทำให้ไม่ทราบแน่ชัดว่าสิ่งที่ผู้ตอบตอบมานั้นเป็นความสามารถที่แท้ของผู้สอบหรือไม่ ดังเช่น พิมพ์ปภัทร แก้วดี (2559) ได้ทำการศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ ที่มีผลต่อแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งได้พัฒนาแบบวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยใช้ระดับเข้าใจ ดังนี้

ตัวอย่างแบบสอบแบบเลือกตอบ

1. ข้อใดกล่าวถึงการทำงานของ เซลล์ ประสาทได้ถูกต้อง
 - ก. ระยะพักจะไม่มีเกิด Na^+ K pump
 - ข. การเกิด depolarization คือการที่ ประตู่ K^+ เปิด ทำให้ K^+ ไหลออกนอก เซลล์
 - ค. การเกิด repolarization คือ ประตู่ K^+ เปิด ทำให้ K^+ ไหลออกนอกเซลล์
 - ง. hyperpolarization คือ ภาวะการมี ชั่วต่างกันมากๆ
2. ระยะเวลาหลังตกไข่แล้วหากไข่ไม่ได้รับการผสมนักเรียนคิดว่าจะมีผลอย่างไร
 - ก. คอร์ปัสลูเทียมสลายทำให้เยื่อผนังมดลูกสลายกลายเป็นประจำเดือน
 - ข. ฟอลลิเคิลสลายทำ ให้เยื่อผนังมดลูกสลายกลายเป็นประจำเดือน
 - ค. เซลล์ไข่สลายทำ ให้เยื่อผนังมดลูกสลายกลายเป็นประจำเดือน
 - ง. เซลล์สุจิสลายทำให้เยื่อผนังมดลูกสลายกลายเป็นประจำเดือน

ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างแบบสอบแบบเลือกตอบ

ที่มา : พิมพ์ปภัทร แก้วดี (2559)

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าการวัดและการประเมินผลความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ สามารถวัดได้ 2 รูปแบบ คือแบบทดสอบปลายเปิด หรือ แบบทดสอบแบบอัตนัย และแบบสอบเลือกตอบ ซึ่งงานวิจัยนี้ จากข้อดีข้อจำกัดดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกข้อสอบแบบเลือกตอบเนื่องจากเหมาะสมกับระดับประถมศึกษา และแบบสอบประเภทนี้สามารถวัดความเข้าใจได้ง่าย เหมาะสมกับพฤติกรรมที่แสดงออกระดับความเข้าใจที่สังเคราะห์ไว้ข้างต้น

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดแบบแผนการวิจัย
2. กำหนดขอบเขตการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล
6. การดำเนินการด้านจริยธรรมวิจัยในมนุษย์

กำหนดแบบแผนในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีแบบแผนของการวิจัยเป็นการวิจัยแบบเชิงทดลองเบื้องต้น Pre - experimental design ตามรูปแบบ One group pre-test posttest design (วรณี แกมเกตุ, 2555) สามารถแสดงได้ดังนี้

แบบแผนการวิจัย

O ₁	X	O ₂
ทำการทดสอบก่อนเรียน	จัดการเรียนรู้ด้วยหน่วย	ทำการทดสอบหลังเรียน
ความสามารถในการแก้ปัญหา	การเรียนรู้	ความสามารถในการแก้ปัญหาและ
และความเข้าใจเนื้อหาทาง	ที่พัฒนาขึ้น	ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์
วิทยาศาสตร์		

ภาพประกอบ 9 แบบแผนการวิจัย

โดยที่	O ₁	แทน	ทดสอบก่อนเรียน
	X	แทน	การจัดการเรียนรู้จากหน่วยฯ ที่พัฒนาขึ้น
	O ₂	แทน	ทดสอบหลังเรียน

กำหนดขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ฉะเชิงเทรา เขต 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 3,271 คน (สืบค้นข้อมูลจากรายงานผลการดำเนินงาน ประจำปีงบประมาณ 2564 กลุ่มนโยบายและแผน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาฉะเชิงเทรา เขต 2, 2564)

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ฉะเชิงเทรา เขต 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในอำเภอสนามชัยเขต จังหวัด ฉะเชิงเทรา จำนวน 17 คน ประกอบด้วย นักเรียนชาย 11 คน นักเรียนหญิง 6 คน ได้มาด้วยวิธี เลือกตามความสะดวก (Convenience sampling) โดยเป็นกลุ่มนักเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบทำ หน้าที่สอน สะดวกต่อการจัดการเรียนรู้และสะดวกต่อการบริหารจัดการเวลาให้อยู่ภายใน ระยะเวลาที่กำหนดได้

ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

สำหรับเวลาที่ใช้ผู้วิจัยใช้เวลาทั้งสิ้น 1 ภาคเรียน ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 9 สัปดาห์ ๆ ละ 2 ชั่วโมง รวม 18 ชั่วโมง ในชั่วโมงเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่ง ออกเป็น การจัดการเรียนรู้จำนวน 16 ชั่วโมง ทำแบบทดสอบหลังเรียน (เชิงปริมาณ) จำนวน 1 ชั่วโมง และการสัมภาษณ์ (เชิงคุณภาพ) จำนวน 1 ชั่วโมง

การสร้างเครื่องมือ

เพื่อให้การเก็บรวบรวมข้อมูลได้ครบถ้วนผู้วิจัยจึงได้สร้างเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

1. หน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติของวัสดุ
2. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
3. แบบวัดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์
4. แบบสัมภาษณ์ความสามารถในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนการสร้างหน่วยการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษา เรื่อง สมบัติของวัสดุ

ในการสร้างหน่วยการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษา เรื่องสมบัติของวัสดุ ผู้วิจัยดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้สรุปได้ว่า องค์ประกอบหน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วย ชื่อหน่วยการเรียนรู้ มาตรฐาน/ตัวชี้วัด สาระสำคัญ/แนวคิดหลัก จุดประสงค์ สาระการเรียนรู้ กิจกรรม ภาระงาน/ชิ้นงาน สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล ความรู้สำหรับครู บันทึกหลังการสอน กิจกรรมเสนอแนะเพิ่มเติม และการเตรียมตัวล่วงหน้าของครู

2. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี (สาระที่ 4 ของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์) ตามหลักสูตรแกนกลางฯ และกระบวนการออกเชิงวิศวกรรม ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จากเอกสาร หนังสือประกอบการเรียนรู้ และคู่มือครูสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

3. สร้างหน่วยการเรียนรู้ฯ โดยวิเคราะห์เนื้อหาและตัวชี้วัดตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางฯ จากสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐานที่ 2.1 ตัวชี้วัดที่ ป.4/1 และตัวชี้วัดที่ ป.4/2 จากกรวิเคราะห์เนื้อหาและตัวชี้วัดสามารถแบ่งออกได้ 4 หน่วยการเรียนรู้ย่อย และมีสาระการเรียนรู้ ดังตาราง 4

ตาราง 4 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ย่อยและเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

หน่วยย่อย	สาระการเรียนรู้
1 ความแข็ง	วัสดุที่มีความแข็งจะทนต่อแรงขูดขีด
2 สภาพยืดหยุ่น	วัสดุที่มีสภาพยืดหยุ่นจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมื่อมีแรงมากระทำและกลับสภาพเดิมได้
3 การนำความร้อน	วัสดุที่นำความร้อนจะร้อนได้เร็วเมื่อได้รับความร้อน
4 การนำไฟฟ้า	วัสดุที่นำไฟฟ้า จะให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้

โดยแต่ละหน่วยย่อยมีการบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary integration) ให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาตามตัวชี้วัดในรายวิชาวิทยาศาสตร์เป็นหลัก บูรณาการร่วมกับองค์ความรู้คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งผู้วิจัยออกแบบโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ โดยกำหนดให้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ย่อยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ ทำการออกแบบกิจกรรม กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และจำนวนชั่วโมง รวมถึงวิเคราะห์เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เพิ่มเติม ดังตาราง 5



ตาราง 5 โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้เพิ่มเติม เรื่อง สมบัติของวัสดุ

แผน ที่	เรื่อง	กิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหาเพิ่มเติมศึกษา		จำนวน (ชั่วโมง)
				วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	
1	ความแข็ง	หุ่นยนต์ ทรงพลัง	1. เปรียบเทียบสมบัติ ทางกายภาพด้าน ความแข็งของวัสดุได้ 2. สามารถนำความรู้ สมบัติทางกายภาพ ด้านความแข็งของ วัสดุไปใช้ในการ ออกแบบและสร้าง หุ่นยนต์ทรงพลังได้	วิทยาศาสตร์ - วัสดุที่มีความ แข็งจะทนต่อ แรงชูตที่ดี - บอกลักษณะ ของรูป เรขาคณิตสาม มิติชนิดต่าง ๆ	เทคโนโลยี - กระบวนการ ออกแบบทาง วิศวกรรม การ สร้างหุ่นยนต์ ทรงพลัง	4

ตาราง 5 (ต่อ)

แผน ที่	เรื่อง	กิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหาสาระเต็มศึกษา	จำนวน (ชั่วโมง)		
			วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรม	
2	สภาพ ยืดหยุ่น	เครื่องโยน มะพร้าว	1. เปรียบเทียบสมบัติทาง กายภาพด้านสภาพยืดหยุ่น ของวัสดุได้ 2. สามารถนำความรู้สมบัติ ทางกายภาพด้านสภาพ ยืดหยุ่นของวัสดุได้ไปใช้ใน การออกแบบเครื่องโยน มะพร้าวได้	- วัสดุที่มีสภาพ ยืดหยุ่นจะ เปลี่ยนแปลง รูปร่างเมื่อมีแรงมา กระทำและกลับ สภาพเดิมได้	- เครื่องโยน เครื่องวัดความ ยาวที่เหมาะสม วัดและบอกความ ยาวสิ่งของต่าง ๆ เป็นเซนติเมตร และมีดลิเมตร เมตรและ เมตรและ	- กระบวนการออกแบบ - กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม การ สร้างเครื่องโยน มะพร้าว	4
3	การนำ ความร้อน	เตาอบ	1. เปรียบเทียบสมบัติทาง กายภาพด้านการนำความ ร้อนของวัสดุได้ 2. สามารถนำความรู้สมบัติ ทางกายภาพด้านการนำ ความร้อนของวัสดุได้ร้อนไป ใช้ในการออกแบบเตาอบ	- วัสดุที่นำความ ร้อนจะร้อนได้เร็ว เมื่อได้รับความ ร้อน	- แสดงวิธีการหา คำตอบของโจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับ เวลา	- กระบวนการออกแบบ - กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม การ สร้างเตาอบ	4

ตาราง 5 (ต่อ)

แผน ที่	เรื่อง	กิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหาสาระเต็มศึกษา		จำนวน (ชั่วโมง)	
				วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์		เทคโนโลยี
4	การนำ ไฟฟ้า	สายไฟ จำเป็น	1. เปรียบเทียบสมบัติ ทางกายภาพด้านการ นำไฟฟ้าของวัสดุได้ 2. สามารถนำความรู้ สมบัติทางกายภาพ ด้านการนำไฟฟ้าของ วัสดุไปใช้ในการ ออกแบบและสร้าง สายไฟจำเป็นได้	วิทยาศาสตร์ - วัสดุที่นำไฟฟ้า จะให้ กระแสไฟฟ้า ผ่านได้	คณิตศาสตร์ - ใช้อัตราจาก แผนภูมิแท่ง ตารางสองทาง ในการหา ค่าตอบของ โจทย์ปัญหา	เทคโนโลยี - กระบวนการ ออกแบบทาง เทคโนโลยี - การเลือกใช้วัสดุ จำเป็น	4
				รวมเวลา (ชั่วโมง)		16	

4. ดำเนินการส่งหน่วยการเรียนรู้เพิ่มเติม เรื่อง สมบัติของวัสดุ ศึกษาที่พัฒนาให้กับอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะ และผู้จัดทำการแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ โดยทำการแก้ไข ปรับกิจกรรมในหน่วยย่อยการเรียนรู้ที่ 2 เป็นกิจกรรมการสร้างเครื่องโยนมะพร้าวเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม บริบทของนักเรียน

5. นำหน่วยการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษา เรื่อง สมบัติของวัสดุ ที่พัฒนาขึ้นจำนวน 4 แผน ๆ ละ 4 ชั่วโมง ให้ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และครูผู้มีความรู้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ตรวจสอบหลักฐานด้าน ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมของหน่วยการเรียนรู้ (IOC) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2539, น.249) ดังต่อไปนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มหรือตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการพัฒนานักเรียน

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มหรือตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการพัฒนานักเรียน

-1 เมื่อแน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มหรือไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการพัฒนานักเรียน

การประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ ด้วยแบบประเมินหน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติของวัสดุ ซึ่งแบบประเมินจะเป็นแบบประมาณค่า (rating scale) แต่ละระดับมีความหมายดังต่อไปนี้

ระดับ	5	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
ระดับ	4	หมายถึง	เหมาะสมมาก
ระดับ	3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
ระดับ	1	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งผลสรุปที่ได้จะสามารถแปลความหมายได้ดังเกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51 - 5.00	หมายถึง	ความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51 - 4.50	หมายถึง	ความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51 - 3.50	หมายถึง	ความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 - 2.50	หมายถึง	ความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 - 1.50	หมายถึง	ความเหมาะสมน้อยที่สุด

จากการตรวจสอบ พบว่า มีค่าความสอดคล้องอยู่ที่ 1.00 และค่าความเหมาะสม อยู่ระหว่าง 3.67 – 4.67 ดังภาคผนวก ง

6. ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

- ปรับกิจกรรมในหน่วยย่อยที่ 2 ให้นักเรียนมีการดูวิดีโอในการสร้างพร้อมทั้ง มีการกำหนดอุปกรณ์ให้นักเรียน

- หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3 ชื่อนำเข้าสู่บทเรียนไม่สอดคล้องกับแนวคิดหลัก ยังขาดเงื่อนไข

- การจัดกิจกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ควรมีการปรับเวลาให้เหมาะสมกับ กิจกรรม

7. นำหน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติของวัสดุ ที่แก้ไขไปทดลองใช้ จำนวน 12 คน แล้วเพื่อดูความเหมาะสมของเวลา และเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้และปรับปรุง แก้ไขให้เหมาะสม พบว่าเวลาในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม

8. นำหน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติของวัสดุ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไข หลังจากผ่านการทดลองใช้ไปใช้เก็บข้อมูล

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ในการสร้างแบบวัดความสามารถฯ โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า ประกอบด้วย 1. ความสามารถในการระบุปัญหา 2. ความสามารถในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา 3. ความสามารถในการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา และ 4. ความสามารถในการตรวจผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา

2. ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถฯ แบบอัตนัย จำนวน 5 เรื่อง ๆ ละ 4 ข้อ รวมเป็น 20 ข้อ วัด 4 พฤติกรรม ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

สถานการณ์ที่ 1 เรื่องคันส้ม

ลุงสมคิด ลุงสมชาย และหลานชายเป็นเจ้าของสวนส้ม ซึ่งส้มในสวนเจริญเติบโตของกวางไผ่ผลดี ลุงสมคิดเห็นว่าพื้นที่บางส่วนยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีก จึงต้องการปลูกพืชชนิดอื่นแซมกับต้นส้ม พืชที่ปลูกมากที่สุดในพื้นที่ใกล้เคียงมี 4 ชนิด คือ สับปะรด มันสำปะหลัง เห็ด และผักบุ้ง แต่ลุงสมคิดต้องการปลูกพืชเพียงชนิดเดียวที่มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด

คำถาม

ข้อ 1 จากสถานการณ์เรื่อง คันส้ม ปัญหาของสถานการณ์คืออะไร

แนวคำตอบ

- พืชชนิดใดที่ปลูกในที่ดินของลุงสมคิดแล้วสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุด
- พืชชนิดใดเจริญเติบโตได้ดีที่สุด
- พืชชนิดใดเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในที่ดินของลุงสมคิด

ข้อ 2 นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหาดังกล่าวมาจากอะไร

แนวคำตอบ

- พืชเจริญเติบโตได้ดีหากปลูกในชนิดดินที่เหมาะสมกัน

ข้อ 3 นักเรียนมีวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างไร

3.1 วิธีการทดสอบเพื่อแก้ปัญหาคือ

แนวคำตอบ ตรวจสอบชนิดของดินและตรวจสอบการเจริญเติบโตของพืช

3.2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้คือ

แนวคำตอบ ขุปรุเครื่องมือการเกษตร

3.3 ขั้นตอนการทดลองคือ

แนวคำตอบ 1. ตรวจสอบชนิดของดินโดยการสังเกตและการวิเคราะห์องค์ประกอบของเนื้อดิน

2. ระบุชนิดของดินและคัดเลือกพืชที่สามารถปลูกในดินชนิดนี้ได้

3. ทดลองปลูกพืชโดยใช้ขุปรุเครื่องมือการเกษตรแล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงพร้อมทั้งบันทึกผล

4. เลือกพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดเพื่อปลูกจริง

ข้อ 4 นักเรียนจะทราบผลของการแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างไร

แนวคำตอบ

- ทำการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูก

ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ โดยคำตอบถูกให้ 2 คะแนน คำตอบถูกบางส่วนให้ 1 คะแนน คำตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน ตามแนวคิด ของ Feletti (1980) โดยทำการ กำหนดช่วงคะแนน แบ่งออกเป็นความสามารถ 5 ระดับ ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงการกำหนดช่วงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา

ช่วงคะแนนที่ได้	ระดับความสามารถในการแก้ปัญหา
33 - 40	ดีมาก
25 - 32	ดี
17 - 24	ปานกลาง
9 - 16	น้อย
0 - 8	น้อยมาก

5. ดำเนินการส่งแบบวัดฯ ให้ที่ปรึกษาพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นทำการแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะในประเด็นดังนี้ ปรับเกณฑ์การให้คะแนน

6. ส่งแบบวัดให้ผู้เชี่ยวชาญ ผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และครูผู้ที่มีประสบการณ์จัดการเรียนรู้ในระดับประถมศึกษาเพื่อหาหลักฐานความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของแบบวัดฯ โดยการหาค่าเฉลี่ยเพื่อดูดัชนีความสอดคล้องและคัดเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 – 1.00 และความเหมาะสมของการนำไปใช้ที่ยอมรับ ต้องได้ระดับมากขึ้นไป (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2539, น. 249) ให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามในแบบวัดตรงกับนิยามศัพท์เฉพาะของความสามารถในการแก้ปัญหา

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามในแบบวัดตรงกับนิยามศัพท์เฉพาะของความสามารถในการแก้ปัญหา

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามในแบบวัดไม่ตรงกับนิยามศัพท์เฉพาะของความสามารถในการแก้ปัญหา

ความเหมาะสมของการนำไปใช้

- 5 รายการประเมินมีความเหมาะสมและการนำไปใช้มากที่สุด
- 4 รายการประเมินมีความเหมาะสมและการนำไปใช้มาก
- 3 รายการประเมินมีความเหมาะสมและการนำไปใช้ปานกลาง
- 2 รายการประเมินมีความเหมาะสมและการนำไปใช้น้อย
- 1 รายการประเมินมีความเหมาะสมและการนำไปใช้น้อยที่สุด

ผลสรุปที่ได้จะสามารถแปลความหมายได้ดังเกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51 - 5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51 - 4.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51 - 3.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 - 2.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 - 1.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยผลการวิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ที่พัฒนาขึ้น พบว่ามีค่า ดัชนีความสอดคล้อง อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 และมีความเหมาะสมและการนำไปใช้อยู่ระหว่าง 4.00 – 5.00 อยู่ในระดับมากที่สุด ดังภาคผนวก ง

7. ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

- ปรับแนวคำตอบในส่วนการวิเคราะห์สาเหตุ ในสถานการณ์เรื่อง แสงเทียนให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา
- เปลี่ยนชนิดพืชในสถานการณ์เรื่อง ต้นส้ม ให้สอดคล้องกับบริบทนักเรียนจากเดิมใช้เห็ด เปลี่ยนเป็น กระจิน

8. จัดพิมพ์แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 คน

9. นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดฯ โดยใช้การหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยผลการวิเคราะห์พบว่ามีค่าความเชื่อมั่น อยู่ที่ 0.94

10. จัดพิมพ์แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลใช้ในงานวิจัยต่อไป

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของ วัสดุ

ในการสร้างแบบวัดฯนี้ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดฯ สรุปได้ว่า ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เป็นส่วนหนึ่งของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางด้านพุทธิพิสัย สามารถวัดความเข้าใจของนักเรียนระดับประถมศึกษา ได้จากพฤติกรรมในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเครื่องมือวัดที่เหมาะสมคือแบบเลือกตอบ

2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางฯ ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560 สาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ความคิดพื้นฐานและความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

3. วิเคราะห์และกำหนดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างตาราง
วิเคราะห์ข้อสอบแบบวัด ดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงการกำหนดจำนวนแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

ชื่อหน่วยย่อย	เนื้อหา	พฤติกรรมการวัดความเข้าใจ	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)
ความแข็ง	วัสดุที่มีความแข็งจะทนต่อแรงขูดขีด	นักเรียนเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็ง	5
สภาพยืดหยุ่น	วัสดุที่มีสภาพยืดหยุ่นจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมื่อมีแรงมากระทำและกลับสภาพเดิมได้	นักเรียนเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านสภาพยืดหยุ่น	5
การนำความร้อน	วัสดุที่นำความร้อนจะร้อนได้เร็วเมื่อได้รับความร้อน	นักเรียนเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านการนำความร้อนของวัสดุ	5
การนำไฟฟ้า	วัสดุที่นำไฟฟ้า จะให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้	นักเรียนเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านการนำไฟฟ้า	5
รวม			20

4. สร้างแบบวัดฯ ผู้วิจัยเลือกแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยคัดเลือกใช้จำนวน 20 ข้อ

5. นำแบบวัดฯ ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องรวมทั้งความเหมาะสม แล้วนำข้อเสนอไปปรับปรุงแก้ไขในประเด็นดังนี้ การปรับการใช้คำให้เหมาะสมกับระดับของนักเรียน

6. นำแบบวัดฯ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษาเพื่อตรวจสอบประเด็นต่อไปนี้ คือ การสื่อความหมายของข้อคำถาม ความเหมาะสมของข้อคำถามความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และคัดเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60 – 1.00 (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2539, น. 249) โดยประเมินความสอดคล้อง (IOC) ให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามแบบวัดตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามแบบวัดตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามแบบวัดไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

ผลการประเมินความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 และการแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญในประเด็นนี้การปรับใช้คำให้เหมาะสมกับช่วงวัย ดังภาคผนวก ง

7. จัดพิมพ์แบบวัดฯ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 15 คน

8. นำแบบวัดฯ มาตรวจให้คะแนนเพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ที่ 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ที่ 0.20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2539, น. 249) จำนวน 20 ข้อ โดยแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.53 – 0.76 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.23 – 0.71 ซึ่งผ่านเกณฑ์ทั้ง 30 ข้อ ดังภาคผนวก ง โดยผู้วิจัยเลือกใช้ 20 ข้อ

9. นำแบบวัดฯ จากการคัดเลือก มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด โดยใช้ Kuder - Richardson 20: KR-20 โดยแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.74

10. จัดพิมพ์แบบวัดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการสร้างแบบสัมภาษณ์ความสามารถในการแก้ปัญหา

ในการสร้างผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 สรุปได้ว่า ขั้นตอนการสร้างเริ่มจาก มีการวิเคราะห์และกำหนดประเด็น

2. วิเคราะห์และกำหนดประเด็นในการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาโดยกำหนดเป็น 2 ประเด็น คือ 1 สถานการณ์จากหน่วยการเรียนรู้และ 2 จากแบบวัดความสามารถฯ

3. สร้างแบบสัมภาษณ์ฯ แก้ปัญหาแบบที่เหมาะสมกับนักเรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 4

ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์ความสามารถในการแก้ปัญหา
<p>2. จากสถานการณ์ปัญหาในแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4</p> <p>สถานการณ์ที่ 1 เรื่องต้นส้ม</p> <p>ลุงสมคิด ลุงสมชาย และหลานชายเป็นเจ้าของสวนส้ม ซึ่งส้มในสวนเจริญเติบโตออกงามให้ผลดี ลุงสมคิดเห็นว่าพื้นที่บางส่วนยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีก จึงต้องการปลูกพืชชนิดอื่นแซมกับต้นส้ม พืชที่ปลูกมากที่สุดในพื้นที่ใกล้เคียงมี 4 ชนิด คือ สับปะรด มันสำปะหลัง กระถิน และผักบุ้ง แต่ลุงสมคิดต้องการปลูกพืชเพียงชนิดเดียวที่มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด</p> <p>2.1 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงระบุปัญหาในสถานการณ์เรื่องนี้ ว่า(คำตอบของนักเรียน).....</p> <p>2.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าสาเหตุในสถานการณ์เรื่องนี้มาจาก.(คำตอบของนักเรียน).....</p> <p>2.3 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงใช้วิธีการแก้ปัญหาโดยการ(คำตอบของนักเรียน).....</p> <p>2.4 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงใช้วิธีการตรวจสอบผลในสถานการณ์เรื่องนี้ ว่า(คำตอบของนักเรียน).....</p>

ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์ความสามารถในการแก้ปัญหา

4. นำแบบสัมภาษณ์ความสามารถฯ ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความสอดคล้องและประเด็นการสัมภาษณ์ และแก้ไขตามประเด็นดังนี้ การตั้งประเด็นการสัมภาษณ์ควรสะท้อนกระบวนการคิดของนักเรียน โดยการปรับข้อความให้นักเรียนแสดงคำตอบถึงกระบวนการคิด

5. จัดพิมพ์แบบสัมภาษณ์ความสามารถในการแก้ปัญหา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ผลแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ทำการทดสอบโดยใช้เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณได้แก่ แบบวัดความสามารถฯ และแบบวัดความเข้าใจ ก่อนเรียน จำนวน 1 ชั่วโมง
2. ดำเนินการทดลอง โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามหน่วยการเรียนรู้ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 2 ชั่วโมง รวม 16 ชั่วโมง

3. ทำการทดสอบโดยใช้เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณได้แก่ แบบวัดความสามารถฯ และแบบวัดความเข้าใจ หลังเรียน จำนวน 1 ชั่วโมง

4. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ จากการใช้ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean), ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มเดียว (One-sample t-test) และการทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (t-test for dependent samples)

ตอนที่ 2 ศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพ

1. นำผลการศึกษาจากตอนที่ 1 มาคัดเลือกตัวอย่างผู้ให้สัมภาษณ์ โดยเลือกจากระดับความสามารถในการแก้ปัญหา ระดับดีมากจำนวน 3 คน โดยพิจารณาจากนักเรียนที่ได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหามากที่สุด และระดับดีจำนวน 3 คน โดยพิจารณาจากนักเรียนที่ได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาน้อยสุด รวม 6 คน

2. ดำเนินการสัมภาษณ์ผู้ให้สัมภาษณ์ด้วยแบบสัมภาษณ์ คนละประมาณจำนวน 10 นาที

3. วิเคราะห์ข้อมูลฯ เพื่อใช้ในการสนับสนุนข้อมูลเชิงปริมาณ

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน 2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ และ 3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเชิงปริมาณโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยใช้สูตร (Rosenthal, 2012, p. 31)

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

เมื่อ	\bar{X}	คือ	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$\sum X$	คือ	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	คือ	จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) (Rosenthal, 2012, p.42-43)

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

เมื่อ	$S.D.$	คือ	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	\bar{X}	คือ	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$\sum x$	คือ	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	X	คือ	คะแนนแต่ละคน
	n	คือ	จำนวนนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ค่าความเที่ยงตรงของแบบวัดความสามารถฯ และความเข้าใจ โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2539, น. 249)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	คือ	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	คือ	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ
	N	คือ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความเข้าใจ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2539, น. 249) ดังนี้

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

เมื่อ	p	คือ	ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
	N	คือ	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก
	R	คือ	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$r = \frac{R_H - R_L}{N}$$

เมื่อ	r	คือ	ค่าอำนาจจำแนก
	R_H	คือ	สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_L	คือ	สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	N	คือ	สัดส่วนนักเรียนในกลุ่มบนและล่าง ตามลำดับ

2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความเข้าใจฯ โดยใช้สูตรของ Kuder-Richadson20: KR-20 (ทรงศักดิ์ ภูศรีอ่อน, 2551, น.88-89)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[\frac{S_1^2 - \sum pq}{S_1^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	คือ	ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด
	k	คือ	จำนวนข้อของแบบวัด
	p	คือ	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	คือ	$1 - p$
	S_1^2	คือ	คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถฯ โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, น. 125-126)

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

เมื่อ	α	คือ	ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด
	n	คือ	จำนวนข้อของแบบวัด
	S_i^2	คือ	คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
	S_t^2	คือ	คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 การทดสอบค่าที่แบบกลุ่มเดียว (One-sample t-test) ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเกณฑ์ระดับดี โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2535, น. 109) ดังนี้

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

โดย $df = n-1$

เมื่อ	t	คือ	เปรียบเทียบเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	\bar{X}	คือ	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	คือ	คะแนนเกณฑ์ระดับดี
	S	คือ	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	คือ	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

3.2 การทดสอบค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (t-test for dependent samples) สมมติฐานข้อที่ 1 และ 3 กลุ่มเพื่อหาความแตกต่างของคะแนน โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2535 น. 109) ดังนี้

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

โดย $df = n-1$

เมื่อ	t	คือ	เปรียบเทียบเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	D	คือ	ผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	n	คือ	กลุ่มที่ศึกษาหรือคู่คะแนน

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ฯ โดยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดหมวดหมู่ ตีความ นำเสนอข้อมูลโดยการบรรยาย และตีความ ยกคำพูดของผู้ให้ข้อมูลมาอ้างอิงสนับสนุนเพื่อให้เกิดความชัดเจนมากยิ่งขึ้น วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน (เลื่อมพร หลินเจริญ, 2555, น.21-22) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คัดเลือกตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 2 วางเค้าโครงการวิเคราะห์ จัดระบบการจัดกลุ่มคำหรือข้อความ ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ขั้นตอนที่ 3 พิจารณาเงื่อนไขแวดล้อมของตัวอย่าง ลักษณะเฉพาะของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ช่วงเวลาที่ให้ข้อมูล บริบทของผู้ให้ข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล ทำการวิเคราะห์เชื่อมโยง สรุปบรรยายข้อมูล

2. ผู้วิจัยใช้วิธีการตรวจสอบโดยนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ใช้สนับสนุนข้อมูลที่เป็นปริมาณ

การดำเนินการด้านจริยธรรมวิจัยในมนุษย์

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวิจัยตามหลักจริยธรรมวิจัย 3 ประการ (ธาดา สืบหลินวงศ์, 2550 , น. 4-5) ดังต่อไปนี้

1. หลักความเคารพในบุคคล (Respect for person)

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแจ้งข้อมูลเกี่ยวข้องกับการวิจัยให้แก่ผู้เข้าร่วมการวิจัย ก่อนเริ่มดำเนินการวิจัยและให้สิทธิผู้เข้าร่วมการวิจัยได้ตัดสินใจในการเข้าร่วมโดยผู้วิจัยสามารถขออนุญาตในการเข้าร่วมได้ตลอดเวลา นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เก็บรักษาข้อมูลของผู้เข้าร่วมการวิจัย เป็นความลับ เพื่อป้องกันข้อมูลของผู้เข้าร่วมการวิจัย

2. หลักคุณประโยชน์ไม่ก่อให้เกิดอันตราย (Beneficence, Non-Maleficence)

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารต่าง ๆ เพื่อทำการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ ที่มีคุณภาพให้กับผู้ที่เข้าร่วมการวิจัย ซึ่งผู้ที่เข้าร่วมการวิจัยนี้จะได้รับการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร เช่นเดียวกับผู้เรียนคนอื่น ๆ โดยประโยชน์จากการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์แก่ ครูผู้สอน นักเรียน และนักการศึกษาในการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้สะสมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อวิทยาศาสตร์ต่อไป

3. หลักความยุติธรรม (Justice)

ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงหลักความยุติธรรม ไม่แสวงหาผลประโยชน์อื่นใดจากการทำวิจัย ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกคนที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาสามารถตัดสินใจในการเข้าร่วมการวิจัยหรือถอนตัวออกจากกรวิจัยได้อย่างยุติธรรมและเสมอภาค และผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับรู้ถึงสิทธิและบทบาทของตนก่อนเริ่มทำการวิจัย โดยผู้วิจัยตระหนักถึงประโยชน์ของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและไม่แบ่งแยก

ผู้วิจัยดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และได้ไปรับรองจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ ตามรหัสโครงการวิจัย SWUEC-G- 250/2564 ดังภาคผนวก จ



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้ได้กำหนดจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้สะเต็มเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยพิจารณาจาก 2 ประเด็นดังนี้ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา 2) ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ โดยกำหนดการใช้สัญลักษณ์ ดังต่อไปนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง
S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาการแจกแจง
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
Max	แทน	คะแนนสูงสุด
Min	แทน	คะแนนต่ำสุด
df	แทน	ขั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นสำหรับการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ฯ ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้สะเต็มฯ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา

ส่วนที่ 2 ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้สะเต็มฯ ที่มีต่อความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

ส่วนที่ 1 ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้สะเต็มฯ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา

ผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาฉะเชิงเทรา เขต 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยมีนักเรียนชายจำนวน 11 คน นักเรียนหญิง จำนวน 6 คน รวมทั้งหมด 17 คน พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนสูงสุดคือ 35.00 คะแนน คะแนนต่ำสุดคือ 5.00 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ยคือ 18.00 (S.D.= 9.81) หลังการเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนสูงสุดคือ 40.00 คะแนน คะแนนต่ำสุดคือ 25.00 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ยคือ 31.53 (S.D. = 5.46) และจากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนโดยภาพรวมโดยใช้สถิติค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (t-test for dependent samples) พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = -12.392, p = .000$) ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ 1 ดังตาราง 8

ตาราง 8 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาโดยภาพรวมของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้

การทดสอบ	n	df	Max	Min	\bar{X}	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	17	16	35.00	5.00	18.00	9.81	-12.392*	.000
หลังเรียน	17	16	40.00	20.00	31.53	5.46		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อทำการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนรายองค์ประกอบ พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหา สูงที่สุดเท่ากับ 5.41 (S.D.=0.77) รองลงมาคือองค์ประกอบที่ 3 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา เท่ากับ 5.12 (S.D.= 0.56) องค์ประกอบที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ เท่ากับ 4.35 (S.D.= 0.70) และองค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์สาเหตุ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 3.12 (S.D.= 0.50)

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหลังเรียน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหา สูงที่สุดเท่ากับ 9.29 (S.D.=0.57) รองลงมาคือองค์ประกอบที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ เท่ากับ 8.12 (S.D.= 0.51) องค์ประกอบที่ 3 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา เท่ากับ 7.82

(S.D.= 0.54) และองค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์สาเหตุ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 6.29 (S.D.= 0.62) และจากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรายองค์ประกอบโดยใช้สถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (t-test for dependent samples) พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน ในทุกองค์ประกอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 9

ตาราง 9 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยตามองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังการใช้หน่วยการเรียนรู้

องค์ประกอบ	n	df	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
			\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
1. ระบุปัญหา	17	16	5.41	0.83	9.29	0.23	-5.495*	.000
2. วิเคราะห์สาเหตุ	17	16	3.12	0.48	6.29	0.59	-8.235*	.000
3. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา	17	16	5.12	0.52	7.82	0.42	-7.098*	.000
4. ตรวจสอบผลลัพธ์	17	16	4.35	0.71	8.12	0.41	-7.471*	.000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการพิจารณาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาโดยภาพรวม พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนอยู่ในระดับดีขึ้นไปและมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ระดับดี 25 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 10

ตาราง 10 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเทียบกับคะแนนเกณฑ์ระดับดี

การทดสอบ	Test Value = 25							
	n	df	Max	Min	\bar{X}	S.D.	t	p
หลังเรียน	17	16	40.00	20.00	31.53	5.46	4.935*	.000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการพิจารณาระดับความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียน พบว่า อยู่ในระดับน้อย เป็นจำนวนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 29.42 รองลงมาคือระดับ น้อยมากและดี คิดเป็นร้อยละ

23.53 และระดับดีและปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 11.76 เมื่อพิจารณาหลังเรียน พบว่า ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีคิดเป็นร้อยละ 58.52 รองลงมาคือระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 41.18 ดังตาราง 11

ตาราง 11 คะแนนร้อยละความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ฯ

ระดับ	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ดีมาก	2	11.76	7	41.18
ดี	4	23.53	10	58.52
ปานกลาง	2	11.76	0	0.00
น้อย	5	29.42	0	0.00
น้อยมาก	4	23.53	0	0.00

ผลคะแนนเป็นรายบุคคล ก่อนเรียน พบว่า จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 88.24 มีระดับหลังเรียนสูงขึ้นจากก่อนเรียน และจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.76 มีระดับหลังเรียนไม่ต่างจากก่อนเรียน โดยอยู่ในระดับดีมาก ดังตาราง 12

ตาราง 12 ระดับความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังใช้หน่วยการเรียนรู้

ลำดับที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	คะแนน	ระดับความสามารถ	คะแนน	ระดับความสามารถ
1	25.00	ดี	36.00	ดีมาก
2	15.00	น้อย	30.00	ดี
3	17.00	ปานกลาง	31.00	ดี
4	5.00	น้อยมาก	25.00	ดี
5	35.00	ดีมาก	40.00	ดีมาก
6	25.00	ดี	35.00	ดีมาก
7	11.00	น้อย	27.00	ดี
8	33.00	ดีมาก	40.00	ดีมาก
9	8.00	น้อยมาก	27.00	ดี
10	30.00	ดี	40.00	ดีมาก
11	5.00	น้อยมาก	25.00	ดี
12	13.00	น้อย	28.00	ดี
13	21.00	ปานกลาง	34.00	ดีมาก
14	14.00	น้อย	28.00	ดี
15	28.00	ดี	36.00	ดีมาก
16	14.00	น้อย	29.00	ดี
17	7.00	น้อยมาก	25.00	ดี

จากการสัมภาษณ์นักเรียนระดับดีมากจำนวน 3 คน (นักเรียนเลข 5, 8, และ 10) และระดับดีจำนวน 3 คน (นักเรียนเลข 4, 11 และ 17) โดยพิจารณาจากนักเรียนที่ได้คะแนนมากที่สุด 3 ลำดับแรก และน้อยที่สุด 3 ลำดับสุดท้าย รวม 6 คน พบว่า ระดับดีมากมีคำตอบที่สอดคล้องกับคำตอบที่ตอบในแบบวัดฯ ในทุกองค์ประกอบโดยมีข้อสังเกตคือ สามารถตอบคำถามได้หลังจากได้รับคำถามในทันที โดยครูไม่ได้อธิบายคำถามเพิ่มเติม

นักเรียนที่อยู่ในระดับดีมีคำตอบที่สอดคล้องกับคำตอบในแบบวัดความสามารถในการแก้หาแต่ไม่ครบทุกองค์ประกอบ ซึ่งสำหรับนักเรียนกลุ่มนี้ครูต้องใช้การอธิบายคำถามเพิ่มเติมและปรับการใช้คำถามที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจเช่น จากเดิมที่ใช้คำถามว่า “สาเหตุของปัญหานี้คืออะไร” เป็นการใช้คำถามว่า “ปัญหาที่เกิดขึ้นนักเรียนคิดว่าเกิดจากอะไร” พร้อมทั้งให้เวลาในการคิดหาคำตอบมากกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้คะแนนสูงซึ่งการปรับเปลี่ยนการใช้คำถามดังกล่าวส่งผลให้ นักเรียนสามารถตอบได้ถูกต้องมากกว่าคำตอบที่เขียนในแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนระดับดีจากสถานการณ์ที่ 1 ในแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ต้นส้ม แสดงดังตาราง 13

ตาราง 13 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนระดับดีจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหากับแบบสัมภาษณ์

องค์ประกอบ	ตัวอย่างคำตอบ	
	จากแบบวัดฯ	จากแบบสัมภาษณ์
การระบุปัญหา	จะเลือกปลูกพืช (นักเรียนเลข 4)	“ต้องการปลูกพืชที่มีการเติบโตได้ดีที่สุด” (นักเรียนเลข 4)
	ลุงต้องการปลูกพืชเพียงชนิดเดียว (นักเรียนเลข 17)	“เลือกปลูกพืชที่เติบโตได้ดีที่สุด” (นักเรียนเลข 17)
การวิเคราะห์สาเหตุ	มาจากต้นส้ม (นักเรียนเลข 4)	“ลุงมีพื้นที่เหลือ” (นักเรียนเลข 4)
	ลุงต้องการปลูกพืชที่เจริญเติบโตได้ดี (นักเรียนเลข 17)	“เพราะมีพื้นที่เหลือ” (นักเรียนเลข 17)
การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา	ต้องปลูกพืชชนิดที่มีผลผลิตดี (นักเรียนเลข 4)	“ปลูกพืชทั้ง 4 อย่าง” (นักเรียนเลข 4)
	ปลูกพืช (นักเรียนเลข 17)	“ปลูกพืช” (นักเรียนเลข 17)
การตรวจสอบผลลัพธ์	มันจะโตดี (นักเรียนเลข 4)	“ดูการเติบโต” (นักเรียนเลข 4)
	มองดู (นักเรียนเลข 17)	“ดูพืชเติบโต” (นักเรียนเลข 17)

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ในระหว่างการทำกิจกรรมของนักเรียนพบว่านักเรียนมีการพบปัญหามากนอกเหนือจากกิจกรรมที่กำหนดให้ เป็นปัญหาที่พบระหว่างปฏิบัติ

กิจกรรม เช่น การมัดไม้เพื่อสร้างเครื่องโยนมะพร้าวในหน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 2 นักเรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาในระหว่างปฏิบัติกิจกรรมได้โดยใช้กระบวนการทำงานเป็นทีม

ส่วนที่ 2 ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้สะเต็มฯ ที่มีต่อความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลคะแนนความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่อง สมบัติของวัสดุ ก่อนและหลังเรียน โดยใช้แบบวัดความเข้าใจ พบว่า ก่อนเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนสูงสุดเท่ากับ 16 คะแนน คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 5 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.05 (S.D.= 3.19) หลังการเรียน นักเรียนมีคะแนนสูงสุดเท่ากับ 19 คะแนน คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 10 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.12 (S.D. = 2.47) และจากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนโดยใช้สถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (t-test for dependent samples) พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = -11.256, p = .000$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ดังตาราง 14

ตาราง 14 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจก่อนและหลังเรียน

การทดสอบ	n	df	Max	Min	\bar{X}	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	17	16	16	5	10.05	3.19	-11.256*	.000
หลังเรียน	17	16	19	10	15.12	2.47		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูล สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยทั้ง 3 ข้อ ซึ่งทำให้ทราบว่าหน่วยการเรียนรู้สะเต็มฯ ที่พัฒนาขึ้น สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้ดังต่อไปนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยนี้ได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังต่อไปนี้

เพื่อศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

สมมติฐานของการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษาฯ ที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษาฯ ที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนอยู่ในระดับดีขึ้นไป
3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษาฯ ที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สรุปผลการวิจัย

ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้สะเต็มเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของโดยภาพรวมและรายองค์ประกอบหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาในองค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหา มากที่สุด รองลงมา คือ องค์ประกอบที่ 3 การตรวจสอบผลลัพธ์ องค์ประกอบที่ 4 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา และ องค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์สาเหตุ น้อยที่สุดตามลำดับ

3. นักเรียนมีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียน เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับดีและมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ระดับดีหรือ 25 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหลังเรียนมีนักเรียนอยู่ในระดับดีคิดเป็นร้อยละ 58.52 รองลงมาคือระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 41.18 ตามลำดับ

4. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายนำเสนอผลการวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเด็น ดังนี้

1. คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาโดยภาพรวมและรายองค์ประกอบหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ระดับดีหรือ 25 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยหลังเรียนมีนักเรียนอยู่ในระดับดีคิดเป็นร้อยละ 58.52 รองลงมาคือระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 41.18 ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะหน่วยการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้นตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะเฉพาะตัว กล่าวคือมีการนำความองค์ความรู้และเนื้อหาสาระ รวมไปถึงขั้นตอนวิธีการจัดการเรียนรู้ของ 4 สาขาวิชาบูรณาการกันแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) โดยมีวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหลัก ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับ สมบัติของวัสดุ เพื่อให้ผู้เรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้ง 6 ขั้นตอน โดยให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับบริบทที่ตนเองคุ้นเคย หน่วยการเรียนรู้สะเต็มที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ย่อยจำนวน 4 หน่วย ได้แก่ หน่วยย่อยที่ 1 ความแข็ง เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้ดำเนินการทดสอบความแข็งของวัสดุ เพื่อรวบรวมข้อมูลไปใช้ในการออกแบบหุ่นยนต์ทรงพลัง หน่วยย่อยที่ 2 สภาพยืดหยุ่น เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้ดำเนินการทดสอบสภาพยืดหยุ่นของวัสดุ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบเครื่องโยนมะพร้าว หน่วยย่อยที่ 3 การนำความร้อน เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทดสอบการนำความร้อนของวัสดุ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ เตอบ และหน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 4 การนำไฟฟ้า เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทดสอบการนำไฟฟ้าของวัสดุ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบสายไฟ จำเป็น โดยกิจกรรมทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ย่อย นักเรียนต้องใช้การบูรณาการความรู้ทั้ง 4 สาขาวิชา พร้อมทั้งมีการทดสอบชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาและนำเสนอผลงานใน ทุก ๆ ครั้ง ซึ่งทั้ง 4 หน่วยย่อย สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยเป็นกิจกรรม

การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สอดคล้องกับ DeJarnette (2012) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มฯ พัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ โดยจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิต เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียน มุ่งเน้นที่กระบวนการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนด ดำเนินการทดลอง ปรับปรุงจนนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับ สสวท, (2557, น. 4-6) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางนี้ เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิด การเรียนรู้อย่างครบถ้วนและเป็นไปตามแนวการพัฒนาผู้เรียนให้มีความพร้อมในศตวรรษนี้ ได้แก่ พัฒนาการด้านความรู้ ส่งเสริมการคิดขั้นสูง เช่น การแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ เป็นต้น การพัฒนาคุณลักษณะ ส่งเสริมให้ผู้เรียนการทำงานเป็นทีม พัฒนาการสื่อสาร ซึ่งสอดคล้องกับ สุจิตดา วันสุศล (2561) ที่ได้ศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ฯ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในการ ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าสามารถส่งเสริมได้ โดยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหา ในองค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหา มากที่สุด รองลงมา คือ องค์ประกอบที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ องค์ประกอบที่ 3 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา และ องค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์สาเหตุ น้อยที่สุดตามลำดับ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะหน่วยการเรียนรู้สะเต็มที่พัฒนาขึ้นได้ดำเนินการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้ง 6 ขั้นตอน ตามที่ได้กล่าวข้างต้น โดยนักเรียนต้องเริ่มจากการเรียนรู้ในองค์ประกอบแรกก่อนผ่านขั้นระบุปัญหา ซึ่งนักเรียนจะได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อระบุปัญหาจากสถานการณ์ ซึ่งองค์ประกอบแรกนี้นักเรียนได้ฝึกระบุ ปัญหาทั้งจากสถานการณ์ในการเรียนรู้ โดยในระหว่างการเรียนรู้ครูได้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถ ระบุปัญหาโดยใช้คำถามและการอธิบายเพิ่มเติมในบางสถานการณ์จนนักเรียนสามารถระบุ ปัญหาได้ทุกกลุ่ม เมื่อนักเรียนเกิดการปฏิบัติฝึกฝนจากหลายสถานการณ์จึงทำให้องค์ประกอบ แรกมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด ต่อจากนั้นทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากการทดลองใน 4 เรื่อง ได้แก่ เรื่องความแข็ง เรื่องสภาพยืดหยุ่น เรื่องการนำไฟฟ้าและการนำความร้อน และนำความรู้ที่ ได้ไปออกแบบการแก้ปัญหา ซึ่งในแต่ละสถานการณ์มีเงื่อนไขแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับเนื้อหา หลังจากนั้นลงมือแก้ไขปัญหามาปรับปรุง และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งในกระบวนการจัดการ เรียนรู้ปรากฏว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า กระบวนการ จัดการเรียนรู้และข้อคำถามในแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหามีความสอดคล้องกัน คือ ประเด็นที่ 1 การระบุปัญหาซึ่งอยู่ในกระบวนการเรียนรู้ในขั้นที่ตอนที่ 1 และเป็นข้อคำถามของ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในข้อที่ 1 ส่วนการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหามีอยู่ใน

กระบวนการจัดการเรียนรู้ในข้อที่ 3 และ 4 และเป็นข้อความของแบบวัดฯในข้อที่ 3 และ การตรวจสอบผลลัพธ์ อยู่ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ในข้อที่ 6 และเป็นข้อความในข้อที่ 4 ประเด็นที่ 2 ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ไม่ได้ปรากฏขั้นตอนในการระบุสาเหตุของปัญหาตามแบบวัดฯ ที่ชัดเจน เพราะเหตุนี้จึงอาจส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาในองค์ประกอบที่ 2 น้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธิดา วันสุดล (2561) ที่ได้ศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่านักเรียนมีองค์ประกอบด้านการวิเคราะห์สาเหตุที่น้อยที่สุด

3. คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์หลังการเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ หน่วยการเรียนรู้สะเต็มที่พัฒนาขึ้นโดยใช้รูปแบบการบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) เป็นการเชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหาสาระสาขาวิชาต่าง ๆ ทั้ง 4 สาขาวิชา ในสะเต็มฯ โดยเน้นวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหลัก โดยมีหัวเรื่อง สมบัติของวัสดุ เป็นหลักในการบูรณาการ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสอดคล้องและการเชื่อมโยงความรู้และทักษะของแต่ละสาขาวิชาได้โดยวิชาวิทยาศาสตร์เน้นเนื้อหาเกี่ยวกับ สมบัติของวัสดุ ได้แก่ ความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้า เทคโนโลยีเป็นการออกแบบทางเทคโนโลยี การเลือกใช้วัสดุ วิศวกรรมศาสตร์เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ บอกลักษณะเรขาคณิตสามมิติชนิดต่าง ๆ มีการวัดความยาวที่เหมาะสม บอกความยาวสิ่งของต่าง ๆ เป็นเซนติเมตรและมิลลิเมตร และใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่ง โดยเนื้อหาสาระเหล่านี้ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ภายในกิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ก่อนการออกแบบผลงาน ซึ่งการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระดังกล่าวส่งผลให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้สอดคล้องกับ ทิศนา แชมมณี (2558, น. 147) กล่าวว่าจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ในลักษณะบูรณาการ และผู้เรียนสามารถนำความรู้ ความเข้าใจ ที่ได้รับไปปรับใช้ในการดำเนินชีวิตได้ และยังสอดคล้องกับ ศิริพร ศรีจันทร์ (2562, น. 163) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มฯ ส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาใน 4 สาขาวิชาทางสะเต็ม ช่วยให้การเรียนรู้มีคุณค่ามากยิ่งขึ้น นำไปออกแบบและแก้ปัญหาตามแนวทางของวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีในบริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน นักเรียนมีทักษะในการเรียนรู้และการบูรณาการความรู้ได้อย่างหลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธิดา วันสุดล (2561) ที่ได้ศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นักเรียนมีความเข้าใจหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับ ช่อทิพย์ มาร์ตนะ (2561) ได้ศึกษาผลของหน่วย

การเรียนรู้ เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ ในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษาฯ พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 หน่วยการเรียนรู้สะเต็มฯ สามารถนำไปใช้เพื่อพัฒนาผู้เรียนได้ โดยก่อนนำหน่วย การเรียนรู้ไปใช้ ผู้ที่สนใจควรศึกษารายละเอียด ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเครื่องมือ วิจัยให้ชัดเจน เพื่อนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ในการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3 เรื่อง การนำความร้อน เนื่องจากขั้นตอนในการทดสอบโดยการนำเตาอบนักเรียนพัฒนาขึ้นไปทดสอบโดยการวางไว้กลาง แดดและสังเกตการหลอมเหลวของดินน้ำมัน ต้องอาศัยปัจจัยสภาพแวดล้อมหลายด้าน เช่น อุณหภูมิในวันที่ทดลอง และสภาพอากาศในวันที่ทดลอง ส่งผลให้เวลานานในการทดสอบการนำ ความร้อน ในการวิจัยผู้วิจัยได้มีการกิจกรรมโดยการให้นักเรียนตั้งไว้โดยให้เวลาเพิ่มเป็นเวลา 1 ชั่วโมงและเมื่อครบเวลาจึงดำเนินกิจกรรมต่อไป ดังนั้นก่อนที่จะจัดการเรียนรู้ในหน่วยนี้ย่อย ควรมีการคำนึงถึงปัจจัยดังกล่าวเพื่อให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้สำเร็จ

1.3 เครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นแบบอัตนัย ซึ่ง เครื่องมือนี้สามารถให้นักเรียนแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการเขียนอธิบายแต่ เนื่องจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 บางนั้นการเลือกใช้คำในการเขียนยังมีข้อจำกัดอยู่ จึง จำเป็นต้องใช้การสัมภาษณ์เข้าร่วมการประเมินด้วยเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การออกแบบหน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษาฯ ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการ เรียนรู้โดยใช้รูปแบบกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยมี 6 ขั้นตอนเพื่อศึกษาความสามารถ ในการแก้ปัญหา ดังนั้นหากมีการวิจัยในครั้งต่อไปอาจปรับประยุกต์การออกแบบหน่วยโดยใช้ กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ

2.2 จากการศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ฯ เป็นการวัดในรูปแบบ ก่อนเรียนและ หลังเรียน เปรียบเทียบกับซึ่งยังไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการ ความก้าวหน้าของผู้เรียนได้ อย่างชัดเจน ดังนั้นหากมีการวัดระหว่างการเรียนรู้หรือสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน เพิ่มเติมอาจเป็นข้อมูลในการสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2559). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา. เพชรบูรณ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- กมลทิพย์ ต่อติด. (2544). ผลของการฝึกกระบวนการสืบสวนที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลและ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 . วิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2561. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว. กระทรวงศึกษาธิการ. (2560).
- กาญจนา มหาลีและ ชาตรีฝ่ายคาตา. (2553). ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารสงขลานครินทร์(ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์), 16(5), 795-809.
- ขวัญเรือน พุทธิรัตน์. (2546). ผลของการเรียนรู้ร่วมกันในการจัดกิจกรรมภายหลังการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบนิเวศ ที่มีต่อการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จักริน งานไว. (2552). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ Inquiry Cycle (5Es). รายงานศึกษานิพนธ์ ปรินญา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จิราวรรณ สอนสวัสดิ์.(2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานและการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม. (การ มัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จารีพร ผลมูล. (2558). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 : กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร. (ปรินญา นิพนธ์การศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ).
- จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี. (2557). ผลของการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ ของ

นักเรียน มัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารครุศาสตร์.

จำรัส อินทลาภพร. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียน ระดับประถมศึกษา. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ฉัตรลดา สุนทรนนท์. (2549). ผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักบนเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีแบบการเรียนรู้ต่างกัน.

วิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560 –2579 . กรุงเทพฯ : สำนักงานเลขาธิการ สภาการศึกษา.

ชนัด อินทะกนก. (2559). ผลของการเรียนรู้โดยใช้กรณีตัวอย่างเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามแบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *Online Journal of Education*, 12(4), 282-299.

ชนัด อินทะกนก. (2559). ผลของการเรียนรู้โดยใช้กรณีตัวอย่างเป็นฐานร่วมกับการใช้คำถามแบบสืบสอบ ที่มีต่อความสามารถ ในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ช่อทิพย์ มารัตนะ. (2561). การศึกษาผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ วัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. วารสารชุมชนวิจัย 12(3):149-162.

ดารารัตน์ ชัยพิลา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต . มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ดวงกมล เพิ่มพูนทวีทรัพย์. (2559). นโยบายการส่งเสริมพัฒนาบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประเทศสหรัฐอเมริกา. สำนักงานที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำกรุง วอชิงตันดีซี ประเทศสหรัฐอเมริกา.

ดวงพร สมจันทร์ตา. (2559). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้รับการเรียนตามแนวสะเต็มศึกษาเรื่องกายวิภาคศาสตร์ของ ฟิช. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (ชีววิทยา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2546). การประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: ไทยรายวันการพิมพ์.
- นัสรินทร์ บือชา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์. ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นารีรัตน์ พักสมบุญ. (2541). การใช้ชุดส่งเสริมศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. เปรมจิตต์ ขจรภัย ลาร์เซน. (2559). สะเต็มศึกษา. วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์. 6(3): 185-195.
- ปาลิตา สุขสำราญ และวาริรัตน์ แก้วอุไร. (2560). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พรทิพย์ ศิริภักตราชัย. (2556). STEM education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร. 33(2): 49-56. พรพรรณ ไททอง. (2557). เอกสารการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา การประชุมปฏิบัติการ ครูผู้สอนในโรงเรียนเครือข่ายสะเต็มศึกษา 91 โรงเรียน ชุดที่ 1. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- พรพิมล รอดเคราะห์. (2558). การวิจัยและพัฒนาเกมดิจิทัลการศึกษาแบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน. ประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์ภัทร แก้วดี. (2559). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยแบบจำลองเป็นฐานที่มีผลต่อแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในรายวิชาชีววิทยา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (ชีววิทยา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 7).

กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร.

- ภพ เลหาไพบุลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช มริจี คงรัตน์.
(2553). ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคแนวเทียบร่วมกับวงจร
การเรียนรู้ 5E ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
มัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มาฆพันธ์ อ๋านาคิล. (2557). การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัด
ความสามารถใน การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน
ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ ต่างกัน: การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือ
ของผลการวัด. วิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ :
ชมรมเด็ก.
- รมิตา ชื่นเปรมชีพ. (2559). ผลของกลยุทธ์การแก้ปัญหาเชิงตรรกะที่มีต่อความสามารถในการ
แก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.
วิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัตนภรณ์ จินดาสวัสดิ์. (2559). ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด
วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความ ตระหนัก
เรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2542). พลังการเรียนรู้ในกระบวนทัศน์ใหม่. นนทบุรี : เอส อาร์ พรินติ้ง.
- วิษชุดา อ้วนศรีเมือง. (2554). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และ
ความสามารถใน การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ที่ได้รับ
การจัดการเรียนรู้แบบ ร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD กับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้
เทคนิค LT. ปริญญาโทกศ. ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิชญ์ ทুমมี. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็ม (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้น
ประถมศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัย
ราชภัฏมหาสารคาม.

- วุฒิพัฒน์ รัชศาสตร์. (2552). ผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีออกแบบที่มีต่อการ
 อนุรักษ์ พลังงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.
 วิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2557). คู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา
 ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-ม.6) กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). สะเต็มศึกษากับการคิดขั้นสูง. นิตยา
 สาร สสวท, 42(149), 7-10.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558a, มกราคม - กุมภาพันธ์). การออกแบบ
 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. นิตยสาร
 สสวท, 43(192), 14-17.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558b). คู่มือสะเต็มศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบัน
 ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). การใช้กระบวนการออกแบบเชิง
 วิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา. นิตยสาร สสวท,
 46(209), 23-27.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.
 ๒๕๖๐ - ๒๕๗๙. กรุงเทพมหานคร: บริษัทพริกหวานกราฟฟิค จำกัด.
- สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์. (2559). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศ
 ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษา
 มหบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สุทธิดา จำรัส. (2560, ก.ค. – ธ.ค.). นิยามของสะเต็มและลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตาม
 แนวสะเต็มศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ, 10(2), 13-34.
- สุทธิดา วันสุดล. (2561). ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ต้น
 อ่อนทานตะวัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
 ปริญญาานิพนธ์ กศ. ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรี
 นครินทรวิโรฒ.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2551). กลยุทธ์ การสอนคิดแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์
 สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2556). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. วารสารหน่วย

- วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ 4(1): 55-63.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา (ตอนที่ 2): การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้
 ในชั้นเรียน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 17(3), 154-160.
- เสาวนีย์ เวชพิทักษ์. (2552). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทาง
 วิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียน
 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแรงและความดันที่เรียนโดยใช้โปรแกรมบทเรียน
 แบบจำลองสถานการณ์ และการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้. วารสารศึกษาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 3(3): 7-15.
- ศศิมา อินทนะ. (2551). ผลของการจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ประกอบการประเมินตามสภาพ
 จริงที่มี ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่
 4. ปริญญา นิพนธ์กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศิริกาญจน์ โกสุม และดารณี คำจันง. (2549). สอนให้เด็กคิดเป็น. กรุงเทพฯ: เมธิสส์
- ศิริพร ศรีจันทะ. (2560). ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานในวิชาการ.
 อภิสสิทธิ์ ธงไชย. (2556). เทคโนโลยีและวิศวกรรมคืออะไรใน สะเต็มศึกษา.
- อาทิตย์ ฉิมสกุล. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถใน
 การแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอน
 ปลาย.วิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาทิตยา พูนเรือง. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา
 ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องเอนไซม์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ปริญญา
 นิพนธ์ กศ.ม.(ชีววิทยา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Barr, T. (1998). Problem-solving and thinking skills resources for able and talented
 children. London : Network continuum Education.
- Bransford, J.D., Brown, A.L., & Cocking, R.R. (Eds.) (1999). How people learn: Brain, mind,
 experience, and school. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Bloom, B., Englehart, M., Furst, E., Hill, W., & Krathwohl, D.(1956). Taxonomy of
 educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I:

- Cognitive domain. In: New York, Toronto: Longmans, Green.
- Butt, D. P. (1974). *The teaching of science a self directed planning guide*. New York: harper & row publisher.
- Catherine, S. (2012). An investigation of science, technology, engineering and mathematics (STEM) focused high schools in the U.S. *Journal of STEM Education*, Retrieved April 24, 2017
- Carnevale, A. P., Smith, N., & Melton, M. (2011). *STEM: Science Technology Engineering Mathematics. Georgetown University Center on Education and the Workforce*.
- Coordinating Federal Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education investments: Progress report. (February 2012). Retrieve from www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/nstc_federal_stem_education_coordination_report.pdf.
- Charters, W., & Good, C. V. (1945). The dictionary of education. *The Phi Delta Kappan*, 27(1), 5-7.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A., & Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215-226.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*: Sage publications.
- David, R. (2008). Problem-solving and science process skills science investigation skills is Important for problem-based learning. Retrieved March 21, 2017, from http://209.85.175.132/search?q=caceh:_m3LIWjkidQJ:teachertipstraining.suite101.com.
- Dajarnette. (2012). America's children: providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.
- Devito, A. ; & Gerald, H. (1976). *Creative sciencing ideas activities for teacher and children*. Little: Brown and Company, Inc
- Denzin, N. K. (2017). *Sociological methods: A sourcebook*: Routledge.
- Dewey, J. (1975). *Moral Principles in Education* (Vol. 128): SIU Press.

- Dick, W., Carry, L., & Carey, J. (2001). *The systematic design of instruction*. (5th ed.). New York: Addison, Wesley and Longman.
- Dressel, P. L. (1955). Critical thinking: The goal of education. *The Journal of the National Education Association*, 44.
- Dulles, J.F.(1998). Problem solving. Interpersonol Skill. [Online]. Available from: <http://www.skillsyouneed.com/ips/problem-solving.html#>. [2018,19 December]
- Feletti, G. I. (1980). Reliability and validity studies on modified essay questions. *Journal of Medical Education*, 55(11), 933-941.
- Gagné, R. M. (1965). Conditions of learning.
- Goodnough, K., Pelech, S., & Stordy, M. (2014). Effective professional development in STEM education: The perceptions of primary/elementary teachers. *Teacher Education and Practice*, 27(2-3), 402-423.
- Hudson, P., English, L., Dawes, L., King, D., & Baker, S. (2015). Exploring links between pedagogical knowledge practices and student outcomes in STEM education for primary schools. *Australian Journal of Teacher Education (Online)*, 40(6), 134.
- Kartini, F, Widodo, A., Winarno, N., Astuti, L.,(2021). Promoting student's problem-solving skills through STEM project-based learning in earth layer and disasters Topic. *Journal of Science Learning*, 4(3), 257-266.
- Khamngoen, S. & Srikoon, S. (2021). Research synthesis of STEM education approach effected on students' problem solving skills in Thailand. *Journal of Physics. (Online)*
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teachers*: Allyn and Bacon.
- National Research Council. (2015). *Successful K-12 STEM education*. Washington D.C.: The National Academies Press.
- OECD (2016), *PISA 2015 results (Volume II): Policies and practices for successful schools*, PISA, OECD Publishing, Paris.
- Piaget, J. (2013). *Play, dreams and imitation in childhood*: Routledge.
- Roberts, A. (2013). STEM Is here. now what? *Technology and engineering Teacher*, 73(1),

22.

Science, Technology, Engineering and Math: Education for Global Leadership. (n.d.).

Retrieved from <http://www.ed.gov/stem>.

Schiller, H. (2002). *The importance of problem solving*. [Online]. Available from:

<http://www.evancarmichael.com/library/harvey-schiller/The-Importanceof-Problem-Solving.html>.

Vasquez, J. A., Sneider, C. I., & Comer, M. W. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3-8:*

Integrating science, technology, engineering, and mathematics: Heinemann
Portsmouth, NH.

Weir, J. J. (1974). Problem solving is everybody's problem. *The Science Teacher*, 41(4),
16-18.

White, D. W. (2014). What is STEM education and why is it important? *Florida Association
of Teacher Educators Journal*, 1(14), 1-9.

Yildirim, B., & Turk, C. (2018). The effectiveness of argumentation-assisted STEM
practices. *Journal of Educational Sciences*, 13(3), 259-274.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญสาขาต่าง ๆ ดังนี้

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. รศ.ดร.ทัศนีย์ วรรณเกตุศิริ | คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 2. ผศ.ดร.อมรา เขียวรักษา | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ |
| 3. ผศ.ดร.สกันธ์ชัย ชะนูนันท์ | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 4. ผศ.ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 5. ดร.อภิสิทธิ์ ธงไชย | ผู้อำนวยการฝ่ายบริหารเครือข่ายและพัฒนาครู
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี (สสวท.) |



หน่วยการเรียนรู้เพิ่มเติม เรื่อง สมบัติของวัสดุ

รายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ป.4 กลุ่มสาระ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เวลา 16 ชั่วโมง
 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา พ.ศ.2564 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
 ครูผู้สอน นายศิริเลิศ ชิมเทียม

คำอธิบายหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้เพิ่มเติม เรื่อง สมบัติของวัสดุ จัดทำขึ้นเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งหมายถึง ทักษะหรือพฤติกรรมของนักเรียนในการนำความรู้มาปรับใช้ในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน จากสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่กำลังเผชิญ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ 1. ความสามารถในการระบุปัญหา 2. ความสามารถในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา 3. ความสามารถในการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา และ 4. ความสามารถในการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา และเพื่อส่งเสริมความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์หมายถึงพฤติกรรมที่เป็นส่วนหนึ่งของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทางด้านพุทธิพิสัย โดยวัดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 4 มีพฤติกรรมย่อยที่แสดงถึงการเข้าใจและสอดคล้องกับตัวชี้วัดในเรื่องดังกล่าวประกอบด้วยการจัดประเภทและการเปรียบเทียบตามอนุกรมวิธานของบลูมปรับปรุง (Bloom's Taxonomy Revised) (Anderson and Krathwohl,2001) โดยหน่วยการเรียนรู้นี้ ประกอบด้วย 4 หน่วยย่อย ได้แก่ 1) ความแข็ง 2) สภาพยืดหยุ่น 3) การนำความร้อน และ 4) การนำไฟฟ้า องค์ประกอบหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ การระงาน/ชิ้นงาน สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล บันทึกหลังการสอน โดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษาและขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558: 36) ในการจัดการเรียนรู้อย่างนี้

1. ขั้นระบุปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนด นำไปสู่การระบุปัญหา ระบุเกณฑ์และข้อจำกัดในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด
2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนสืบค้น รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการสร้างผลงาน และปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้หรือปฏิบัติการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการออกแบบการแก้ปัญหา
3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนในแต่ละกลุ่มระดมสมองเพื่อคิดออกแบบค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายนำไปสู่การสร้างวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ในการแก้ปัญหา จากนั้น

นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดสอดคล้องกับข้อจำกัดและความเป็นไปได้ที่จะบรรลุตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4. ขึ้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบในการสร้างวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา และเขียนบันทึกผลในทุกขั้นตอนของการปฏิบัติงานลงในแบบบันทึกกิจกรรม

5. ขึ้นทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือสิ่งประดิษฐ์ เป็นขั้นที่นักเรียนนำวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นตัวต้นแบบมาทดสอบในสภาพแวดล้อมที่ครูได้จัดเตรียมไว้ พร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อดีและข้อบกพร่องของวิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงให้ดีขึ้น

6. ขึ้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นที่นักเรียนดำเนินการออกแบบการนำเสนอและผลิตสื่อนำเสนอและอภิปรายร่วมกันเพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติงาน

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด ป.4/1 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้า ของวัสดุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์จากการทดลองและการระบุการนำสมบัติเรื่องความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้า ของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวันผ่านกระบวนการออกแบบชิ้นงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งของวัสดุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ได้
2. เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านสภาพยืดหยุ่นของวัสดุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ได้
3. เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านการนำความร้อนของวัสดุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ได้
4. เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านการนำไฟฟ้าของวัสดุใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ได้

ด้านทักษะ (P)

5. สามารถนำความรู้สมบัติเรื่องความแข็งไปใช้ในการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ทรงพลังได้

6. สามารถนำความรู้สมบัติเรื่องความแข็งไปใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องส่งมะพร้าวได้
 7. สามารถนำความรู้สมบัติเรื่องการนำความร้อนไปใช้ในการออกแบบและสร้างเตาอบได้
 8. สามารถนำความรู้สมบัติเรื่องการนำไฟฟ้าไปใช้ในการออกแบบและสายไฟจำเป็นได้
- ด้านคุณลักษณะ (A)**
9. นักเรียนใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงานและทำงานเป็นทีม

โครงสร้างของหน่วยการเรียนรู้เพิ่มเติม เรื่อง สมบัติของวัสดุ

หน่วยการเรียนรู้เพิ่มเติม เรื่องสมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษาและขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 4 หน่วยย่อย ได้แก่ 1) ความแข็ง 2) สภาพยืดหยุ่น 3) การนำความร้อน และ 4) การนำไฟฟ้า โดยใช้เวลาหน่วยย่อยละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง ซึ่งมีโครงสร้างของหน่วยการเรียนรู้ดังนี้

ตาราง 15 โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้เพิ่มเติม เรื่อง สมบัติของวัสดุ

แผน ที่	เรื่อง	กิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหาเพิ่มเติมศึกษา			จำนวน (ชั่วโมง)
				วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี	
1	ความแข็ง	หุ่นยนต์ ทรงพลัง	1. เปรียบเทียบสมบัติ ทางกายภาพด้าน ความแข็งของวัสดุได้ 2. สามารถนำความรู้ สมบัติทางกายภาพ ด้านความแข็งของ วัสดุไปใช้ในการ ออกแบบและสร้าง หุ่นยนต์ทรงพลังได้	วิทยาศาสตร์ - วัสดุที่มีความ แข็งจะทนต่อ แรงชูตที่ดี	คณิตศาสตร์ - บอกลักษณะ ของรูป เรขาคณิตสาม มิติชนิดต่าง ๆ	เทคโนโลยี - กระบวนการ ออกแบบทาง วิศวกรรม การ สร้างหุ่นยนต์ ทรงพลัง	4

ตาราง 5 (ต่อ)

แผน ที่	เรื่อง	กิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหาสาระเต็มศึกษา	จำนวน (ชั่วโมง)		
			วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรม	
2	สภาพ ยืดหยุ่น	เครื่องโยน มะพร้าว	1. เปรียบเทียบสมบัติทาง กายภาพด้านสภาพยืดหยุ่น ของวัสดุได้ 2. สามารถนำความรู้สมบัติ ทางกายภาพด้านสภาพ ยืดหยุ่นของวัสดุได้ไปใช้ใน การออกแบบเครื่องโยน มะพร้าวได้	- วัสดุที่มีสภาพ ยืดหยุ่นจะ เปลี่ยนแปลง รูปร่างเมื่อมีแรงมา กระทำและกลับ สภาพเดิมได้	- เครื่องใช้ เครื่องวัดความ ยาวที่เหมาะสม วัดและบอกความ ยาวที่แตกต่าง ๆ เป็นเซนต์เมตร และมีดลิเมตร เมตรและ เมตรและ	- กระบวนการออกแบบ - กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม การ สร้างเครื่องโยน มะพร้าว	4
3	การนำ ความร้อน	เตาอบ	1. เปรียบเทียบสมบัติทาง กายภาพด้านการนำความ ร้อนของวัสดุได้ 2. สามารถนำความรู้สมบัติ ทางกายภาพด้านการนำ ความร้อนของวัสดุได้ร้อนไป ใช้ในการออกแบบเตาอบ	- วัสดุที่นำความ ร้อนจะร้อนได้เร็ว เมื่อได้รับความ ร้อน	- แสดงวิธีการหา คำตอบของโจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับ เวลา	- กระบวนการออกแบบ - กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม การ สร้างเตาอบ	4

ตาราง 5 (ต่อ)

แผน ที่	เรื่อง	กิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหาสาระเต็มศึกษา		จำนวน (ชั่วโมง)
				วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม	
4	การนำ ไฟฟ้า	สายไฟ จำเป็น	1. เปรียบเทียบสมบัติ ทางกายภาพด้านการ นำไฟฟ้าของวัสดุได้ 2. สามารถนำความรู้ สมบัติทางกายภาพ ด้านการนำไฟฟ้าของ วัสดุไปใช้ในการ ออกแบบและสร้าง สายไฟจำเป็นได้	วิทยาศาสตร์ - วัสดุที่นำไฟฟ้า จะให้ กระแสไฟฟ้า ผ่านได้ ค่าตอบของ โจทย์ปัญหา	คณิตศาสตร์ - กระบวนการ ออกแบบทาง เทคโนโลยี - การเลือกใช้วัสดุ จำเป็น	4

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

หน่วยการเรียนรู้เพิ่มเติม เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ประกอบด้วย 4 หน่วยย่อย ได้แก่ 1) ความแข็ง 2) สภาพยืดหยุ่น 3) การนำความร้อน และ 4) การนำไฟฟ้า โดยแต่ละหน่วยย่อยมีการทดลองและสร้างชิ้นงาน จึงได้กำหนดวัสดุอุปกรณ์ในแต่ละหน่วยย่อยไว้ดังนี้

ตาราง รายการวัสดุอุปกรณ์

หน่วยย่อยที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1.ความแข็ง	กระดาษ A 4	2 แผ่น
	กระดาษแข็ง	1 แผ่น
	ขวดพลาสติก	1 ขวด
	ขวดแก้ว	1 ขวด
	ก้อนหิน	1 ก้อน
	ดินน้ำมัน	1 ก้อน
	เชือก	1 ม้วน
	ไม้	1 ท่อน
	กาว	1 ขวด
	กรรไกร	1 อัน
	อุปกรณ์อื่น ๆ นักเรียนจัดหามาเพิ่มเติม	-
	2.สภาพยืดหยุ่น	ก้อนหิน
ยางรัด		1 เส้น
ไม้บรรทัด		1 อัน
คานไม้		1 อัน
ตะขอหรือที่แขวน		1 อัน
ถุงพลาสติก		1 ใบ
กล่องนม		3 กล่อง
ยางเส้น		1 เส้น
ถ่านไฟฉาย		7 ก้อน
กระดาษฟลิปชาร์ต		1 แผ่น
อุปกรณ์อื่น ๆ นักเรียนจัดหามาเพิ่มเติม		-

ตาราง (ต่อ)

หน่วยย่อยที่	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
3.การนำความร้อน	แก้วพลาสติก	1 ใบ
	แก้วโลหะ	1 ใบ
	ตะเกียบโลหะ	1 แท่ง
	ตะเกียบไม้	1 แท่ง
	ตะเกียบพลาสติก	1 แท่ง
	แท่งแก้วคนสาร	1 แท่ง
	ดินน้ำมัน	1 ก้อน
	ปิកเกอร์ขนาด 250 ml.	1 ใบ
	ปิกเกอร์ขนาด 600 ml.	1 ใบ
	เนย	4 ก้อน
	น้ำร้อน	-
	กระดาษฟลิปชาร์ต	1 แผ่น
	อุปกรณ์อื่น ๆ นักเรียนจัดหาเพิ่มเติม	-
4.การนำไฟฟ้า	เหรียญบาท	1 เหรียญ
	ลวดเสียบกระดาษ	1 อัน
	กระดาษ	1 แผ่น
	แท่งแก้วคนสาร	1 แท่ง
	ยางลบ	1 ก้อน
	ตะเกียบไม้	1 แท่ง
	ผ้า	1 ผืน
	ไม้บรรทัดเหล็ก	1 อัน
	ไม้บรรทัดพลาสติก	1 อัน
	ลูกกุญแจ	1 ดอก
	อุปกรณ์ต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	1 ชุด

การวัดประเมินผล

หน่วยการเรียนรู้สะสมเต็ม เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ประกอบด้วย 4 หน่วยย่อย ได้แก่ 1) ความแข็ง 2) สภาพยืดหยุ่น 3) การนำความร้อน และ 4) การนำไฟฟ้า โดยมี การวัดประเมินผลตามวัตถุประสงค์ดังนี้

ตาราง รายการวัดประเมินผล

หน่วยย่อยที่	ประเด็นการประเมิน	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์ผ่าน
1. ความแข็ง	1. เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งของวัสดุได้	ตรวจใบกิจกรรมที่ 1	- แบบประเมินการให้คะแนนใบกิจกรรมที่ 1	มีระดับคุณภาพผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
	2. สามารถนำความรู้สมบัติเรื่องความแข็งไปใช้ในการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ทรงพลังได้	- ตรวจใบกิจกรรมที่ 2 - ตรวจผลงาน	- แบบประเมินการให้คะแนนใบกิจกรรมที่ 2 - แบบประเมินผลงาน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
	3. นักเรียนใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงานและทำงานเป็นทีม	สังเกต ประเมิน	แบบสังเกตพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
2.สภาพยืดหยุ่น	1. เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านสภาพยืดหยุ่นของวัสดุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ได้	ตรวจใบกิจกรรมที่ 2.1 และ 2.2	แบบประเมินการให้คะแนนใบกิจกรรมที่ 2.1 และ 2.2	มีระดับคุณภาพผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
	2. สามารถนำความรู้สมบัติเรื่องความแข็งไปใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องโยนมะพร้าวได้	- ตรวจใบกิจกรรมที่ 2.3 - ตรวจผลงานเครื่องเหวี่ยงหิน	- แบบประเมินการให้คะแนนใบกิจกรรมที่ 2.3 - แบบประเมินผลงานเครื่องเหวี่ยงหิน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
	3. นักเรียนใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงานและทำงานเป็นทีม	สังเกต ประเมิน	แบบสังเกตพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

ตาราง (ต่อ)

หน่วยย่อยที่	ประเด็นการประเมิน	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์ผ่าน
3.การนำ ความร้อน	1. เปรียบเทียบสมบัติทาง กายภาพด้านการนำความ ร้อนของวัสดุโดยใช้ หลักฐานเชิงประจักษ์ได้	ตรวจใบกิจกรรมที่ 3.1	แบบประเมินการให้ คะแนนใบกิจกรรมที่ 3.1	มีระดับคุณภาพ ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
	2. สามารถนำความรู้สมบัติ เรื่องการนำความร้อนไปใช้ ในการออกแบบและสร้าง เตาอบได้	- ตรวจใบกิจกรรมที่ 3.2 - ตรวจผลงาน	- แบบประเมินการให้ คะแนนใบกิจกรรมที่ 3.2 - แบบประเมินผลงาน	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
	3. นักเรียนใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่น ในการทำงานและทำงาน เป็นทีม	สังเกต ประเมิน	แบบสังเกตพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
4.การนำ ไฟฟ้า	1. เปรียบเทียบสมบัติทาง กายภาพด้านการนำไฟฟ้า ของวัสดุใช้หลักฐานเชิง ประจักษ์ได้	ตรวจใบกิจกรรมที่ 4.1	แบบประเมินการให้ คะแนนใบกิจกรรมที่ 4.1	มีระดับคุณภาพ ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
	2. สามารถนำความรู้สมบัติ เรื่องการนำไฟฟ้าไปใช้ใน การออกแบบและสายไฟจำ เป็นได้	- ตรวจใบกิจกรรมที่ 4.2 - ตรวจผลงาน	- แบบประเมินการให้ คะแนนใบกิจกรรมที่ 4.2 - แบบประเมินผลงาน	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
	3. นักเรียนใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่น ในการทำงานและทำงาน เป็นทีม	สังเกต ประเมิน	แบบสังเกตพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70



ภาคผนวก ค
ตัวอย่างเครื่องมือวิจัย

- แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
- แบบวัดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์
- แบบสัมภาษณ์ความสามารถในการแก้ปัญหา

**ตัวอย่าง แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหานี้เป็นข้อสอบแบบอัตนัย ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ข้อมูลพื้นฐาน และสถานการณ์คำถาม
2. แบบวัดฉบับนี้มีสถานการณ์ปัญหา 5 สถานการณ์ โดยมีข้อความสถานการณ์ละ 4 ข้อ รวม 20 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที
3. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์และคำถามให้เข้าใจแล้วเขียนคำตอบในช่องว่างที่กำหนดให้
4. เกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบคำถามได้ถูกต้องตรงกับแนวคำตอบให้ 2 คะแนน ตอบคำถามได้ถูกต้องตรงกับแนวคำตอบบางส่วนให้ 1 คะแนน และถ้าไม่ตรงแนวคำตอบใดเลยหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1. ชื่อ..... นามสกุล
.....
2. เพศ ชาย หญิง
3. อายุ..... ปี

ส่วนที่ 2 สถานการณ์คำถาม

สถานการณ์ที่ 1 เรื่องต้นส้ม

ลุงสมคิด ลุงสมชาย และหลานชายเป็นเจ้าของสวนส้ม ซึ่งส้มในสวนเจริญเติบโตงอกงามให้ผลดี ลุงสมคิดเห็นว่าพื้นที่บางส่วนยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีก จึงต้องการปลูกพืชชนิดอื่นแซมกับต้นส้ม พืชที่ปลูกมากที่สุดในพื้นที่ใกล้เคียงมี 4 ชนิด คือ สับปะรด มันสำปะหลัง กระถิน และผักบุ้ง แต่ลุงสมคิดต้องการปลูกพืชเพียงชนิดเดียวที่มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด

คำถาม

ข้อ 1 จากสถานการณ์เรื่อง ต้นส้ม ปัญหาของสถานการณ์คืออะไร

.....

ข้อ 2 นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหาดังกล่าวมาจากอะไร

.....

ข้อ 3 นักเรียนมีวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างไร

3.1 วิธีการทดสอบเพื่อแก้ปัญหาคือ

.....

3.2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้คือ

.....

3.3 ขั้นตอนการทดลองคือ

.....

ข้อ 4 นักเรียนจะทราบผลของการแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างไร

.....

สถานการณ์ที่ 2 เรื่องแสงเทียน

ครอบครัวของเด็กชายสมหมายได้นั่งรับประทานเย็นพร้อมกัน ประกอบด้วย พ่อ แม่ พี่สาว น้องชาย และตัวสมหมาย ในขณะที่รับประทานอาหารเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับ ทำให้ห้องรับประทานอาหารมืดสนิท สมหมายจำได้ว่ามีเทียนอยู่ 1 เล่มและไม่ซีดไฟอยู่ข้าง ๆ โต๊ะอาหารโดยหลังจากจุดเทียนสมหมายต้องการวางเทียนในตำแหน่งที่ทำให้โต๊ะอาหารได้รับแสงสว่างเพื่อจะได้รับประทานอาหารต่อ

คำถาม

ข้อ 1 จากสถานการณ์เรื่อง ต้นส้ม ปัญหาของสถานการณ์คืออะไร

.....

ข้อ 2 นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหาดังกล่าวมาจากอะไร

.....

ข้อ 3 นักเรียนมีวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างไร

3.1 วิธีการทดสอบเพื่อแก้ปัญหาคือ

.....

3.2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้คือ

.....

3.3 ขั้นตอนการทดลองคือ

.....

ข้อ 4 นักเรียนจะทราบผลของการแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างไร

.....

ตัวอย่าง แบบวัดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง สมบัติของวัสดุ
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

แบบวัด .1ความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ นี้เป็นแบบเลือกตอบ 4
ข้อ 20 ตัวเลือก จำนวน ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 40 นาที

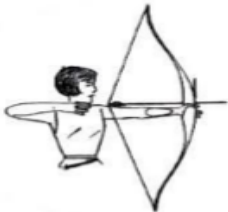
2. ให้นักเรียนอ่านโจทย์และตอบคำถามโดยการทำเครื่องหมาย X บนตัวเลือกที่ถูกต้อง
เกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกต้อง .4ให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ คะแนน 0

ส่วนที่ ข้อมูลพื้นฐาน 1

1. ชื่อ..... นามสกุล.....
2. เพศ ชาย หญิง
3. อายุ..... ปี

ส่วนที่ ข้อคำถาม 2

1. เรื่องการยิงธนู



เมื่อพิจารณาจากท่าทางการยิงธนูที่ผู้ยิงพยายามเหนี่ยวสายธนูไปด้านหลังให้มากที่สุด ก้านธนูซึ่งเป็นวัตถุที่เก็บและถ่ายถอดพลังงานแก่ลูกธนู จะทำงานคล้ายขดลวดสปริง โดยเมื่อออกแรงกดสปริงจะยุบตัวลง และเมื่อปล่อยขดลวดสปริงจะดึงคืนรูปเดิม

จากข้อมูลข้างต้น ควรเป็นการศึกษาในเรื่องใด

- ก. ความแข็งของคันธนู
 - ข. ความแข็งของสายธนู
 - ค. ความยืดหยุ่นของคันธนู
 - ง. ความยืดหยุ่นของสายธนู
- เฉลย ง

2. การผลิตเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต้องพิจารณาจากสมบัติการนำความร้อนของวัสดุ

- ก. ภาชนะหุงต้ม
 - ข. อุปกรณ์ต่อไฟฟ้า
 - ค. เครื่องมือซ่อม
 - ง. อุปกรณ์ตกแต่งห้อง
- เฉลย ก

3. เก่งสังเกตเห็นแม่ค้าใช้ภาชนะในการประกอบอาหารที่แตกต่างกัน ดังนี้

- แม่ค้าคนที่ 1 ใช้กระทะทองเหลืองทำขนมทองหยอด
- แม่ค้าคนที่ 2 ใช้เตาที่ทำจากดินเผาทำขนมครก
- แม่ค้าคนที่ 3 ใช้หม้อสแตนเลสในการต้มน้ำก๋วยเตี๋ยว
- แม่ค้าคนที่ 4 ใช้โถงในการทำไก่อบโถง

แม่ค้าคนใดใช้ภาชนะในการประกอบอาหารโดยอาศัยหลักการนำความร้อนที่ดีที่สุด

- ก. แม่ค้าคนที่ 2 และ 1
 - ข. แม่ค้าคนที่ 3 และ 1
 - ค. แม่ค้าคนที่ 3 และ 2
 - ง. แม่ค้าคนที่ 4 และ 3
- เฉลย ข

4. วัสดุในข้อใดมีความยืดหยุ่นทั้งหมด

- ก. แก้วน้ำ ลูกโป่ง
 - ข. หนังสือ ปากกา
 - ค. ยางรัดผม ลวดสปริง
 - ง. ลูกบอล ดินน้ำมัน
- เฉลย ค

5. จากการสำรวจหมวกกันน็อค บริษัท พบว่ามีการใช้วัสดุแต่ละส่วนตามภาพพร้อมทั้งยังมี 4 สมบัติดังตาราง

ภาพหมวกกันน็อค	บริษัท	สมบัติของวัสดุในชิ้นส่วนหมวกกันน็อค			
		ส่วนนอก	ส่วนใน	สายรัด	บังลม
	A	แข็ง	ยืดหยุ่น	เหนียว	แข็ง
	B	เหนียว	แข็ง	เหนียว	ยืดหยุ่น
	C	แข็ง	แข็ง	เหนียว	แข็ง
	D	เหนียว	ยืดหยุ่น	เหนียว	ยืดหยุ่น

จากข้อมูล นักเรียนควรเลือกใช้หมวกกันน็อคของบริษัทใดจึงจะสามารถลดอาการบาดเจ็บของศีรษะได้หากเกิดอุบัติเหตุ

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

ตัวอย่าง แบบสัมภาษณ์ความสามารถในการแก้ปัญหา
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง การสัมภาษณ์ครั้งนี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการทำปฏิญญาพันธเรื่อง ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้เพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของนายศิริเลิศ ชี้มเทียม นิสิตปริญญาโท หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ในการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยขออนุญาตนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาใช้ในการวิจัยเท่านั้น ผู้สัมภาษณ์จะไม่เปิดเผยข้อมูลเกี่ยวกับผู้ให้สัมภาษณ์ และไม่มีผลใด ๆ ต่อผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งสิ้น และขออนุญาตบันทึกเสียงการสัมภาษณ์เพื่อให้การตีความข้อมูลที่ได้เป็นไปอย่างถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1. ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์..... นามสกุล.....
2. เพศ ชาย หญิง
3. อายุ..... ปี
4. สัมภาษณ์เมื่อวันที่..... เริ่มเวลา..... จบการสัมภาษณ์เวลา.....
5. สถานที่สัมภาษณ์.....
6. ผู้สัมภาษณ์ นายศิริเลิศ ชี้มเทียม

ส่วนที่ 2 ประเด็นคำถาม

1. จากการเรียนรู้ในหน่วยย่อยที่ 2 เรื่องสภาพยืดหยุ่น ที่มีสถานการณ์ปัญหา เกี่ยวกับพิษในท้องถื่นของจังหวัดฉะเชิงเทรา คือ มะพร้าวน้ำหอม เป็นผลผลิตที่ส่งออกจำนวนมาก และมีการขนส่งมะพร้าวครั้งละหลายพันลูกโดยในการจัดการเรียนรู้ได้มีคลิปวิดีโอการส่งมะพร้าวจากร่องน้ำขึ้นรถ

1.1 ในการเรียนรู้ที่ผ่านมา นักเรียนคิดว่าปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

.....

.....

1.2 นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหานี้มาจากอะไร เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

.....

.....

1.3 นักเรียนใช้วิธีการอย่างไรในการแก้ปัญหาี้ เพราะเหตุใดจึงเลือกใช้วิธีการนี้ให้เล่า กระบวนการทำงานภายในกลุ่ม

.....

.....

1.4 นักเรียนพบอุปสรรคในการใช้วิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการในข้อ 1.3 หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

1.5 นักเรียนมีวิธีการปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

1.6 ผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาด้วยวิธีการดังกล่าวเป็นอย่างไร นักเรียนมีการตรวจสอบอย่างไร

.....

.....



ภาคผนวก ง

ผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

- ผลการประเมินหน่วยการเรียนรู้
- ผลการประเมินแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
- ผลการประเมินแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

ผลการประเมินคุณภาพของหน่วยการเรียนรู้

ตาราง 16 ผลการประเมินความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้สะเต็ม เรื่อง สมบัติของวัสดุ
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ข้อ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ			ความสอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1					
1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 2					
1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ			ความสอดคล้อง	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3					
1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 4					
1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 17 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้ ของหน่วยการเรียนรู้สะเต็ม
เรื่อง สมบัติของวัสดุ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ข้อ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1					
1	4	4	4	4.00	มาก
2	4	4	4	4.00	มาก
3	3	4	5	4.00	มาก
4	3	4	5	4.00	มาก
5	4	4	4	4.00	มาก
6	5	4	5	4.67	มากที่สุด
7	5	4	4	4.33	มาก
8	4	4	4	4.00	มาก
9	3	4	5	4.00	มาก
หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 2					
1	4	4	4	4.00	มาก
2	4	4	4	4.00	มาก
3	4	4	4	4.00	มาก
4	3	3	5	3.67	มาก
5	3	4	5	4.00	มาก
6	5	4	4	4.33	มาก
7	5	4	4	4.33	มาก
8	4	4	4	4.00	มาก
9	3	4	5	4.00	มาก

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ			\bar{x}	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 3					
1	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2	4	4	4	4.00	มาก
3	3	4	5	4.00	มาก
4	3	4	5	4.00	มาก
5	4	4	4	4.00	มาก
6	5	4	5	4.67	มากที่สุด
7	5	4	5	4.67	มากที่สุด
8	3	4	5	4.00	มาก
9	3	4	5	4.00	มาก
หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 4					
1	4	5	5	4.67	มากที่สุด
2	4	4	5	4.33	มาก
3	4	3	5	4.00	มาก
4	3	3	5	3.67	มาก
5	4	4	4	4.00	มาก
6	5	4	5	4.67	มากที่สุด
7	5	4	5	4.67	มากที่สุด
8	4	4	4	4.00	มาก
9	3	4	5	4.00	มาก

ผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ตาราง 18 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

สถานการณ์ที่	ข้อที่	ผลการพิจารณา			ความสอดคล้อง	ความหมาย
		ผู้เชี่ยวชาญคนที่				
		1	2	3		
1	1	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
	2	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
	3	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
	4	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
	2	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
	3	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
	4	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3	1	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
	2	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
	3	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
	4	0	1	1	0.67	สอดคล้อง
4	1	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
	2	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
	3	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
	4	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
	2	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
	3	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
	4	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 19 ความเหมาะสมและการนำไปใช้ จำแนกเป็นรายชื่อของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

สถานการณ์ที่	ข้อที่	ผลการพิจารณา			\bar{x}	ความหมาย
		ผู้เชี่ยวชาญคนที่				
		1	2	3		
1	1	4	3	5	4.00	นำไปใช้ได้
	2	4	3	5	4.00	นำไปใช้ได้
	3	4	3	5	4.00	นำไปใช้ได้
	4	4	3	5	4.00	นำไปใช้ได้
2	1	3	4	5	4.00	นำไปใช้ได้
	2	3	4	5	4.00	นำไปใช้ได้
	3	3	4	5	4.00	นำไปใช้ได้
	4	3	4	5	4.00	นำไปใช้ได้
3	1	4	3	5	4.00	นำไปใช้ได้
	2	4	3	5	4.00	นำไปใช้ได้
	3	4	3	5	4.00	นำไปใช้ได้
	4	4	3	5	4.00	นำไปใช้ได้
4	1	4	3	5	4.00	นำไปใช้ได้
	2	4	3	5	4.00	นำไปใช้ได้
	3	4	3	5	4.00	นำไปใช้ได้
	4	4	3	5	4.00	นำไปใช้ได้
5	1	4	3	5	4.00	นำไปใช้ได้
	2	4	3	5	4.00	นำไปใช้ได้
	3	4	3	5	4.00	นำไปใช้ได้
	4	4	3	5	4.00	นำไปใช้ได้

ตาราง 20 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด
ความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

สถานการณ์ที่	ข้อที่	ค่าความ ยากง่าย (p)	ระดับ	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ระดับ
1	1	0.56	ปานกลาง	0.88	จำแนกได้
	2	0.56	ปานกลาง	0.88	จำแนกได้
	3	0.56	ปานกลาง	0.88	จำแนกได้
	4	0.56	ปานกลาง	0.88	จำแนกได้
2	1	0.58	ปานกลาง	0.83	จำแนกได้
	2	0.58	ปานกลาง	0.83	จำแนกได้
	3	0.58	ปานกลาง	0.83	จำแนกได้
	4	0.58	ปานกลาง	0.83	จำแนกได้
3	1	0.65	ง่าย	0.56	จำแนกได้
	2	0.65	ง่าย	0.56	จำแนกได้
	3	0.65	ง่าย	0.56	จำแนกได้
	4	0.65	ง่าย	0.56	จำแนกได้
4	1	0.45	ปานกลาง	0.75	จำแนกได้
	2	0.45	ปานกลาง	0.75	จำแนกได้
	3	0.45	ปานกลาง	0.75	จำแนกได้
	4	0.45	ปานกลาง	0.75	จำแนกได้
5	1	0.54	ปานกลาง	0.58	จำแนกได้
	2	0.54	ปานกลาง	0.58	จำแนกได้
	3	0.54	ปานกลาง	0.58	จำแนกได้
	4	0.54	ปานกลาง	0.58	จำแนกได้

Cronbach's α Coefficient = 0.94

ผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 21 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ			ความสอดคล้อง	ความหมาย	ข้อที่เลือกใช้
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/
2	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/
3	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/
4	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/
5	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/
6	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/
7	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/
8	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/
9	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/
10	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/
11	-1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	
12	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/
13	0	+1	+1	0.67	สอดคล้อง	
14	0	+1	+1	0.67	สอดคล้อง	
15	0	+1	+1	0.67	สอดคล้อง	
16	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/
17	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/
18	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/
19	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/
20	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ			ความสอดคล้อง	ความหมาย	ข้อที่เลือกใช้
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
21	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/
22	-1	+1	+1	0.33	ไม่สอดคล้อง	
23	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/
24	0	+1	+1	0.67	สอดคล้อง	
25	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/
26	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	/
27	-1	+1	+1	0.33	ไม่สอดคล้อง	
28	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง	
29	0	+1	+1	0.67	สอดคล้อง	
30	0	+1	+1	0.67	สอดคล้อง	

ตาราง 22 ความเหมาะสม จำแนกเป็นรายชื่อของแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	ระดับความ เหมาะสม	ข้อที่เลือกใช้
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	4	3	5	4.00	มาก	/
2	4	3	5	4.00	มาก	/
3	4	4	5	4.33	มาก	/
4	5	5	5	5.00	มากที่สุด	/
5	2	5	5	4.00	มาก	/
6	2	5	5	4.00	มาก	/
7	2	5	5	4.00	มาก	/
8	5	5	5	5.00	มากที่สุด	/
9	2	5	5	4.00	มาก	/
10	3	5	5	4.33	มาก	/
11	1	5	5	3.67	มาก	
12	5	5	5	5.00	มากที่สุด	/
13	3	5	5	4.33	มาก	
14	1	5	5	3.67	มาก	
15	1	5	5	3.67	มาก	
16	3	5	5	4.33	มาก	/
17	5	5	5	5.00	มากที่สุด	/
18	5	5	5	5.00	มากที่สุด	/
19	5	5	5	5.00	มากที่สุด	/
20	5	5	5	5.00	มากที่สุด	/

ตาราง 21 (ต่อ)

ข้อ	ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ			\bar{x}	ระดับความเหมาะสม	ข้อที่เลือกใช้
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
21	5	5	5	5.00	สอดคล้อง	/
22	1	5	5	3.67	สอดคล้อง	
23	5	5	5	5.00	สอดคล้อง	/
24	1	5	5	3.67	สอดคล้อง	
25	5	5	5	5.00	สอดคล้อง	/
26	5	5	5	5.00	สอดคล้อง	/
27	1	5	5	3.67	สอดคล้อง	
28	5	5	5	5.00	สอดคล้อง	
29	5	5	5	5.00	สอดคล้อง	
30	1	5	5	3.67	สอดคล้อง	

ตาราง 23 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความเข้าใจเนื้อหาทาง
วิทยาศาสตร์

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การแปลผล	ข้อที่เลือกใช้
1	0.59	0.59	นำไปใช้ได้	/
2	0.76	0.71	นำไปใช้ได้	/
3	0.76	0.71	นำไปใช้ได้	/
4	0.53	0.47	นำไปใช้ได้	/
5	0.53	0.59	นำไปใช้ได้	/
6	0.65	0.71	นำไปใช้ได้	/
7	0.59	0.59	นำไปใช้ได้	/
8	0.59	0.59	นำไปใช้ได้	/
9	0.71	0.47	นำไปใช้ได้	/
10	0.76	0.47	นำไปใช้ได้	/
11	0.53	0.23	นำไปใช้ได้	
12	0.65	0.47	นำไปใช้ได้	/
13	0.53	0.23	นำไปใช้ได้	
14	0.53	0.35	นำไปใช้ได้	
15	0.53	0.23	นำไปใช้ได้	
16	0.76	0.47	นำไปใช้ได้	/
17	0.71	0.59	นำไปใช้ได้	/
18	0.76	0.71	นำไปใช้ได้	/
19	0.76	0.59	นำไปใช้ได้	/
20	0.65	0.47	นำไปใช้ได้	/

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การแปลผล	ข้อที่เลือกใช้
21	0.76	0.59	นำไปใช้ได้	/
22	0.59	0.47	นำไปใช้ได้	
23	0.71	0.59	นำไปใช้ได้	/
24	0.53	0.35	นำไปใช้ได้	
25	0.59	0.59	นำไปใช้ได้	/
26	0.65	0.47	นำไปใช้ได้	/
27	0.53	0.82	นำไปใช้ได้	
28	0.59	0.35	นำไปใช้ได้	
29	0.53	0.23	นำไปใช้ได้	
30	0.53	0.23	นำไปใช้ได้	



ภาคผนวก จ
หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัย



หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย
เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยและยินยอม

หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC-G- 250/2564E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจาก คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและ ข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้สะสมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจ เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ชื่อผู้วิจัยหลัก: นาย ศิริเลิศ ชัมเทียม

สังกัด: ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา

เอกสารที่รับรอง:

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

เอกสารที่พิจารณาทบทวน

- | | |
|---|--|
| 1. แบบเสนอโครงการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 31 พฤษภาคม 2564 |
| 2. โครงร่างการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 31 พฤษภาคม 2564 |
| 3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 31 พฤษภาคม 2564 |
| 4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 31 พฤษภาคม 2564 |

(ลงชื่อ).....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทันตแพทย์หญิงณปภา เอี่ยมจิรกุล)

กรรมการและเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ).....

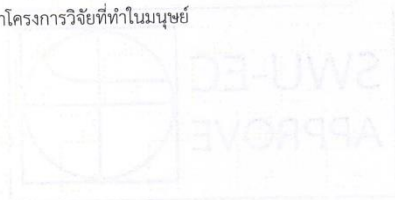
(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/E/G-250/2564

วันที่ให้การรับรอง : 31/05/2564

วันหมดอายุใบรับรอง : 31/05/2565





ที่ อว 8718/

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

11 ตุลาคม 2564

เรื่อง ขออนุญาตผลการพิจารณาโครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G- 250/2564E

เรียน นาย ศิริเลิศ ชุ่มเทียม

สิ่งที่ส่งมาด้วย ใบรับรองโครงการวิจัย SWUEC/E/G-250/2564

ตามที่ท่านได้ส่งโครงการวิจัยเรื่อง ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้สะสมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G 250/2564E เพื่อรับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ นั้น

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยดังกล่าว บัดนี้ คณะกรรมการฯ ให้การรับรองโครงการวิจัยดังกล่าวแล้วเมื่อวันที่ 31 พฤษภาคม 2564 รายละเอียดดังนี้

Certificate Number	SWUEC/E/G-250/2564
Date of Approval	31 พฤษภาคม 2564 (อายุใบรับรองโครงการวิจัย 12 เดือน)
Date of Expiration	31 พฤษภาคม 2565
Continuing Review	ทุก 12 เดือน (ครบกำหนดส่งรายงานครั้งแรก วันที่ 31 พฤษภาคม 2565)

ในการนี้ คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ คุ้มครองความกรุณาให้ผู้วิจัยส่งรายงานความก้าวหน้าของการวิจัยและต่ออายุการรับรองก่อนกำหนดวันหมดอายุ 30 วัน เพื่อให้เป็นไปตามวิธีดำเนินการมาตรฐาน (SOPs version 2.0) ของคณะกรรมการฯ ทั้งนี้รายละเอียดของเอกสารที่ให้การรับรองตามที่ปรากฏใน Certificate of Approval (Certificate Number SWUEC/E/G-250/2564) ที่แนบมาพร้อมนี้

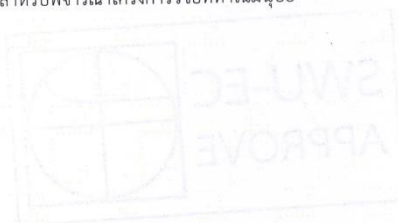
จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
โทรศัพท์ 0-2649-5000 ต่อ 12430
โทรสาร 0-2259-1822



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ศิริเลิศ ชุ่มเทียม
วัน เดือน ปี เกิด	19 สิงหาคม 2535
สถานที่เกิด	อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี
วุฒิการศึกษา	พ.ศ.2559 ครุศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) เกียรตินิยมอันดับ 2 จาก มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
ที่อยู่ปัจจุบัน	1 หมู่ 9 ตำบลลาดกระโทง อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา 24160

