



การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา
ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
ทักษะการทำงานเป็นทีม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

วิทยานิพนธ์

ของ

พิมพ์พิชชา ศาสตร์ราชัย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาการศึกษา

กันยายน 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา
ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
ทักษะการทำงานเป็นทีม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

วิทยานิพนธ์
ของ
พิมพ์พิชชา ศาสตราชัย
พิมพ์พิชชา ศาสตราชัย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาการศึกษา
กันยายน 2562
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

DEVELOPMENT OF SCIENCE LEARNING ACTIVITY PACKAGE USING STEM
EDUCATION AND COLLABORATIVE LEARNING AFFECTING PRATHOM
SUKSA 5 STUDENTS' CREATIVE PROBLEM SOLVING,
TEAMWORK SKILLS AND LEARNING ACHEIVEMENT

By

PIMPITCHA SASTRACHAI

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements for
The Master of Education Degree in Educational Research and
Development at Sakon Rajabhat University

September 2019

All Rights Reserved by Sakon Nakhon Rajabhat University



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาการศึกษา

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทักษะการทำงานเป็นทีม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ พิมพ์พิชชา ศาสตราชัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการสอบกรรมการสอบและ
(ดร.อุษา ปราบหงษ์) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารศรี กลางประพันธ์) ประธานที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

.....กรรมการสอบกรรมการสอบและ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพลินพิศ ธรรมรัตน์) แต่งตั้งเพิ่มเติม (ดร.สมเกียรติ พลละจิตต์) กรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

.....กรรมการสอบ
(ดร.ศุภกร ศรีเพชร) ผู้ทรงคุณวุฒิ

คณะกรรมการบริหารหลักสูตรรับรองแล้ว

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารศรี กลางประพันธ์)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.หาญชัย อัมภานล)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เมื่อวันที่ 13 เดือน กันยายน พ.ศ. 2562

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารศรี กลางประพันธ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา และ ดร.สมเกียรติ พละจิตต์ กรรมการที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ส่งผลให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.สมพร หลิมเจริญ ตำแหน่ง ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 1 ดร.สมพงษ์ พันธุ์รัตน์ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำวิชาสาขา การวัดผลและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ดร.สุภชัย สุริยะกมล ตำแหน่ง ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านนาตะแบง 1 นายสุริยา เสียงเย็น ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านนิคมร่มเกล้า และนางวนิดาพร วรวิรุฬวงศ์ ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ (กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมุกดาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 1) ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือต่างๆ ในการ วิจัยครั้งนี้ ตลอดจนให้คำแนะนำและข้อคิดที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านคำไหล โรงเรียนบ้านนาอุดม โรงเรียนบ้าน ขอนแก่น และโรงเรียนบ้านป่าเตย ที่ได้อนุญาตให้ใช้นักเรียนในการทดลองใช้เครื่องมือ และเก็บ รวบรวมข้อมูลในการวิจัย และขอขอบใจนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านป่าเตย ปีการศึกษา 2561 ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณเพื่อสาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาการศึกษา รุ่น 7 ที่คอยให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ และคำแนะนำเกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้าวิจัย

ขอขอบพระคุณสมาชิกทุกคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุน ให้ความช่วยเหลือ และ กำลังใจในการวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน

พิมพ์พิชชา ศาสตราชัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ผู้วิจัย	พิมพ์พิชชา ศาสตราชัย
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารศรี กลางประพันธ์ ดร.สมเกียรติ พลละจิตต์
ปริญญา	ค.ม. (การวิจัยและพัฒนาการศึกษา
ปีที่พิมพ์	2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1 หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง แรงและความดัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 2 เปรียบเทียบ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 3 เปรียบเทียบทักษะการทำงานเป็นทีม 4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และ 5 เปรียบเทียบการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านป่าเตย จังหวัดมุกดาหาร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา มุกดาหาร ที่เรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 18 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ 2) แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 3 แบบประเมินทักษะ การทำงานเป็นทีม 4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 5 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) สถิติทดสอบค่าที (t-test for Dependent Samples, t-test for One Samples) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

(One-way ANOVA) การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมพหุคูณทางเดียว (One-way MANCOVA) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (One-way ANCOVA)

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 90.54/87.40 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้
2. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ หลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
5. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน ที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง มีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มปานกลางและต่ำ ตามลำดับ และนักเรียนกลุ่มปานกลางสูงกว่ากลุ่มต่ำ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา การเรียนรู้แบบร่วมมือ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

TITLE	Development of Science Learning Activity Package Using STEM Education and Collaborative Learning Affecting Prathom Suksa 5 Students' Creative Problem Solving, Teamwork Skills and Learning Achievement
AUTHOR	Pimpitcha Sastrachai
ADVISORS	Asst. Prof. Dr. Marasri Klangraphan Dr. Somkiat Palajit
DEGREE	M.Ed. (Educational Research and Development)
INSTITUTION	Sakon Nakhon Rajabhat University
YEAR	2019

ABSTRACT

The purposes of this study included the following: 1) to find the efficiency of science learning activity package using STEM Education and Collaborative Learning for Prathom Suksa 5 students which was entitled Force and Pressure, 2) to compare the students' creative problem solving, 3) to compare the students' teamwork skills, 4) to compare the students' learning achievements gained before and after learning through the developed science learning activity package, 5) to compare creative problem solving and learning achievements of the students whose science process skills differed (high, moderate, and low) after they had learnt through the developed science learning activity package using STEM Education and Collaborative Learning. Selected by cluster random sampling using the classrooms as the sampling unit, the samples were 18 Prathom Suksa 5 students who enrolled in the second semester of 2018 academic year at Ban Patoey School under the Office of Mukdahan Primary Educational Service Area. The instruments used in this study consisted of: 1) the science learning activity package using STEM Education and Collaborative Learning, 2) the form to measure the students' creative problem solving, 3) the form to assess the students' teamwork skills, 4) learning achievement test, and 5) the test to evaluate the students' science process skills. Statistics adopted for data analysis

comprised mean, standard deviation, E_1/E_2 , t –test (Dependent samples), One–way ANOVA, One–way MANCOVA, and One–way ANCOVA.

The study revealed these results:

1. The science learning activity package using STEM Education and Collaborative Learning for Prathom Suksa 5 students contained its efficiency of 90.54/87.40 which was higher than the set criteria.

2. After learning through the developed science learning activity package using STEM Education and Collaborative Learning, the students' creative problem solving was significantly higher than that of before at .05 statistical level.

3. After learning through the developed science learning activity package using STEM Education and Collaborative Learning, the students' teamwork skills were significantly higher than those of before at .05 statistical level.

4. After learning through the developed science learning activity package using STEM Education and Collaborative Learning, the students' learning achievement was significantly higher than that of before at .05 statistical level.

5. After learning through the developed science learning activity package using STEM Education and Collaborative Learning, creative problem solving and learning achievements of the students whose science process skills differed were significantly varied at .05 statistical level. The students whose science process skills were high had higher creative problem solving than those whose science process skills were moderate and low, respectively. The students whose science process skills were moderate had higher creative problem solving than those whose science process skills were low. Nevertheless, learning achievements of the students whose science process skills differed were not varied after learning through the developed science learning activity package using STEM Education and Collaborative Learning.

Keywords: Science learning activity package, STEM Education and Collaborative Learning, creative problem solving, teamwork skills, learning achievement

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
คำถามของการวิจัย	7
ความมุ่งหมายของการวิจัย	8
สมมติฐานของการวิจัย	9
ความสำคัญของการวิจัย	9
ขอบเขตของการวิจัย	10
กรอบแนวคิดของการวิจัย	13
นิยามศัพท์	14
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	21
ความสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	21
สาระสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	22
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้	23
คุณภาพผู้เรียน.....	25
หลักสูตรสถานศึกษา.....	26
แนวคิดและหลักการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้	40
ความหมายของชุดกิจกรรม	41
ประเภทของชุดกิจกรรม	42
องค์ประกอบของชุดกิจกรรม	42
ขั้นตอนการผลิตชุดกิจกรรม	44
แนวคิดในการทดสอบประสิทธิภาพชุดกิจกรรม	46
ประโยชน์ของชุดกิจกรรม	48
การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม	50

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)	53
แนวคิดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	53
ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	55
หลักการออกแบบการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	58
กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	60
บทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษา	67
แนวทางในการนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้	72
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	73
การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)	75
ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ	75
ทฤษฎี แนวคิด และหลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ	77
ลักษณะและองค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือ	77
ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ.....	79
เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ	81
บทบาทของครูที่สอนโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ	83
บทบาทของนักเรียนที่เรียนโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ	84
ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือ	84
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	85
ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	85
ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	86
การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	91
ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	91
ความสำคัญในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	93

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ลักษณะของปัญหา	94
จุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	94
แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	95
การประเมินผลการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	100
ทักษะการทำงานเป็นทีม	101
ความหมายของทักษะการทำงานเป็นทีม	101
องค์ประกอบของทักษะการทำงานเป็นทีม	103
ความสำคัญของทักษะการทำงานเป็นทีม	105
รูปแบบทักษะการทำงานเป็นทีม	106
กระบวนการทักษะการทำงานเป็นทีม	108
ประโยชน์ของทักษะการทำงานเป็นทีม	109
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	111
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	112
องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	112
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	114
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	116
งานวิจัยในประเทศ	116
งานวิจัยในต่างประเทศ	121
3 วิธีดำเนินการวิจัย	125
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	125
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	126
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ	127
แบบแผนการวิจัย	149
การเก็บรวบรวมข้อมูล	152

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การวิเคราะห์ข้อมูล	154
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	156
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	163
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	163
การวิเคราะห์ข้อมูล	164
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	165
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	177
สรุปผลการวิจัย	178
อภิปรายผล	179
ข้อเสนอแนะ	193
บรรณานุกรม	197
ภาคผนวก	213
ภาคผนวก ก ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย	215
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ	223
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูล	269
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและภาพประกอบกิจกรรมการเรียนรู้	289
ประวัติย่อของผู้วิจัย	381

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง (ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5)	27
2	โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	38
3	บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	68
4	ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ ของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	129
5	กำหนดวัน เวลา ในการหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้	133
6	ตารางกำหนดพฤติกรรมการวัดและจำนวนข้อสอบ รายวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	140
7	ตารางกำหนดพฤติกรรมการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ และจำนวนข้อสอบ รายวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	145
8	แบบแผนการทดลอง แบบสองกลุ่มเปรียบเทียบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน (One Group Pretest – Posttest Design)	150
9	กำหนดการสอนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง แรงและความดัน ..	153
10	ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ นักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	166
11	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนว สะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนในภาพรวมและรายด้าน	167

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
12	ผลการวิเคราะห์ทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	168
13	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน	169
14	ผลการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้ความแปรปรวนร่วมพหุคูณทางเดียว (One-way MANCOVA)	170
15	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (One – way ANCOVA) ของตัวแปรตามการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน ของนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน เมื่อเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ	171
16	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกันเป็นรายคู่ เมื่อเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ	172
17	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (One – way ANCOVA) ของตัวแปรตาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน ของนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน เมื่อเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ .	173

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
18	แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ชุดที่ 1 เรื่อง แรงรับกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ	225
19	แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ชุดที่ 2 เรื่อง แรงดันอากาศ	229
20	แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ชุดที่ 3 เรื่อง แรงดันของของเหลว	233
21	แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ชุดที่ 4 เรื่อง การลอย การจม และแรงพยุง	237
22	แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ชุดที่ 5 เรื่อง แรงเสียดทาน	241
23	แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ชุดกิจกรรม ชุดที่ 1-5	245
24	แสดงผลการทดลองภาคสนามชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือกับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 14 คน ในแต่ละชุด (ชุดที่ 1-5	246
25	แสดงผลการทดลองภาคสนามชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือกับนักเรียน (ชุดที่ 1-5) ในภาพรวม	247

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
26	แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน	248
27	แสดงผลการทดลองภาคสนามแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 14 คน	249
28	แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน	252
29	แสดงผลการประเมินวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและความดัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กับจุดประสงค์การเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 ท่าน	253
30	แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและความดัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	255
31	แสดงการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและความดัน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แบบทดสอบ จำนวน 30 ข้อ จากกลุ่มทดลองจำนวน 15 คน	259
32	แสดงผลการประเมินวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน	261
33	แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	263
34	แสดงการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 ข้อ จากกลุ่มทดลองจำนวน 14 คน	266

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
35	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ จากการประเมินใบงาน แบบทดสอบย่อย และแบบสังเกตทักษะการทำงานเป็นทีม (ชุดที่ 1-5)	271
36	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ จากการทดสอบก่อนเรียนและ ทดสอบหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	273
37	ผลการเปรียบเทียบคะแนนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน และทักษะการทำงานเป็นทีม ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตาม แนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ	274

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดของการวิจัย	13
2 แสดงระดับการบูรณาการการจัดการเรียนตามแนวสะเต็มศึกษา	58
3 วงจรกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของ National Research Council	61
4 แสดงกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของ ITEEA	62
5 แสดงวงจรกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของ Engineering is Elementary, UK	63
6 วงจรกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของ STEM Center for Teaching and Learning™	64
7 วงจรกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของ (National Curriculum, International GCSE and IB Diploma, UK.	64
8 วงจรกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ของรัฐนิวเซาท์เวลส์ ประเทศออสเตรเลีย	65
9 แสดงวงจรกระบวนการเทคโนโลยี (Technological process) ของสถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย	66
10 แสดงสรุปขั้นตอนของการวิจัย	151

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นกระบวนการพัฒนามนุษย์ให้มีความเจริญก้าวหน้าการศึกษาที่มีคุณภาพจะส่งผลให้มนุษย์มีการพัฒนาคุณภาพตนเองให้สูงขึ้น เกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเองตลอดชีวิต ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศชาติโดยเฉพาะประเทศที่มีความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มักจะเป็นประเทศที่เป็นผู้นำทางด้านเศรษฐกิจด้วย ความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ ช่วยพัฒนาความเป็นอยู่ของมนุษย์ให้มีความสะดวกสบายมากขึ้น มีเครื่องมือเครื่องใช้ที่ทันสมัย เนื่องจากวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาความคิดของมนุษย์ให้เป็นคนที่มีเหตุผล มีการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและความคิดสร้างสรรค์ (ณัฐนันท์ สาราณสุข, 2555, หน้า 1 นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังทำให้เกิดองค์ความรู้และเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติมากขึ้น การพัฒนาประเทศให้มีศักยภาพในการแข่งขันกับนานาประเทศนั้น จำเป็นต้องสร้างความเข้มแข็งทางด้านความรู้วิทยาศาสตร์ให้แก่ประชาชน การจัดการศึกษาเป็นการเตรียมให้คนอยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งเป็นผู้ผลิตและผู้บริโภคอย่างชาญฉลาด (ชะลอ จินตุง, 2552, หน้า 2

โลกปัจจุบันอยู่ในช่วงศตวรรษที่ 21 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านการเมือง เศรษฐกิจ สังคมและเทคโนโลยีโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดดส่งผลให้การจัดการศึกษาต้องเปลี่ยนจากกระบวนทัศน์แบบดั้งเดิม (Tradition Paradigm) ไปสู่กระบวนทัศน์ใหม่ (New Paradigm) ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ควรมีการปรับให้เท่าทันต่อการปฏิวัติทางเทคโนโลยีสารสนเทศ การแพร่กระจายของความรู้และวิทยาการต่างๆ (วิจารณ์ พานิช, 2555) โดยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มที่ ได้เปิดกว้างทางความคิด มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ พัฒนาชีวิตด้วยทักษะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เสริมคุณลักษณะต่างๆ ที่จำเป็นในการดำรงชีวิตและช่วยให้

ผู้เรียนสามารถอยู่ร่วมกับสังคมได้อย่างปกติสุข (Marzano, 2011) โดยจะต้องพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

การพัฒนาคุณภาพการศึกษาตามแนวทางของแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 ได้ระบุว่า ทักษะที่จำเป็นในโลกศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วยทักษะที่เรียกตามคำย่อว่า 3Rs 8Cs ประกอบด้วย อ่านออกเขียนได้และคิดเลขเป็น ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์ ทักษะด้านความร่วมมือการทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ ทักษะด้านการสื่อสารสารสนเทศ รู้เท่าทันสื่อ ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ การสื่อสารทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ ความมีเมตตา กรุณา มีวินัยคุณธรรมจริยธรรม ซึ่งการจัดการเรียนการสอนในยุคศตวรรษที่ 21 มุ่งเน้นเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษา ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการปฏิบัติ การเรียนรู้สถานการณ์จริงหรือประเด็นในสังคมซึ่งเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ได้กำหนดวิสัยทัศน์ (Vision) โดยระบุว่า “คนไทยทุกคนได้รับการศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างเป็นสุข สอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและการเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21” (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, หน้า 16 เช่นเดียวกับ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545 มาตรา 24 (5) ที่ได้ระบุถึงการจัดการศึกษาไว้ว่าต้องจัดตามความสนใจของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามสภาพจริง ได้ฝึกทักษะและกระบวนกรคิด มีการปลูกฝัง ค่านิยม คุณธรรม จริยธรรมที่พึงประสงค์ โดยมีความมุ่งหมายที่จะพัฒนาคนไทยให้มีความรู้ด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2545 อ้างถึงใน สิริกร กลยนิย, 2556, หน้า 1 นโยบายการศึกษาที่สำคัญของประเทศไทยที่ทำให้เห็นภาพการเปลี่ยนแปลงการศึกษาของประเทศไทย ในช่วง พ.ศ. 2558 – พ.ศ.2559 ที่ผ่านมา คือ โครงการลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ ที่นักเรียนจะต้องเรียนในห้องเรียนน้อยลง และให้เรียนรู้นอกห้องเรียนมากขึ้น เพื่อจัดกิจกรรมที่เสริมสร้างสมอง (Head คุณธรรม จริยธรรม (Hart และทักษะ (Hand รวมทั้งสุขภาพ (Health โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง (วิระชาติ กิเลนทอง, 2560, หน้า 5-6

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ได้ระบุว่า “คนเป็นศูนย์กลางการพัฒนา” โดยการนำนวัตกรรมมาพัฒนาภูมิปัญญาเพื่อยกระดับศักยภาพของประเทศโดยจะมุ่งเน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทำให้เกิดสิ่งใหม่ที่มี

มูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ (สำนักงานคณะกรรมการการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) สอดคล้องกับแนวคิดในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้เป็นกำลังสำคัญของชาติ บนพื้นฐานความเชื่อว่ามนุษย์ทุกคนสามารถเรียนรู้ได้และพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) และกำหนดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนไว้ 5 ประการคือ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตและความสามารถในการใช้เทคโนโลยีและเพื่อให้สอดคล้องต่อการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ คือกระบวนการแก้ไขอุปสรรคหรือสถานการณ์ที่บีบคั้น ชัดขวางที่ทำให้ไม่สามารถไปถึงเป้าหมายที่วางไว้ได้โดยส่งผลกระทบต่อคนน้อยที่สุด การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการสำคัญที่มนุษย์ใช้เพื่อความอยู่รอดรวมทั้งการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์บริบท วิธีการแก้ปัญหานั้นอาจไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวเสมอไปอาจใช้กลยุทธ์ต่างกันเพื่อให้ปัญหาคืบคลาน การแก้ปัญหาวัยวิธีการเดิมที่เคยใช้มา มักจะไม่ได้ผล จึงจำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ หาวิธีการใหม่ๆ เพื่อนำมาแก้ปัญหาให้ลุล่วงเกิดผลเชิงบวกและมีผลกระทบต่อคนน้อยที่สุด (ภัสสร ติตมา, 2558, หน้า 1) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ต้องเน้นทักษะกระบวนการคิดที่สามารถเน้นให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์เพื่อตอบโจทย์ของการเปลี่ยนแปลงของยุคสมัยในขณะนี้ ซึ่งทักษะการคิดที่กล่าวถึงคือ การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (พรสวรรค์ วงษ์ตาธรรม, 2558, หน้า 1) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จึงเป็นความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่รวบรวมความรู้และประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงกับปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมกับสถานการณ์นั้นๆ โดยใช้ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ คิดหาวิธีการใหม่ มีความหลากหลายและแตกต่างจากเดิม และตัดสินใจเลือกวิธีที่ดีที่สุดที่เหมาะสมกับปัญหาสถานการณ์นั้น (ฐาปนีย์ สีเฉลียว, 2553, หน้า 16) หลักการในการพัฒนา สังคมใดจะสามารถฝ่าวิกฤติไปได้ขึ้น ขึ้นอยู่กับระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของสมาชิกในสังคมนั้น หากขาดการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แล้ว จะทำให้เกิดปัญหาอื่นตามมามากมาย (อุตม กาญจนจันทร์, 2556, หน้า 2)

ทักษะการทำงานเป็นทีม เป็นคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่สำคัญและมีความจำเป็นสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 หลักในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นอกจากการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แล้ว การฝึกทักษะการทำงาน

ร่วมกันเป็นทีม การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการทำงานกลุ่ม จะส่งผลให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน รู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเอง รู้จักการปรับตัวให้เข้ากับบริบทสังคมและเติบโตเป็นทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพต่อไป นอกจากนี้การทำงานเป็นทีม ยังเป็นการฝึกให้นักเรียนระดมพลังสมองทางความคิดและสติปัญญาที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดเป็นความคิดที่กว้างขวาง รอบคอบ และเมื่อนำมาประสานกันอย่างเหมาะสม ซึ่งจะทำให้การทำงานที่ต้องใช้ความสามารถที่หลากหลายดำเนินไปได้ด้วยดี ดังนั้นการจัดการเรียนการสอน ครูควรกำหนดปัญหาสถานการณ์ที่ต้องช่วยกันระดมความคิดและลงมือปฏิบัติเป็นทีม เพื่อปลูกฝังทักษะการทำงานเป็นทีมแก่ผู้เรียน (ทิตานา แคมณี, 2554, หน้า 48

แม้ว่าในปัจจุบันจะมีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างหลากหลาย แต่จากการศึกษา ผู้วิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยังอยู่ในระดับต่ำ จากการศึกษางานวิจัยทางการศึกษาของประเทศไทยหลายปีที่ผ่านมา พบว่า การวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เน้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพียงอย่างเดียว ผู้เรียนจดจำเนื้อหาแล้วนำมาตอบในแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบที่ครูผู้สอนสร้างขึ้น ไม่ได้เน้นวัดผลด้านการคิด โดยเฉพาะการวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดแก้ปัญหา คิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดสร้างสรรค์ และไม่เน้นการวัดและประเมินผลด้านการปฏิบัติ ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาเฉพาะด้านความรู้ แต่ไม่ได้รับการพัฒนาด้านการคิดและการปฏิบัติ ผู้เรียนสามารถผ่านการประเมินผลในชั้นเรียน แต่ในการวัดประเมินผลในสถานการณ์อื่นที่ซับซ้อนหรือการนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาจริงในชีวิตประจำวันไม่ได้ (ฐิตาภรณ์ พิมพ์จันทร์, 2556, หน้า 2

โรงเรียนบ้านป่าเตย เป็นสถานศึกษาที่ให้ความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิด และการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้ศึกษาปัญหาหรือข้อบกพร่องในด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทั้งด้านครูผู้สอน ด้านการจัดการเรียนรู้และด้านผู้เรียน พบปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนรู้ คือ 1 ด้านครูผู้สอน พบว่า รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่มีความหลากหลาย ขาดความแปลกใหม่ ขาดการฝึกทักษะกระบวนการคิดให้กับผู้เรียน และการเตรียมการสอน นอกจากนี้ ในการวัดและประเมินผล ส่วนใหญ่ยังเน้นข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพียงด้านเดียวเป็นหลัก ซึ่งเป็นการวัดด้านความรู้ความเข้าใจเป็นหลัก ส่วนการวัดผลและ

ประเมินผลเกี่ยวกับด้านพฤติกรรมการเรียนรู้และทักษะกระบวนการการทำงานเป็นกลุ่ม
 เกณฑ์การประเมินยังขาดความชัดเจนและไม่ครอบคลุม 2 ด้านการจัดการเรียนรู้ พบว่า
 ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์มีการจัดโต๊ะเรียนแบบกลุ่ม แต่การจัดกระบวนการเรียนรู้ไม่ได้เน้นให้
 นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มหรือการทำงานเป็นทีม และการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้
 ไม่ได้เน้นให้ผู้เรียนได้คิดและใช้ศักยภาพของผู้เรียนเท่าที่ควร เพียงแต่ให้ทำกิจกรรมตาม
 หนังสือ ไม่ได้ฝึกการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน 3 ด้านผู้เรียน
 ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบคือ นักเรียนขาดความกระตือรือร้นในการเรียน ขาดทักษะในการ
 แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ขาดการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ชอบทำเลียนแบบกัน ชอบทำงาน
 เดี่ยวมากกว่าการทำงานกลุ่ม ส่งผลให้ขาดการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน ไม่เกิดความคิด
 ที่แปลกใหม่ ไม่มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ จึงไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้จากการเรียนไปใช้
 ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ซึ่งส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำด้วย โดยมี
 ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในปีการศึกษา
 2560 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเป้าหมายของทางโรงเรียนที่ได้กำหนดไว้ คือร้อยละ
 75 ขึ้นไป แต่นักเรียน ในระดับประถมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระ
 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 52.57 (โรงเรียนบ้านป่าเตย, กลุ่มบริหารงาน
 วิชาการ, 2560) มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 ที่ไม่น่าพอใจ

จากสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้น
 กระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนารูปแบบ
 การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียนให้มีการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีทักษะการทำงานเป็นทีม
 ตลอดจนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นควบคู่ไปด้วย จึงได้
 ศึกษางานวิจัย แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ เทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการเรียนการ
 สอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญอย่างหลากหลาย พบว่า รูปแบบการจัดการ
 เรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และการสอนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning เป็นรูปแบบ
 หนึ่งที่ฝึกให้นักเรียนเข้าใจหลักในการคิดอย่างมีระบบ การคิดขั้นสูงและการคิดแก้ปัญหา
 เชิงสร้างสรรค์ ฝึกให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการสืบเสาะหาคำตอบด้วยตนเองฝึกการคิด

แก้ปัญหาสถานการณ์ต่างๆ ด้วยความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยการทำงานเป็นทีมให้บรรลุเป้าหมายในการเรียนรู้นั้น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนวิทยาศาสตร์มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาหาความรู้ สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2550, หน้า 3 ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ทิศนา แคมมณี (2555, หน้า 35 ได้กล่าวถึงรูปแบบการเรียนการสอนไว้ว่า วิธีการเรียนรู้สัมพันธ์กับสาระการเรียนรู้ นั่นคือ การเรียนรู้ด้วยกระบวนการหรือวิธีการเรียนที่เหมาะสมจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี ดังนั้น ครูผู้สอนยุคใหม่จึงต้องปรับเปลี่ยนบทบาทของตนเองจากเป็นถ่ายทอดความรู้ บอกเล่า บรรยาย สาธิต มาเป็นผู้ประสานการเรียนรู้ เป็นนักจิตวิทยาและเป็นผู้อำนวยการอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต้องเน้นให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีการแลกเปลี่ยนข้อมูล ความรู้ ความคิดและประสบการณ์ บูรณาการความรู้ในศาสตร์สาขาต่างๆ เข้าด้วยกันให้นักเรียนรู้จักใช้กระบวนการทางสังคมในการอยู่ร่วมกัน มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างมีความสุข และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเต็มศักยภาพ

สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integretion ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนนำความรู้แต่ละสาขาวิชามาใช้ในการแก้ปัญหาโดยการคิดค้นและพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน ช่วยให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิทยาการต่างๆ กับชีวิตและการทำงานจริง ไม่เน้นท่องจำกฎและทฤษฎี แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติ โดยผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ตั้งคำถามเพื่อแก้ปัญหา หาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด โดยอาศัยกระบวนการทำงานกลุ่มที่มีประสิทธิภาพ และวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ และนำข้อค้นพบนั้นไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยการจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกันร่วมกันระดมความคิดและปฏิบัติร่วมกันมีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตน และส่วนรวม สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีความสำคัญและมีส่วนช่วยให้กลุ่มประสบความสำเร็จเพราะมีเป้าหมายร่วมกัน องค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ได้แก่ ความ

เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในทางบวก การปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมกันและกัน ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละบุคคล การใช้ทักษะระหว่างบุคคล การทำงานกลุ่มย่อย และกระบวนการกลุ่ม องค์ประกอบเหล่านี้ทำให้การเรียนรู้แบบร่วมมือแตกต่างออกไปจากการเรียนรู้เป็นกลุ่มแบบดั้งเดิม (Traditional Learning)

นอกจากนั้น การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูงและเลือกวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาที่เหมาะสมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (กำธร คงอรุณ, 2559, หน้า 179-181) เนื่องจากนักเรียนได้มีการร่วมกันคิดและแก้ปัญหาให้สำเร็จตามเป้าหมาย และส่งเสริมการทำงานเป็นทีม ผูกทักษะการคิด การสื่อสารและสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จึงมีความสนใจที่จะพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มาบูรณาการร่วมกันเพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทักษะการทำงานเป็นทีมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมผู้เรียนให้สามารถดำรงชีวิตในสังคมโลกปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลง สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข มีความพร้อมต่อการเผชิญปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น และสามารถหาแนวทางแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสมต่อไป

คำถามของการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 หรือไม่
2. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ สูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ อย่างไร

3. ทักษะการทำงานเป็นทีม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ สูงกว่าจากก่อนเรียนหรือไม่ อย่างไร

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ สูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ อย่างไร

5. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2. เพื่อเปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการทำงานเป็นทีม ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

5. เพื่อเปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ)

เมื่อเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ

สมมติฐานของการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้
2. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าก่อนเรียน
3. ทักษะการทำงานเป็นทีม หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าก่อนเรียน
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5 สูงกว่าก่อนเรียน
5. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูง ปานกลาง และต่ำ มีความแตกต่างกัน

ความสำคัญของการวิจัย

ในการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ที่เสริมสร้างการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ได้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีคุณภาพ

3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้รับการพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทักษะการทำงานเป็นทีม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ อย่างมีประสิทธิภาพ

4. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนและผู้สนใจ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ อันจะส่งผลต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทักษะการทำงานเป็นทีม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีมาบูรณาการสร้างนวัตกรรมที่แปลกใหม่ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้

5. เป็นข้อมูลสำหรับครู ผู้บริหาร คณาจารย์และผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปประยุกต์ใช้จัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับอื่นๆ ได้

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนในกลุ่มเครือข่ายคำสร้อยนาอุดม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา Mukdahan ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวนนักเรียน 283 คน จากจำนวน 10 โรงเรียน ประกอบด้วย โรงเรียนบ้านป่าเตย โรงเรียนบ้านนาอุดม โรงเรียนบ้านคำไหล โรงเรียนบ้านขอนแก่น โรงเรียนบ้านคณะเทศบาลนครกรุงเทพ 3 โรงเรียนบ้านภูแฝงม้า โรงเรียนบ้านม่วงไข่ โรงเรียนบ้านคำสร้อย โรงเรียนบ้านโนนเกษม โรงเรียนบ้านดำนมน จำนวน 13 ห้องเรียน ซึ่งจัดนักเรียนแบบลดความสามารถทางการเรียนสูงปานกลาง และต่ำอยู่ในห้อง

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนบ้านป่าเตย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชุมพวง ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวนนักเรียน 18 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ซึ่งเป็นห้องเรียนที่ทางโรงเรียนจัดนักเรียนแบบลดความสามารถ โดยใช้ระดับผลการเรียนเฉลี่ย (GPA) ซึ่งเป็นผลการเรียนทุกรายวิชาที่เรียนมาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มาเป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ โดยใช้เทคนิค 1/3 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, หน้า 186 อ้างถึงใน ญัฐนันท์ สาราณสุข, 2555, หน้า 9) ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าน่าจะเป็นกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรได้ ด้วยเหตุผล ดังนี้

1 กลุ่มประชากรมีความเป็นเอกพันธ์คล้ายคลึงและเหมือนกัน คือ

- 1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้หลักสูตรเดียวกัน คือ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
- 1.2 โรงเรียนที่เป็นกลุ่มประชากร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชุมพวง ซึ่งอยู่ภายใต้นโยบายการจัดการศึกษาเดียวกัน
- 1.3 ทุกโรงเรียนในกลุ่มเครือข่ายคำสร้อยนาอุดม ใช้เกณฑ์ในการวัดและประเมินผลตามมาตรฐานและตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เหมือนกัน
- 1.4 ทุกโรงเรียนในกลุ่มเครือข่ายคำสร้อยนาอุดม ใช้เกณฑ์ในการวัดและประเมินผลการพัฒนาคุณภาพการศึกษาตามมาตรฐานและตัวชี้วัดของการประเมินคุณภาพภายในและภายนอกเหมือนกัน

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

2.1 ตัวแปรอิสระ ประกอบด้วย 2 ตัวแปร ได้แก่ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2.1.1 วิธีสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ

2.1.2 ความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมี 3 ระดับ ได้แก่ สูง ปานกลาง และต่ำ ซึ่งเป็นตัวแปรจัดประเภทที่ผู้วิจัยนำมาเพื่อต้องการ

ศึกษาว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ผลของตัวแปรตามจะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

2.2 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย 3 ตัวแปร ได้แก่

2.2.1 การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.2.2 ทักษะการทำงานเป็นทีม

2.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ใช้เนื้อหาที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรง แม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านป่าเตย อำเภอ นิคมคำสร้อย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุโขทัย โดยผู้วิจัยได้คัดเลือกเนื้อหาจากสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ โดยสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ จำนวน 4 ชุด ประกอบด้วย

3.1 ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แรงรับกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ จำนวน 6 ชั่วโมง

3.2 ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แรงดันน้ำ แรงดันอากาศ จำนวน 6 ชั่วโมง

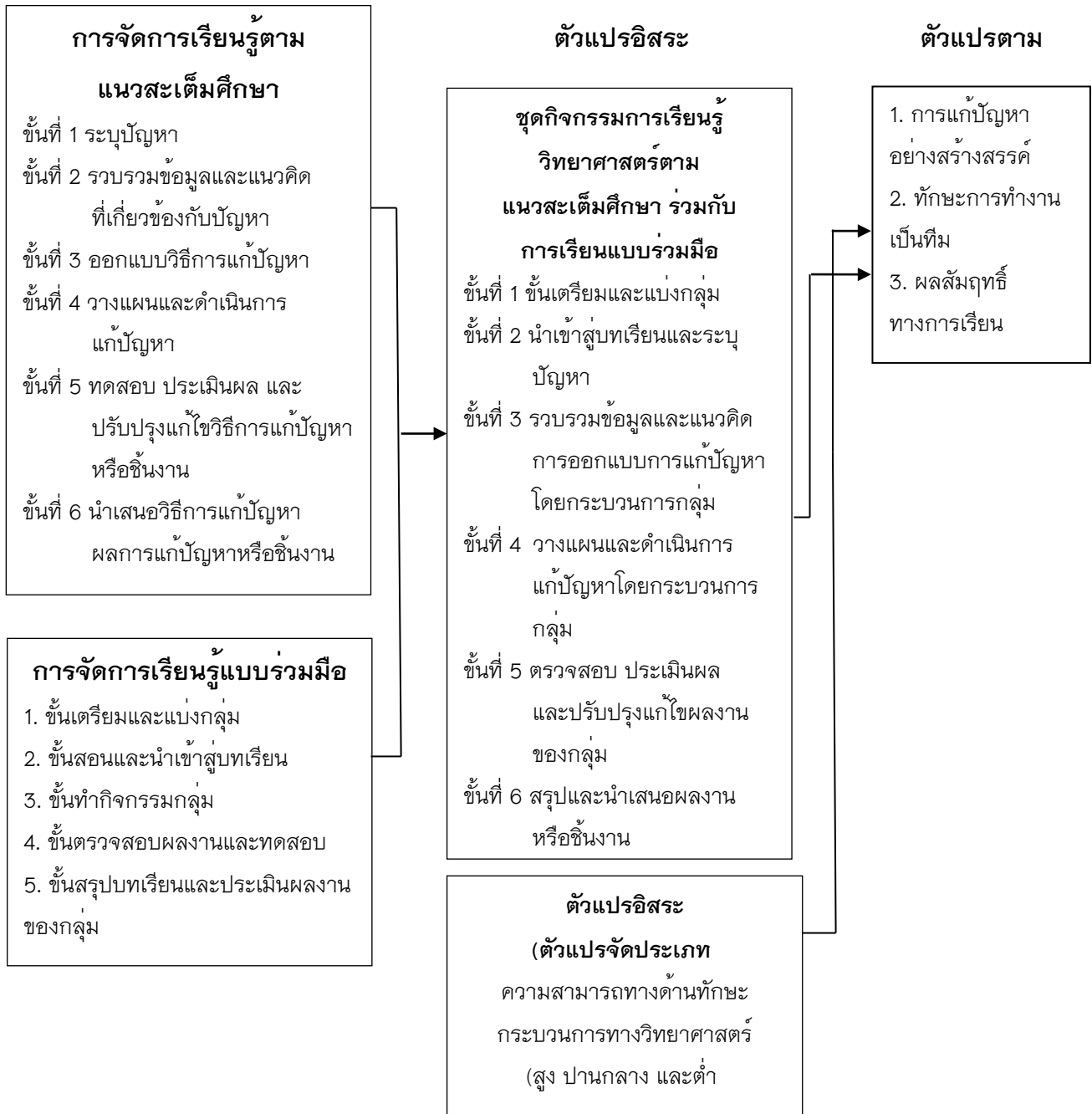
3.3 ชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การลอย การจม และแรงพยุง จำนวน 6 ชั่วโมง

3.4 ชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่อง แรงเสียดทาน จำนวน 6 ชั่วโมง

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เวลาในการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ใช้ระยะเวลาทดลองทั้งสิ้น 5 สัปดาห์ๆ ละ 4 ชั่วโมง รวม 20 ชั่วโมง (ไม่รวมทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 2 ชั่วโมง โดยเริ่มทดลองตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562

กรอบแนวคิดของการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

นิตยาคัพททเจพาอะ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นิตยาคัพททไว้ ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง สื่อการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในรูปแบบของสื่อประสม ที่มีการนำสื่อและกิจกรรมหลายๆ อย่างมาประกอบกัน ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และฝึกให้มีความรับผิดชอบ นอกจากนั้นครูยังสามารถถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่ซับซ้อนที่มีลักษณะเป็นนามธรรมสูง ทำให้ผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ของผู้สอน ซึ่งประกอบด้วย คำชี้แจง สำหรับผู้ใช้ คำชี้แจงสำหรับนักเรียน ใบความรู้ ใบงาน แบบทดสอบก่อนเรียนและ หลังเรียน เฉลยใบงานและแบบทดสอบ เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนา กระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ทักษะในการดำเนินชีวิต และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเตรียม นักเรียนให้พร้อมในการปฏิบัติงาน โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

3. การเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่

สามารถบูรณาการเข้าในขั้นตอนใดก็ได้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็กๆ ประมาณ 3-5 คน สมาชิกในกลุ่มมีความแตกต่างกัน สมาชิกทุกคนจะช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และมีความรับผิดชอบทั้งของตนเองและของกลุ่ม เพื่อให้กลุ่มได้รับความสำเร็จตามเป้าหมาย ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมและแบ่งกลุ่ม

ขั้นที่ 2 ขั้นสอนและนำเข้าสู่บทเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลงานของกลุ่ม

4. ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

รวมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยวิธีการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยบูรณาการความรู้ใน 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และนำเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือเข้ามาบูรณาการโดยแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กระบวนการกลุ่ม โดยอาศัยความสามารถของสมาชิกแต่ละคน ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สร้างชิ้นงานหรือนวัตกรรมใหม่ร่วมกัน ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานและนำเสนอผลงานที่ดีที่สุด ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมและแบ่งกลุ่ม หมายถึง การชี้แจงจุดประสงค์ของบทเรียน แนะนำทักษะในการเรียนร่วมกันและจัดกลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 2-6 คน โดยสมาชิกมีความสามารถแตกต่างกัน ครูควรแนะนำเกี่ยวกับระเบียบของกลุ่ม บทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม และการฝึกทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับกลุ่ม

ขั้นที่ 2 นำเข้าสู่บทเรียนและระบุปัญหา หมายถึง การนำเข้าสู่บทเรียนบอกงานที่ต้องการให้ผู้เรียนทำและระบุปัญหาที่กำหนดให้ แล้วแนะนำแหล่งข้อมูลสำหรับทำงาน มอบหมายงานที่กลุ่มต้องทำให้ชัดเจน

ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดการออกแบบการแก้ปัญหาโดยกระบวนการกลุ่ม หมายถึง การรวบรวมข้อมูลของกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาและประเมิน

ความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด ประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการ ออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไข ตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาโดยกระบวนการกลุ่ม หมายถึง การกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานของกลุ่มหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงาน หรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขผลงานของกลุ่ม หมายถึงการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการของกลุ่ม โดยผลที่ได้ อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ที่สุด

ขั้นที่ 6 สรุปและนำเสนอผลงาน หรือชิ้นงาน หมายถึง การนำเสนอ แนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ขอเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

5. การแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียน เป็นสำคัญ โดยใช้ปัญหาหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้เป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ที่อาศัยความคิดสร้างสรรค์ และความคิดวิจารณ์ญาณ ในการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนทำ กิจกรรมการเรียนรู้รายบุคคล (Individual) กระบวนการกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้และร่วมมือ กัน มีการบันทึก และการอภิปราย การสร้างความรู้หรือบรรลุจุดมุ่งหมายด้วยตนเอง และจัดกิจกรรมที่มีความสมดุลทั้งอารมณ์และประสิทธิผลของการแก้ปัญหาโดยครูเป็น ผู้สนับสนุนการเรียนรู้ วัดได้จากการทำแบบวัดการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ จาก สถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. ทักษะการทำงานเป็นทีม หมายถึง การที่บุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปมา ร่วมกันดำเนินกิจกรรมทั้งหลายให้บรรลุเป้าหมายไปในทิศทางเดียวกัน สนับสนุนช่วยเหลือ เอาใจใส่ซึ่งกันและกัน ใช้ทักษะประสบการณ์ ร่วมมือกันทำงานอย่างเต็มความสามารถ เพื่อแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ มีการประเมินผลการทำงาน และมี ปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่มในการทำงาน ทักษะการทำงานเป็นทีมวัดได้จากแบบวัดทักษะการ ทำงานเป็นทีม ซึ่งมีรายการประเมินประกอบด้วย การแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม มีความ ร่วมมือในการทำงาน มีความรับผิดชอบและปฏิบัติงานเสร็จทันเวลา การทำงานตาม ขั้นตอนที่วางแผนไว้ และการสรุปและนำเสนองานได้ถูกต้องที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถและทักษะที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนหลังจากได้รับการเรียนรู้ วัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แรงและความดัน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตามเนื้อหาและตัวชี้วัดจำแนกโดยวัดความสามารถ 5 ด้าน คือด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และประเมินค่า ซึ่งประเมินผลจากการทำแบบทดสอบที่ผ่านการหาคุณภาพเพื่อใช้ประเมินความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน

8. ความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่เป็นองค์รวมทางด้าน พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย ของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับความสามารถของนักเรียนในการเลือกวิธีการหรือกิจกรรมต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาและแสวงหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว มีความชำนาญ และมีกระบวนการทำงานอย่างมีระบบ ซึ่งมี 3 ระดับ ได้แก่ สูง ปานกลาง และต่ำ จากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น ครอบคลุมกับทักษะที่สำคัญในการเรียนรู้และแสวงหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนก ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

9. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม หมายถึง การคำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหรือชุดกิจกรรมเป็นผลรวมของการหาคุณภาพ ทั้งเชิงปริมาณที่แสดงเป็นตัวเลขและเชิงคุณภาพที่แสดงเป็นภาษาที่เข้าใจได้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ถูกต้องถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวัง ทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผล ตามเกณฑ์ 75/75 ดังนี้

75 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการประเมินกิจกรรมตามใบงาน การทดสอบย่อยท้ายชุดกิจกรรม และแบบสังเกตทักษะการทำงานเป็นทีม

75 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้ ความเข้าใจ จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแบ่งออกเป็นหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 ความสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.2 สาระสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.4 คุณภาพผู้เรียน
 - 1.5 หลักสูตรสถานศึกษา
2. แนวคิดและหลักการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 2.1 ความหมายของชุดกิจกรรม
 - 2.2 ประเภทของชุดกิจกรรม
 - 2.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม
 - 2.4 ขั้นตอนการผลิตชุดกิจกรรม
 - 2.5 แนวคิดในการทดสอบประสิทธิภาพชุดกิจกรรม
 - 2.6 ประโยชน์ของชุดกิจกรรม
 - 2.7 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม
3. การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)
 - 3.1 แนวคิดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)

- 3.2 ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)
- 3.3 หลักการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)
- 3.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)
- 3.5 บทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)
- 3.6 แนวทางในการนำกิจกรรมสะเต็มศึกษา (STEM Education) ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้
- 3.7 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)
- 4. การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)
 - 4.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 4.2 ทฤษฎี แนวคิด และหลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 4.3 ลักษณะและองค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 4.4 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 4.5 เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 4.6 บทบาทของครูที่สอนโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 4.7 บทบาทของนักเรียนที่เรียนโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 4.8 ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
- 5. ความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 5.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 6. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 6.1 ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 6.2 ความสำคัญในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 6.3 ลักษณะของปัญหา
 - 6.4 จุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 6.5 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

- 6.6 การประเมินผลการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
- 7. ทักษะการทำงานเป็นทีม
 - 7.1 ความหมายของทักษะการทำงานเป็นทีม
 - 7.2 องค์ประกอบของทักษะการทำงานเป็นทีม
 - 7.3 ความสำคัญของทักษะการทำงานเป็นทีม
 - 7.4 รูปแบบทักษะการทำงานเป็นทีม
 - 7.5 กระบวนการทักษะการทำงานเป็นทีม
 - 7.6 ประโยชน์ของทักษะการทำงานเป็นทีม
- 8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 8.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 8.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 8.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- 9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 9.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 9.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2552, หน้า 92) ได้ระบุถึงหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 เรื่อง ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้และคุณภาพผู้เรียน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ความสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้

มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

2. สาระสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต: สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม: สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่างๆ

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร: สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมีและการแยกสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่: ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โหมดการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

สาระที่ 5 พลังงาน: พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสี

และปฏิกริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก: โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปฏิกิริยาการทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ: วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี: กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงแและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการ การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

4. คุณภาพผู้เรียน

4.1 จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

1. เข้าใจลักษณะทั่วไปของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น
2. เข้าใจลักษณะที่ปรากฏและการเปลี่ยนแปลงของวัฏศรอบตัว แรงในธรรมชาติ รูปของพลังงาน
3. เข้าใจสมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ ดวงอาทิตย์ และดวงดาว
4. ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต วัสดุและสิ่งของ และปรากฏการณ์ต่างๆ รอบตัว สังเกต สำนวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย และสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ด้วยการเล่าเรื่อง เขียน หรือวาดภาพ
5. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้ หรือตามความสนใจ
6. แสดงความกระตือรือร้น สนใจที่จะเรียนรู้ และแสดงความซาบซึ้งต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัว แสดงถึงความมีเมตตา ความระมัดระวังต่อสิ่งมีชีวิตอื่น
7. ทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ จนเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข

4.2 จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. เข้าใจโครงสร้างและการทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน
2. เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะของสารสมบัติของสารและการทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลงสารในชีวิตประจำวัน การแยกสารอย่างง่าย
3. เข้าใจผลที่เกิดจากการออกแรงกระทำกับวัตถุ ความดัน หลักการเบื้องต้นของแรงลอยตัว สมบัติและปรากฏการณ์เบื้องต้นของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า
4. เข้าใจลักษณะ องค์ประกอบ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ
5. ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วิเคราะห์ข้อมูล และสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ
6. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต และการศึกษาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ
7. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้
8. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น
9. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า
10. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเอง และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

5. หลักสูตรสถานศึกษา

- 5.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง (หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านป่าเตย (2561, หน้า 8-32)

ตาราง 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง (ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5)

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ป.5	1. สังเกตและระบุ ส่วนประกอบของดอก และโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ของพืชดอก	<ul style="list-style-type: none"> - ดอกโดยทั่วไปประกอบด้วย กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย - ส่วนประกอบของดอกที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ ได้แก่ เกสรเพศเมีย ประกอบด้วย รังไข่ ออวุลและเกสรเพศผู้ ประกอบด้วยอับเรณูและละอองเรณู 	-
	2. อธิบายการสืบพันธุ์ของพืชดอก การขยายพันธุ์พืช และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> - พืชดอกมีการสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศและการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ - การขยายพันธุ์พืชเพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพของพืช ทำได้หลายวิธี โดยการเพาะเมล็ด การปักชำ การตอนกิ่ง การติดตา การทาบกิ่ง การเสียบยอด และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 	-
	3. อธิบายวัฏจักรชีวิตของพืชดอกบางชนิด	<ul style="list-style-type: none"> - พืชดอกเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะออกดอก ดอกได้รับการผสมพันธุ์กลายเป็นผล ผลมีเมล็ด ซึ่งสามารถงอกเป็นต้นพืชต้นใหม่ หมุนเวียนเป็นวัฏจักร 	-

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	4. อธิบายการสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์ของสัตว์	<ul style="list-style-type: none"> - สัตว์มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ - การขยายพันธุ์สัตว์โดยวิธีการคัดเลือกพันธุ์และการผสมเทียม ทำให้มนุษย์ได้สัตว์ที่มีปริมาณและคุณภาพตามที่ต้องการ 	-
	5. อภิปรายวิถีจักรชีวิตของสัตว์บางชนิด และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> - สัตว์บางชนิด เช่น ฝูเลื้อย ยุง กบ เมื่อไข่ได้รับการผสมพันธุ์จะเจริญเป็นตัวอ่อนและตัวอ่อนเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยจนกระทั่งสามารถสืบพันธุ์ได้ หมุนเวียนเป็นวัฏจักร - มนุษย์นำความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตของสัตว์มาใช้ประโยชน์มากมาย ทั้งทางด้าน การเกษตร การอุตสาหกรรม และการดูแลสุขภาพสิ่งแวดล้อม 	-

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะ

ทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ

การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้

และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ป.5	1. สสำรวจ เปรียบเทียบ และระบุลักษณะของ ตนเองกับคนในครอบครัว	- ลักษณะของตนเองจะ คล้ายคลึงกับคนในครอบครัว	-
	2. อธิบายการถ่ายทอด ลักษณะทางพันธุกรรม ของสิ่งมีชีวิตในแต่ละรุ่น	- การถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรมเป็นการถ่ายทอด ลักษณะบางลักษณะจากบรรพ บุรุษสู่ลูกหลาน ซึ่งบางลักษณะ จะเหมือนพ่อหรือเหมือนแม่ หรืออาจมีลักษณะเหมือน ปู่ ย่า ตา ยาย	-
	3. จำแนกพืชออกเป็นพืช ดอก และพืชไม่มีดอก	- พืชแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ พืชดอกกับพืชไม่มีดอก	-
	4. ระบุลักษณะของพืช ดอกที่เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่ โดยใช้ ลักษณะภายนอก เป็นเกณฑ์	- พืชดอกแบ่งออกเป็น พืชใบ เลี้ยงเดี่ยวกับพืชใบเลี้ยงคู่ โดย สังเกตจากราก ลำต้น และใบ	-
	5. จำแนกสัตว์ออกเป็น กลุ่มโดยใช้ลักษณะภายใน บางลักษณะและลักษณะ ภายนอกเป็นเกณฑ์	- การจำแนกสัตว์เป็นกลุ่ม โดย ใช้ลักษณะภายนอกและลักษณะ ภายในบางลักษณะเป็นเกณฑ์ แบ่งออกได้เป็นสัตว์มีกระดูกสัน	-

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
		หลังและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง - สัตว์มีกระดูกสันหลังแบ่งเป็น กลุ่มปลา สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์ปีก และ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม	

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับ

สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ

มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้

และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ป.5	-	-	-

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้

ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก นำความรู้ไปใช้ในใน

การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ป.5	-	-	-

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ

โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ

หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ป.5	1. ทดลองและอธิบายสมบัติของวัสดุชนิดต่างๆ เกี่ยวกับความยืดหยุ่น ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า และ ความหนาแน่น	- ความยืดหยุ่น ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า และความหนาแน่นเป็นสมบัติต่างๆ ของวัสดุ ซึ่งวัสดุต่างชนิดกัน จะมีสมบัติบางประการแตกต่างกัน	-
	2. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายการนำวัสดุไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน	- ในชีวิตประจำวันมีการนำวัสดุต่างๆ มาใช้ทำสิ่งของเครื่องใช้ตามสมบัติของวัสดุนั้นๆ	-
	3. ทดลองและอธิบายวิธีการแยกสารบางชนิดที่ผสมกัน โดยการร่อน การตกตะกอน การกรอง การระเหิด การระเหยแห้ง	- ในการแยกสารบางชนิดที่ผสมกัน ออกจากกันต้องใช้วิธีการต่างๆ ที่เหมาะสม ซึ่งอาจจะทำได้โดยการร่อน การตกตะกอน การกรอง การระเหิด การระเหยแห้ง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับสมบัติของสารที่เป็นส่วนผสมในสารผสมนั้นๆ	-
	4. สสำรวจและจำแนกประเภทของสารต่างๆ ที่ใช้ใน ชีวิตประจำวัน โดยใช้สมบัติและการใช้ประโยชน์ของสารเป็นเกณฑ์	- จำแนกประเภทของสารต่างๆ ที่ใช้ใน ชีวิตประจำวันตามการใช้ประโยชน์ แบ่งได้เป็นสารปรุงรสอาหาร สารแต่งสีอาหาร สารทำความสะอาด สารกำจัดแมลงและศัตรูพืช ซึ่งสารแต่ละประเภทมีความเป็นกรด - เบสแตกต่างกัน	-

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	5. อภิปรายการเลือกใช้สารแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย	- การใช้สารต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	-

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ป.5	-	-	-

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ป.5	1. ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรง ซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ	- แรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่กระทำต่อวัตถุโดยแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันเท่ากับผลรวมของแรงทั้งสองนั้น	-

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
	2. ทดลองและอธิบายความดันอากาศ	- อากาศมีแรงกระทำต่อวัตถุ แรงที่อากาศกระทำต้งฉากต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เรียกว่าความดันอากาศ	-
	3. ทดลองและอธิบายความดันของของเหลว	- ของเหลวมีแรงกระทำต่อวัตถุทุกทิศทาง แรงที่ของเหลวกระทำต้งฉากต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เรียกว่าความดันของของเหลว ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความลึก	-
	4. ทดลองและอธิบายแรงพยุงของของเหลว การลอยตัว และการจมของวัตถุ	- ของเหลวมีแรงพยุงกระทำต่อวัตถุที่ลอยหรือจมในของเหลว การจมหรือการลอยตัวของวัตถุขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุ และแรงพยุงของของเหลวนั้น	-

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ป.5	1. ทดลองและอธิบายแรงเสียดทานและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- แรงเสียดทานเป็นแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทานมีประโยชน์ เช่นในการเดินต้องอาศัยแรงเสียดทาน	-

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ป.5	1. ทดลองและอธิบายการเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง	- เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงและเสียงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดเสียงทุกทิศทางโดยอาศัยตัวกลาง	-
	2. ทดลองและอธิบายการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ	- แหล่งกำเนิดเสียงสั่นด้วยความถี่ต่ำจะเกิดเสียงต่ำ แต่ถ้านั้นด้วยความถี่สูงจะเกิดเสียงสูง	-
	3. ทดลองและอธิบายเสียงดัง เสียงค่อย	- แหล่งกำเนิดเสียงสั่นด้วยความถี่สูงจะเกิดเสียงดัง แต่ถ้านั้นด้วยความถี่ต่ำจะเกิดเสียงค่อย	-
	4. สสำรวจและอภิปรายอันตรายที่เกิดขึ้นเมื่อฟังเสียงดังมากๆ	- เสียงดังมากๆ จะเป็นอันตรายต่อการได้ยิน และเสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญ เรียกว่ามลพิษทางเสียง	-

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก

ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ป.5	1. สำรวจ ทดลองและอธิบายการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง ฝน และ ลูกเห็บ	<ul style="list-style-type: none"> - ไอน้ำในอากาศที่ควบแน่นเป็น ละอองน้ำเล็กๆ ทำให้เกิดหมอก และเมฆละอองน้ำเล็กๆ ที่ รวมกันเป็นหยดน้ำจะทำให้เกิด น้ำค้าง และฝน - หยดน้ำที่กลายเป็นน้ำแข็งแล้ว ถูกพายุพัดวนในเมฆระดับสูงจน เป็นก้อนน้ำแข็งขนาดใหญ่ขึ้น แล้วตกลงมาทำให้เกิดลูกเห็บ 	-
	2. ทดลองและอธิบาย การเกิดวัฏจักรน้ำ	- วัฏจักรน้ำเกิดจากการ หมุนเวียนอย่างต่อเนื่อง ระหว่าง น้ำบริเวณผิวโลกกับน้ำใน บรรยากาศ	-
	3. ออกแบบและสร้าง เครื่องมืออย่างง่ายในการ วัดอุณหภูมิ ความชื้น และ ความกดอากาศ	- อุณหภูมิ ความชื้น ความกด อากาศ มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่ง สามารถตรวจสอบโดยใช้ เครื่องมืออย่างง่ายได้	-
	4. ทดลองและอธิบายการ เกิดลมและนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	- การเกิดลมเกิดจากการ เคลื่อนที่ของอากาศตามแนวพื้น ราบ อากาศบริเวณที่มีอุณหภูมि สูง มวลอากาศจะขยายตัว ลอยตัว สูงขึ้น ส่วนอากาศ	-

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
		บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ มวลอากาศจะจมตัวลงและเคลื่อนที่ไปแทนที่พลังงานจากลมนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมายในด้านการผลิตกระแสไฟฟ้าและการทำกังหันลม	

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะ หาคำความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ ท้องถิ่น
ป.5	1. สังเกตและอธิบายการเกิดทิด และปรากฏการณ์การขึ้นตกของดวงดาวโดยใช้แผนที่ดาว	<ul style="list-style-type: none"> - การที่โลกหมุนรอบตัวเองนี้ทำให้เกิดการกำหนดทิด โดยโลกหมุนรอบตัวเอง ทวนเข็มนาฬิกาจากทิดตะวันตกไปยังทิดตะวันออกเมื่อสังเกตจากขั้วเหนือ จึงปรากฏให้เห็นดวงอาทิตย์และดวงดาวต่างๆ ขึ้นทางทิดตะวันออก และตกทางทิดตะวันตก - แผนที่ดาวช่วยในการสังเกตตำแหน่งดาวบนท้องฟ้า 	-

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น
ป.5	-	-	-

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาหาว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.5	1. ตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็น หรือเรื่อง หรือสถานการณ์ ที่จะศึกษา ตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ	-
	2. วางแผนการสังเกต เสนอการสำรวจ ตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้า และคาดการณ์สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ	-
	3. เลือกอุปกรณ์ที่ถูกต้องเหมาะสมในการสำรวจ ตรวจสอบให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้	-
	4. บันทึกข้อมูลในเชิงปริมาณและคุณภาพ และตรวจสอบผลกับสิ่งที่คาดการณ์ไว้ นำเสนอผลและข้อสรุป	-
	5. สร้างคำถามใหม่เพื่อการสำรวจตรวจสอบต่อไป	-

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	6. แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ อธิบาย และสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้	-
	7. บันทึกและอธิบายผลการสำรวจ ตรวจสอบตามความเป็นจริงมีการอ้างอิง	-
	8. นำเสนอจัดแสดง ผลงาน โดยอธิบายด้วยวาจา หรือเขียนอธิบายแสดงกระบวนการและผลของงานให้ผู้อื่นเข้าใจ	-

5.2 โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านป่าเตย

ตาราง 2 โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
1	การสืบพันธุ์ของพืช	ว1.1 (ป.5/1), ว1.1 (ป.5/2), ว1.1 (ป.5/3) ว 8.1 (ป.5/1, (ป.5/2, (ป.5 /3, (ป.5/4 , (ป.5/5, (ป.5/6, (ป.5/7, (ป.5/8	การศึกษาโครงสร้างของดอก การถ่ายละอองเรณูของพืช การปฏิสนธิของพืช การขยายพันธุ์และประโยชน์ของการขยายพันธุ์พืช เทคโนโลยีกับการขยายพันธุ์พืช วัฏจักรชีวิตพืช การเปลี่ยนแปลงจากดอกกลายเป็นผล	10
2	การสืบพันธุ์ของสัตว์	ว1.1 (ป.5/4), ว1.1 (ป.5/5) ว 8.1 (ป.5/1, (ป.5/2, (ป.5 /3, (ป.5/4 , (ป.5/5, (ป.5/6, (ป.5/7, (ป.5/8	การศึกษาประเภทของการสืบพันธุ์ของสัตว์ การขยายพันธุ์สัตว์ วัฏจักรชีวิตของสัตว์	9

ตาราง 2 (ต่อ)

ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
3	สมบัติของวัสดุในชีวิตประจำวัน	ว3.1 (ป.5/1), ว3.1 (ป.5/2) ว 8.1 (ป.5/1, (ป.5/2, (ป.5 /3, (ป.5/4 , (ป.5/5, (ป.5/6, (ป.5/7, (ป.5/8	การศึกษาวัสดุในชีวิตประจำวัน สมบัติของวัสดุ ความแข็งแรง เหนียว ความยืดหยุ่น การนำ ความร้อน การนำไฟฟ้า ตัวนำและ ฉนวนไฟฟ้า ประโยชน์ของสมบัติ ของวัสดุ ความหนาแน่นของวัสดุ	10
4	แรงในชีวิตประจำวัน	ว4.1 (ป.5/1) ว4.1 (ป.5/2) ว4.1 (ป.5/3) ว4.1(ป.5/4) ว4.2 (ป.5/1) ว 8.1 (ป.5/1, (ป.5/2, (ป.5 /3, (ป.5/4 , (ป.5/5, (ป.5/6, (ป.5/7, (ป.5/8	การศึกษาผลของแรงลัพธ์สอง แรงที่กระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ ของวัตถุกับพื้นผิวสัมผัส ความ ดันอากาศ ปัจจัยที่มีผลต่อความ ดันอากาศ ความดันของของเหลว ปัจจัยที่มีผลต่อความดันของ ของเหลว การลอยและจมน้ำ ปัจจัยที่มีผลต่อการลอยและ จมน้ำ แรงในชีวิตประจำวันแรงเสียด ทาน ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียด ทานและประโยชน์	11
ภาคเรียนที่ 1				40

ที่มา : โรงเรียนบ้านป่าเตย (กลุ่มบริหารงานวิชาการ, 2561, หน้า 54

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางพุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา
โรงเรียนบ้านป่าเตย (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561 กลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยมี
ความสนใจที่จะพัฒนาผู้เรียน โดยสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและ
ความดัน สาระที่ 4 ซึ่งประกอบด้วย เรื่อง แรงรับกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงดันน้ำ

แรงดันอากาศ การลอย การจม และแรงพยุง และแรงเสียดทาน เพื่อให้นักเรียนสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีม โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ โดยนำเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในหลักสูตรสถานศึกษามาออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่นำมาพัฒนาผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในปีการศึกษา 2561

แนวคิดและหลักการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2541, หน้า 119 -120 ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยแนวคิด 5 ประการ ดังนี้

แนวคิดที่ 1 ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้นำหลักจิตวิทยา มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงความถนัด ความต้องการ และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ ความแตกต่างระหว่างบุคคลมีหลายด้าน คือ สติปัญญา ความสามารถ ความสนใจ ความต้องการร่างกาย อารมณ์ เป็นต้น ในการจัดการเรียนการสอนวิธีที่เหมาะสมที่สุด คือ การจัดการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล หรือการสอนตามเอกัตภาพการศึกษาโดยเสรี การศึกษาด้วยตนเอง

แนวคิดที่ 2 ความพยายามที่เปลี่ยนการสอนจากเดิมที่ยึดครูเป็นแหล่งความรู้ มาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนด้วยการใช้ความรู้จากสื่อการสอนแบบต่างๆ ซึ่งได้จัดให้ตรงกับเนื้อหาและประสบการณ์ตามหน่วยการสอน การเรียนด้วยวิธีนี้ครูจะถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนเพียงหนึ่งในสามของเนื้อหาทั้งหมด อีกสองส่วนผู้เรียนจะศึกษาด้วยตนเองจากสิ่งที่ผู้สอนได้เตรียมไว้ใน รูปของชุดกิจกรรม

แนวคิดที่ 3 การใช้โสตทัศนอุปกรณ์ ในรูปของการจัดระบบการใช้สื่อการสอน มาช่วยและใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน จึงเป็นการผลิตสื่อการสอนแบบประสมให้เป็นกิจกรรม เพื่อเปลี่ยนจากการใช้สื่อเพื่อช่วยครูสอนมาเป็นการช่วยผู้เรียน

แนวคิดที่ 4 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนจากสภาพแวดล้อมเดิม จะเป็นฝ่ายรับความรู้จากครูไม่มีโอกาสในการแสดงความคิดเห็นต่อเพื่อนและครู จึงขาดทักษะการแสดงออกและการทำงานเป็นกลุ่ม จึงได้มีการนำกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประกอบกิจกรรมด้วยกัน จึงนำมาสู่การผลิตสื่อออกมาในรูปของชุดกิจกรรม

แนวคิดที่ 5 การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้มาใช้ โดยการจัดสภาพการณ์ ออกมาเป็นการสอนแบบโปรแกรม คือ ระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียน

- 1) ได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยตนเอง
- 2) ได้ทราบว่าการตัดสินใจหรือการปฏิบัติงานของตนเองถูกหรือผิดอย่างไร
- 3) ได้รับการเสริมแรงที่ทำให้นักเรียนภาคภูมิใจ
- 4) ได้เรียนรู้ไปที่ละขั้นตอนตามความสามารถและความสนใจของตนเอง

1. ความหมายของชุดกิจกรรม

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมหรือชุดกิจกรรมไว้ ต่างๆ ดังนี้

บุญเกื้อ ควรรหาเวช (2542, หน้า 91 ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่าเป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งของสื่อประสมที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียน ตามหัวข้อ เนื้อหา และประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับโดยจัดเอาไว้เป็นชุดๆ แล้วแต่ผู้สร้างจะทำขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และผู้สอนเกิดความมั่นใจที่พร้อมจะสอน

วารินทร์ รัตมีพรหม (2542, หน้า 117 กล่าวว่า ชุดสื่อประสม หมายถึง การรวบรวมเอาวัสดุเพื่อการเรียนการสอนที่ประกอบด้วยสื่อมากกว่าหนึ่งชนิดขึ้นไปมาจัดระบบอย่างเกี่ยวเนื่องกันในการสอนเนื้อหาวิชาเพียงเรื่องเดียว ชุดสื่อประสมที่ผู้สอนจัดทำขึ้นเองอาจมีคุณค่ามากกว่า เพราะได้มีการวิเคราะห์ให้ตรงกับจุดมุ่งหมายของเนื้อหาวิชา และหลักสูตร สิ่งที่ควรคำนึงถึงคือสื่อต่างๆ ในชุดสื่อประสมนั้นจะต้องบูรณาการซึ่งกันและกัน มีความเกี่ยวข้องและมีผลต่อกิจกรรมการเรียน

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2543, หน้า 185 ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมไว้ว่า ชุดกิจกรรมเป็นระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนหลายอย่างมาสัมพันธ์กันและมีคุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกัน สื่ออย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อสร้างความสนใจ สื่ออีกอย่างหนึ่งใช้เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหา และสื่ออีกอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อก่อให้เกิดการเสาะแสวงหา อันนำไปสู่ความเข้าใจอันลึกซึ้งและป้องกันการเข้าใจความหมายผิด สื่อการสอนเหล่านี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สื่อประสม นำมาใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากการที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมนั้น สามารถสรุปความหมายได้ว่า ชุดกิจกรรม หมายถึง ชุดของสื่อประสมที่มีการนำสื่อและกิจกรรม

หลายๆ อย่างมาประกอบกันเพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีจุดประสงค์ที่ชัดเจน มีความสมบูรณ์ในตัวเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ ครูมีการเตรียมความพร้อมก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ประสบความสำเร็จในการสอน

2. ประเภทของชุดกิจกรรม

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542, หน้า 94) ได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) ชุดกิจกรรมประกอบการบรรยาย เป็นชุดกิจกรรมสำหรับผู้สอนที่ต้องการวางพื้นฐานให้นักเรียนส่วนใหญ่ได้รู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน เป็นชุดกิจกรรมสำหรับผู้สอน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนขึ้น ชุดกิจกรรมแบบนี้จะช่วยให้ผู้สอนลดการพูดให้น้อยลงและเป็นการใช้สื่อการสอนที่มีพร้อมอยู่ในชุดกิจกรรม ในการสอนเนื้อหามากขึ้น สื่อที่ใช้อาจได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิหรือกิจกรรมที่กำหนดไว้เป็นต้น

2) ชุดกิจกรรมแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดกิจกรรมสำหรับให้ผู้เรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ ประมาณ 5-7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุดกิจกรรมที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรมแต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนและผู้เรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน ชุดกิจกรรมชนิดนี้มักจะใช้สอนในการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียนเป็นต้น

3) ชุดกิจกรรมแบบรายบุคคลหรือชุดกิจกรรมตามเอกัตภาพเป็นชุดกิจกรรมสำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือ ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง อาจเรียนที่โรงเรียนหรือเรียนที่บ้านก็ได้ ส่วนมากมักจะมุ่งให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนเพิ่มเติมผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ด้วย ชุดกิจกรรม ชุดกิจกรรมชนิดนี้อาจจะจัดในลักษณะของหน่วยการสอนส่วนย่อยหรือโมดูลก็ได้

3. องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรมประกอบด้วยสื่อประสมในรูปของวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ ตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป โดยใช้วิธีการจัดระบบเพื่อให้ชุดกิจกรรมแต่ละชุดมีประสิทธิภาพและมีความสมบูรณ์ในตัวเอง ดังนั้น ในชุดกิจกรรมจึงมีองค์ประกอบ ดังนี้

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542, หน้า 32) ได้จำแนกองค์ประกอบที่สำคัญภายในชุดกิจกรรมไว้เป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. คู่มือ เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับผู้สอนหรือผู้เรียนตามชนิดของกิจกรรมภายในคู่มือจะชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดกิจกรรมเอาไว้อย่างละเอียด ทำเป็นเล่มหรือแผ่นพับ

2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ จะเป็นส่วนที่บอกให้นักเรียนดำเนินการเรียนหรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บัตรจะมีอยู่ในชุดกิจกรรมแบบกลุ่มและรายละเอียดซึ่งประกอบด้วย

2.1 คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา

2.2 คำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินการ

2.3 การสรุปผลเรียน

3. เนื้อหาสาระและสื่อ จะบรรจุไว้ในรูปสื่อการสอนต่างๆ ประกอบด้วยบทเรียนโปรแกรมสไลด์ เทปบันทึกเสียง ตัวอย่างจริง รูปภาพ เป็นต้น ผู้เรียนจะศึกษาจากสื่อการสอนต่างๆ ที่บรรจุอยู่ในชุดกิจกรรมตามบัตรที่กำหนดให้

4. แบบประเมินผล ผู้เรียนจะทำการประเมินผลที่อยู่ในชุดกิจกรรม อาจจะเป็นแบบฝึกหัดให้เติมคำลงในช่องว่าง เลือกคำตอบที่ถูกต้องจับคู่ คู่มือจากการทดลองหรือให้ทำกิจกรรม เป็นต้น

อนุวัฒน์ เดชโชติสง (2553, หน้า 21) ได้กล่าวถึงส่วนประกอบชุดกิจกรรมว่าควรประกอบด้วย

1. คู่มือมีรายละเอียดเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เนื้อหา ผลงานที่คาดหวังจากนักเรียน สื่อการสอน หนังสือและการค้นคว้าสำหรับครู แนวการประเมินผล ขั้นตอนการดำเนินการสอน

2. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

3. บัตรต่างๆ ที่ใช้ในการประกอบกิจกรรมได้แก่ บัตรคำสั่งบัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม บัตรเฉลย

4. สื่อการเรียนการสอนที่เลือกไว้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2551, อ้างถึงใน ศักดา พิมพ์แก้ว, 2552, หน้า 10-11) ได้กล่าวไว้ว่า ชุด กิจกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 7 อย่าง ดังนี้

1. เนื้อหาหรือมโนทัศน์ที่ต้องการให้นักเรียนศึกษา (Concept Focus) ชุดกิจกรรม ชุดหนึ่งควรจะเน้นให้นักเรียนศึกษาเพียงมโนทัศน์หลักเรื่องเดียว

2. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behaviorally Stated Objective) เป็นสิ่งสำคัญ ที่สุดที่จะทำให้ชุดกิจกรรมนั้นประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว เป็นข้อความระบุถึงพฤติกรรมที่คาดว่า จะเกิดขึ้นหลังจากการเรียนรู้ ควรระบุชัดเจนให้นักเรียนเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งเพราะวัตถุประสงค์นี้เป็น แนวทางในการทำกิจกรรมเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์

3. มีกิจกรรมให้เลือกหลายๆ อย่าง (Multiple active Methodologies) คือ รายละเอียดของกิจกรรมที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติ เช่น ทำงานกลุ่ม ทำการทดลองหรือใช้สื่อการเรียนชนิดต่างๆ การที่มีกิจกรรมให้นักเรียนเลือกปฏิบัติหลายๆ อย่าง มาจากความเชื่อที่ว่าไม่มีวิธีใด วิธีหนึ่งจะเหมาะที่สุดกับนักเรียน

4. วัสดุประกอบการเรียน (Diversified Learning Resources) จากกิจกรรมให้ เลือกหลายทางนั้น จำเป็นต้องมีวัสดุประกอบการเรียนหลายๆ อย่าง เช่น แผนภูมิรูปภาพ หุ่นจำลอง เทปบันทึกเสียง เป็นต้น วัสดุหรือสื่อการเรียนเป็นแหล่งที่จะช่วยให้นักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ และเกิดการเรียนรู้ใหม่ในทันทีที่กำหนด

5. แบบทดสอบ (Evaluation Instrument) ในการประเมินผลดูว่านักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้จากการสอนมากน้อยเพียงใด แบบทดสอบที่ใช้ อาจใช้ใน

3 ลักษณะ

5.1 แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test)

5.2 แบบทดสอบตนเอง (Self-Test)

5.3 แบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test)

6. กิจกรรมสำรวจหรือกิจกรรมเพิ่มเติม (Breadth And Depth Activities) หลังจากที่ยังเรียนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้ว อาจทำกิจกรรมที่เสนอแนะเพิ่มเติมตามความสนใจ

7. คำชี้แจงวิธีใช้ชุดกิจกรรม (Instruction) เนื่องจากชุดกิจกรรมที่ผลิตขึ้นเพื่อให้ นักเรียนเรียนด้วยตนเอง คำชี้แจงวิธีใช้ชุดกิจกรรมจึงจำเป็นต้องบอกรายละเอียดของวิธีการใช้ชุด กิจกรรม ซึ่งจะให้นักเรียนสามารถเข้าใจและเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

4. ขั้นตอนการผลิตชุดกิจกรรม

วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒผล (2553, หน้า 134-138 ได้กล่าวถึงขั้นตอน การผลิตชุดกิจกรรมไว้ ดังนี้

1. กำหนดเนื้อหาที่จะทำชุดกิจกรรมโดยการศึกษาเนื้อหาสาระของวิชาอย่างละเอียดว่าจะมุ่งเน้นให้เกิดการเรียนรู้อะไรบ้างกับผู้เรียนแล้วนำมาวิเคราะห์เนื้อหา

แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการสอนในแต่ละหน่วยจะต้องมีหัวเรื่องย่อยๆ นั้น ควรจัดเรียงลำดับขั้นตอนของเนื้อหาจากง่ายไปหายาก

2. เมื่อศึกษาเนื้อหาและแบ่งเป็นหน่วยการเรียนได้แล้ว ให้พิจารณาอีกครั้งว่าจะทำชุดกิจกรรมโดยคำนึงถึงข้อกำหนดว่า ผู้เรียนคือใครจะให้อะไรกับนักเรียนและควรจะทำได้อย่างไร

3. กำหนดหน่วยการเรียนการสอน โดยการประมาณเนื้อหาวิชาที่จะให้ความรู้แก่นักเรียนตามชั่วโมงที่กำหนด โดยต้องคำนึงว่าเป็นหน่วยที่น่าสนใจน่าเรียนรู้หาสื่อการสอนได้ง่าย

4. กำหนดความคิดรวบยอดและหลักการ จะต้องให้สอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่องโดยสรุปแนวความคิดสาระ และหลักการที่สำคัญไว้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและกิจกรรมให้เกิดความสอดคล้องกัน

5. จุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความคิดรวบยอดและหลักการ กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งผู้เรียนสามารถแสดงออกมาให้เห็นภายหลังที่เรียนจบเนื้อหาแต่ละเรื่อง แล้วผู้สอนสามารถวัดได้

6. การวิเคราะห์งาน นำจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อมาวิเคราะห์เพื่อหา กิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องและเหมาะสม

7. การเรียงลำดับกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความประสานกลมกลืน ไม่เกิดความซับซ้อน ควรคำนึงพฤติกรรมพื้นฐานของผู้เรียน

8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ครูใช้ ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น ที่ครูจะต้องกระทำเพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้โดยการจัดทำขึ้นจัดหาเมื่อครูได้เตรียมสื่อการสอนแต่ละเรื่องแล้ว ก็จัดสื่อเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ก่อนนำไปทดลองใช้

9. การประเมินผลเป็นการตรวจสอบดูว่าหลังการเรียนการสอนได้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ จะวัดโดยวิธีใดก็ได้ แต่ต้องวัดพฤติกรรมที่คาดหวังเป็นสำคัญ พยายามออกแบบการวัดผลให้ผู้เรียนวัดกันเอง และตรวจคำตอบได้เอง

10. การทดลองใช้ชุดกิจกรรมเพื่อหาประสิทธิภาพ เพื่อปรับปรุงให้เหมาะสม ควรนำไปใช้กับกลุ่มเล็กๆ ก่อน เพื่อตรวจสอบหาความบกพร่องและการแก้ไข

ปรับปรุงเมื่อดีแล้วจึงนำไปทดลองกับเด็กชั้นหรือกลุ่มใหญ่ โดยพิจารณาจากประเด็นต่อไปนี

- 10.1 ชุดกิจกรรมนี้ต้องการความรู้เดิมของนักเรียนหรือไม่
- 10.2 การนำเข้าสู่บทเรียนของชุดกิจกรรมนี้เหมาะสมหรือไม่
- 10.3 การประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน มีความสัมพันธ์กับผู้เรียนและดำเนินการตามขั้นตอนที่กำหนดไว้หรือไม่
- 10.4 การสรุปผลการเรียนการสอน เพื่อเป็นแนวทางไปสู่ความคิดรวบยอดหรือหลักการสำคัญของการเรียนรู้ในหน่วยนั้นๆ ดีหรือไม่และต้องตรวจปรับเพิ่มเติมอย่างไร
- 10.5 การประเมินผลหลังเรียนเพื่อตรวจสอบพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงนั้นให้มีความเชื่อมั่นได้มากน้อยแค่ไหนกับผู้เรียน

5. แนวคิดในการทดสอบประสิทธิภาพชุดกิจกรรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2541, หน้า 494) ให้แนวคิดเกี่ยวกับการทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมไว้ว่า หมายถึง การนำชุดกิจกรรมไปทดลองใช้เมื่อปรับปรุงแล้วนำผลไปทดลองสอนจริงและนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วจึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การทดลองใช้ หมายถึง การนำชุดกิจกรรมที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้แต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมให้เท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ การทดลองจริง หมายถึง การนำชุดกิจกรรมที่ได้ทดลองใช้และปรับปรุงแล้วทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนแท้จริงเป็นเวลา 1 ภาคเรียนเป็นอย่างน้อย การทดสอบประสิทธิภาพชุดกิจกรรมมีความจำเป็นด้วยเหตุผลหลายประการ ดังนี้

1. สำหรับหน่วยงานผลิตชุดกิจกรรมเป็นการประกันคุณภาพของชุดกิจกรรมว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะผลิตออกมามาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพก่อนแล้ว เมื่อผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ก็ต้องทำใหม่เป็นการสิ้นเปลืองเวลา แรงงาน และเงิน
2. ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้ายคือ ประเมินผลลัพธ์ของผู้เรียนโดยพิจารณาการสอบหลังเรียน

ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของ ผลเฉลี่ยของคะแนน การทำงานและประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของ การทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ การกำหนด E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าไรนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตาม พอดี โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 แต่อย่างไรก็ตามไม่ควร ตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำเพราะตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็มักได้ผลเท่านั้น

ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ เมื่อผลิตชุดกิจกรรมขึ้นเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำชุดกิจกรรมไปทดสอบประสิทธิภาพตามขั้นตอน ดังนี้

1. แบบเดี่ยว (1:1 เป็นการทดลองกับนักเรียน 1 คนโดยใช้เด็กที่อ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง คำนวณประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบนี้จะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่เมื่อปรับปรุงแล้วจะได้คะแนน สูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดลองแบบกลุ่ม

2. แบบกลุ่ม (1:10 เป็นการทดลองกับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนทั้ง เก่งกับอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง

3. ภาคสนาม(1:100 เป็นการทดลอง กับนักเรียนทั้งชั้น 40-100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่า เกณฑ์ไม่เกิน 2.5 เปอร์เซ็นต์ ก็ให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมากผู้สอนต้องกำหนด เกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมใหม่โดยยึดสภาพความเป็นจริงเป็นหลัก

วิธีการทดสอบประสิทธิภาพชุดกิจกรรม การเลือกนักเรียนมาทดลองชุด กิจกรรม ควรเป็นตัวแทนของนักเรียนที่เราจะนำชุดกิจกรรมนั้นไปใช้ โดยมีข้อควรพิจารณา ดังนี้

1. การทดลองแบบเดี่ยว (1:1 เป็นการทดลองครู 1 คน ต่อเด็ก 1 คนให้ ทดลองกับเด็กอ่อนเสียก่อน ทำการปรับปรุงแล้วนำไปทดลองกับเด็กปานกลาง แล้วนำไป ทดลองกับเด็กเก่ง แต่ถ้าหากเวลาไม่อำนวย และสถานการณ์ไม่เหมาะสมก็ให้ทดลองกับ เด็กอ่อนหรือปานกลาง

2. การทดลองแบบกลุ่ม (1:10 เป็นการทดลอง ครู 1 คนต่อนักเรียนให้ คละกัน ทั้งเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน ห้ามทดลองกับ เด็กอ่อนล้วนหรือเด็กเก่ง 6-12

คน โดยล้วน เวลาทดลองจะต้องจับเวลาด้วยว่ากิจกรรมแต่ละกลุ่มใช้เวลาเท่าไร ทั้งนี้ เพื่อให้ทุกกลุ่มมีกิจกรรมสำหรับห้องเรียนศูนย์การเรียนรู้ใช้เวลาเท่ากัน คือ 10-15 นาที

3. การทดลองภาคสนามหรือกลุ่มใหญ่ (1:100 เป็น การทดลองครู 1 คน กับนักเรียนทั้งชั้น 30-40 คน (หรือ 100 คน สำหรับชุดกิจกรรมรายบุคคล ชั้นที่เลือกมาทดลองจะต้องมีนักเรียนคนละกันทั้งเก่ง อ่อน ไม่ควรเลือกห้องที่มีเด็กเก่งหรืออ่อนล้วน

จากแนวคิดของนักการศึกษา พอจะสรุปการทดสอบประสิทธิภาพชุดกิจกรรมได้ว่า เป็นการนำเอาชุดกิจกรรมไปทดลองใช้เพื่อนำมาปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ผู้สอนได้ ตั้งไว้ก่อนที่จะนำไปใช้จริง ซึ่งมีขั้นตอนของการทดลองอยู่ 3 ขั้นตอน คือ การทดลองแบบเดี่ยว การทดลองแบบกลุ่ม และการทดลองภาคสนาม

6. ประโยชน์ของชุดกิจกรรม

วาสนา ชาวหา (2548, หน้า 139-140 ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดกิจกรรมไว้ ดังนี้

1. นักเรียนสามารถเรียนได้ตามลำพังเป็นกลุ่ม หรือรายบุคคล โดยไม่ต้องอาศัยครูผู้สอนและเป็นไปตามความสามารถของผู้เรียนในอัตราความเร็วของแต่ละคน โดยไม่ต้องกังวลว่าจะต้องตามเพื่อนทันหรือไม่ หรือต้องเสียเวลาคอยคนอื่น

2. นักเรียนสามารถไปเรียนที่ใดก็ได้ตามความสะดวก

3. แก้ปัญหาขาดแคลนครูได้เป็นบางโอกาส อาจใช้ชุดกิจกรรมนี้กับนักเรียนเนื่องจากครูไม่เพียงพอหรือมีความจำเป็นมาสอนไม่ได้

4. ฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยการกระทำที่นอกเหนือไปจากสภาพการณ์ในชั้นเรียนปกติที่ปฏิบัติอยู่เป็นประจำ เป็นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้แก่ผู้เรียนอย่างกว้างขวาง และเป็นการเน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหา

วีระ ไทพานิช (2551, หน้า 137 ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดกิจกรรมไว้ ดังนี้

1. เป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ รู้จักทำงานร่วมกัน

2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกวัสดุการเรียนและกิจกรรมที่เขาชอบ

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ก้าวหน้าไปตามอัตราศักยภาพความสามารถของแต่ละคน

4. เป็นการเรียนที่สนองต่อความแตกต่างของระหว่างบุคคล

5. มีการวัดผลตนเองบ่อยๆ ทำให้ผู้เรียนรู้การกระทำของตนเองและสร้างแรงจูงใจ
6. ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง และมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง
7. เป็นการเรียนรู้นิต Active ไม่ใช่ Passive
8. ผู้เรียนจะเรียนที่ไหน เมื่อไรก็ได้ ตามความพอใจของผู้เรียน
9. สามารถปรับปรุงการสื่อความหมายระหว่างนักเรียนและครู
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2541, หน้า 117 ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดกิจกรรมไว้ ดังนี้

1. ส่งเสริมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถ ความสนใจ ตามเวลาและโอกาสที่เหมาะสมของแต่ละบุคคล
2. ช่วยขจัดปัญหาขาดแคลนครู เพราะชุดกิจกรรมช่วยให้นักเรียนเรียนได้ด้วยตนเองหรือต้องการความช่วยเหลือจากผู้สอนเพียงเล็กน้อย
3. ช่วยในการศึกษานอกระบบโรงเรียนเพราะผู้เรียนสามารถนำชุดกิจกรรมไปใช้ได้ทุกสถานที่ทุกเวลา
4. ช่วยลดภาระและช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ครูเพราะชุดการสอนผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถนำไปใช้ได้
5. เป็นประโยชน์ในการสอนแบบศูนย์การเรียน
6. ช่วยให้ครูวัดผลการเรียนรู้ได้ตรงตามความมุ่งหมาย
7. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเองและมีความรับผิดชอบต่อนตนเองและสังคม
8. ช่วยผู้เรียนจำนวนมากให้ได้รับความรู้แนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ
9. ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักเคารพนับถือความคิดเห็นของผู้อื่น
10. ช่วยให้ผู้สอนถ่ายถอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่ซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรมสูง ทำให้การเรียนการสอนของผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ของผู้สอนชุดกิจกรรมทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตลอดเวลา

จากแนวคิดของนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดกิจกรรมพอจะสรุปได้ดังนี้ ชุดกิจกรรมเป็นเครื่องทางการศึกษาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี เพราะสามารถช่วยแก้ปัญหาการสอนได้ ทั้งช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วย

ตนเอง เป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่ครู และไม่จำกัดเวลาและสถานที่ในการเรียนรู้ จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้อัจจุบัน

7. การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม

การคำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อและเทคโนโลยีการเรียนการสอน หรือ ชุดกิจกรรม มีรายละเอียด ดังนี้ (เพชฌัญญู กิจระการ, 2544, หน้า 46-51

การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ มีกระบวนการสำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนของการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach) และขั้นตอนของการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) ทั้งสองวิธีนี้ควรทำความเข้าใจกันว่าแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพจะเป็นที่ยอมรับได้ มีรายละเอียด ดังนี้

1. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach)

กระบวนการนี้เป็นการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักของความรู้และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญ (Panel of Expert) เป็นผู้พิจารณาตัดสินคุณค่า ซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้

2. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach)

วิธีการนี้จะนำสื่อหรือไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของสื่อ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนโปรแกรม ชุดกิจกรรม แผน การจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ เป็นต้น ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ โดยกำหนด เป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่า นักเรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมของนักเรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผล การทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมด โดยแสดงเป็นค่าตัวเลข 2 ตัว เช่น $E_1/E_2 = 80/80$ คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะ ในที่นี้ จะยกตัวอย่าง $E_1/E_2 = 80/80$ ดังนี้

2.1 เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็น ประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำ

แบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนการหาค่า E_1 และ E_2 ใช้สูตร ดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N} \times 100}{A}$$

เมื่อ	E_1	แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน คะแนนของแบบฝึกหัดหรือของแบบทดสอบ ย่อยทุกชุดรวมกัน
	A	แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือของแบบทดสอบ ย่อยทุกชุดรวมกัน
	N	แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\frac{\sum X}{N} \times 100}{B}$$

เมื่อ	E_2	แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum X$	แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน
	B	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.2 เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้น ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 เช่น มีนักเรียน 40 คน ร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด คือ 32 คนแต่ละคนได้คะแนนจากการทดสอบหลังเรียนถึงร้อยละ 80 (E_1 ส่วน 80 ตัวหลัง (E_2) คือ ผลการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมด (40 คน) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

2.3 เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบ (Post-test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วน 80

ตัวหลัง (E_2 คือ คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test โดยเทียบกับคะแนนที่ได้ก่อนการเรียน (Pre-test จะอธิบายตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2 ดังนี้ สมมตินักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test ได้เฉลี่ยร้อยละ 10 แสดงว่า แตกต่างจากคะแนนเต็ม (ร้อยละ 100 เท่ากับ 90 ถ้านักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test ได้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 85 แสดงว่าความแตกต่างของการสอบ 2 ครั้งนี้ (ก่อนเรียนกับหลังเรียน เท่ากับ $85 - 10 = 75$

ดังนั้น ค่าของ $E_2 = (75/90 \times 100 = 83.33\%$ ถือว่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ($E_2 = 80$

2.4 เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1 คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2 คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกมีจำนวนร้อยละ 80 (ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวนนักเรียนไม่ถึงร้อยละ 80 แสดงว่าสื่อไม่มีประสิทธิภาพ และชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับ ข้อนั้นมีความบกพร่อง

กล่าวโดยสรุปว่า เกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดกิจกรรมจะนิยมตั้งเป็นตัวเลข 3 ลักษณะ คือ 80/80, 85/85 และ 90/90 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวิชาและเนื้อหาที่จะนำมาสร้างสื่อ นั้น ถ้าเป็นวิชาที่ค่อนข้างยากก็อาจตั้งเกณฑ์ไว้ 80/80 หรือ 85/85 สำหรับวิชาที่มีเนื้อหาง่าย อาจตั้งเกณฑ์ไว้ 90/90 เป็นต้น นอกจากนี้ยังตั้งเกณฑ์เป็นค่าความคลาดเคลื่อนไว้เท่ากับร้อยละ 2.5 นั่นคือ ถ้าตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 90/90 เมื่อคำนวณแล้วค่าที่ถือว่าใช้ได้คือ 87.5/87.5 หรือ 87.5/90 หรือ 87.5/92.5 เป็นต้น

ประสิทธิภาพของสื่อและเทคโนโลยีการเรียนการสอน จะมาจากผลลัพธ์ของการคำนวณ E_1 และ E_2 เป็นตัวเลขตัวแรกและตัวหลังตามลำดับ ถ้าตัวเลขเข้าใกล้ 100 มากเท่าไร ยิ่งถือว่ามีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาการรับรองประสิทธิภาพของสื่อและเทคโนโลยี การเรียนการสอนหรือแผนการจัดการเรียนรู้ ส่วนแนวคิดในการหาประสิทธิภาพ ที่ควรคำนึงมีดังนี้

1. สื่อการเรียนการสอนและเทคโนโลยีการเรียนการสอนหรือแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ต้องมีการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อการเรียนการสอนอย่างชัดเจนและสามารถวัดได้
2. เนื้อหาของบทเรียนที่สร้างขึ้นต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์เนื้อหาตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอน

3. แบบฝึกหัดและแบบทดสอบต้องมีการประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของการสอนที่ได้วิเคราะห์ไว้ ส่วนความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบควรมีการวิเคราะห์ เพื่อนำไปใช้กำหนดค่าน้ำหนักของคะแนนในแต่ละข้อคำถาม

4. จำนวนแบบฝึกหัดต้องสอดคล้องกับจำนวนจุดประสงค์ และต้องมีแบบฝึกหัดและข้อคำถามในแบบทดสอบครอบคลุมทุกจุดประสงค์ของการสอนจำนวนแบบฝึกหัดและข้อคำถามในแบบทดสอบไม่ควรน้อยกว่าจำนวนจุดประสงค์

จากแนวคิดดังกล่าวสรุปได้ว่า การคำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหรือชุดกิจกรรมเป็นผลรวมของการหาคุณภาพ (Quality ทั้งเชิงปริมาณที่แสดงเป็นตัวเลข (Quantitative) เชิงคุณภาพ (Qualitative) ที่แสดงเป็นภาษาที่เข้าใจได้ ดังนั้น ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหรือชุดกิจกรรมในที่นี้จึงเป็นองค์รวมของ ประสิทธิภาพ (Efficiency ในความหมายของการทำในสิ่งที่ถูก (Do the Things Right นั้น หมายถึง การเรียนอย่างถูกต้องตามกระบวนการของการเรียนด้วย สื่อการเรียนการสอนหรือชุดกิจกรรมและมีประสิทธิผล (Effectiveness ในความหมายของการทำสิ่งที่ถูกต้องให้เกิดขึ้น (Get the Right Things Done นั้น หมายถึง นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ ถูกต้องถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวัง ทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผลนั้นนำไปสู่การมีคุณภาพ ซึ่งมักนิยมเรียกรวมกันเป็นที่เข้าใจกันว่า “ประสิทธิภาพ” ของสื่อการเรียนการสอนและเทคโนโลยีการเรียนการสอนหรือชุดกิจกรรม ดังนั้น การสร้างชุดกิจกรรมขึ้นมาเพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีการพัฒนาขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองมีส่วนร่วมในการทำงาน มีความรับผิดชอบและเป็นการพัฒนาผู้เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคลให้สามารถเรียนรู้ร่วมกันได้

การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)

1. แนวคิดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)

คำว่า STEM ถูกใช้ครั้งแรกโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Science Foundation : NSF) ซึ่งใช้คำนี้เพื่ออ้างถึงโครงการหรือโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตาม สถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกาไม่ได้ให้นิยามที่ชัดเจนของคำว่า STEM มีผลให้มีการใช้และให้ความหมายของคำนี้แตกต่างกันไป (National Research Council. 2012:5

เช่น มีการใช้คำว่า STEM ในการอ้างอิงถึงกลุ่มอาชีพที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

พรพรรณ ไวทยางกูร (2561, หน้า 53) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน ช่วยให้นักเรียน สร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สาขาวิชาการศึกษา กับชีวิตจริง และการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจ ทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถ นำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 62) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education: STEM Education) เป็นแนวทางจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริม ประสิทธิภาพ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับ นักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม

พรทิพย์ สิริภัทราชัย (2556, หน้า 49-56) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ เช่น ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science : S เทคโนโลยี (Technology : T วิศวกรรม (Engineering : E และคณิตศาสตร์ (Mathematic : M โดยการนำความรู้แต่ละวิชามาผสมผสานกันเพื่อ ผู้เรียนได้นำความรู้ทุกแขนงใช้ในการแก้ปัญหา คิดค้นสิ่งใหม่ๆ ให้สอดคล้องกับความต้องการในสถานการณ์โลกปัจจุบันซึ่งในความเป็นจริงแล้วในการดำเนิน ชีวิตประจำวันต้องใช้ความรู้จากหลายศาสตร์ไม่ได้แยกเป็นส่วนๆ ดังนั้นสะเต็มศึกษา (STEM Education) จึงช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็นของคนในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลข่าวสารและเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว

2. ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษามีลักษณะในการจัดการเรียนรู้ 5 ประการ (Vasquez Sneider and Comer, 2013 ได้แก่ (1 เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ (2 ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ (3 เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (4 ทำทลายความคิดของนักเรียนและ (5 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชาจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์และเห็นว่าวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกวัน

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556, หน้า 50 ได้กล่าวถึง ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ดังนี้

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาขาวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือ เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และ คณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชา มาผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือวิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักการศึกษา มักชี้แนะให้อาจารย์ ผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาหรือ มหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ในสะเต็มศึกษา จะทำให้ผู้เรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียนเทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทาง เทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้นเทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจวิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่างๆ ให้กับนิสิตนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่ มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้ แต่จากการศึกษาวิจัย

พบว่าแม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกันคณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มีได้หมายถึง การนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ ประการแรก คือ กระบวนการ คิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่ การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ประการที่สองภาษาคณิตศาสตร์ เด็ก จะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิด รวบรวม (Concept) ทาง คณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้น อนุบาลจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่า ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนด เป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำสะเต็มศึกษามาใช้ ผลจากการศึกษา พบว่า ผู้สอน ใช้วิธีการสอนแบบ Project based Learning, Problem-based Learning, Design-based Learning ทำให้ผู้เรียนสามารถ สร้างสรรค์ พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าผู้สอนสามารถใช้สะ เต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าใดก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้น เท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกามีการนำสะเต็มศึกษาไปสอนตั้งแต่ ระดับวัยก่อนเรียน (Pre-school) ด้วย

3. เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่างๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น ด้านปัญญา ผู้เรียน เข้าใจในเนื้อหาวิชา ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผู้เรียนมี ทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำตลอดจนการน้อม รับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น นอกจากนี้ Roberts (2013 อ้างถึงใน สิริินภา กิจเกื้อกุล, 2558, หน้า 48) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือ วิธีการหลอมรวม 4 ศาสตร์วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นอันหนึ่งเดียวกันการหลอม รวมทำได้โดยจัดการเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนฐานของการปฏิบัติ การออกแบบ (Design-Based) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การค้นพบ (Discovery) และการใช้ยุทธวิธีการสำรวจ (Exploratory learning Strategies) ฉะนั้น Robert จึงมองว่าสะเต็มศึกษาอาจแบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่ 1 การบูรณาการเนื้อหาวิชาทางวิศวกรรม ศาสตร์ ให้เป็นส่วนหนึ่งของ หลักสูตร และ 2 การบูรณาการทักษะทางวิศวกรรมศาสตร์ลงสู่วิธีการเรียนรู้ (Learning Strategies) และหรือวิธีการจัดการเรียนรู้ (Teaching Strategies) อาทิ การจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากแนวคิดดังกล่าวสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานั้น เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และ คณิตศาสตร์ (M) การสอนวิทยาศาสตร์ในสะเต็มศึกษา จะทำให้ ผู้เรียนเกิดความสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน นอกจากนี้ยังเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา และมีด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในเรื่องของระดับการบูรณาการที่ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพผู้เรียนนั้นก็มียุหลายระดับด้วยกัน ส่วนหนึ่งครูผู้สอนต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2557) ซึ่งได้ระบุว่า ระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนสะเต็มศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่ การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary) การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary integration) การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary integration) และการบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับวิธีการและความสามารถของครูผู้สอนที่จะนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดความเหมาะสม ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ดังแผนภาพประกอบ 2

ระดับการบูรณาการการจัดการเรียนตามแนวสะเต็มศึกษา (Transdisciplinary Integration) นี้



ภาพประกอบ 2 แสดงระดับการบูรณาการการจัดการเรียนตามแนวสะเต็มศึกษา
ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, เข้าถึงได้จาก

http://physics.ipst.ac.th/?page_id=2481

3. หลักการออกแบบการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

หลักการออกแบบการจัดการเรียนรู้และการนำกิจกรรม STEM Education ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน (Capraro & Morgan, 2013) เสนอแนวทางดำเนินการ ได้ 9 แนวทาง ดังนี้

- 1) จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจสนุกสนาน มีชีวิตชีวาเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง
- 2) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ที่ท้าทายความรู้ความสามารถ กระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน
- 3) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง
- 4) จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 กลุ่มสาระ ได้แก่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และกลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม
- 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน โดยสร้างสถานการณ์ ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียน

เกิดกระบวนการคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

6) ครูผู้สอนต้องคอยเป็นโค้ชและเป็นพี่เลี้ยงในการชี้แนะแนวทางการทำกิจกรรม

7) ครูผู้สอนควรตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดอยู่เสมอ

8) ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย

จากแนวคิดดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนต้องมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการคิดสร้างสรรค์ผลงาน คอยเป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการทำงาน และใช้วิธีการประเมินผลงานที่หลากหลาย โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้น ควรเน้นให้ผู้เรียนได้นำทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยบูรณาการทั้ง 3 กลุ่มสาระเข้าด้วยกัน ภายใต้กระบวนการสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเพื่อท้าทายความสามารถของผู้เรียน

กระบวนการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนต้องมีการเตรียมการสอนและออกแบบรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนให้บรรลุจุดประสงค์ (ปาริชาติ ประเสริฐสังข์, 2559, หน้า 129) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ว่าการออกแบบการเรียนรู้มักจะดำเนินถึงเนื้อหาในบทเรียน เนื่องจากเนื้อหาจะเป็นปัจจัยที่ใช้กำหนดวิธีการจัดการเรียนรู้ ตัวอย่างเช่น การเขียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์จะดำเนินถึงเนื้อหาในคู่มือหรือบทเรียน หรือการเรียนเรื่องการเขียนก็จะพิจารณาที่ความแปลกใหม่และการคิดของนักเรียน ดังนั้นการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ครูผู้สอนจะต้องได้รับการปรับปรุงพัฒนาให้มีศักยภาพในการเขียนแผนโดยได้รับการฝึกปฏิบัติในการเขียนแผน ควรได้รับการพัฒนาแนวคิด เกี่ยวกับวิธีการเขียนแผนครุควรวางแผนทั้งในด้านเนื้อหาที่จะนำมาใช้จัดกิจกรรมและคุณลักษณะที่ต้องการสนับสนุนให้เกิดกับผู้เรียน และควรหลีกเลี่ยงการใช้ตารางเวลาจัดกิจกรรมเป็นช่วงๆ คงที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้ รวมทั้งจะไม่ใช้คำถามว่ากิจกรรมทุกรายการดำเนินไปได้ได้อย่างไร เพราะครูที่มีประสบการณ์มักจะพร้อมและสามารถปรับเปลี่ยนกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความยืดหยุ่นและดำเนินไปได้พร้อมๆ กับตอบสนองของผู้เรียนอย่างเหมาะสม

จากแนวคิดดังกล่าวสรุปได้ว่า การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสามารถจัดรูปแบบการเรียนรู้และการวัด ประเมินผลได้อย่างหลากหลาย

ให้กิจกรรมและเนื้อหาที่มีความยืดหยุ่น กระตุ้นให้นักเรียนใช้ทักษะการทำงานและการคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาชิ้นงานให้ประสบผลสำเร็จ

4. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานั้น สามารถจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียนที่มีอยู่หลายระดับ หลายกลุ่มสาระการเรียนรู้เข้าด้วยกัน ระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียน สะเต็มศึกษาสามารถแบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554, หน้า 63

4.1 Disciplinary (บูรณาการภายในวิชา คือ การจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะเต็มแยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้คือ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่เป็นอยู่ทั่วไปซึ่งครูผู้สอนแต่ละวิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนตามรายวิชาของตนเอง

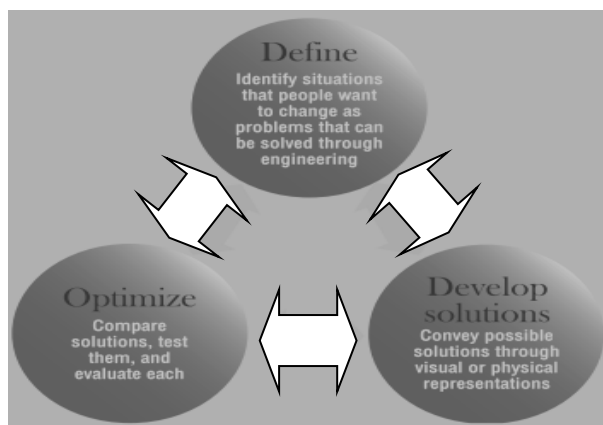
4.2 Multidisciplinary Integration (การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะวิชาของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (Theme) ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้ ช่วยให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาในวิชาต่างๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว

4.3 Interdisciplinary Integration (การบูรณาการแบบสหวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาพร้อมกัน โดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชา เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ ผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกัน โดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเอง โดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น

4.4 Transdisciplinary Integration (การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา คือ การจัดการเรียนการสอนที่ช่วยผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์กับชีวิตจริง โดยผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้น ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของผู้เรียน โดยครูอาจกำหนดกรอบหรือ Theme ของปัญหากว้างๆ ให้ผู้เรียน และผู้เรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหาเอง

กฤษลดา ชุสินคุณาวุฒ (2557, หน้า 37 อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการ
สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557 ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะ
เต็มศึกษา ได้นำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) มาใช้
เป็นส่วนหนึ่งของการทำงานเพื่อทำการสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือวิธีการ ทั้งนี้หน่วยงานต่างๆ
ทางด้านการศึกษาได้นำเสนอกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไว้มากมาย โดยมีชื่อเรียก
แตกต่างกัน

สภาวิจัยแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council, 2012)
ได้ร่วมกับสมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (The National Science Teachers Association:
NSTA) และสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของอเมริกา (The American
Association for the Advancement of Science : AAAS) กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ฉบับใหม่สำหรับประเทศ เรียกว่า (Next Generation Science Standard :
NGSS) โดยเรียกกระบวนการทำงานนี้ว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเสนอ
ขั้นตอนการทำงานประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1 การกำหนดปัญหา 2 การพัฒนา
แนวทางแก้ปัญหาและ 3 การลงมือปฏิบัติเพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุดของการแก้ปัญหาโดย
การทำงานมีลักษณะเป็นวงจรที่สามารถย้อนกลับไปแก้ไขได้ ดังแผนภาพประกอบ 3



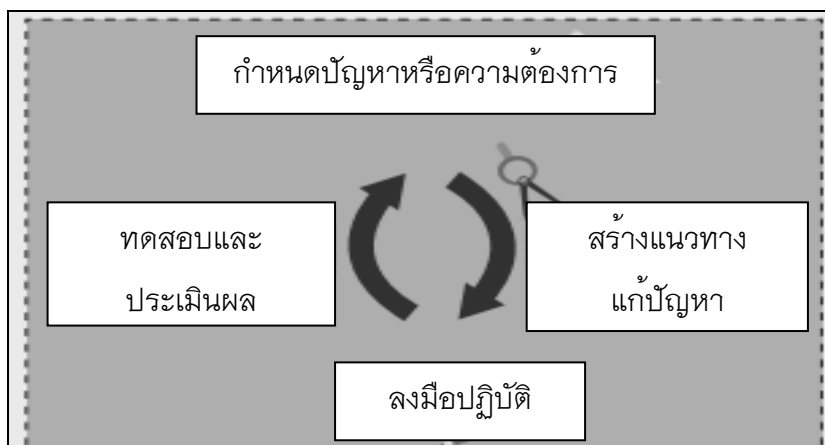
ภาพประกอบ 3 วงจรกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของ

Next Generation Science Standard, USA

ที่มา : National Research Council (2012, p. 158 อ้างถึงใน กฤษลดา ชุสินคุณาวุฒิ,
2557, หน้า 37)

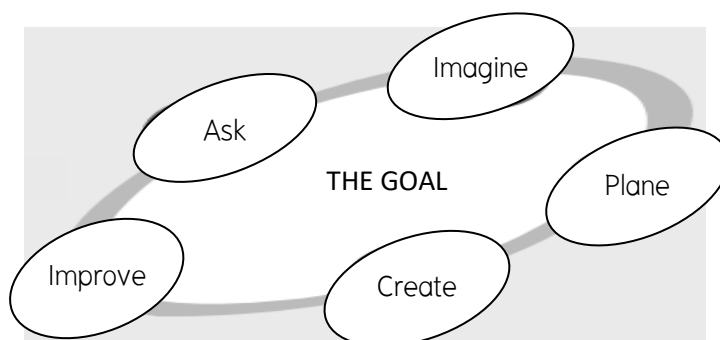
จากแนวคิดดังกล่าวสรุปได้ว่า ในการกำหนดกรอบการเรียนรู้ของผู้เรียน ครูต้องมีการออกแบบรูปแบบและวิธีการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมตัวชี้วัดของหลักสูตรของแต่ละวิชาที่จะนำมาบูรณาการ ให้เนื้อหา มีความเชื่อมโยงกัน โดยยึดความสนใจของผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

สมาคมนักเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษานานาชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (International Technology and Engineering Educators Association : ITEEA) ได้กำหนดขั้นตอนของกระบวนการทำงานหรือกระบวนการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีไว้ในมาตรฐานการรู้เทคโนโลยี (Standards for Technological Literacy) และเรียกกระบวนการทำงานนี้ว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วยขั้นตอนการทำงานสำคัญ คือ การกำหนดปัญหา (Identifying the problem) สร้างแนวคิด (Generating ideas) ด้วยเทคนิคการระดมสมองและการดำเนินการวิจัยเพื่อสำรวจแนวคิดการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ การเลือกแนวคิดที่เหมาะสม (Selecting a solution) การทดสอบ (Testing the solution) ด้วยการสร้างแบบจำลอง (Models) และต้นแบบ (Prototypes) เพื่อ ตรวจสอบแนวคิดการแก้ปัญหา การปฏิบัติงาน (Making the item) ด้วยการสร้างชิ้นงานเพื่อนำไป แก้ปัญหา การประเมินผล (Evaluating it) ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยชิ้นงานและประเมินว่าสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ และการนำเสนอผล (Presenting the results) ทั้งนี้การทำงานสามารถย้อนกลับ เพื่อปรับปรุงแก้ไขได้ตลอดจนกระทั่งได้แนวทางที่เหมาะสมที่สุด (Optimum) ดังแผนภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แสดงกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของ ITEEA
ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 72)

พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์บอสตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา (Museum of Science, Boston) ดำเนินโครงการพัฒนาเด็กให้รู้วิศวกรรมและเทคโนโลยี (Engineering and technological literacy) หรือเรียกว่า Engineering it Elementary (EE) เพื่อวิจัยพัฒนาหลักสูตรขับเคลื่อนมาตรฐาน และนำหลักสูตรไปใช้ในชั้นเรียน โดยบูรณาการแนวความคิดด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี และ ทักษะทางวิทยาศาสตร์โดยมีกลุ่มเป้าหมาย คือ เด็กนักเรียนในระดับประถมศึกษา (Grade, pp. 1-5 และใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย ค้นหาปัญหา สร้างแนวคิดและเลือก แนวคิดที่ดีที่สุด วางแผนลงมือปฏิบัติ และตรวจสอบ ดังแผนภาพประกอบ 5

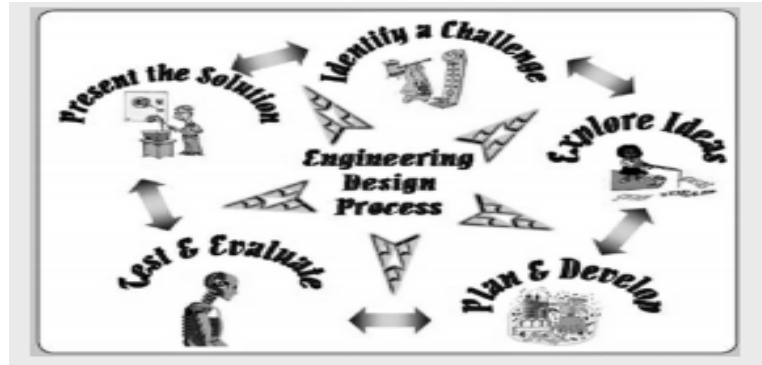


ภาพประกอบ 5 แสดงวงจรกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของ

Engineering is Elementary, UK

ที่มา : Museum of Science Boston (2014 อ้างถึงใน กฤษลดา ชุลินคุณาวุฒิ, 2557, หน้า 38)

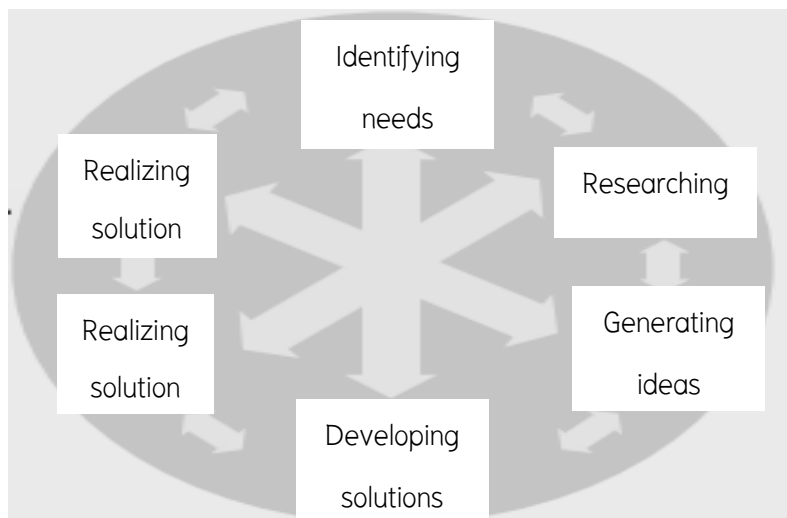
ศูนย์การเรียนรู้การสอนสะเต็ม ของสมาคมเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษา 1191 (International Technology and Engineering Educators Association's STEM Center for Teaching and Learning TM) ได้พัฒนารูปแบบกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย กำหนดปัญหาหรือความต้องการ ค้นหาแนวคิด วางแผนและพัฒนาแนวคิด ทดสอบและประเมินผล เพื่อตรวจสอบแนวคิดการแก้ปัญหา การปฏิบัติงาน (Making the item) ด้วยการสร้างชิ้นงานเพื่อนำไปแก้ปัญหา การประเมินผล (Evaluating it) ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยชิ้นงานและประเมินว่าสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ และการนำเสนอผล (Presenting the results) ทั้งนี้การทำงานสามารถย้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไขได้ ตลอดจน กระทั่งได้แนวทางที่เหมาะสมที่สุด (Optimum) ดังแผนภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 วงจรกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของ
STEM Center for Teaching and Learning™

ที่มา : Museum of Science Boston (2014 อ้างถึงใน กฤษลดา ชุลินคุณาวุฒิ,
2557, หน้า 38)

กระทรวงทางการศึกษา ประเทศอังกฤษ (Department for Education) กำหนดหลักสูตรการศึกษาแห่งชาติ ตลอดจนหลักสูตรของโรงเรียนนานาชาติที่ใช้ระบบอังกฤษ (UK National Curriculum, International GCSE and IB Diploma) และใช้กระบวนการทำงานว่ากระบวนการออกแบบ (Design process) ประกอบด้วย กำหนดความต้องการ รวบรวมข้อมูล สร้างแนวคิด พัฒนาแนวคิด ลงมือปฏิบัติและประเมินผล โดยการทำงานมีลักษณะเป็นวงจรที่สามารถย้อนกลับไปทำงานขั้นตอนต่างๆ ได้ตามแผนภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 วงจรกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของ
(National Curriculum, International GCSE and IB Diploma, UK.

ที่มา : National Research Council (NRC)
(2012 p. 158 อ้างถึงใน กฤษลดา ชุลินคุณาวุฒิ, 2557, หน้า 39)

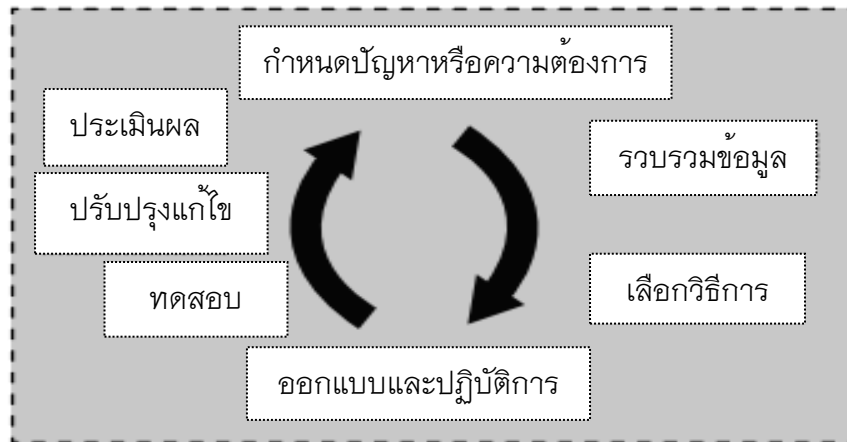
ได้เรียกระบวนการทำงานนี้ว่า กระบวนการเทคโนโลยี (Technology process) ประกอบด้วยการทำงาน 3 ระยะ คือ การสำรวจและกำหนดงาน การสร้างและพัฒนาแนวคิด การลงมือปฏิบัติ โดยในแต่ละระยะจะมีการวางแผนการจัดการและประเมินผลด้วยเสมอ ดังแผนภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 วงจรกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของรัฐนิวเซาท์เวลส์ ประเทศออสเตรเลีย (NSW Department of education and training, Australia)

ที่มา : NSW Department of Education and Communities (2011 อ้างถึงใน กฤษลดา ชูลินคุณาวุฒิ, 2557, หน้า 39)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554, หน้า 113 อ้างถึงใน กฤษลดา ชูลินคุณาวุฒิ, 2557, หน้า 40-41 ได้สังเคราะห์กระบวนการทำงานที่สอดคล้องกับบริบทของประเทศไทยไว้ตั้งแต่หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 จนมาถึง หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในสาระการออกแบบและเทคโนโลยีกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีและเรียกชื่อกระบวนการทำงานนี้ว่า กระบวนการเทคโนโลยี (Technological process) ซึ่งสามารถนำไปจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือวิธีการได้โดยการทำงานสามารถย้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนต่าง ๆ ได้ตลอด ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ ประกอบด้วย 1 การกำหนดปัญหาหรือความต้องการ 2 รวบรวมข้อมูล 3 เลือกวิธีการ 4 ออกแบบและปฏิบัติการ 5 ทดสอบ 6 ปรับปรุงแก้ไข และ 7 ประเมินผลดังแผนภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 แสดงวงจรกระบวนการเทคโนโลยี (Technological process) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
(2554, หน้า 113)

จากการนำเสนอกระบวนการทำงานที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะพบว่า มีรูปแบบและขั้นตอนการทำงานบางอย่างแตกต่างกัน แต่มีเป้าหมายเดียวกันคือทำให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักการวางแผนการแก้ปัญหา ใช้ทรัพยากร (Resources) อย่างคุ้มค่าภายใต้ ข้อจำกัด (Constraints) สามารถคิดค้นหาแนวทางที่หลากหลายเพื่อแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด โดยแต่ละรูปแบบจะมีขั้นตอนหรือรายละเอียดคล้ายกัน ผู้วิจัยจึงเลือกกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งมี การสังเคราะห์และปรับเปลี่ยนเป็น 6 ขั้นตอน เพื่อมาใช้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นกระบวนการที่เข้าใจได้ง่าย และสอดคล้องกับ บริบทของกิจกรรม ซึ่งประกอบด้วย

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ขอเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

5. บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

จาร์ส อินทลาภพร (2558, หน้า 97) ได้กล่าวว่า ผู้สอนควรปฏิบัติ ดังนี้

1 ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ

2 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

3 จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning)

4 จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning)

5 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน

6 วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic learning)

บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สามารถอธิบายได้ดังตาราง 3 (กฤษฎลดา ชูลินคุณาวุฒิ, 2557, หน้า 37

ตาราง 3 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>1. ขั้นกำหนดปัญหาหรือความต้องการ เป็นขั้นวิเคราะห์ปัญหาหรือความต้องการหรือสถานการณ์ปัญหาหรือความต้องการอย่างละเอียดเพื่อกำหนดปัญหาหรือความต้องการที่ชัดเจน สามารถนำไปแก้ไขได้จริง อาจใช้วิธีการต่างๆ เช่น พังก้างปลา (Fish bone diagram) SWOT การให้ชุด คำถาม 5W 1H</p>	<p>กำหนดสถานการณ์เทคโนโลยีและความท้าทาย เพื่อให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการซึ่งสถานการณ์อาจเกิดจากสิ่งที่ไม่ประสบ ในชีวิตประจำวันชุมชนและสังคมสร้างความตระหนัก เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ</p>	<p>1. ทำความเข้าใจและวิเคราะห์สถานการณ์เทคโนโลยีและความท้าทายอย่างละเอียด 2. กำหนดปัญหาหรือความต้องการที่ต้องการแก้ไข</p>
<p>2. ขั้นรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความต้องการ เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่หลากหลายจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ด้วยวิธีการ สังเกต สอบถามจากผู้รู้ สืบค้นหรือสำรวจจากสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่างๆ นำข้อมูลที่</p>	<p>จัดเตรียมสื่อและแหล่งเรียนรู้รวบรวมข้อมูล เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาหลากหลายจากสื่อและแหล่ง เรียนรู้ต่างๆ อย่างรอบด้านร่วมวิเคราะห์ทรัพยากรและข้อจำกัดที่ต้องคำนึงถึงในการทำงาน กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความ</p>	<p>วิเคราะห์และสรุปเกี่ยวกับทรัพยากรและข้อจำกัดที่ต้องคำนึงถึงในการทำงาน</p> <ul style="list-style-type: none"> กำหนดประเด็นในการรวบรวมข้อมูลที่กลุ่มให้ความสนใจและสร้างเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลแล้วสำรวจเก็บรวบรวมข้อมูลสืบเสาะหาความรู้ศึกษาหรือสืบค้นข้อมูล

ตาราง 3 (ต่อ)

กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>2. ขนรวบรวบข้อมูล (ต่อ) รวบรวบได้มาวิเคราะห์และสรุปเป็นสารสนเทศและวิธีการแก้ปัญหา หรือสนองความต้องการ โดยวิธีการอาจมีได้มากกว่า 1 วิธี</p>	<p>ต้องการให้ได้มากกว่า 1 วิธี รวบรวมสรุปองค์ความรู้และสารสนเทศที่จำเป็นสำหรับ</p>	<p>ในประเด็นที่กลุ่มให้ความสนใจ</p> <ul style="list-style-type: none"> วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปองค์ความรู้สารสนเทศและสรุปวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการซึ่งควรมีมากกว่า 1 วิธี นำเสนอข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูลและวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ
<p>3. ชั้นออกแบบและปฏิบัติการ เป็นชั้นออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการเป็นภาพร่าง 2 มิติ ภาพร่าง 3 มิติ ภาพฉาย ภาพ Quick sketch พังงาน ซึ่งอาจใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ จากนั้นวางแผนและปฏิบัติงานอย่างเป็นขั้นตอนตามแนวทาง ที่ได้ออกแบบและวางแผนไว้ ผลงานที่ได้อาจเป็นชิ้นงานหรือวิธีการก็ได้</p>	<p>จัดเตรียมวัสดุที่จำเป็นและอุปกรณ์ เครื่องมือในการปฏิบัติงานให้คำแนะนำและร่วมพิจารณาเลือกภาพร่างความคิดให้เหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการมากที่สุด และสามารถสนองความต้องการได้จริงตามข้อจำกัดภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบให้คำแนะนำและเน้นย้ำการใช้อุปกรณ์เครื่องมือให้ถูกต้อง</p>	<p>ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการเป็นภาพร่างความคิดหรือผังงานแล้วพัฒนาความคิดโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ให้ได้ความคิดที่หลากหลายมีความแปลกใหม่ วิเคราะห์และเลือกภาพร่างความคิดที่เหมาะสมที่สุด นำเสนอและแลกเปลี่ยนเรียนรู้วางแผนการทำงานและลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างชิ้นงานสำหรับแก้ปัญหาหรือ</p>

ตาราง 3 (ต่อ)

กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>4. ขั้นทดสอบ</p> <p>เป็นขั้นตรวจสอบ ทดสอบ และบันทึกผลว่าชิ้นงานหรือวิธีการมีความสอดคล้องตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ สามารถใช้งานได้หรือไม่และมีข้อบกพร่องอย่างไร หากผลการทดสอบพบว่า ชิ้นงาน หรือวิธีการไม่สอดคล้องตามรูปแบบหรือใช้งานไม่ได้ หรือมีข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข จะต้องทำในขั้นปรับปรุงแก้ไขต่อไป</p>	<p>ให้คำแนะนำและร่วมตรวจสอบชิ้นงานเพื่อหาข้อบกพร่องและแก้ไขเพิ่มเติม</p>	<p>สนองความต้องการโดยใช้งานอุปกรณ์เครื่องมือเหมาะสมกับประเภทของงานทำงานถูกต้องและปลอดภัย</p>
<p>5. ขั้นปรับปรุงแก้ไข</p> <p>เป็นขั้นวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาจุดที่ควรแก้ไขและแนวทางการปรับปรุงแก้ไข แล้วจึงทำการปรับปรุงแก้ไขจนกระทั่งได้ชิ้นงานหรือวิธีการสอดคล้องตามรูปแบบที่ออกแบบไว้ และสามารถใช้งานได้ ถ้าหากพบว่าชิ้นงานหรือวิธีการไม่เป็นไปตามรูปแบบที่ออกแบบไว้ ยังคงทำงานหรือใช้งานไม่ได้ควรกลับไปออกแบบและปฏิบัติการ หรือกลับไปรวบรวมข้อมูลและ</p>	<p>จัดเตรียมสื่อและแหล่งเรียนรู้สำหรับการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้คำแนะนำและร่วมวิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจสอบทดสอบการทำงานของชิ้นงานรวมทั้งแนวทางการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องให้คำแนะนำหากต้องย้อนกลับไปปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนต่างๆ เช่น การย้อนกลับไปรวบรวมข้อมูลอีกครั้งหรือเลือกวิธีการใหม่และปฏิบัติการอีกครั้ง</p>	

ตาราง 3 (ต่อ)

กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
5. ขั้นปรับปรุงแก้ไข (ต่อ) เลือกวิธีการที่เหมาะสมใหม่ อีกครั้ง		
6. ขั้นประเมินผล เป็นขั้นนำชิ้นงานหรือวิธีการไป แก้ปัญหาหรือสนอง ความ ต้องการ และประเมินผลว่า ชิ้นงานหรือวิธีการ สามารถ แก้ปัญหาหรือสนองความ ต้องการได้หรือไม่ หากการ ประเมินผลพบว่าชิ้นงานหรือ วิธีการไม่ สามารถแก้ปัญหา หรือสนองความต้องการได้ ควรกลับไปพิจารณาวิธีการ ต่างๆ ตั้งแต่ขั้นรวบรวมข้อมูล และตัดสินใจเลือกวิธีการเพื่อ เข้าสู่กระบวนการเทคโนโลยี ใหม่อีกครั้งหนึ่งหรืออาจ ย้อนกลับไปยังขั้นออกแบบ	อำนวยความสะดวกให้ ผู้เรียนในการนำชิ้นงานไป แก้ปัญหาหรือความต้องการ ร่วมสรุปองค์ความรู้จากการ แก้ปัญหาหรือสนองความ ต้องการให้ข้อเสนอแนะ สำหรับการพัฒนาชิ้นงาน ในอนาคตและกรณีที่ชิ้นงาน ไม่สามารถแก้ปัญหาหรือ สนองความต้องการได้	

6. แนวทางในการนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งประเทศไทย (2559, หน้า 43 ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาไว้ว่า การจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการอาจไม่จำเป็นต้องบูรณาการได้ครบทุกรายวิชาที่กล่าวมาแล้วก็ได้ แต่มีจุดเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะต่างๆ แบบบูรณาการในการแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยทักษะที่สำคัญที่จะต้องกล่าวถึงได้แก่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะทางคณิตศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 การนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนสามารถดำเนินการได้ 3 แนวทางได้แก่

6.1 จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน ซึ่งกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่จะนำเข้าไปสอดแทรกในคาบเรียนนั้น มักจะเป็นกิจกรรมที่มีจำนวนชั่วโมงที่เหมาะสมที่จะสามารถจัดกิจกรรมได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน โดยผู้สอนแต่ละรายวิชาอาจพิจารณาจากตัวชี้วัดของกิจกรรมนั้นๆ เป็นเกณฑ์ หรือพิจารณาจากจุดประสงค์ของกิจกรรมก็ได้ว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใดบ้าง จากนั้นเมื่อถึงคาบของการเรียนการสอนในเนื้อหานั้นๆ ก็สามารถนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาเข้าไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

6.2 จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่างๆ โดยการสอนในรูปแบบนี้อาจทำได้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขภัยพิบัติเฉพาะ หรือการทำโครงการ เป็นต้น รูปแบบการสอนโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างมากหรือมีความซับซ้อนและยาก และมีข้อดีที่ทางผู้สอนสามารถจัดหาอาจารย์ที่ปรึกษาให้แก่ผู้เรียนได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหา หรือออกแบบและสร้างชิ้นงานของผู้เรียนได้

6.3 จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่างๆ เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบนี้มักเป็นกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่มีหัวข้อหรือหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาดังกล่าว เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว ของส่วนรวมการจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้มีข้อดีที่ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้ตลอดเวลาและต่อเนื่องอย่างไรก็ตามการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการนี้มุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านการใช้ทักษะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาค้นคว้า คิดค้น และแก้ปัญหาดด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษาและต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนที่

เกี่ยวข้องในการช่วยกันขับเคลื่อนให้การเรียน การสอนด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีก้าวไปข้างหน้าต่อไป

7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545) ได้ระบุถึงวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ไว้ว่าให้สถานศึกษาจัดการประเมินผลผู้เรียนโดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียนความประพฤติการสังเกตพฤติกรรมการเรียนการรวมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของแต่ละระดับ การวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นเน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงและที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิดเจตคติและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนนอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนและตัวผู้สอนที่จะได้รับทราบพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้และความสำเร็จของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใดมีจุดเด่นใดที่ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพและมีจุดอ่อนใดที่ควรได้รับการแก้ไขรวมทั้งผู้สอนจะได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แนวทางการวัดผลการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามี ดังนี้

7.1 การประเมินผู้เรียนตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งสามารถใช้วิธีการวัดและประเมินผลได้หลายวิธี ได้แก่

- 7.1.1 การสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงาน
- 7.1.2 การสัมภาษณ์
- 7.1.3 การแสดงผลงาน
- 7.1.4 การบันทึกของผู้เรียน
- 7.1.5 การรายงานตนเอง
- 7.1.6 การประเมินผล ภาคปฏิบัติ
- 7.1.7 การประเมินความสามารถ
- 7.1.8 การใช้แฟ้มสะสมผลงาน
- 7.1.9 การทดสอบ
- 7.1.10 การสอบถามในการวัด

7.2 การวัดและการประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment)

7.2.1 ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรง จากการทำงานต่างๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริงและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติงานได้จริงโดยประเมินจากกระบวนการทำงานกระบวนการคิดโดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้

7.2.2 การประเมินผลด้านความสามารถประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงานจะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิดคุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน

7.2.3 ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถคือกำหนด วัตถุประสงค์ของงานวิธีการทำงานผลสำเร็จของงานมีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการ ปฏิบัติงานและมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนการประเมินความสามารถที่แสดงออกของ ผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่างๆ กันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมสถานการณ์และความสนใจ ของผู้เรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

1 การมอบหมายงานให้ทำงานที่มอบให้ทำต้องมีความหมายมีความสำคัญมีความสัมพันธ์กับหลักสูตรเนื้อหาวิชาและชีวิตจริงของผู้เรียนผู้เรียนต้องใช้ ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงานและการ ใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

2 การกำหนดชิ้นงานหรืออุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ องค์ประกอบและกระบวนการทำงานและเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น การมอบหมายชิ้นงานให้ผู้เรียนควรจะต้องประชุมปรึกษาหารือและทำความเข้าใจร่วมกัน ระหว่างผู้สอนและผู้เรียนในการวางแผนการปฏิบัติงานเพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรม ของผู้เรียนและการติดตามความก้าวหน้าของผู้สอน

3 การกำหนดตัวอย่างงานให้และให้ผู้เรียนศึกษางานแล้วปฏิบัติตาม ขั้นตอนให้เหมือนหรือดีกว่าเช่นการทำสไลด์ถาวรศึกษาเนื้อเยื่อพืชการทำเฮอร์บาเรียม การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นต้น

4 การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน เมื่อกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาหรือใช้ความคิดระดับสูงในการ แก้ปัญหา

5 การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียนการประเมินตามสภาพจริง จะลดความสำคัญของการทดสอบเนื่องจากจะมีการใช้แบบทดสอบลดลงแต่อย่างไรก็ตาม ข้อสอบข้อเขียนก็ยังมีความจำเป็นเนื่องจากใช้วัดความสามารถทางด้านความรู้ความเข้าใจ ในหลักการต่างๆ ได้ตั้งนั้นในกระบวนการประเมินจึงยังคงใช้แบบทดสอบข้อเขียนร่วมด้วย โดยจะลดบทบาทของแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำแต่จะมุ่งเน้นประเมิน ด้านความเข้าใจการนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการคิด ระดับสูงแบบทดสอบในลักษณะนี้จะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนตอบและสถานการณ์ ที่นำมาใช้ควรสัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน

กล่าวโดยสรุป แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เป็นการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการ อาจไม่จำเป็นต้องบูรณาการได้ครบทุกรายวิชา แต่มีจุดเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะต่างๆ แบบบูรณาการในการแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยทักษะที่สำคัญที่จะต้องกล่าวถึงได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะทางคณิตศาสตร์ และทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยผู้วิจัยได้นำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน การนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนสามารถดำเนินการได้อย่างหลากหลายและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียนที่มีความแตกต่างทางการเรียนรู้

การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)

1. ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นรูปแบบการเรียนรู้วิธีหนึ่งที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบมีส่วนร่วมซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงได้รับการฝึกฝนทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ ทักษะการบันทึกความรู้ ทักษะการคิด ทักษะการจัดการกับความรู้ ทักษะการแสดงออกทักษะการสร้างความรู้ใหม่และทักษะการทำงาน เป็นกลุ่มจัดว่าเป็นวิธีเรียนที่สามารถนำมาประยุกต์ให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนที่มีคุณภาพได้อีกวิธีหนึ่งในปัจจุบันเพื่อให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 134) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียน ได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการ

เรียนรู้โดยแบ่งกลุ่ม ผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันออกเป็นกลุ่มเล็กๆ ซึ่งเป็นลักษณะ การรวมกลุ่มที่มีโครงสร้างชัดเจน มีการทำงานร่วมกันมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาค้ำซึ่งกันและกันมีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนตนและ ส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย ที่กำหนดไว้

วิมลรัตน์ สุนทรวิโรจน์ (2551, หน้า 45) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึงเป็น วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสอนที่จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้แก่ ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกกลุ่มที่มี ความสามารถต่างกัน โดยแต่ละคนมีส่วนร่วม อย่างแท้จริงในการเรียนรู้และในความสำเร็จ ของกลุ่มทั้งโดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแบ่งปันทรัพยากรการเรียนรู้รวมทั้งเป็น กำลังใจกันและกัน คนที่เรียนเก่งจะช่วยคนที่เรียนอ่อน

Slavin (1990, p. 4) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ หมายถึง วิธีการสอน อีกแบบหนึ่ง ซึ่งกำหนดให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ โดยปกติ จะมี 4 คน เป็นนักเรียนที่เรียนเก่ง 1 คน เรียนปานกลาง 2 คนและเรียนอ่อน 1 คน การ ทดสอบแบ่งเป็น 2 ตอน ตอนแรกหาค่าเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม ส่วนครั้งที่สอง พิจารณา คะแนนทดสอบเป็นรายบุคคลการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องเรียน ร่วมกันรับผิดชอบต่องานของกลุ่มร่วมกัน โดยที่กลุ่มจะประสบความสำเร็จได้ เมื่อสมาชิกทุก คนได้เรียนรู้บรรลุตามจุดมุ่งหมายเช่นเดียวกัน นั่นคือการเรียนเป็นกลุ่มหรือเป็นทีม อย่างมีประสิทธิภาพ

Johnson and Johnson (2002, p. 68) กล่าวว่า การร่วมมือกันคือ การ ทำงานร่วมกันภายในกิจกรรมที่ทำร่วมกันนี้ แต่ละคนจะแสวงหาผลลัพธ์ที่เป็น ประโยชน์ ต่อตนเองและเป็นประโยชน์ต่อสมาชิกคนอื่น การเรียนรู้แบบร่วมมือใช้ในการสอนกลุ่ม เล็กๆ ที่ให้นักเรียนทำงานร่วมกันเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการเรียนสูงสุดแก่ตนเองและกัน และกัน ใน สถานการณ์การเรียนรู้แบบร่วมมือจะมีการพึ่งพากันทางบวก (positive interdependence) ในการมุ่งผลสำเร็จของผู้เรียน

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นการ จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Child Center) โดยแบ่งนักเรียน เป็นกลุ่มเล็กๆ สมาชิก ในกลุ่มมีความแตกต่างกันทั้งอายุ เพศ และความรู้ความสามารถ แต่มีเป้าหมายในการเรียน ร่วมกัน สมาชิกในกลุ่มมีบทบาทที่ชัดเจนในการเรียนหรือการทำ

กิจกรรมอย่างเท่าเทียมกัน และได้ เรียนรู้ไปพร้อมๆ กัน ภายในกลุ่มมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างแท้จริง ได้พัฒนาทักษะความ ร่วมมือในการทำงานกลุ่ม สามารถสื่อสารกันและ ร่วมกันปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย (อรนุช ลิมตศิริ, 2546, หน้า 143) สมาชิกในกลุ่มมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ตรวจสอบผลงาน ขณะเดียวกันก็ต้องช่วยกันรับผิดชอบ การเรียนรู้ในงานทุกขั้นตอนของสมาชิกกลุ่ม ซึ่งนักเรียนจะบรรลุถึงเป้าหมายของการ เรียนรู้ได้ก็ต่อเมื่อสมาชิกคนอื่นๆ ในกลุ่มไปถึงเป้าหมายเช่นเดียวกัน ดังนั้น นักเรียนจึงต้อง ช่วยเหลือพึ่งพา และสนับสนุนเพื่อนทุกคนในกลุ่มให้ประสบความสำเร็จและบรรลุเป้าหมาย ร่วมกัน (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2554, หน้า 134) โดยแต่ละคนมีส่วนร่วม อย่างแท้จริงในการเรียนรู้และในความสำเร็จของกลุ่มทั้งโดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแบ่งปันทรัพยากรการเรียนรู้รวมทั้งเป็นกำลังใจกันและกัน คนที่เรียนเก่งจะช่วยคนที่ เรียนอ่อน (วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์, 2549, หน้า 45) เมื่อกลุ่มบรรลุเป้าหมายทุกคนก็จะรู้สึก ประสบความสำเร็จและความภาคภูมิใจร่วมกัน

2. ทฤษฎี แนวคิด และหลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ทฤษฎี แนวคิดและหลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative or Collaborative Learning) การเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการ จัดสภาพแวดล้อม ทางการเรียนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ ซึ่งจอห์นสันและ จอห์นสัน (Johnson and Johnson, 2002) กล่าวว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนมี 3 ลักษณะ คือ

- 1 ลักษณะแข่งขันกัน ผู้เรียนแต่ละคนจะพยายามเรียนให้ดีกว่าคนอื่น เพื่อให้ได้ระดับ คะแนนที่ดี ได้รับการยกย่อง หรือได้รับการตอบแทนในลักษณะต่างๆ
- 2 ลักษณะต่างคนต่างเรียน คือ ผู้เรียนแต่ละคนรับผิดชอบดูแลตนเอง ให้เกิดการเรียนรู้ ไม่ยุ่งเกี่ยวกับผู้อื่น
- 3 ลักษณะร่วมมือกันช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ ผู้เรียนแต่ละคน รับผิดชอบในการเรียนของตน ในขณะเดียวกันก็ต้องช่วยให้สมาชิกคนอื่นเรียนรู้ให้ประสบความสำเร็จด้วย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 15)

3. ลักษณะและองค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การจัดเรียนรู้แบบร่วมมือ ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญต่อไปนี้ในการ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน หรือการทำงานกลุ่มเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังนี้

3.1 การสร้างความรู้สึกพึ่งพากันทางบวกให้เกิดขึ้นในกลุ่มนักเรียน (Positive interdependence) วิธีการที่ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกพึ่งพากันจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีการพึ่งพากันในด้านการได้รับประโยชน์จากความสำเร็จของกลุ่มร่วมกัน ซึ่ง Johnson and Johnson (2002, pp. 31-37) ได้กล่าวว่า กลุ่มการเรียนรู้แบบร่วมมือจะต้องมีความตระหนักว่า สมาชิกกลุ่มทุกคนมีความสำคัญและความสำเร็จของกลุ่มขึ้นอยู่กับสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ในขณะเดียวกันสมาชิกแต่ละคนจะประสบผลสำเร็จได้ก็ต่อเมื่อกลุ่มประสบผลสำเร็จ ดังนั้นผู้เรียน แต่ละคนต้องรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่

3.2 การมีปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมกันระหว่างนักเรียน (Face-to-face promotive interaction) คือนักเรียนในแต่ละกลุ่มจะมีการอภิปราย อธิบาย ชักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเพื่อให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มเกิดการเรียนรู้และการเรียนรู้เหตุผลซึ่งกันและกันให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการทำงานของตน สมาชิกในกลุ่มมีการช่วยเหลือ สนับสนุน กระตุ้น ส่งเสริมและให้กำลังใจกันและกันในการทำงาน และการเรียนเพื่อให้ประสบผลสำเร็จบรรลุเป้าหมายของกลุ่ม

3.3 ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละบุคคล (Individual accountability) คือ ความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของสมาชิกแต่ละคนโดยต้องทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ ต้องรับผิดชอบในผลการเรียนของตนเองและของเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม ทุกคนในกลุ่มจะรู้ว่าใครต้องการความช่วยเหลือส่งเสริมสนับสนุนในเรื่องใด มีการกระตุ้นกันและกันให้ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ มีการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้เป็นรายบุคคลหรือไม่โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องมีความมั่นใจและพร้อมที่จะได้รับการทดสอบเป็นรายบุคคลเพื่อเป็นการประกันว่าสมาชิกทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบร่วมกันกับกลุ่ม

3.4 ทักษะระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interpersonal and small group skills) การทำงานกลุ่มย่อยจะต้องได้รับการฝึกฝนทักษะทางสังคมและทักษะในการทำงานกลุ่ม เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ดังนั้นนักเรียนควรจะต้องทำความรู้จักกัน เรียนรู้ลักษณะนิสัยและสร้างความไว้วางใจต่อกันและกันรับฟังและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล รู้จักติดต่อสื่อสารและสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาข้อขัดแย้งในการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.5 กระบวนการกลุ่ม (Group process) เป็นกระบวนการทำงานที่มีขั้นตอนหรือวิธีการที่จะช่วยให้การดำเนินงานของกลุ่มเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและ

บรรลุเป้าหมายได้โดยสมาชิกกลุ่มต้องทำความเข้าใจในเป้าหมายการทำงาน วางแผน ปฏิบัติงานและดำเนินงานตามแผนร่วมกันและที่สำคัญจะต้องมีการประเมินผลงานของกลุ่ม ประเมินกระบวนการทำงานกลุ่ม ประเมินบทบาทของสมาชิกว่าสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มสามารถปรับปรุงการทำงานของตนให้ดีขึ้นได้อย่างไร สมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกัน แสดงความคิดเห็นและตัดสินใจว่าควรมีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงอะไร และอย่างไร ดังนั้นกระบวนการกลุ่มจะเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่นำไปสู่ความสำเร็จของกลุ่ม

จากลักษณะและองค์ประกอบทั้ง 5 ประการข้างต้น การจัดเรียนรู้แบบร่วมมือจะขาด องค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งไม่ได้ หากขาดก็จะไม่ใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งเมื่อนำเอา องค์ประกอบทั้ง 5 มาจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือในรายวิชา วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนก็จะทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น กล่าวพูด คิด วิเคราะห์เป็นโต้ตอบ ส่งผลต่อทักษะการดำรงชีวิตในสังคมได้

4. ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมหลายขั้นตอน เพื่อให้การเรียนการสอนประสบความสำเร็จตามความมุ่งหมาย ขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือ (วัฒนาพร ระงับทุกข์, 2542, หน้า 40 อ้างถึงใน ญัฐนันท์ สาราญสุข, 2555, หน้า 53) ได้ระบุขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 คือ ขั้นเตรียม แบ่งกลุ่ม แนะนำระเบียบของกลุ่ม บทบาทและหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม แจกจุดประสงค์ของบทเรียน การทำกิจกรรมร่วมกันและการฝึกฝนทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการทำกิจกรรมกลุ่ม

ขั้นที่ 2 คือ ขั้นสอน นำเข้าสู่บทเรียน แนะนำเนื้อหา แนะนำแหล่งข้อมูล และมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำ

ขั้นที่ 3 คือ ขั้นทำกิจกรรม ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่มย่อย โดยที่แต่ละคน มีบทบาทและหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย เป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มจะได้ร่วมกัน รับผิดชอบต่อผลงานของกลุ่ม ใช้เทคนิคต่างๆ ในการทำกิจกรรม เช่น แบบ Jigsaw, TGT, STAD, TAI, GL, LT, CO-op CO-op เป็นต้น ในการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง เทคนิคที่ใช้แต่ละครั้งจะต้องเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการเรียนแต่ละเรื่อง ในการเรียนครั้งหนึ่งๆ อาจต้องใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือหลายๆ เทคนิคประกอบกันเพื่อให้เกิดประสิทธิผลในการเรียน

ขั้นที่ 4 คือ ขั้นตรวจสอบผลงานและการทดสอบ ตรวจสอบว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติหน้าที่ครบถ้วนแล้วหรือยัง ผลการปฏิบัติเป็นอย่างไร เน้นการตรวจสอบผลงานกลุ่ม และรายบุคคล ในบางกรณีผู้เรียนอาจต้องซ่อมเสริมส่วนที่ยังขาดตกบกพร่อง ต่อจากนั้นเป็นการทดสอบความรู้

ขั้นที่ 5 คือ ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินการทำงานของกลุ่ม ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ถ้ามีสิ่งที่ยังไม่เข้าใจครูควรอธิบายเพิ่มเติม ครูและนักเรียนช่วยกันประเมินผลการทำงานกลุ่มและพิจารณาว่าอะไรคือจุดเด่นของงานและอะไรคือสิ่งที่ต้องปรับปรุง

จากแนวคิดดังกล่าวสรุปได้ว่า ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือประกอบด้วย ขั้นเตรียม ขั้นสอน ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ ขั้นสรุปและประเมินการทำงานกลุ่ม

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, หน้า 186) กล่าวว่า ไม่ว่าเทคนิคใดก็ตาม จะมีลำดับ ขั้นตอนในการเรียนที่คล้ายกัน คือ ขั้นเตรียม ขั้นสอน ขั้นทำงานกลุ่ม ขั้นตรวจสอบผลงาน ขั้นสรุป และประเมินผล ซึ่งในที่นี้จะอธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ ดังนี้

4.1 ขั้นเตรียมการ

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546, หน้า 122) ได้สะท้อนแนวคิดคล้ายคลึงกัน ซึ่งได้ระบุว่า ผู้สอนชี้แจงจุดประสงค์ของบทเรียนและแนะนำทักษะในการเรียนร่วมกันและจัดกลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 2-6 คน โดยสมาชิกมีความสามารถแตกต่างกัน ครูควรแนะนำเกี่ยวกับระเบียบของกลุ่ม บทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม และการฝึกทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับกลุ่ม

4.2 ขั้นสอน

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546, หน้า 122) ได้กล่าวไว้ว่า ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน บอกงานที่ต้องการให้ผู้เรียนทำแล้วแนะนำแหล่งข้อมูลสำหรับทำงานจากนั้นมอบหมายงานที่กลุ่มต้องทำให้ชัดเจน

4.3 ขั้นกิจกรรมกลุ่ม

อรพรรณ พรสีมา (2540, หน้า 65-66) อธิบายว่า ในขั้นนี้ ผู้เรียนที่เรียนรู้ในกลุ่มย่อย โดยที่แต่ละคนมีบทบาทและหน้าที่ตามที่ตามที่ได้รับมอบหมายเป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มจะได้ร่วมกันรับผิดชอบต่อผลงานของกลุ่ม ในขั้นนี้ ผู้สอนจะกำหนดให้

ผู้เรียนใช้เทคนิคต่างๆ ในการทำกิจกรรม และอารมณ์ ใจเที่ยง (2546, หน้า 123) กล่าวว่า ผู้สอนควรสังเกตการทำงานของกลุ่ม คอยเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้ความกระจ่างในกรณีที่ผู้เรียนสงสัยต้องการความช่วยเหลือ

4.4 ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ

อรพรรณ พรสีมา (2540, หน้า 65-66) กล่าวว่า เป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติหน้าที่ครบถ้วนแล้วหรือยัง ผลการปฏิบัติเป็นอย่างไร เน้นการตรวจสอบผลงานกลุ่มและรายบุคคล ในบางกรณีผู้เรียนอาจต้องซ่อมเสริมสิ่งที่ยังขาดตกบกพร่อง ต่อจากนั้นเป็นการทดสอบ เช่นเดียวกับ อารมณ์ ใจเที่ยง (2546, หน้า 123) กล่าวว่า เมื่อผู้เรียนรายงานการทำงานกลุ่ม ผู้สอนและเพื่อนกลุ่มอื่นอาจซักถามเพื่อให้เกิดความกระจ่างชัด

4.5 ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม

อารมณ์ ใจเที่ยง (2546, หน้า 123) กล่าวว่า ขั้นนี้ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ผู้สอนควรช่วยเสริมเพิ่มเติมความรู้ ช่วยคิดให้ครบตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ และช่วยกัน ประเมินผลการทำงานกลุ่มทั้งส่วนที่เด่นและส่วนที่ควรปรับปรุงแก้ไข

5. เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ

เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือในที่นี้ผู้ศึกษาค้นคว้าจะกล่าวถึงเทคนิคที่สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดขั้นสูง และเทคนิคที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ดังที่ วิมลรัตน์ สุนทรวิโรจน์ (2549, หน้า 11-28) ดังนี้

5.1 กลุ่มสืบค้น (Group Investigation : GI) เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่สำคัญอีกเทคนิคหนึ่งเป็นการจัดกลุ่มผู้เรียนเพื่อเตรียมการทำโครงการกลุ่มหรือทำงานที่ครุมอบหมาย ก่อนใช้เทคนิคนี้ควรฝึกทักษะการสื่อสารและทักษะทางสังคมให้แก่ผู้เรียนก่อนเทคนิคนี้เหมาะสำหรับการสืบค้นความรู้หรือแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ เช่น การเรียนในวิชาชีววิทยาหรือสิ่งแวดล้อม ขั้นตอนการเรียนรู้ประกอบด้วย

- 1 ครูและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายบททวนเนื้อหาหรือประเด็นที่กำหนด
- 2 แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็กๆ และความสามารถกลุ่มละ 2-4 คน แบ่งเรื่องที่จะ ศึกษาเป็นหัวข้อย่อย แต่ละหัวข้อจะเป็นใบงานที่ 1 ใบงานที่ 2 ใบงานที่ 3 เป็นต้น

3 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเลือกทำ 1 หัวข้อ (ใบงานเพียงใบเดียว โดยให้นักเรียนที่เรียน อ่อนในกลุ่มเลือกข้อย่อยที่จะศึกษาก่อน หรืออาจให้ผู้เรียนในกลุ่มแบ่งกันหาคำตอบ ตามใบงาน แล้วนำคำตอบทั้งหมดมารวมกันเป็นคำตอบที่สมบูรณ์

4 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเรื่องจากใบงานจนเป็นที่เข้าใจของทุกคน

5 ให้แต่ละกลุ่มรายงานผลการเก็บโดยเริ่มจากกลุ่มที่ทำใบงานที่ 1 จนถึงใบงานสุดท้าย แล้วชมเชยกลุ่มที่ทำงานได้ถูกต้องที่สุด

5.2 กลุ่มร่วมมือ (Co - Op Co - Op) เป็นเทคนิคที่เน้นการร่วมกันทำงาน โดยสมาชิกของกลุ่มที่มีความสามารถและความถนัดต่างกันได้แสดงบทบาทหน้าที่ที่ตนถนัดเต็มที่ ผู้เรียนเก่งได้ช่วยเหลือเพื่อนที่เรียนอ่อนเป็นกิจกรรมเกี่ยวกับการคิดระดับสูงทั้งการวิเคราะห์และสังเคราะห์ และเป็นวิธีการที่สามารถนำไปใช้สอนในวิชาใดก็ได้ มีขั้นตอนกิจกรรมดังนี้

1 กำหนดขอบข่ายประเด็นหรือเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่จะให้ผู้เรียนได้ศึกษา

2 ผู้เรียนทั้งชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อกำหนดประเด็น หรือหัวข้อที่จะศึกษา

3 กำหนดกลุ่มย่อย โดยให้สมาชิกกลุ่มมีความสามารถละกัน

4 แต่ละกลุ่มเลือกหัวข้อที่จะศึกษา

5 สมาชิกในแต่ละกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย แล้วแบ่งหน้าที่รับผิดชอบโดยให้ สมาชิกแต่ละคนเลือกศึกษาหัวข้อย่อยคนละ 1 หัวข้อ

6 สมาชิกนำผลงานมารวมกันเป็นงานเสนอต่อชั้นเรียน ทุกกลุ่มช่วยกันประเมินผลทั้งกระบวนการทำงานกลุ่มและผลงานกลุ่ม

5.3 ร่วมทีมผลสัมฤทธิ์ (Student Teams and Achievement Divisions : STAD) เป็นเทคนิคที่เน้นการร่วมกันทำงาน เงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบ STAD ที่ครูต้องตระหนักถึงเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบ STAD มีดังนี้

1 เป้าหมายของกลุ่ม (Group Goal) เงื่อนไขนี้เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้เรียน ทั้งนี้เพราะกลุ่มจำเป็นต้องให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มได้ทราบเป้าหมายของกลุ่มในการร่วมมือกันทำงาน ถ้าปราศจากเงื่อนไขข้อนี้งานจะสำเร็จไม่ได้เลย

2 ความรับผิดชอบต่อตนเอง (Individual Accountability) สมาชิกในกลุ่มทุกคนจะต้องมีความรับผิดชอบต่อตนเองเท่าๆ กับรับผิดชอบกลุ่ม กล่าวคือ กลุ่มจะได้รับการชมเชยหรือได้รับคะแนน ต้องเป็นผลสืบเนื่องมาจากคะแนนรายบุคคลของสมาชิกในกลุ่มซึ่งจะนำไปแปลงเป็นคะแนนของกลุ่มโดยใช้ระบบกลุ่ม “สัมฤทธิ์” นั้นเอง

การเรียนรู้แบบร่วมมือแบบที่ร่วมผลสัมฤทธิ์ มีขั้นตอนกิจกรรม ดังนี้

- 1 ครูนำเสนอประเด็นหรือเนื้อหาใหม่โดยอาจนำเสนอด้วยสื่อที่น่าสนใจ ใช้การสอนโดยตรงหรือตั้งประเด็นให้ผู้เรียนอภิปราย
- 2 จัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ให้สมาชิกมีความสามารถคละกัันมีทั้งความสามารถสูง ปานกลางและต่ำ
- 3 แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาทบทวนความรู้ที่ครูนำเสนอจนเข้าใจ
- 4 ทุกคนในกลุ่มทำแบบทดสอบย่อย เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน
- 5 ตรวจสอบคำตอบของผู้เรียนนำคะแนนของสมาชิกทุกคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม
- 6 กลุ่มที่ได้คะแนนรวมสูงสุด (ในกรณีที่แต่ละกลุ่มมีจำนวนสมาชิกไม่เท่ากันให้ใช้คะแนนเฉลี่ยแทนคะแนนรวม จะได้รับคำชมเชย โดยอาจติดประกาศไว้ที่บอร์ดหรือป้ายนิเทศของห้องเรียน
- 7 ที่ได้คะแนนสูงสุดจะได้รับรางวัลหรือปิดประกาศชมเชย

6. บทบาทของครูที่สอนโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ

บทบาทของครูที่สอนโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544, หน้า 23-29) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไว้ดังนี้

- 6.1 กำหนดขนาดของกลุ่ม (โดยปกติประมาณ 2-6 คนต่อกลุ่ม และลักษณะกลุ่มซึ่งควรเป็นกลุ่มที่คละกัความสามารถ (มีทั้งผู้ที่เรียนเก่ง เรียนปานกลาง และเรียนอ่อน
- 6.2 จัดโต๊ะเรียนของสมาชิกกลุ่มให้สะดวกที่จะทำงานร่วมกันและง่ายต่อการสังเกตและติดตามความก้าวหน้าของกลุ่ม
- 6.3 ชี้แจงกรอบกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละคนเข้าใจวิธีการและกฎเกณฑ์การทำงาน

6.4 สร้างบรรยากาศที่เสริมสร้างการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและกำหนดหน้าที่รับผิดชอบ ของสมาชิกกลุ่ม

6.5 เป็นที่ปรึกษาของทุกกลุ่มย่อยและคอยติดตามความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของกลุ่มและสมาชิกกลุ่ม ยกย่องเมื่อนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ให้รางวัลคำชมเชยในลักษณะกลุ่ม กำหนดว่าผู้เรียนควรทำงานร่วมกันแบบกลุ่มนานเพียงใด

สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือครูผู้สอนต้องทราบบทบาทหน้าที่ของตน โดยเริ่มตั้งแต่ การกำหนดขนาดของกลุ่มผู้เรียนให้แต่ละความสามารถ การดูแลผู้เรียน ชี้แจงกรอบ กิจกรรม ทำความเข้าใจถึงลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการสร้างบรรยากาศที่ เสริมสร้างการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันของสมาชิก ครูคอยเป็นที่ปรึกษาที่ดี ยกย่องและให้คำชมเชยกับกลุ่มที่มีผลงานดีและกระตุ้นการทำงานของกลุ่มที่ด้อยด้วย

7. บทบาทของนักเรียนที่เรียนโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ

บทบาทของนักเรียนที่เรียนโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังที่ผู้ศึกษาสังเคราะห์และสรุปจาก วิมลรัตน์ สุนทรวิโรจน์ (2551, หน้า 28) โดยสรุป ดังนี้

- 7.1 รับผิดชอบการเรียนรู้ร่วมกับเพื่อน
- 7.2 รู้บทบาทหน้าที่ของตนเอง
- 7.3 รู้จักการไว้วางใจให้เกียรติ
- 7.4 รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนสมาชิกกลุ่ม
- 7.5 รับผิดชอบการเรียนรู้ของตนและเพื่อนๆ ในกลุ่ม
- 7.6 ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

8. ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีข้อดีหลายประการได้มีงานวิจัยหลายเรื่องที่ยังบอกถึงคุณลักษณะและประสิทธิภาพของการเรียนรู้ดังกล่าวไว้คือ

- 8.1 ช่วยพัฒนาความเชื่อมั่นของนักเรียน
- 8.2 ช่วยพัฒนาความคิดของนักเรียน
- 8.3 ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
- 8.4 ช่วยส่งเสริมบรรยากาศในการเรียน
- 8.5 ส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกัน
- 8.6 ทำให้นักเรียนมีวิสัยทัศน์หรือมุมมองกว้างขึ้น

8.7 ช่วยการปรับตัวในสังคมได้ดีขึ้น

กล่าวโดยสรุป การเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งผู้วิจัยได้นำแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือของวัฒนาพร ระวังทุกข์ มาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วย ชั้นเตรียม ชั้นสอน ชั้นทำกิจกรรมกลุ่ม ชั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ และชั้นสรุปและประเมินการทำงานของกลุ่ม ดังนั้น ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยตนเอง นักเรียนเกิดความเชื่อมั่น มีการพัฒนาความคิด สามารถเรียนรู้ร่วมกันและทำงานร่วมกันอย่างมีความสุขในวิถีประชาธิปไตย จากประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ สามารถส่งผลให้เกิดประโยชน์หลายด้านช่วยพัฒนาการเรียนรู้ทักษะทางสังคม ความคิด ความเชื่อมั่นและนับถือตนเอง การสร้างบรรยากาศในห้องเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน รวมถึงระหว่างผู้เรียนด้วยกันซึ่งสามารถนำรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาต่างๆ ซึ่งในที่นี้ ผู้ศึกษาค้นคว้า ประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือกัน ระดมความคิด และแก้ปัญหาาร่วมกัน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการมีความหมายต่างกันหลายประการ สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นสติปัญญา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาคำตอบ หรือการแก้ปัญหาต่างๆ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายและรายละเอียดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังต่อไปนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 14) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนอย่างเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐานและการทำการทดลอง

สายสุณี สีหพงษ์ (2545, หน้า 10) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือพฤติกรรมของความสามารถที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ ซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาการทางสติปัญญาการแก้ปัญหาและค้นคว้าหาความรู้ใหม่ๆ อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้

อุทุมพร กันทะใจ (2546, หน้า 11 กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการฝึกฝน ปฏิบัติหรือเลือกใช้วิธีการหรือกิจกรรมต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่ว มีขั้นตอนเป็นระบบจนเกิดความรู้ความเข้าใจ สามารถค้นหาคำตอบการแก้ปัญหาหรือค้นพบความรู้ใหม่ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ลาวรรณ โสมแพน (2550, หน้า 27 กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกอันเกิดจากความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล และการปฏิบัติการเพื่อก่อให้เกิดความชำนาญและความคล่องแคล่วในการแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาต่างๆ ได้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

สำนักงานเลขาธิการศึกษา (2554, หน้า 53 ระบุว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญในการเลือกและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาคำตอบ หรือการแก้ปัญหาต่างๆ

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ของผู้เรียนในการแสวงหาคำตอบ โดยนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้อย่างเป็นระบบ เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐานและการทำการทดลอง ซึ่งในการเรียนวิทยาศาสตร์จำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนต้องปลูกฝังให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการฝึกฝนให้ผู้เรียนรู้จักการค้นคว้า การคิด และการแก้ปัญหาเป็น และสามารถนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้

2. ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสอนวิทยาศาสตร์ให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายและขอบเขตของการสอนวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี ต้องคำนึงอยู่เสมอว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้น ครูผู้สอนต้องรู้จักการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในการค้นคว้าหาคำตอบหรือแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะที่สำคัญในการเรียนรู้และแสวงหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554, 42-45 ได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ดังนี้ คือ

1. ทักษะการสังเกต (Observation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่วิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

2. ทักษะการวัด (Measurement) หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. ทักษะการจำแนก (Classification) หมายถึง ความสามารถในการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์และเกณฑ์ดังกล่าว อาจจะใช้ความเหมือนความต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา (Using Space/Time Relationship) หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครอง ที่ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว สเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือความกว้าง ความยาว ความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่กับวัตถุกับเวลา หรือ ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่จะเปลี่ยนไปกับเวลา

5. ทักษะการคำนวณ (Using Number) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ วงจร ไต่อะแกรม กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความ คิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์ เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วใน เรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุปการพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟทำได้ 2 แบบ คือการพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิด หาคำตอบล่วงหน้า ก่อนที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์ เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้จะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบ ได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational Defining) หมายถึงการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการ ทดลอง ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variable) หมายถึง ตัวบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องการควบคุมใน สมมติฐานหนึ่งๆ ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการ ทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผล เนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่ เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้น อาจทำให้ผลการ ทดลองคลาดเคลื่อน

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการ เพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

- 1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- 2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่นๆ

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion) หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจจะต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

สุพจน์ วงศ์คำจันทร์ (2550, หน้า 63 ได้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามลักษณะการนำไปใช้ 3 ประเภท คือ

1. กระบวนการแสวงหาข้อมูล มี 6 กระบวนการ คือ
 - 1.1 การสังเกต
 - 1.2 การวัด
 - 1.3 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล
 - 1.4 การตั้งสมมติฐาน
 - 1.5 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป
 - 1.6 การทำนาย
2. กระบวนการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
 - 2.1 การจำแนกประเภท
 - 2.2 การคำนวณ
 - 2.3 การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ
 - 2.4 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - 2.5 การสื่อความหมายข้อมูล
3. กระบวนการตรวจสอบข้อมูลมี 2 ประเภท
 - 3.1 การกำหนดและควบคุมตัวแปร
 - 3.2 การทดลอง

นอกจากนี้ ลัดดา ภูเกียรติ (2547, หน้า 292–319 อ้างถึงใน จิราภรณ์ โคตรปัญญา, 2551, หน้า 48 ยังได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ขั้น ทักษะทางวิทยาศาสตร์หรือขั้นสูง 5 ขั้น ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skill) ได้แก่

- 1.1 ทักษะการสังเกต
- 1.2 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
- 1.3 ทักษะการจำแนกประเภท
- 1.4 ทักษะการวัด
- 1.5 ทักษะการใช้ตัวเลข
- 1.6 ทักษะการพยากรณ์
- 1.7 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา
- 1.8 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

2. ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated Skill)

- 2.1 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- 2.2 ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- 2.3 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
- 2.4 ทักษะการทดลอง
- 2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับเบื้องต้นหรือทักษะขั้นพื้นฐาน และทักษะระดับขั้นสูงหรือขั้นบูรณาการ ซึ่งในการวิจัยใน ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 13 ทักษะ มาใช้เป็นเกณฑ์ในการสร้างเครื่องมือเพื่อวัดความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนก ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยทักษะกระบวนการทั้ง 13 ทักษะ สามารถฝึกฝนให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้ ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมดังกล่าว จึงเป็นวัตถุประสงค์ของการศึกษา เนื่องจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน ดังนั้น ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เกิดความชำนาญและนำไปสู่การพัฒนาทักษะกระบวนการคิด และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

1. ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นทางเลือกใหม่สำหรับการแก้ปัญหา การมีทักษะในการแก้ปัญหจะช่วยลดความไม่สบายกาย ไม่สบายใจที่อาจจะเกิดขึ้นจากปัญหาต่างๆ สำหรับความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นความคิดขั้นสูงที่ก่อให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ ดังนั้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จึงเป็นการคิดหาแนวทาง วิธีการใหม่ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ มีผู้ให้นิยามและความหมายไว้ ดังนี้

ศศิรัศม์ สริกษานนท์ (2540, หน้า 29-30) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วยความคิดเอกลัคนัย ที่อาศัยความรู้ และประสบการณ์เดิมและอเนกนัยจากการคิดสร้างสรรค์ที่ส่งเสริมกันอย่างเหมาะสม เป็นความสามารถทางการคิดที่มีกระบวนการครบวงจรจนได้คำตอบ

ชลอ จินตุง (2552, หน้า 63) กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน มีการประยุกต์ใช้จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ สัญชาตญาณ แนวคิดใหม่ๆ ร่วมกับข้อเท็จจริงที่มีอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อค้นหาทางเลือกที่มีคุณค่าในการแก้ปัญหานั้นๆ ในการแก้ปัญหาใดๆ ก็ตามจะประสบผลสำเร็จได้นั้น ผู้ที่แก้ปัญหาก็ต้องทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาและจะต้องตั้งจุดประสงค์ในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก็เช่นเดียวกัน คือมีการตั้งจุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เอาไว้ทุกครั้งทีทราบสาเหตุของปัญหา

สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554, หน้า 13) กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการมุ่งหาคำตอบและแก้ปัญหา รวมถึงการพัฒนาสภาวะที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น โดยการทำงาน ร่วมกันระหว่างการคิดสร้างสรรค์ และการคิดวิจารณ์ญาณ การคิดสร้างสรรค์ทำได้โดยให้คิดลึก และหลากหลายที่สุดปราศจากการตัดสินความคิดต่างๆ ว่าดีหรือไม่จนถึงระยะหนึ่งจึงพิจารณา ความคิดเหล่านั้นด้วยการคิดวิจารณ์ญาณในการเลือกและประเมินวิธีการแก้ปัญหาจนได้วิธีที่ดี

ดารารัตน์ ชัยพิลา (2558, หน้า 45) กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการแก้ปัญหา ที่ยุ่งยากด้วยทางออกรูปแบบใหม่ โดยอาศัยความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จินตนาการ การคิดวิเคราะห์การวินิจฉัย การตัดสินใจ การจัดทำแผนอย่างเป็นระบบ และมีการระดมสมองที่เน้นการคิดเชิงบวก เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวทางที่ดีที่สุดมาแก้ปัญหาได้ ทั้งนี้ในกระบวนการแก้ปัญหาจะต้องมีความ ยืดหยุ่นในกระบวนการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน จนทำให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้

Treffinger and Isaksen (2011, p. 52) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นกรอบ แนวคิดวิธีการที่ได้รับการออกแบบในการช่วยเหลือผู้แก้ปัญหาด้วยการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการนำไปสู่เป้าหมายด้วยความสำเร็จ สามารถเอาชนะอุปสรรคและเป็นการส่งเสริมพฤติกรรมการคิดสร้างสรรค์

Lumsdaine (1995, p. 17) อ้างถึงใน ทศนพร วิบูลย์อรรรถ, 2557, หน้า 63 กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ คือ ลำดับการคิดเพื่อให้ประสบความสำเร็จ โดยเริ่มที่การคิดตนเองน้อยและความคิดตนเองน้อยโดยการสืบค้นข้อมูลและมีการสะสมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาให้มากขึ้นเท่าที่จะทำได้ จากนั้นจึงวิเคราะห์ข้อมูลนั้นให้เหมาะสมกับสาเหตุและองค์ประกอบต่างๆของสาเหตุนั้น

Mitchel and Kowalk (1999, p. 4) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการ วิธีการหรือระบบสำหรับการแก้ปัญหาอย่างมีจินตนาการและให้ผลการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ

Treffinger and Isaksen (2011, p. 16) กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นรูปแบบที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหาและจัดการ เปลี่ยนแปลงอย่างสร้างสรรค์ เพื่อไปสู่เป้าหมายและความฝันที่เป็นจริง

จากการให้ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักวิชาการ และนักวิจัย หลายๆ ซึ่งผู้วิจัยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเพื่อหาทางออกของปัญหา มีกระบวนการขั้นตอนที่ชัดเจน โดยอาศัยความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้ได้ทางออกหรือผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

2. ความสำคัญของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายสำคัญในการจัดการศึกษาและการดำรงชีวิต เพราะผู้ที่มีความสามารถแก้ปัญหาได้จะเป็นผู้ที่สามารถปรับตัวให้อยู่รอดในสังคมภายใต้สภาพแวดล้อมและสถานการณ์ต่างๆ ได้ดีมีผู้กล่าวถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาไว้หลายท่าน ได้แก่

ลำเรียง บุญเรืองรัตน์ (2549, หน้า 42-43) กล่าวถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาไว้ว่า เมื่อเกิดปัญหาทำให้มนุษย์แสวงหาวิถีทางในการแก้ปัญหาลึกลับที่มนุษย์ใช้ในการแก้ปัญหา เรียกว่าปัญญา ดังนั้น ปัญญาคือความสามารถในการแก้ปัญหาผู้ที่แก้ปัญหาที่ผ่านมาแล้วได้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาใหม่ได้ควรถือได้ว่ามีปัญญาน้อยกว่าผู้ที่แก้ปัญหาเก่าและปัญหาใหม่ได้ผู้ที่แก้ปัญหาที่ย่งยากซับซ้อนได้ ควรจะเป็นผู้ที่มีปัญญามากกว่าผู้ที่แก้ปัญหาง่ายได้เท่านั้นและผู้ที่คิดปัญหาเองและแก้ปัญหาเอง จะเป็นผู้ที่มีปัญญามากกว่าผู้ที่แก้ปัญหาที่ผู้อื่นมองเห็น

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2556, หน้า 47) ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาไว้ในหนังสือ การคิดเชิงสร้างสรรค์ว่า “ทักษะการแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องสร้างให้เกิดขึ้นในเด็กและเยาวชนไทยเพื่อสามารถเผชิญปัญหาต่างๆ ได้มิใช่เพิกเฉยต่อปัญหา หนีปัญหา หรือแก้ปัญหาด้วยวิธีการไม่เหมาะสมจนเกิดผลเสียต่อตนเองหรือส่วนรวมได้และอาจพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความสามารถแก้ปัญหาและพัฒนาสังคมส่วนรวมได้” ดังนั้นในสภาพสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา มีสถานการณ์และปัญหาใหม่ๆ เกิดขึ้นทุกวัน นักเรียนจึงควรมีทักษะในการแก้ปัญหาและการแก้ปัญหานั้นควรเป็นการแก้ปัญหาที่เหมาะสม และไม่ก่อให้เกิดปัญหาอื่นๆ ตามมา การศึกษาจึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการปลูกฝังความคิดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดแนวทางที่จะสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ทั้งในปัจจุบันและอนาคต

ทัศนพร วิบูลย์อรุณ (2557, หน้า 58) การแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐานซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ทุกคน การปลูกฝังนิสัย การรู้จักคิด

เรียนรู้และแก้ปัญหาควรเริ่มตั้งแต่เด็กเพื่อเป็นรากฐานในการดำเนินชีวิตที่ดีต่อไปในอนาคต

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การคิดแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตมนุษย์ เพราะในการดำรงชีวิตมนุษย์จะพบเจอปัญหาอุปสรรค ด้วยสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา การแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม เลือกลงทางออกที่ดีที่สุดเป็นการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ไม่ก่อให้เกิดปัญหาอื่นๆ ตามมา

3. ลักษณะของปัญหา

อารี พันธุ์มณี (2552, หน้า 2 กล่าวไว้ว่า ลักษณะของปัญหาสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่มีโครงสร้างชัดเจน เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยมีลักษณะที่คล้ายคลึง หรือใกล้เคียงกัน มีรูปแบบที่ชัดเจนและมีวัตถุประสงค์ในการตัดสินใจที่แน่นอน ทำให้สามารถหา ข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ง่ายและสมบูรณ์จากภายในองค์การ ซึ่งเราสามารถเตรียมรับมือกับปัญหาที่เกิดขึ้นล่วงหน้าได้

2. ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ชัดเจน เป็นปัญหาใหม่ที่ไม่เคยเกิดขึ้น หรือเกิดขึ้นไม่ บ่อยครั้ง และมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องซับซ้อนทั้งภายในและภายนอกองค์การทำให้ขาดความชัดเจนในการ พิจารณาปัญหาไม่สามารถหาข้อมูลได้อย่างสมบูรณ์ และไม่สามารถเตรียมการรับมือกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้

4. จุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นความสามารถของบุคคลที่นำเอาความรู้จากแหล่งต่างๆ มาใช้แก้ไขกับสถานการณ์หรือปัญหาที่เกิดขึ้นให้สำเร็จบรรลุผลตามจุดประสงค์ที่ต้องการ Parnes (1976, p. 469 อ้างถึงใน ทศนพร วิบูลย์อรุณ, 2557, หน้า 59 ได้เสนอจุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

1. เพื่อให้บุคคลผู้แก้ปัญหาตั้งต้นด้วยความยุ่งเหยิง สับสน ไปสู่การแก้ไขที่สร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ

2. เพื่อส่งเสริมบุคคลให้มีพฤติกรรมที่สร้างสรรค์

3. เพื่อให้เกิดการแก้ปัญหาในทางสร้างสรรค์

5. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

นักวิจัยทางการศึกษา ได้พัฒนากระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้เป็นขั้นตอนและปรับปรุงพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง เพื่อปรับให้เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกปัจจุบัน ส่วนใหญ่มีขั้นตอนที่คล้ายกัน ดังต่อไปนี้

5.1 แนวคิดของ Treffinger

Treffinger, Isaksen & Dorval, (2011 ได้เสนอแนวคิด ลักษณะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยได้มีการพัฒนารูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มาอย่างต่อเนื่อง จนในรุ่น (Version) ที่ 6.1 แล้ว ซึ่งมีขั้นตอนในการแก้ปัญหา ดังนี้

5.1.1 การทำความเข้าใจความท้าทาย (Understand the challenges)

การทำความเข้าใจเกี่ยวกับความท้าทาย หมายถึง การสำรวจ ตรวจสอบความท้าทาย หรือเป้าหมายอย่างกว้างขวางและชัดเจน การวิเคราะห์โอกาสและกำหนดหรือมุ่งเน้นประเด็นความคิดเพื่อกำหนดทิศทางที่สำคัญสำหรับการดำเนินงาน โดยจะใช้เพียงขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งหรือมากกว่าของสามขั้นตอนก็ได้ในการทำความเข้าใจความท้าทาย

5.1.2 การสร้างแนวคิด (Generating idea)

การสร้างแนวคิด หมายถึง การสร้างทางเลือกที่น่าจะเป็นไปได้ที่สุดในการแก้ปัญหา ซึ่งเลือกมาจากทางเลือกที่หลากหลายและใหม่ๆ จากการคิดอย่างสร้างสรรค์ โดยการระดมความคิด เพราะการระดมความคิดเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่ใช้ในการสร้างความคิดจำนวนมากที่แตกต่างกัน นำมาสู่ทางเลือกที่มีแนวโน้มเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาการสร้างแนวคิด เป็นการสำรวจหรือการแสวงหาความคิดจากแนวคิดใหม่ๆ ที่มีการคิดอย่างคล่องแคล่ว คิดยืดหยุ่น คิดอย่างหลากหลายและเป็นแนวความคิดที่แปลกใหม่ แล้วจึงมุ่งเน้นไปที่ความคิดที่น่าสนใจหรือความคิดที่มีศักยภาพสามารถนำไปพัฒนาหรือนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพประโยชน์ของการสร้างแนวคิด จะช่วยขยายความคิดของคุณให้กว้างขึ้นและหลุด พ้นจากข้อจำกัด หรือข้อสมมติฐานแบบเดิมๆ เป็นแนวความคิดใหม่ๆ สามารถนำมาปฏิบัติได้จริง

5.1.3 การเตรียมปฏิบัติการ (Preparing for action)

การเตรียมปฏิบัติการ หมายถึง การเตรียมความพร้อมสำหรับการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจวิธีการหรือตัวเลือกที่มีแนวโน้มที่จะเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาได้อย่างสำเร็จ ในขั้นตอนนี้ เป็นการหาแนวทางที่จะสร้างโอกาสที่ดีที่สุดที่เป็นไป

ได้ของความสำเร็จหรือเป็นการนำข้อสรุปที่สามารถนำมาปฏิบัติได้จริงและมีประสิทธิภาพ
 นั้นเอง อาจใช้ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งหรือสองขั้นตอนก็ได้มาใช้ในการประโยชน์ของการ
 สร้างการยอมรับ ช่วยให้สามารถใช้ความคิดสร้างสรรค์ไปปฏิบัติได้อย่างประสพ
 ความสำเร็จ

5.1.4 การวางแผนการปฏิบัติ (Planning your approach)

การวางแผนการปฏิบัติ หมายถึง การกำหนดแนวคิดที่เกิดขึ้นให้ไปใน
 ทิศทางที่ต้องการในการแก้ปัญหาไปสู่การกำหนดวิธีการปฏิบัติในการแก้ปัญหาย่าง
 สร้างสรรค์โดยใช้ขั้นตอน ดังนี้

1) การประเมินงาน (Appraising tasks) เป็นการกำหนดว่าวิธีการ
 แก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์นี้เป็นทางเลือกที่มีแนวโน้มสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงและมี
 ประสิทธิภาพหรือไม่มีข้อจำกัดและเงื่อนไขที่จะต้องพิจารณาอย่างไรบ้าง เพื่อนำไปใช้ได้
 อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น คนที่เกี่ยวข้องของผลลัพธ์ที่ต้องการ บริบทของการทำงานและ
 วิธีการที่ใช้ประโยชน์ของการประเมินงาน ช่วยให้บุคคลได้รับสิ่งที่ดีที่สุดและสามารถ
 ตัดสินใจได้อย่างชาญฉลาดเกี่ยวกับการเลือกใช้วิธีการและเป็นการเพิ่มโอกาสของ
 ความสำเร็จให้มากขึ้น

2) การออกแบบกระบวนการ (Design process) เป็นการใช้ความรู้
 และความต้องการ เพื่อวางแผนการใช้ขั้นตอนและเครื่องมือในการแก้ปัญหาย่าง
 สร้างสรรค์ที่ได้ผลดีที่สุด บรรลุตามเป้าหมายที่ต้องการประโยชน์ของการออกแบบ
 กระบวนการ จะช่วยให้บุคคลได้เลือกและใช้ขั้นตอน หรือเครื่องมือที่ต้องการและมี
 ประสิทธิภาพ ทำให้ได้ผลงานบรรลุตามเป้าหมายที่ต้องการ

5.2 แนวคิดของ Slavin

ขั้นตอนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Slavin (1995,
 p. 74) ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลักและดำเนินการตามแผนปฏิบัติรวม 6 ขั้นตอน
 ดังนี้

5.2.1 องค์ประกอบที่ 1 การพร้อมที่จะเข้าใจปัญหา (Understand the
 problem) คือการตีความว่าปัญหานั้นเป็นอย่างไร และการกำหนดวัตถุประสงค์ในการ
 แก้ปัญหาโดยมี 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างโอกาสในการค้นหาปัญหาและเข้าใจความ
 ต้องการในการแก้ปัญหา (Opportunity finding) หมายถึง การมีโอกาสในการบอกถึงปัญหา

และบอกถึงความต้องการในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในปัญหาและเข้าใจในความต้องการในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 การค้นหาข้อมูลของปัญหา (Data finding) คือการค้นหาข้อมูลหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาให้สำเร็จ รวบรวมความต้องการ ข้อสังเกต การวางแผน และความคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาจากหลากหลายแหล่งข้อมูลให้มากที่สุด แล้วนำข้อมูลของการแก้ปัญหามาทำให้เห็นความสัมพันธ์ ของการเกิดปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 การค้นหาปัญหา (Problem finding) เป็นการจำแนกปัญหาที่จำเป็นต้องแก้ไขและสร้างวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ให้ได้จำนวนมาก กำหนดกรอบของปัญหา (Fraining problem) เพื่อนำไปสู่การสร้างวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

5.2.2 องค์ประกอบที่ 2 การกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 การค้นหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea inding) คือการสร้างความคิด ทางเลือก และวิธีการ สำหรับการแก้ปัญหา โดยการเพิ่มทางเลือกและแนวปฏิบัติ (Guideline) ค้นหาแนวคิดในการแก้ปัญหา เป็นการสำรวจหรือค้นหาแนวคิด เพื่อช่วยขยายความคิดและเพื่อเอาชนะข้อจำกัดในการแก้ปัญหา

5.2.3 องค์ประกอบที่ 3 การดำเนินตามแผนปฏิบัติการ

ขั้นตอนที่ 5 การค้นหาทางเลือกในการแก้ปัญหา (Solution finding) คือการวิเคราะห์ วิจัยและประเมินค่าทางเลือก ค้นหาแนวคิดในการแก้ปัญหาที่คาดว่าจะประสบความสำเร็จมากที่สุด ยอมรับและใช้เกณฑ์ที่จำแนกความคิดที่จะนำไปสู่แผนปฏิบัติการ (Action plan) ทดลองให้เหตุผล หรือวิเคราะห์วิจารณ์ทางเลือก โดยประเมินค่าแต่ละทางเลือกเทียบกับแต่ละเกณฑ์ของหลักในการคิดเพื่อแก้ปัญหา แล้วจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก

ขั้นตอนที่ 6 การค้นหาการยอมรับ (Acceptance finding) เป็นการค้นหาสิ่งสนับสนุน หรือสิ่งที่ต่อต้านทางเลือก หรือความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่มีอยู่ โดยนำทางเลือกที่ได้จากขั้นตอนที่ 5 มาหาสิ่งสนับสนุนหรือสิ่งที่เป็นอุปสรรคให้มากที่สุด แล้ววางแผนดำเนินการหรือแนวปฏิบัติในการแก้ปัญหา โดยระบุกิจกรรมการแก้ปัญหา

5.3 แนวคิดของ Parnes

ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Parnes (1983 อ้างถึงใน พิษญาณ์ พานะกิจ, 2558, หน้า 118) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1 การค้นหาความจริง (Fact finding) คือ รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ที่แสดงถึงปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้ทราบว่ปัญหานั้นคืออะไร มีปัญหามากน้อยแค่ไหน
- 2 การค้นหาปัญหา (Problem finding) เมื่อได้ข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ที่แสดงถึงปัญหาแล้วในขั้นนี้จะพิจารณาประเด็นปัญหาหลายๆ ด้าน แล้วตั้งเป็นคำถามให้ได้มากที่สุด เพื่อทำให้มองเห็นความเป็นไปได้หลายๆ ทาง แล้วเลือกคำถามที่สำคัญที่จะนำมาแก้ไข
- 3 การค้นหาวิธีการแก้ปัญหา (Idea finding) เป็นการระดมความคิดให้ได้มากที่สุด เพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญหาจากคำถามที่เลือกไว้ โดยยังไม่มีการประเมินความเหมาะสมของวิธีการแก้ปัญหา
- 4 การค้นหาคำตอบ (Solution-finding) คือการพิจารณาคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด จากวิธีการแก้ปัญหาที่คิดได้ในขั้นการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา โดยจะต้องหาหลักเกณฑ์ในการเลือก เมื่อได้เกณฑ์ที่เหมาะสมแล้ว นำเกณฑ์นั้นไปประเมินเพื่อคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด
- 5 การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ (Acceptance finding) เป็นการนำเอาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากขั้นที่ 4 มาพิสูจน์ให้เห็นว่าสามารถนำไปใช้ได้จริง รวมทั้งการเผยแพร่ความคิดนั้นให้ผู้อื่นได้ลองปฏิบัติเพื่อให้เป็นที่ยอมรับ

5.4 แนวคิดของ Guilford

ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Guilford (1971 อ้างถึงใน พัชรา พุ่มพชาติ, 2552, หน้า 55) มีขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

- 1 ขั้นเตรียมการ (Preparation) คือการรับรู้และการเข้าใจในปัญหา ต้องรับรู้และเข้าใจก่อนว่าปัญหานั้นคืออะไรและเกิดจากเหตุการณ์ใด
- 2 ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analyze) คือการแจกแจงลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นว่ามีองค์ประกอบอะไรบ้าง สิ่งใดที่ทำให้เกิดปัญหา สิ่งใดที่เป็นข้อมูลจำเป็นและไม่จำเป็น

3 เสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) คือขั้นตอนการหาวิธีการแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุ การรวบรวมข้อเท็จจริงต่างๆ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการหาแนวทางในการแก้ปัญหา

5.5 แนวคิดของ Torrance

Torrance (1987 อ้างถึงใน พัชรา พุ่มพชาติ, 2552 กล่าวสรุปไว้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการนำประสบการณ์จินตนาการมาใช้ในการดำเนินการแก้ปัญหตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1 การพบความจริง (Fact-finding) คือความสามารถในการสำรวจและรวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับปัญหา

2 การค้นพบปัญหา (Problem-finding) คือความสามารถในการระบุปัญหา

3 การตั้งสมมติฐาน (Idea-finding) คือ ความสามารถในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหา

4 การค้นพบคำตอบ (Solution-finding) คือ ความสามารถในการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหา

5 การยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance-finding) คือ ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้ไปสร้างเป็นความรู้ใหม่

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้นกล่าวโดยสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการแก้ปัญหตามกระบวนการที่มีขั้นตอน ได้แก่

1 ขั้นค้นพบความจริง คือ สามารถรู้ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา

2 ขั้นค้นพบปัญหา คือ สามารถระบุปัญหาและสาเหตุของปัญหา

3 ขั้นค้นพบความคิด คือ สามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหา

4 ขั้นค้นพบคำตอบ คือ สามารถตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

5 ขั้นค้นพบการยอมรับ คือ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปสร้างเป็นความรู้ใหม่

6. การประเมินผลการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

Guilford (1973 อ้างถึงใน พัชรา พุ่มพชาติ, 2552 กล่าวว่า กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์และการคิดแก้ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด และผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นผลผลิตใหม่นั้น นับเป็นผลลัพธ์สุดท้ายของกระบวนการแก้ปัญหาด้วยเหตุนี้ในการอธิบายการประเมินผลผลิตของการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถนำหลักเกณฑ์การประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์มาอธิบายด้วยกัน ดังนี้

Young (1985 อ้างถึงใน พัชรา พุ่มพชาติ, 2552 ได้เสนอ เกณฑ์การประเมินผลงานว่าต้องมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. มีความแปลกใหม่ (Newness) โดยพิจารณาจากลักษณะย่อย คือ
 - 1.1 ใหม่ในฐานะต้นคิด (New as original)
 - 1.2 ใหม่จากกลุ่มอ้างอิง (New as statistically infrequency)
 - 1.3 ใหม่ในลักษณะที่แตกต่างจากแนวทางทั่วไป (New as a change from the regular way)
 - 1.4 ใหม่ในฐานะที่สร้างขึ้นใหม่ (New as renovated, rejuvenated or regenerated)
2. ความมีคุณค่า (Value serve) โดยพิจารณาจากลักษณะย่อย คือ
 - 2.1 คุณค่าต่อผู้สร้างสรรค์ผลงาน (Value to the creator)
 - 2.2 คุณค่าต่อผู้อื่น (Value to others)

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้นกล่าวโดยสรุปได้ว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ให้ประเมินโดยดูจากผลผลิตของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นั้นว่า มีความแปลกใหม่แตกต่างที่มีอยู่ทั่วไปและค่าคุณค่าต่อผู้สร้างสรรค์ผลงานนั้นและต่อผู้อื่นด้วย ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Torrance จำนวน 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นค้นพบความจริง ขั้นค้นพบปัญหา ขั้นค้นพบความคิด ขั้นค้นพบคำตอบ และขั้นค้นพบการยอมรับ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ทักษะการทำงานเป็นทีม

ธงชัย สันติวงษ์ (2540, หน้า 149) ได้ให้แนวคิดของการทำงานเป็นทีมไว้ว่า ภายใต้อิทธิพลของธุรกิจสมัยใหม่ที่มามีความสำคัญที่สุดสำหรับการสร้างประสิทธิภาพ ทั้งในแง่ของการแข่งขัน กับตัวเอง แข่งเอาชนะคู่แข่ง และแข่งตามให้ทันกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะการปรับตัวนำเอาแนวคิดหรือกลยุทธ์ในแผนธุรกิจ มาปฏิบัติการปรับระบบการทำงานต่างๆ ให้เข้าสู่สภาพเงื่อนไขใหม่นั้น ต้องอาศัยทีมงานในการปรับเสมอ แต่โดยปกติความมีประสิทธิภาพของทีมงานจะไม่เกิดขึ้นเองโดยอัตโนมัติ แต่ต้องมีการจัดเตรียมหรือบริการหลายๆ ด้าน คือ

1. จัดให้มีการประสานกันระหว่างทีมต่างๆ ที่ทำหน้าที่ต่างกัน แต่ต้องประสานเชื่อมโยงกัน

2. ต้องมีการสร้างจิตสำนึกให้มุ่งประสิทธิภาพผลผลิต

3. ต้องให้มีความพร้อมในการปรับตัวสูง

เนตร์พัฒนา ยาวีราช (2546, หน้า 214) ได้ให้แนวคิดที่ว่า ทีมงาน คือ กลุ่มของสมาชิกที่มาร่วมกันทำงานร่วมกัน ไม่ทุกกลุ่มในองค์กรที่มาร่วมกันทำงานเป็นทีมแต่ละทีม ทีมที่เกิดขึ้นก็คือ กลุ่มนั่นเอง คุณสมบัติของกลุ่มคล้ายกับทีมตรงที่ว่าสมาชิกมีความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ ในปัจจุบันสภาพการณ์การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ต้องอาศัย การทำงานเป็นทีม ดังนั้น ผู้บริหารที่ดีควรพยายามที่จะทำ ให้กลุ่มกลายเป็นทีมขึ้นมาให้ได้ เพื่อร่วมกันทำงานในทีม

1. ความหมายของทักษะการทำงานเป็นทีม

จิรวัจน์ วงศาโรจน์ (2547, หน้า 11) ให้ความหมายของทักษะการทำงานเป็นทีมว่า การทำงานเป็นทีม หมายถึง การรวมกลุ่มของบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปเข้ามาทำงานเพื่อให้งานสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยรวมคิดร่วมตัดสินใจ ร่วมปฏิบัติงาน เป็นไปในทิศทางหรือแนวทางเดียวกัน โดยการทำงานเป็นทีมมีลักษณะเป็นกระบวนการ ประกอบด้วย การกำหนดโครงสร้างที่แบ่งภาระ หน้าที่และความรับผิดชอบ มีผู้นำ มีสมาชิกกลุ่ม ร่วมกันวางแผน และกำหนดระยะเวลาในการปฏิบัติงานที่แน่นอน มีการติดตามประเมินผลการทำงานอย่างสม่ำเสมอ มีการปฏิบัติสัมพันธ์กันในกลุ่มและกลุ่มอื่นๆ อยู่ตลอดเวลา

ทรงวุฒิ ทาระสา (2549, หน้า 16) ให้ความหมายของคำว่าทักษะการทำงานเป็นทีม หมายถึง การที่บุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ซึ่งมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างจะ

ใกล้ชิดมาร่วมกันดำเนินกิจกรรมทั้งหลายให้บรรลุเป้าหมายไปในทิศทางเดียวกัน สนับสนุนช่วยเหลือเอาใจใส่ซึ่งกันและกัน ใช้ทักษะประสบการณ์แบกรับภาระร่วมกัน ร่วมมือกันทำงานอย่างเต็มความสามารถ สามัคคีกัน เพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ และพัฒนาองค์การให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ

สุเมธ งามกนก (2551, หน้า 12) ทักษะการทำงานเป็นทีม หมายถึง การร่วมกันทำงานของ สมาชิกที่มากกว่า 1 คน โดยที่สมาชิกทุกคนนั้นจะต้องมีเป้าหมายเดียวกันจะทำอะไรแล้วทุกคน ต้องยอมรับร่วมกัน มีการวางแผนการทำงานร่วมกัน การทำงานเป็นทีมเป็นการใช้ทีมในการปฏิบัติงาน ซึ่งทีมงานถือเป็นกลุ่มพิเศษชนิดหนึ่งที่สมาชิกที่ผูกพันต่อเป้าหมายอย่างใดอย่างหนึ่งร่วมกัน โดยมี การใช้ภาวะผู้นำร่วมกันในการปฏิบัติงาน

สุนทร พลวงศ์ (2551, หน้า 7) ได้กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับทักษะการทำงานเป็นทีมว่า การทำงาน เป็นทีมให้เกิดประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลนั้น ต้องมีการแบ่งทั้งงานหน้าที่และความรับผิดชอบ ให้บุคลากรตามความรู้ความสามารถรวมทั้งความถนัดของแต่ละบุคคลผู้บริหารต้องตระหนักว่า บุคลากรมีความสามารถแตกต่างกัน ถนัดหรือเชี่ยวชาญคนละด้าน การประสานความร่วมมือร่วมใจ การทุ่มเทกำลังความคิดและสติปัญญาเข้ามาซึ่งความสำเร็จของงานการทำงานเป็นทีม

มัลลิกา วิชชุกรอชิงครัต (2553, หน้า 11) กล่าวว่า การที่บุคคลตั้งแต่ 2 คน ขึ้นไป มาร่วมกันทำกิจกรรม โดยมีวัตถุประสงค์เดียวกัน สนับสนุนช่วยเหลือกัน ใช้ทักษะประสบการณ์ ร่วมกัน ทำงานอย่างเต็มความสามารถ และมีการประสานงานอย่างดี เพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ และพัฒนางานที่ได้รับมอบหมายให้บรรลุเป้าหมายสูงสุดของทีมได้

จากแนวคิดดังกล่าวพอสรุปได้ว่า ทักษะการทำงานเป็นทีมมีความหมาย คือ กระบวนการทำงาน โดยมีสมาชิกตั้งแต่ 2 คน ขึ้นไปมาทำงานร่วมกัน เพื่อร่วมกันไปสู่จุดมุ่งหมายเดียวกัน สมาชิกในกลุ่มมีภาระหน้าที่รับผิดชอบแตกต่างกัน แต่ต้องขับเคลื่อนการทำงานไปพร้อมๆ กัน การทำงานเป็นทีมจึงต้องอาศัยความร่วมมือ ร่วมใจ ความสามัคคี การพึ่งพาอาศัยกัน การยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน การทำงานเป็นทีมต้องใช้การประสานงานเป็นหลักในการติดต่อสื่อสารระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม การปฏิสัมพันธ์ที่ดีจะเป็นผลลัพธ์ที่ก่อให้เกิดความเข้ามามีส่วนร่วมในการทำงาน เมื่อเกิดปัญหาสามารถร่วมกันแก้ไขและตัดสินใจได้

2. องค์ประกอบของทักษะการทำงานเป็นทีม

นันทนา จันทร์บรรจง (2543, หน้า 179) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญของทักษะการทำงานเป็นทีม ประกอบด้วย

1. จุดมุ่งหมายและความมุ่งมั่นที่จะบรรลุผลสำเร็จร่วมกัน ทุกคนต้องเข้าใจวัตถุประสงค์ นโยบายและเป้าหมายเป็นอย่างดีและเป้าหมายนั้นต้องมีความแน่นอนในระยะหนึ่ง การกำหนดจุดมุ่งหมายของทีม ควรให้สมาชิกมีส่วนร่วมและใช้การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ

2. ผู้นำที่มีคุณลักษณะเหมาะสม คุณลักษณะของหัวหน้าหรือผู้นำทีม ได้แก่ เป็นที่ยอมรับนับถือสมาชิกด้วยความจริงใจ เป็นคนเปิดเผย จริงใจซื่อสัตย์ เป็นกันเอง ไม่มีอิทธิพลครอบงำกลุ่ม ไม่เป็นเผด็จการเต็มรูปแบบ มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในงานสูง พร้อมทั้งจะให้ความช่วยเหลือกลุ่มเสมอและสามารถ เสนอผลงานให้กลุ่มและสาธารณชนเข้าใจได้

3. สมาชิกที่มีคุณลักษณะที่เหมาะสม ได้แก่ สมาชิกเป็นผู้มีความรับผิดชอบในหน้าที่และของตนเองและของกลุ่ม เป็นผู้ยอมรับฟังและเคารพความคิดเห็นของเพื่อนสมาชิกและของกลุ่ม เป็นผู้รู้จักแสดงความคิดเห็น กล้าพูด กล้าเสนอแนะในสิ่งที่ เป็นประโยชน์ต่อกลุ่ม เคารพในมติ ของกลุ่ม และไม่เบียดเบียนมติของกลุ่มออกไปเข้ากับความคิดเห็นของตน มีความเสียสละและอุทิศตนเพื่อช่วยงานของกลุ่มในทุกรูปแบบ

พรมณี พุ่มอิม (2547, หน้า 10) กล่าวว่า องค์ประกอบของทักษะการทำงานเป็นทีมจะต้องประกอบด้วย

1. จำนวนบุคคล (Person) การทำงานเป็นทีมต้องประกอบด้วยจำนวนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป

2. ควรมีเป้าหมายร่วมกัน (Common goal) สมาชิกทุกคนต้องมีส่วนร่วมในการกำหนด เป้าหมายร่วมกัน เพื่อสนองต่อความต้องการได้อย่างเต็มที่

3. การวางแผนร่วมกัน (Common plan) ต้องมีการวางแผนปฏิบัติงาน และการประเมินผลงานร่วมกัน จึงจะทำให้งานสำเร็จลงได้

4. การมีส่วนร่วม (Participation) สมาชิกต้องมีจิตสำนึกในการเข้ามามีส่วนร่วมด้วยตนเองไม่ใช่เกิดจากการบังคับ

5. การติดต่อสื่อสาร (Communication) การทำงานเป็นทีมจะประสบผลสำเร็จได้ต้องมีการติดต่อสื่อสารระหว่างสมาชิกด้วยกัน ผู้นำกับสมาชิก การติดต่อสื่อสารทำให้เกิดความเข้าใจ

6. ความผูกพันแน่นแฟ้น (Cohesiveness) สมาชิกที่ทำงานร่วมกันเป็นทีม จะเกิดความรู้สึกผูกพันซึ่งกันและกัน ความรู้สึกเช่นนี้ปรากฏออกมาในรูปของการปกป้องสมาชิกด้วยกัน เปิดเผย และมีความจริงใจ

7. การพึ่งพาอาศัยกัน (Interdependent) การทำงานเป็นทีมต้องมีลักษณะการพึ่งพาอาศัยกัน รวมมือกันระหว่างทีมงาน

8. การร่วมมือประสานงานกัน (Coordinating) การทำงานเป็นทีม ต้องประกอบด้วย สมาชิกที่มีความสามัคคี ร่วมแรงร่วมใจกันปฏิบัติงาน แก้ไขปัญหา มีการแบ่งปัน ช่วยเหลือ ซึ่งกันและกัน

9. การมีผลประโยชน์ร่วมกัน (Common benefit) สมาชิกของทีมงานจะทำงานร่วมกัน โดยมีเป้าหมายร่วมกันและรวมมือกันจนกว่างานจะสำเร็จ ความสำเร็จตลอดจนผลประโยชน์ ที่ได้รับเป็นของสมาชิกทุกคน

สุนันทา เลานันทน์ (2549, หน้า 38) บอกไว้ว่า องค์ประกอบสำคัญของทักษะการทำงาน เป็นทีมต้องประกอบไปด้วยบุคคลตั้งแต่ 2 คน ขึ้นไป มีความสมัครใจที่จะทำงานร่วมกันมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันอย่างมีแบบแผน กลุ่มต้องพึ่งพากัน มีวัตถุประสงค์และเป้าหมายเดียวกัน และพร้อมที่จะเผชิญปัญหาร่วมกัน

วรารภรณ์ ตระกูลสฤษดิ์ (2550, หน้า 9) กล่าวว่า องค์ประกอบของทักษะการทำงานเป็นทีมต้องมี ดังนี้

1. มีเป้าหมายร่วมกัน การทำงานเป็นทีมจะเกิดผลดี สมาชิกทุกคนในทีมงานจะต้องมีเป้าหมาย กล่าวคือ มีการรับรู้ทราบถึงแนวคิด แนวคิดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์/เป้าหมายของทีมในเรื่องเดียวกัน

2. การยอมรับนับถือกันการรวมกลุ่มการทำงานกันเป็นทีม ภายใต้ความเชื่อที่ว่าทุกคนในทีมมีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน และหวังว่าหากได้การนำความแตกต่างของทุกคนในทีมมาใช้ ย่อมน่าจะทำให้งานของทีมหรืองานกลุ่มนั้นมีคุณภาพดี

3. การร่วมมือพร้อมใจกันในการทำงาน ทุกคนในทีมล้วนมีความสำคัญ ประจักษ์พยานของเครื่องจักรกลไก ซึ่งจะขาดไม่ได้แม้แต่ส่วนต้วเล็กๆ เพียงตัวเดียว งานของกลุ่มก็เช่นเดียวกัน ต้องอาศัยความร่วมมือร่วมแรงร่วมใจของสมาชิกทุกๆ คน ใน

การระดมความคิด ช่วยกันแสดงความคิดเห็นอันจะเป็นประโยชน์ในการวางแผนแนวทาง ช่วยกันวิเคราะห์วางแผนการทำงาน

4. การแบ่งงานกันทำตามความสามารถ การจัดแบ่งการทำงานถือเป็นหัวใจสำคัญของการทำงานเป็นทีม หลักการแบ่งหน้าที่กันทำภายในทีมงานควรยึดหลักการแบ่งความรู้ ความสามารถ ความพึงพอใจ เพื่อที่จะสามารถมอบหมายงานและหน้าที่ความรับผิดชอบให้ตรงตามรู้ความสามารถของบุคคลนั้น

5. ความรับผิดชอบ ถือเป็นหัวใจสำคัญอีกประการหนึ่งของการทำงานร่วมกัน เพราะความรับผิดชอบของแต่ละคน หมายถึง ความสำเร็จของกลุ่ม ทีมงานสมาชิกในทีมจะต้องรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองต่อกลุ่มสมาชิกโดยรวม และยังคงต้องมีความรับผิดชอบต่อตนเอง จึงจะช่วยให้งานทำงานเป็นทีมประสบความสำเร็จ

6. ความเข้าใจซึ่งกันและกัน ความผูกพันต่อกัน ความเข้าใจซึ่งกันและกัน ช่วยให้สมาชิกในทีมมีความผูกพันกัน เข้าใจกัน เรียนรู้ความแตกต่างกันและกัน จะช่วยให้การทำงานร่วมกัน มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

จากแนวคิดดังกล่าวสรุปได้ว่า องค์ประกอบสำคัญของทักษะการทำงานเป็นทีมประกอบด้วย การมีปฏิสัมพันธ์ การทำงานร่วมกับผู้อื่น การติดต่อกับผู้อื่น มีความกระตือรือร้นที่จะช่วยเหลือกัน มีความห่วงใยเอื้ออาทรกัน มีการสร้างบรรยากาศที่ดีในการทำงาน การสื่อสารอย่างเปิดเผย สมาชิกแต่ละคนมีส่วนร่วมในการดำเนินงานและร่วมมือกันแก้ปัญหา มีการทำงานโดยกระบวนการกลุ่มสมาชิกมีความรับผิดชอบต่อกัน มุ่งมั่นไปในทิศทางที่สอดคล้องกัน

3. ความสำคัญของทักษะการทำงานเป็นทีม

ณัฐรุพันธ์ เขจรนันท์ (2545, หน้า 82) ได้กล่าวว่า ความสำคัญของการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งนั้น จุดสำคัญอยู่ที่ตัวของทีมงานที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งมักจะไม่สามารถเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่ต้องมีการก่อตั้งส่งเสริมและพัฒนาอยู่เสมอ เพื่อให้สมาชิกและทีมมีศักยภาพและมีความพร้อมในการทำงาน โดยผู้นำต้องมีบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบต่อสำคัญในการสร้างสรรค์ และสนับสนุนให้เกิดทีมงานที่มีประสิทธิภาพสูงเป็นทีมงานที่แข็งแกร่งและมีกลไกการทำงานที่สอดคล้องกับหลักการและเป้าหมายของกลุ่มหรือทีม

สุริพร พิงพุททคุณ (2550, หน้า 37) ได้กล่าวว่า ทีมที่สามารถทำงานให้ประสบความสำเร็จได้ ต้องประกอบด้วยความสามารถพิเศษ (Talent) ความรู้ (Knowledge)

การมีอิทธิพล ต่อความคิดของคนในกลุ่มประสบการณ์ และความรู้เกี่ยวกับวิธีการทำงาน ในเชิงเทคนิคที่จำเป็น สำหรับการทำงานของทีม โดยทีมที่ปฏิบัติงานได้ดีนั้นต้อง ประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถ มากสำหรับทีม และหากทีมมีจุดอ่อนหรือขาด แคลนความสามารถที่จำเป็นในการทำงาน ก็จะเป็น ผลทำให้ทีมไม่สามารถก้าวไปถึง เป้าหมายที่ตั้งไว้ได้

วรารภรณ์ ตรีภูมิตถะ (2550, หน้า 9) ได้กล่าวว่า ความสำคัญของการ รวมตัวกันเพื่อทำงานเป็นทีมด้วยกันนั้น เป็นเพราะความเชื่อที่ว่ามนุษย์แต่ละคนมีความรู้ ความสามารถ แตกต่างกัน อีกทั้งความรู้ความสามารถและศักยภาพในตัวบุคคลมีขอบเขต ที่จำกัด จึงต้องมารวมกลุ่มกัน เพื่อนำจุดดี จุดด้อย ความรู้และความสามารถที่แตกต่างกัน ในส่วนที่ดีที่สุดของแต่ละคนมารวมกันทำงานให้บรรลุตามเป้าหมายของทีม

วัลลิกา วิชชุกริงครัต (2553, หน้า 11) กล่าวว่า ทักษะการทำงานเป็นทีม มีความสำคัญมากต่อความสำเร็จของกลุ่ม ที่ต้องอาศัยความทุ่มเท ความรู้ความสามารถ อย่างเต็มที่ของผู้ปฏิบัติงานและมีบทบาทสำคัญในการปฏิบัติภารกิจที่มีประสิทธิภาพใน ช่วงเวลาของการเปลี่ยนแปลง จะต้องปรับปรุงอย่างรวดเร็วเพื่อการแข่งขัน เพื่อส่งผลให้ กลุ่มประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้

จากแนวคิดดังกล่าวพอสรุปได้ว่า ทักษะการทำงานเป็นทีมมีความสำคัญ ซึ่งจะช่วยให้เกิดความสำเร็จในงาน ต้องมีปฏิสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับเพื่อนในกลุ่มและพัฒนา ตนเองอยู่เสมอ เพื่อให้สมาชิกและทีมมีศักยภาพและมีความพร้อมในการทำงาน ความสำคัญของการรวมตัวกัน เพื่อทำงานเป็นทีม ความรู้ความสามารถ และศักยภาพ ในตัวบุคคลมีขอบเขตที่จำกัด จึงต้องมารวมกลุ่มกัน เพื่อนำจุดดี จุดด้อย ความรู้และ ความสามารถที่แตกต่างกันเพื่อร่วมกันแก้ปัญหา เพื่อประโยชน์ทั้งส่วนบุคคลและส่วนรวม

4. รูปแบบทักษะการทำงานเป็นทีม

ทักษะการทำงานเป็นทีมย่อมต้องมีกระบวนการ โดยกระบวนการทำงาน เป็นทีม Greeberg & Baron (1997 อ้างถึงใน วัลลิกา วิชชุกริงครัต, 2553, หน้า 17) ได้สรุปไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ เป็นขั้นที่ตัดสินใจเกี่ยวกับการกำหนดวัตถุประสงค์ ที่สำคัญ มีการกำหนด ทักษะ วัตถุประสงค์ อำนาจหน้าที่ในการทำงานเป็นทีม
2. ขั้นการสร้างเงื่อนไขในการปฏิบัติงาน มีการจัดหาทรัพยากรทางด้าน วัตถุประสงค์ และทรัพยากรมนุษย์ และการสนับสนุนกับกลุ่มเพื่อความสำเร็จในการปฏิบัติงาน

3. ขั้นตอนการจัดตั้งและสร้างทีมงาน ควรจะกำหนดขอบเขตให้ชัดเจนว่าใครบ้างเป็น และไม่เป็น สมาชิกของทีมสมาชิกต้องยอมรับ จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของทีม และมีความชัดเจนในจุดมุ่งหมาย และวัตถุประสงค์ของทีม ควรรู้อะไรจะทำอะไร

4. ขั้นตอนจัดหาความช่วยเหลือ ผู้นำทีมสามารถจัดหาโอกาสที่จะช่วยเหลือ สนับสนุนให้มีการแก้ไขปัญหาและวิธีการปฏิบัติได้ดีขึ้น จัดหาทรัพยากรที่เอื้อต่อการปฏิบัติในระดับที่สูงขึ้นไป

เล็ก สมบัติ (2545, หน้า 11) กล่าวถึงรูปแบบทักษะการทำงานเป็นทีมว่า การทำงานเป็นทีมจะประสบความสำเร็จได้ต้องเกิดจากความเข้าใจถึงหลักที่สำคัญในการทำงานร่วมกัน ซึ่งมีสาระสำคัญ คือ

1. สมาชิกและผู้นำทีมงานจะต้องวางแผนการปฏิบัติงาน และแก้ไขปัญหา ร่วมกัน

2. มีการจัดโครงสร้างของทีมงาน โดยพิจารณาโครงสร้างหลักของกลุ่ม ผสมผสาน กับโครงสร้างกลุ่มที่พึงประสงค์

3. ผู้นำทีมทำหน้าที่เสมือนเป็นผู้นำกลุ่ม ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน การสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิกด้วยกัน

4. มีการสร้างบรรยากาศที่ดีในการทำงานเป็นทีม

5. ผู้นำต้องสร้างแรงจูงใจ (Motivation) และมีการเสริมแรง (Reinforcement) ให้สมาชิกอยากทำงานร่วมกันอย่างจริงจัง

ปริญญา ตันสกุล (2550, หน้า 12) กล่าวว่า ทักษะการทำงานเป็นทีมจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อสมาชิกในการสร้างหลักการทำงานขึ้นมา เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานอย่างถูกต้องและเป็นแบบแผน หลักการทำงานเป็นทีมที่สำคัญมีหลายประการ ได้แก่

1. ต้องมีวัตถุประสงค์เดียวกันในการอยู่ร่วมกัน

2. ต้องทำงานนั้นโดยมีเป้าหมายเดียวกัน

3. ต้องมองเห็นประโยชน์ของการทำงานร่วมกัน

4. ต้องถือกติกาและกรอบการทำงานเดียวกัน

5. ต้องกำหนดหน้าที่ของแต่ละคนไว้อย่างชัดเจน

6. ต้องมีผู้นำกลุ่มและหัวหน้าทีมคนเดียว

7. ต้องรับผิดชอบในความสำเร็จหรือความล้มเหลวร่วมกัน

Johnson and Johnson (2003 อ้างอิงใน สุพัตตรา โคตะวงษ์ 2559, หน้า 53 ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ ผู้สอนชี้แจงจุดประสงค์ของบทเรียน ผู้สอนจัดกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณไม่เกิน 6 คน มีสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน ผู้สอนแนะนำวิธีการทำงานกลุ่มและบทบาทของสมาชิกในกลุ่ม
2. ขั้นสอน ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน บอกปัญหาหรืองานที่ต้องการให้กลุ่มแก้ไขหรือคิดวิเคราะห์หาคำตอบผู้สอนแนะนำแหล่งข้อมูล ค้นคว้าหรือให้ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการคิดวิเคราะห์ผู้สอนมอบหมายงานที่กลุ่มต้องทำให้ชัดเจน
3. ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้เรียนร่วมมือกันทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ได้รับ ทุกคนร่วมรับผิดชอบ ร่วมคิด ร่วมแสดงความคิดเห็น การจัดกิจกรรมในขั้นนี้ ครูควรใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจที่น่าสนใจและเหมาะสมกับผู้เรียน เช่น การเล่าเรื่องรอบวงมุมสนทนา คู่ตรวจสอบ คู่คิด ฯลฯ ผู้สอนสังเกตการณ์ทำงานของกลุ่ม คอยเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้ความกระจ่างในกรณีที่ผู้เรียนสงสัยต้องการความช่วยเหลือ
4. ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ ขั้นนี้ผู้เรียนจะรายงานผลการทำงานกลุ่ม ผู้สอนและเพื่อนกลุ่มอื่นอาจซักถามเพื่อให้เกิดความกระจ่างชัดเจน เพื่อเป็นการตรวจสอบผลงานของกลุ่มและรายบุคคล
5. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม ขั้นนี้ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ผู้สอนควรช่วยเสริมเพิ่มเติมความรู้ ช่วยคิดให้ครบตามเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และช่วยกันประเมินผลการทำงานกลุ่มทั้งส่วนที่เด่นและส่วนที่ควรปรับปรุงแก้ไข

จากแนวคิดดังกล่าวสรุปได้ว่า เพื่อให้การทำงานของกลุ่มหรือทีมบรรลุตามเป้าหมาย สมาชิกและผู้นำในกลุ่มต้องมีการรับฟังข้อเสนอแนะซึ่งกันและกันเพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาการทำงานและร่วมกันกำหนดแนวทางการทำงานให้มีความชัดเจน การหาวิธีแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติงานเพื่อเป้าหมายของกลุ่มที่ตั้งไว้ร่วมกัน

5. กระบวนการทักษะการทำงานเป็นทีม

สุริพร พิงพุดคุณ (2550, หน้า 162-163) ได้กล่าวไว้ว่า สิ่งของทีมต้องทำเป็นอันดับแรกคือ การกำหนดชิ้นงานทั้งหมดที่ทีมต้องปฏิบัติ พร้อมทั้งมอบหมายงานเหล่านั้นให้แก่สมาชิก อย่างเหมาะสม รวมทั้งการกำหนดตารางเวลาการทำงาน ซึ่งการ

วางแผน การมอบหมายงาน และการกำหนดตารางเวลาในการทำงานนี้แล้วจะต้องอาศัย การวิเคราะห์เป้าหมายของทีมทั้งสิ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องดำเนินการ โดยผู้ที่มีทักษะในการ จัดการระบบการทำงานและทักษะในการแก้ปัญหา ส่วนการกำหนดตารางเวลาการทำงาน ลงในแผนภูมิเพิร์ท (PERT chart) หรือแผนภูมิ แกนต์ (Gantt chart) นั้น เป็นเรื่องที่สำคัญ หลักการและเหตุผล กระบวนการทำงานของทีม เป็นความร่วมมือและการแลกเปลี่ยน ข้อมูลระหว่างสมาชิกรวมทั้งผู้นำของทีม ซึ่งกระบวนการนี้ อาจจะมีประสิทธิผลหรือไม่ก็ได้ ความร่วมมือและการแลกเปลี่ยนจะช่วยให้ทีมสามารถบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้

มัลลิกา วิชชุกริงครัต (2553, หน้า 17) กล่าวถึงกระบวนการทำงานเป็น ทีมไว้ว่า ในการทำงานใดๆ ก็ตามจะต้องมีขั้นตอนต่างๆ มากหรือน้อยแตกต่างกันไป ใน การทำงานเป็นทีมย่อมต้องมีกระบวนการด้วยเช่นกัน โดยกระบวนการทำงานเป็นทีม ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ เป็นขั้นที่ตัดสินใจเกี่ยวกับการกำหนดวัตถุประสงค์ ที่สำคัญมีการกำหนดทักษะวัตถุประสงค์ อำนาจหน้าที่ในการทำงานเป็นทีม
2. ขั้นการสร้างเงื่อนไขในการปฏิบัติงาน มีการจัดหาทรัพยากรทางด้าน วัตถุประสงค์และทรัพยากรมนุษย์ และการสนับสนุนจากกลุ่มเพื่อความสำเร็จในการปฏิบัติงาน
3. ขั้นการจัดตั้งและสร้างทีมงานขึ้นมา

จากแนวคิดดังกล่าวสรุปได้ว่า กระบวนการทำงานเป็นทีม นั้น สมาชิกทุกคน ในกลุ่มต้องมีการกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของกลุ่มร่วมกัน ผู้นำและสมาชิกรู้ บทบาทหน้าที่ของตนเอง และพัฒนาตนเองอยู่เสมอ ให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการ ทำงานและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

6. ประโยชน์ของทักษะการทำงานเป็นทีม

ณัฐพันธุ์ เขจรนนท์ (2545, หน้า 43-45) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการ ทำงานเป็นทีม ดังนี้

1. เป็นการสร้างขวัญและกำลังใจในการทำงานให้กับสมาชิก ทีมงานจะ ช่วยสร้างความไว้วางใจ ช่วยเหลือกัน และสร้างบรรยากาศที่ดีในการทำงาน
2. สร้างความมั่นคงในอาชีพ ทีมงานจะทำให้สามารถทำงานร่วมกันได้ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีผลทำให้สามารถเติบโตในหน้าที่การงานได้อย่างมั่นคง
3. สร้างความสัมพันธ์ในงาน ทีมงานจะช่วยเหลือซึ่งกันและกัน อันจะ ก่อให้เกิด ความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

4. เพิ่มพูนการยอมรับนับถือระหว่างกัน ทีมงานจะต้องมีการกำหนด จัดสรรตำแหน่ง หน้าที่ความรับผิดชอบระหว่างกัน

สอดคล้องกับแนวคิดของ ปราณี รามสูตร (2545, หน้า 487) ซึ่งได้กล่าวถึง ประโยชน์ของทักษะการทำงานเป็นทีม ดังนี้

1. การทำงานเป็นทีมช่วยเพิ่มความสมบูรณ์ของนโยบาย แผนงาน และ จุดประสงค์ ของงานหรือกิจกรรมนั้นๆ

2. การทำงานเป็นทีมช่วยเพิ่มความรอบคอบในการตัดสินใจ เพราะ หลายแง่มุมของ ความคิดช่วยให้หาทางหนีทีไล่ได้มากขึ้น

3. การทำงานเป็นทีมช่วยลดเวลาในการนิเทศงานและติดตามผล มีการ ร่วมแก้ปัญหา ร่วมเสนอและวิธีการปรับปรุงพัฒนา และร่วมรับรู้กันไปด้วยกัน

4. การทำงานเป็นทีมช่วยให้งานบางลักษณะมีความสมบูรณ์ขึ้น ผลผลิต ดีขึ้น เพราะบางงานต้องช่วยกันหลายคนจึงทำให้งานประสบความสำเร็จได้เป็นอย่างดี

เช่นเดียวกับแนวความคิดของ สุริพร พิงพุทธคุณ (2550, หน้า 138-139) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของทักษะการทำงานเป็นทีม ดังนี้

1. ความเป็นทีมจะช่วยให้สมาชิกของทีมรู้สึกว่าเขามีส่วนร่วมในการ รับผิดชอบ ต่อผลงานของทีมร่วมกัน

2. ความเป็นทีมจะช่วยให้สมาชิกมีความยึดมั่นในทีมและมีความพยายาม ในการปฏิบัติงานมากขึ้น

ยงยุทธ เกษสาคร (2554, หน้า 183-184) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของทักษะ การทำงานเป็นทีม ดังนี้

1. ผลงานออกมาดีมีคุณภาพ การทำงานเป็นทีมช่วยให้มองเห็นเป้าหมาย ของงาน แต่ละงานอย่างชัดเจน และรวมไปถึงเป้าหมายของกลุ่มนั้นด้วย เมื่อเข้าใจ เป้าหมายของงานแต่ละงาน ก็จะช่วยให้สมาชิกปฏิบัติงานให้บรรลุเป้าหมายนั้นได้อย่างมี ประสิทธิภาพ

2. เพิ่มผลผลิตของงาน การทำงานเป็นทีมจะช่วยเพิ่มผลผลิตของงานที่ดี และประสบความสำเร็จตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

3. ลดความขัดแย้งของกลุ่มหรือทีม การทำงานเป็นทีมจะช่วยลดความ ขัดแย้งระหว่างสมาชิกในทีม เพราะสมาชิกต้องร่วมมือกันทำงาน เมื่อมีความขัดแย้งเกิดขึ้น

ก็หาทางยุติปัญหาโดยรับฟังความคิดเห็น และหาทางออกที่ดีที่สุดให้แก่สมาชิกในลักษณะ
สร้างสรรค์

4. สมาชิกที่รับบทบาทหน้าที่ของตนเอง จะช่วยให้สมาชิกมีความ
รับผิดชอบและพร้อมที่จะช่วยเหลือเกื้อกูลสมาชิกคนอื่นๆ ในทีมงานได้

5. เกิดสัมพันธภาพที่ดีต่อกันระหว่างสมาชิก การทำงานกับคนที่รู้จักกัน
จะทำให้ได้ เพื่อนร่วมงานที่ดี เกิดความสัมพันธที่ดีต่อกัน บรรยากาศในการทำงานก็จะเต็ม
ไปด้วยความสุข

6. พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข
จะเป็นพลังให้เกิดความพอใจในงาน ซึ่งส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์งานอย่างเต็ม
ศักยภาพ

จากแนวคิดดังกล่าวพอสรุปได้ว่า ทักษะการทำงานเป็นทีมมีประโยชน์ช่วย
ในการสร้างขวัญและกำลังใจในการทำงาน สร้างความไว้วางใจช่วยเหลือซึ่งกันและกัน
ซึ่งช่วยให้สมาชิกของทีมรู้สึกว่าเขามีส่วนร่วมในการรับผิดชอบต่อผลงานของทีม
ร่วมกัน มีความยึดมั่นในทีม และมีความพยายามในการปฏิบัติงานมากขึ้น ช่วยให้เห็น
เป้าหมายของงาน สมาชิกปฏิบัติงานบรรลุเป้าหมายร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ
ลดความขัดแย้งระหว่างสมาชิกในทีม และพร้อมที่จะช่วยเหลือเกื้อกูลสมาชิกคนอื่นๆ
ในทีมงานได้ เกิดความสัมพันธที่ดีต่อกัน เป็นพลังให้เกิดความพอใจในงาน และสร้างสรรค์
ผลงานออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ
Johnson and Johnson โดยศึกษาและพัฒนามาจากขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
เพื่อนำมาสร้างแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม ตามประเด็นและให้ครอบคลุมกับการ
จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ทั้ง 5 ขั้น ประกอบด้วย ขั้นเตรียม ขั้นสอน ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม
ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ ขั้นสรุปบทเรียน และประเมินผลการทำงานกลุ่ม เพื่อให้
สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดระดับความสามารถของผู้เรียนที่ผ่าน
กระบวนการเรียนการสอนทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม หรือประสบการณ์ในการ
เปลี่ยนแปลงเชิงพฤติกรรมที่แสดงออกมา ซึ่งประกอบด้วย ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย
และด้านทักษะพิสัย ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะสะท้อนให้รู้ว่าคุณนักเรียนได้รับความรู้มาก

น้อยเพียงใด และจะสามารถนำมาแก้ไขปรับปรุงหรือพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีพัฒนาการเป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ได้มีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้หลายท่าน ดังต่อไปนี้

กัญจนา ลินทร์ตนกุล (2540, หน้า 286 กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือผลการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนรู้ในรายวิชาต่างๆ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ซึ่งหลักสูตรแต่ละระดับ ได้กำหนดหลักการไว้แตกต่างกัน แต่หลักการสำคัญที่มุ่งเน้นคือ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ เพราะฉะนั้นในการที่จะพิจารณาว่าผู้เรียนสัมฤทธิ์ผลตามหลักสูตรหรือไม่ก็ต้องใช้เครื่องมือวัด

จันทร์เพ็ญ หาญจิตเกษม (2542, หน้า 23 ให้ความหมายเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง สมรรถภาพของสมองในด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากครู

สมหวัง พิริยานุวัฒน์ (2545, หน้า 7 ให้ความหมายของคำว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ผลที่เกิดจากการสอนหรือกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งแสดงออกมา 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย

กระทรวงศึกษาธิการ (2550, หน้า 13 ได้บัญญัติศัพท์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใดๆ ที่ต้องอาศัยทักษะความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

Good (1991, p. 7 ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความสามารถในการแสดงออกซึ่งความรู้และทักษะต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว

จากที่กล่าวมานั้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้หรือระดับความสามารถของผู้เรียนที่ได้รับมาจากกระบวนการเรียนการสอนทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม หรือประสบการณ์ในการเปลี่ยนแปลงเชิงพฤติกรรมที่แสดงออกมา ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

2. องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือในการชี้วัดความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนั้น ครูผู้สอนควรคำนึงถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย เนื่องจากเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ให้สูงขึ้น

ตามเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

Richey (1986, pp. 132-181 อ้างถึงใน กัญจนา ลินทร์ตนกุล, 2540, หน้า 292-298 ได้สรุปถึงตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งประกอบด้วย

1. ผู้เรียน ปัจจัยเกี่ยวกับตัวผู้เรียนประกอบด้วย ลักษณะทางประชากร คุณลักษณะด้านความสามารถ ทั้งทางด้านร่างกายและความรู้ความคิด สมรรถภาพและเจตคติ
2. เนื้อหาวิชา ปัจจัยเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาประกอบด้วย แบบของผลการเรียนรู้ (พุทธิพิสัย เจตพิสัย และทักษะพิสัย ความสามารถทางสมอง (ความสนใจ ความคงทน การถ่ายทอดและขอบเขตของเนื้อหาวิชา
3. สิ่งแวดล้อม ปัจจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมประกอบด้วย คุณลักษณะเชิงทำเลที่ตั้ง และสภาพบรรยากาศ ซึ่งได้แก่ บริบททางสังคมในด้านอิทธิพลจากภายนอก บรรยากาศภายในองค์การ วัสดุและการจัดการ คุณลักษณะและการปฏิสัมพันธ์ของบุคลากรในองค์การ
4. วิธีสอน ปัจจัยเกี่ยวกับวิธีการสอนประกอบด้วย ขอบเขตของเนื้อหา กลวิธีสอน การเสนอเนื้อหาและการจัดลำดับเนื้อหา

Bloom (1971, pp. 167-176 ได้ศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. พฤติกรรมทางด้านความรู้ หมายถึง ความสามารถด้านต่างๆ ของนักเรียน ประกอบด้วย ความถนัดและพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน
2. ด้านจิตพิสัย หมายถึง สภาพการณ์ที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ เจตคติต่อการเรียนรู้ การยอมรับ ความสามารถของตน ลักษณะเหล่านี้ อาจจะเปลี่ยนแปลงหรือคงอยู่ได้
3. คุณภาพการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ประสิทธิภาพซึ่งนักเรียนจะได้รับผลสำเร็จในการเรียนรู้ ได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อผิดพลาด และการรู้ผลสะท้อนของการกระทำ

Heaton (1990, pp. 14-16 กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย (Physical Factor) ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพร่างกาย ข้อบกพร่องทางร่างกาย และลักษณะท่าทาง
2. องค์ประกอบด้านความรัก (Love Factor) ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับบุตร ความสัมพันธ์ระหว่างบุตร และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและการถ่ายทอดทางสังคม (Cultural and Socialization Factor) ได้แก่ ขนบธรรมเนียม ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมเลี้ยงดู และฐานะทางเศรษฐกิจทางบ้าน เป็นต้น
4. องค์ประกอบด้านความสัมพันธ์ในหมู่เพื่อนวัยเดียวกัน (Peer Group)
5. องค์ประกอบทางการพัฒนาตนเอง (Self-Development Factor) ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ ทักษะคตินักเรียนต่อการเรียน
6. องค์ประกอบด้านการปรับตัว (Self-Adjustment Factor) ได้แก่ การปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์ เป็นต้น

สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน คือ ตัวนักเรียน เนื้อหาการเรียนรู้ ครูผู้สอน วิธีการจัดการเรียนการสอน สภาพแวดล้อม และการวัดประเมินผล ซึ่งแต่ละองค์ประกอบล้วนมีความสัมพันธ์กัน และเชื่อมโยงสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนารับรู้และส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นการตรวจสอบความรู้ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับจากการเรียนรู้และการสอน จากครู ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะสะท้อนให้รู้ว่่านักเรียนได้รับความรู้มากน้อยเพียงใด ชวาล แพร์ตกุล (2540, หน้า 10-12 ได้แบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher Made Test) เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเพื่อให้ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และความสามารถทางวิชาการของนักเรียน ตามเป้าหมายหรือจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ แบบทดสอบประเภทนี้เมื่อใช้ทดสอบกับนักเรียนแล้ว ก็จะเก็บไว้ เมื่อสอบใหม่จึงสร้างขึ้นใหม่หรือนำของเก่ามาปรับปรุงเปลี่ยนแปลง โดยไม่มีการวิเคราะห์ข้อสอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการสร้างแบบทดสอบ กล่าวคือ ต้องมีการนำไปทดลองใช้ แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อปรับปรุงให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพดีได้มาตรฐาน

ดังนั้น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อให้รู้ว่า นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งเนื้อหาวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ จะต้องวัดผลทั้งความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อความสะดวกในการประเมินผลความสามารถด้านต่างๆ การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับวัดผลสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้ไปมากน้อยแค่ไหน ลึกซึ้งเพียงใด

นอกจากนี้ ประวิตร ชูศิลป์ (2542, หน้า 21 ได้กำหนดเกณฑ์ ในการวัดผล ดังนี้

1. ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วในวิชาวิทยาศาสตร์
2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย ตีความ ขยายความจากทฤษฎีและความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว
3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ หรือที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนมาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการเลือกใช้พฤติกรรมต่างๆ ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างเหมาะสม ในด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การออกแบบและการควบคุมตัวแปร การตีความหมายข้อมูลและ ลงสรุปข้อมูล

สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ต้องให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มา ในการสร้างเครื่องมือซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำหลักการสร้างแบบทดสอบตามแนวคิดของ ประวิตร ชูศิลป์ ซึ่งมีเกณฑ์ในการวัดผล ประกอบด้วย ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่างๆ โดยคำนึงถึงการนำความรู้

ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถเลือกใช้พฤติกรรมต่างๆ ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างเหมาะสม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ชนินทร์ทิพย์ ลายพยัคฆ์ (2555, หน้า 59-77) ได้ศึกษา เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์หน่วย โครงการและการวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ 81.29/84.33 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และ 2) ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังใช้ชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ หน่วยโครงการกับการวัด หลังใช้ชุดกิจกรรมมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เบญญาภา วิไลวรรณ (2556, หน้า 46-100) ได้ศึกษาเรื่อง การสร้างชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1) การสร้างชุดกิจกรรมและหาประสิทธิภาพการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ มาตรฐานประสิทธิภาพ พบว่า ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ มีประสิทธิภาพ 80.53/82.25 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และ 2) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์พบว่า มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดวงนภา สิงห์พันธุ์ (2557, หน้า 69-172) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์บนเครือข่ายสังคมออนไลน์ เรื่อง การเขียนโปรแกรมภาษาโลโก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์บนเครือข่ายสังคมออนไลน์ เรื่อง การเขียนโปรแกรมภาษาโลโก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.47/81.05 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 2 ค่าคะแนนเฉลี่ย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เท่ากับ 9.89 และค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เท่ากับ 24.32

แสดงว่านักเรียนมีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3 นักเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนกรีตคิดวิสต์บนเครือข่ายสังคมออนไลน์ เรื่อง การเขียนโปรแกรมภาษาโลโก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.47$)

ทัศนพร วิบูลย์อรุณ (2557, หน้า 94-105) ได้ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบ การคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรวมกับการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรวมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีความสามารถในการ คิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการ เรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดารารัตน์ ชัยพิลา (2558, หน้า 62-72) ได้ศึกษา เรื่อง ผลการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนร้อยละ 88.35 ซึ่งอยู่ในระดับดี เนื่องจากนักเรียนได้มีการ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีกระบวนการทำงานที่เป็นระบบขั้นตอนด้วยการทำโครงงาน ได้ใช้ ความรู้จากศาสตร์ สาขาวิชาทั้ง 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาแยกแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ยังพบอีกว่า นักเรียนมี ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นตามลำดับ และ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า เกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากนักเรียนสามารถนำ ความรู้จากการเรียนการสอนแบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education มาประยุกต์ใช้ ได้ดี และยังสามารเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายแตกต่างกันออกไป อีกทั้ง ยังได้ใช้ความรู้ของแต่ละคนได้อย่างเต็มความสามารถอีกด้วย

นันทชา อัมฤทธิ์ (2558, หน้า 84) ได้ศึกษาเรื่อง ความสามารถในการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็ม

ศึกษา และศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง งานและพลังงาน ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้
แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่สามารถพัฒนาความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง งานและพลังงาน มีลักษณะดังนี้ คือ ชั้น
ยี่นัยปัญหาควรยกสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง งานและพลังงาน
และสามารถบูรณาการความรู้สะเต็มศึกษาได้ อีกทั้งมุ่งเน้นให้นักเรียนอภิปรายกลุ่ม และ
อภิปรายหน้าชั้นเรียน ชั้นชี้แจงปัญหาควรใช้คำถามต่อเนื่องจากชั้นก่อนหน้าประกอบกับ
เปิดโอกาส ให้นักเรียนอธิบายสาเหตุผ่านการอภิปรายกลุ่มและอภิปรายหน้าชั้นเรียน
นอกจากนี้ นักเรียนต้องได้ ทบทวนความรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้องเพื่อเสนอวิธีการปฏิบัติเพื่อ
แก้ปัญหา ชั้นวางแผนและชั้นวางแผนการสำรวจ ผู้สอนควรแสดงอุปกรณ์ที่มีความ
หลากหลาย แต่ต้องจำกัดจำนวนอุปกรณ์ เพื่อลดปัญหาการลองผิดลองถูก อีกทั้ง
ตรวจสอบการวางแผนของนักเรียนว่าใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ชั้นปรับ
โครงสร้าง นักเรียนต้องลงมือสร้างแบบจำลองตามที่วางแผนไว้ด้วยตนเอง ในชั้นประเมิน
ผู้สอนและนักเรียนควรร่วมกันประเมินแบบจำลองของแต่ละกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนด โดย
นักเรียนทุกกลุ่มต้องได้นำเสนอผลงานของตนเองเมื่อจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตาม
แนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ได้อย่างต่อเนื่อง โดยนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นในทุกพฤติกรรม

ปิยวรรณ มัชฌมพันธ์ (2558, หน้า 17-27) ได้ศึกษา เรื่อง การพัฒนา
ทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สภาพสมดุลย์ โดยใช้ชุด
กิจกรรมตามแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมี
ความก้าวหน้าทางการเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 0.65 อยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) และ
นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรม ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาอยู่ใน
ระดับมาก ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ชุดกิจกรรมตามแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็ม
ศึกษา ช่วยเพิ่มความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง สภาพสมดุล

พลศักดิ์ แสงศรีพรหม (2558, หน้า 46-64) ได้ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและเจตคติต่อ
การเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา
กับแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า 1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุปาณี วังกานนท์ (2558, หน้า 47-74) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการคิดวิเคราะห์ตามหลักการของ Marzano สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการคิด วิเคราะห์ตามหลักการของ Marzano สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.38/71.632) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการคิดวิเคราะห์ตามหลักการของ Marzano สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.5017 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการคิด โดยใช้หลักการวิเคราะห์ตามหลักการของ Marzano สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการคิดวิเคราะห์ตามหลักการ ของ Marzano สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

กำธร คงอรุณ (2559, หน้า 55-75) ได้ศึกษา เรื่อง การวิจัยปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การระบุปัญหา 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) การวางแผนและพัฒนา 4) การทดสอบและประเมินผล 5) การนำเสนอผลลัพธ์และมีประเด็นสำคัญที่ควรตระหนักถึง ได้แก่ การทบทวนความรู้ที่จำเป็นให้นักเรียนสำหรับนำไปใช้ในการแก้ปัญหา การเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง และการกระตุ้นนักเรียนให้ทำกิจกรรมร่วมกัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของกลุ่มที่ตั้งไว้

นิตยา ภูผาบง (2559, หน้า 35-50 ได้ศึกษา เรื่อง การใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลัง เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมเรื่องพลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องตามแนวทางสะเต็มศึกษาและส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการผ่านการทำกิจกรรมและนักเรียนที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรม สะเต็มศึกษาเรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังในกิจกรรมที่ 2 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการสูงกว่ากิจกรรมที่ 1

สุพัตรา โคตะวงค์ (2559, หน้า 105 ได้ศึกษาเรื่อง การส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมแพศึกษา ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์เมกยูแกนส์ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานเป็นทีมสูงขึ้นตามลำดับ วงรอบที่ 1 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 53.67 วงรอบที่ 2 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 63.33 และวงรอบที่ 3 มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 80.33 ผู้เรียนมีผลการประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะการทำงานเป็นทีมมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ช่อทิพย์ มาร์ตินะ (2560, หน้า 62 ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ วัสดุและสมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ วัสดุและหน่วยการเรียนรู้ วัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) คุณภาพชิ้นงาน หน่วยการเรียนรู้วัสดุและสมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.21 ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานเท่ากับ 0.45 คุณภาพของชิ้นงานอยู่ในระดับดีมาก

อาทิตยา ภูมิคอนสาร (2560, หน้า 63 ได้ศึกษา เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) มีค่าเท่ากับ 77.37/76.22 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 75% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยของชิ้นงานอยู่ที่ 22.44 คะแนน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี

2. งานวิจัยในต่างประเทศ

Sahin, Ayar and Adiguzel (2014) ได้ศึกษาผลของกิจกรรมสะเต็มศึกษาต่อการจัดหลักสูตรสำหรับเด็กหลังเลิกเรียนและศึกษาผลที่เกิดขึ้นกับการเรียนรู้ของนักเรียน โดยทำการศึกษากับนักเรียนในเขตตะวันออกเฉียงใต้ ของสหรัฐอเมริกา งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพ เพื่อทำความเข้าใจมุมมองของนักเรียนและความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมสะเต็มศึกษาและวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรม ผลการวิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษามีศักยภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้ การทำงานร่วมกัน และการสืบเสาะหาความรู้ตลอดจนนำไปสู่การพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21

Tseng et al. (2013, pp. 87–102) ได้ทำการศึกษาเจตคติต่อการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ ในการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเจตคติก่อนและหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานที่บูรณาการสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนด้วยโครงงานเป็นฐานที่บูรณาการสะเต็มศึกษา มีเจตคติต่อวิศวกรรมที่เปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของสะเต็ม นั่นคือความรู้ ทักษะและประสบการณ์ทางสะเต็มศึกษาจะเป็นประโยชน์สำหรับการประกอบอาชีพในอนาคตและสามารถนำไปใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงได้

Han et al. (2014, pp. 1089–1113) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ว่าส่งผลต่อนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไร โดยตลอดระยะเวลาการศึกษาวิจัย โรงเรียนแต่ละแห่งมีการใช้การบูรณาการสะเต็มผ่านการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ครูผู้สอนยังได้เข้าร่วมรับการพัฒนาศักยภาพเป็นครูมืออาชีพทางด้านสะเต็มอีกด้วย ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบสะเต็มรวมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

เป็นฐาน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น และมีอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดในกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ และยังส่งผลให้ช่วยลดช่องว่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกด้วย

Quang et al. (2015, pp. 122–124) ได้ศึกษาการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) ผ่านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ด้วยการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาของเวียดนาม ผลการวิจัยพบว่า การบูรณาการสะเต็มศึกษาผ่านการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคสำหรับนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาของเวียดนาม ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเห็นประโยชน์ที่เป็นรูปธรรม และแนวทางการบูรณาการสะเต็มศึกษาผ่านการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคมีความเป็นไปได้และมีความสอดคล้องกันกับการพัฒนาความสามารถของนักเรียน

Certinkaya (2014, p. 75) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ การสอนแบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการคิดสร้างสรรค์ เพื่อศึกษาผลของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษของประเทศตุรกี ผลการวิจัยพบว่า คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในการศึกษาในครั้งนี้ยังทำให้เห็นถึงประสิทธิภาพของผู้เรียน เช่น ความคล่องแคล่ว การคิดริเริ่ม การระบุรายละเอียด ที่จะสามารถนำไปพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของตนเองได้ ผู้เรียนได้แสดงศักยภาพของตนเองด้วยการถูกกระตุ้นให้อยากรู้ อยากเห็น เพื่อผู้เรียนสนใจที่จะแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนเองออกมา

Scott (2012) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมในสหรัฐอเมริกา เพื่อศึกษาบทบาทของสะเต็มศึกษาในโรงเรียนมัธยม 10 แห่งทั่วสหรัฐอเมริกา ในการพยายามเพื่อเตรียมความพร้อมแก่นักเรียนสำหรับเข้าทำงานในสาขาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็ม ในหลายๆ โรงเรียนได้มีการออกแบบแผนและดำเนินการนำไปใช้แล้ว แต่อีกหลายๆ แห่งยังอยู่ในขั้นดำเนินการวางแผนอยู่เลย จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมห้องเรียนสะเต็ม มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้ดีกว่าเด็กนักเรียนระดับเดียวกันแต่ไม่ได้เข้าร่วม และนักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมนี้ยังให้บอกอีกว่า หากพวกเขาได้รับโอกาสและการสนับสนุน

ส่งเสริมให้สามารถเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิตและฝึกงานจริง หรือให้รับผิดชอบ
ทำโครงการขึ้นมาสักชิ้น เพื่อใช้ขอสำเร็จการศึกษา พวกเขาก็สามารถสำเร็จการศึกษา
ขั้นพื้นฐานได้อย่างแน่นอน

Tseng and Chen (2016, pp. 2139–2154) ได้ทำการศึกษาผลของการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ ของ
โรงเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ในภาคตะวันออกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกา ผ่านการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับสะเต็มศึกษาอย่างเข้มข้น ว่าส่งผลต่อ
นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอย่างไร โดยโรงเรียนแรกมีการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานโรงเรียนที่สองมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับปานกลาง และโรงเรียนที่สามแทบ
จะไม่มีกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับสะเต็มศึกษาเลย
ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนแรกแตกต่างจาก
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนที่สองและสามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศแสดงให้เห็นว่า
นักเรียนที่เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ สามารถพัฒนา
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่งผลต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และทักษะการทำงานเป็น
ทีม เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบของสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบ
ร่วมมือ เป็นกิจกรรมที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือทำด้วยตนเอง
และได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถทางกระบวนการ
ทางวิศวกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำเอาความรู้
ทางด้านทฤษฎีมาลงมือปฏิบัติสร้างสรรค์ชิ้นงาน และส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหา
โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์มาแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น โดยมีครูทำหน้าที่แนะนำ
ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงเชื่อมั่นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดดังกล่าว
สามารถนำมาช่วยพัฒนาการเรียนรู้อาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน
เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็น
ประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนและนักเรียนในอนาคตต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านป่าเตย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชุมพร ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
4. แบบแผนการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาประชากรและกลุ่มตัวอย่างไว้ ดังนี้

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนในกลุ่มเครือข่ายคำสร้อยนาอุดม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชุมพร ได้แก่ โรงเรียนบ้านคำสร้อย โรงเรียนบ้านโนนเกษม โรงเรียนบ้านม่วงไข่ โรงเรียนบ้านดำนมน โรงเรียน บ้านภูแพงม้า โรงเรียนบ้านคำไหล โรงเรียนบ้านป่าเตย โรงเรียนบ้านนาอุดม โรงเรียนบ้านขอนแก่น โรงเรียนคณะเทศบาลนครกรุงเทพ 3 และโรงเรียนอนุบาลยศวดีนิคมคำสร้อยที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวนนักเรียน 283 คน จากจำนวน 11 โรงเรียน 13 ห้องเรียน ซึ่งจัดนักเรียนแบบกระจายความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำอยู่ในห้องเรียนเดียวกัน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนบ้านป่าเตย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตาก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 18 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร ซึ่งเป็นห้องเรียนที่ทางโรงเรียนจัดนักเรียนแบบความสามารถ จากนั้นให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนำผลคะแนนจากการทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย สูง ปานกลาง และต่ำ โดยใช้เทคนิคร้อยละ 33 ของจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, หน้า 186 อ้างถึงใน ญัฐนันท์ สาราณสุข, 2555, หน้า 9) ซึ่งผู้วิจัย คาดว่าน่าจะเป็นกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรได้ เนื่องจาก กลุ่มประชากรมีความเป็นเอกพันธ์คล้ายคลึงและเหมือนกัน คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้หลักสูตรเดียวกัน คือ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โรงเรียนที่เป็นกลุ่มประชากร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตาก ซึ่งอยู่ภายใต้นโยบายการจัดการศึกษาเดียวกัน และทุกโรงเรียนในกลุ่มเครือข่ายคำสร้อยนาอุดม ใช้เกณฑ์ในการวัดและประเมินผลตามมาตรฐานและตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เหมือนกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสาร ตำรา แนวคิด ทฤษฎีและหลักการต่างๆ ในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 4 ชนิด ประกอบด้วย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้ คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนว สะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 5 ชุด

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ข้อ

2.2 แบบประเมินทักษะการทำงานเป็นทีม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.4 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ แบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. การสร้างและหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผู้วิจัยได้ศึกษาในการสร้างและหาประสิทธิภาพ ดังต่อไปนี้

1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยศึกษารายละเอียด แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดกิจกรรม

2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญ สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

3 ศึกษาแนวทางในการจัดทำชุดกิจกรรม เกี่ยวกับรายละเอียด แนวคิด และหลักการเกี่ยวกับการสร้างชุดกิจกรรม วิเคราะห์เนื้อหาหลักสูตรความคิดรวบยอดและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการทำทำความเข้าใจมาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 รวมทั้งแนวความคิด ขอบเขตของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มาเป็นกรอบในการสร้างชุดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

4 ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5 ดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยแต่ละชุดกิจกรรมประกอบด้วย คำชี้แจงสำหรับครู คำชี้แจงสำหรับนักเรียน แผนการจัดการเรียนรู้สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผล โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ซึ่งมี 6 ชั้น ดังนี้

5.1 ชั้นระบุปัญหา

5.2 ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

5.3 ชั้นการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

5.4 ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

5.5 ชั้นทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือ

ชิ้นงาน

5.6 ชี้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

6 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 แผน

6.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 5 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านป่าเตย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามุกดาหาร

6.2 วิเคราะห์หลักสูตรและสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ว 15101 แบ่งออกเป็น 8 สาระการเรียนรู้ ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผู้รายงานได้เลือกสาระการเรียนรู้ที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ว 15101 มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม และมาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์มาศึกษาและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้

6.3) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง แรงและความดัน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดและวางแผนจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 4

ตาราง 4 ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

แผนที่	สาระการเรียนรู้/กิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้
ปฐม นิเทศ	รูปแบบการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ	<ul style="list-style-type: none"> - บอกขั้นตอนการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือได้ - แบ่งกลุ่มการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือได้ - บอกประโยชน์และความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือได้

ตาราง 4 (ต่อ)

แผนที่	สาระการเรียนรู้/กิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้
1-2	แรงลัพธ์กับการเคลื่อนที่ของวัตถุ	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายแรงลัพธ์การหาแรงลัพธ์และผลของแรงสองแรง ซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้ (K) - นำความรู้เรื่องแรงลัพธ์ไปใช้ประโยชน์ได้ (K) - ทดลองหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้ (P) - ออกแบบและสร้างชิ้นงานโดยใช้ประโยชน์จากแรงลัพธ์ได้ (P) - มีพฤติกรรมการด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)
3-4	แรงดันอากาศ	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายเกี่ยวกับแรงดันอากาศได้ (K) - นำความรู้เรื่อง แรงดันอากาศไปใช้ประโยชน์ได้ (K) - ทดลองเกี่ยวกับแรงดันอากาศได้ (P) - ออกแบบและสร้างชิ้นงานโดยใช้ประโยชน์จากแรงดันอากาศได้ (P) - มีพฤติกรรมการด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)
5-6	แรงดันของของเหลว	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายเกี่ยวกับแรงดันของของเหลวได้ (K) - นำความรู้เรื่อง แรงดันของของเหลวไปใช้ประโยชน์ได้ (K) - ทดลองเกี่ยวกับแรงดันของของเหลวได้ (P) - ออกแบบและสร้างชิ้นงานโดยใช้ประโยชน์จากแรงดันของ ของเหลวได้ (P) - มีพฤติกรรมการด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)
7-8	การลอย การจม และแรงพยุง	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายแรงพยุงของของเหลว และการลอย การจมของวัตถุได้ (K) - นำความรู้เรื่อง การลอย การจม และแรงพยุงไปใช้ประโยชน์ได้ (K) - ทดลองเกี่ยวกับแรงพยุงของของเหลว และการลอย การจมของวัตถุได้ (P)

ตาราง 4 (ต่อ)

แผนที่	สาระการเรียนรู้/กิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้
		<ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบและสร้างชิ้นงานโดยใช้ประโยชน์จากแรงพยางของของเหลว และการลอย การจมของวัตถุได้ (P) - มีพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)
9-10	แรงเสียดทาน	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายเกี่ยวกับแรงเสียดทานและปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทานได้ (K) - นำความรู้เรื่อง แรงเสียดทานไปใช้ประโยชน์ได้ (K) - ทดลองเกี่ยวกับแรงเสียดทานได้ (P) - ออกแบบและสร้างชิ้นงานโดยใช้ประโยชน์จากแรงเสียดทานได้ (P) - มีพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)
ปัจฉิม นิเทศ	สรุปผลการเรียนรู้โดยใช้ การจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามแนว สะเต็มศึกษาร่วมกับการ เรียนรู้แบบร่วมมือ	<ul style="list-style-type: none"> - สรุปผลการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือได้ - บอกประโยชน์ของการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

6.4) ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ หลักการทฤษฎี วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสรุปรูปแบบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยประกอบด้วยหัวข้อ ต่อไปนี้

- 6.4.1) รายละเอียดหัวแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้
- 6.4.2) มาตรฐานการเรียนรู้
- 6.4.3) สาระสำคัญ
- 6.4.4) ตัวชี้วัด

6.4.5) จุดประสงค์การเรียนรู้

6.4.6) สารระการการเรียนรู้

6.4.7) ชี้แจงข้อตกลงร่วมกัน (เฉพาะครั้งแรกที่เริ่มทำการสอน)

6.4.8) กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือ

ชิ้นงาน

6.4.9) สื่อและแหล่งการเรียนรู้

6.4.10) การวัดและประเมินผล

6.4.11) บันทึกผลหลังสอน

6.4.12) ความคิดเห็นของผู้บริหาร

6.5 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 13 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง

1.2 การหาคุณภาพของเครื่องมือ

ในการหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้กำหนด

ขั้นตอนตามปฏิทินการหาคุณภาพของชุดกิจกรรม ดังตาราง 5

ตาราง 5 กำหนดวัน เวลา ในการหาคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนที่	วัน/ เดือน/ ปี	วิธีการหาคุณภาพของเครื่องมือ
1	10 พฤศจิกายน 2561	นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญประเมิน
2	14-17 พฤศจิกายน 2561	วิเคราะห์ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาความเฉลี่ยตามเกณฑ์ระดับคุณภาพ
3	20-30 พฤศจิกายน 2561	นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try - out 1 ทดลองครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านคำไหล
	1-5 ธันวาคม 2561	2 ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
	8-15 ธันวาคม 2561	3) ทดลองครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านนาอุดม
	16 ธันวาคม 2561 - 15 มกราคม 2562	4 ทดลองภาคสนามกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านขอนแก่น จำนวน 14 คน
4	16-30 มกราคม 2562	จัดพิมพ์ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

1) นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ที่สร้างขึ้นพร้อมแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินคุณภาพและความเหมาะสมของชุดกิจกรรม ทั้ง 9 ด้าน ประกอบด้วย 1 คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรม 2 คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับครู 3 คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน 4) แผนประกอบการใช้ชุดกิจกรรม

วิทยาศาสตร์ 5) การจัดรูปแบบรูปเล่ม 6) การจัดรูปภาพประกอบ 7) เนื้อหา 8) การใช้ภาษา และ 9) การวัดและประเมินผล ใช้แบบประเมินตามมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale 5 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด โดยได้ศึกษาแนวคิดและหลักการเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมิน จากทฤษฎีการวิจัยเบื้องต้น (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 63-71 ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 ดร.สมพร หลิมเจริญ ตำแหน่ง คึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศงขลา เขต 1 เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน วิทยาศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 ดร.สมพงษ์ พันธุ์รัตน์ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำวิชา สาขาการวัดผลและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 ดร.สุภชัย สุริยะกมล ตำแหน่ง ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านนาตะแบง 1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามุกดาหาร เป็นผู้เชี่ยวชาญด้าน การวัดผลและประเมินผล

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4 นายสุริยา เสียงเย็น ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียน บ้านนิคมร่มเกล้า สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามุกดาหาร เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาไทย

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5 นางวนิดาพร วรวิรุฬวงศ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ (กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมุกดาลัย สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามุกดาหาร เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน วิทยาศาสตร์

เกณฑ์การประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พิจารณาให้คะแนน 5 ระดับ ตามเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, หน้า 120-121

เหมาะสมมากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน

นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน มาหาค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ระดับคุณภาพ คือ ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ถึง 5.00 จึงจะนำไปใช้ได้ โดยกำหนดเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 72-73

4.51 – 5.00	หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	หมายถึง เหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายถึง เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50	หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.18 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

2) นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try – out โดยทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

2.1 ทดลองครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านคำไหล จำนวน 12 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 4 คน ซึ่งใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในการทดลอง ดังนี้

ชุดที่ 1 เรื่อง แรงลัพธ์กับการเคลื่อนที่ของวัตถุ และแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 และ 2 (แผนละ 2 ชั่วโมง ประกอบกัน การทดลองให้ดำเนินการไปพร้อมๆ กัน

ชุดที่ 2 เรื่อง แรงดันอากาศ และแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 3 และ 4 (แผนละ 2 ชั่วโมง ประกอบกัน การทดลองให้ดำเนินการไปพร้อมๆ กัน

ชุดที่ 3 เรื่อง แรงดันของของเหลว และแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 5 และ 6 (แผนละ 2 ชั่วโมง ประกอบกัน การทดลองให้ดำเนินการไปพร้อมๆ กัน

ชุดที่ 4 เรื่อง การลอย การจมและแรงพยุง และแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 7 และ 8 (แผนละ 2 ชั่วโมง ประกอบกัน การทดลองให้ดำเนินการไปพร้อมๆ กัน

ชุดที่ 5 เรื่อง แรงเสียดทาน และแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 9 และ 10 (แผนละ 2 ชั่วโมง ประกอบกัน การทดลองให้ดำเนินการไปพร้อมๆ กัน

2.2 ทดลองครั้งที่ 2 นำข้อบกพร่องของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ที่ทำการทดลองครั้งที่ 1 ไปปรับปรุงแก้ไข และนำมาทดลองครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านนาอุดม จำนวน 15 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 5 คน

2.3 ทดลองภาคสนาม นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนโรงเรียนบ้านขอนแก่น ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 14 คน โดยขอความอนุเคราะห์จากครูผู้สอนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้ง 5 ชุด (E_1 ผลการทดลองภาคสนามชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ นักเรียนจำนวน 14 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง พบว่า ชุดกิจกรรม ทั้ง 5 ชุด ได้คะแนนรวมเฉลี่ย 297 คะแนน จากคะแนนเต็ม 325 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 91.53 นั่นคือ E_1 มีค่าเท่ากับ 91.53 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (75 ซึ่งสามารถยอมรับและนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้

3 จัดพิมพ์ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

2.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

2.3 ศึกษาเกณฑ์และหลักการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.4 สร้างแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยหลักการของ Torrance เพื่อให้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดแบบอัตโนมัติ โดยกำหนดสถานการณ์ในการแก้ปัญหาจำนวน 1 สถานการณ์ ซึ่งการสร้างแบบวัดนี้ได้สร้างให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ทั้ง 3 ด้านที่กำหนดไว้ โดยแบบ

วัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตามกระบวนการ (Process Based Measure of Creative Problem Solving) ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบวัดการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามกระบวนการ โดยสร้างข้อคำถามตามองค์ประกอบของกระบวนการ (Component of Process) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Torrance (1987 อ้างถึงใน พัชรา พุ่มพชาติ, 2552) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1 การพบความจริง (Fact-finding) คือความสามารถในการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา
- 2 การค้นพบปัญหา (Problem-finding) คือความสามารถในการระบุปัญหา
- 3 การตั้งสมมติฐาน (Idea-finding) คือ ความสามารถในการคิดหาวิธีแก้ปัญหา
- 4 การค้นพบคำตอบ (Solution-finding) คือ ความสามารถในการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหา
- 5 การยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance-finding) คือ ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้ไปสร้างเป็นความรู้ใหม่

แบบวัดนี้มีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหา มีข้อคำถาม 1 ข้อ 30 คะแนน โดยให้เขียนตอบและพิจารณา คะแนนที่ได้ตามตัวบ่งชี้ของพฤติกรรม ตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ตามลำดับขั้นตอน

2.5 นำแบบวัดที่สร้างขึ้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข และเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมในการประเมินและตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และพิจารณาความเหมาะสมของข้อคำถาม ว่าสอดคล้องกับตัวชี้วัดที่เป็นประเด็นในการศึกษาหรือวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังต่อไปนี้

- + 1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้
- 0 หมายถึง เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้

- 1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้

2.6 วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด โดยใช้สูตร IOC ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ซึ่งถือได้ว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ ผลการวิเคราะห์ พบว่า IOC มีค่าระหว่าง 0.60-1.00 ขึ้นไปทุกข้อ แสดงว่า แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเที่ยงตรง เชื่อเนื้อหา พร้อมทั้งได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้สมบูรณ์ขึ้น

2.7 นำแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านบ้านขอนแก่น ซึ่งเคยเรียนเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ เรื่อง แรงและความดัน จำนวน 14 คน โดยทำการทดสอบ จำนวน 2 ครั้ง ซึ่งในการทดสอบครั้งที่ 2 ให้นักเรียนกลุ่มทดลองภาคสนามได้ทำแบบทดสอบอีกครั้งในสัปดาห์ต่อไป เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient ตามวิธีของ Cronbach (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 99 พบว่า แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.94 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

2.8 ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ เพื่อใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านป่าเตย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวกับวิธีการแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม

3.2 ศึกษาเกณฑ์และหลักการสร้างแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม

3.3 สร้างแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม โดยศึกษาและพัฒนามาจากขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Johnson and Johnson, 2003 อ้างอิงใน สุพัตรา โคตะวงษ์, 2559, หน้า 53 เพื่อให้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับงานวิจัยนี้ โดยแบบวัดเป็นการตรวจสอบรายการ (Check list) ตามประเด็นและให้ครอบคลุมกับการจัดการเรียนรู้

แบบร่วมมือ ทั้ง 5 ชั้น ประกอบด้วย ชั้นเตรียม ชั้นสอน ชั้นทำกิจกรรมกลุ่ม ชั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ ชั้นสรุปบทเรียน และประเมินผลการทำงานกลุ่ม ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีมตามกระบวนการ ซึ่งเป็นแบบสังเกต พฤติกรรมของผู้เรียนในการทำงานร่วมกันเป็นทีม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ลักษณะของแบบวัด ประกอบด้วย ประเด็นที่เป็นรายการสังเกต จำนวน 5 ข้อ และแบ่งเป็นระดับคะแนน 3 ระดับคะแนน มีรายการที่ประเมิน คือ 1 การแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม 2 มีความร่วมมือในการทำงาน 3 มีความรับผิดชอบและ ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลา 4 การทำงานตาม ขั้นตอนที่วางแผนไว้ และ 5 การสรุปและนำเสนองานได้ถูกต้อง ให้สอดคล้องตามตัวบ่งชี้ ของพฤติกรรมตามเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ตามลำดับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ แบบร่วมมือ

3.4 นำแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีมที่สร้างขึ้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข และเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ชูตติงในการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างประเด็นการ สังเกตของแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีมกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด โดยใช้สูตร IOC ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ซึ่งถือได้ว่าแบบวัดมีคุณภาพตามเกณฑ์ ผลการวิเคราะห์ พบว่า IOC มีค่าระหว่าง 0.60-1.00 ขึ้นไปทุกข้อ แสดงว่า แบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีมที่ผู้วิจัย สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรง พร้อมทั้งได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ สมบูรณ์ขึ้น เพื่อนำไปเก็บข้อมูลในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดำเนินการจัดทำและหาคุณภาพตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครูตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ให้ทราบถึงจุดประสงค์การ เรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบที่ดี วิธีการหา ค่าความเชื่อมั่น ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากหนังสือ การวิจัยเบื้องต้น (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 81-101

4.2 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

4.3 สร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัดและ

ประเมินผลให้ครอบคลุมเนื้อหา เป็นแบบปรนัย (Multiple Choice ชนิดเลือกตอบ 4
ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ดังตาราง 6

ตาราง 6 ตารางกำหนดพฤติกรรมการวัดและจำนวนข้อสอบ รายวิชาวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ชุดกิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับการเรียนรู้ตามพุทธิพิสัย						จำนวนข้อสอบ	
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสังเคราะห์	จำนวนที่ออก	จำนวนที่ใช้จริง
1. แรงลัพธ์กับการเคลื่อนที่ของวัตถุ	1. อธิบายแรงลัพธ์ การหาแรงลัพธ์และผลของแรงสองแรงซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้	3,6	1,2, 4	-	5	7	-	7	4
	2. นำความรู้เรื่องแรงลัพธ์ไปใช้ประโยชน์ได้	-	-	8,9	10	11	-	4	3
2. แรงดันอากาศ	1. อธิบายเกี่ยวแรงดันน้ำและแรงดันอากาศได้	12, 14	13, 19	-	15,1 6,17, 18,	12, 14	13, 19	8	5
3. แรงดันของเหลว	2. นำความรู้เรื่องแรงดันน้ำ แรงดันอากาศ ไปใช้ประโยชน์ได้	22	20, 21,	24, 25, 26	23, 27,2 8	-	-	9	4
4. การลอย การจม และแรงพยุง	1. อธิบายแรงพยุงของเหลว การลอย การจมของวัตถุได้	29, 35,	32, 33, 37	36,	30,3 1,38	-	34	10	5

ตาราง 6 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย						จำนวนข้อสอบ	
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสังเคราะห์	จำนวนที่ออก	จำนวนที่ใช้จริง
	2. นำความรู้เรื่องแรงพยุ่งไปใช้ประโยชน์ได้	-	-	39	-	4 0	-	2	2
5. แรงเสียดทาน (ต่อ)	1. อธิบายเกี่ยวกับแรงเสียดทานและปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทานได้	44	45	41, 42, 46,	43, 47	-	-	7	4
	2. นำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ประโยชน์ได้	-	-	48, 50	-	49, 51	-	4	3
รวม								51	30

4.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นพร้อมแบบประเมิน เสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมเพื่อทำการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อทดสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อทดสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อทดสอบนั้นไม่วัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้

4.5 นำแบบประเมินแบบทดสอบที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินมาวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ โดยใช้สูตร IOC (Item Objective

Congruence) ตามวิธีของโรวินเนลลี (Rovinelli และแฮมเบิลตัน (Hambleton (อ้างถึงใน สมนึก ภัททิยธานี, 2544, หน้า 221 แล้วคัดเลือกข้อสอบที่ อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงทางเนื้อหาที่ใช้ได้ โดยใช้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ข้อสอบที่ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 51 ข้อ พบว่าข้อสอบที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมีจำนวน 11 ข้อ ส่วนข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 มีจำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีความสอดคล้องและสามารถนำไปใช้ได้

4.6 นำข้อสอบทั้ง 40 ข้อ ที่ผ่านการวิเคราะห์หาความเที่ยงตรงแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และเคยเรียนเนื้อหาเรื่องนี้มาแล้ว ซึ่งได้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านขอนแก่น จำนวน 14 คน โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสูง (เก่ง และกลุ่มต่ำ (อ่อน กลุ่มละ 7 คน ในการทำแบบทดสอบ อบทั้ง 40 ข้อ

4.7 นำผลการทดสอบมาหาค่าความยากและอำนาจจำแนก ซึ่งหลักการหาค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) โดยนำกระดาษคำตอบที่ได้มาตรวจให้คะแนน โดยให้ข้อถูกได้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน หลังจากตรวจกระดาษคำตอบและรวบรวมคะแนนแล้ว นำแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) เป็นรายข้อ และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยการหาประสิทธิภาพของข้อสอบข้อนั้น ในการจำแนกผู้สอบออกเป็นกลุ่มสูง (Ru) และกลุ่มต่ำ (Ri) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 155-157) โดยใช้เกณฑ์ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.21-0.80 เป็นข้อสอบที่มีความยากอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ โดยใช้ดัชนีวัดค่าความยาก ดังนี้ (สุวิมล ติรกานันท์, 2551, หน้า 147-150

0.81-1.00	หมายถึง	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก ไม่ควรใช้หรือปรับปรุง
0.61-0.80	หมายถึง	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย แต่ใช้ได้
0.41-0.60	หมายถึง	เป็นข้อสอบความยากปานกลาง เป็นข้อสอบที่ดีมาก
0.21-0.40	หมายถึง	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก แต่ใช้ได้
0.00-0.20	หมายถึง	เป็นข้อสอบที่ยากมาก ไม่ควรใช้หรือปรับปรุง

การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r รายข้อ ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง $+1$ และค่าที่อยู่ระหว่าง $0.21 - 1.00$ เป็นเกณฑ์ที่มีคุณภาพอยู่ในระดับเกณฑ์มาตรฐานและยอมรับได้ ดัชนีวัดค่าอำนาจจำแนก ดังนี้ (สุวิมล ติรกานันท์, 2551, หน้า 150-162

ค่า r ตั้งแต่ 0.40 ขึ้นไป แสดงว่าข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกดีมาก
ค่า r ตั้งแต่ $0.30-0.39$ แสดงว่าข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกดี

พอสมควร

ค่า r ตั้งแต่ $0.20-0.29$ แสดงว่าข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกพอใช้ได้

อาจต้องปรับปรุง

ค่า r ต่ำกว่า 0.19 แสดงว่าข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกไม่ดี ต้อง

ปรับปรุง

ผลการทดลองหาค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ข้อสอบทั้ง 40 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและยอมรับได้มีอยู่ทั้งหมดจำนวน 30 ข้อ ส่วนข้อสอบที่ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดตัดออกจำนวน 10 ข้อ คือข้อ 4, 9, 13, 16, 20, 23, 28, 32, 35 และ 39

4.8 หลักในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยนำข้อสอบทั้ง 30 ข้อ ที่คัดเลือกไว้ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านนาอุดมที่เคยเรียน เรื่อง แรงและความดันมาแล้ว จำนวน 15 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยทำการทดสอบจำนวน 2 ครั้ง โดยการทดสอบครั้งที่ 2 ใช้เวลาหลังจากการทดสอบครั้งแรก 1 สัปดาห์ เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร Pearson product – moment coefficient correlation (อ้างถึงใน ขวลิขิต ชูกำแพง, 2553, หน้า 126 โดยข้อสอบทั้ง 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.95 ซึ่งเป็นค่าความเชื่อมั่นที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและยอมรับได้ ซึ่งการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับพิจารณาตามเกณฑ์ต่อไปนี้ (สุวิมล ติรกานันท์, 2551, หน้า 173-175

0.71-1.00	ถือว่าเป็นแบบทดสอบมีความเชื่อถือได้สูง
0.30-0.70	ถือว่าเป็นแบบทดสอบมีความเชื่อถือได้ปานกลาง
น้อยกว่า 0.30	ถือว่าเป็นแบบทดสอบเชื่อถือได้ต่ำ

4.9 จัดพิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการหาคุณภาพ จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้ในการทดลองจริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

5. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก โดยข้อสอบแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

5.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง สร้างข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับการวัดความรู้ความเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ การสร้างและวิธีเขียนข้อสอบจากคู่มือวัดและประเมินผลตามหลักสูตรของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2550 ศึกษา หลักการเขียนข้อสอบและการสร้างแบบทดสอบของ สมณี กัททิยธนี (2554, หน้า 73-83 และการสร้างแบบทดสอบจากหนังสือการวิจัยเบื้องต้นของ บุญชม ศรีสะอาด (2553, หน้า 56-63

5.2 วิเคราะห์เนื้อหาและตัวบ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดและหลักการของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554 ที่ได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ จำนวน 13 ทักษะ

5.3 สร้างแบบทดสอบตามตัวบ่งชี้ที่ต้องการวัดและประเมินผลให้ครอบคลุมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย (Multiple Choice ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ดังตาราง 7

ตาราง 7 ตารางกำหนดพฤติกรรมการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ และจำนวนข้อสอบ รายวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ตัวบ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องการวัด	จำนวนข้อสอบ	
		จำนวนข้อสอบที่ออก	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
1. ทักษะการสังเกต	- มีความรู้และเข้าใจหลักการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเพื่อหาข้อมูลและรายละเอียดได้	4	3
2. ทักษะการวัด	- มีความรู้และเข้าใจวิธีการเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้	3	2
3. ทักษะการจำแนก	- มีความรู้และเข้าใจในการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งได้	3	2
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา	- มีความรู้และเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับวัตถุกับเวลา	3	2
5. ทักษะการคำนวณ	- มีความรู้และเข้าใจการนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคำนวณได้	3	2
6. ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล	- มีความรู้และเข้าใจการนำข้อมูลที่ได้มา โดยการศึกษาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูล	3	2
7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	- มีความรู้และเข้าใจการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์	3	2

ตาราง 7 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ตัวบ่งชี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องการวัด	จำนวนข้อสอบ	
		จำนวน ข้อสอบ ที่ออก	จำนวน ข้อสอบ ที่ใช้จริง
8. ทักษะการพยากรณ์	- มีความรู้และเข้าใจการสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อน จะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎี	3	2
9. ทักษะการ ตั้งสมมติฐาน	- มีความรู้และเข้าใจการคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน	3	2
10. ทักษะการกำหนด นิยามเชิงปฏิบัติการ	- มีความรู้และเข้าใจการกำหนดความหมายและ ขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการ ทดลอง ให้เข้าใจ ตรงกันและสามารถสังเกตหรือ วัดได้	3	2
11. ทักษะการกำหนด และควบคุมตัวแปร	- มีความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับตัวบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องการควบคุมใน สมมติฐานหนึ่งๆ	3	3
12. ทักษะการทดลอง	- มีความรู้และเข้าใจกระบวนการปฏิบัติการเพื่อ หาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง	3	2
13. ทักษะการ ตีความหมายข้อมูล และลงสรุปข้อมูล	- มีความรู้และเข้าใจการแปลความหมายหรือ บรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่	3	2
รวม		40	30

5.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา และให้ข้อคิดเห็น ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ แล้วนำเสนอใหม่อีกครั้ง

5.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นพร้อมแบบประเมิน เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อ ทำการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวบ่งชี้พฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยมี เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อทดสอบนั้นวัดตามตัวบ่งชี้พฤติกรรม ที่ต้องการวัด

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อทดสอบนั้นวัดตามตัวบ่งชี้พฤติกรรม ที่ต้องการวัด

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อทดสอบนั้นไม่วัดตามตัวบ่งชี้พฤติกรรม ที่ต้องการวัด

นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 ดร.สมพร หลิมเจริญ ตำแหน่ง คีศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 1

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 ดร.สมพงษ์ พันธุ์รัตน์ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ วิชา สาขาการวัดผลและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 นางวนิดาพร วรวิรุฬวงศ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ (กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมุกดาฬาย สังเกต สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามุกดาหาร

เพื่อตรวจพิจารณาความครอบคลุมเนื้อหาของจุดประสงค์เชิง พฤติกรรมความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ความ เหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการทดสอบ ความยากง่ายและความเหมาะสมของข้อคำถามและ ตัวเลือก เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่า ข้อสอบแต่ละข้อสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิง พฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่

5.6 บันทึกผลการพิจารณาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน ในแต่ละ ข้อแล้วหาผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด โดยใช้สูตร (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์, 2555, หน้า 33 ดังนี้

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

5.7 ตัวเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ไม่น้อยกว่า 0.5 และปรับปรุงข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องน้อยกว่า 0.5 แล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาตรวจสอบอีกครั้งแล้วคัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงทางเนื้อหา ที่ใช้ได้ โดยใช้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ข้อสอบที่ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับตัวบ่งชี้พฤติกรรมที่ต้องการวัดที่สร้างขึ้น จำนวน 40 ข้อ พบว่า ข้อสอบ ที่ไม่สอดคล้องกับตัวบ่งชี้พฤติกรรมที่ต้องการวัดตามผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ มีจำนวน 6 ข้อ คือข้อ 3, 10, 13, 18, 33 และ 37 ส่วนข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60–1.00 มีจำนวน 34 ข้อ ซึ่งมีความสอดคล้องและสามารถนำไปใช้ได้

5.8 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try-out กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่ม ตัวอย่าง และเคยเรียนเนื้อหาเรื่องนี้มาแล้ว ซึ่งได้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน บ้านนาอุดม จำนวน 10 คน โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสูง (เก่ง และ กลุ่มต่ำ (อ่อน กลุ่มละ 5 คน ในการทำแบบทดสอบจำนวน 34 ข้อ และนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากง่าย (p)

5.9 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.30 ขึ้นไป และ ข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.21–0.80 เพื่อนำไปใช้และรวบรวมเป็นฉบับ โดยใช้เกณฑ์ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.21–0.80 เป็นข้อสอบที่มีความยากอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ โดยใช้ดัชนีวัดค่าความยาก ดังนี้ (สุวิมล ติรกานันท์, 2551, หน้า 147–150

0.81–1.00 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก ไม่ควรใช้หรือปรับปรุง
0.61–0.80 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย แต่ใช้ได้
0.41–0.60 หมายถึง เป็นข้อสอบความยากปานกลาง เป็นข้อสอบ
ที่ดีมาก

0.21–0.40 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก แต่ใช้ได้
0.00–0.20 หมายถึง เป็นข้อสอบที่ยากมาก ไม่ควรใช้หรือ

ปรับปรุง

การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r รายข้อ ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกมีค่า ตั้งแต่ -1 ถึง +1 และค่าที่อยู่ระหว่าง 0.21 –1.00 เป็นเกณฑ์ที่มีคุณภาพอยู่ในระดับเกณฑ์

มาตรฐานและยอมรับได้ ดัชนีวัดค่าอำนาจจำแนก ดังนี้ (สุวิมล ติรกาพันธ์, 2551, หน้า 150-162

ค่า r ตั้งแต่ 0.40 ขึ้นไป แสดงว่าข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกดีมาก

ค่า r ตั้งแต่ 0.30-0.39 แสดงว่าข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกดี

พอสมควร

ค่า r ตั้งแต่ 0.20-0.29 แสดงว่าข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกพอใช้ได้

อาจต้องปรับปรุง

ค่า r ต่ำกว่า 0.19 แสดงว่าข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกไม่ดี ต้อง

ปรับปรุง

ผลการทดลองหาค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ข้อสอบทั้ง 34 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและยอมรับได้มีอยู่ทั้งหมดจำนวน 30 ข้อ ส่วนข้อสอบที่ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดตัดออกจำนวน 4 ข้อ คือข้อ 9, 11, 16 และ 20

5.10 นำแบบทดสอบที่ได้ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านขอนแก่น จำนวน 14 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยกำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ซึ่งผ่านการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน มาแล้ว เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient ตามวิธีของ Cronbach (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 99 พบว่า แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.90 ซึ่งถือได้ว่า เป็นแบบทดสอบที่อยู่ในระดับเกณฑ์มาตรฐานและยอมรับได้

5.11 ตรวจสอบความถูกต้องและจัดพิมพ์แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบสองกลุ่มเปรียบเทียบทดสอบก่อน-หลัง (One Group Pretest - Posttest Design) (พิสนุ พงศ์ศรี, 2553, หน้า 93 ซึ่งมีรูปแบบการวิจัย ดังนี้

ตาราง 8 แบบแผนการทดลอง แบบสองกลุ่มเปรียบเทียบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน
(One Group Pretest – Posttest Design)

กลุ่ม	ทดลองก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

- เมื่อ E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental group)
 X แทน วิธีการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ
 T₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)
 T₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Post-test)

การดำเนินการทดลองมีขั้นตอน ดังนี้ ทำการทดสอบก่อนการทดลองสอน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทดสอบนักเรียนแล้วบันทึกคะแนนก่อนการทดลอง จากนั้นทำการทดลองสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 ชุด หลังจากทำการทดลองเสร็จแล้ว นำแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน ทดสอบนักเรียนตามลำดับ แล้วบันทึกเป็นคะแนนหลังการทดลอง และประเมินทักษะการทำงานเป็นทีม ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนของการวิจัยโดยรวมเป็นแผนภาพ ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 แสดงสรุปขั้นตอนของการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design ผู้รายงานได้ดำเนินการทดลองตามลำดับ ดังนี้

1. ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านป่าเตย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชุมพร จำนวน 18 คน แบ่งระดับความสามารถเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มสูง ปานกลาง และต่ำ โดยใช้คะแนนจากการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยและเกณฑ์ร้อยละ 33 หรือ 1 ส่วน 3 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดในการแบ่งกลุ่ม
2. ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โดยสอนทั้งหมด 5 ชุดกิจกรรมๆ ละ 4 ชั่วโมง รวมเป็น 20 ชั่วโมง และทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 2 ชั่วโมง รวม 22 ชั่วโมง
3. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ติดต่อขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ถึง ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านคำไหล โรงเรียนบ้านนาอุดม โรงเรียนบ้านขอนแก่น สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชุมพร เพื่อขออนุญาตทดลองเครื่องมือการวิจัย และโรงเรียนบ้านป่าเตย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชุมพร เพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
4. ทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มทดลองด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 1 ข้อ คิดเป็น 30 คะแนน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ คิดเป็น 30 คะแนน และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทดสอบก่อนที่จะทำการทดลองสอน เพื่อศึกษาความรู้พื้นฐานของนักเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มาตรฐาน ว 4.1 และมาตรฐาน ว 4.2 จากนั้นทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบ

แบ่งกลุ่ม (Cluster Random) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 30 ข้อ คิดเป็น 30 คะแนน เพื่อวัดระดับความสามารถในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ โดยแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม คือ สูง ปานกลาง และต่ำ

5. ดำเนินการทดลองการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งหมด 5 ชุดๆ ละ 4 ชั่วโมง ใช้เวลาในการสอน 20 ชั่วโมง ซึ่งในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้ใบงานประเมินทักษะการทำงานเป็นทีม และแบบทดสอบย่อยท้ายชุดกิจกรรม โดยใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อนำผลการวัดและประเมินผลไปใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูล ซึ่งแต่ละชุดกิจกรรมจะประกอบด้วย ใบความรู้ให้นักเรียนได้ศึกษา และทำกิจกรรม (ใบงาน เพื่อออกแบบผลงานหรือชิ้นงานเชิงวิศวกรรม ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

6. หลังจากสอนเนื้อหาในแต่ละหน่วยแล้ว ให้ทำการทดสอบย่อยท้ายชุดกิจกรรม และประเมินทักษะการทำงานเป็นทีม และบันทึกคะแนน

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยทดสอบหลังเรียน (Post – test และแบบประเมินทักษะการทำงานเป็นทีม เมื่อจัดการเรียนรู้จนครบทุกชุดกิจกรรมแล้ว กับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้ง ตรวจจับคะแนน แล้วนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ ตามความมุ่งหมายของการวิจัย

ตาราง 9 กำหนดการสอนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง แรงและความดัน

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	วันที่	ชั่วโมง	เวลา
ปฐมนิเทศ	ปฐมนิเทศ และทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน	24 มกราคม 2562	1	15.00–16.00 น.
1	แรงลัพธ์กับการเคลื่อนที่ของวัตถุ 1	28 มกราคม 2562	2	9.00–11.00 น.
2	แรงลัพธ์กับการเคลื่อนที่ของวัตถุ 2	30, 31 มกราคม 2562	2	15.00–16.00 น.

ตาราง 9 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้	เรื่อง	วันที่	ชั่วโมง	เวลา
3	แรงดันอากาศ 1	4 กุมภาพันธ์ 2562	2	9.00-11.00 น.
4	แรงดันอากาศ 2	6,7 กุมภาพันธ์ 2562	2	15.00-16.00 น.
5	แรงดันของของเหลว 1	11 กุมภาพันธ์ 2562	2	9.00-11.00 น.
6	แรงดันของของเหลว 2	13,14 กุมภาพันธ์ 2562	2	15.00-16.00 น.
7	การลอย การจม และแรงพยุง 1	18 กุมภาพันธ์ 2562	2	9.00-11.00 น.
8	การลอย การจม และแรงพยุง 2	20,21 กุมภาพันธ์ 2562	2	15.00-16.00 น.
9	แรงเสียดทาน 1	25 กุมภาพันธ์ 2562	2	9.00-11.00 น.
10	แรงเสียดทาน 2	27, 28 กุมภาพันธ์ 2562	2	15.00-16.00 น.
ปัจฉิมนิเทศ	สรุป และทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังเรียน	1 มีนาคม 2562	1	9.00-11.00 น.

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. หาค่าสถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 หาค่าความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 ท่าน ใช้แบบประเมินตามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale 5 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด โดยหาผลรวมและค่าเฉลี่ยของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.2 หาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ แบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ IOC ดัชนีความสอดคล้อง (สมนึก ภัททิยธานี, 2544, หน้า 218-220)

1.3 หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 155-157)

1.4 หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 155-157)

1.5 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) รายข้อและทั้งฉบับของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient ตามวิธีของ Cronbach (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 99) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร Pearson product - moment coefficient correlation (อ้างถึงใน ชวลิต ชูกำแพง, 2553, หน้า 126 ตามลำดับ)

2. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม ด้วย โปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ โดยใช้ Dependent Samples t - test และ F-test กำหนดค่าสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05

3. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สูตร E_1/E_2 โดยค่า E_1 คือประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เทียบกับเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ (เพชฌัญญู กิจระการ, 2544, หน้า 99)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

การหาค่าความเที่ยงตรง ค่าความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.1 สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง (Index of Item-Objectives Congruence : IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ (สมนึก ภัททิยธานี, 2544, หน้า 220 ดังนี้

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหาหรือ ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

1.2 การหาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 155-157)

$$p = \frac{R_u + R_i}{2f}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยาก
	R_u	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบข้อนั้นถูก
	R_i	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบข้อนั้นถูก
	f	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำซึ่งมีจำนวนเท่ากัน

1.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (r ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 155-157)

$$r = \frac{R_u - R_i}{f}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก
 R_u แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบข้อนั้นถูก
 R_i แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบข้อนั้นถูก
 f แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำซึ่งมีจำนวนเท่ากัน

1.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยวิธีทดสอบซ้ำ (test – retest method) โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์เพียร์สัน ดังนี้ (ชวลิต ชูก่าแพง, 2553, หน้า 126)

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\{N\sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N\sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

เมื่อ r_{xy} แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
 X แทน คะแนนสอบครั้งที่ 1
 Y แทน คะแนนสอบครั้งที่ 2
 $\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณระหว่างค่าตัวแปร X และ Y
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของค่าตัวแปร X
 $\sum Y^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของค่าตัวแปร Y
 N แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 99 ดังนี้

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

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่น
 K แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
 $\sum S_i^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

2. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

2.1 ร้อยละ (Percentage โดยใช้สูตร P (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 104 ดังนี้

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ
 f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
 N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 105

$$\bar{x} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
 N แทน จำนวนคนทั้งหมด

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation จากสูตร ดังนี้
(บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 105

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

เมื่อ	S.D.	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	คะแนนแต่ละตัว
	N	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม
	Σ	แทน	ผลรวม

3. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 75/75 โดยใช้สูตร E_1/E_2 (เฟชัญ กิจระการ, 2544, หน้า 99 ดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N} \times 100}{A}$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบงาน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหรืองานทุกชิ้นรวมกัน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

$$E_2 = \frac{\frac{\sum X}{N} \times 100}{B}$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของการทดสอบหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

4. สถิติที่ใช้เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตร t – test for Dependent Samples (ชวลิต ชูก่าแพง, 2553, หน้า 135)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	D	แทน	ผลต่างของคะแนนแต่ละคน
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

5. วิเคราะห์ค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้สถิติทดสอบที (One-Sample t-test) (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2553, หน้า 134)

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร หรือเกณฑ์ที่ตั้งขึ้น
	S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

6. เปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (One-way ANCOVA) ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (One-way MANOVA) และความแปรปรวนร่วมพหุคูณทางเดียว (One-way MANCOVA) ในการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนหลังเรียนของนักเรียน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีวิจัยแบบเชิงทดลอง (Experimental Research) นี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และตีความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับ ดังนี้

ผู้รายงานได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. การวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้รายงานได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนน
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตในตาราง
F	แทน	แทนสถิติทดสอบที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตจากการแจกแจงแบบ F เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
Λ	แทน	ค่าแลมด้าของ Wilks
df	แทน	ระดับของความเป็นอิสระ

p	แทน	ความน่าจะเป็นเพื่อใช้ทดสอบระดับนัยสำคัญ
SS	แทน	ผลรวมของกำลังสอง
MS	แทน	ค่าประมาณของความแปรปรวน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ก่อนดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น เพื่อการเลือกใช้สถิติที่เหมาะสม ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณตามลำดับสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

1. หาค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ตามเกณฑ์ 75/75 โดยใช้สูตรคำนวณมาตรฐาน E_1/E_2
2. เปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ทดสอบโดยใช้สถิติ t – test for Dependent Samples
3. เปรียบเทียบทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ หลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป ทดสอบโดยใช้สถิติ t-test for One-Sample
4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้สถิติ t – test for Dependent Samples
5. เปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์ตัวแปรตามโดยใช้ความแปรปรวนร่วมพหุคูณทางเดียว (One-way MANCOVA) และแยกวิเคราะห์ตัวแปร

ตามโดยใช้ความแปรปรวนรวมทางเดียว (One-way ANCOVA) และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพิ่มเติมจากการวิเคราะห์เชิงปริมาณด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และทักษะการทำงานเป็นทีม โดยวิเคราะห์จากคำสั่งเกิดและการบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดขึ้นในขณะเรียน และบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพของการเกิดพฤติกรรมด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และทักษะการทำงานเป็นทีม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ตามเกณฑ์ 75/75 โดยใช้สูตรคำนวณมาตรฐาน E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ / E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ผู้วิจัยหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปรากฏผลดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตาม
แนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ประสิทธิภาพด้าน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	คะแนนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ
1. กระบวนการ ประกอบด้วย ใ้งาน แบบทดสอบย่อยท้ายชุดกิจกรรม และทักษะการทำงานเป็นทีม (E_1)	325	294.28	11.01	90.54
2. ผลลัพธ์ ประกอบด้วย ทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (E_2)	30	26.22	1.70	87.40
ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม E_1/E_2				90.54/87.40

จากตาราง 10 พบว่า คะแนนของนักเรียน จากการประเมินการทำงาน
แบบทดสอบย่อยท้ายชุดกิจกรรม และทักษะกระบวนการทำงานเป็นทีมในภาพรวม
มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 294.28 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.01 จากคะแนนเต็ม
เท่ากับ 325 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 90.54 ส่วนคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนหลังเรียน ในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.22 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐานเท่ากับ 1.70 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.40

ดังนั้น ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการ
เรียนรู้ แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 90.54/87.40
แสดงว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 5 ชุด ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์
75/75 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. เปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ทดสอบโดย
ใช้สถิติ t – test for Dependent Samples ปรากฏผลดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ในภาพรวมและรายด้าน

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำแนกเป็นรายด้าน	คะแนนการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์				t	p
	ก่อนเรียน N = 18		หลังเรียน N = 18			
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
1. ด้านการค้นพบความจริง	2.17	0.71	4.17	0.99	17.49*	.00
2. ด้านการค้นพบปัญหา	1.89	0.76	4.39	0.78	17.15*	.00
3. ด้านการตั้งสมมติฐาน	2.11	0.68	4.22	1.06	13.24*	.00
4. ด้านการค้นพบคำตอบ	1.83	0.71	4.33	1.03	15.00*	.00
5. ด้านการยอมรับผลจากการค้นพบ	2.17	0.79	4.44	0.92	16.82*	.00
ภาพรวม	10.17	3.05	21.56	4.30	26.56*	.00

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 11 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในภาพรวมก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 10.17 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.05 และค่าเฉลี่ยของคะแนนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในภาพรวมหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 21.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.30 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยที่มีค่าสถิติทดสอบที่ (t-test for Dependent Sample) ของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เท่ากับ 26.56 สรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีคะแนนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อจำแนกเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการค้นพบความจริงมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (4.17 สูงกว่าก่อนเรียน (2.17 ด้านการค้นพบปัญหามีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (4.39 สูงกว่าก่อนเรียน (1.89 ด้านการตั้งสมมติฐานมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (4.22

สูงกว่าก่อนเรียน (2.11 ด้านการค้นพบคำตอบมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (4.33 สูงกว่าก่อนเรียน (1.83 และ ด้านการยอมรับผลจากการค้นพบมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (4.44 สูงกว่าก่อนเรียน (2.17 สรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีคะแนนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำแนกเป็นรายด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เปรียบเทียบทักษะการทำงานเป็นทีม หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ หลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป ทดสอบโดยใช้สถิติ t-test for One Samples ปรากฏผลดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผลการทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ผ่านร้อยละ	\bar{X}	S.D.	ค่าเฉลี่ยร้อยละ	t	p
ทักษะการทำงานเป็นทีม	18	15	70	12.06	1.89	80.40	129.84*	.00

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 12 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการทำงานเป็นทีม มีคะแนนเฉลี่ย 12.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.89 โดยมีค่าสถิติทดสอบที่ (t-test for One Samples) ของทักษะการทำงานเป็นทีม เท่ากับ 129.84 สรุปได้ว่า ทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80.40 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ทดสอบโดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples ปรากฏผลดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตัวแปร/ระยะเวลา	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน					
	คะแนนเต็ม	N	\bar{X}	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	30	18	20.06	2.86	9.04*	.00
หลังเรียน	30	18	26.22	1.70		

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 13 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 20.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.86 และค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 26.22 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.70 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยที่มีค่าสถิติทดสอบที (t-test for Dependent Samples) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 9.037 สรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. เปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

5.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) โดยผู้วิจัยได้ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติ ได้แก่ ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปร (Multivariate Normality Distribution) ข้อมูลมีเมตริกซ์ความแปรปรวนรวมเท่ากันทุกกลุ่ม (Homogeneity of Covariance Matrix) และ

ความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรตาม (Correlation) ซึ่งผลการตรวจสอบพบว่า เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นทั้ง 3 ข้อ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ปรากฏผลใน ภาคผนวก จ

ดังนั้น ในการวิเคราะห์ผลการทดลอง หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้สถิติเพื่อวิเคราะห์ตัวแปรตาม คือ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจากผู้วิจัยพบว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ของนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงตัดสินใจเลือกใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมพหุคูณทางเดียว (One-way MANCOVA) สำหรับวิเคราะห์คะแนนหลังเรียนของตัวแปรตาม 2 ตัว คือ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.2 การวิเคราะห์ตัวแปรตาม การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมพหุคูณทางเดียว (One-way MANCOVA) ปรากฏผลดังตาราง 14

ตาราง 14 ผลการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้ความแปรปรวนรวมพหุคูณทางเดียว (One-way MANCOVA)

ตัวแปร	Λ	df	F	P
ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	.27	4.00	5.47*	.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 14 พบว่า ค่าความน่าจะเป็น $P = .00$ หมายความว่า หลังจากควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนทั้ง 2 ตัวแปร การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนของนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อผลการวิเคราะห์ด้วยความแปรปรวนร่วมพหุคูณทางเดียว (One – way MANCOVA) พบว่า นักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยอยากทราบในรายละเอียดเพิ่มอีกว่า ถ้าแยกวิเคราะห์ทีละตัวแปรตาม จะให้ผลเหมือนกันหรือแตกต่างกันหรือไม่ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงแยกวิเคราะห์เปรียบเทียบตัวแปรตามการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (One – way ANCOVA) ส่วนตัวแปรตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – way ANOVA) เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน และทักษะการทำงานเป็นทีม ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – way ANOVA) เนื่องจากไม่มีคะแนนก่อนเรียน

5.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (One – way ANCOVA) ของตัวแปรตามการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน ของนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน เมื่อเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตาม แนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ปรากฏผลดังตาราง 15

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (One – way ANCOVA) ของตัวแปรตามการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน ของนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน เมื่อเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	17.24	2	8.26	5.16*	.02

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 15 พบว่า ตัวแปรตามด้านการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ $P = .02$ หมายความว่า หลังจากควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน คือ การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนของนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง 15 สรุปได้ว่า หลังจากควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนแล้ว นักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน มีการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกัน เพื่อให้ทราบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ในคู่มือบ้าง ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบภายหลัง (Post Hoc) โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบเป็นรายคู่ ด้วยสถิติ Sheffe ดังตาราง 16

ตาราง 16 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกันเป็นรายคู่ เมื่อเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน			
	\bar{X}	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
		26.33	21.50	16.83
สูง	26.33	-	4.83*	9.50*
ปานกลาง	21.50	-	-	4.67*
ต่ำ	16.83	-	-	-

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 16 เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ จำแนกตามระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายคู่ พบว่า นักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน มีการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 คู่ ได้แก่ นักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง มีการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ปานกลางและต่ำ ตามลำดับ และ

นักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง มีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – way ANOVA)

ของตัวแปรตาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน เมื่อเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ปรากฏดังตาราง 17

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมทางเดียว (One – way ANOVA)

ของตัวแปรตาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน เมื่อเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ทักษะการทำงานเป็นทีม	ระหว่างกลุ่ม	12.11	2	6.06	2.46	.12
	ภายในกลุ่ม	37.00	15	2.47		
	รวม	49.11	17			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 17 พบว่า ตัวแปรตามด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน $P = .12$ หมายความว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน เมื่อเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในตาราง 17 สรุปได้ว่า นักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูง ปานกลาง และต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่แตกต่างกัน

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยได้สังเกตและบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนในขณะที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ จากการบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของแผนประกอบชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ พบว่า

1. นักเรียนให้ความสนใจกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์เรียนรู้ โดยการออกแบบชิ้นงานตามที่กำหนด ได้ศึกษาแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกับเพื่อน มีทักษะกระบวนการทำงานเป็นทีม รู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการทำงานตามใบงานที่กำหนด และได้ศึกษาความรู้จากใบความรู้ เพื่อเป็นการศึกษาแหล่งข้อมูล นอกจากนี้นักเรียนยังได้ศึกษาเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นแหล่งเรียนรู้และข้อมูลเพิ่มเติม

2. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนมีทักษะในการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาหรือประเด็นที่กำหนดให้ สามารถระบุปัญหาและออกแบบวิธีแก้ปัญหา รู้จักการตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาและนำความรู้ที่ได้ไปสร้างองค์ความรู้ใหม่ นักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นต่อวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างหลากหลาย ซึ่งจากการสังเกตสรุปได้ว่า นักเรียนมีความคิดการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายและสร้างสรรค์

3. ทักษะการทำงานเป็นทีม พบว่า สมาชิกในกลุ่มมีความคิดเห็นที่แตกต่างกัน และสมาชิกทุกคนจะช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบทั้งของตนเองและของกลุ่ม เพื่อให้กลุ่มได้รับความสำเร็จตามเป้าหมาย ตามประเด็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมและแบ่งกลุ่ม พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน สามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รู้จักหน้าที่และบทบาทของตนเองที่ได้รับมอบหมาย

ขั้นที่ 2 ขั้นสอนและนำเข้าสู่บทเรียน พบว่า สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น ในประเด็นข้อคำถามของครู

ขั้นที่ 3 ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม พบว่า สมาชิกในกลุ่มได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นในการทำงานอย่างหลากหลาย รู้จักเสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยเปิดใจยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น สามารถร่วมกันออกแบบชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ พบว่า สมาชิกในกลุ่มสามารถเฝ้าติดตามทดสอบผลงานหรือชิ้นงาน ว่าใช้ได้จริงหรือต้องปรับแก้ไขอย่างไร และสามารถลงความเห็นจากข้อมูลที่ได้อธิบายค้นคว้าด้วยตนเอง และนำมาสนับสนุนการตัดสินใจ

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลงานของกลุ่ม พบว่า สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มร่วมกันสรุปบทเรียน สามารถนำเสนอผลงานและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสมาชิกกลุ่มอื่น สามารถร่วมกันประเมินผลงานของตนเองและกลุ่มอื่นได้

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและขอเสนอแนะ

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 เพื่อเปรียบเทียบการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อเปรียบเทียบทักษะการทำงานเป็นทีม และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ

ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานของการวิจัยว่า การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียน หลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ มีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แตกต่างกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้มีจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ 1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ 2) แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 3 แบบ วัดทักษะการทำงานเป็นทีม 4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 5 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) จำนวน 5 สัปดาห์ๆ ละ 4 ชั่วโมง รวม 20 ชั่วโมง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 เครือข่ายคำสร้อยนาอุดม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษามุกดาหาร ได้แก่ โรงเรียนบ้านคำสร้อย โรงเรียนบ้านโนนเกษม โรงเรียนบ้านม่วงไข้ โรงเรียนบ้านดำนมน โรงเรียนบ้านภูแพงม้า โรงเรียนบ้านคำไหล โรงเรียนบ้านป่าเตย โรงเรียนบ้านนาอุดม โรงเรียนบ้านขอนแก่น โรงเรียนคณะเทศบาลนครกรุงเทพ 3 และโรงเรียนอนุบาลยศวดีนิคมคำสร้อย จำนวน 13 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 283 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนบ้านป่าเตย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามุกดาหาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 18 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัย สามารถสรุปผลได้ ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 90.54/87.40 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้
2. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ หลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
5. การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน ที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สูง มีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มปานกลางและต่ำ ตามลำดับ และนักเรียนกลุ่มปานกลาง สูงกว่ากลุ่มต่ำ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่แตกต่างกัน

การอภิปรายผล

จากสรุปผลการค้นคว้าการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ผู้วิจัยได้อภิปรายผลการวิจัยตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรง และความดัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

จากผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 90.54/87.40 (ตาราง 10, หน้า 154 แสดงให้เห็นว่าการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเองระหว่างเรียนเฉลี่ยร้อยละ 90.54 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้หลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 87.40 ถือเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพที่เหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งองค์ประกอบของชุดกิจกรรมมีทั้งใบความรู้ ซึ่งมีภาพ สี และข้อความที่น่าสนใจ โดยในองค์ประกอบของชุดกิจกรรมประกอบด้วยใบงานแบบทดสอบย่อยท้ายชุดกิจกรรม และแบบประเมินทักษะการทำงานเป็นทีม ในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา และรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือ เพื่อนำมาใช้ออกแบบชุดกิจกรรมให้มีความสอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ในชุดกิจกรรม การทำกิจกรรมในใบงานฝึกให้นักเรียนได้

ทำจากง่ายไปหายากและได้ฝึกปฏิบัติจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ โดยเฉพาะการร่วมกันออกแบบชิ้นงานเพื่อทดสอบสมมติฐานหรือแก้ปัญหาของกลุ่ม ซึ่งกระบวนการทดลองหาคุณภาพของชุดกิจกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้มีการทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ทั้งด้านเนื้อหา เวลา ความเหมาะสมของกิจกรรม ความสอดคล้องของคำถามในแบบทดสอบ รวมทั้งการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ จากที่กล่าวมานี้สะท้อนให้เห็นว่า การสร้างเครื่องมือได้มีการหาคุณภาพและตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อหาจุดบกพร่องและนำมาแก้ไขให้มีคุณภาพที่มีมาตรฐานและสามารถยอมรับได้ ก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2541, หน้า 494) ให้แนวคิดเกี่ยวกับการทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมไว้ว่า การนำชุดกิจกรรมไปทดลองใช้เมื่อปรับปรุงแล้วนำผลไปทดลองสอนจริงและนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วจึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การทดลองใช้ โดยการนำชุดกิจกรรมที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้แต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมให้เท่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ การทดลองจริง คือการนำชุดกิจกรรมที่ได้ทดลองใช้และปรับปรุงแล้วทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนแท้จริง ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบและประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้อภิปรัชญาศาสตร์จนครบทุกขั้นตอน และแก้ไขปรับปรุงจุดบกพร่องและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญจนทำให้ชุดกิจกรรมมีความสมบูรณ์ ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้เน้นการออกแบบชุดกิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม และการออกแบบชิ้นงานเพื่อทดสอบสมมติฐานและแก้ปัญหาจากการสร้างและออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้อภิปรัชญาศาสตร์ตามที่กล่าวมา เมื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการทำกิจกรรม รู้จักการพัฒนาชิ้นงานให้มีความหลากหลาย นักเรียนได้เรียนรู้และศึกษาหาข้อมูลด้วยตนเองตามศักยภาพและความแตกต่างของนักเรียนเป็นรายบุคคล และมีโอกาสได้แสดงออกทางความคิด มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ยอมรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม มีทักษะในการผลิตชิ้นงานตามที่กำหนดให้ และตรวจสอบประเมินผลงานได้ด้วยตนเอง

ดังนั้น จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชรินทร์ทิพย์ ลายพยัคฆ์ (2555, หน้า 59-77) ได้ศึกษา เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช ผลการวิจัยพบว่า ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมโครงการ วิทยาศาสตร์หน่วย โครงการและการวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพ 81.29/84.33 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และยังสอดคล้องกับผลการวิจัย ของ ดวงนภา สิงห์พันธุ์ (2557, หน้า 69-172) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการ เรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์บนเครือข่ายสังคมออนไลน์ เรื่อง การเขียนโปรแกรม ภาษาโลโก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุด กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์บนเครือข่ายสังคมออนไลน์ เรื่อง การเขียน โปรแกรมภาษาโลโก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้จัดกิจกรรมการ เรียนการสอนมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.47/81.05 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุปาณี ว่างานนท์ (2558, หน้า 47-74) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการคิดวิเคราะห์ตามหลักการ ของ Marzano สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการคิด วิเคราะห์ตามหลักการของ Marzano สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.38/71.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ กำหนดคือ 70/70

จากหลักการ แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษารวมกับการเรียนแบบร่วมมือ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นสื่อและนวัตกรรมการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและเหมาะสมกับการพัฒนา ผลการเรียนรู้ของนักเรียน และช่วยพัฒนาพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. เพื่อเปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ระหว่างก่อนเรียนและ หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียน แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

จากผลการศึกษาพบว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน ที่เรียน ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบ ร่วมมือ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ สมมติฐานข้อที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบผลคะแนนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนกับ คะแนนหลังเรียนที่วัดด้วยแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.17 และ 21.56 ตามลำดับ (ตาราง 11, หน้า 155 โดยใช้ องค์กรประกอบของกระบวนการ

(Component of Process) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Torrance 5 ขั้นตอน เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า องค์ประกอบด้านการค้นพบความจริงมีคะแนนเฉลี่ย หลังเรียนมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านการค้นพบปัญหา ด้านการตั้งสมมติฐาน ด้านการค้นพบคำตอบ ส่วนด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านการยอมรับผลจากการค้นพบ จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยครูผู้สอนต้องมีการกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการคิดสร้างสรรค์ผลงาน คอยเป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการทำงาน และใช้วิธีการประเมินผลงานที่หลากหลาย โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้น ควรเน้นให้ผู้เรียนได้นำทักษะการออกแบบ เชิงวิศวกรรมโดยบูรณาการทั้ง 4 กลุ่มสาระเข้าด้วยกัน ภายใต้กระบวนการสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเพื่อท้าทายความสามารถของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าแสดงความคิดเห็น กล้าตัดสินใจและใช้เหตุผลร่วมกันในการออกแบบชิ้นงานที่หลากหลายและสร้างสรรค์เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักรับฟังเหตุผลของสมาชิกในกลุ่ม เพื่อประเมินและตรวจสอบชิ้นงานให้มีคุณภาพ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหาหรือผลดีชิ้นงานใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ พรทิพย์ ศิริภัทรราชัย (2556, หน้า 50 ซึ่งได้กล่าวถึงลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาขาวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือ เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) โดยใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะและกิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา การสอนวิทยาศาสตร์ในสะเต็มศึกษา จะทำให้ผู้เรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จ นอกจากนี้ยังทำให้ผู้เรียนสามารถ สร้างสรรค์ พัฒนาชิ้นงานได้ดี ส่วนรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือ จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยตนเอง นักเรียนเกิดความเชื่อมั่น มีการพัฒนาความคิด สามารถเรียนรู้ร่วมกันและทำงานร่วมกันอย่างมีความสุขในวิถีประชาธิปไตย จากประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือสามารถส่งผลให้เกิดประโยชน์หลายด้านทั้งช่วยพัฒนาการเรียนรู้ ทักษะทางสังคม ความคิด ความเชื่อมั่นและเห็นคุณค่าของตนเอง ช่วยสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน รวมถึงระหว่างผู้เรียนด้วยกัน จากแนวคิดดังกล่าว

สะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ จะช่วยส่งผลให้นักเรียนสามารถคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และมีพัฒนาการเรียนรู้สูงขึ้น เพราะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นการฝึกทักษะความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเพื่อหาทางออกของปัญหา มีกระบวนการขั้นตอนที่ชัดเจน โดยอาศัยความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้ได้ทางออกหรือผลลัพธ์ที่ดีที่สุด สอดคล้องกับแนวคิดของ ดารารัตน์ ชัยพิลา (2558, หน้า 45) ซึ่งกล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่ยู่ยากด้วยทางออกรูปแบบใหม่ โดยอาศัยความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จินตนาการ การคิดวิเคราะห์การวินิจฉัย การตัดสินใจ การจัดทำแผนอย่างเป็นระบบ และมีการระดมสมองที่เน้นการคิดเชิงบวก เพื่อให้ได้มาซึ่งแนวทางที่ดีที่สุดมาแก้ปัญหาได้

ทั้งนี้ ในกระบวนการแก้ปัญหาจะต้องมีความยืดหยุ่นในกระบวนการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน จนทำให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ ทั้งนี้เนื่องจากแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นการฝึกให้นักเรียนเรียนฝึกแก้ปัญหาจากการทำผลงานหรือชิ้นงานเป็นทีม โดยนักเรียนได้ร่วมกันลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ ตามแนวคิดของ Torrance (1987 อ้างถึงใน พัชรา พุ่มพชาติ, 2552) ซึ่งได้ระบุองค์ประกอบของกระบวนการการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้ 5 ขั้นตอน โดยเริ่มจากขั้นตอนที่ 1 การพบความจริง เป็นขั้นที่ให้นักเรียนใช้ความสามารถในการสำรวจ และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา ขั้นตอนที่ 2 การค้นพบปัญหา เป็นการฝึกให้นักเรียนใช้ความสามารถในการระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ขั้นตอนที่ 3 การตั้งสมมติฐาน เป็นการฝึกให้นักเรียนใช้ความสามารถในการคิดหาวิธีแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 4 การค้นพบคำตอบ เป็นการฝึกให้นักเรียนให้ใช้ความสามารถในการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการมีส่วนร่วมของกลุ่ม และขั้นตอนที่ 5 การยอมรับผลจากการค้นพบ เป็นการฝึกให้นักเรียนใช้ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้จากการค้นพบเพื่อนำไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ ซึ่งจะเห็นได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และใช้ทักษะการทำงานเป็นทีมหรือกลุ่มเข้ามามีส่วนร่วมในการแก้ปัญหามาตามกระบวนการ 5 ขั้นตอน ซึ่งการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประเมินโดยดูจากผลผลิตของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นั้นว่า มีความแปลกใหม่ต่างจากที่มีอยู่ทั่วไป และมีความมีคุณค่าต่อผู้สร้างสรรค์ผลงานนั้นและต่อผู้อื่นด้วย สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ดารารัตน์

ชัยพิลา (2558, หน้า 62-72) ที่ได้ศึกษาเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education ที่มีต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปฏิบัติการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ทศนพร วิบูลย์อรุณ (2557, หน้า 94-105) ที่ได้ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบการคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรวมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรวมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แล้วยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เบญญาภา วิไลวรรณ (2556, หน้า 46-100) ที่ได้ศึกษาเรื่อง การสร้างชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากแนวคิด หลักการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แสดงให้เห็นว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา รวมกับการเรียนแบบร่วมมือ สามารถช่วยพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ขึ้นในระหว่างเรียนได้ จึงทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการทำงานเป็นทีม ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา รวมกับการเรียนแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

จากผลการศึกษาพบว่า ทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา รวมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องและเป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 3 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80.40 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนดไว้ (ตาราง 12, หน้า 156 จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา รวมกับการเรียนแบบร่วมมือ เป็นการส่งเสริมและพัฒนา

ผู้เรียนให้เกิดทักษะในการทำงานเป็นทีม มีปฏิสัมพันธ์การทำงานร่วมกับผู้อื่น การติดต่อกับผู้อื่น มีความกระตือรือร้นที่จะช่วยเหลือกัน มีความห่วงใยเอื้ออาทรกัน มีการสร้างบรรยากาศที่ดีในการทำงาน การสื่อสารอย่างเปิดเผย สมาชิกแต่ละคนมีส่วนร่วมในการดำเนินงานและร่วมมือกันแก้ปัญหา มีการทำงานโดยกระบวนการกลุ่ม สมาชิกมีความรับผิดชอบต่อกัน มุ่งมั่นไปในทิศทางที่สอดคล้องกัน โดย ศึกษาและพัฒนามาจากขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ของ Johnson and Johnson (2003 อ้างอิงใน สุพัตรา โคตะวงษ์, 2559, หน้า 53) มี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียม เป็นขั้นที่ผู้สอนชี้แจงจุดประสงค์ของบทเรียน ผู้สอนจัดกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ ไม่เกิน 6 คน มีสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน ผู้สอนแนะนำวิธีการทำงานกลุ่มและบทบาทของสมาชิกในกลุ่ม ขั้นที่ 2 ขั้นสอน ผู้สอนจะนำเข้าสู่บทเรียน บอกปัญหาหรืองานที่ต้องการให้กลุ่มแก้ไขหรือคิดวิเคราะห์หาคำตอบ ผู้สอนแนะนำแหล่งข้อมูล ค้นคว้าหรือให้ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการคิดวิเคราะห์ ผู้สอนมอบหมายงานที่กลุ่มต้องทำให้ชัดเจน ขั้นที่ 3 ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้เรียนจะต้องร่วมมือกันทำงานตามบทบาทหน้าที่ที่ได้รับ ทุกคนร่วมรับผิดชอบ ร่วมคิดร่วมแสดงความคิดเห็น การจัดกิจกรรมในขั้นนี้ ครูควรใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมใจที่น่าสนใจและเหมาะสมกับผู้เรียน เช่น การเล่าเรื่องรอบวงมุ่มสนทนา คู่ตรวจสอบ คู่คิด ฯลฯ ผู้สอนสังเกตการณ์ทำงานของกลุ่ม คอยเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้ความกระจ่างในกรณีที่ผู้เรียนสงสัยต้องการความช่วยเหลือ ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ ขั้นนี้ผู้เรียนจะรายงานผลการทำงานกลุ่ม ผู้สอนและเพื่อนกลุ่มอื่นอาจซักถามเพื่อให้เกิดความกระจ่างชัดเจน เพื่อเป็นการตรวจสอบผลงานของกลุ่มและรายบุคคล และขั้นที่ 5 ขั้นสรุปบทเรียน และประเมินผลการทำงานกลุ่ม ขั้นนี้ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ผู้สอนควรช่วยเสริมเพิ่มเติมความรู้ ช่วยคิดให้ครบตามเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และช่วยกันประเมินผลการทำงานกลุ่มทั้งส่วนที่เด่นและส่วนที่ควรปรับปรุงแก้ไข จากกระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือจะเห็นได้ว่า เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม

เนื่องจากการทำงานเป็นทีม มีความสำคัญมากต่อความสำเร็จของกลุ่ม ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการปฏิบัติภารกิจที่มีประสิทธิภาพในช่วงเวลาของการเปลี่ยนแปลง จะต้องปรับปรุงอย่างรวดเร็วเพื่อการแข่งขัน นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาผลการเรียนรู้ให้สูงขึ้น และมีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ โดยจะช่วยส่งผลให้กลุ่มประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ กำธร คงอรุณ (2559, หน้า 55-75

ที่ได้ศึกษา เรื่อง การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การระบุปัญหา 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) การวางแผนและพัฒนา 4) การทดสอบและประเมินผล 5) การนำเสนอผลลัพธ์ และมีประเด็นสำคัญที่ควรตระหนักถึง ได้แก่ การทบทวนความรู้ที่จำเป็นให้นักเรียนสำหรับนำไปใช้ในการแก้ปัญหา การเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง และการกระตุ้นนักเรียนให้ทำกิจกรรมร่วมกัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของกลุ่มที่ตั้งไว้ และยังคงสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ปิยวรรณ มัชฌมนันท์ (2558, หน้า 17-27) ที่ได้ศึกษา เรื่อง การพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สภาพสมดุลง โดยใช้ชุดกิจกรรมตามแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความก้าวหน้าทางการเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 0.65 อยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมตามแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ชุดกิจกรรมตามแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ช่วยเพิ่มความก้าวหน้าทางการเรียน

จากหลักการ แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแสดงให้เห็นว่า กระบวนการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับแบบร่วมมือเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะการทำงานและแก้ปัญหาโดยกระบวนการกลุ่ม มีทักษะในการออกแบบชิ้นงานทางวิศวกรรม จึงส่งผลให้ทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

จากผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ หลัง

เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียนที่วัดด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.06 และ 26.22 ตามลำดับ (ตาราง 13 จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้จัดเนื้อหาให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และนำเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือที่สามารถบูรณาการเข้าในขั้นตอนใดก็ได้มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยวิธีการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กระบวนการกลุ่ม โดยอาศัยความสามารถของสมาชิกแต่ละคน ในการแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สร้างชิ้นงานหรือนวัตกรรมใหม่ร่วมกัน ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานและนำเสนอผลงานที่ดีที่สุด ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน โดยเริ่มจากขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมและแบ่งกลุ่ม โดยผู้สอนชี้แจงจุดประสงค์ของบทเรียนแนะนำทักษะในการเรียนร่วมกันและจัดกลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มย่อยกลุ่มละ 2-6 คน โดยสมาชิกมีความสามารถแตกต่างกัน และแนะนำเกี่ยวกับระเบียบของกลุ่ม บทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม และการฝึกทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับกลุ่ม ขั้นที่ 2 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนและระบุปัญหาเป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหาขั้นที่ 3 ขั้นรวบรวมข้อมูลและออกแบบการแก้ปัญหา เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ โดยประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ขั้นตรวจสอบ ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขผลงานของกลุ่ม เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการจากสมาชิกของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่น โดยผลที่ได้เอามาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานของกลุ่มให้มีประสิทธิภาพในการ

แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด ชั้นที่ 6 ชั้นสรุปและนำเสนอผลงานหรือชิ้นงาน เป็นการสรุปเพื่อนำเสนอแนวคิดและขั้นตอน การแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป ซึ่งจะเห็นได้ว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 ชั้น ที่เกิดจากการบูรณาการ การจัดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ

นอกจากนี้ รูปแบบการสอนดังกล่าว เป็นการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Child Center) โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มเล็กๆ สมาชิกในกลุ่มมีความแตกต่างกันทั้งอายุ เพศ และความรู้ความสามารถ แต่มีเป้าหมายในการเรียนร่วมกัน สมาชิกในกลุ่มมีบทบาทที่ชัดเจนในการเรียนหรือการทำกิจกรรมอย่างเท่าเทียมกัน และได้เรียนรู้ไปพร้อมๆ กัน ภายในกลุ่มมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างแท้จริง สามารถสื่อสารกันและร่วมกันปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย โดยให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะต่างๆ แบบบูรณาการในการแก้ปัญหาค้นคว้าเอง ทักษะที่สำคัญที่จะต้องกล่าวถึงได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางคณิตศาสตร์ และทักษะในศตวรรษที่ 21 การนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนสามารถดำเนินการได้อย่างหลากหลายและส่งเสริมให้เกิด การเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียนที่มีความแตกต่างทางการเรียนรู้ของสมาชิกภายในกลุ่ม ให้เกิดการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พลศักดิ์ แสงศรีพรหม (2558, หน้า 46-64 ที่ได้ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นิตยา ภูผาบง (2559, หน้า 35-50 ที่ได้ศึกษาเรื่อง การใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลัง เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมเรื่องพลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องตามแนวทางสะเต็มศึกษาและส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการผ่านการทำกิจกรรมและนักเรียนที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษาเรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังในกิจกรรมที่ 2 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการสูง

กว่ากิจกรรมที่ 1 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ดวงนภา สิงห์พันธุ์ (2557, หน้า 69-172) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ บนเครือข่ายสังคมออนไลน์ เรื่อง การเขียนโปรแกรมภาษาโลโก้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เท่ากับ 9.89 และค่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เท่ากับ 24.32 แสดงว่านักเรียนมีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากหลักการ แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแสดงให้เห็นว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นนวัตกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีใบความรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล มีใบงานให้ผู้เรียนได้ฝึกทำและออกแบบชิ้นงานกับกลุ่ม และมีแบบทดสอบย่อยท้ายชุดกิจกรรมที่นำมาวัดความรู้หลังเรียนในแต่ละชุด จึงทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5. เพื่อเปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) เมื่อเรียนด้วย กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ

จากผลการศึกษาพบว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน (สูง ปานกลาง และต่ำ) หลังเรียนด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ตาราง ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลแยกตามตัวแปรตาม ดังนี้

5.1 นักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ มีความแตกต่างกัน (ตาราง 15, หน้า 159) ค่าเฉลี่ยคะแนนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เท่ากับ 26.33, 21.50 และ 16.83 ตามลำดับ โดยความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำแนกตามระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายคู่ พบว่า นักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ต่างกัน มีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 คู่ ได้แก่ นักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง มีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนกลุ่มปานกลางและต่ำ ตามลำดับ และนักเรียนกลุ่มปานกลาง มีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนกลุ่มต่ำ (ตาราง 16

กรณีที่ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสนับสนุนสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 5 พบว่าชุดกิจกรรมเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยได้หาคุณภาพของชุดกิจกรรมและคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญนั้น ได้ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างสร้างสรรค์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า นักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับทักษะทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ จึงส่งผลให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างสร้างสรรค์และเป็นสิ่งที่น่าสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ อุทุมพร กันทะใจ (2546, หน้า 11 ที่ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการฝึกฝน ปฏิบัติหรือเลือกใช้วิธีการหรือกิจกรรมต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่ว มีขั้นตอนเป็นระบบ จนเกิดความรู้ความเข้าใจ สามารถค้นหาคำตอบ การแก้ปัญหาหรือค้นพบความรู้ใหม่ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ จากแนวคิดที่สอดคล้องกันดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง จะมีพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ของผู้เรียนในการแสวงหาคำตอบโดยนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้อย่างเป็นระบบ เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐานและการทำการทดลอง ซึ่งในการเรียนวิทยาศาสตร์จำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนต้องปลูกฝังให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการฝึกฝนให้ผู้เรียนรู้จักการค้นคว้า การคิดและการแก้ปัญหาเป็น โดยทักษะกระบวนการทั้ง 13 ทักษะ สามารถฝึกฝนให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้ ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมดังกล่าว จึงเป็นวัตถุประสงค์ของการศึกษา เนื่องจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เกิดความชำนาญและนำไปสู่การพัฒนาทักษะกระบวนการคิด และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพส่งผลดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ Torrance (1987 อ้างถึงใน พัชรา พุ่มพชาติ, 2552 ซึ่งได้ระบุวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1 การพบความจริง (Fact-finding) คือความสามารถในการสำรวจและรวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับปัญหา 2 การค้นพบปัญหา (Problem-finding) คือความสามารถในการระบุปัญหา 3 การตั้งสมมติฐาน (Idea-finding) คือ ความสามารถในการคิดหาวิธีแก้ปัญห 4 การค้นพบคำตอบ (Solution-finding) คือ ความสามารถในการตัดสินใจวิธีการแก้ปัญห และ 5 การยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance-finding) คือความสามารถในการนำความรู้ที่ได้ไปสร้างเป็นความรู้ใหม่

5.2 นักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 26.33, 27.17 และ 25.17 (ตาราง 17, หน้า 161

กรณีที่ข้อค้นพบผลการวิเคราะห์ข้อมูลขัดแย้งกับสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 5 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้ความคิดเพื่อค้นคว้าหาความรู้ รวมทั้งแก้ปัญห ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะทางปัญญา (Intellectual Skill) ไม่ใช่ทักษะการปฏิบัติด้วยมือ การคิดมีทั้งการคิดพื้นฐาน เช่น ทักษะการสื่อความหมาย ได้แก่ การอ่าน การรับรู้ การจำ การจำถาวร การพูด การเขียน นอกจากนี้ยังมีทักษะการสังเกต การระบุ การจำแนก การเรียงลำดับ การเปรียบเทียบ การลงข้อสรุปและการใช้ตัวเลข ส่วนในเรื่องของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและความดัน ส่วนคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน อาจเป็นเพราะกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ เป็นการจัดกลุ่มเพื่อให้นักเรียนที่มีระดับความสามารถต่างกัน ได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จึงส่งผลให้นักเรียนทุกคนมีทักษะและความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน ซึ่งประกอบด้วย ใบความรู้ ใบงาน และแบบทดสอบย่อยท้ายหน่วย โดยการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ได้เฉลยคำตอบที่ถูกต้องเพื่อให้นักเรียนรู้ว่าผิดในข้อใด เมื่อผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ จึงทำให้นักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ สามารถทำแบบทดสอบได้คะแนนไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังสามารถ ตั้งข้อสังเกตได้ว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการ เป็นการวัดทักษะทั้ง 13 ด้าน ส่วนแบบทดสอบ

วัตถุประสงค์ทางการเรียน เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง แรงและความดัน สารที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มาตรฐาน ว 4.1 ดังนั้น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นการวัดพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ของผู้เรียนในการแสวงหาคำตอบ โดยนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้อย่างเป็นระบบ เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการทำการทดลอง ซึ่งในการเรียนวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการฝึกฝนให้ผู้เรียนรู้จักการค้นคว้า การคิด และการแก้ปัญหาเป็น

สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554 ที่ได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ ดังนี้ คือ 1 ทักษะการสังเกต (Observation) เป็นทักษะการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป 2 ทักษะการวัด (Measurement) เป็นการเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ 3 ทักษะการจำแนก (Classification) เป็นความสามารถในการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์และเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือนความต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง 4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Using Space/Time Relationship) หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครอง ที่ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้ว สเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ 5 ทักษะการคำนวณ (Using Number) เป็นการนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย 6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น 7 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) เป็นการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย 8 ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) เป็นการสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการ

สรุปการพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟทำได้ 2 แบบ คือการพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ 9) ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) เป็นการคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยหลักในการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิม เป็นพื้นฐาน 10) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational Defining) เป็นการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ 11) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variable) เป็นตัวบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ 12) ทักษะการทดลอง (Experimenting) เป็นกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง และ 13) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion) เป็นการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 จากผลการวิจัยที่พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งชุดกิจกรรมดังกล่าว เป็นกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการฝึกให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานและเรียนรู้ด้วยตนเองทุกขั้นตอน ทำให้นักเรียนเกิดทักษะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งรูปแบบการสอนดังกล่าว เป็นการบูรณาการกลุ่มสาระการเรียนรู้ 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เหมาะสำหรับการนำไปใช้และปรับเนื้อหาให้สอดคล้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่นำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ถ้ามีการนำไปใช้กับนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ หรือกลุ่มนักเรียนในสถานศึกษาอื่น ครูผู้สอนควรมีการปรับปรุงเนื้อหาสาระรูปแบบการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการสอน การวัดและการประเมินผล ให้มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน

1.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ครูผู้สอนต้องมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการคิดสร้างสรรค์ ผลงาน คอยเป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการทำงาน และใช้วิธีการประเมินผลงานที่หลากหลาย โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้น ควรเน้นให้ผู้เรียนได้นำทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยบูรณาการทั้ง 3 กลุ่มสาระเข้าด้วยกัน ภายใต้กระบวนการสร้างสถานการณ์ ที่เป็นปัญหาเพื่อท้าทายความสามารถของผู้เรียน

1.3 ทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ หลังเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ครูผู้สอนต้องอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มทราบบทบาทหน้าที่ของตน โดยเริ่มตั้งแต่ การกำหนดขนาดของกลุ่มผู้เรียนโดยผลความสามารถ ซึ่งแจ้งกรอบกิจกรรมที่ทำร่วมกัน ทำความเข้าใจถึงลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยการสร้างบรรยากาศที่ เสริมสร้างการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันของสมาชิก คอยเป็นที่ปรึกษาที่ดี ยกย่องและให้คำชมเชยกับกลุ่มที่มีผลงานดีและกระตุ้นการทำงานของกลุ่มที่ด้อย

1.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สำหรับครูผู้สอนที่จะนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ต้องออกแบบวิธีการจัดการเรียนการสอน สภาพแวดล้อม และการวัดประเมินผลให้เหมาะสมกับผู้เรียน การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ต้องให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มา และวิธีการแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่างๆ โดยคำนึงถึงการนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

1.5 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ครูผู้สอนต้องให้นักเรียนได้นำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนาพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในการแสวงหาคำตอบ โดยนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้อย่างเป็นระบบ เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการทำการทดลอง ต้องปลูกฝังให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักการค้นคว้า การคิด และการแก้ปัญหาเป็น และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาวิจัยโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ กับนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ เพื่อจะได้ข้อสรุปและชัดเจนยิ่งขึ้น

2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ ว่าจะได้ผลประการใด เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.3 ควรมีการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้อย่างอื่นมามีส่วนร่วมกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เช่น การหารูปแบบการเรียนรู้แบบ โครงงาน ร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (Inquiry method) 5 ขั้นตอน คือ การเน้นการนำเสนอผลการเรียนรู้โดยการศึกษาข้อมูลและแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง

2.4 ควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคนิคการสอนและพัฒนา นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ให้มีผลการเรียนรู้ที่ ไกล่เคียงกัน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *การจัดการสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2550). *การวัดและประเมินผลอิงมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- _____. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2561). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. เข้าถึงได้จาก [http://www.opec.go.th/ckfinder/userfiles/files/general/123\(2\).pdf](http://www.opec.go.th/ckfinder/userfiles/files/general/123(2).pdf). 18 กรกฎาคม 2561.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2556). *การคิดเชิงสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ชัดเชส มีเดีย.
- กฤษลดา ชุลินคุณาวุฒิ. (2557). กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมคืออะไร. *วารสาร สสวท*. 42(190), 37-41.
- กัญญา ลินทร์ทนกุล. (2540). หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 การวิจัยเกี่ยวกับการวัดประเมินผล การเรียน. *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและกระบวนการเรียน การสอน*. 2(4), 223-352.
- กำธร คงอรุณ. (2559). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- จันทร์เพ็ญ หาญจิตเกษม. (2542). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย โดยใช้บทเรียนสื่อประสม*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- จำรัส อินทลาภพร. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. บทความวิจัย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 8 (1), 70-71.
- จิราภรณ์ โคตรปัญญา. (2551). การพัฒนาแผนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเจริญเติบโตของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- จิรวุจน์ วงศาโรจน์. (2547). พัฒนางานด้วยการสร้างทีมงาน. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ฉันทนา จันทร์บรรจง. (2543). การศึกษาแนวทางการบริหารและการจัดการศึกษาขององค์กร ปกครองส่วนท้องถิ่นในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กลุ่มงานบริหารและจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- ชนินทร์ทิพย์ ลายพยัคฆ์. (2555). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ วท.ม. นครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.
- ชลอ จินตุง. (2552). การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ โดยใช้กิจกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนไชยปราการ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงใหม่ เขต 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- _____. (2552). เทคนิคการใช้ผังกราฟิก. เข้าถึงได้จาก [http://www.learners.in.th/blogs/posts/316365\(2552\)](http://www.learners.in.th/blogs/posts/316365(2552)).
- ชวลิต ชูกำแพง. (2553). การวิจัยหลักสูตรและการสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชวาล แพรัตกุล. (2540). เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- ช่อทิพย์ มาร์ตนะ. (2560). การศึกษาผลการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ วัสดุและสมบัติของวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2541). นวัตกรรมและเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). *นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*.
กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2553). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- ฐาปณีย์ สีเฉลียว. (2553). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการ
แก้ปัญหาและเจตคติที่มีต่อประชาคมอาเซียน ระหว่างการเรียนด้วยบทเรียน
บนเว็บแบบ Big Six Skills กับการเรียนแบบปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ ค.ด. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ฐิตาภรณ์ พิมพ์จันทร์. (2556). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ การคิด
สังเคราะห์ และแผนงานของนักเรียน เรื่อง ชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับ
คำถามปลายเปิด*. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2 (2), 35.
- ณัฐพันธุ์ เขจรนันท์. (2545). *การสร้างทีมงานที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ:
เอ็กซ์เปอร์เน็ท.
- ณัฐนันท์ ลำราญสุข. (2555). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถ
ทางการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้
ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏ
สกลนคร.
- ดวงนภา สิงห์พันธุ์. (2557). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
บนเครือข่ายสังคมออนไลน์ เรื่อง การเขียนโปรแกรมภาษาโลโก้ สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. จันทบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏ
รำไพพรรณี.
- ดารารัตน์ ชัยพิลา. (2558). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด
STEM Education ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2*.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- ธงชัย สันติวงษ์. (2540). *องค์การและการบริหารการศึกษาการจัดการแผนใหม่*.
(พิมพ์ครั้งที่ 10 . กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- ทรงวุฒิ ทาระสา. (2549). *การทำงานเป็นทีมของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 5*.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. เลย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- ทัศนพร วิบูลย์อรรรถ. (2557 . *การเปรียบเทียบการคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ทีศนา แคมณี. (2554). *การสอนกระบวนการคิด : ทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- _____. (2555). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 7 . กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เนตรพัฒน์ ยาวีราช. (2546. *การจัดการสมัยใหม่ : Modern management*.
(พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เซ็นทรัลเอ็กซ์เพรส.
- นันทชา อัมฤทธิ์. (2558). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นิตยา ภูพานาง. (2559 . *การใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาเรื่องพลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เบญญาภา วิไลวรรณ. (2556. *การสร้างชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542. *นวัตกรรมทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เจริญวิทย์.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2555). *การวัดและประเมินผลการศึกษา : ทฤษฎีและการประยุกต์*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 7 . กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
 _____ . (2553. *การวิจัยสำหรับครู*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
 _____ . (2556. *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ:
 สุวีริยาสาส์น.
- ประวิตร ชูศิลป์. (2542). *หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: หน่วยงาน
 ศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัด.
- ปราณี รามสูตร. (2545). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: เจริญกิจ.
- ปริญญา ตันสกุล. (2550). *ศาสตร์แห่งการเป็นผู้นำ*. กรุงเทพฯ: จิตจักรวาล.
- ปาริชาติ ประเสริฐสังข์. (2559). การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม
 ศึกษา (Learning Design for STEM Education. *วารสารวิชาการแพรวา
 กาศิรินทร์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*, 3(3), 17–19.
- ปิยวรรณ มัชฌมนันท์. (2558 . *การพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม ของนักเรียนชั้น
 มัธยมศึกษา ปีที่ 4 เรื่องสภาพสมดุลงค์ โดยใช้ชุดกิจกรรมตามแนวทางการ
 จัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัย
 อุบลราชธานี.
- เพชฌิม กิจระการ และสมนึก ภัททิยธานี. (2544 . *การวิจัยและทฤษฎีเทคโนโลยี
 การศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เพชฌิม กิจระการ. (2544. *การวิจัยและทฤษฎีเทคโนโลยีการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 2 .
 ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาสารคาม:
 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21.
วารสารนักบริหาร, 33(2) 49–56.
- พรพรรณ ไวกายกูร. (2561). *เอกสารประกอบการบรรยาย : การประชุมชี้แจง
 ศึกษานิเทศก์ ในการจัดอบรมครูด้วยระบบทางไกล 2561*. กรุงเทพฯ: สถาบัน
 ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. .
- พรมณี พุ่มอิม. (2547). *การพัฒนาการทำงานเป็นทีมของสำนักงานกิจการสตรีและ
 สถาบันครอบครัว*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- พรสวรรค์ วงษ์ตาธรรม. (2558). การคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการคิดในศตวรรษที่ 21. บทความวิจัย สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 1 ; 2 เมษายน – มิถุนายน.
- พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. (2542. สิทธิและหน้าที่ทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- พลศักดิ์ แสงพรหมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อะแต็มศึกษาแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พัชรา พุ่มพชาติ. (2552). การพัฒนารูปแบบการจัดประสบการณ์การเรียนรู้สร้างสรรค์สำหรับเด็กปฐมวัย. วิทยานิพนธ์ ปร.ด. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พิสนุ พงศ์ศรี. (2553). การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย. (พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ด่านสุทธาการพิมพ์.
- พีชญาณ์ พานะกิจ. (2558). การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ปร.ด. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ภพ เลหาโพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัสสร ติตมา. (2558). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ระบายร่างกายมนุษย์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะแต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- มัลลิกา วิชชุกรอิงครัด. (2553). การศึกษาการทำงานเป็นทีมของพนักงานครูเทศบาลสังกัดเทศบาล เมืองชลบุรี. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ยงยุทธ เกษสาคร. (2554). ภาวะผู้นำและการทำงานเป็นทีม. กรุงเทพฯ: เอสแอนด์ จี กราฟฟิค.
- โรงเรียนบ้านป่าเตย, กลุ่มบริหารงานวิชาการ. (2560 . การวัดและประเมินผลการเรียนรู้อของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ประจำปีการศึกษา 2560. มุกดาหาร: โรงเรียนบ้านป่าเตย.

- โรงเรียนบ้านป่าเตย, กลุ่มบริหารงานวิชาการ. (2561. *หลักสูตรสถานศึกษา (ฉบับปรับปรุง) . มุกดาหาร: โรงเรียนบ้านป่าเตย.*
- เล็ก สมบัติ. (2545). *กลยุทธ์การบริหารงานสวัสดิการสังคม*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ลาวรรณ โสมแพน. (2550. *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการ สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วราภรณ์ ตระกูลสุชาติ. (2550). *การทำงานเป็นทีม*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- วารินทร์ รัตมีพรหม. (2542. *การออกแบบและพัฒนาระบบการสอน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชา เทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- วาสนา ชาวหา. (2548. *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: อักษรสยามการพิมพ์.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูนิธิสคศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล. (2553). *จากหลักสูตรแกนกลางสู่หลักสูตร สถานศึกษา: กระบวนทัศน์ใหม่การพัฒนา*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2543). *พลังเรียนรู้ในกระบวนทัศน์ใหม่*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิมลรัตน์ สุนทรวิโรจน์. (2551). *เอกสารประกอบการสอนวิชา 0506702 : นวัตกรรม เพื่อการเรียนรู้*. มหาสารคาม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วีระ ไทยพานิช. (2551. *การเรียนการสอนโครงสร้างไวยากรณ์ภาษาอังกฤษ*. คณะ ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วีระชาติ กิเลนทอง. (2560). *สภาวะการศึกษาไทย ปี 2558/2559 ความจำเป็นของการ แข่งขันและการกระจายอำนาจในระบบการศึกษาไทย*. กรุงเทพฯ: 21 เซ็นจูรี่.

- ศศิรัศม์ สริกขกานนท์. (2540). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอว์แรนซ์*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศักดิ์ดา พิมพ์แก้ว. (2552). *การสร้างชุดกิจกรรมกลุ่มสาระสุขศึกษาและพลศึกษา เรื่องครอบครัวและเพศศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. อุดรดิตถ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.
- ศูนย์การเรียนรู้การสอนสะเต็มของสมาคมเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษา 1191. (ม.ป.ป.). *วงจรถอบการออกแบบเชิงวิศวกรรมของ STEM Center for Teaching and Learning™*. เข้าถึงได้จาก <http://www.library.uru.ac.th/webdb/images/party.htm>.
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งประเทศไทย. (2559). *รู้จักสะเต็ม*. เข้าถึงได้จาก http://www.stemedthailand.org/?page_id=23.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *หนังสือเสริมการเรียนรู้การออกแบบและเทคโนโลยี กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว.
- _____. (2557). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สมนึก ภัททิยธานี. (2544). *การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กทม.: ประสานการพิมพ์.
- _____. (2554). *การวัดผลการศึกษา*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. (2545). *การสร้างแบบจำลองความเป็นครูและเจตคติทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ทบวงมหาวิทยาลัย.
- สายสุณี สีหพงษ์. (2545). *ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดบุรีรัมย์*. วิทยานิพนธ์ คศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- ลำเรียง บุญเรืองรัตน์. (2549). *การประเมินผลหลักสูตรการสอน*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2554). *ยุทธศาสตร์การผลิตและพัฒนากำลังคนของประเทศในช่วงการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง พ.ศ. 2552-2561*. กรุงเทพฯ : พริกหวานกราฟฟิค.
- _____. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579*. กรุงเทพฯ: บริษัทพริกหวานกราฟฟิค.
- สำนักงานคณะกรรมการการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2550). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์โอเดียนสแควร์.
- สิทธิชัย ชมพูพาทย์. (2554). *การพัฒนาพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูและนักเรียนในโรงเรียนส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สิริกร กลยนิษฐ์. (2556). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). *สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 17(2), 201-202.
- สุเมธ งามกนก. (2551). *การสร้างทีมงาน (Team building)*. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 19(1), 20-28..
- สุนทร พลวงศ์. (2551). *การศึกษาการทำงานเป็นทีมโดยใช้กิจกรรม 5 ส. ในการบริหารงาน อาคารสถานที่ของโรงเรียนบ้านหนองหัวหมู อำเภอเมืองจังหวัดอุดรธานี*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุปาณี ว่างานนท์. (2558). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามหลักการของ Marzano สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- สุพจน์ วงศ์คำจันทร์. (2550). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบแบบด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดและการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ที่มีผลต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติพิลึกส์ : งาน พลังงานและโมเมนตัม และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุพัตรา โคตะวงษ์. (2559). การส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมแพศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุริพร พิงพุดคุณ. (2550). การบริหารจัดการทีมงาน. กรุงเทพฯ: เอ็กเซอร์เน็ท.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2554). 21 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ. กรุงเทพฯ: ภาพการพิมพ์.
- สุวิมล ตีรกานันท์. (2551). การสร้างเครื่องมือวัดตัวแปรในการวิจัยทางสังคมศาสตร์ : แนวทางสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อนุวัฒน์ เดชโชติสง. (2553). ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องเวกเตอร์โดยใช้โปรแกรม C.a.R.. สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อรนุช ลิมตศิริ. (2546). นวัตกรรมและเทคโนโลยีการสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 3). พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- อรพรรณ พรสีมา. (2540). การเรียนรู้แบบร่วมมือแรงร่วมใจ. ในทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม หน้า 57-66. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- อาทิตยา ภูมิคอนสาร. (2560). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2546). หลักการสอน (ฉบับปรับปรุง). (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

- อารี พันธุ์มณี. (2552). *กิจกรรมคัดสรรในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ช่วงชั้นที่ 1*. กรุงเทพฯ : สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ.
- อุดม กาญจนจันทร์. (2556). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขา เกษตรศาสตร์ โดยใช้วิธีสอนแบบสร้างองค์ความรู้จากการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ร่วมกับการสอนโดยอาศัยปัญหาเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. พัทลุง: มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- อุทุมพร กันทะใจ. (2546). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ : กรณีศึกษาโรงเรียนหนองโนประชาสรรค์ จังหวัดขอนแก่น*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Bloom, B.S. (1971). *Taxonomy of Educational objectives : The Classification Of Education Goals*. New York : David McKay.
- Capraro & Morgan. (2013). *STEM Project-Based Learning : An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. Second Edition, Sense Publishers, 1-7.
- Certinkaya, C. (2014). The effect of gifted students' creative problem solving program on creative thinking. *Procedia Social and Behavioral Science*, 5(116), 3722-3726.
- Good, C.V. (1991). *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill.
- Han, S., Capraro, R. and Capraro, M.M. (2014). How Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Project-based Learning (PBL) affects High, Middle and Low Achievers Differently: The Impact of Student Factors on Achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 1089-1113.
- Heaton, C.A. (1990). The Moral Reasoning of High School from Diverse Education Setting. *Dissertation Abstracts International*, 63(02B), 209-A.

- Johnson, D.W. and Johnson, R.T. (2002). *Meaningful Assessment : A manageable and cooperative Process*. Boston : Allyn and Bacon.
- Marzano, R.J., Pickering, D.J.,& Pollock, J.E. (2011). *Classroom Instruction that Works : Research-based Strategies for Increasing Student Achievement*. Virginia : Association for Supervision and Curriculum Development.
- Mitchel, W.E. and Kowalk, T.F. (1999). *Creative Problem Solving*. Retrieved 25 November 2009, from <http://www.qub.ac.uk/directorates/sgc/learning/Resources/Management/Fietoupload,119297,en.Pdf>.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K–12 Science Education : Practices, Crosscutting Concept, and Core Ideas*. Committee on New Science Education Standards, Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Science and Education. Washington, DC: National Academy Press.
- Quang, L. T., Hoang, L. H., Chaun, V. D., Nam, N. H., Anh, N. T., & Nhung, V. T. (2015). *Integrated Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) education through active experience of designing technical toys in Vietnamese schools*. dor : 10.9734/BJESBS/2015/19429.
- Sahin, A., Ayar, M., & Adiguzel, T. (2014). STEM related after-school program activities and associated outcomes on student learning. *Educational Sciences : Theory & Practice*, 14(1), 309–322.
- Scott, C. (2012). An Investigation of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Focused High School in the U.S. *Journal of STEM Education*, 13(5), 30–39.
- Slavin, R. E. (1990). *Cooperative Learning : Theory, Research and Practices Massachusetts*. New Jersey: Prentice–Hall.
- _____. (1995). *Cooperative Learning*. New Jersey: Prentice–Hall.

- Treffinger, Donald J ; & Isaksen, Scott G. (2011). Creative Problem Solving : the History, Development, and Implications for gifted Education and Talent Development. *Gifted Child quarterly* (2011, Vol. 49, No 4, 342-353). New York: The Free Press.
- Tseng, et al. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM). *In a project-based learning (PJBL) environment. Springer Science Business Media B.V., 23(1), 87-102.*
- Tseng, K., and Chen, W. (2016). Attitudes toward Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in a Project-based Learning (PJBL) Environment. *International Journal of Science and Mathematics Education, 23, 87-102.*
- Vasquez, J.A., Sneider, C., and Comer, M. (2013). *STEM Lesson Essentials : Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics.* Portsmouth, NH: Heinemann.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

- 1) ดร.สมพร หลิมเจริญ ตำแหน่ง ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสกลนคร เขต 1 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน วิทยาศาสตร์
- 2) ดร.สมพงษ์ พันธุ์รัตน์ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำวิชา สาขาการวัดผล และประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
- 3) ดร. สุภชัย สุริยะกมล ตำแหน่ง ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านนาตะแบง 1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามุกดาหาร ดุษฎีบัณฑิต (สาขาวิจัยและวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล และประเมินผล
- 4) นายสุริยา เสียงเย็น ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านนิคมร่มเกล้า สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามุกดาหาร ผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาไทย
- 5) นางวนิดาพร วรวิรุฬวงศ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ (กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมุกดาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษามุกดาหาร ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน วิทยาศาสตร์



ที่ ศธ ๐๕๔๒.๑๒/ว ๖๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑๘ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.สมพงษ์ พันธุ์รัตน์

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ จำนวน ๑ ชุด
๒. เครื่องมือการวิจัย จำนวน ๑ ชุด
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวพิมพ์พิชา ศาสตราชัย รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๐๕๒๑๒๓๑๑๒๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิตร ทองชั้น เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมเกียรติ พลละจิตต์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อให้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

U. eumm

(รองศาสตราจารย์ ดร.หาญชัย อัมภามล)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวพิมพ์พิชา ศาสตราชัย โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๕๔๕๖ ๕๗๐๔

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



ที่ ศธ ๐๕๔๒.๑๒/ว ๒๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๒๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑๘ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.สุภชัย สุริยะกมล

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ จำนวน ๑ ชุด
๒. เครื่องมือการวิจัย จำนวน ๑ ชุด
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวพิมพ์พิชชา ศาสตราชัย รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๐๔๒๑๒๓๑๑๒๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิตร ทองชั้น เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมเกียรติ พละจิตต์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อให้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

U. eumv

(รองศาสตราจารย์ ดร.หาญชัย อัมภามล)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวพิมพ์พิชชา ศาสตราชัย โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๕๔๕๖ ๕๗๐๔

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



ที่ ศธ ๐๕๔๒.๑๒/ว ๒๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๒๘๐ ถนนตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑๘ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขออนุมัติคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านนิคมร่มเกล้า

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ จำนวน ๑ ชุด
๒. เครื่องมือการวิจัย จำนวน ๑ ชุด
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวพิมพ์พิชชา ศาสตราชัย รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๐๔๒๑๒๓๑๑๒๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิตร ทองชั้น เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมเกียรติ พละจิตต์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขออนุมัติคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

U. eum

(รองศาสตราจารย์ ดร.หาญชัย อัมภามล)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวพิมพ์พิชชา ศาสตราชัย โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๕๔๕๖ ๕๗๐๔

ที่ ศธ ๐๕๔๒.๑๒/๑๑๗



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๕ มกราคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขออนุญาตยืมเครื่องใช้เครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านขอนแก่น

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวพิมพ์พิชชา ศาสตราชัย รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๐๔๒๑๒๓๑๑๒๑๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิตร ทองซัน เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมเกียรติ พลละจิตต์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอยืมเครื่องใช้เครื่องมือการวิจัย เพื่อหาความเชื่อมั่นในการศึกษาวิจัยประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ดังนั้น บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขออนุญาตยืมท่านในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยดังกล่าวแก่นักศึกษาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.หาญชัย อัมภากล)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวพิมพ์พิชชา ศาสตราชัย โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๕๔๕๖ ๕๗๐๔

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”

ที่ ศธ ๐๕๔๒.๑๒/๑๖๑



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถนนิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๒

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านป่าเตย

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวพิมพ์พิชชา ศาสตราชัย รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๐๔๒๑๒๓๓๑๒๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิตร ทองชั้น เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมเกียรติ พลละจิตต์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านให้นักศึกษารายดังกล่าวได้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย เพื่อนำข้อมูลที่ได้ประกอบการศึกษาวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณในความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.หาญชัย อัมภามล)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวพิมพ์พิชชา ศาสตราชัย โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๘ ๕๔๕๖ ๕๗๐๔

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ

ตาราง 18 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ชุดที่ 1 เรื่อง แร่รับกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า เฉลี่ย	ระดับ คุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม								
1.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
1.2 ชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมได้ครอบคลุมชัดเจน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
2. คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ สำหรับครู								
2.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	4	4	4	21	4.20	มาก
2.2 ชี้แจงข้อปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมได้ชัดเจน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
2.3 กำหนดบทบาทของครูได้ชัดเจน ละเอียด ครบถ้วน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
2.4 ช่วยให้ครูทราบวิธีการประเมินผลการเรียนรู้	4	5	4	4	4	21	4.20	มาก
3. คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน								
3.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	4	5	23	4.60	มากที่สุด
3.2 ชี้แจงข้อปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมได้ชัดเจน	5	4	5	4	4	22	4.40	มาก
3.3 กำหนดบทบาทของนักเรียนได้ชัดเจน ละเอียดครบถ้วน	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
3.4 กำหนดการประเมินผลที่ชัดเจนแก่นักเรียน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก

ตาราง 18 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า เฉลี่ย	ระดับ คุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
4. แผนประกอบการใช้ชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์								
4.1 มีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ครบถ้วนและเหมาะสม	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
4.2 สารระสำคัญสอดคล้องกับตัวชี้วัดและ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรม ที่ต้องการวัดอย่างชัดเจนสามารถวัดและ ประเมินผลได้	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
4.4 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
4.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
4.6 เรียงลำดับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวSTEM Educationร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือได้ครบ ตามขั้นตอน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
5. การจัดรูปแบบรูปเล่ม								
5.1 ลักษณะรูปเล่มน่าสนใจกระตุ้นการเรียนรู้	4	3	4	4	4	19	3.80	มาก
5.2 การออกแบบปกน่าสนใจ	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
5.3 ขนาดของเล่มเหมาะสมกับวัยของ ผู้เรียน	5	4	5	5	4	24	4.60	มากที่สุด
5.4 ขนาดของตัวหนังสือเหมาะสมกับวัย ผู้เรียน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก

ตาราง 18 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
5.5 การออกแบบปกมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	5	4	5	4	4	22	4.40	มาก
6. การจัดรูปภาพประกอบ								
6.1 ภาพประกอบมีสีสันสวยงามเหมาะสมกับชุดกิจกรรม	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
6.2 ปริมาณภาพกับข้อความมีความเหมาะสม	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
6.3 ภาพประกอบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
6.4 ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
6.5 การจัดภาพประกอบและข้อความมีความเหมาะสมเข้าใจง่าย	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
7. เนื้อหา								
7.1 เนื้อหาในใบความรู้มีสอดคล้องกับจุดประสงค์และสาระการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
7.2 เนื้อหาเข้าใจง่ายส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน	4	4	4	5	4	21	4.20	มาก
7.3 เนื้อหาเข้าใจง่ายและยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
7.4 เนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีม	4	3	4	4	4	19	3.80	มาก
8. การใช้ภาษา								
8.1 ชื่อเรื่องมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก

ตาราง 18 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า เฉลี่ย	ระดับ คุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
8.2 ภาษาที่ใช้ถูกต้องและชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
8.3 ภาษากระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
8.4 ภาษาส่งเสริมจินตนาการของผู้เรียน	4	3	4	4	4	19	3.80	มาก
8.5 ภาษาที่ใช้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	5	4	5	4	4	22	4.40	มาก
9. การวัดและประเมินผล								
9.1 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	4	4	21	4.20	มาก
9.3 สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด ในหลักสูตร	3	4	5	4	4	20	4.00	มาก
9.4 ส่งเสริมการวัดตามพุทธิพิสัย ทักษะ พิสัย และจิตพิสัย	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
9.5 มีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
รวม							165	-
ค่าเฉลี่ย							4.13	มาก

ตาราง 19 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ชุดที่ 2 เรื่อง แรงแดันอากาศ

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า เฉลี่ย	ระดับ คุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม								
1.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
1.2 ชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมได้ครอบคลุม ชัดเจน	5	4	5	5	4	24	4.60	มากที่สุด
2. คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับครู								
2.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
2.2 ชี้แจงข้อปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรม ได้ชัดเจน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
2.3 กำหนดบทบาทของครูได้ชัดเจน ละเอียด ครบถ้วน	5	4	5	5	4	24	4.60	มากที่สุด
2.4 ช่วยให้ครูทราบวิธีการประเมินผล การเรียนรู้	4	5	4	4	4	21	4.20	มาก
3. คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน								
3.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	4	5	23	4.60	มากที่สุด
3.2 ชี้แจงข้อปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรม ได้ชัดเจน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
3.3 กำหนดบทบาทของนักเรียนได้ชัดเจน ละเอียดครบถ้วน	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
3.4 กำหนดการประเมินผลที่ชัดเจนแก่ นักเรียน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
4. แผนประกอบการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์								
4.1 มีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนและเหมาะสม	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
4.2 สารสำคัญสอดคล้องกับตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดอย่างชัดเจนสามารถวัดและประเมินผลได้	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
4.4 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	5	4	5	5	4	24	4.60	มากที่สุด
4.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
4.6 เรียงลำดับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวSTEM Educationรวมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือได้ครบตามขั้นตอน	5	4	5	4	4	22	4.40	มาก
5. การจัดรูปแบบรูปเล่ม								
5.1 ลักษณะรูปเล่มน่าสนใจกระตุ้นการเรียนรู้	4	4	4	5	5	22	4.40	มาก
5.2 การออกแบบปกน่าสนใจ	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
5.3 ขนาดของเล่มเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	5	4	24	4.60	มากที่สุด

ตาราง 19 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
5.4 ขนาดของตัวหนังสือเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
5.5 การออกแบบปกมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	4	4	23	4.60	มากที่สุด
6. การจัดรูปภาพประกอบ								
6.1 ภาพประกอบมีสีสันสวยงามเหมาะสมกับชุดกิจกรรม	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
6.2 ปริมาณภาพกับข้อความมีความเหมาะสม	4	3	4	4	4	19	3.80	มาก
6.3 ภาพประกอบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
6.4 ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
6.5 การจัดภาพประกอบและข้อความมีความเหมาะสมเข้าใจง่าย	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
7. เนื้อหา								
7.1 เนื้อหาในใบความรู้มีสอดคล้องกับจุดประสงค์และสาระการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
7.2 เนื้อหาเข้าใจง่ายส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน	4	4	4	3	4	19	3.80	มาก
7.3 เนื้อหาเข้าใจง่ายและยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
7.4 เนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีม	4	3	4	4	4	19	3.80	มาก

ตาราง 19 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
8. การใช้ภาษา								
8.1 ข้อเรื่องมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
8.2 ภาษาที่ใช้ถูกต้องและชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
8.3 ภาษากระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
8.4 ภาษาส่งเสริมจินตนาการของผู้เรียน	4	3	4	4	4	19	3.80	มาก
8.5 ภาษาที่ใช้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	5	4	5	4	4	22	4.40	มาก
9. การวัดและประเมินผล								
9.1 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	4	5	4	5	4	22	4.40	มาก
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	4	4	21	4.20	มาก
9.3 สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด ในหลักสูตร	3	4	5	4	4	20	4.00	มาก
9.4 ส่งเสริมการวัดตามพุทธิพิสัย ทักษะ พิสัย และจิตพิสัย	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
9.5 มีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
รวม							166.8	-
ค่าเฉลี่ย							4.17	มาก

ตาราง 20 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ชุดที่ 3 เรื่อง แรงดันของของเหลว

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม								
1.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
1.2 ชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมได้ครอบคลุมชัดเจน	5	4	5	5	4	24	4.60	มากที่สุด
2. คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับครู								
2.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
2.2 ชี้แจงข้อปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมได้ชัดเจน	5	5	5	4	4	23	4.60	มากที่สุด
2.3 กำหนดบทบาทของครูได้ชัดเจน ละเอียดครบถ้วน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
2.4 ช่วยให้ครูทราบวิธีการประเมินผลการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
3. คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน								
3.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	5	4	24	4.60	มากที่สุด
3.2 ชี้แจงข้อปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมได้ชัดเจน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
3.3 กำหนดบทบาทของนักเรียนได้ชัดเจน ละเอียดครบถ้วน	5	5	5	4	4	23	4.60	มากที่สุด
3.4 กำหนดการประเมินผลที่ชัดเจนแก่นักเรียน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก

ตาราง 20 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
4. แผนประกอบการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์								
4.1 มีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนและเหมาะสม	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
4.2 สารสำคัญสอดคล้องกับตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	5	4	5	5	4	24	4.60	มากที่สุด
4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดอย่างชัดเจนสามารถวัดและประเมินผลได้	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
4.4 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	5	4	5	5	4	24	4.60	มากที่สุด
4.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้	4	5	4	5	4	22	4.00	มาก
4.6 เรียงลำดับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือได้ครบตามขั้นตอน	4	5	4	4	4	21	4.40	มาก
5. การจัดรูปแบบรูปเล่ม								
5.1 ลักษณะรูปเล่มน่าสนใจกระตุ้นการเรียนรู้	3	4	5	4	4	20	4.40	มาก
5.2 การออกแบบปกน่าสนใจ	4	5	4	5	4	22	4.00	มาก
5.3 ขนาดของเล่มเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4	5	4	4	4	21	4.60	มากที่สุด

ตาราง 20 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
5.4 ขนาดของตัวหนังสือเหมาะสมกับ วัยผู้เรียน	3	4	5	4	4	20	4.00	มาก
5.5 การออกแบบปกมีความสอดคล้อง กับเนื้อหา	5	5	5	4	4	23	4.60	มากที่สุด
6. การจัดรูปภาพประกอบ								
6.1 ภาพประกอบมีสีสวยงามเหมาะสม กับชุดกิจกรรม	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
6.2 ปริมาณภาพกับข้อความมีความ เหมาะสม	4	3	4	4	4	19	3.80	มาก
6.3 ภาพประกอบส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์ของผู้เรียน	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
6.4 ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจเนื้อหา ได้ดีขึ้น	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
6.5 การจัดภาพประกอบและข้อความ มีความเหมาะสมเข้าใจง่าย	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
7. เนื้อหา								
7.1 เนื้อหาในใบความรู้มีสอดคล้องกับ จุดประสงค์และสาระการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
7.2 เนื้อหาเข้าใจง่ายส่งเสริม ประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน	4	4	4	3	4	19	3.80	มาก
7.3 เนื้อหาเข้าใจง่ายและยึดผู้เรียน เป็นสำคัญ	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
7.4 เนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีม	4	3	4	4	4	19	3.80	มาก

ตาราง 20 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า เฉลี่ย	ระดับ คุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
8. การใช้ภาษา								
8.1 ชื่อเรื่องมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
8.2 ภาษาที่ใช้ถูกต้องและชัดเจนเข้าใจ ง่าย	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
8.3 ภาษากระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
8.4 ภาษาส่งเสริมจินตนาการของ ผู้เรียน	4	3	4	4	4	19	3.80	มาก
8.5 ภาษาที่ใช้ส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์	5	4	5	4	4	22	4.40	มาก
9. การวัดและประเมินผล								
9.1 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการ เรียนรู้	4	5	4	5	4	22	4.40	มาก
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
9.3 สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด ในหลักสูตร	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
9.4 ส่งเสริมการวัดตามพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
9.5 มีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
รวม							167.80	-
ค่าเฉลี่ย							4.20	มาก

ตาราง 21 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ชุดที่ 4 เรื่อง การลอย การจม และแรงพยุง

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า เฉลี่ย	ระดับ คุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม								
1.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	4	5	23	4.60	มากที่สุด
1.2 ชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมได้ครอบคลุมชัดเจน	5	4	5	4	4	22	4.40	มาก
2. คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ สำหรับครู								
2.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
2.2 ชี้แจงข้อปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมได้ชัดเจน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
2.3 กำหนดบทบาทของครูได้ชัดเจน ละเอียด ครบถ้วน	5	4	5	4	5	23	4.60	มากที่สุด
2.4 ช่วยให้ครูทราบวิธีการประเมินผลการ เรียนรู้	4	5	4	4	4	21	4.20	มาก
3. คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน								
3.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	4	5	23	4.60	มากที่สุด
3.2 ชี้แจงข้อปฏิบัติในการใช้ชุดกิจกรรมได้ ชัดเจน	5	4	5	4	4	22	4.40	มาก
3.3 กำหนดบทบาทของนักเรียนได้ชัดเจน ละเอียดครบถ้วน	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
3.4 กำหนดการประเมินผลที่ชัดเจนแก่นักเรียน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
4. แผนประกอบการใช้ชุดกิจกรรม								
วิทยาศาสตร์								
4.1 มีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนและเหมาะสม	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
4.2 สารระสำคัญสอดคล้องกับตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	5	4	5	4	4	22	4.40	มาก
4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดอย่างชัดเจนสามารถวัดและประเมินผลได้	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
4.4 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	5	4	5	5	4	24	4.60	มากที่สุด
4.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
4.6 เรียงลำดับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือได้ครบตามขั้นตอน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
5. การจัดรูปแบบรูปเล่ม								
5.1 ลักษณะรูปเล่มน่าสนใจกระตุ้นการเรียนรู้	4	3	4	4	4	19	3.80	มาก
5.2 การออกแบบปกน่าสนใจ	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
5.3 ขนาดของเล่มเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	5	4	24	4.60	มากที่สุด

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
5.4 ขนาดของตัวหนังสือเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
5.5 การออกแบบปกมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
6. การจัดรูปภาพประกอบ								
6.1 ภาพประกอบมีสีสวยงามเหมาะสมกับชุดกิจกรรม	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
6.2 ปริมาณภาพกับข้อความมีความเหมาะสม	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
6.3 ภาพประกอบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
6.4 ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
6.5 การจัดภาพประกอบและข้อความมีความเหมาะสมเข้าใจง่าย	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
7. เนื้อหา								
7.1 เนื้อหาในใบความรู้มีสอดคล้องกับจุดประสงค์และสาระการเรียนรู้	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
7.2 เนื้อหาเข้าใจง่ายส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน	4	3	4	4	4	19	3.80	มาก
7.3 เนื้อหาเข้าใจง่ายและยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ	5	4	5	4	4	22	4.40	มาก
7.4 เนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีม	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
8. การใช้ภาษา								
8.1 ชื่อเรื่องมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
8.2 ภาษาที่ใช้ถูกต้องและชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
8.3 ภาษากระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
8.4 ภาษาส่งเสริมจินตนาการของผู้เรียน	4	3	4	4	4	19	3.80	มาก
8.5 ภาษาที่ใช้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	5	4	5	4	4	22	4.40	มาก
9. การวัดและประเมินผล								
9.1 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	4	24	4.60	มากที่สุด
9.3 สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัดในหลักสูตร	5	4	5	5	4	24	4.60	มากที่สุด
9.4 ส่งเสริมการวัดด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย	5	4	5	5	4	24	4.60	มากที่สุด
9.5 มีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
รวม							169.20	-
ค่าเฉลี่ย							4.23	มาก

ตาราง 22 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ชุดที่ 5 เรื่อง แรงเสียดทาน

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า เฉลี่ย	ระดับ คุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม								
1.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
1.2 ชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมได้ครอบคลุม ชัดเจน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
2. คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับครู								
2.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
2.2 ชี้แจงข้อปฏิบัติในการใช้ชุด กิจกรรมได้ชัดเจน	5	4	5	4	4	22	4.40	มาก
2.3 กำหนดบทบาทของครูได้ชัดเจน ละเอียด ครบถ้วน	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
2.4 ช่วยให้ครูทราบวิธีการประเมินผล การเรียนรู้	4	5	4	4	4	21	4.20	มาก
3. คำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน								
3.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
3.2 ชี้แจงข้อปฏิบัติในการใช้ชุด กิจกรรมได้ชัดเจน	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
3.3 กำหนดบทบาทของนักเรียนได้ ชัดเจน ละเอียดครบถ้วน	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
3.4 กำหนดการประเมินผลที่ชัดเจนแก่ นักเรียน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
4. แผนประกอบการใช้ชุดกิจกรรม								
วิทยาศาสตร์								
4.1 มีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วนและเหมาะสม	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
4.2 สารสำคัญสอดคล้องกับตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	5	4	5	4	4	22	4.40	มาก
4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดอย่างชัดเจนสามารถวัดและประเมินผลได้	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
4.4 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	5	4	5	5	4	24	4.60	มากที่สุด
4.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
4.6 เรียงลำดับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือได้ครบตามขั้นตอน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
5. การจัดรูปแบบรูปเล่ม								
5.1 ลักษณะรูปเล่มน่าสนใจกระตุ้นการเรียนรู้	4	3	4	4	4	19	3.80	มาก
5.2 การออกแบบปกน่าสนใจ	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
5.3 ขนาดของเล่มเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	5	4	24	4.60	มากที่สุด
5.4 ขนาดของตัวหนังสือเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
5.5 การออกแบบปกมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
6. การจัดรูปภาพประกอบ								
6.1 ภาพประกอบมีสีสันสวยงามเหมาะสมกับชุดกิจกรรม	4	3	4	4	4	19	3.80	มาก
6.2 ปริมาณภาพกับข้อความมีความเหมาะสม	5	4	5	5	4	24	4.60	มากที่สุด
6.3 ภาพประกอบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน	5	4	5	5	4	24	4.60	มากที่สุด
6.4 ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
6.5 การจัดภาพประกอบและข้อความมีความเหมาะสมเข้าใจง่าย	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
7. เนื้อหา								
7.1 เนื้อหาในใบความรู้มีสอดคล้องกับจุดประสงค์และสาระการเรียนรู้	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
7.2 เนื้อหาเข้าใจง่ายส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน	4	3	4	4	4	19	3.80	มาก
7.3 เนื้อหาเข้าใจง่ายและยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ	5	4	5	4	4	22	4.40	มาก
7.4 เนื้อหาในกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีม	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
8. การใช้ภาษา								
8.1 ชื่อเรื่องมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
8.2 ภาษาที่ใช้ถูกต้องและชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า เฉลี่ย	ระดับ คุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
8.3 ภาษากระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	4	4	5	4	4	21	4.20	มาก
8.4 ภาษาส่งเสริมจินตนาการของผู้เรียน	4	3	4	4	4	19	3.80	มาก
8.5 ภาษาที่ใช้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	5	4	5	4	4	22	4.40	มาก
9. การวัดและประเมินผล								
9.1 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
9.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	4	24	4.60	มากที่สุด
9.3 สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด ในหลักสูตร	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
9.4 ส่งเสริมการวัดด้านพุทธิพิสัย ทักษะ พิสัย และจิตพิสัย	4	5	5	4	4	22	4.40	มาก
9.5 มีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้	4	4	4	4	4	20	4.00	มาก
รวม							167.40	-
ค่าเฉลี่ย							4.19	มาก

ตาราง 23 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ชุดกิจกรรม ชุดที่ 1-5

ชุดที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ										รวม	ค่าเฉลี่ย	แปลผล
	คนที่ 1		คนที่ 2		คนที่ 3		คนที่ 4		คนที่ 5				
	รวม	\bar{X}	รวม	\bar{X}	รวม	\bar{X}	รวม	\bar{X}	รวม	\bar{X}			
1	165	4.13	163	4.08	174	4.35	162	4.05	161	4.03	165	4.13	เหมาะสมมาก
2	167	4.18	164	4.10	176	4.40	165	4.13	162	4.05	166.8	4.17	เหมาะสมมาก
3	166	4.15	169	4.23	177	4.43	166	4.15	160	4.0	167.8	4.20	เหมาะสมมาก
4	173	4.33	163	4.08	182	4.55	165	4.13	163	4.08	169.2	4.23	เหมาะสมมาก
5	169	4.23	162	4.05	181	4.53	165	4.13	160	4.0	167.4	4.19	เหมาะสมมาก
รวม											836.2	20.92	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย											167.24	4.18	

การแปลความหมายของค่าเฉลี่ย

- ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
 ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
 ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
 ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับพอใช้
 ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปรับปรุง

ตาราง 24 แสดงผลการทดลองภาคสนามชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือกับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 14 คน ในแต่ละชุด
(ชุดที่ 1-5

ลำดับที่	คะแนนที่ได้ (ใบงาน/แบบทดสอบย่อย/แบบสังเกตทักษะการทำงานเป็นทีม)														
	ชุดที่ 1			ชุดที่ 2			ชุดที่ 3			ชุดที่ 4			ชุดที่ 5		
	45	10	10	45	10	10	45	10	10	45	10	10	45	10	10
1	41	8	8	43	7	9	42	9	9	44	8	9	41	7	8
4	43	7	8	45	9	8	41	8	8	44	8	8	43	9	8
3	43	9	8	43	9	8	41	10	10	41	8	10	43	9	8
4	44	9	9	44	9	8	43	9	9	45	10	9	44	9	9
5	40	8	8	41	8	10	37	7	8	19	8	9	40	8	8
6	45	10	8	44	8	9	42	8	8	44	8	8	45	8	10
7	41	9	8	45	8	8	44	8	8	43	8	10	41	8	9
8	43	9	10	43	10	9	44	9	10	45	9	9	43	10	9
9	41	10	9	44	9	8	44	10	9	43	8	9	41	9	8
10	45	7	8	43	8	8	44	9	8	44	8	8	41	8	10
11	41	8	9	45	9	8	40	8	9	44	8	10	43	8	9
12	43	7	8	43	8	8	44	8	8	44	8	9	43	8	9
13	43	9	8	44	10	9	38	8	8	41	8	9	44	8	8
14	44	9	8	41	9	8	41	9	8	45	9	8	40	9	10

ตาราง 25 แสดงผลการทดลองภาคสนามชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือกับนักเรียน ในแต่ละชุด
(ชุดที่ 1-5) ในภาพรวม

ที่	คะแนนในภาพรวม (3 ด้าน)			
	ใบงาน	แบบทดสอบย่อย	ทักษะทำงานเป็นทีม	รวม
	(225)	(50)	(50)	(325)
1	211	39	43	293
2	216	41	40	297
3	211	45	44	300
4	220	46	44	310
5	177	39	43	259
6	220	42	43	305
7	214	41	43	298
8	218	47	47	312
9	213	46	43	302
10	217	40	42	299
11	213	41	45	299
12	217	39	42	298
13	210	43	42	295
14	211	45	42	298
รวม	2968	594	603	4165
\bar{X}	212	42.43	43.07	297.50
S.D.	10.627	2.87	1.64	12.29
$E_1 = \frac{297.5}{325} \times 100$			$E_1 = 91.53$	

ตาราง 26 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน

กิจกรรม	ประเด็นการพิจารณา	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญท่านที่					รวม	IOC	การแปลผล
		1	2	3	4	5			
สถานการณ์ เรื่อง เรือบรรทุก สินค้า	1. ปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร (ชั้นการพบความจริง)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	2. ปัญหาดังกล่าวนี้อาจเกิดมาจาก อะไร (ชั้นการค้นปัญหา)	+1	0	+1	0	0	3	0.60	สอดคล้อง
	3. จงนำเสนอแนวทางในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จาก สถานการณ์นี้หลายๆ แนวทาง (ชั้นการตั้งสมมติฐาน)	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
	4. จากข้อ 3 จงเลือกวิธีการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ เหมาะสมที่สุดมา 1 วิธี พร้อมทั้งอธิบายวิธีการสร้างชิ้นงาน มาพอสังเขป (ชั้นการค้นพบคำตอบ)	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
	5. นักเรียนคิดว่าผลที่เกิดจากการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยวิธี ที่เลือกคืออะไร (ชั้นการยอมรับผลจากการค้นพบ)	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
	6. นักเรียนจะนำวิธีการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์นี้ไปปรับใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง (ชั้นการยอมรับผลจากการค้นพบ)	+1	0	+1	0	0	3	0.60	สอดคล้อง

เกณฑ์การประเมิน ดังต่อไปนี้

- + 1 หมายถึง ข้อคำถามวัดได้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้
- 0 หมายถึง ข้อคำถามวัดได้ไม่ชัดเจนกับวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้
- 1 หมายถึง ข้อคำถามวัดไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้

ตาราง 27 แสดงผลการทดลองภาคสนามแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 14 คน

คนที่	คะแนนในทดสอบ	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
	(คะแนนเต็ม 30)	(คะแนนเต็ม 30)
1	26	27
2	20	18
3	24	26
4	25	26
5	17	17
6	20	21
7	19	21
8	27	25
9	25	26
10	18	21
11	20	23
12	17	19
13	23	24
14	24	24

Reliability

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	14	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	14	100.0

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

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.944	2

Item Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ทดสอบครั้งที่ 1	21.79	3.446	14
ทดสอบครั้งที่ 2	22.71	3.245	14

Summary Item Statistics

	Mean	Minimum	Maximum	Range	Maximum / Minimum	Variance	N of Items
Item Means	22.250	21.786	22.714	.929	1.043	.431	2

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
ทดสอบครั้งที่ 1	22.71	10.527	.895	.802	.a
ทดสอบครั้งที่ 2	21.79	11.874	.895	.802	.a

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item- Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
ทดสอบครั้งที่ 1	22.71	10.527	.895	.802	.a
ทดสอบครั้งที่ 2	21.79	11.874	.895	.802	.a

a. The value is negative due to a negative average covariance among items. This violates reliability model assumptions. You may want to check item codings.

ตาราง 28 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ ผู้เชี่ยวชาญท่านที่					รวม	IOC	การแปลผล
	1	2	3	4	5			
1. ชั้นเตรียม - การแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
2. ชั้นสอน - มีความร่วมมือในการทำงาน	+1	0	+1	0	0	3	0.60	สอดคล้อง
3. ชั้นทำกิจกรรมกลุ่ม - มีความรับผิดชอบและ ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลา	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
4. ชั้นตรวจสอบผลงานและ ทดสอบ - การทำงานตามขั้นตอนที่ วางแผนไว้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5. ชั้นสรุปทบทวนและ ประเมินผลการทำงาน - การสรุปและนำเสนองานได้ ถูกต้อง	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง

เกณฑ์การประเมิน ดังต่อไปนี้

- + 1 หมายถึง ข้อคำถามวัดได้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้
- 0 หมายถึง ข้อคำถามวัดได้ไม่ชัดเจนกับวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้
- 1 หมายถึง ข้อคำถามวัดไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้

ตาราง 29 แสดงผลการประเมินวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบวัด
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและความดัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
กับจุดประสงค์การเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 ท่าน

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2	0	0	+1	+1	0	3	0.60	สอดคล้อง
3	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
6*	+1	0	+1	0	0	2	0.40	ไม่สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
8*	0	+1	0	+1	0	2	0.40	ไม่สอดคล้อง
9	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
10	+1	0	+1	+1	0	3	0.60	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
13*	0	+1	0	+1	+1	2	0.40	ไม่สอดคล้อง
14	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
15*	0	+1	0	0	+1	2	0.40	ไม่สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
17	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
18	0	0	+1	+1	+1	3	0.60	สอดคล้อง
19	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
20*	0	+1	0	0	+1	2	0.40	ไม่สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
22	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 29 (ต่อ)

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
24*	+1	0	0	+1	0	2	0.40	ไม่สอดคล้อง
25	+1	0	+1	0	+1	3	0.60	สอดคล้อง
26	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
28	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
29*	+1	0	+1	0	0	2	0.40	ไม่สอดคล้อง
30	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
31	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
32	0	+1	+1	0	+1	3	0.60	สอดคล้อง
33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
34	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
35*	+1	0	+1	0	0	2	0.40	ไม่สอดคล้อง
36	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
37*	0	0	+1	+1	0	2	0.40	ไม่สอดคล้อง
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
39	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
41*	0	+1	+1	0	0	2	0.40	ไม่สอดคล้อง
42	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
43	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
44	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
45	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
47	+1	0	+1	0	+1	3	0.60	สอดคล้อง
48	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 29 (ต่อ)

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
50*	0	+1	+1	+1	0	2	0.40	ไม่สอดคล้อง
51	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง

ตาราง 30 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและความดัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ข้อ ข้อ	คน กลุ่ม ทดสอบ								รวมคนที่ ตอบถูก	p	แปลผลค่า (p)	r	แปลผลค่า (r)
		1	2	3	4	5	6	7					
1	RU	1	1	1	1	0	1	1	6	0.57	ปานกลาง	0.57	ดีมาก
	RI	0	1	0	0	0	1	0	2				
2	RU	1	1	0	1	1	1	0	5	0.36	ค่อนข้างยาก	0.71	ดีมาก
	RI	0	0	0	0	0	0	0	0				
3	RU	0	1	1	0	1	1	1	5	0.57	ปานกลาง	0.29	พอใช้
	RI	0	0	1	0	1	1	0	3				
4*	RU	1	1	0	0	1	1	1	5	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.14	ปรับปรุง
	RI	1	0	1	0	0	1	1	4				
5	RU	1	1	1	1	1	0	1	6	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.29	พอใช้
	RI	0	1	0	1	1	1	0	4				
6	RU	1	0	1	1	1	0	1	5	0.50	ปานกลาง	0.43	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	0	1	0	2				
7	RU	1	0	1	1	1	1	1	6	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.43	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	0	1	1	3				
8	RU	1	1	1	1	0	1	1	6	0.57	ปานกลาง	0.57	ดีมาก
	RI	0	1	1	0	0	0	0	2				

ตาราง 30 (ต่อ)

ข้อ	คน	กลุ่มทดสอบ								รวมคนที่ตอบถูก	p	แปลผลค่า (p)	r	แปลผลค่า (r)
			1	2	3	4	5	6	7					
9*	RU		1	1	1	1	1	1	1	7	0.93	ง่ายมาก	0.14	ปรับปรุง
	RI		1	0	1	1	1	1	1	6				
10	RU		1	1	1	1	0	0	1	5	0.50	ปานกลาง	0.43	ดีมาก
	RI		1	1	0	0	0	0	0	2				
11	RU		0	1	0	1	0	1	1	4	0.43	ปานกลาง	0.29	พอใช้
	RI		1	0	0	0	1	0	0	2				
12	RU		1	1	1	1	1	1	0	6	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.43	ดีมาก
	RI		1	0	0	1	1	0	0	3				
13*	RU		1	0	1	1	1	1	1	6	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.14	ปรับปรุง
	RI		1	0	1	1	0	1	1	5				
14	RU		1	1	1	1	0	1	1	6	0.57	ปานกลาง	0.57	ดีมาก
	RI		0	1	1	0	0	0	0	2				
15	RU		1	1	1	1	1	1	0	6	0.57	ปานกลาง	0.57	ดีมาก
	RI		1	0	0	1	0	0	0	2				
16*	RU		1	1	1	1	1	1	1	7	0.93	ง่ายมาก	0.14	ปรับปรุง
	RI		1	1	0	1	1	1	1	6				
17	RU		0	1	1	1	1	1	1	6	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.29	พอใช้
	RI		1	0	0	0	1	1	1	4				
18	RU		1	1	1	1	1	1	0	6	0.50	ปานกลาง	0.71	ดีมาก
	RI		1	0	0	0	0	0	0	1				
19	RU		1	1	0	1	0	1	1	5	0.50	ปานกลาง	0.57	ดีมาก
	RI		1	0	0	0	0	0	1	2				

ตาราง 30 (ต่อ)

คน ข้อ	กลุ่ม ทดสอบ	1	2	3	4	5	6	7	รวมคนที่ ตอบถูก	p	แปลผลค่า		
											(p)	r	(r)
20*	RU	0	0	1	0	1	0	0	2	0.21	ค่อนข้างยาก	0.14	ปรับปรุง
	RI	0	0	0	0	0	1	0	1				
21	RU	0	1	1	1	1	1	1	6	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.29	พอใช้
	RI	1	0	0	0	1	1	1	4				
22	RU	1	1	1	1	0	0	1	5	0.50	ปานกลาง	0.43	ดีมาก
	RI	1	1	0	0	0	0	0	2				
23*	RU	1	1	0	1	0	1	1	5	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.14	ปรับปรุง
	RI	1	1	0	1	1	0	0	4				
24	RU	1	1	0	1	1	1	0	5	0.50	ปานกลาง	0.43	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	0	1	0	2				
25	RU	0	1	1	0	1	1	1	5	0.57	ปานกลาง	0.29	พอใช้
	RI	0	0	1	0	1	1	0	3				
26	RU	1	1	1	1	0	0	1	5	0.50	ปานกลาง	0.43	ดีมาก
	RI	1	1	0	0	0	0	0	2				
27	RU	0	0	1	0	1	0	0	2	0.14	ยากมาก	0.29	พอใช้
	RI	0	0	0	0	0	0	0	0				
28*	RU	1	1	1	1	1	1	1	7	0.93	ง่ายมาก	0.14	ปรับปรุง
	RI	1	1	0	1	1	1	1	6				
29	RU	0	1	1	1	1	1	1	6	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.29	พอใช้
	RI	1	0	0	0	1	1	1	4				
30	RU	1	1	1	1	1	1	0	6	0.50	ปานกลาง	0.71	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	0	0	0	1				

ตาราง 30 (ต่อ)

คน ข้อ	กลุ่ม ทดสอบ								รวมคนที่ ตอบถูก	p	แปลผลค่า (p)	r	แปลผล ค่า (r)
		1	2	3	4	5	6	7					
31	RU	1	1	0	1	0	1	1	5	0.50	ปานกลาง	0.57	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	0	0	1	2				
32*	RU	0	0	1	0	1	0	0	2	0.14	ยากมาก	0.29	พอใช้
	RI	0	0	0	0	0	0	0	0				
33	RU	0	1	1	1	1	1	1	6	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.42	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	1	0	1	3				
34	RU	1	1	1	1	0	0	1	5	0.50	ปานกลาง	0.43	ดีมาก
	RI	1	1	0	0	0	0	0	2				
35*	RU	1	1	0	1	0	1	1	5	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.14	ปรับปรุง
	RI	1	1	0	1	1	0	0	4				
36	RU	1	1	0	1	1	1	0	5	0.50	ปานกลาง	0.43	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	0	1	0	2				
37	RU	0	1	1	0	1	1	1	5	0.57	ปานกลาง	0.29	พอใช้
	RI	0	0	1	0	1	1	0	3				
38	RU	1	1	1	1	1	1	0	6	0.50	ปานกลาง	0.71	ดีมาก
39*	RU	0	0	1	0	1	0	0	2	0.14	ยากมาก	0.29	พอใช้
	RI	0	0	0	0	0	0	0	0				
40	RU	1	1	0	1	1	1	0	5	0.50	ปานกลาง	0.43	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	0	1	0	2				

ตาราง 31 แสดงการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง แรงและความดัน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 5 แบบทดสอบ จำนวน 30 ข้อ จากกลุ่มทดลองจำนวน 15 คน

เลขที่	สอบครั้งที่ 1 X	สอบครั้งที่ 2 Y	X ²	Y ²	XY
1	25	27	625	729	675
2	24	26	576	676	624
3	26	26	676	676	676
4	23	25	529	625	575
5	28	29	784	841	812
6	21	23	441	529	483
7	26	27	676	729	702
8	18	20	324	400	360
9	24	25	576	625	600
10	23	23	529	529	529
11	24	25	576	625	600
12	26	27	676	729	702
13	24	26	576	676	624
14	25	26	625	676	650
15	24	25	576	625	600
รวม	361	380	8765	9690	9212

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร Pearson product – moment coefficient correlation (อ้างถึงใน ชวลิต ชูกำแหง, 2553, หน้า 126

$$\begin{aligned}
 r_{xy} &= \frac{N\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\{N\sum x^2 - (\sum x)^2\} \{N\sum y^2 - (\sum y)^2\}}} \\
 &= \frac{(15 \times 9212) - (361 \times 380)}{\sqrt{\{(15 \times 8765) - 130321\} \{(15 \times 9690) - 144400\}}} \\
 &= \frac{138180 - 137180}{\sqrt{(131475 - 130321) \times (145350 - 144400)}} \\
 &= \frac{1000}{\sqrt{(1154 \times 950)}} \\
 &= \frac{1000}{\sqrt{1096300}} \\
 &= \frac{1000}{1047.04} \\
 &= 0.95
 \end{aligned}$$

ตาราง 32 แสดงผลการประเมินวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน

ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3*	0	+1	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
4	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
8	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
10*	0	0	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
12	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
13*	0	+1	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
14	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
15	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
17	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
18*	0	0	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
19	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
20	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
22	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 32 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
24	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
25	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
28	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
29	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
30	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
31	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
32	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
33*	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
34	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
35	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
36	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
37*	0	+1	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
38	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
39	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
40	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง

ตาราง 33 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คน ข้อ	กลุ่ม ทดสอบ	1	2	3	4	5	รวมคนที่ ตอบถูก	p	แปลผลค่า	r	แปลผลค่า
									(p)		(r)
1	RU	1	1	1	1	0	4	0.50	ปานกลาง	0.60	ดีมาก
	RI	0	1	0	0	0	1				
2	RU	1	1	0	1	1	4	0.40	ค่อนข้างยาก	0.80	ดีมาก
	RI	0	0	0	0	0	0				
3	RU	0	1	1	0	1	3	0.50	ปานกลาง	0.20	พอใช้
	RI	0	0	1	0	1	2				
4	RU	1	1	0	0	1	3	0.50	ปานกลาง	0.20	พอใช้
	RI	1	0	1	0	0	2				
5	RU	1	1	1	1	1	5	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก
	RI	0	1	0	1	1	3				
6	RU	1	0	1	1	1	4	0.50	ปานกลาง	0.60	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	0	1				
7	RU	1	0	1	1	1	4	0.50	ปานกลาง	0.60	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	0	1				
8	RU	1	1	1	1	0	4	0.60	ปานกลาง	0.40	ดีมาก
	RI	0	1	1	0	0	2				
9*	RU	1	1	1	1	1	5	0.90	ง่ายมาก	0.20	ปรับปรุง
	RI	1	0	1	1	1	4				
10	RU	1	1	1	1	0	4	0.60	ปานกลาง	0.40	ดีมาก
	RI	1	1	0	0	0	2				
11*	RU	0	1	0	1	0	2	0.40	ค่อนข้างยาก	0.00	ปรับปรุง
	RI	1	0	0	0	1	2				
12	RU	1	1	1	1	1	5	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก
	RI	1	0	0	1	1	3				
13	RU	1	0	1	1	1	4	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก
	RI	1	0	1	0	0	2				

ตาราง 33 (ต่อ)

คน ข้อ	กลุ่ม ทดสอบ	1	2	3	4	5	รวมคนที่ ตอบถูก	p	แปลผลค่า	r	แปลผลค่า
									(p)		(r)
14	RU	1	1	1	1	0	4	0.60	ปานกลาง	0.40	ดีมาก
	RI	0	1	1	0	0	2				
15	RU	1	1	1	1	1	5	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.60	ดีมาก
	RI	1	0	0	1	0	2				
16*	RU	1	1	1	1	1	5	0.90	ง่ายมาก	0.20	ปรับปรุง
	RI	1	1	0	1	1	4				
17	RU	0	1	1	1	1	4	0.60	ปานกลาง	0.40	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	1	2				
18	RU	1	1	1	1	1	5	0.60	ปานกลาง	0.80	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	0	1				
19	RU	1	1	0	1	0	3	0.40	ค่อนข้างยาก	0.40	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	0	1				
20*	RU	0	0	0	0	1	1	0.10	ยากมาก	0.20	ปรับปรุง
	RI	0	0	0	0	0	0				
21	RU	0	1	1	1	1	4	0.60	ปานกลาง	0.40	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	1	2				
22	RU	1	1	1	1	0	4	0.60	ปานกลาง	0.40	ดีมาก
	RI	1	1	0	0	0	2				
23	RU	1	1	1	1	0	4	0.60	ปานกลาง	0.40	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	1	2				
24	RU	1	1	0	1	1	4	0.50	ปานกลาง	0.60	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	0	1				
25	RU	1	1	0	1	1	4	0.50	ปานกลาง	0.60	ดีมาก
	RI	0	0	1	0	0	1				
26	RU	1	1	1	1	0	4	0.60	ปานกลาง	0.40	ดีมาก
	RI	1	1	0	0	0	2				

ตาราง 33 (ต่อ)

คน ข้อ	กลุ่ม ทดสอบ	1	2	3	4	5	รวมคนที่ ตอบถูก	p	แปลผลค่า (p)	r	แปลผลค่า (r)
	RI	0	0	0	0	0	0				
28	RU	1	1	1	1	1	5	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.60	ดีมาก
	RI	1	1	0	0	0	2				
29	RU	0	1	1	1	1	4	0.60	ปานกลาง	0.40	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	1	2				
30	RU	1	1	1	1	1	5	0.60	ปานกลาง	0.80	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	0	1				
31	RU	1	1	0	1	0	3	0.40	ค่อนข้างยาก	0.40	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	0	1				
32	RU	0	0	1	1	1	3	0.30	ค่อนข้างยาก	0.60	ดีมาก
	RI	0	0	0	0	0	0				
33	RU	0	1	1	1	1	4	0.60	ปานกลาง	0.40	ดีมาก
	RI	1	0	0	0	1	2				
34	RU	1	1	1	1	0	4	0.60	ปานกลาง	0.40	ดีมาก
	RI	1	1	0	0	0	2				

ตาราง 34 แสดงการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 ข้อ จากกลุ่มทดลองจำนวน 14 คน

เลขที่	คะแนนจากการทดสอบ	
	สอบครั้งที่ 1	สอบครั้งที่ 2
	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คะแนนเต็ม 30 คะแนน
1	24	25
2	23	23
3	24	25
4	28	29
5	24	25
6	23	23
7	26	27
8	23	27
9	18	20
10	23	23
11	22	25
12	23	27
13	24	26
14	24	26

Reliability

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	14	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	14	100.0

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

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.900	2

Item Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ทดสอบครั้งที่ 1	23.5000	2.17503	14
ทดสอบครั้งที่ 2	25.0714	2.26900	14

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
ทดสอบครั้งที่ 1	25.0714	5.148	.818	. ^a
ทดสอบครั้งที่ 2	23.5000	4.731	.818	. ^a

a. The value is negative due to a negative average covariance among items. This violates reliability model assumptions. You may want to check item codings.

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 35 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ จากการประเมินใบบงาน
แบบทดสอบย่อย และแบบสังเกตทักษะการทำงานเป็นทีม (ชุดที่ 1-5)

ที่	คะแนนที่ได้ (ใบบงาน/แบบทดสอบย่อย /แบบสังเกตทักษะการทำงานเป็นทีม)								
	ชุดที่ 1			ชุดที่ 2			ชุดที่ 3		
	45	10	10	45	7	10	45	10	10
1	41	8	8	43	8	9	42	10	9
4	43	9	8	45	10	8	41	8	8
3	43	7	8	43	9	8	41	9	10
4	44	10	9	44	7	8	43	7	9
5	40	8	8	41	8	10	37	9	8
6	45	8	8	44	7	9	42	9	8
7	41	8	8	45	9	8	44	8	8
8	43	7	8	43	8	9	44	7	10
9	41	9	8	44	10	8	44	8	9
10	45	10	9	43	5	8	44	10	8
11	41	7	8	45	7	8	40	7	9
12	43	7	10	43	7	8	44	7	8
13	43	8	9	44	10	9	38	9	8
14	44	8	9	41	9	8	41	8	8
15	44	8	8	43	9	9	43	9	8
16	45	10	10	44	8	8	44	8	8
17	42	7	9	39	7	8	40	9	9
18	42	8	9	38	7	9	39	7	8
รวม	770	147	154	772	145	152	751	149	153
\bar{x}	42.78	8.17	8.56	42.89	8.06	8.44	41.72	8.28	8.50
S.D.	1.56	1.04	0.70	1.97	1.35	0.20	2.24	1.02	0.71
ร้อยละ	95.06	81.66	85.55	95.30	80.55	84.44	92.71	82.77	85

ตาราง 35 (ต่อ)

ที่	คะแนนที่ได้ (ใบงาน/แบบทดสอบย่อย /แบบสังเกตทักษะการทำงานเป็นทีม)						รวมแต่ละรายการ			รวม	
	ชุดที่ 4			ชุดที่ 5			225	50	50		325
	45	10	10	45	10	10					
1	39	8	9	41	7	7	206	41	42	289	
4	44	9	8	43	8	8	216	44	40	300	
3	41	9	10	43	10	9	211	44	45	300	
4	45	9	9	44	7	7	220	40	42	302	
5	19	7	9	40	7	8	177	39	43	259	
6	44	10	8	45	8	10	220	42	43	305	
7	43	9	10	41	7	7	214	41	41	296	
8	45	9	9	43	9	8	218	40	44	302	
9	43	9	9	41	8	8	213	44	42	299	
10	44	8	8	41	8	8	217	41	41	299	
11	44	10	10	43	9	9	213	40	44	297	
12	44	6	9	43	9	7	217	36	42	295	
13	41	7	9	44	8	8	210	42	43	295	
14	45	10	8	40	7	9	211	42	42	295	
15	42	7	10	42	8	7	214	41	42	297	
16	43	10	8	41	9	8	217	45	42	304	
17	39	8	8	40	8	10	200	39	44	283	
18	42	9	8	40	7	7	201	38	41	280	
รวม	747	154	159	755	144	145	3795	739	763	5297	
\bar{X}	41.50	8.56	8.83	41.94	8.00	8.06	210.83	41.06	42.39	294.28	
S.D.	5.91	1.20	0.79	1.59	0.91	1.00	10.211	2.313	1.290	11.01	
ร้อยละ	92.22	85.55	88.33	93.20	80	80.55	93.70	82.11	84.77	90.54	

ตาราง 36 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ จากการทดสอบก่อนเรียนและ
 ทดสอบหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักเรียนเลขที่	คะแนนสอบทดสอบก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
1	24	26
2	19	25
3	22	28
4	18	27
5	19	27
6	15	25
7	21	28
8	20	26
9	23	29
10	21	25
11	16	28
12	17	27
13	23	25
14	22	24
15	18	24
16	21	27
17	25	28
18	17	23
รวม	361	472
\bar{x}	20.06	26.22
S.D.	2.859	1.700
ร้อยละ	66.85	87.40
$E_2 = 87.40$		

ตาราง 37 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการทำงานเป็นทีม ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

คนที่	การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ				
	การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (30 คะแนน)		ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (30 คะแนน)		ทักษะการทำงานเป็นทีม (15 คะแนน)
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	หลังเรียน
	กลุ่มสูง จำนวน 6 คน				
1	14	27	24	26	14
2	13	26	19	25	14
3	10	25	22	28	15
4	15	25	18	27	13
5	14	28	19	27	14
6	14	27	15	25	15
กลุ่มปานกลาง จำนวน 6 คน					
7	9	21	21	28	12
8	10	22	20	26	13
9	10	21	23	29	12
10	13	25	21	25	11
11	10	22	16	28	12
12	9	18	17	27	11
กลุ่มต่ำ จำนวน 6 คน					
13	6	16	23	25	9
14	8	16	22	24	10
15	9	19	18	24	11
16	6	17	21	27	9
17	5	15	25	28	10
18	8	18	17	23	12

การแบ่งกลุ่มตามความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คนที่ 1-6 เป็นนักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ระดับสูง

คนที่ 7-12 เป็นนักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง

คนที่ 13-18 เป็นนักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ระดับต่ำ

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

1. ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติ T-test

1.1 การแจกแจงปกติของข้อมูลตัวแปรตาม ความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน และทักษะการทำงาน เป็นทีม

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		ความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ก่อนเรียน	ความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์หลังเรียน	ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (ก่อนเรียน)	ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (หลังเรียน)	ทักษะการ ทำงานเป็นทีม (หลังเรียน)
N		18	18	18	18	18
Normal	Mean	10.17	21.56	20.06	26.22	12.06
Parameters ^{a,b}	Std. Deviation	3.053	4.301	2.859	1.700	1.893
Most Extreme	Absolute	.188	.177	.129	.176	.126
Differences	Positive	.188	.129	.097	.153	.123
	Negative	-.157	-.177	-.129	-.176	-.126
Kolmogorov-Smirnov Z		.799	.752	.549	.748	.533
Asymp. Sig. (2-tailed)		.545	.623	.924	.630	.939

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

เมื่อทดสอบข้อมูล พบว่า คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของตัวแปรทั้งสามตัว มีการกระจายของข้อมูลเป็นแบบโค้งปกติ ซึ่งดูจากค่า Sig. ที่มีค่ามากกว่า .05 เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติ t-test ไม่ฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้น

1.2 การแจกแจงปกติของข้อมูลตัวแปรตาม การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นรายด้าน ได้แก่ การพบความจริง การค้นพบปัญหา การตั้งสมมติฐาน การค้นพบ คำตอบ และการยอมรับผลจากการค้นพบ

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		คนพบ ความจริง ก่อนเรียน	คนพบ ความจริง หลังเรียน	คนพบ ปัญหา ก่อน เรียน	คนพบ ปัญหา หลัง เรียน	ตั้งสมม ติฐาน ก่อน เรียน	ตั้งสมม ติฐาน หลัง เรียน	คนพบ คำตอบ ก่อนเรียน	คนพบ คำตอบ หลังเรียน	ยอมรับผล จากการ คนพบ ก่อนเรียน	ยอมรับผล จากการ คนพบ หลังเรียน
N		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	2.17	4.17	1.89	4.39	2.11	4.22	1.83	4.33	2.17	4.44
	Std. Deviation	.707	.985	.758	.778	.676	1.060	.707	1.029	.786	.922
Most Extreme Differences	Absolute	.260	.234	.225	.247	.287	.213	.260	.241	.306	.227
	Positive	.260	.234	.220	.247	.287	.209	.240	.180	.306	.185
	Negative	-.240	-.155	-.225	-.228	-.268	-.213	-.260	-.241	-.249	-.227
Kolmogorov-Smirnov Z		1.102	.992	.954	1.048	1.220	.903	1.102	1.024	1.299	.962
Asymp. Sig. (2-tailed)		.176	.279	.322	.222	.102	.389	.176	.245	.068	.313

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

เมื่อทดสอบข้อมูล พบว่า คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของตัวแปรการ
แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำแนกเป็นรายด้าน มีการกระจายของข้อมูลเป็นแบบโค้งปกติ
ซึ่งดูจากค่า Sig. ที่มากกว่า .05 เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติ t-test
ไม่ฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้น

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนน t-test แบบ Dependent Group Paired Samples

Statistics คะแนนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2

2.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในภาพรวม

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียน	21.56	18	4.30	1.01370
การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ก่อนเรียน	10.17	18	3.05	.71970

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียน & การแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียน	18	.933	.000

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียน - การแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียน	11.39	1.819	0.428	10.484	12.294	26.56	17	.00

ค่า Sig = .00 แสดงว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีคะแนนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
รายด้าน

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ค้นพบความจริง (หลังเรียน)	4.17	18	0.99	.232
	ค้นพบความจริง (ก่อนเรียน)	2.17	18	0.71	.167
Pair 2	ค้นพบปัญหา (หลังเรียน)	4.39	18	0.78	.183
	ค้นพบปัญหา (ก่อนเรียน)	1.89	18	0.76	.179
Pair 3	ตั้งสมมติฐาน (หลังเรียน)	4.22	18	1.06	.250
	ตั้งสมมติฐาน (ก่อนเรียน)	2.11	18	0.68	.159
Pair 4	ค้นพบคำตอบ (หลังเรียน)	4.33	18	1.03	.243
	ค้นพบคำตอบ (ก่อนเรียน)	1.83	18	0.71	.167
Pair 5	ยอมรับผลจากการค้นพบ (หลังเรียน)	4.44	18	0.92	.217
	ยอมรับผลจากการค้นพบ (ก่อนเรียน)	2.17	18	0.79	.185

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	A1 & A2	18	.887	.000
Pair 2	B1 & B2	18	.676	.002
Pair 3	C1 & C2	18	.784	.000
Pair 4	D1 & D2	18	.728	.001
Pair 5	E1 & E2	18	.785	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower				Upper
Pair 1	A1 - A2	2.00	.485	.114	1.759	2.241	17.49	17	.00
Pair 2	B1 - B2	2.50	.618	.146	2.193	2.807	17.15	17	.00
Pair 3	C1 - C2	2.11	.676	.159	1.775	2.447	13.24	17	.00
Pair 4	D1 - D2	2.50	.707	.167	2.148	2.852	15.00	17	.00
Pair 5	E1 - E2	2.28	.575	.135	1.992	2.563	16.82	17	.00

ค่า Sig = .00 แสดงว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำแนกเป็นรายด้าน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบคะแนน t-test แบบ One-Samples Statistics คะแนนทักษะการทำงานเป็นทีม ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ทักษะการทำงานเป็นทีม (หลังเรียน)	18	12.06	1.893	.446

One-Sample Test

	Test Value = 70					
	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Differenc e	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ทักษะการทำงานเป็นทีม (หลังเรียน)	129.84	17	.00	-57.944	-58.89	-57.00

ค่า Sig. = .00 แสดงว่า ทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80.40 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการเปรียบเทียบคะแนน t-test แบบ Dependent Group Paired Samples

Statistic คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (หลังเรียน)	26.22	18	1.70	.401
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน)	20.06	18	2.86	.674

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (หลังเรียน) & ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน)	18	.276	.268

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 ผลสัมฤทธิ์ (หลังเรียน) - ผลสัมฤทธิ์ (ก่อนเรียน)	6.167	2.895	.682	4.727	7.606	9.04	17	.00

ค่า Sig. = 0.00 แสดงว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. เปรียบเทียบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ เพื่อทดสอบสมมติฐาน ข้อที่ 5

5.1 ก่อนเรียน ทดสอบตัวแปรตามการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วย One-way ANOVA

5.1.1 ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น

1 การทดสอบความเป็นไปได้ของการใช้สถิติว่าข้อมูลตัวแปรทั้งสองตัว ก่อนเรียนและหลังเรียน มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติหรือไม่

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

	การแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ ก่อนเรียน	การแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ หลังเรียน	ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (ก่อนเรียน)	ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (หลังเรียน)	
N	18	18	18	18	
Normal Parameters ^{a,b} Mean	10.17	21.56	20.06	26.22	
Std. Deviation	3.053	4.301	2.859	1.700	
Most Extreme Differences	Absolute	.188	.177	.129	.176
Positive	.188	.129	.097	.153	
Negative	-.157	-.177	-.129	-.176	
Kolmogorov-Smirnov Z	.799	.752	.549	.748	
Asymp. Sig. (2-tailed)	.545	.623	.924	.630	

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

จากการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้น พบว่า ค่า Sig. มีค่ามากกว่า .05 แสดงว่าคะแนนตัวแปรทั้งสองตัว ก่อนเรียนและหลังเรียน มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

2 การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวแปรตามทั้งสองตัว

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	.495
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square
	35.966
	df
	6
	Sig.
	.00

ค่า Sig. = .00 แสดงว่า ตัวแปรตามทั้งสองตัวมีความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติ ANOVA และ MANCOVA

3 การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการเท่ากันของเมตริกซ์ความแปรปรวนรวม

Box's Test of Equality of Covariance Matrices^a

Box's M	3.600
F	.484
df1	6
df2	5.608E3
Sig.	.821

Tests the null hypothesis that the observed covariance matrices of the dependent variables are equal across groups.

a. Design: Intercept + Group + testc + teste

ค่า Sig. มากกว่า .05 แสดงว่า ตัวแปรตามทั้งสองตัวมีเมตริกซ์ความแปรปรวนรวมเท่ากัน ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้ค่าสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน

5.1.2 วิเคราะห์ One-way ANOVA เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียน ระหว่างนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูง ปานกลาง และต่ำ

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียน	.274	2	15	.764
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน	.038	2	15	.963

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
การแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ก่อนเรียน	Between Groups	120.333	2	60.167	23.646	.00
	Within Groups	38.167	15	2.544		
	Total	158.500	17			
ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนก่อนเรียน	Between Groups	8.111	2	4.056	.465	.64
	Within Groups	130.833	15	8.722		
	Total	138.944	17			

จากตาราง พบว่า นักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน มีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ไม่แตกต่างกัน เพื่อเป็นการจัดตัวแปรแทรกซ้อนที่จะมีผลต่อการแปลความหมายของผลที่เกิดจากการทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้สถิติ One-way MANCOVA ในการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนหลังเรียนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ต่อไป

5.2 หลังเรียน ทดสอบตัวแปรตามการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พร้อมๆ กันด้วยสถิติ One-way MANCOVA

Descriptive Statistics

ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์		Mean	Std. Deviation	N
การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียน	ต่ำ	16.83	1.47	6
	ปานกลาง	21.50	2.26	6
	สูง	26.33	1.21	6
	Total	21.56	4.30	18
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน	ต่ำ	25.17	1.94	6
	ปานกลาง	27.17	1.47	6
	สูง	26.33	1.21	6
	Total	26.22	1.70	18

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Pillai's trace	.82	4.54	4.00	26.00	.00
Wilks' lambda	.27	5.47^a	4.00	24.00	.00
Hotelling's trace	2.30	6.34	4.00	22.00	.00
Roy's largest root	2.14	13.91 ^b	2.000	13.00	.00

Each F tests the multivariate effect of ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

b. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

จากตาราง ค่า Wilks' Lambda มีค่า Sig. = .00 แสดงว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยต้องการทราบในรายละเอียดอีกต่อไปว่า ถ้าแยกวิเคราะห์ที่ละตัวแปรตาม จะให้ผลเหมือนกันหรือแตกต่างกันหรือไม่ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงแยกวิเคราะห์เปรียบเทียบตัวแปรตามทีละตัวแปรตาม โดยใช้สถิติ One – way ANCOVA

5.3 หลังเรียนทดสอบตัวแปรตามการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ด้วยสถิติ One –way ANCOVA

Univariate Analysis of Variance

Descriptive Statistics

Dependent Variable : การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	Mean	Std. Deviation	N
ต่ำ	16.83	1.47	6
ปานกลาง	21.50	2.26	6
สูง	26.33	1.21	6

Descriptive Statistics

Dependent Variable : การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	Mean	Std. Deviation	N
ต่ำ	16.83	1.47	6
ปานกลาง	21.50	2.26	6
สูง	26.33	1.21	6
Total	21.56	4.30	18

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable : การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	291.08 ^a	3	97.03	58.13	.00
Intercept	72.36	1	72.36	43.35	.00
A1	20.30	1	20.30	12.16	.00
Group	17.24	2	8.62	5.16	.02
Error	23.37	14	1.67		
Total	8678.00	18			
Corrected Total	314.44	17			

a. R Squared = .926 (Adjusted R Squared = .910)

เมื่อพิจารณาคู่ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า Sig. เท่ากับ .02 แสดงว่านักเรียนมีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อให้ทราบว่ามี ความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูง ปานกลาง และต่ำ ในคู่มือบ้าง ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบภายหลัง (Post Hoc) โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบเป็นรายคู่ ด้วยสถิติ Sheffe

Post Hoc Tests

ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Multiple Comparisons

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน

Scheffe

(I) ระดับ ทักษะ กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์	(J) ระดับ ทักษะ กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
ต่ำ	ปานกลาง	-4.67*	.98507	.00	-7.3399	-1.9934
	สูง	-9.50*	.98507	.00	-12.1733	-6.8267
ปานกลาง	ต่ำ	4.67*	.98507	.00	1.9934	7.3399
	สูง	-4.83*	.98507	.00	-7.5066	-2.1601
สูง	ต่ำ	9.50*	.98507	.00	6.8267	12.1733
	ปานกลาง	4.83*	.98507	.00	2.1601	7.5066

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 2.911.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำแนกตามระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายคู่ พบว่า นักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน มีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 3 คู่ ได้แก่ นักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง มีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ปานกลางและต่ำ ตามลำดับ และนักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง มีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.4 หลังเรียน ทดสอบตัวแปรตาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยสถิติ

One-way ANOVA

One way-ANOVA

Descriptives

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ต่ำ	6	25.17	1.94	.792	23.13	27.20	23	28
ปานกลาง	6	27.17	1.47	.601	25.62	28.71	25	29
สูง	6	26.33	1.21	.494	25.06	27.60	25	28
Total	18	26.22	1.70	.401	25.38	27.07	23	29

Test of Homogeneity of Variances

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.880	2	15	.435

ANOVA

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12.11	2	6.06	2.46	.12
Within Groups	37.00	15	2.47		
Total	49.11	17			

เมื่อพิจารณาคู่ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า Sig. เท่ากับ .12 แสดงว่านักเรียนที่มีระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูง ปานกลาง และต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและภาพประกอบกิจกรรมการเรียนรู้



ชุดที่ 1

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

แรงลัพธ์

และการเคลื่อนที่ของวัตถุ



นางสาวพิมพ์พิชชา ศาสตร์ราชย์

คำนำ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ชุดที่ 1 เรื่อง แรงลัพธ์และการเคลื่อนที่ของวัตถุ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะสารสนเทศ สื่อ เทคโนโลยี และทักษะชีวิตและอาชีพ ซึ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นนวัตกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 ศาสตร์วิชาเข้าด้วยกันได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science เทคโนโลยี (Technology วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering และคณิตศาสตร์ (Math โดยผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติการแก้ปัญหา สร้างชิ้นงานโดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากที่สุด มีขั้นตอนการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1 ขั้นเตรียมและแบ่งกลุ่ม 2 นำเข้าสู่บทเรียนและระบุปัญหา 3 รวบรวมข้อมูลและการออกแบบการแก้ปัญหาโดยกระบวนการกลุ่ม 4 ดำเนินการแก้ปัญหาโดยกระบวนการกลุ่ม 5 ตรวจสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขผลงานของกลุ่ม 6 สรุปและนำเสนอผลงานหรือ ชิ้นงาน

โดยรายละเอียดของชุดกิจกรรมชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีทั้งหมด 5 ชุดต่อไปนี้

- ชุดที่ 1 เรื่อง แรงลัพธ์และการเคลื่อนที่ของวัตถุ
- ชุดที่ 2 เรื่อง แรงดันอากาศ
- ชุดที่ 3 เรื่อง แรงดันของของเหลว
- ชุดที่ 4 เรื่อง การลอย การจม และแรงพยุง
- ชุดที่ 5 เรื่อง แรงเสียดทาน

เอกสารฉบับนี้ ผู้จัดทำได้รวบรวมและศึกษาค้นคว้าองค์ความรู้จากหลายแหล่งรวมทั้งจากประสบการณ์สอน หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นทีมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับผู้เรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าต่อไป

พิมพ์พิชชา ศาสตราชัย

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	1
สารบัญ	2
องค์ประกอบของชุดกิจกรรม	3
คำชี้แจงสำหรับครู	4
คำชี้แจงสำหรับนักเรียน	5
มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	6
จุดประสงค์การเรียนรู้	8
ใบงานที่ 1 เรื่อง แรงคืออะไร	9
ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่	10
ใบงานที่ 2 เรื่อง ชักเยื่อรวมแรง	11
ใบงานที่ 3 เรื่อง กิจกรรมศึกษาแรงลัพธ์	12
ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง แรงลัพธ์และการหาแรงลัพธ์	14
ใบงานที่ 4 เรื่อง กระจ่างต้นไม้ทรงพลัง	16
สรุปองค์ความรู้	19
แบบทดสอบย่อยท้ายชุดกิจกรรม	20
เฉลยแบบทดสอบย่อยท้ายชุดกิจกรรม	23
บรรณานุกรม	24

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับ
การเรียนรู้แบบร่วมมือ



องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

- ❖ คำชี้แจงสำหรับครู
- ❖ คำชี้แจงสำหรับนักเรียน
- ❖ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
- ❖ จุดประสงค์การเรียนรู้
- ❖ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ประกอบด้วย
ใบความรู้และใบกิจกรรม
- ❖ แบบทดสอบย่อยท้ายชุดกิจกรรม
- ❖ เฉลยใบกิจกรรม
- ❖ เฉลยแบบทดสอบย่อยท้ายชุดกิจกรรม



คำแนะนำสำหรับครู

เพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ครูควรทำความเข้าใจและปฏิบัติ ดังนี้

1. ครูศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยการเตรียม สื่อ เอกสารและอุปกรณ์ ประกอบการสอนล่วงหน้าให้ครบตามรายการ

2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกลุ่มๆ ละ 4 คน ให้แต่ละกลุ่มเลือกหัวหน้า รองหัวหน้า และสมาชิก

หัวหน้า ทำหน้าที่ ควบคุมการทำงานของสมาชิกภายในกลุ่ม

รองหัวหน้า ทำหน้าที่ แทนหัวหน้าเมื่อหัวหน้าไม่อยู่

สมาชิก ทำหน้าที่ เสนอความคิดเห็นอย่างหลากหลายจากข้อมูลที่ได้รับจน ได้ข้อสรุปพร้อมกันและร่วมกันทำงานอย่างเป็นระบบ

3. ครูควรจัดการเรียนรู้ให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน ในการสอนตามชุดกิจกรรม การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ นั้น ประกอบด้วย 6 ชั้น ได้แก่

- 1) ชั้นเตรียมและแบ่งกลุ่ม
- 2) ชั้นนำเข้าสู่บทเรียนและระบุปัญหา
- 3) ชั้นรวบรวมข้อมูลและการออกแบบการแก้ปัญหาโดยกระบวนการกลุ่ม
- 4) ชั้นดำเนินการแก้ปัญหาโดยกระบวนการกลุ่ม
- 5) ชั้นตรวจสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขผลงานของกลุ่ม
- 6) ชั้นสรุปและนำเสนอผลงานหรือชิ้นงาน



4. ครูควรกระตุ้นนักเรียนทุกคนให้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย พลัดเปลี่ยนกันแสดงบทบาทหน้าที่ภายในกลุ่ม และลงมือปฏิบัติงานกลุ่มด้วยความร่วมมือร่วมใจ การสำรวจตรวจสอบการค้นพบ ตามด้วยการตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปราย แลกเปลี่ยนผลการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอผลงาน และอภิปรายเพื่อสรุปร่วมกัน

5. ครูควรกระตุ้นให้ผู้เรียนให้เกิดข้อสงสัย รู้จักตั้งคำถาม และไม่บอกคำตอบทันที แต่ควรให้คำแนะนำช่วยเหลือนักเรียนหาคำตอบด้วยตัวเอง ร่วมกันเฉลยและประเมินผลการทำกิจกรรมต่างๆ ร่วมกับนักเรียน

6. การประเมินผลการจัดการเรียนรู้

6.1 ประเมินผลจากการทำใบกิจกรรมเป็นรายบุคคล และนำคะแนนแต่ละคนมาเฉลี่ยเป็นคะแนนกลุ่ม

6.2 ประเมินผลจากการสังเกตพฤติกรรมการทำงาน

คำแนะนำสำหรับนักเรียน

เพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ครูควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจและปฏิบัติดังนี้

1. นักเรียนเข้ากลุ่มๆ ละ 4 คนให้เรียบร้อย แต่ละกลุ่มเลือกหัวหน้า รองหัวหน้า และสมาชิก

หัวหน้า ทำหน้าที่ ควบคุมการทำงานของสมาชิกภายในกลุ่ม

รองหัวหน้า ทำหน้าที่ แทนหัวหน้าเมื่อหัวหน้าไม่อยู่

สมาชิก ทำหน้าที่ เสนอความคิดเห็นอย่างหลากหลายจากข้อมูลที่ได้รับ
จนได้ข้อสรุปพร้อมกันและร่วมกันทำงานอย่างเป็นระบบ

2. ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนเรียน

3. ทำกิจกรรมให้ครบทุกขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรม

4. ตั้งใจฟังคำอธิบายจากครู เมื่อครูนำเข้าสู่บทเรียน

5. กิจกรรมการเรียนรู้ มีทั้งงานกลุ่มและงานรายบุคคล นักเรียนในกลุ่มจะต้อง
ช่วยกันทำกิจกรรมที่กำหนดไว้ให้ครบทุกขั้นตอน

6. เมื่อครูตั้งประเด็นคำถาม นักเรียนทุกคนต้องมีส่วนร่วมในการอภิปรายและ
แสดงความคิดเห็น

7. ขณะสรุปบทเรียน นักเรียนสรุปบทเรียนร่วมกับครู

8. การวัดประเมินผลการเรียนรู้มี 2 แบบ คือ ประเมินผลจากการทำกิจกรรม
เป็นรายบุคคล และประเมินผลจากการทำงานกลุ่ม โดยนำคะแนนกลุ่มมาเฉลี่ยเป็นคะแนน
รายบุคคล

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

วิทยาศาสตร์

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด ว 4.1 ป5/1 ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรง ซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด ว 8.1 ป5/1 ตั้งคำถาม เกี่ยวกับประเด็นหรือเรื่อง หรือสถานการณ์ที่จะศึกษา ตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ

ตัวชี้วัด 8.1 ป5/2 วางแผนการสังเกต เสนอการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าและคาดการณ์สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ

เทคโนโลยี

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธีการ ตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน

ตัวชี้วัด ง 2.1 ป.5/2 สร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามความสนใจ อย่างปลอดภัย โดยกำหนดปัญหา หรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล เลือกวิธีการ ออกแบบ โดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง ๓ มิติ ลงมือสร้างและประเมินผล

ตัวชี้วัด ง 2.1 ป.5/3 นำความรู้และทักษะการสร้างชิ้นงานไปประยุกต์ในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้

ตัวชี้วัด ง 2.1 ป.5/3 มีความคิดสร้างสรรค์ อย่างน้อย 2 ลักษณะในการ
แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ

วิศวกรรมศาสตร์

(ไม่มีในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 อย่างชัดเจนแต่
กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเทียบเคียงกับกระบวนการเทคโนโลยี ใช้กระบวนการ
ออกแบบเชิงวิศวกรรมในการสร้างหรือผลิตชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันทั้งหมด 6
ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

คณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผลการสื่อสาร การสื่อ
ความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์
และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป 5/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป 5/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และ
เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

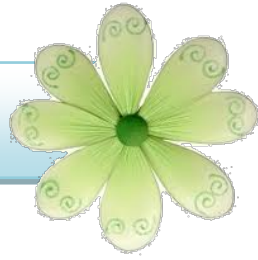
ตัวชี้วัด ค 6.1 ป 5/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่าง
เหมาะสม

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป 5/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร
การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป 5/5 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์
กับศาสตร์อื่น

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป 5/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จุดประสงค์การเรียนรู้



ด้านพุทธิพิสัย (K)

1. อธิบายแรงลัพธ์ การหาแรงลัพธ์ และผลของแรงสองแรงซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้
2. นำความรู้เรื่องแรงลัพธ์ไปใช้ประโยชน์ได้

ด้านทักษะพิสัย (P)

1. ทดลองแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ
2. ออกแบบทดลองหรือประดิษฐ์ชิ้นงานเพื่อนำไปแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ได้

ด้านจิตพิสัย (A)

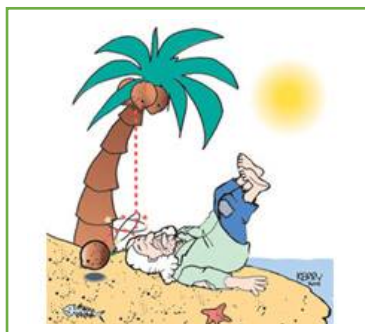
1. มีพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
 - 1.1 มีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับหมายได้สมบูรณ์ตรงตามที่กำหนดและตรงต่อเวลา
 - 1.2 มีความสนใจกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้
 - 1.3 มีความร่วมมือกันในการทำงานเป็นทีม



ใบงานที่ 1 แรงคืออะไร

ทบทวนความรู้กันหน่อย

เด็กๆ เคยเห็นเหตุการณ์ในภาพหรือไม่ บอกได้ไหมว่ามีแรงอะไรเกี่ยวข้อง



ภาพ.....มะพร้าวหล่นลงพื้น

.....

แรงที่เกี่ยวข้อง.....แรงโน้มถ่วงของโลก/แรงดึงดูดของโลก

.....



ภาพ.....เด็กๆ กำลังตีปิงปอง

.....

แรงที่เกี่ยวข้อง.....ออกแรงตี หรือแรงผลัก

.....

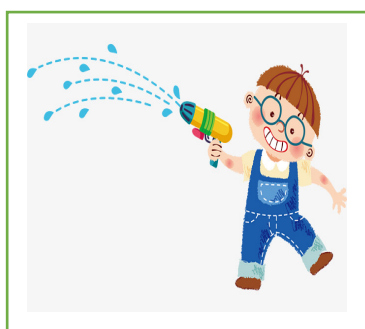


ภาพ.....เด็กๆ 2 ทีม กำลังดึงชักเย่อแข่งกัน

.....

แรงที่เกี่ยวข้อง.....แรงดึง

.....



ภาพ.....เด็กกำลังเล่นปืนฉีดน้ำ

.....

แรงที่เกี่ยวข้อง.....แรงดันน้ำ แรงดันอากาศ

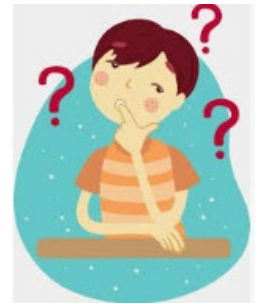
.....

ใบความรู้ที่ 1 แรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ



นักเรียนทราบไหมคะว่า วัตถุต่างๆ เคลื่อนที่ได้
อย่างไร

การที่วัตถุต่างๆเคลื่อนที่ได้มันเนื่องจาก
มี **แรง** มากกระทำกับวัตถุค่ะ เอ๊ะ ! แล้ว
แรงที่เราที่เรารู้จักมีแรงอะไรบ้างนะ



แรง เป็นสิ่งที่ทำให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนตำแหน่ง หยุดนิ่ง
เปลี่ยนทิศทาง หรือเปลี่ยนรูปร่าง แรงในชีวิตประจำวันที่นักเรียนรู้จัก ได้แก่

แรงดึง คือ แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เข้าหาตัวเรา เช่น การดึงเชือก

แรงผลัก คือ แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ออกจากตัวเรา เช่น การผลักหน้าต่าง

แรงโน้มถ่วงของโลก คือ แรงที่ดึงดูดวัตถุต่างๆ ให้ตกลงบนพื้นผิวโลก เรียกว่าแรง
โน้มถ่วงของโลก หรือแรงดึงดูดโลกก็ได้และนอกจากนี้ ยังมีแรงอื่นๆ อีกมากมาย
ที่นักเรียนจะได้ในโอกาสต่อไป



ใบงานที่ 2 ชักเย่อรวมแรง



ให้นักเรียน ดูคลิปวิดีโอ การละเล่นพื้นบ้านการ
แข่งขันชักเย่อ แล้วให้แต่ละกลุ่มร่วมกันระดม
ความคิด แล้วตอบคำถาม ดังนี้



1. กิจกรรมที่นักเรียนเห็นคือกิจกรรมแข่งขันกีฬาอะไร

.....

.....

2. ผู้เล่นทั้งสองฝั่งมีจำนวนฝั่งละเท่าไร เท่ากันหรือไม่

.....

.....

3. ทั้งสองฝั่งออกแรงดึงเชือกเท่ากันหรือไม่ อย่างไร เชือกมัดที่อยู่ตรงกลางเคลื่อนที่
ไปทิศทางใด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....



ใบงานที่ 3

กิจกรรมศึกษาแรงลัพธ์

1. จุดประสงค์ของกิจกรรม :

.....

2. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2.1 ตาชั่งสปริงแบบแขวน 2 อัน

2.2 ตาชั่งแบบ กด 1 อัน

2.3 วัสดุสำหรับทดลอง ได้แก่ ก้อนนม

3. วิธีการทดลอง

3.1 ชั่งมวลของนมแต่ละกล่อง ว่ามีขนาดกี่นิวตัน

3.2 ใส่ก้อนนมลงไปในถุงพลาสติกแล้วนำตาชั่งสปริง 2 อันถึง
ถุงพลาสติกในขนาดและทิศทางที่ต้องการศึกษา ตามตารางบันทึก
ผลกิจกรรม



ตารางบันทึกผลกิจกรรม

วัตถุ	ข้อที่	ขนาด ของแรงที่ 1	ทิศทาง ของแรงที่ 1	ขนาด ของแรงที่ 2	ทิศทาง ของแรงที่ 2	ขนาดของ แรงลัพธ์	ทิศทาง ของแรง ลัพธ์
กลองนม น้ำหนักN	1	2	←	4	→		
	2	1	←	3	←		
	3	2	→	2	→		
	4	2	↑	4	↓		

1. ถ้ามีแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุ ในทิศทางเดียวกัน แรงลัพธ์จะมีขนาดและทิศทางเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

2. ถ้ามีแรง 2 แรงขนาดเท่ากัน กระทำต่อวัตถุในทิศทางตรงกันข้ามกันแรงลัพธ์จะมีขนาดและทิศทางเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

3. ถ้ามีแรง 2 แรง แรงละ 2 นิวตัน มาตั้งวัตถุไปด้านซ้าย และมีแรงอีก 1 แรงขนาด 5 นิวตัน มาตั้งวัตถุไปด้านขวา แรงลัพธ์จะมีทิศทางไปทางทิศใด

.....

.....

.....

ใบความรู้ที่ 2 แรงลัพธ์และการหาแรง

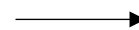
แรงลัพธ์ คือ ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุด้วยแรงหลายแรง จะมีค่าเท่ากับการรวมเป็นแรงเดียว เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการหาแรงลัพธ์ กำหนดความยาวของลูกศรแทนขนาดของแรง และกำหนดหัวลูกศร แทนทิศทางของแรง เช่น



ออกแรงผลักรถเข็นไปทางขวา ด้วยแรง 3 นิวตัน

เขียนสัญลักษณ์แทนแรง

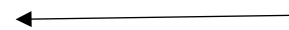
3 N



สีม่วง ออกแรงดึงไปทางซ้าย ด้วยแรง 6 นิวตัน

เขียนสัญลักษณ์แทนแรง

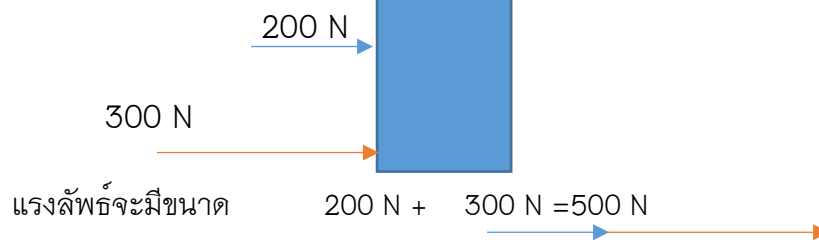
6 N



รูปแบบของแรงลัพธ์



เขียนสัญลักษณ์แทนแรงได้ว่า



นักเรียนช่วยกันผลักตู้ไปทางขวามือ ทิศทางเดียวกัน

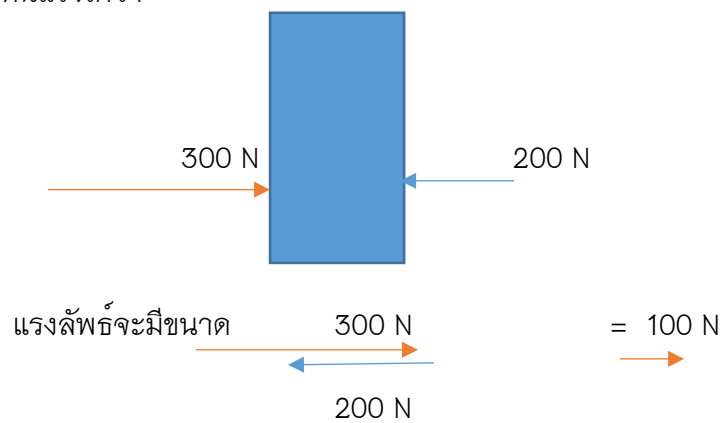
ถ้าคนที่ 1 ออกแรง 200 นิวตัน

คนที่ 2 ออกแรง 300 นิวตัน

แรงลัพธ์จะมีขนาด $200\text{ N} + 300\text{ N} = 500\text{ N}$



เขียนสัญลักษณ์แทนแรงได้ว่า



นักเรียน 2 คนผลักตู้ใน ทิศทางตรงข้ามกัน

ถ้าคนที่ 1 ออกแรง 200 นิวตัน

คนที่ 2 ออกแรง 300 นิวตัน

แรงลัพธ์จะมีขนาด $300\text{ N} - 200\text{ N} = 100\text{ N}$

ใบงานที่ 4

กระถางต้นไม้ทรงพลัง

สถานการณ์ที่ 1

กระถางต้นไม้ทรงพลัง

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านปัญหาสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วร่วมกันแก้ปัญหา
ตามสถานการณ์ที่กำหนด

โรงเรียนบ้านป่าเตย มีการจัดกิจกรรมวันเด็ก ปี 2562 หลังจากจัดกิจกรรมเสร็จแล้ว มีขวดน้ำพลาสติกเปล่าเหลือเป็นจำนวนมาก ครูพิชชาจึงนำมาดัดแปลง เป็นกระถางแขวนปลูกดอกคุณนายตื่นสาย ไว้หน้าห้องวิทยาศาสตร์ เมื่อนำไปแขวนเชือกรับน้ำหนักของกระถางไม้ไหว กระถางคุณนายตื่นสายได้ตกลงมา ครูพิชชาจึงให้นักเรียนประดิษฐ์กระถางแขวนดอกคุณนายตื่นสาย เพื่อนำไปห้อยไว้หน้าห้องวิทยาศาสตร์ โดยสามารถรับน้ำหนักได้มากถึง 10 กิโลกรัม มีรูปร่างสวยงาม คงทนถาวร สามารถใช้ได้ยาวนาน โดยใช้วัสดุที่มีอยู่แล้วในห้องวิทยาศาสตร์

ภารกิจ

1. ให้ใช้วัสดุที่มีอยู่แล้วในโรงเรียน
2. เชือกที่ใช้แขวนต้องไม่ต่ำกว่า 2 เส้น
3. ให้คำนวณแรงของเชือกแต่ละเส้นที่ใช้รับน้ำหนักของกระถางดอกคุณนายตื่นสาย โดยสามารถรับน้ำหนักของกระถางดอกคุณนายตื่นสายได้มากกว่า 10 กิโลกรัม

วัสดุที่มีในโรงเรียนได้แก่

- | | |
|------------------|-------------|
| 1. ขวดน้ำพลาสติก | 4. คัตเตอร์ |
| 2. เชือก | 5. กรรไกร |
| 3. ดิน | |

1. ปัญหาของสถานการณ์คืออะไร

กระถางแขวนดอกคุณนายต้นสายตกลงมา เพราะเชือกขาดไม่สามารถรับน้ำหนักได้

.....

.....

สาเหตุเนื่องจากกระถางมีน้ำหนักมาก เชือกรับแรงจากน้ำหนักกระถางไม่ได้

.....

.....

.....

.....

2. จากสถานการณ์ดังกล่าว มีเงื่อนไข อะไรบ้าง

1. ให้ใช้วัสดุประดิษฐ์กระถางแขวนต้นไม้
2. ใช้วัสดุที่มีในโรงเรียน
3. เชือกต้องรับน้ำหนักได้ 10 กิโลกรัม ใช้เชือกไม้ต่ำกว่า 2 เส้น
4. กระถางมีความคงทน ถาวร สวยงาม ใช้ได้นาน

.....

.....

.....

.....

3. ให้สมาชิกในกลุ่มเสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยไม่วิจารณ์แต่ละความคิด แล้ววิเคราะห์
ข้อดี-ข้อเสียของวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธี

ที่	วิธีการแก้ปัญหาที่มีความแปลกใหม่	ข้อดี	ข้อเสีย
1
2
3
4
5
6

1. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

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

2. วิธีทำการประดิษฐ์หรือสร้างชิ้นงาน

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

3. ออกแบบสิ่งประดิษฐ์/ร่างแบบสิ่งประดิษฐ์



4. ทดสอบชิ้นงานหรือสิ่งประดิษฐ์

ทดลอง ครั้งที่	ภาพวาดการ ออกแบบ	ผลการทดลอง	ปัญหาที่พบ	การแก้ไข้ปัญหา

5. เชื่อกแต่ละเส้นรับน้ำหนักเท่าไร จงวาดภาพและแสดงการคำนวณ

.....

.....

.....

.....

.....



6. ขอเสนอแนะ เพื่อพัฒนาต่อยอดชิ้นงานหรือสิ่งประดิษฐ์ของนักเรียน

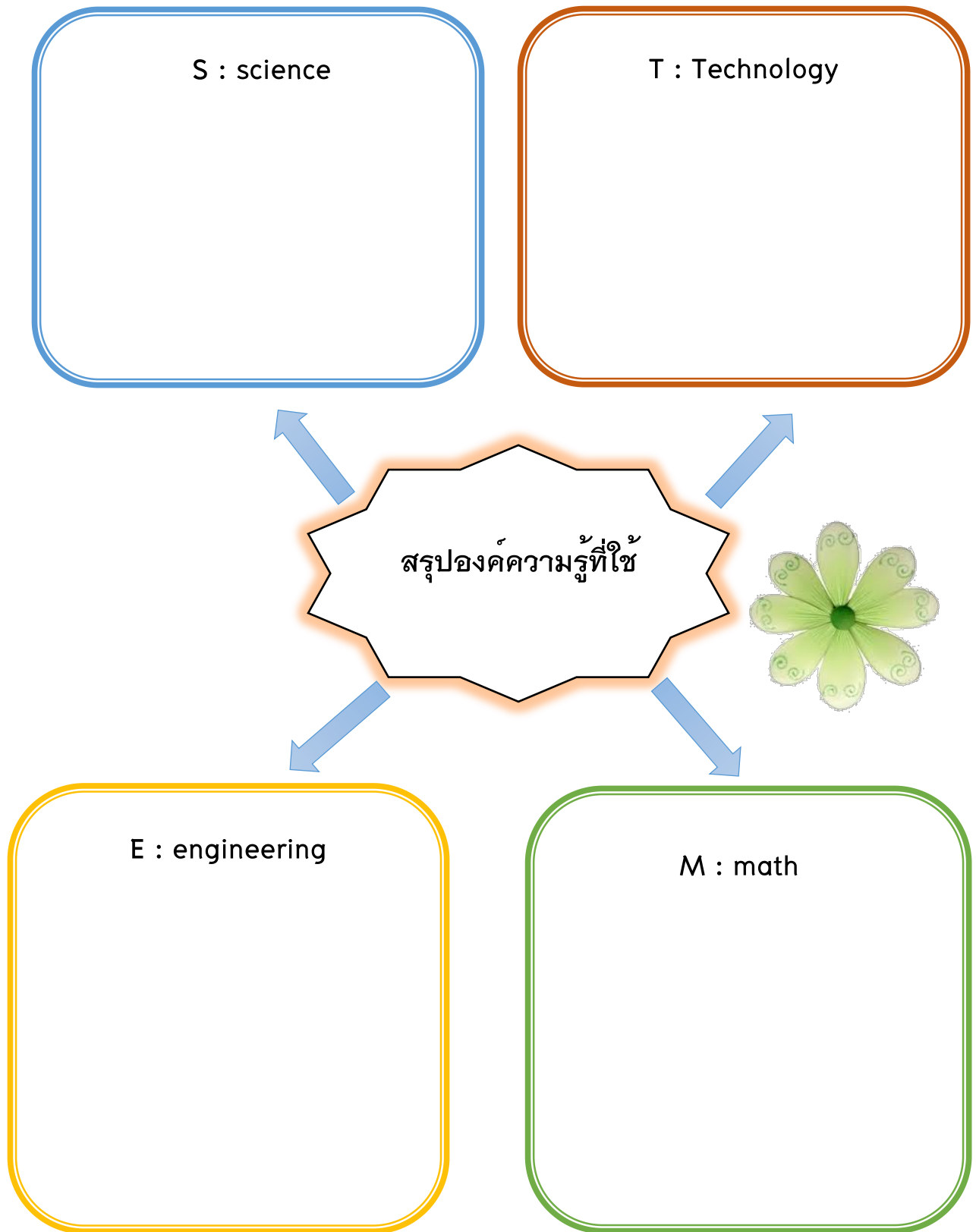
.....

.....

.....

.....

.....



แบบทดสอบท้ายชุดกิจกรรม

1. การออกแรงแบบใดจะเกิดแรงลัพธ์มากที่สุด

ก. เด็ก 2 คน ช่วยกันเข็นลัง

ข. เด็ก 3 คน ช่วยกันเข็นลัง

ค. เด็ก 5 คน ช่วยกันเข็นลัง

ง. เด็ก 7 คน ช่วยกันเข็นลัง

2. ถ้าใช้ม้า 3 ตัว ช่วยกันลากรถจะเกิดแรงลัพธ์กี่แรง

ก. 1 แรง

ข. 2 แรง

ค. 3 แรง

ง. 4 แรง

3. การออกแรงกระทำต่อวัตถุเพียงหนึ่งแรง วัตถุจะเคลื่อนที่ไปทางใด

ก. ทิศทางใดก็ได้

ข. ทิศทางสวนกับแรง

ค. ทิศทางเดียวกับแรง

ง. ทิศทางตรงข้ามกับแรง

4. ทิศทางของแรงในลักษณะใด เป็นแรงลัพธ์เท่ากับผลการหักล้างของแรง

ก. $\rightarrow \leftarrow$

ข. $\leftarrow \leftarrow$

ค. $\rightarrow \rightarrow$

ง. \downarrow

\downarrow

5. การหาแรงลัพธ์พิจารณาจากสิ่งใด

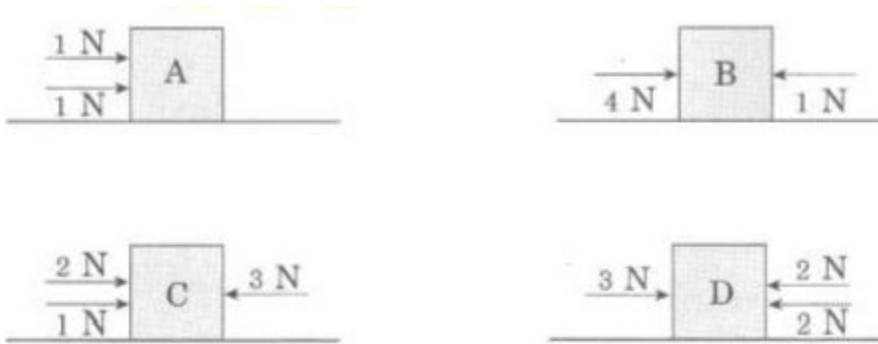
ก. ขนาดของแรง

ข. รูปร่างของวัตถุ

ค. ทิศทางของแรง

ง. ขนาดและทิศทางของ แรง

6. การออกแรงกระทำกับวัตถุใด แรงลัพธ์มีค่า 3 นิวตัน



ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

7. การเคลื่อนย้ายสิ่งของที่มีน้ำหนักมาก ต้องอาศัยแรงอะไร

ก. แรงลัพธ์

ข. แรงดึงดูด

ค. แรงต้านทาน

ง. แรงดันอากาศ

8. ข้อใดเป็นประโยชน์ของแรงลัพธ์

ก. ทำลูกดอกยกยาง

ข. ทำระหัดวิดน้ำ

ค. ทำรองเท้าสเก็ต

ง. ทำสุนัขลากเลื่อน

9. สิ่งของในข้อใดใช้ประโยชน์จากแรงลัพธ์

ก. กระจ่างต้นไม้แบบแขวน

ข. หลอดหยด

ค. หลอดฉีดยา

ง. กาลักน้ำ

10. ภาพในข้อใดไม่ใช่ประโยชน์จากแรงลัพธ์



ก.



ข.



ค.



ง.

เฉลยแบบทดสอบทายชุดกิจกรรม

ข้อ	ตอบ	ข้อ	ตอบ
1	ง	6	ข
2	ก	7	ค
3	ค	8	ง
4	ก	9	ก
5	ง	10	ง

เฉลยใบงานที่ 1

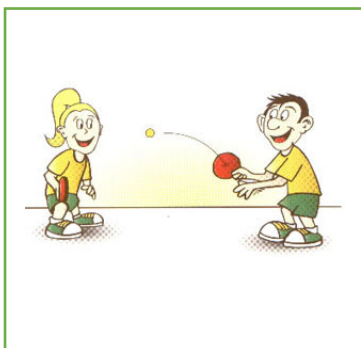
ทบทวนความรู้กันหน่อย

เด็กๆ เคยเห็นเหตุการณ์ในภาพหรือไม่ บอกได้ไหมว่ามีแรงอะไรเกี่ยวข้อง



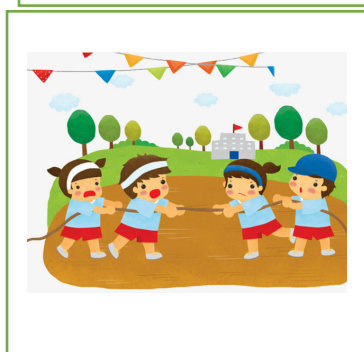
ภาพ มะพร้าวหล่นลงพื้น

แรงที่เกี่ยวข้อง แรงโน้มถ่วงของโลก/แรงดึงดูดของโลก



ภาพ เด็กๆ กำลังตีปิงปอง

แรงที่เกี่ยวข้อง ออกแรงตี หรือแรงผลัก



ภาพ เด็กๆ 2 ทีม กำลังดึงชักเย่อแข่งกัน

แรงที่เกี่ยวข้อง แรงดึง



ภาพ เด็กกำลังเล่นปืนฉีดน้ำ

แรงที่เกี่ยวข้อง แรงดันน้ำ แรงดันอากาศ

เฉลย ใบงานที่ 3 กิจกรรมศึกษาแรงลัพธ์

1. จุดประสงค์ของกิจกรรม : เพื่อศึกษาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์

เฉลย ตารางบันทึกผลกิจกรรม

วัตถุ	ขนาด ของแรง ที่ 1	ทิศทาง ของแรง ที่ 1	ขนาด ของแรง ที่ 2	ทิศทาง ของแรง ที่ 2	ขนาด ของแรง ลัพธ์	ทิศทาง ของแรง ลัพธ์
กลองนม	2	←	4	→	2	→
น้ำหนัก	1	←	3	←	4	←
.....2.....N	2	→	2	→	4	→
	2	↑	4	↓	2	↓

1. ถ้ามีแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุ ในทิศทางเดียวกัน แรงลัพธ์จะมีขนาดและทิศทางเป็นอย่างไร

ตอบ แรงลัพธ์จะมีค่ามาก และวัตถุจะเคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกับแรงลัพธ์นั้น

2. ถ้ามีแรง 2 แรงขนาดเท่ากัน กระทำต่อวัตถุในทิศทางตรงกันข้ามกันแรงลัพธ์จะมีขนาดและทิศทางเป็นอย่างไร

ตอบ แรงจะหักล้างกัน และวัตถุจะหยุดนิ่ง

3. ถ้ามีแรง 2 แรง แรงละ 2 นิวตัน มาตั้งวัตถุไปด้านซ้าย และมีแรงอีก 1 แรง ขนาด 5 นิวตัน มาตั้งวัตถุไปด้านขวา แรงลัพธ์จะมีทิศทางไปทางทิศใด

ตอบ แรงลัพธ์จะมีขนาด 1 นิวตัน วัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวา

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมการเกษตรแห่งประเทศไทย.
- บุรุษย์ ศิริมหาสาคร และคณะ. (มปป.. **คู่มือครูแผนการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ป. 5** . กรุงเทพฯ: บริษัท อักษรเจริญทัศน์ อจท.จำกัด.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ. (2551. **การสอนคิดด้วยโครงการ การเรียนการสอนแบบบูรณาการทักษะในศตวรรษที่ 21**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริรัตน์ วงศ์ศิริและคณะ. (2554. **คู่มือครูใช้ประกอบการสอนร่วมกับหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัทอักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ **หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้น ป.5 เล่ม 1**. (2561. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค.

อ้างอิงทางเว็บไซต์

กิจกรรมสะเต็มศึกษา สสวท. สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2561. เข้าถึงได้จาก

<https://www.slideshare.net/kroofonfon/1-2-68260903>.

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งประเทศไทย. (2559. **รู้จักสะเต็ม**. สืบค้นเมื่อ 15

พฤศจิกายน 2561. เข้าถึงได้ จาก www.stemedthailand.org

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. (2554. **หนังสือ**

เรียนอิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้น

ประถมศึกษาปีที่ 5. สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2561. เข้าถึงได้จาก

<http://scimath.org/ebook/sci/p5/student/>

เอกสารประกอบการสอน **เรื่อง แรงและความดัน วิทยาศาสตร์ชั้น**

ประถมศึกษาปีที่ 5. สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2561. เข้าถึงได้จาก

https://www.kroobannok.com/news_file/p77759651332.pdf

STEM+A P5 Unit 5 แรงลัพธ์ แรงดัน และแรงเสียดทาน by

imagineering.co.th .เข้าถึงได้จาก www.imagineering.co.th

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แรงและการเคลื่อนที่	เรื่อง แรงลัพธ์และการเคลื่อนที่ของวัตถุ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชาวิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว15101
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2	เวลา 2 ชั่วโมง
วันที่ 28 มกราคม 2563	ผู้สอน นางสาวพิมพ์พิชชา ศาสตราชัย

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

1) วิทยาศาสตร์

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด ว 4.1 ป5/ 1 ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรง ซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด ว 8.1 ป5/1 ตั้งคำถาม เกี่ยวกับประเด็นหรือเรื่อง หรือสถานการณ์ที่จะศึกษา ตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ

ตัวชี้วัด 8.1 ป5/2 วางแผนการสังเกต เสนอการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าและคาดการณ์สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ

2) เทคโนโลยี

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธีการ ตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน

ตัวชี้วัด ง 2.1 ป.5/2 สร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามความสนใจ อย่างปลอดภัย โดยกำหนดปัญหา หรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล เลือกวิธีการ ออกแบบ โดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง ๓ มิติ ลงมือสร้างและประเมินผล

ตัวชี้วัด ง 2.1 ป.5/3 นำความรู้และทักษะการสร้างชิ้นงานไปประยุกต์ ในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้

ตัวชี้วัด ง 2.1 ป.5/3 มีความคิดสร้างสรรค์ อย่างน้อย 2 ลักษณะในการ แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ

3) วิศวกรรมศาสตร์

(ไม่มีในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 อย่างชัดเจนแต่กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเทียบเคียงกับกระบวนการเทคโนโลยี ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการสร้างหรือผลิตชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

4) คณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผลการสื่อสาร การสื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทาง คณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป 5/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป 5/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป 5/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป 5/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป 5/5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป 5/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สาระสำคัญ

แรงลัพธ์ คือ ผลของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุชิ้นหนึ่งให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรง ผลลัพธ์จะมีเพียงแรงเดียว เรียกว่า แรงลัพธ์ ถ้าผลของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้นไม่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ แสดงว่า แรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านพุทธิพิสัย

1. อธิบายผลของแรงลัพธ์กับการเคลื่อนที่ของวัตถุได้
2. นำความรู้เรื่องแรงลัพธ์ไปใช้ประโยชน์ได้

ด้านทักษะพิสัย

1. ทดลองแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ
2. ออกแบบทดลองหรือประดิษฐ์ชิ้นงานเพื่อนำไปแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้

ด้านจิตพิสัย

1. มีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับหมายได้สมบูรณ์ตรงตามที่กำหนดและตรงต่อ

เวลา

2. มีความสนใจกระตือรือร้นในการเสาะแสวงหาความรู้
3. มีความร่วมมือกันในการทำงานกลุ่ม

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิด
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา
3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

กระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้

แบบร่วมมือ

ชั่วโมงที่ 1 – 3

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมและแบ่งกลุ่ม

1 ตัวแทนนักเรียนแจกชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ชุดที่ 1 เรื่อง แรงลัพธ์และการเคลื่อนที่ของวัตถุ ให้เพื่อนคนละ 1 ชุด

2 นักเรียนฟังคำแนะนำการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง แรงลัพธ์และการเคลื่อนที่ของวัตถุ

3) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 4-5 คน โดยให้แต่ละระดับความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ให้นักเรียนเลือกประธาน รองประธาน และเลขานุการของกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนช่วยเหลือกันและครูแนะนำการทำงานโดยให้นักเรียนตั้งใจปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน

4 ครูชี้แจงการทำกิจกรรมการเรียนรู้ มีทั้งงานกลุ่มและงานรายบุคคล นักเรียนในกลุ่มจะต้องช่วยกันทำกิจกรรมที่กำหนดไว้ โดยนำคะแนนแต่ละคนมาเฉลี่ยคิดเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่มีคะแนนมากจะได้รับรางวัล

ขั้นที่ 2 นำเข้าสู่บทเรียนและระบุปัญหา

ครูแสดงภาพให้นักเรียนดูและร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับแรงที่เกี่ยวข้องกับภาพ พร้อมทั้งตอบลงในใบงานที่ 1 ดังนี้

- ภาพที่ 1 เป็นภาพอะไร (มะพร้าวร่วงจากต้น เกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงของโลก)
- ภาพที่ 2 เป็นภาพอะไร (นักเรียนกำลังเล่นตีปิงปอง เป็นการออกแรงผลัก

วัตถุ

- ภาพที่ 3 เป็นภาพอะไร (คนกำลังเล่นตีชกเย่อ เป็นการออกแรงดึง

1 ครูใช้คำถามกระตุ้นการคิด เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็น

เรื่อง แรง

- แรง คืออะไร (แรง คือสิ่งที่ทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนตำแหน่ง เคลื่อนที่หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุ เช่น แรงดึง แรงผลัก แรงโน้มถ่วงของโลก

เป็นต้น

2) ครูและนักเรียนร่วมกันดูคลิปวิดีโอ การแข่งขันกิจกรรมกีฬาพื้นบ้านชักเย่อ แล้วร่วมกันทำใบงานที่ 2 โดยใช้คำถามนำ ดังนี้

- กิจกรรมที่นักเรียนเห็นคือกิจกรรมแข่งขันกีฬาอะไร (แข่งขันชักเย่อ)
- ผู้เล่นทั้งสองฝั่งมีจำนวนผู้เล่นเท่าไร เท่ากันหรือไม่ (ฝั่งละ 5 คนเท่ากัน)
- ทั้งสองฝั่งออกแรงดึงเชือกเท่ากันหรือไม่ อย่างไร (ไม่เท่ากัน ฝั่งที่ชนะ

ออกแรงดึงเชือกมากกว่า

- วัตถุเคลื่อนที่ไปทิศทางใด (ทิศที่มีแรงกระทำมากกว่า

ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ผลรวมของแรงทุกแรงจะทำให้เกิดแรงเดียว ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแรงนั้น เรียกว่า แรงลัพธ์

3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ และทำ กิจกรรมที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ

4 นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรม ตามใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง แรงลัพธ์

5 ครูนำเสนอปัญหาสถานการณ์ ในใบงานที่ 4 กระเช้าทรงพลัง นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาปัญหาสถานการณ์ร่วมกัน

แหล่งเรียนรู้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

2. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

3. หนังสืออ่านเพิ่มเติม

4. ห้องสมุด

5. อินเทอร์เน็ต

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
ด้านพุทธิพิสัย 1. อธิบายผลของแรงลัพธ์กับการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ 2. นำความรู้เรื่องแรงลัพธ์ไปใช้ประโยชน์ได้	1. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ 2. ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง แรงลัพธ์ 3. ประเมินจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1. ใบงานที่ 1 2. ใบงานที่ 2 3. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะพิสัย 1. ทดลองแรงลัพธ์ของแรงสองแรงซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ 2. ออกแบบทดลองหรือประดิษฐ์ชิ้นงานเพื่อนำไปแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้	1. สังเกตการณ์ทำกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่ 2 2. ตรวจใบกิจกรรมที่ 3 กระชากล้วยไม้ทรงพลัง 2. ตรวจชิ้นงาน	1. ใบงานที่ 3 2. ใบงานที่ 4 3. แบบประเมินชิ้นงาน	1. ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป 2. ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป 3. ได้คะแนนระดับ 2 ขึ้นไป
ด้านจิตพิสัย 1. มีความรับผิดชอบใบงานที่ได้รับหมายได้สมบูรณ์ตรงตามที่กำหนดและตรงต่อเวลา 2. มีความสนใจกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้ 3. มีความร่วมมือกันในการทำงานกลุ่ม	1. สังเกตพฤติกรรมการทำงานเป็นทีม	1. แบบสังเกตทักษะการทำงานเป็นทีม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป

บันทึกผลหลังการจัดกระบวนการเรียนรู้

ด้านความรู้

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

ด้านทักษะกระบวนการ

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

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

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

จุดเด่น

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

จุดที่ต้องปรับปรุงแก้ไข

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

ขอเสนอแนะ

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

ลงชื่อ.....

(นางสาวพิมพ์พิชชา ศาสตราชัย

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของผู้บริหาร

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

ลงชื่อ.....

(นายอุดม ส่วยโสภ

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านป่าเตย

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 แรงและการเคลื่อนที่	เรื่อง แรงลัพธ์และการเคลื่อนที่ของวัตถุ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2
สอนวันที่ 30, 31 มกราคม 2562	เวลา 2 ชั่วโมง
วันที่ 28 มกราคม 2563	ผู้สอน นางสาวพิมพ์พิชชา ศาสตราชัย

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

1. วิทยาศาสตร์

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด ว 4.1 ป5/ 1 ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรง ซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด ว 8.1 ป5/1 ตั้งคำถาม เกี่ยวกับประเด็นหรือเรื่อง หรือสถานการณ์ที่จะศึกษา ตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ

ตัวชี้วัด 8.1 ป5/2 วางแผนการสังเกต เสนอการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าและคาดการณ์สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ

2. เทคโนโลยี

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการ ตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์

เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน

ตัวชี้วัด ง 2.1 ป.5/2 สร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามความสนใจ อย่างปลอดภัย โดยกำหนดปัญหา หรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล เลือกวิธีการ ออกแบบ โดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 3 มิติ ลงมือสร้างและประเมินผล

ตัวชี้วัด ง 2.1 ป.5/3 นำความรู้และทักษะการสร้างชิ้นงานไปประยุกต์ในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้

ตัวชี้วัด ง 2.1 ป.5/3 มีความคิดสร้างสรรค์ อย่างน้อย 2 ลักษณะในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ

3. วิศวกรรมศาสตร์

(ไม่มีในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 อย่างชัดเจน แต่กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเทียบเคียงกับกระบวนการเทคโนโลยี ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการสร้างหรือผลิตชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

4. คณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป 5/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป 5/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป 5/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป 5/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป 5/5 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป 5/6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สาระสำคัญ

แรงลัพธ์ คือ ผลของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุชิ้นหนึ่งให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรง ผลลัพธ์จะมีเพียงแรงเดียว เรียกว่า แรงลัพธ์ ถ้าผลของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้นไม่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ แสดงว่า แรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านพุทธิพิสัย

1. อธิบายแรงลัพธ์ การหาแรงลัพธ์ และผลของแรงสองแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้

2. นำความรู้เรื่องแรงลัพธ์ไปใช้ประโยชน์ได้

ด้านทักษะพิสัย

3. ทดลองแรงลัพธ์ของแรงสองแรงซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ

4. ออกแบบทดลองหรือประดิษฐ์ชิ้นงานเพื่อนำไปแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้

ด้านจิตพิสัย

1. มีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับหมายได้สมบูรณ์ตรงตามที่กำหนดและตรงต่อเวลา

2. มีความสนใจกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้

3. มีความร่วมมือกันในการทำงานกลุ่ม

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการคิด

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

3. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

กระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ชั่วโมงที่ 3 -4

ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูลและการออกแบบการแก้ปัญหาโดยกระบวนการกลุ่ม

- 1) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นข้อมูลในอินเทอร์เน็ต ห้องสมุด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- 2) สมาชิกแต่ละคนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลาย พร้อมเหตุผลประกอบเลขานุการของกลุ่มจดบันทึกไว้
- 3) สมาชิกในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยของแต่ละวิธีแล้วจดบันทึกไว้
- 4) เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดมา 1 วิธี
- 5) ออกแบบชิ้นงาน โดยการร่างภาพสเก็ตซ์ลงบนกระดาษ กำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ และเขียนขั้นตอนการทำ

ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญหาโดยกระบวนการกลุ่ม

- 1) นักเรียนและกลุ่มเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม
- 2) ลงมือสร้างชิ้นงานตามที่ร่วมกันออกแบบไว้ ภายในเวลาที่กำหนด
- 3) แต่ละกลุ่มทดสอบประสิทธิภาพ กระเช้ากล้วยไม้ทรงพลัง

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขผลงานของกลุ่ม

- 1) ตรวจสอบ ประเมินชิ้นงานจากการทดลองใช้ บันทึกข้อบกพร่องและข้อควรปรับปรุงแก้ไข
- 2) ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานเพิ่มเติม

ขั้นที่ 6 สรุปและนำเสนอผลงาน หรือชิ้นงาน

- 1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานหรือชิ้นงานที่ผลิตได้หน้าชั้นเรียน
- 2) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันประเมินให้คะแนนชิ้นงาน

แหล่งเรียนรู้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
2. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
3. หนังสืออ่านเพิ่มเติม
4. ห้องสมุด
5. อินเทอร์เน็ต

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
<p>ด้านพุทธิพิสัย</p> <p>1) อธิบายแรงลัพธ์ การหาแรงลัพธ์ และผลของแรงสองแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้</p> <p>2) นำความรู้เรื่องแรงลัพธ์ไปใช้ประโยชน์ได้</p>	<p>4. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ</p> <p>5. ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง แรงลัพธ์</p> <p>6. ประเมินจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์</p>	<p>4. ใบงานที่ 1</p> <p>5. ใบงานที่ 2</p> <p>6. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์</p>	<p>ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป</p>
<p>ด้านทักษะพิสัย</p> <p>3. ทดลองแรงลัพธ์ของแรงสองแรงซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ</p> <p>4. ออกแบบทดลองหรือประดิษฐ์ชิ้นงานเพื่อนำไปแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้</p>	<p>3. สังเกตการณ์ทำกิจกรรมตามใบกิจกรรมที่ 2</p> <p>4. ตรวจใบกิจกรรมที่ 3 กระเช้ากล้วยไม้ทรงพลัง</p> <p>5. ตรวจชิ้นงาน</p>	<p>4. ใบงานที่ 3</p> <p>5. ใบงานที่ 4</p> <p>6. แบบประเมินชิ้นงาน</p>	<p>1. ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป</p> <p>2. ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป</p> <p>3. ได้คะแนนระดับ 2 ขึ้นไป</p>
<p>ด้านจิตพิสัย</p> <p>1. มีพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p> <p>1.1 มีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับหมายได้สมบูรณ์ตรงตามที่กำหนดและตรงต่อเวลา</p> <p>1.2 มีความสนใจกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้</p> <p>1.3 มีความร่วมมือกันในการทำงานกลุ่ม</p>	<p>1. สังเกตพฤติกรรมการทำงานเป็นทีม</p>	<p>1. แบบสังเกตทักษะการทำงานเป็นทีม</p>	<p>ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป</p>

บันทึกผลหลังการจัดกระบวนการเรียนรู้

ด้านความรู้

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

ด้านทักษะกระบวนการ

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

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

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

ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

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

จุดเด่น

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

จุดที่ต้องปรับปรุงแก้ไข

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

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวพิมพ์พิชชา ศาสตราชัย

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของผู้บริหาร

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายอุดม ส่วยโสภ

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านป่าเตย

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (รายบุคคล) เรือบรรทุกลินค้า



ในช่วงปิดเทอมนิดาและเพื่อนๆ ไปเที่ยวคลายร้อนที่อ่างเก็บน้ำ ซึ่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวแห่งหนึ่ง นิดาและเพื่อนไปปั่นจักรยานน้ำด้วยกันขณะลงไปเรือนิดาเกิดความสงสัยว่า เอ๊ะ!ทำไมจักรยานน้ำจึงรับน้ำหนักได้โดยไม่มี

อีกคน จักรยานก็ยังไม่จม ทั้งที่นิดาและเพื่อน น้ำหนักรวมกันแล้วประมาณ 100 กิโลกรัม ทั้งสองจึงปั่นจักรยานเล่นอย่างสนุกสนาน

เมื่อกลับถึงบ้านนิดาจึงคิดอยากลองประดิษฐ์เรือบรรทุกลินค้าลำเล็กๆ ที่เป็นของเล่นให้กับน้องแต่ ไม่มีเงินซื้อวัสดุราคาแพง นิดาจึงลองใช้โฟม มาประดิษฐ์ลำเรือ สามารถลอยน้ำได้ไปได้แต่ไม่ไกลเนื่องจากขาดพลังงานขับเคลื่อน แต่เมื่อใส่ของลงไปได้ไม่มากก็จม น้ำนักเรียนมาช่วยนิดาคิดคิดว่า นิดาจะประดิษฐ์เรือได้อย่างไรและทำจากวัสดุอะไร โดยมีเงื่อนไข คือ

1. ให้เรือ ที่สามารถลอยน้ำได้และรับน้ำหนักได้มากกว่า 5 กิโลกรัม โดยใช้วัสดุเหลือใช้ที่มีในหมู่บ้านนักเรียน
2. ขนาดของเรือ ไม่เกิน 30 x 30 X 30 เซนติเมตร
3. ให้เรือ สามารถเคลื่อนที่ได้โดยใช้พลังงานจากแหล่งใดก็ได้ 1 แหล่ง เคลื่อนได้ไกลอย่างน้อย 5 เมตร

4. จากข้อ 3 จงเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่เหมาะสมที่สุดมา 1 วิธี พร้อมทั้งอธิบายวิธีการสร้างชิ้นงานอย่างคร่าวๆ (3 คะแนน (ขั้นค้นพบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนคิดว่าผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยวิธีที่เลือกคืออะไร (3 คะแนน

(ขั้นค้นพบคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. นักเรียนจะนำวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นี้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง (3 คะแนน

(ขั้นค้นพบการยอมรับ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

สถานการณ์ เรือบรรทุกสินค้า

ตอนที่ 1 จากสถานการณ์ จงตอบคำถามต่อไปนี้ (18 คะแนน)

คำถาม	คะแนน	ลักษณะคำตอบ	แนวการตอบ
1. ปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร	1	ระบุปัญหาไม่ตรงกับสถานการณ์	- ต้องการประดิษฐ์เรือของเล่นหรืออื่นๆ ที่ไม่ตรงประเด็น
	2	ระบุปัญหา ตรงกับสถานการณ์เพียงบางส่วน	- เรือลอยน้ำไม่ไกล
	3	ระบุปัญหาได้ตรงกับสถานการณ์	ใช้โฟมประดิษฐ์ลำเรือ - สามารถลอยน้ำได้ - ไปไม่ไกล - เมื่อใส่ของลงไปได้ไม่มากก็จมน้ำ
2. ปัญหาดังกล่าวนี้อาจเกิดมาจากสิ่งใด	1	ระบุสาเหตุปัญหาไม่ตรงและไม่สอดคล้องกับปัญหาที่พบ	- ขาดพลังงานขับเคลื่อน
	2	ระบุสาเหตุปัญหาได้ตรงและสอดคล้องกับปัญหาที่พบเพียงบางส่วน	- เรือขาดพลังงานขับเคลื่อน - รูปทรงของเรือบรรจุของได้น้อยรับน้ำหนักมากไม่ได้
	3	ระบุสาเหตุปัญหาได้ตรงและสอดคล้องกับปัญหาที่พบทั้งหมด	- เรือขาดพลังงานขับเคลื่อนจึงไปไม่ไกล - วัสดุที่ใช้คือโฟม อาจจะไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน - การออกแบบเรือทำให้รับน้ำหนักมากไม่ได้

คำถาม	คะแนน	ลักษณะคำตอบ	แนวการตอบ
3. จงนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากสถานการณ์นี้หลายแนวทาง	1	ระบุแนวทางการแก้ปัญหาเพียง 1 แนวทาง เป็นแนวทางซ้ำเดิม ไม่สร้างสรรค์	- ใช้วัสดุอื่นแทนโฟมที่ลอยน้ำได้ เช่น ขวดน้ำ
	2	ระบุแนวทางการแก้ปัญหา 2 แนวทาง และควรมีความคิดสร้างสรรค์	- ใช้วัสดุอื่นแทนโฟม เช่น ขวดน้ำ - การขับเคลื่อนใช้พลังงาน หรือทำใบพัดก็ได้ - วัสดุที่นำมาใช้ต้องน้ำหนักเบา แข็งแรง ทนทาน
	3	ระบุแนวทางการแก้ปัญหา 3 แนวทางขึ้นไป และควรมีความคิดสร้างสรรค์	- ใช้วัสดุอื่นแทนโฟม เช่น ขวดน้ำ - การขับเคลื่อนใช้พลังงาน หรือทำใบพัดก็ได้ - วัสดุที่นำมาใช้ต้องน้ำหนักเบา แข็งแรง ทนทาน การประกอบให้รับน้ำหนักได้มาก ต้องออกแบบให้มีฐานกว้าง เหมือนอ่าง เรือต้องไม่มีรอยรั่ว
4. จากข้อ 3 จงเลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่เหมาะสมที่สุดมา 1 วิธี พร้อมทั้งอธิบายวิธีการสร้างชิ้นงานอย่างคร่าวๆ	1	เลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม แต่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์	- ใช้ขวดน้ำมาทำเรือ
	2	เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม มีความคิดสร้างสรรค์ แต่ไม่อธิบายวิธีการสร้างชิ้นงาน	- ใช้ขวดน้ำหลายๆ ขวด มาต่อกันทำเรือ - ทำใบพัดหมุนวิดน้ำให้เรือเคลื่อนไปข้างหน้าได้

คำถาม	คะแนน	ลักษณะคำตอบ	แนวการตอบ
	3	เลือกวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม มีความคิดสร้างสรรค์ มีการอธิบายวิธีการสร้างชิ้นงาน	- ใช้ขวดน้ำพลาสติกต่อกันเป็นแพเป็นท่อนลอยน้ำ แล้วเอาแกนลอนน้ำใบใหญ่มาทำตัวเรือ ใช้ไม้ไผ่ตีมแทนใบพัด หมุนด้วยพลังยางหรือคำตอบอื่นๆ
5. นักเรียนคิดว่าผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยวิธีที่เลือกคืออะไร	1	สรุปผลได้ไม่สอดคล้องกับการแก้ปัญหาที่พบ	เรือสามารถแล่นได้ไกล
	2	สรุปผลได้สอดคล้องกับการแก้ปัญหาของสถานการณ์ที่พบเพียงบางส่วน	เรือสามารถแล่นได้ไกลขึ้น และรับน้ำหนักได้
	3	สรุปผลได้สอดคล้องกับการแก้ปัญหาของสถานการณ์ที่พบถูกต้องทั้งหมด	สามารถประดิษฐ์เรือได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดได้แก่น้ำหนักเบา รับน้ำหนักได้ 5 กิโลกรัม ขนาดกระทัดรัด ใช้วัสดุในท้องถิ่นหาง่ายไม่ต้องซื้อหรือคำตอบอื่นๆ (ขึ้นกับดุลยพินิจของครู)
6. นักเรียนจะนำวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นี้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง	1	บอกแนวทางการนำไปปรับใช้ในการแก้ปัญหา ไม่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน	ช่วยลดขยะหรือสิ่งของเหลือใช้
	2	บอกแนวทางการนำไปปรับใช้ในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับชีวิตประจำวันได้บางส่วน	ขวดน้ำพลาสติกเปล่าเมื่อต่อกันหลายใบสามารถทำเป็นท่อนลอยน้ำช่วยพยุงแพได้

คำถาม	คะแนน	ลักษณะคำตอบ	แนวการตอบ
	3	บอกแนวทางการนำไปปรับใช้ในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ได้ถูกต้องทั้งหมด	<ul style="list-style-type: none"> - ขวดน้ำพลาสติกเปล่าเมื่อต่อกันหลายใบสามารถทำเป็นท่อนลอยน้ำช่วยพยุงแพได้ - การเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับชิ้นงาน - คำตอบอื่น (ตามดุลพินิจของครู)

วิทยาศาสตร์ (3 คะแนน)	เทคโนโลยี (3 คะแนน)	วิศวกรรมศาสตร์ (ออกแบบ นวัตกรรม (3 คะแนน)	คณิตศาสตร์ (3 คะแนน)
<ul style="list-style-type: none"> - แรงลอยตัว - มวลของวัตถุ - ปริมาตรของวัตถุ - ความหนาแน่นของวัตถุ 	<ul style="list-style-type: none"> - การสืบค้นข้อมูลในการทำชิ้นงาน - การใช้คอมพิวเตอร์พิมพ์งาน - การใช้กล้องถ่ายภาพช่วยในการทำงานให้ง่ายขึ้น 	<ul style="list-style-type: none"> - การออกแบบชิ้นงาน ของใช้ภายใต้ข้อจำกัด - การวางแผนการทำงาน - การออกแบบโครงสร้างชิ้นงาน 	<ul style="list-style-type: none"> - การคำนวณขนาดชิ้นงาน - การวัดขนาดความกว้าง ความยาว ความสูง - การคำนวณค่าใช้จ่าย - การคำนวณพื้นที่

แบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม
การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้
แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แรงและความดัน

คำชี้แจง ให้เขียนเครื่องหมาย ✓ (เครื่องหมายถูก ถ้านักเรียนมีพฤติกรรมตามรายการที่กำหนด

ชื่อ-สกุล	รายการสังเกต					รวม (15)
	การแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม (3)	ความร่วมมือในการทำงาน (3)	การทำงานตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ (3)	ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลา (3)	นำเสนองานได้ถูกต้อง น่าสนใจ (3)	
กลุ่มที่.....						
1.....						
2.....						
3.....						
4.....						
5.....						
กลุ่มที่.....						
1.....						
2.....						
3.....						
4.....						
5.....						

ชื่อ-สกุล	รายการสังเกต					รวม (15)
	การแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม (3)	ความร่วมมือในการทำงาน (3)	การทำงานตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ (3)	ปฏิบัติงานเสร็จทันเวลา (3)	นำเสนองานได้ถูกต้อง น่าสนใจ (3)	
กลุ่มที่..... 1..... 2..... 3..... 4..... 5.....						
กลุ่มที่..... 1..... 2..... 3..... 4..... 5.....						

เกณฑ์การประเมินทักษะการทำงานเป็นทีม

ที่	รายการประเมิน	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
1	การแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม	มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มอย่างชัดเจน ได้แก่ ประธาน เลขานุการ ผู้นำเสนองาน ผู้รวมงาน	มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่ม แต่ขาดผู้ที่ทำหน้าที่ 1 หน้าที่ หรือสมาชิกทำตามบทบาทหน้าที่ได้พอใช้	มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มแต่ขาดผู้ที่ทำหน้าที่ตั้งแต่ 2 หน้าที่ ขึ้นไป
2	การทำหน้าที่ได้ตามบทบาทที่ได้รับ	สมาชิกทุกคนทำตามบทบาทหน้าที่ที่ได้รับอย่างเหมาะสม	สมาชิกในกลุ่ม 1 คนไม่ทำตามบทบาทหน้าที่ที่ได้รับหรือทำหน้าที่ไม่เต็มที่	สมาชิกในกลุ่ม 2 คนไม่ทำตามบทบาทหน้าที่ที่ได้รับหรือทำหน้าที่ไม่เต็มที่
3	ความร่วมมือในการทำงาน	สมาชิกทุกคนให้ความร่วมมือในการทำงานร่วมกันอย่างกระตือรือร้นและแสดงความคิดเห็นอย่างสม่ำเสมอ	สมาชิกทุกคนให้ความร่วมมือในการทำงานร่วมกันอย่างกระตือรือร้นและแสดงความคิดเห็นในบางครั้ง	สมาชิกตั้งแต่ 1 คนขึ้นไปไม่ให้ความร่วมมือในการทำงาน ขาดความกระตือรือร้นและไม่แสดงความคิดเห็น
4	การทำงานตามขั้นตอนที่วางแผนไว้	มีการทำงานตามขั้นตอน - คัดเลือกและเตรียมข้อมูลได้อย่างเหมาะสม - มีการวางแผนการทำงาน - มีการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ - ปฏิบัติตามแผนและพัฒนางาน	ขาดขั้นตอนการทำงานไป 1 ขั้นตอน	ขาดขั้นตอนการทำงานตั้งแต่ 2 ขั้นตอนขึ้นไป

ที่	รายการประเมิน	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
5	ปฏิบัติงานเสร็จ ทันเวลา	ปฏิบัติงานเสร็จก่อน เวลาที่กำหนด งานมี คุณภาพ	ปฏิบัติงานเสร็จ ทันเวลาที่กำหนด	ปฏิบัติงานเสร็จ หลังจากเวลาที่ กำหนด
6	นำเสนองานได้ ถูกต้อง น่าสนใจ	นำเสนองานได้ถูกต้อง น่าสนใจ ด้วยตนเอง	นำเสนองานโดยมีครู คอยแนะนำ	นำเสนองานได้ แต่ครู ต้องคอยแนะนำ ตลอดเวลา

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง แรงและความดัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน เวลา 60 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยกากบาท (X) ลงในช่อง ก ,ข,ค หรือ ง ในกระดาษคำตอบที่ต้องการ ดังตัวอย่างการตอบข้อ 0

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0			X	

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมายขีดทับในข้อนั้น แล้วทำเครื่องหมายกากบาท ในข้อที่เลือกใหม่ เช่น เปลี่ยนจาก ค เป็น ก

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	X		X	

3. คำถามในแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ถ้าตอบเกินหรือไม่ตอบถือว่าไม่ได้คะแนน
4. ให้ทดสอบลงในกระดาษทด ไม่อนุญาตให้ขีดเขียนข้อสอบ
5. ห้ามออกนอกห้องสอบจนกว่าจะหมดเวลา

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 เรื่อง แรงและความดัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

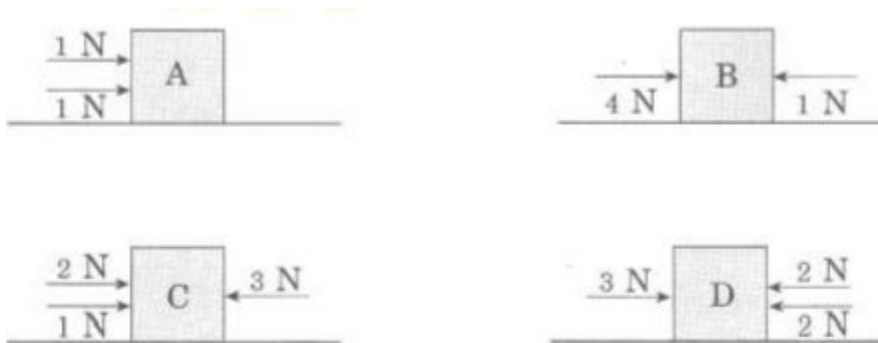
1. การออกแรงแบบใดจะเกิดแรงลัพธ์มากที่สุด

- ก. เด็ก 2 คน ช่วยกันเข็นลัง
- ข. เด็ก 3 คน ช่วยกันเข็นลัง
- ค. เด็ก 5 คน ช่วยกันเข็นลัง
- ง. เด็ก 7 คน ช่วยกันเข็นลัง

2. การออกแรงลักษณะใด เกิดแรงลัพธ์ที่เป็นผลรวมของแรงทั้งหมด

- ก. เด็กเล่นชักเย่อ
- ข. เด็กเล่นตุ๊กตาล้มลุก
- ค. เด็กๆ ช่วยกันเข็นรถ
- ง. ถูกทั้ง 3 ข้อที่กล่าวมา

3. การออกแรงกระทำกับวัตถุใด แรงลัพธ์มีค่า 3 นิวตัน



- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D

4. สิ่งของในข้อใดใช้ประโยชน์จากแรงลัพธ์

ก. กระจ่างต้นไม้แบบแขวน

ข. หลอดหยด

ค. หลอดฉีดยา

ง. กาลักน้ำ

5. ภาพในข้อใดไม่ใช่ประโยชน์จากแรงลัพธ์



ก.



ข.



ค.



ง.

6. แรงแดันอากาศ หมายถึง อะไร

- ก. แรงแดันอากาศกระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รองรับแรงแดัน
- ข. แรงแดันอากาศกดลงบนผิวของวัตถุในทุกทิศทาง
- ค. อนุภาคของอากาศ
- ง. อากาศเคลื่อนที่ไปมาได้อย่างอิสระ

7. ข้อใดต่อไปนี้เป็นแรงแดันอากาศ

- ก. การเป่าลูกโป่ง
- ข. การดันกล่อง
- ค. การใส่รองเท้า
- ง. สายยางฉีดน้ำ

8. เป้าทดลองนำแผ่นกระดาษแข็งปิดปากแก้วที่มีน้ำ และคว่ำแก้วลง อยากทราบว่าผลจะเป็นอย่างไร

- ก. แผ่นกระดาษตก
- ข. แผ่นกระดาษจะติดกับแก้ว
- ค. แผ่นกระดาษยับ
- ง. แก้วแตก

9. การเกิดหุ้อ้อขณะดำน้ำมีสาเหตุมาจากอะไร

- ก. แรงแดันน้ำมากกว่าแรงแดันอากาศ
- ข. แรงแดันอากาศมากกว่าแรงแดันน้ำ
- ค. แรงแดันน้ำเท่ากับแรงแดันอากาศ
- ง. น้ำมีน้ำหนักมากกว่าอากาศ

10. เก่งเจาะรูกระป๋องนม 1 รู เขาเทน้ำนมได้เล็กน้อย แล้วน้ำนมก็หยุดไหล เพราะเหตุใด

- ก. ภายในกระป๋องนมมีอากาศมาก
- ข. อากาศภายนอกดันน้ำนมไว้
- ค. อากาศภายในดันน้ำนมไว้
- ง. น้ำนมมีความข้นมาก

11. ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับแรงดันน้ำ
- แรงน้ำตก
 - น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ
 - การใช้แรงน้ำจากเขื่อน
 - การที่กระดาดแข็งดูดติดปากแก้วที่มีน้ำอยู่เต็มแก้ว ขณะที่คว่ำแก้ว
12. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของแรงดันอากาศ
- การเล่นว่
 - การดูดน้ำออกจากแก้ว
 - การดูดของเหลวเข้าหลอดหยด
 - กาลักน้ำ
13. ข้อใดเป็นประโยชน์ของแรงดันอากาศ
- การโยนหิน
 - แป้งยางดูดติดกระจก
 - การตีเบต
 - ไม่มีข้อใดถูก
14. “การถ่ายของเหลวโดยสายยางจากภาชนะหนึ่งไปยังอีกภาชนะหนึ่งที่อยู่ต่างระดับกัน” เรียกว่าอะไร
- การดูดน้ำ
 - การตักน้ำ
 - แป้งยางดูดติดกระจก
 - กาลักน้ำ
15. เพราะเหตุใด แป้งยางจึงดูดติดกับกระจก
- นำกาวมาทาไว้
 - นำสก๊อตเทปมาแปะ
 - ความดันอากาศภายนอกมากกว่าความดันอากาศภายในแป้งยาง
 - ความดันอากาศภายในแป้งยางมากกว่าความดันอากาศภายนอก

16. อากาศมีแรงดัน สามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้
- กระบอกฉีดน้ำเล่นสกรานต์
 - ถายนํ้าตู่ปลาดด้วยวิธีกาลักน้ำ
 - การเปิดกระป๋องนม 2 รู
 - ถูกทั้งข้อ ก ข และ ค
17. ข้อใดเป็นการประยุกต์ใช้ประโยชน์ของความดันอากาศ
- เครื่องสีข้าว
 - เครื่องยกน้ำหนัก
 - ปากกาหมึกซึม
 - ตาอบไฟฟ้า
18. ข้อใดใช้ประโยชน์จากความดันของของเหลว
- การสร้างเขื่อน
 - เสื่อชูชีพ
 - ลูกดอกยาง
 - การหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
19. ตาราง ความหนาแน่นของของเหลวชนิดต่างๆ

ของเหลว	ความหนาแน่น (kg/m ³)
น้ำ	1,000
น้ำมันเบนซิน	680
น้ำทะเล	1,024
แอลกอฮอล์	790

ที่ความลึก 5 เมตร ของเหลวชนิดใดมีความดันมากที่สุด

- น้ำ
- น้ำมันเบนซิน
- น้ำทะเล
- แอลกอฮอล์

20. แรงดันน้ำสัมพันธ์กับความลึกของน้ำอย่างไร

- ก. ระดับน้ำลึก แรงดันน้ำมาก
- ข. ระดับน้ำลึก แรงดันน้ำน้อย
- ค. ระดับน้ำตื้น แรงดันน้ำมาก
- ง. ระดับน้ำตื้น แรงดันน้ำปานกลาง

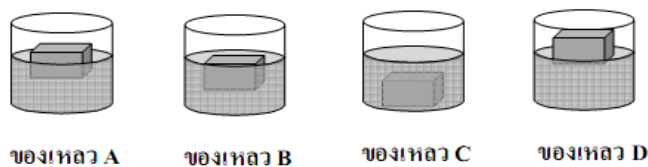
21. ดินน้ำมันปั้นเป็นก้อนกลม นำไปใส่ในน้ำจะจมน้ำ แต่ถ้านำมาปั้นเป็นรูปถ้วยจะลอยน้ำได้เพราะอะไร

- ก. น้ำหนักและปริมาตรเพิ่มขึ้น
- ข. มวลเพิ่มขึ้นทำให้ความหนาแน่นเปลี่ยน
- ค. ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเพราะปริมาตรเพิ่มขึ้น
- ง. ความหนาแน่นลดลงเพราะปริมาตรเพิ่มขึ้น

22. แรงลอยตัวของของเหลวมีแรงกระทำต่อวัตถุตรงข้ามกับแรงในข้อใด

- ก. แรงเสียดทาน
- ข. แรงลัพท์
- ค. แรงดันอากาศ
- ง. แรงโน้มถ่วง

23. วางก้อนวัตถุชนิดหนึ่งซึ่งมีน้ำหนัก ปริมาตร และรูปร่างเหมือนกัน จำนวน 4 ก้อนลงในภาชนะบรรจุของเหลว 4 ชนิด ชนิดละก้อน ได้ผลดังภาพ



ของเหลว A

ของเหลว B

ของเหลว C

ของเหลว D

จากภาพ แรงลอยตัวของของเหลวชนิดใดที่กระทำต่อวัตถุแล้วมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุ

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

24. ข้อใดใช้ประโยชน์จากแรงลอยตัว

- ก. ลี้อชูชีพ
- ข. แพยาง
- ค. ชุดว่ายน้ำ
- ง. เรือ

25. ในการเลือกวัสดุมาใช้ทำกระทง ควรคำนึง ถึงสิ่งใด

- ก. ความหนาแน่น
- ข. แรงเสียดทาน
- ค. แรงลัพท์
- ง. ความดัน

26. การออกแรงผลักวัตถุบนพื้นผิวในข้อใด จะเกิดแรงเสียดทานมากที่สุด

- ก. กระจก
- ข. พื้นกระเบื้อง
- ค. พื้นไม้
- ง. พื้นหญ้า

27. ข้อใดเป็นการลดแรงเสียดทาน

- ก. การทำขอบบันไดให้ขรุขระ
- ข. การใช้ยางรถที่มีลวดลาย
- ค. การใช้รถเข็นในการเคลื่อนย้ายสิ่งของ
- ง. การใช้รองเท้าที่มีพื้นรองเท้าขรุขระ

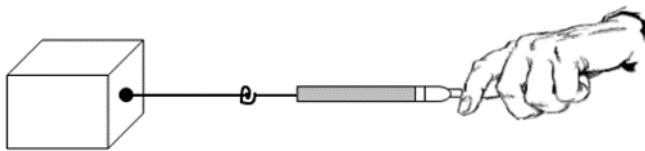
28. เพราะเหตุใดการเลือกกระเบื้องปูพื้นห้องน้ำจึงต้องเลือกที่มีผิวสากเล็กน้อย

- ก. เพื่อจะได้ทำความสะอาดง่าย
- ข. เพื่อให้เกิดความสวยงาม
- ค. เพื่อป้องกันการลื่นหกล้ม
- ง. เพื่อไม่ให้ต้องใช้แรงในการขัดมาก

29. กิจกรรมในข้อใด ต้องการแรงเสียดทานมากที่สุด

- ก. ปีนเขา
- ข. ตีปิงปอง
- ค. ว่ายน้ำ
- ง. ตีกอล์ฟ

จากภาพการทดลอง ใช้เครื่องชั่งสปริงลากวัตถุในพื้นผิวที่แตกต่างกัน 4 ชนิด



อ่านขนาดของแรงที่ใช้เมื่อกล่องเริ่มเคลื่อนที่ได้ผลดังตาราง

ลักษณะของพื้นผิว	ขนาดของแรงที่ใช้ลากเมื่อกล่องเริ่มเคลื่อนที่ (นิวตัน)
ชนิดที่ 1	5
ชนิดที่ 2	6
ชนิดที่ 3	7
ชนิดที่ 4	9

30. จากข้อมูลการลากกล่องบนพื้นผิวชนิดใดเกิดแรงเสียดทานมากที่สุด

- ก. ชนิดที่ 1
- ข. ชนิดที่ 2
- ค. ชนิดที่ 3
- ง. ชนิดที่ 4

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อ	ตอบ	ข้อ	ตอบ	ข้อ	ตอบ
1	ง	11	ข	21	ง
2	ค	12	ก	22	ง
3	ข	13	ข	23	ค
4	ก	14	ง	24	ค
5	ง	15	ค	25	ก
6	ข	16	ง	26	ง
7	ก	17	ข	27	ค
8	ข	18	ก	28	ค
9	ก	19	ค	29	ก
10	ข	20	ก	30	ง

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง แรงและความดัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน เวลา 30 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยกากบาท (× ลงในช่อง ก ,ข,ค หรือ ง ในกระดาษคำตอบที่ต้องการ ดังตัวอย่างการตอบข้อ 0

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0			X	

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมายขีดทับในข้อนั้น แล้วทำเครื่องหมายกากบาท ในข้อที่เลือกใหม่ เช่น เปลี่ยนจาก ค เป็น ก

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	X		X	

3. คำถามในแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ถ้าตอบเกินหรือไม่ตอบถือว่าไม่ได้คะแนน
4. ให้ทำข้อสอบลงในกระดาษทด ไม่อนุญาตให้ขีดเขียนข้อสอบ
5. ห้ามออกนอกห้องสอบจนกว่าจะหมดเวลา

1. จากภาพการทดลองเป่าลมที่สายพลาสติกดัง ข้อมูลใดไม่ได้จากการสังเกต (สังเกต



- ก. ระดับน้ำในสายพลาสติกเคลื่อนที่
 ข. ระดับน้ำในสายพลาสติกไม่เท่ากัน
 ค. ผู้ที่ทำการทดลองยืนอยู่ในแนวระดับเดียวกัน
 ง. ระดับน้ำในสายพลาสติกจะเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ
2. ข้อใดเป็นการสังเกตที่ใช้ประสาทสัมผัสมากกว่า 1 อย่าง (การสังเกต
- ก. น้ำในขวดมีฟองอากาศจำนวนมาก
 ข. ร่องเท้าแต่ละคู่นี้มีพื้นขรุขระ ด้านล่างแข็ง ด้านบนอ่อนนุ่ม
 ค. ขนมชิ้นนี้มีรสเปรี้ยวหวาน กลิ่นหอม
 ง. นกตัวนี้ร้องเสียงดังมาก
3. ข้อใดเป็นการสังเกตโดยใช้ลิ้น (การสังเกต
- ก. ผ้าผืนนี้นุ่มมาก
 ข. ดอกจำปีมีกลิ่นหอม
 ค. เราได้ยินไม้ไผ่เสียดสีกัน
 ง. มะม่วงมีรสเปรี้ยว
4. ข้อใดเป็นวิธีการชั่งน้ำหนักที่ถูกต้อง (การวัด
- ก. ถอดรองเท้าขึ้นยืนบนตาชั่ง โดยไม่กระตุกกระตักและให้เพื่อนอ่านค่า
 ข. ขึ้นยืนบนตาชั่งปล่อยให้หนึ่งสักรู้อ่านค่าน้ำหนัก
 ค. ขึ้นยืนบนตาชั่งปล่อยให้หนึ่งจนเข็มไม้กระตักแล้วก้มตัวลงอ่าน
 ง. ขึ้นยืนบนตาชั่งแล้วอ่านค่า

5. ถ้านักเรียนต้องการวัดความยาวของห้องเรียน ควรเลือกใช้เครื่องมือใด เพื่อให้ได้ค่าคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด (การวัด


- ก. เทปวัดตัว
- ข. ไม้เมตร
- ค. ตลับเมตร
- ง. ใช้เชือกวัดแล้วนำมาวัดด้วยไม้เมตร

6. วัตถุชิ้นหนึ่งมี ความกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร วัตถุชิ้นนี้มี ปริมาตรเท่าใด (การคำนวณ

- ก. 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. 55 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

7. ไม้ท่อนหนึ่ง มีมวล 15 กรัม ปริมาตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ไม้ท่อนนี้มีความหนาแน่นเท่าใด (การคำนวณ

- ก. 25 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. 1.5 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. 5 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. 15 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

8. ภาพที่กำหนดให้คือ  ภาพใดเกิดจากการหมุน (สเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา

ก.



ข.



ค.



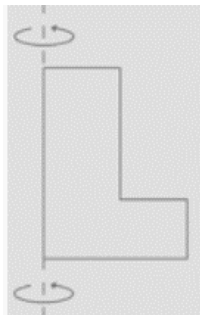
ง.







9. ทินกรวิ่งออกกำลังกายโดยออกจากจุดเริ่มต้นไปทางทิศใต้ 300 เมตร เลี้ยวไปทางทิศตะวันตก 200 เมตร แล้ววิ่งไปทางทิศเหนือ 300 เมตร ทินกรอยู่ทางทิศใดของจุดเริ่มต้น (สเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา)

- ก. ทิศเหนือ
- ข. ทิศใต้
- ค. ทิศตะวันออก
- ง. ทิศตะวันตก

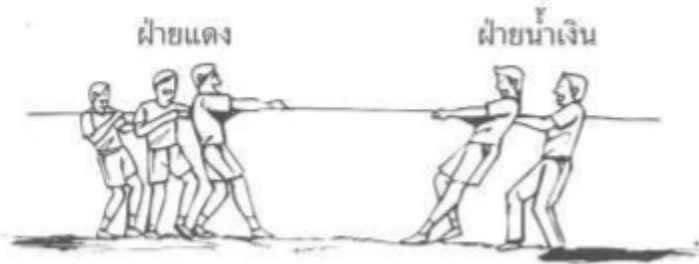
10.



เมื่อทำการหมุนอย่างรวดเร็วตามแกน ดังภาพ นักเรียนจะเห็นเป็นรูปทรงในข้อใด (สเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา)

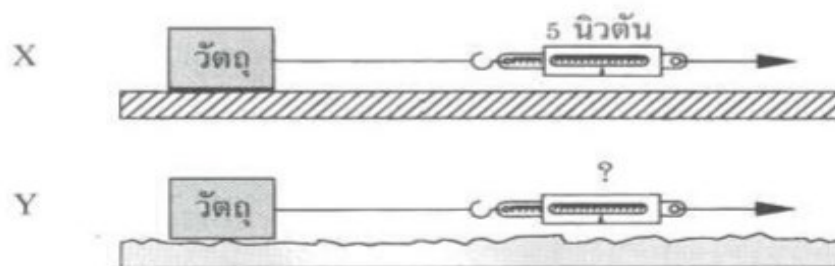
- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 

11. จากภาพการเล่นชักกะเย่อของนักเรียนชั้น ป.5



เมื่อฝ่ายแดง และฝ่ายน้ำเงินออกแรงดึงเชือกพร้อมกัน แล้วเชือกไม่เคยเคลื่อนที่ นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุ มาจากสิ่งใด (การลงความเห็นจากข้อมูล)

- ก. ฝ่ายแดงออกแรงมากกว่าฝ่ายน้ำเงิน
 - ข. ฝ่ายน้ำเงินออกแรงมากกว่าฝ่ายแดง
 - ค. ฝ่ายแดงและฝ่ายน้ำเงินออกแรงเท่ากัน
 - ง. ฝ่ายแดงและฝ่ายน้ำเงินออกแรงน้อยมาก
12. จากการทดลองใส่ น้ำแข็งในแก้ว แล้วตั้งทิ้งไว้ในอากาศ ลักครู่จะมีหยดน้ำเกาะข้างแก้ว ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็น จากข้อมูลนั้น (การลงความเห็นจากข้อมูล)
- ก. แก้วน้ำร่ว น้ำจึงไหลออกมา
 - ข. น้ำแข็งในแก้วค่อยๆละลาย
 - ค. น้ำในแก้วไหลซึมออกมานอกแก้ว
 - ง. ในอากาศมีไอน้ำ
13. นักเรียนคิดว่า ค่าบนสเกลของเครื่องชั่งสปริงบนพื้นผิว Y ได้เท่าใด (ทักษะการพยากรณ์)



- ก. น้อยกว่า 5 นิวตัน
- ข. มากกว่า 5 นิวตัน
- ค. เท่ากับ 5 นิวตัน
- ง. สรุบไม่ได้

14. ถ้าเชือกที่มีขนาดเท่ากันนำมาผูกแล้วดึง โดยเพิ่มแรงดึงมากขึ้นเรื่อยๆ เชือกชนิดใดจะขาดก่อน (พยากรณ์)

- ก. เชือกฟาง
- ข. เชือกกล้วย
- ค. เชือกไนลอน
- ง. เชือกกระสอบ

15. ถ้านักเรียนต้องการนำเสนอข้อมูล ขนาดของแรงเสียดทานระหว่างลูกบึงป้องกันพื้นผิวแต่ละชนิด ควรนำเสนอในรูปแบบใด (การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

- ก. แผนภูมิรูปภาพ
- ข. ตาราง
- ค. แผนภูมิวงกลม
- ง. เรียงความ

16. จากการศึกษาปริมาณแก๊สต่างๆ ในอากาศ ได้ข้อมูลเป็นดังนี้ (การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

แก๊สไนโตรเจน ปริมาณ ร้อยละ 78
 แก๊สออกซิเจน ปริมาณ ร้อยละ 21
 แก๊สอาร์กอน ปริมาณ ร้อยละ 0.93
 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณ ร้อยละ 0.03
 อื่นๆ ร้อยละ 0.04

ควรนำเสนอข้อมูลในรูปแบบใด

- ก. แผนภูมิรูปภาพ
- ข. ตาราง
- ค. แผนภูมิวงกลม
- ง. เรียงความ

17. ให้นักเรียนสังเกตวัสดุต่อไปนี้ (ทักษะจำแนกประเภท)

โฟม ท่อนไม้ ดินน้ำมัน ช้อน ส้อม หยวกกล้วย ขนมปัง แท่งเหล็ก ก้อนหิน

สามารถแบ่งวัสดุเหล่านี้ได้เป็น 2 ประเภท

ประเภทที่ 1 โฟม หยวกกล้วย ขนมปัง ก้อนน้ำแข็ง ส้อม

ประเภทที่ 1 ท่อนไม้ ดินน้ำมัน กล้วย แท่งเหล็ก ก้อนหิน

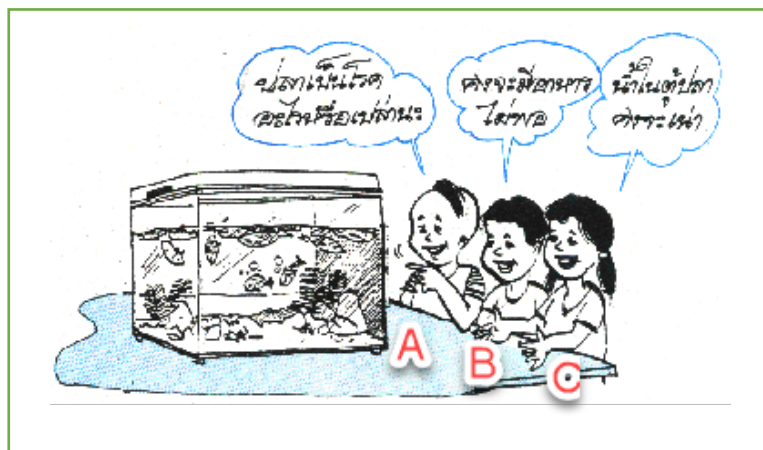
นักเรียนคิดว่าจัดจำแนกโดยใช้เกณฑ์ใด

- ก. น้ำหนัก
- ข. มวล
- ค. ปริมาตร
- ง. ความหนาแน่น

18. การผลิตสิ่งของเครื่องใช้ชนิดใดต่อไปนี้ ใช้ความรู้เรื่องแรงเสียดทาน (การจำแนกประเภท)

- ก. รองเท้า ยางรถยนต์
- ข. ปืนฉีดน้ำ รองเท้า
- ค. ยางรถยนต์ บอลลูก
- ง. ปืนฉีดน้ำ บอลลูก

19. จากภาพเป็นการสนทนาของนักเรียน A, B และ C ขณะสังเกตตู้ปลาที่เลี้ยงไว้ที่โรงเรียนพบว่าปลาตายหลายตัว (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)



บทสนทนาของนักเรียนคนใดเป็นการตั้งสมมติฐาน

- ก. A และ B
- ข. B และ C
- ค. C และ A
- ง. ทั้ง A, B และ C

20. ถ้าจะศึกษาการเจริญเติบโตของพืชกับขนาดของเมล็ดดิน ควรตั้งสมมติฐานแบบใด (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

- ก. ขนาดของเมล็ดดินไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- ข. ขนาดของเมล็ดดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
- ค. เมล็ดดินขนาดใหญ่จะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดีกว่าขนาดเล็ก
- ง. ถูกทุกข้อ

สถานการณ์ต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อที่ 21-23

หนูดีทำการทดลองปลูกเมล็ดถั่วเขียวโดยเขาต้องการหาว่า บริเวณปลูกที่มีความแตกต่างกัน จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดถั่วเขียวหรือไม่ โดยเขาใช้เวลาในการปลูกเท่าๆ กัน

21. ตัวแปรต้น คือข้อใด (การกำหนดตัวแปร

- ก. การเจริญของเมล็ดถั่วเขียว
- ข. บริเวณปลูก
- ค. เวลาในการปลูก
- ง. ดินที่ใช้ปลูก

22. ตัวแปรตาม คือข้อใด (การกำหนดตัวแปร

- ก. การเจริญของเมล็ดถั่วเขียว
- ข. บริเวณปลูก
- ค. เวลาในการปลูก
- ง. ดินที่ใช้ปลูก

23. ตัวแปรควบคุม คือข้อใด (การกำหนดตัวแปร

- ก. การเจริญของเมล็ดถั่วเขียว
- ข. บริเวณปลูก
- ค. เวลาในการปลูก
- ง. ดินที่ใช้ปลูก

24. “การเจริญเติบโต” หมายความว่าอย่างไร ต้องกำหนดนิยามให้ชัดเจน เช่น การเจริญเติบโตหมายถึง มีความสูงเพิ่มขึ้น เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใด (การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

- ก. ทักษะการตั้งสมมุติฐาน
- ข. ทักษะการควบคุมตัวแปร
- ค. ทักษะการตีความและลงข้อสรุป
- ง. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

25. ข้อใดอธิบายคำว่า “เจริญเติบโต” ได้ชัดเจนที่สุด (การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

- ก. สูงขึ้น
- ข. หนักขึ้น
- ค. ใหญ่ขึ้น
- ง. สูงขึ้น ใหญ่ขึ้น หนักขึ้น

26. การหาปริมาตรของวัตถุใช้วิธีใด (การทดลอง

- ก. ชั่งวัตถุนบนเครื่องชั่ง
- ข. สังเกตจากการลอยน้ำของ
- ค. แทนที่น้ำด้วยวัตถุ
- ง. วัตถุวัดขนาดของวัตถุ

27. กาลักน้ำ คืออะไร (การทดลอง)

- ก. การถ่ายน้ำจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ
- ข. การสูบน้ำจากที่ต่ำไปที่สูง
- ค. น้ำที่ไหลลงในกา
- ง. ก๊าซโมยกินน้ำ

จากข้อมูลที่กำหนดให้ จงตอบคำถามข้อที่ 28–30

วัตถุที่นำมา ชั่ง	ใช้เครื่องชั่ง 1 อัน ค่าแรงที่ได้ (นิวตัน)	ใช้เครื่องชั่ง 2 อัน		
		เครื่องชั่งที่1 ค่าแรงที่ได้ (นิวตัน)	เครื่องชั่งที่2 ค่าแรงที่ได้ (นิวตัน)	ผลรวมค่า แรงที่ได้ (นิวตัน)
ก้อนหิน	2.4	1.2	1.2	2.4
ดินน้ำมัน	1.4	0.7	0.7	1.4

28. จากตารางต้องการทดลองเกี่ยวกับใด (ตีความหมายและลงข้อสรุป)

- ก. ปริมาตรของวัตถุ
- ข. ผลลัพธ์ของแรงสองแรงที่กระทำต่อวัตถุ
- ค. ความแตกต่างของค่ามวลสารของวัตถุ
- ง. ความหนาแน่นของวัตถุต่างชนิด

29. จากผลการทดลอง สรุปได้ว่าอย่างไร (ตีความหมายและลงข้อสรุป)

- ก. แรงสองแรงสามารถรวมเป็นหนึ่งแรงได้
- ข. แรงสองแรงย่อมมีค่ามากกว่าแรงหนึ่งแรง
- ค. แรงที่กระทำต่อวัตถุต่างชนิดกันย่อมมีค่าไม่เท่ากัน
- ง. วัตถุที่มีขนาดเล็กจะมีค่าแรงมากกระทำมาก

30. ข้อใดคือทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (ทักษะลงความเห็นจากข้อมูล)

- ก. การนำเอาจำนวนที่ได้จากการวัด การสังเกตและการทดลองมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่
- ข. การนำเอาข้อมูล ซึ่งได้มาจากการสังเกต การทดลอง ฯลฯ มาจัดกระทำเสียใหม่
- ค. การเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผล
- ง. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่างๆ ที่เกี่ยวกับสถานที่ รูปทรง ทิศทาง ระยะทาง พื้นที่ เวลา

**เฉลยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**

ข้อ	ตอบ	ข้อ	ตอบ	ข้อ	ตอบ
1	ค	11	ค	21	ข
2	ค	12	ง	22	ก
3	ง	13	ข	23	ค
4	ก	14	ข	24	ง
5	ง	15	ข	25	ง
6	ก	16	ค	26	ค
7	ข	17	ง	27	ก
8	ก	18	ก	28	ข
9	ง	19	ง	29	ก
10	ค	20	ข	30	ค

ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับการเรียนรู้
แบบร่วมมือ





กิจกรรม สะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง แรงลอยตัว

วัตถุประสงค์ :

1. เพื่อศึกษาแรงพยุงหรือแรงลอยตัวของวัตถุ
2. เพื่อสร้างชิ้นงาน หรือสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ไขปัญหา อย่างสร้างสรรค์ โดยอาศัยความรู้เรื่องแรงพยุงหรือแรงลอยตัวของวัตถุ

ชื่อกลุ่ม หมู่อัจฉริยะคนฉลาด ชั้น ป.6

สมาชิกในกลุ่ม

1. นาย.ภาณุศักดิ์ อรุณภักดิ์
2. นาย.วิศวิญญา ศุภพร
3. นาย.ศวิศ ศุภวัฒน์
4. นาย.พรวิมล ทศนภัส
5.

ครูผู้สอน นางสาวพิมพ์พิชชา ศาสตราชัย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์



สถานการณ์ที่ 3

เรือบรรทุกสินค้า



ในช่วงปิดเทอมนิดาและเพื่อนๆไปเที่ยวคลายร้อนที่อ่างเก็บน้ำ ซึ่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวแห่งหนึ่ง นิดาและเพื่อนไปปั่นจักรยานน้ำด้วยกันขณะลงไป ในเรือนิดา เกิดความสงสัยว่า เอ๊ะ!ทำไมจักรยานน้ำ จึงรับน้ำหนักได้โดยไม่จม นิดาชวนเพื่อนลงมานั่ง ด้วยอีกคน จักรยานก็ยังไม่จม ทั้งที่นิดาและเพื่อน น้ำหนักรวมกันแล้วประมาณ 100 กิโลกรัม ทั้งสอง จึงปั่นจักรยานเล่นอย่างสนุกสนาน

เมื่อกลับถึงบ้านนิดาจึงคิดอยากลองประดิษฐ์เรือ บรรทุกสินค้าลำเล็กๆแต่สามารถรับน้ำหนักได้มากๆ

ภารกิจ :

1. ให้ประดิษฐ์เรือ ที่สามารถลอยน้ำได้และรับน้ำหนักได้มากกว่า 1 กิโลกรัม
2. ขนาดของเรือ ไม่เกิน 30 x 30 X 30 เซนติเมตร
3. ให้เรือบรรทุกสินค้า สามารถเคลื่อนที่ได้โดยใช้พลังงานจากแหล่งใดก็ได้ 1 แหล่ง
4. ให้ใช้ แผงโซลาร์เป็นส่วนประกอบของเรือ

1. ปัญหาของสถานการณ์คืออะไร

ประสิทธิภาพผู้เรียนหรือผู้ที่สามารถเรียนรู้หนังสือได้มากขึ้น

2. จากสถานการณ์ดังกล่าว มีเงื่อนไข อะไรบ้าง

1. ประสิทธิภาพผู้เรียน... ที่สามารถจดจำได้และเรียนรู้หนังสือได้มากขึ้น... 2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้... 3. วัตถุประสงค์การเรียนรู้... 4. วัตถุประสงค์การเรียนรู้... 5. วัตถุประสงค์การเรียนรู้...

3. ให้สมาชิกในกลุ่มเสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยไม่วิจารณ์แต่ละความคิด แล้ววิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสียของวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธี

ที่	วิธีการแก้ปัญหา	ข้อดี	ข้อเสีย
1	สอนบทที่ 1 ให้นักเรียนอ่าน 10 ข้อ ใช้ พลังงานหรือสมาธิ 10 นาที ทำ จากข้อ 1-10 ข้อ	ใช้พลังงานรวม ได้ดี	มีกำลัง 66 ร้อย 60
2	ใช้ของดีที่หาได้มาทำเป็นสื่อ สื่อการเรียนรู้	สามารถช่วยผู้เรียน ได้ดี	หายาก
3	ใช้สื่อภาพที่เห็นภาพหรือรูป ที่เห็นภาพ	ดูสื่อที่เห็นภาพ ดีกว่าวิธีอื่น	ยากที่จะหาได้
4	ใช้สื่อภาพที่เห็นภาพหรือรูป ที่เห็นภาพ	สามารถใช้ร่วมกับสื่อ ที่เห็นภาพ	ดีมากกว่า
5			

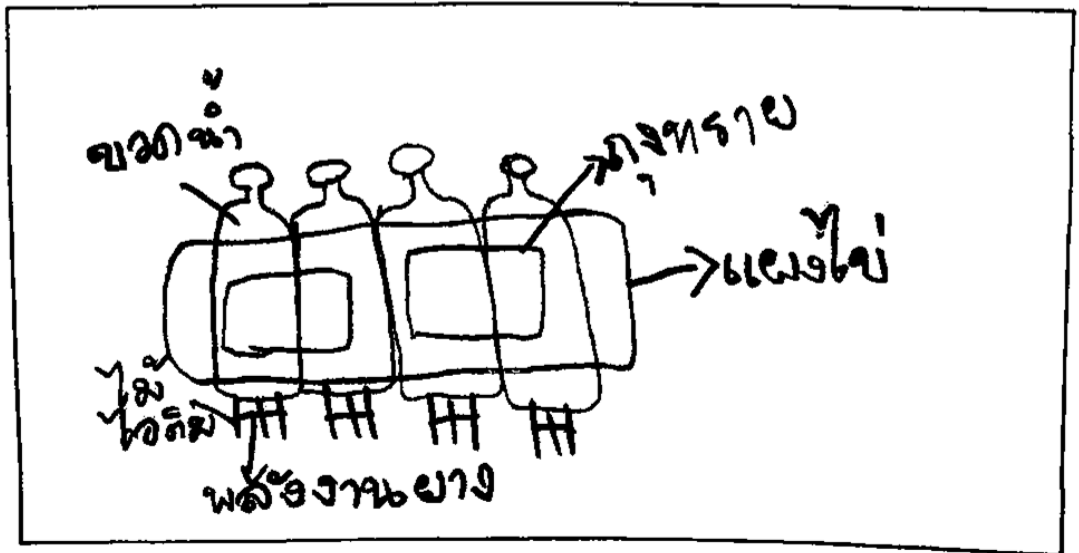
4. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1. แผลไม้ 2. ขวดน้ำ 3. ฟาขวดน้ำ A, ขดด ๑. ไม้เสียบลูกชิ้น ๕. เขียง
๖. ไม้ไอติม ๘. สีชมพู





5. วิธีการประดิษฐ์หรือสร้างชิ้นงาน

นำไม้ไอติมมาตัดไว้กับขวดน้ำ ไม้ทุกชนิดกับไม้ไอติม ทำแบบที่ ๑ ได้ A ขดด แล้วทำแผล
ไม้ขวดน้ำไว้สำหรับขวดน้ำ แต่ใช้สีชมพู

6. ออกแบบสิ่งประดิษฐ์/ร่างแบบสิ่งประดิษฐ์

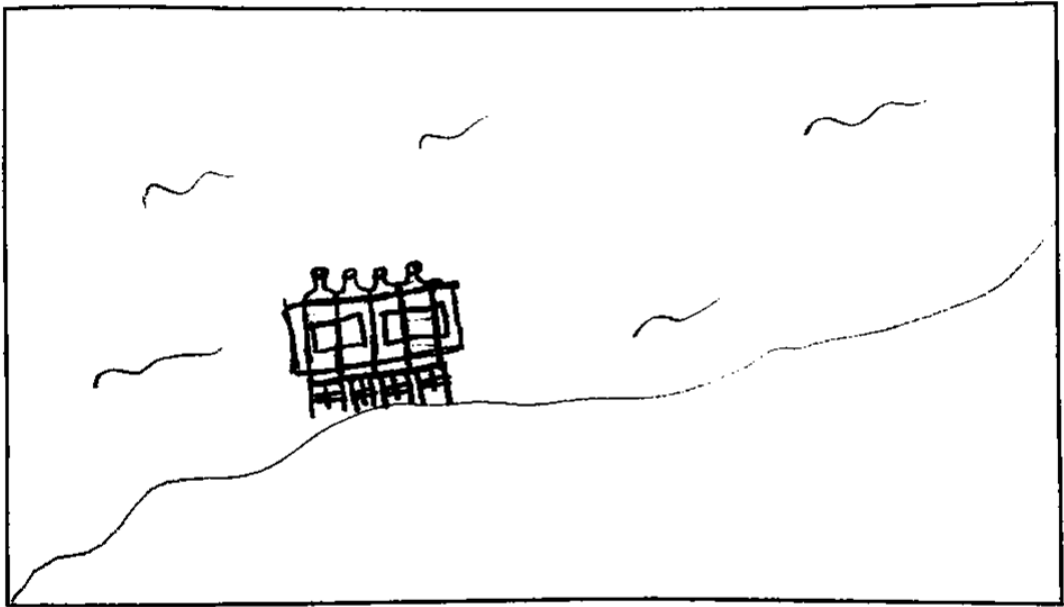


7. ทดสอบชิ้นงานหรือสิ่งประดิษฐ์

ทดลอง ครั้งที่	ภาพวาดการออกแบบ	ผลการทดลอง	ปัญหาที่พบ	การแก้ไขปัญหา
๑		ลดย่นน้ำได้ดี	น้ำไหลซึม	เปลี่ยนไม้พลาสติก
๒		น้ำสะอาดขึ้น พอใช้ มีกลิ่นคาว นิด	น้ำขุ่นไม่สะอาด มาก	อาจถูกทราย ใหม่
๓		ลดมากดี	ติดขวดน้ำผิด ทาง	ติดขวดน้ำตรงแล้ว ดีใหม่
๔		แต่น้ำไม่ใส และรับน้ำหนัก ได้ไม่มากนัก	-	-

8. ผลการทดลอง ทดสอบประสิทธิภาพเป็นอย่างไร จงวาดภาพผลการทดสอบ

เมื่อเรารดน้ำต้นไม้ด้วยน้ำที่ผ่านการกรองแล้ว ต้นไม้จะงอกงามและแข็งแรง ซึ่งประสิทธิภาพของ
การกรองน้ำได้ ในส่วนของน้ำที่ใสสะอาดกว่า ก็คือที่ดื่ม ก็ไม่ควม



9. ข้อเสนอแนะ เพื่อพัฒนาต่อยอดชิ้นงานหรือสิ่งประดิษฐ์ของนักเรียน

ทำให้มีสี สีสันที่มากกว่าและใสได้ และทำให้มีกลิ่นจากธรรมชาติที่อ่อนโยน

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นางสาวพิมพ์พิชชา ศาสตราชัย
วัน เดือน ปีเกิด	15 ธันวาคม 2528
ที่อยู่ปัจจุบัน	8/1 หมู่ 6 บ้านสมสะอาด ตำบลนาอุดม อำเภอนิคมคำสร้อย จังหวัดมุกดาหาร 49130
ตำแหน่งปัจจุบันครู สถานที่ทำงาน	วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านป่าเตย ตำบลนาอุดม อำเภอนิคมคำสร้อย จังหวัดมุกดาหาร 49130 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาศึกษามุกดาหาร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2540	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านนาอุดม อำเภอนิคมคำสร้อย จังหวัดมุกดาหาร
พ.ศ. 2546	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเลิงนงทา อำเภอเลิงนงทา จังหวัดยโสธร
พ.ศ. 2552	ปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต (คช.บ. สาขาวิทยาศาสตร์ ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2563	ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม. สาขาวิชาการวิจัยและ พัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2552-2555	ครูผู้ช่วย โรงเรียนบ้านโนนสวาท ตำบลป่าไร่ อำเภอดอนตาล จังหวัดมุกดาหาร
พ.ศ. 2555-2557	ครู โรงเรียนคณะเทพบาลนครกรุงเทพ 3 ตำบลนาอุดม อำเภอนิคมคำสร้อย จังหวัดมุกดาหาร
พ.ศ. 2558-2560	ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ โรงเรียนบ้านค่านางโือก
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านป่าเตย ตำบลนาอุดม อำเภอนิคมคำสร้อย จังหวัดมุกดาหาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศึกษามุกดาหาร