การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

นายธนาวัฒน์ น้อยไธสง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2561

Development of Problem Solving Ability and Science Learning Achievement Using Learning Management Based on STEM Education in the Topic of Electric Circuit for Prathom Suksa VI Student at Demonstration School of Rajabhat Rajanagarindra University in Chachoengsao Province

Mr. Thanawat Noythisong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Science Education
School of Educational Studies
Sukhothai Thammathirat Open University
2018

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

ชื่อและนามสกุล นายธนาวัฒน์ น้อยไธสง

วิชาเอก วิทยาศาสตร์ศึกษา

สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 28 ตุลาคม 2562

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จีระวรรณ เกษสิงห์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา จันทร์คง)

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

ผู้วิจัย นายธนาวัฒน์ น้อยไธสง **รหัสนักศึกษา** 2592000364 **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) **อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป (2) รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ **ปีการศึกษา** 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา และ(2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้า ของนักเรียนดังกล่าว

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 25 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้า (2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 และ (3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีพัฒนาการขั้นวิเคราะห์ปัญหาสูงสุด รองลงมาคือขั้นระบุปัญหา ขั้นกำหนดวิธีแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ และ (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ สะเต็มศึกษา วงจรไฟฟ้า ความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

Thesis title: Development of Problem Solving Ability and Science Learning Achievement Using Learning Management Based on STEM Education in the Topic of Electric Circuit for Prathom Suksa VI Students at Demonstration School of Rajabhat Rajanagarindra University in Chachoengsao Province
Researcher: Mr. Thanawat Noythisong; **ID:** 2592000364;
Degree: Master of Education (Science Education);
Thesis advisors: (1) Dr. Jurarat Thammaprateep, Associate Professor;
(2) Dr. Tweesak Chindanurak, Associate Professor; **Academic year:** 2018

Abstract

The purposes of this study were (1) to compare problem solving abilities of Prathom Suksa VI students at the Demonstration School of Rajabhat Rajanagarindra University in Chachoengsao province before and after learning under the learning management based on STEM Education in the topic of Electric Circuit; and (2) to compare science learning achievements of the students before and after learning under the learning management based on STEM Education in the topic of Electric Circuit.

The research sample consisted of 25 Prathom Suksa VI students in an intact classroom of the Demonstration School of Rajabhat Rajanagarindra University in Chachoengsao province in the 2019 academic year, obtained by cluster sampling. The research instruments comprised (1) learning management plans for the learning management based on STEM Education in the topic of Electric Circuit; (2) a problem solving ability test, with reliability coefficient of 0.80; and (3) a science learning achievement test, with reliability coefficient of 0.85. Statistics employed for data analysis were the frequency, percentage, mean, standard deviation, and t-test.

The findings of this study were as follows: (1) the post-learning problem solving ability of the students who learned under the learning management based on STEM Education in the topic of Electric Circuit was significantly higher than their pre-learning counterpart ability at the .05 level of statistical significance; the students had the highest level of development in the problem analysis step, followed by those in the problem identification step, the determination of problem solving method step, and the checking of outcomes step, respectively; and (2) the post-learning science learning achievement of the students who learned under the learning management based on STEM Education in the topic of Electric Circuit was significantly higher than their pre-learning counterpart achievement at the .05 level of statistical significance.

Keywords: STEM Education, Electric Circuit, Problem solving ability, Science learning achievement

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเพราะผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ แนวคิด วิธีการ คำแนะนำให้คำปรึกษา และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ยิ่งตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จีระวรรณ เกษสิงห์ ประธานกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ธรรมประทีป และรองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้แนวคิดและคำแนะนำเพิ่มเติมจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรา เขียวรักษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์วินัย จันทรวงศ์ และ อาจารย์ธานินทร์ ปัญญาวัฒนากุล ที่กรุณาตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนให้คำแนะนำ ในการสร้างเครื่องมือให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหารคณะครุศาสตร์ ผู้บริหารโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏ-ราชนครินทร์ ตลอดจนอดีตผู้บริหารที่ให้การสนับสนุนให้ผู้วิจัยได้ศึกษาต่อ และขอบคุณคณาจารย์ และนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณ คุณพ่อเทวินทร์ คุณแม่นิตยา น้อยไธสง นางขวัญชนก น้อยไธสง ภรรยา และครอบครัวน้อยไธสง ที่คอยห่วงใยให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนการศึกษาแก่ผู้วิจัยเสมอมา ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำ และช่วยเหลือประสานงานให้งานวิจัยสำเร็จด้วยดี

คุณประโยชน์ใด ๆ อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดา มารดา ครูอาจารย์ และสถาบันการศึกษาที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา มีส่วนร่วมในการวางรากฐานการศึกษาอบรมให้การสนับสนุนผู้วิจัยตลอดมา

ธนาวัฒน์ น้อยไธสง

ตุลาคม 2562

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์การวิจัย 4

ขอบเขตการวิจัย 5

สมมติฐานการวิจัย 5

กรอบแนวคิดการวิจัย 6

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 8

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 9

การจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา 10

ความสามารถในการแก้ปัญหา 18

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 23

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 30

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 30

รูปแบบการวิจัย 30

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 30

การวิเคราะห์ข้อมูล 42

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 46

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน 46

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 49

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 50
สรุปการวิจัย 50
อภิปรายผล 52
ข้อเสนอแนะ 57
บรรณานุกรม 58
ภาคผนวก 62
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ 63
ข หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ 65
ค เครื่องมือที่ใช้การวิจัย 69
ง การวิเคราะห์ข้อมูล 104
ประวัติผู้วิจัย 118

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 กรอบแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้า 32
ตารางที่ 3.2 การวิเคราะห์ตัวบ่งชี้พฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหา 38
ตารางที่ 4.1 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบที (t - test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังจาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (N = 25) 46
ตารางที่ 4.2 จำนวนนักเรียน ร้อยละ ระดับช่วงคะแนนของความสามารถในการแก้ปัญหาก่อน และหลังเรียนของนักเรียนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (N = 25) 47
ตารางที่ 4.3 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบที (t - test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (N = 25) 49

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 6
ภาพที่ 2.1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) 15
ภาพที่ 4.1 แสดงจำนวนนักเรียนจำนวนนักเรียน ระดับช่วงคะแนนของความสามารถ ในการแก้ปัญหาก่อนและหลังเรียนของนักเรียนจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 48

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้เจริญก้าวหน้าอย่างมีคุณภาพ อีกทั้งยังเป็นปัจจัยที่จะนำพาประเทศไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาวิทยาศาสตร์ให้คนไทยทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเพื่อเป็นฐานรากในการดำเนินชีวิตและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) สามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง

ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิตและจำเป็นต่อคนในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากในชีวิตประจาวันของคนเรานั้นมักจะพบปัญหาต่าง ๆ มากมาย เช่น ปัญหาส่วนตัว ปัญหาเกี่ยวกับการทำงาน ปัญหาทางสังคม ผู้คิดแก้ปัญหาต้องศึกษาถึงสาเหตุที่มาของปัญหาซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกัน และพยายามคิดค้นหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดเพื่อแก้ไข การคิดหาวิธีการอาจได้มาโดยการศึกษาหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ การขอคำปรึกษาจากผู้ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นมาก่อน แล้วจึงตัดสินใจเลือกวิธีที่ดีที่สุดในการตัดสินใจนั้น ไม่ว่าเรื่องเล็กน้อยหรือเรื่องใหญ่ที่อาจทำให้วิถีชีวิตต้องเปลี่ยนไป บ่อยครั้งอาจมีคำตอบมากกว่าหนึ่งซึ่งมักเกิดจากการเปลี่ยนรูปแบบในการคิดของตนเอง การฝึกฝนวิธีคิดแก้ปัญหานั้นจะเกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงแรกของชีวิตจึงทำให้สามารถที่จะเห็นทางเลือกต่าง ๆ ได้ และเพิ่มระดับความยากมากขึ้นเมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่ขึ้น รวมทั้งลักษณะนิสัยส่วนบุคคลก็มีส่วนสัมพันธ์กับรูปแบบทางความคิดที่จะทำให้พบทางเลือกใหม่และวิธีการแก้ปัญหาที่ต่างออกไปจากเดิม การคิดแก้ปัญหาถือได้ว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุดของการคิดทั้งมวล และเป็นสิ่งสำคัญต่อวิถีการดำเนินชีวิตในสังคมของมนุษย์ซึ่งจะต้องใช้การคิดเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ทักษะการคิดแก้ปัญหาเป็นทักษะที่เกี่ยวข้องและมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตที่วุ่นวายสับสนได้เป็นอย่างดี ผู้ที่มีทักษะการคิดแก้ปัญหาจะสามารถเผชิญกับภาวะสังคมที่เคร่งเครียดได้อย่างเข้มแข็ง ดังนั้นทักษะการแก้ปัญหาจึงมิใช่เป็นเพียงการรู้จักคิดและรู้จักการใช้สมองหรือเป็นทักษะที่มุ่งพัฒนาสติปัญญาแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังเป็นทักษะที่สามารถพัฒนาทัศนคติ วิธีคิด ค่านิยมความรู้ ความเข้าใจในสภาพการณ์ของสังคมได้ดีด้วย (Eberle and Slanish, 1996) และการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนสามารถมองเห็นปัญหา การใช้ความรู้ และวิธีการเลือกแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554) ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการทางสมอง

ของแต่ละบุคคล ในการนำพัฒนาการทางสติปัญญามาใช้เพื่อให้เกิดกระบวนการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง เนื่องจากในปัจจุบันสังคมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีการแข่งขันเพื่อการอยู่รอดในสังคมที่นับวันจะมีความรุนแรงมากขึ้น ดังนั้นบุคคลจึงต้องมีการเรียนรู้ถึงสภาวะปัญหาต่าง ๆ เพื่อปรับตัวให้สามารถอยู่รอดและมีชีวิตปกติสุข โดยใช้กลยุทธ์ทางปัญญาที่จะวิเคราะห์ สังเคราะห์ความรู้ความเข้าใจต่าง ๆ อย่างมีวิจารณญาณมีเหตุผล เพื่อหาแนวทางปฏิบัติให้ปัญหานั้นหมดสิ้นไป บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ (อุษณีย์ โพธิสุข, 2544) โดยที่นักเรียนจะต้องรู้วิธีการที่จะกระทำกับข้อมูลใหม่ ที่ได้มาเพื่อแก้ปัญหาและบุคคลที่จะเป็นผู้เรียนรู้ได้ดีนั้นจะต้องเป็นผู้ที่มีทักษะการแก้ปัญหาเป็นอย่างดี (Soden, 1994) การแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญต่อวิถีการดำเนินชีวิตในสังคมของมนุษย์ ซึ่งจะต้องใช้การคิดเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดเวลามีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตที่มีการเปลี่ยนเปลี่ยน วุ่นวายสับสนได้เป็นอย่างดี ผู้ที่มีทักษะในการแก้ปัญหาก็จะสามารถเผชิญกับภาวะสังคมที่เคร่งเครียดได้อย่างเข้มแข็ง รู้จักคิด รู้จักการใช้สมอง สามารถพัฒนาทัศนคติ วิธีคิด ค่านิยมความรู้ ความเข้าใจในสภาพของสังคมได้ดีอีกด้วย ดังนั้นทักษะการแก้ปัญหาเป็นความสามารถทางสติปัญญาและความคิดที่นำเอาประสบการณ์เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ประสบใหม่ (สุวิทย์ มูลคำ, 2547)

การจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ต้องมีการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ เนื่องจากทักษะการแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของบุคคล ผู้วิจัยในฐานะผู้สอนวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา จึงได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุจากการพิจารณาข้อมูลพื้นฐานจากสภาพการเรียนการสอนในโรงเรียน สอดคล้องกับผลการประเมินของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (O-NET) ในสาระที่ 5 ซึ่งมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวงจรไฟฟ้า พบว่า ผลคะแนนของนักเรียนในโรงเรียนของผู้วิจัยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 38.11 ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในโรงเรียนสังกัดโรงเรียนสาธิตที่มีคะแนนเฉลี่ย 58.27 (ฝ่ายวิชาการระดับประถมศึกษา โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์, 2561)

จากการสอบถามแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องการ ผู้เรียนส่วนใหญ่ต้องการให้ครูผู้สอนเน้นการลงมือปฏิบัติทดลอง หรือทำกิจกรรมควบคู่กับการสอนเชิงบรรยาย เพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียน และสามารถนำความรู้ในการลงมือปฏิบัติไปใช้ในชีวิตประจำวัน ปัญหาข้างต้นผู้วิจัย จึงเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของความรู้ทางด้านเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนต้องการมุ่งหวังสำหรับการสอบอยู่แล้วมาเรียนบูรณาการกับเนื้อหารายวิชาอื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำความรู้มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ และแสดงให้ผู้เรียนเห็นถึงในความเป็นจริงการแก้ปัญหานั้นไม่ได้ใช้เนื้อหาความรู้เพียงวิชาใดวิชาหนึ่งเท่านั้นจำเป็นจะต้องใช้ความรู้หลากหลายวิชาในการคลี่คลายปัญหาที่เกิดขึ้น การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือสำหรับการสร้างประสบการณ์ของตัวผู้เรียนเองนั้น จะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของ

วิทยาศาสตร์ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น สร้างสรรค์ สร้างคำถามและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมความสามารถในการใช้วิทยาศาสตร์เพื่ออธิบาย พยากรณ์และควบคุมโลก (วรัญญา จีระวิพูลวรรณ, 2544) ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้สามารถนำเอาความรู้ ทักษะ และประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการประกอบอาชีพในอนาคต (สุพรรณ ชาญประเสริฐ, 2557) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาที่กล่าวข้างต้น ผู้สอนควรจัดการเรียนสอนให้ผู้เรียนได้เรียนองค์ความรู้ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เพราะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น ไม่ใช่แค่การเรียนเนื้อหาเพื่อการท่องจำ แต่ผู้เรียนต้องมีบทบาทสำคัญในการลงมือเรียนรู้ ปฏิบัติจริง มีการค้นคว้าหาความรู้อย่างมีระบบตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลากหลายสาขาวิชามาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดในชีวิตประจำวัน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) สามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สะเต็มศึกษา หรือ STEM Education เป็นคำย่อมาจาก วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการระหว่างสาขาวิชา ให้มีความเชื่อมโยงกับชีวิตจริงในการดำรงชีวิตหรือการประกอบอาชีพเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในชั้นเรียนกับบริบทโลกของความเป็นจริง เกิดทักษะสำคัญเพื่อการดำรงชีวิตในสังคม และการนำมาซึ่งการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ หรือนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาขีดความสามารถของประเทศ (อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556) นอกจากนี้การจัดการศึกษาแบบบูรณาการที่เน้นให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างเท่าเทียมกันหรือ STEM Education ยังเป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่ตอบสนองต่อการเตรียมคนไทยรุ่นใหม่ในศตวรรษที่ 21 เพราะธรรมชาติของทั้ง 4 วิชานี้ ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้และความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้ดีในศตวรรษที่ 21 สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิด และทักษะอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้าง และพัฒนาคิดค้นสิ่งต่าง ๆ ในโลกปัจจุบันการเน้นความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับข้อมูลเครื่องมือทางเทคโนโลยี การสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชา ความท้าทาย ความสร้างสรรค์ความแปลกใหม่ และการแก้ปัญหาในโลกอนาคตได้อย่างแท้จริง

ดังนั้นการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรู้หลาย ๆ ด้าน เข้าด้วยกันจึงเน้นให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน และมีวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอน ดังนี้ 1) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2) เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงผ่านประสบการณ์จริงทางด้านวิศวกรรม โดยการบูรณาการเนื้อหาหลากหลายสาขาวิชาทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ผ่านการประยุกต์ใช้ความรู้ 3) เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาจากการเรียนรู้ผ่านปัญหาที่พบเจอและต้องแก้ไข 4) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นใน

ศตวรรษที่ 21 อันเป็นสังคมโลกด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 5) เพื่อให้ผู้เรียนได้คุ้นเคยกับอาชีพที่ต้องใช้ศักยภาพทางด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านกระบวนการทางวิศวกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสนใจต่อการเข้าศึกษาต่อเฉพาะด้านทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ในระดับอุดมศึกษาเพิ่มมากขึ้น เพื่อเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศต่อไป และผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผู้เรียนร่วมกันลงมือปฏิบัติมากขึ้น นอกจากนี้ ยังมีโอกาสออกไปสืบเสาะความรู้ด้วยตัวเองจากแหล่งทรัพยากรรอบตัวผู้เรียน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และในส่วนของผู้สอนก็จะลดบทบาทของการเป็นผู้ควบคุมในชั้นเรียนลง แต่ผู้เรียนจะมีอานาจในการจัดการควบคุมตนเอง ผู้เรียนต้องสืบเสาะความรู้อย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีแบบแผนตลอดชีวิต (lifelong process) เพราะความรู้เก่าที่ผู้เรียนมีอยู่แล้วจะถูกนำมาเชื่อมโยงให้เข้ากับความรู้ใหม่ตลอดเวลา จึงทำให้ผู้เรียนทันต่อเหตุการณ์ ทันโลก และมีความสามารถเปลี่ยนแปลตัวเองเพื่อใช้ชีวิตสังคมโลกในอนาคตได้อย่างดี

จากเหตุผลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่นำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มาใช้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดียิ่งขึ้นและทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้า ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต-มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา ห้องเรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

3.2 ตัวแปรที่ศึกษา

3.2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

3.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1) ความสามารถในการแก้ปัญหา

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง วงจรไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 5 เรื่อง ประกอบด้วย (1) วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (2) ตัวนำและฉนวนไฟฟ้า (3) การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนาน (4) การต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและขนาน และ (5) แม่เหล็กไฟฟ้า

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ตั้งแต่ พฤษภาคม 2562 ถึง กรกฎาคม 2562

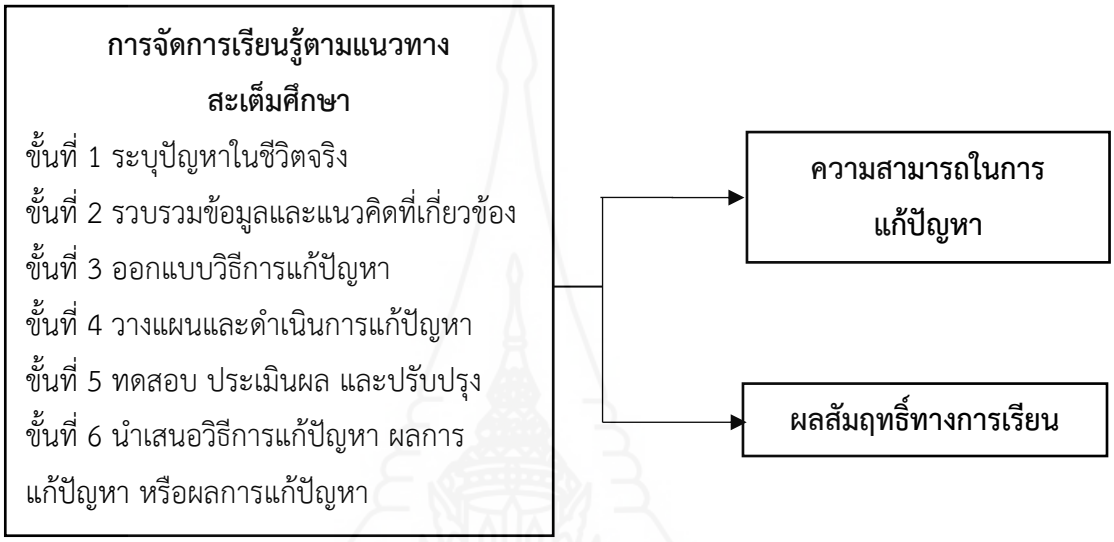
4. สมมติฐานการวิจัย

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5. กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยเป็นไปตามภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำรงชีวิตเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้ ซึ่งผู้เรียนต้องคิดแก้ปัญหาจากเหตุการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นนั้น โดยใช้เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ มาบูรณาการผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ (National Research Council, 2012) กำหนดขั้นตอนของกิจกรรมเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

6.1.1 ขั้นระบุปัญหาในชีวิตจริง นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงนำไปสู่ของการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

6.1.2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง นักเรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องวงจรไฟฟ้า แนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

6.1.3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

6.1.4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

6.1.5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง นักเรียนทำการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการโดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6.1.6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหานักเรียนนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

6.2 ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการใช้ทักษะทางสติปัญญามาเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาในประเด็นที่เป็นปัญหาที่มีอยู่จริงในสังคม หรือ สถานการณ์ที่แปลกใหม่ เพื่อเป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหาจนกระทั่งสรุปเป็นกระบวนการ ซึ่งใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาตามขั้นตอนของ Weir (1974)

6.2.1 ขั้นระบุปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถระบุขอบเขตของปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ โดยสามารถตอบได้ว่า อะไรคือปัญหาจากสถานการณ์นั้น

6.2.2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถแยกแยะสาเหตุของปัญหาได้

6.2.3 ขั้นกำหนดวิธีแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถคิดค้นและเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสาเหตุของปัญหาได้

6.2.4 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง นักเรียนสามารถตรวจสอบผลการแก้ปัญหาจากวิธีการในขั้นที่ 3 เมื่อแก้ปัญหาแล้วผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

6.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถ และทักษะของผู้เรียนที่เกิดจากการได้รับการเรียนรู้ การฝึกฝน แสดงออกมาในรูปแบบของคะแนน โดยใช้เครื่องมือในการทดสอบด้วยการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสร้างตามจุดประสงค์การเรียนรู้ตามระดับพฤติกรรมของ Bloom (1990) มีลำดับขั้น 6 ขั้น เพื่อทดสอบความรู้ในด้าน ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการคิดสร้างสรรค์ ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องวงจรไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

7. ประโยชน์ที่ได้รับ

7.1 เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนนำไปพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

7.2 เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็นหัวข้อตามลำดับ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
   1.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา
   1.2 ลักษณะของสะเต็มศึกษา
   1.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
   1.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา
   2.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา
   2.2 ขั้นตอนกระบวนการในการแก้ปัญหา
   2.3 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
   3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   3.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   4.1 งานวิจัยในประเทศ
   4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. การจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

มีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้ให้ความหมายของคำว่าสะเต็มศึกษา (STEM Education) ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education: STEM Education) เป็นแนวทางจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558) ได้อธิบายความหมายของสะเต็มศึกษาว่า เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวคิดที่เกิดขึ้นจากการขาดแคลนแรงงานคุณภาพทางวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษาจะเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน มีทักษะในการออกแบบ และคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ โดยการนำองค์ความรู้และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์มาบูรณาการในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อาจมิใช่เรื่องใหม่ เพราะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์มีลักษณะคล้ายกับกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาก เพียงแต่วิทยาศาสตร์ต้องการผลลัพธ์เป็นคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนวิศวกรรมศาสตร์ต้องการผลลัพธ์เป็นชิ้นงานสำหรับใช้แก้ปัญหา

เขมวดี พงศานนท์ (2557) ได้อธิบายความหมายของสะเต็มศึกษาว่า สะเต็มศึกษานั้นเป็นการผนวก 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ไว้ด้วยกันนั้น ซึ่งกำลังเป็นที่สงสัยสำหรับผู้สอน ทั้งในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยี ว่าจะนำแนวทางนี้ไปสู่ภาคปฏิบัติได้อย่างไร บทความฉบับนี้ จึงได้นำเสนอรูปแบบการบูรณาการแนวคิดของสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ที่สามารถบูรณาการได้หลากหลายแบบและจะได้นำเสนอหลักการออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา พร้อมทั้งตัวอย่างกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาไว้ด้วย

Koehler et al. (2013) ได้อธิบายความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ เกิดการรู้เรื่องทางเทคนิค (Technical Literacy) สามารถนำเนื้อหาความรู้และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ไปใช้แก้ปัญหา ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำ วันและสามารถตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหา อย่างผู้มีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยี

Roberts (2013) ได้อธิบายความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าเป็นวิธีการหลอมรวม 4 ศาสตร์วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นหนึ่งเดียวการหลอมรวมทำได้โดยจัดการเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนฐานของการปฏิบัติการออกแบบ (Design - Based) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การค้นพบ (Discovery) และการใช้ยุทธวิธีการสำรวจ (Exploratory Learning Strategies)

ดังนั้น จากความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM Education) สามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียน มีความเข้าใจ เกิดการเรียนรู้ทั้ง 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการปฏิบัติการ การออกแบบ การแก้ปัญหา และสำหรับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น ครูผู้สอนต้องผนวกองค์ประกอบสำคัญของการเรียนการสอน 2 ด้าน คือ ด้านบริบทซึ่งเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนเอง และด้านเนื้อหาซึ่งเกี่ยวข้องกับความรู้พื้นฐานที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

1.2 ลักษณะของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงงานที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผนวกกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 5 ประการ ได้แก่ (1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษาในระหว่างการเรียนรู้ (2) มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด (3) มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบแอกทีฟของผู้เรียน (4) ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ และ (5) สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต สำหรับลักษณะของสะเต็มศึกษามีนักการศึกษากล่าวถึง ดังนี้

ชลาธิป สมาหิโต (2558) ได้กล่าวถึงลักษณะของสะเต็มว่า ตัวอักษรตัวแรกของสะเต็ม (STEM) คือ S มาจากคาว่า Science หรือ วิทยาศาสตร์ เป็นสาระที่ศึกษาทาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติรอบตัวประกอบด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยสาระต่อไปนี้ สิ่งมีชีวิตและกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงานกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

National Research Council (2011) กล่าวว่าตัวอักษรตัวที่สองของ STEM คือ T มาจากคำว่า Technology หรือ เทคโนโลยี ซึ่งเป็นสาระที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา การพัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือ

กระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์เรา ดังนั้นคำว่าเทคโนโลยีจึงไม่ได้หมายความถึงเพียงแค่ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหาอย่าง เช่น คอมพิวเตอร์ กล้องถ่ายรูปโทรศัพท์มือถือเท่านั้น แต่ยังหมายถึงกระบวนการแก้ปัญหาอีกด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ตัวอักษรตัวที่สามของ STEM คือ E มาจากคาว่า Engineering หรือ วิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งวิศวกรรมในที่นี้ หมายถึง การออกแบบ การวางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดย เป็นการใช้องค์ความรู้ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ออกแบบ ผลงานภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่กำหนด บทบาทของวิศวกรรมศาสตร์ในสะเต็มศึกษานี้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหาการคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดเป็นระบบ อีกทั้งยังเป็นการฝึกนิสัยความเพียรความรอบคอบ ในกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นจะต้องคำนึงถึง ดังนี้

1. ปัญหาความต้องการหรือความมุ่งหมาย
2. แนวทางการแก้ปัญหา
3. การลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา
4. การทดสอบและประเมินผล

ทั้งนี้ในกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นมีลักษณะที่เป็นวงจรที่ย้อนกลับไปชิ้นงานนั้นเพื่อแก้ปัญหาอะไร ซึ่งเมื่อลงมือปฏิบัติแล้วหากพบปัญหาจนทำให้ต้องหาแนวทางการแก้ปัญหาโดยการออกแบบประดิษฐ์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหานั้น แล้วนำมาทดสอบก็ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ตัวอักษรตัวที่สี่ของ STEM คือ M มาจาก Mathematics หรือ คณิตศาสตร์ ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับจำนวน และกระบวนการการวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ส่วนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จะครอบคลุมการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งบทบาทของคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา การคิดเป็นเหตุเป็นผล ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสารและการนาเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจได้

ดังนั้นจากลักษณะของคำว่าสะเต็ม (STEM) ที่กล่าวในข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า สะเต็มมาจากการรวมกันของ 4 สาขาวิชาอัน ได้แก่ อักษรตัว S มาจากคำว่า Science หรือ วิทยาศาสตร์ จะเป็นเนื้อหาหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อักษรตัว T มาจากคำว่า Technology หรือ เทคโนโลยี จะเป็นการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ อักษรตัว E มาจากคำว่า Engineering หรือ กระบวนวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งจะเป็นการออกแบบชิ้นงานเพื่อให้เกิดเป็นนวัตกรรม และตัวสุดท้าย คือ อักษรตัว M มาจากคำว่า Mathematics หรือ คณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับการวัดการคำนวณทางคณิตศาสตร์

1.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่

1.3.1 จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและท้าทายการคิดของผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้

1.3.2 จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทำโครงงานที่ตนเองสนใจโดยร่วมกันสำรวจสังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนเองสนใจมีการวางแผนในการทำโครงงานร่วมกันโดยศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็นและลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่แล้วเขียนรายงานและนำเสนอต่อสาธารณชนและนำผลงานประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด

1.3.3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนจุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนการเรียนรู้แบบสะเต็มคือ การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (National Research Council, 2012) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1) การระบุปัญหา (Identify problem) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหาอาจมีการดำเนินการ ซึ่งได้แก่

(1) การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหาอย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

(2) การค้นหาแนวคิด คือ การค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหาควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหาแล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือการวางแผนการดำเนินงาน โดยผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกาหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน ในขั้นตอนของการพัฒนา ผู้แก้ปัญหาต้องวาดแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนามาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Present the solution) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ ดังแสดงในภาพ 2.1

ภาพที่ 2.1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process)

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้เป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาซึ่งมีทั้งสิ้น 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการระบุปัญหา ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

1.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น เน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงและที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนและตัวผู้สอนที่จะได้รับทราบพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้ และความสำเร็จของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด มีจุดเด่นที่ควรจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพ และมีจุดอ่อนใดที่ควรจะได้รับการแก้ไข รวมทั้งผู้สอนจะได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครองที่จะได้ใช้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพตามความถนัดและความสนใจของแต่ละบุคคล ซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผลตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) มีดังนี้

1.4.1 การประเมินจากสภาพจริง

1) ความหมายของการประเมินจากสภาพจริง คือ การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนจากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดขั้นระดับสูง กระบวนการทำงานและความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องในชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

2) ลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริง

(1) การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอนและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง โดยใช้ประเมินหลาย ๆ วิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

(2) สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง

(3) เป็นการประเมินที่มุ่งเน้นประเมินศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัยทักษะในด้านต่าง ๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

(4) เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินหลายๆ ด้าน และหลากหลายวิธีสามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้การส่งเสริม และวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความสนใจ และความสามารถของแต่ละบุคคล

(5) ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอนและการวางแผนการสอนของครูว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ ครูสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอเนื้อหากิจกรรม และตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอนต่อไป

(6) เป็นการประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเอง และสามารถพัฒนาตนเองได้

(7) เป็นการประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมาย และเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

3) วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้เพื่อให้การวัดและการประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริง ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม

(2) ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน

(3) การสัมภาษณ์

(4) บันทึกของผู้เรียน

(5) การประชุมหรือปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู

(6) การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ

(7) การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ

(8) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มสะสมงาน

(9) การทดสอบ

4) แนวการประเมินตามสภาพจริง

จากที่กล่าวมาแล้วว่าการประเมินตามสภาพจริงให้ความสำคัญต่อการประเมินโดยใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบน้อยมาก แต่ให้ความสำคัญต่อการแสดงออกที่แท้จริงของผู้เรียนขณะทำกิจกรรม งานหรือกิจกรรมที่กำหนดให้ผู้เรียนทำ ซึ่งมีแนวทางไปสู่ความสำเร็จของงานและมีวิธีการหาคำตอบหลายแนวทาง คำตอบที่ได้อาจมิใช่แนวทางที่กำหนดไว้เสมอไป จึงทำให้การตรวจให้คะแนนไม่สามารถให้อย่างชัดเจนแน่นอนเหมือนการตรวจให้คะแนนแบบข้อสอบเลือกตอบ ดังนั้นการประเมินตามสภาพจริงจึงต้องมีการกำหนดแนวทางการให้คะแนนอย่างชัดเจน การกำหนดแนวทางอาจจัดทำโดยครู คณะครูหรือครู และผู้เรียนกำหนดร่วมกัน แนวทางการประเมินนั้นจะต้องมีมาตรวัด ว่าผู้เรียนทำอะไรได้สำเร็จและระดับความสำเร็จอยู่ในระดับใด แนวทางการประเมินที่มีมาตรวัดนี้ เรียกว่า รูบริก (Rubric)

*5) การประเมินโดยอิงรูบริก*นี้โดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ

(1) การประเมินเป็นภาพรวม (Holistic score) เป็นการประเมินภาพรวมของงาน จะไม่เก็บเป็นคะแนน แม้ว่าจะใช้การให้คะแนนในการประเมินก็ต้องให้ความหมายของภาพรวมให้ได้

(2) การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (Analysis score) เป็นการประเมินเพื่อวิเคราะห์ว่า ผลงานของผู้เรียนสามารถประเมินอะไรได้บ้าง แต่ละประเด็นผู้เรียนมีความสามารถอยู่ในระดับใด

นอกจากนี้ Edward (2013) ได้เสนอวิธีการวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based learning) ในการสอนวิทยาศาสตร์ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนดังนี้คือ

1.1 การตั้งคำถามในแบบทดสอบ 20 ข้อ

1.2 การปฏิบัติการทดลอง

1.3 การรายงานผลการทดลอง

1.4 การศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

2. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียนดังนี้คือ

2.1 การระดมความคิด

2.2 การพัฒนาโมเดลต้นแบบ

2.3 การทำงานเป็นทีม

สรุปได้ว่าในการวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษาผู้สอนควรใช้การประเมินหลายครั้งคือประเมินก่อนเรียนระหว่างเรียนและประเมินหลังเรียนการประเมินระหว่างเรียนผู้สอนทำได้โดยการใช้คำถามการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนการประเมินตนเองและการประเมินจากเพื่อนและการบันทึกข้อมูลงานที่ทำเสร็จตามเป้าหมายที่กำหนดส่วนการประเมินหลังเรียนผู้สอนสามารถประเมินโครงงานที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

2.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา

ในชีวิตประจำวันของคนเรานั้นมักจะพบปัญหาต่าง ๆ มากมาย เช่น ปัญหาส่วนตัว ปัญหาเกี่ยวกับการทำงานปัญหาทางสังคม เป็นต้น ผู้คิดแก้ปัญหาจะต้องศึกษาถึงสาเหตุที่มาของปัญหาซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกัน และจะพยายามคิดค้นหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดเพื่อจะแก้ไขปัญหานั้น มีนักการศึกษาหลายท่านและหน่วยงานทางการศึกษาที่กล่าวเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นความสามารถที่เน้นการมองเห็นปัญหา การใช้ความรู้ และการเลือกวิธีการที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาโดยทั่วไปการหาวิธีการแก้ปัญหาจะต้องมีการค้นหารูปแบบและสร้างวิธีการแก้ปัญหาขึ้นมาโดยใช้ทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับการดำเนินการของจำนวนและมิติสัมพันธ์ โดยเพียร์เจต์ Piager (1962) ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน โดยให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาตามทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาในแง่ที่ว่า ความสามารถทางด้านนี้จะเริ่มพัฒนาการมาตั้งแต่ขั้นที่ 3 คือ ขั้นสามารถคิดหาเหตุผลประสบการณ์ความรูปธรรม (stage of concrete operation) เด็กมีอายุระหว่าง 7 - 11 ปี จะเริ่มมีความสามารถคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ ต่อมาถึงระดับการพัฒนาการขั้นที่ 4 ขั้นคิดหาเหตุผลทางนามธรรมได้ (stage of formal operation) เด็กมีอายุประมาณ 12 - 15 ปี เด็กจะมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลดีขึ้น และสามารถคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบ มีความสามารถเรียนรู้ในสิ่งที่เป็นนามธรรมชนิดสลับซับซ้อนได้ และGood (1973) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างออกไปว่า มีความหมายเช่นเดียวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ แบบแผนหรือวิธีดาเนินการที่พยายาม

ตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบว่าสมมติฐานนั้นเป็นจริงหรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับ วิสุทธิ์ ตรีเงิน (ม.ป.ป.) ที่ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา และความคิดที่นาเอาประสบการณ์เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ประสบการณ์ใหม่ และสอดคล้องกับ ชม ภูมิภาค (2532) ที่ได้ให้อธิบายความสามารถ ในการแก้ปัญหาว่าขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ การจูงใจ จากการสังเกตการณ์แก้ปัญหานั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์และการที่นาเอาประสบการณ์มาใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ประสบการณ์ และทักษะการปฏิบัติเดิมจากการเรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาที่พบใหม่ของนักเรียน โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.2 ขั้นตอนกระบวนการในการแก้ปัญหา

มีนักการศึกษาได้เสนอกระบวนการและขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหา ไว้ดังนี้

สุนิตย์ ขอนสัก (2551) ได้เสนอขั้นตอนสำหรับ การแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา พยายามเข้าใจในสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในปัญหา สรุป วิเคราะห์ แปลความ ทำความเข้าใจให้ได้ว่าโจทย์ถามหาอะไร ข้อมูลที่โจทย์ให้มา มีอะไรบ้าง ข้อมูลมีเพียงพอหรือไม่

ขั้นที่ 2 การวางแผนในการแก้ปัญหา แยกแยะปัญหาออกเป็นส่วนย่อ ๆ เพื่อสะดวกต่อการลาดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และวางแผนว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา เช่น การลองผิดลองถูก การหารูปแบบ การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ตลอดจนความคล้ายคลึงของปัญหาเดิมที่เคยผ่านมา

ขั้นที่ 3 การลงมือทำตามแผน เป็นขั้นตอนที่ดาเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ถ้าขาดทักษะใดจะต้องเพิ่มเติม เพื่อนำไปใช้ได้เกิดผลดี ขั้นตอนนี้จะรวมถึงวิธีการแก้ปัญหาด้วย

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบวิธีการและคำตอบ เพื่อให้แน่ใจว่าถูกต้อง

Bruner (1966) ได้ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาและได้ข้อสรุปการคิดแก้ปัญหาของบุคคลนั้นต้องการกลไกแห่งความสามารถในการอ้างอิงและจำแนกประเภทของสิ่งเร้า ประสบการณ์รับรู้ต่าง ๆ ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งของกระบวนการจัดประเภทที่จะนำไปสู่การตอบสนองในขั้นตอนต่าง ๆ ในการคิดแก้ปัญหามีดังนี้

1. ขั้นรู้จักปัญหา (Problem Isolation) เป็นขั้นที่บุคคลรู้จักสิ่งเร้าที่ตนกาลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา

2. ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน (Search for Cues) เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายาม อย่างมากในการะลึกถึงประสบการณ์เดิม

3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง (Confermation Check) ก่อนที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกแยะโครงสร้างของเนื้อหา

4. ขั้นการตัดสินตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญญา

John Dewey (1933) นักปรัชญาชาวอเมริกันได้ลาดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการแก้ปัญหาของมนุษย์ ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 เหตุการณ์ที่เริ่มแรก คือ การเสนอปัญหา (Presentation of the Problem) อาจทำได้ด้วยการสื่อภาษาหรือการใช้วิธีอื่น

ขั้นที่ 2 กำเนิดขอบเขตของปัญหาและแยกลักษณะสำคัญของปัญหาเพื่อทำให้ปัญหาชัดเจนขึ้น (Definition of Problem)

ขั้นที่ 3 เสนอวิธีการแก้ปัญหาด้วยการตั้งสมมติฐาน (Formulation of Hypothses) ที่คาดว่าอาจจะใช้ในการแก้ปัญหานั้นได้ วิธีการแก้ปัญหาในขั้นนี้อาจเสนอได้หลายวิธี

ขั้นที่ 4 ดำเนินการตรวจสอบ (Verification) ข้อสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งมีหลายข้อจนกระทั่งสามารถพบวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและพบวิธีการที่ดีที่สุด

Guilford (1976) กล่าวว่า ความสามารถด้านการแก้ปัญหาเป็นผลที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติทั้งสามในโครงสร้างทางสติปัญญา โดยกระบวนการในการแก้ปัญหานั้น ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นในการแก้ปัญหาหรือค้นหาปัญหาว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้น ๆ คืออะไร

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นการพิจารณาดูว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา หรือสิ่งใดบ้างที่ไม่ใช่สาเหตุสำคัญของปัญหา

3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงสาเหตุของปัญหาแล้วออกมาในรูปของวิธีการ ผลสุดท้ายก็จะได้ผลลัพธ์ออกมา

4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง ขั้นในการเสนอกฎเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าพบว่า ผลลัพธ์นั้นไม่ได้ผลที่ถูกต้องก็ต้องมีการเสนอวิธีแก้ปัญหานั้นใหม่ จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีการที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบเห็นมาแล้ว

นอกจากนี้กิลฟอร์ดยังได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างทางสติปัญญากับขั้นตอนการแก้ปัญหาของดิวอี้ และสรุปขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัญหามีความสัมพันธ์กับความสามารถทางด้านการรับรู้ ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์เกี่ยวกับการคิดแบบเอกนัยและและอเนกนัย ส่วนขั้นตอนตรวจสอบผลลัพธ์มีความสัมพันธ์กับความสามารถด้านการประมาณค่า

Weir (1974) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหามี 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นในการตั้งปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถระบุขอบเขตของปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ โดยสามารถตอบได้ว่า อะไรคือปัญหาจากสถานการณ์นั้น

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถแยกแยะสาเหตุของปัญหาได้

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นในการเสนอวิธีแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถคิดค้นและเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสาเหตุของปัญหาได้

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง นักเรียนสามารถตรวจสอบผลการแก้ปัญหาจากวิธีการในขั้นที่ 3 เมื่อแก้ปัญหาแล้วผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

Wallas (1933 อ้างถึงใน สายฝน จารีต, 2547) นักวิเคราะห์กระบวนการคิดได้เสนอกระบวนการของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้ โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ (Preparation) เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจกับลักษณะต่าง ๆ ของปัญหา และเริ่มต้นก่อความคิดเข้ามา แบบแผนของสิ่งเร้าที่เป็นปัญหาจะไปกระตุ้นความคิดเชื่อมโยงกับสิ่งต่าง ๆ ความคิดเชื่อมโยงระยะแรกเป็นความคิดที่ค่อนข้างอิสระ ความคิดบางอย่างถูกตัดทิ้งไปเหลือไว้เพียงส่วนที่คิดว่าตรงเป้า ผู้แก้ปัญหาเริ่มต้นตรวจสอบความคิดที่เหลือไว้ให้ถี่ถ้วน โดยปกติขั้นเตรียมการจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และความคิดของผู้แก้ปัญหาจะไปสู่ความคิดขั้นต่อไปจนกระทั่งแก้ปัญหานั้นได้

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Preparation) เป็นขั้นความสามารถในการระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดปัญหา โดยพิจารณาจากข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 3 ขั้นพบวิธีแก้ปัญหา (Imination) การพบทางแก้ปัญหานี้อาจจะเป็นความคิดที่ผุดขึ้นมาทันทีทันใด ในขณะที่บุคคลทำกิจกรรมอย่างอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นเลยก็ได้ เป็นการรู้แจ้ง (Insight) เป็นประสบการณ์ที่เรียกว่า “อะฮ้า รู้แล้ว” เช่น อาร์คีมีดีส (Archimedes) นักคณิตศาสตร์ชาวกรีกค้นพบวิธีชั่งโลหะทองในมงกฎของพระราชา Hiro ขณะที่เขาก้าวลงอ่าง น้ำล้นออกมาเขาตะโกนด้วยความยินดีว่า “ยูเรกา ยูเรกา” หมายความว่า พบแล้ว เราเรียกประสบการณ์เช่นนี้ว่า การรู้แจ้ง (Insight)

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ (Verification) เป็นการตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาในขั้นที่ 3 อาจเป็นการทดสอบรายละเอียดที่เฉพาะเจาะจง หรืออาจเป็นการประยุกต์วิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา เมื่อทดสอบแล้วผู้แก้ปัญหาก็เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดไว้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ตามแนวคิดของเวียร์ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นในการตั้งปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถระบุขอบเขตของปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ โดยสามารถตอบได้ว่า อะไรคือปัญหาจากสถานการณ์นั้น

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถแยกแยะสาเหตุของปัญหาได้

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นในการเสนอวิธีแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนสามารถคิดค้นและเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสาเหตุของปัญหาได้

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง นักเรียนสามารถตรวจสอบผลการแก้ปัญหาจากวิธีการในขั้นที่ 3 เมื่อแก้ปัญหาแล้วผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

2.3 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นการนำเอาเนื้อหาความรู้ประสบการณ์ และทักษะกระบวนการที่เหมาะสมมาใช้แก้ปัญหา ดังนั้น การประเมินผลกระบวนการแก้ปัญหา จึงจำเป็นต้องประเมินด้วยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

2.3.1 ทดสอบด้วยแบบทดสอบ ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบมาตรฐาน และแบบทดสอบที่ผู้ประเมินสร้างขึ้น (ทิศนา แขมมณี และคณะ, 2540)

*1) แบบทดสอบมาตรฐาน*ที่มีผู้สร้างไว้แล้ว มี 2 ประเภท

(1) แบบทดสอบการคิดทั่วไป เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดให้ครอบคลุมความสามารถในการคิดที่อยู่บนพื้นฐานของการใช้ความรู้ทั่วไป ส่วนใหญ่เป็นแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) แบบสอบมาตรฐานที่ใช้วัดความสามารถในการคิดทั่วไปที่สำคัญ ดังนี้

ก. Watson - Glaser Critical Thinking Appraisal

ข. Cornell Critical Thinking Test, level X and level Z

ค. Ross test of Higher Cognitive Processes

ง. Test of Enquiry Skill

จ. The Ennis - Reir Critical Thinking Essay Test

(2) แบบทดสอบความสามารถในการคิดลักษณะเฉพาะ (Aspect - Specific Critial Thinking Test)

ก. Cornell Class Reasoning Test Form x

ข. Connell Conditional Reasoning Test Form x

ค. Logical Reasoning

ง. Test on Appraising Observations

จ. การสร้างแบบวัดขึ้นใช้เอง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยอาศัยหลักการแก้ปัญหา 4 ขั้น

ของ Weir (1974) คือ (1) ขั้นระบุปัญหา (2) ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา (3) ขั้นเสนอวิธีแก้ปัญหา และ (4) ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นพฤติกรรมที่คาดหวังให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนหลัง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้สอน ซึ่งนักศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการได้ปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ให้มีลักษณะเอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียน โดยยึดจุดประสงค์ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2536)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม
6. เพื่อให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการพัฒนาคุณภาพชีวิต

บังอร ภัทรโกมล (2541) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การวัด การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม สมรรถภาพทางสมองและสติปัญญา เช่น ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ ที่เรียนไปแล้วมากน้อยเพียงใด โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งวัดภายหลัง การเรียนและจะต้องวัดตามจุดประสงค์ของวิชา และเนื้อหาที่สอน ซึ่งวัดจากคะแนนที่นักเรียนตอบแบบสอบถาม

ไพรัตน์ คำปา (2541) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนจากการเรียนการสอน ทั้งด้านความรู้และทักษะที่เกิดหลังการได้รับการฝึกอบรมหรือการสอน

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หมายถึงคะแนนที่ได้จากการวัดความสามารถในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยวัดพุทธิพิสัย ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการ

3.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นการวัดความเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนที่เป็นผลมาจากการได้รับประสบการณ์จากการเรียนการสอนหรือ การสืบเสาะแสวงหาความรู้ โดยสามารถวัดและประเมินออกมาได้ โดยสามารถวัดและประเมินออกมาได้ โดยใช้แบบวัดผลการเรียนด้านความรู้

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2545) ได้กล่าวถึงการประเมินผลด้านการเรียนรู้ ด้านความรู้ซึ่งสามารถวัดได้จากกิจกรรมทั้ง 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ - ความจำ หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้เรียนมีความจำในเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการอ่านหนังสือ และ การฟังและการบรรยาย เป็นต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 8 ประเภท คือ

1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริงเดี่ยว

1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนมติหรือมโนทัศน์

1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์

1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง

1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ

1.6 ความรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ

1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์

1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าด้านความรู้ - ความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ความเข้าใจในข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ คือ เป็นการบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนมติหลักการและทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นสัญลักษณ์อื่นได้

3. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิยาศาสตร์

4. ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนมติ กฎ หลักการ ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประการ คือ

4.1 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน

4.2 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์สาขาอื่น

4.3 แก้ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

ประทุม อัตชู (2547) กล่าวว่า การวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ให้ครอบคลุมทั้งความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และกระบวนการหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์นั้น จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการและทฤษฎี

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย จำแนกความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่โดยการแปลความหมายแล้วเปรียบเทียบหรือผสมผสานสิ่งใหม่ที่พบเห็นกับประสบการณ์เดิม

3. ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญในการคิดและการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดทางสมอง

การศึกษาด้านพุทธิพิสัยของ Bloom ที่มาปรับปรับปรุงใหม่ มีลำดับขั้น 6 ขั้น ซึ่งสามารถอธิบายดังนี้ (ชวลิต ชูกำแพง, 2550)

1. ความรู้ความจำ (remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้แสดงรายการได้ บอกได้ ระบุได้ บอกชื่อได้ของข้อมูลหรือข้อสนเทศ

2. ความเข้าใจ (understanding) หมายถึง มีความเข้าใจในการแปรความหมายและสามารถอธิบายได้เช่น สรุป อ้างอิง

3. การประยุกต์ใช้ (applying) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

4. วิเคราะห์ (analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนๆ ให้เข้าใจง่าย เช่น เปรียบเทียบ อธิบายลักษณะ การจัดการ

5. ประเมินค่า (evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิจารณ์ ตัดสินใจเลือก

6. คิดสร้างสรรค์ (creating) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ (design)วางแผน ผลิต

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามระดับพฤติกรรมของ Bloom ที่มาปรับปรับปรุงใหม่ มีลำดับขั้น 6 ขั้น ซึ่งสามารถอธิบายดังนี้

1. ความรู้ความจำ (remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้แสดงรายการได้ บอกได้ ระบุได้ บอกชื่อได้ของข้อมูลหรือข้อสนเทศ

2. ความเข้าใจ (understanding) หมายถึง มีความเข้าใจในการแปรความหมายและสามารถอธิบายได้เช่น สรุป อ้างอิง

3. การประยุกต์ใช้ (applying) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

4. วิเคราะห์ (analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนๆ ให้เข้าใจง่าย เช่น เปรียบเทียบ อธิบายลักษณะ การจัดการ

5. ประเมินค่า (evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิจารณ์ ตัดสินใจเลือก

6. คิดสร้างสรรค์(creating) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ (design)วางแผน ผลิต

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

เยาวรัตน์ อยู่พุ่ม (2555) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทศบาลเมืองสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศรายุทธ ชาญนคร (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องบรรยากาศ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นจาก 66.97 เป็น 111.5 ด้านความคิดคล่องนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 36.72 เป็น 45.67 ด้านความคิดยืดหยุ่นนักเรียนมีคะแนนเพิ่มจาก 17.39 เป็น 28.92 ด้านความคิดริเริ่ม นักเรียนมีคะแนนเพิ่มจาก 12.86 เป็น 36.92 ส่วนปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ข้อจำกัดด้านเวลา และใช้ประเด็นที่กระตุ้นการเรียนรู้

จำรัส อินทลาภาพร (2558) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา ผลการวิจัย พบว่าในการจัดการเรียนรู้และ การประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้ คือ 1) ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน 3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem - based Learning) 4) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้

ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic learning)

จำรัส อินทลาภาพร (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับครูระดับประถมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า หลักสูตรฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนว สะเต็มศึกษา สำหรับครูระดับประถมศึกษา ประกอบด้วย 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) สาระการเรียนรู้ 4) กิจกรรมการฝึกอบรม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 4.1 วางแผน 4.2 ลงมือปฏิบัติ 4.3 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ 4.4 สะท้อนคิด 4.5 ประเมินผล และ 4.6 ให้ข้อมูลย้อนกลับ 5) สื่อการฝึกอบรม 6) การประเมินหลักสูตร ผลการตรวจสอบประสิทธิผลของหลักสูตร พบว่า หลักสูตรฝึกอบรมมีประสิทธิผลตามเกณฑ์ที่กำหนด ได้แก่ (1) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของครูหลังการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนฝึกอบรม (2) ความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของครูอยู่ในระดับสูง (3) พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของครูอยู่ในระดับมาก (4) พฤติกรรมการโค้ชของครูอยู่ในระดับมาก (5) ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (6) ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (7) ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีอยู่ในระดับดี

วรรณา รุงลักษมีศรี (2551) ศึกษาผลการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีตอความสามารถในการแก้ปญหาเชิงวิทยาศาสตร และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตรขั้นผสมผสานของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสาธิต พบวา นักเรียนกลุมที่ เรียนวิทยาศาสตร์โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานเฉลี่ยร้อยละ 75.58 และ 83.90 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ซึ่งหลังได้รับการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม นักเรียนมีความสนใจเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มากขึ้นนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองจากประสบการณ์จริงในชีวิตประจำวัน และช่วยส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป

บุญลอย มูลน้อย (2559) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง วงจรไฟฟ้า และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (สะเต็มศึกษา) ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรม

วิทยาศาสตร์ สาหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง วงจรไฟฟ้ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.64/80.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กาหนดไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับมากที่สุด

สุกัญญา ศรีสาคร (2547) ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการคิดแก้ปัญหาอนาคตนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านทัพหลวง จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 24 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการคิดแก้ปัญหาอนาคตของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ได้ฝึกระบุปัญหา วิเคราะห์สาเหตุ หาวิธีแก้ปัญหาและวิเคราะห์ผลที่ได้รับ ซึ่งมีประโยชน์เพราะช่วยให้นักเรียนสามารถคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลายแนวทาง ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นหรืออาจจะเกิดขึ้นกับตนเองและสามารถนำกระบวนการคิดที่ได้รับการฝึกไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

นัสรินทร บือซา (2558) ผลการจัดการเรียนรู ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีตอผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแกปญหาและความพึงพอใจตอการจัดการเรียนรูของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการ ร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยล 20.51 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับมาก

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Tallent (1985) ศึกษาผลของการใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ในระดับเกรด 4 - 5 ของโรงเรียนที่อยู่ชานเมืองทางตะวันออกเฉียงใต้ของรัฐเท็กซัส โดยมีนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 33 คนกลุ่มควบคุมจำนวน 28 คน กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจะได้รับการฝึกด้วยกระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตเป็นเวลา 5 เดือน ผลของการวิจัยพบว่า วิธีการฝึกด้วยกระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตมีผลต่อคะแนน

Shields (2006) ศึกษาผลของโครงการ Enginerring is Elementary ในโรงเรียนระดับประถมศึกษาของนิวเจอรซี่ จำนวน 12 โรงเรียน โดยให้ครูจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในหัวข้อลมและน้ำให้กับนักเรียนในระดับเกรด 3 - 5 จำนวน 450 คน พบว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา และมีความกระตือรือร้น

ในการเรียนเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งมีความรู้สึกเชิงบวกกับการเรียนทางด้านวิศวกรรม ด้วยครูผู้สอนเกิดความรู้สึกท้าทายและมีความสนใจที่จะสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

Lee (2015) ได้ศึกษาการสอนแบบบูรณาการวิชาชีววิทยาเข้ากับ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ หรือ STEM เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 พบว่า นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิชาชีววิทยา นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงซึ่งนักเรียนต้องการค้นหาแนวทางในการสร้างประดิษฐ์โดยการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น การใช้เทคโนโลยีจะช่วยให้นักเรียนได้ข้อมูลตามที่ต้องการและคณิตศาสตร์ใช้ในการคำนวณวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยขอเสนอวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา ภาคเรียน 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 25 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง Experimental Research ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลองกลุ่มเดียวสอบก่อนและหลัง (One Group Pretest Posttest Design)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลาเรียน 18 ชั่วโมง ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหาดังนี้

1) วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

2) ตัวนำและฉนวนไฟฟ้า

3) การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนาน

4) การต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและขนาน

5) แม่เหล็กไฟฟ้า

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่

3.2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา จำนวน 40 ข้อ เป็นทดสอบแบบปรนัยมี 4 ตัวเลือกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า จำนวน 30 ข้อ แบบปรนัยมี 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.3 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือวิจัย มีดังต่อไปนี้

3.3.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง วงจรไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรจุดมุ่งหมายของหลักสูตร สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชาและขอบข่ายเนื้อหาของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากหลักสูตรสถานศึกษาพุทธศักราช 2557 (ฉบับปรับปรุง 2560) โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เรื่อง วงจรไฟฟ้า แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 เรื่อง ประกอบด้วย การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนาน การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนานและแม่เหล็กไฟฟ้า

2) สร้างกรอบคิดแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้า ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 กรอบแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้า

แผนที่	คำถามที่นำไปสู่การบูรณาการ	Science	Technology	Engineering	Mathematics	ชิ้นงาน/ภาระงาน	เวลาที่ใช้
1. วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	- “หากนักเรียนสร้างรถของเล่นให้วิ่งได้เร็วที่สุด โดยใช้ถ่านไฟฉาย 2 ก้อน และรถจะต้องรับน้ำหนักบรรทุกดินน้ำมัน 3 ก้อน โดยมีงบประมาณไม่เกิน 200 บาท” (ครูพิจารณาระหว่างจำนวนดินน้ำมันกับรถของเล่นที่ใช้ในกิจกรรมตามความเหมาะสม) - ครูชี้แจงเกณฑ์การให้คะแนนการออกแบบและสร้างรถของเล่น โดยมีหัวข้อในการพิจารณา 4 หัวข้อ คือ ความเร็วของรถ ต้นทุนวัสดุที่ใช้ขั้นตอนการทำงานและการนำเสนอข้อมูล	- วงจรไฟฟ้า - การต่อเซลล์ไฟฟ้า	- การใช้โปรแกรมในการค้นหาข้อมูล - การเลือกใช้โปรแกรมในการออกแบบ	- กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (การสร้างรถของเล่นไฟฟ้าต้นทุนต่ำ)	- การหาต้นทุนของรถของเล่นไฟฟ้า	- รถของเล่นไฟฟ้า	4 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนที่	คำถามที่นำไปสู่การบูรณาการ	Science	Technology	Engineering	Mathematics	ชิ้นงาน/ภาระงาน	เวลาที่ใช้
2. ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า	“นักเรียนช่วยกันคิดสร้างอุปกรณ์ที่เครื่องตรวจสอบไฟฟ้า ว่าวัสดุชิ้นนี้ไฟฟ้าสามารถไหลผ่านหรือไม่ นักเรียนจะออกแบบอย่างไร โดยให้ตั้งเป็นปัญหา เช่น มีวิธีอย่างไร ที่จะทำให้มีสามารถตรวจสอบว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหรือไม่ อาจช่วยเหลือไม่ให้เกิดกระแสไฟฟ้าดูดได้ เครื่องมือใช้ทดสอบเรื่องตัวนำและฉนวนไฟฟ้า โดยทำในรูปแบบของเล่น”	- ตัวนำไฟฟ้า - ฉนวนไฟฟ้า	- การใช้อุปกรณ์เครื่องมือ - การใช้โปรแกรมในการออกแบบ	- กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม(การสร้างชุดทดสอบตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า)	- การหาต้นทุนของชุดทดสอบแมลงไฟฟ้า	- แมลงทดสอบไฟฟ้า	3 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนที่	คำถามที่นำไปสู่การบูรณาการ	Science	Technology	Engineering	Mathematics	ชิ้นงาน/ภาระงาน	เวลาที่ใช้
3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนาน	“หากนักเรียนจะเล่นเกมปริศนาคำทายกับเพื่อนๆ โดยตนเองต้องเป็นพิธีกรหรือฝ่ายถามผู้เข้าแข่งขัน แต่นักเรียนจะต้องเป็นผู้ที่ผลิตการ์ดปริศนาคำทายขึ้นเอง โดยออกแบบการ์ดนั้นหากมีคนทายถูกไฟจะสว่างขึ้นในข้อที่ถูก การ์ดต้องออกแบบให้สวยงามดึงดูดความสนใจด้วย โดยออกแบบในรูปเรขาคณิต โดยต้องมีขนาด 215 - 315 ตารางเซนติเมตร รวมถึงมีการใช้วัสดุอย่างคุ้มค่า”	- การต่อไฟฟ้าอย่างง่าย -การต่อไฟฟ้าแบบอนุกรม	- ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสร้างชิ้นงาน	- กระบวนการออกแบบการ์ดปริศนาคำทาย	- การวัด - การสร้างรูปเรขาคณิต - พื้นที่สี่เหลี่ยม	- ป้ายปริศนาคำทาย	3 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนที่	คำถามที่นำไปสู่การบูรณาการ	Science	Technology	Engineering	Mathematics	ชิ้นงาน/ภาระงาน	เวลาที่ใช้
4. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนาน	นักเรียนให้ช่วยกันคิดสร้างอุปกรณ์ที่ให้ความสว่างที่เมื่อใช้แล้วจะสามารถแก้ปัญหาการมีความสว่างของแสงไปรบกวนผู้อื่นหรือสามารถใช้ได้ในสถานที่ไม่มีความสว่างพอโดยให้ตั้งเป็นปัญหาเช่น “มีวิธีอย่างไร ที่จะทำให้มีแสงสว่างที่เหมาะสมในการเขียนหนังสือในที่มืดและไม่รบกวนผู้อื่น	- การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนาน	- ใช้คอมพิวเตอร์ค้นหาข้อมูลในการจัดทำ	กระบวนการออกแบบปากกามีไฟ	- การวัด - การสร้างรูป - เรขาคณิต	- ปากกามีไฟ	4 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนที่	คำถามที่นำไปสู่การบูรณาการ	Science	Technology	Engineering	Mathematics	ชิ้นงาน/ภาระงาน	เวลาที่ใช้
5. แม่เหล็กไฟฟ้า	จากข้อความข้างต้นนักเรียนจะมีวิธีพิสูจน์ได้อย่างไรว่ากระแสไฟฟ้าสามารถทำให้แท่งแม่เหล็กกลายเป็นแม่เหล็กได้ นักเรียนจะออกแบบการทดลองครั้งนี้ โดยให้นักเรียนสร้างแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถมีพลังแม่เหล็กในการดูดคลิปหนีบกระดาษได้อย่างน้อย 5 ตัว และแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านใดได้บ้าง	- การเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า - อำนาจแม่เหล็กไฟฟ้า	- การใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูล	-	- ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา	-	4 ชั่วโมง

3) เขียนแผนการเรียนรู้โดยใช้จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 5 แผน รวมทั้งหมด 18 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

(1) มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

(2) สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

(3) แนวคิดบูรณาการสาระการเรียนรู้

(4) จุดประสงค์การเรียนรู้

(5) สาระการเรียนรู้

(6) กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ก. ขั้นระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ข. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

ค. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ง. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

จ. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ฉ. ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

(7) ชิ้นงาน/ภาระงาน

(8) สื่อ/แหล่งเรียนรู้

(9) การวัดและประเมินผล

(10) บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน (รายนามตามภาคผนวก ก) ตรวจสอบลักษณะกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ สำนวนภาษา ความสอดคล้องระหว่างรูปแบบของกิจกรรมกับวิธีการจัดการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนาของผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาทั้ง 5 แผน

3.3.2 การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

*1) ศึกษาทฤษฎีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง*กับการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้เนื้อหาเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาทั่วไปจากตำราเอกสารที่เกี่ยวข้อง

*2) กำหนดจุดมุ่งหมายในการทดสอบ*เพื่อพัฒนาแบบวัความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหา 4 ด้าน ได้แก่ การระบุปัญหา การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา การเสนอวิธีการแก้ปัญหา และการตรวจสอบผลลัพธ์

3) กำหนดกรอบการวัดและนิยามเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา โดยศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาตามแนวคิดของเวียร์ ทั้งด้านนิยาม องค์ประกอบ ลักษณะการเขียนข้อคาถาม การสร้างตัวเลือก การให้คะแนนตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

4) สร้างผังแบบทดสอบ โดยกำหนดเค้าโครงของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาตามโครงสร้างและองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาตามแนวคิดของเวียร์ (Weir) กำหนดน้ำหนักและความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหา 4 ด้าน โดยความยาวของแบบทดสอบพิจารณาให้สอดคล้องกับเวลาที่ต้องการใช้ในการทดสอบและลักษณะของผู้สอบ

ตารางที่ 3.2 การวิเคราะห์ตัวบ่งชี้พฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหา

ขั้นความสามารถในการแก้ปัญหา	**ความหมาย**	**ตัวบ่งชี้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา**
1. ระบุปัญหา	ความสามารถในการระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้มากที่สุดภายในขอบเขตข้อเท็จจริงที่กำหนดให้	- สามารถตั้งคำถามได้ว่า สิ่งที่ต้องการคืออะไร ปัญหามีอะไรบ้าง โดยตั้งคำถามให้เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ภายในเวลาที่จำกัด

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขั้นความสามารถในการแก้ปัญหา	ความหมาย	ตัวบ่งชี้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
2. วิเคราะห์ปัญหา	ความสามารถในการระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาโดยพิจารณาจากข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่กำหนดให้	- สามารถวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาว่าน่าจะเกิดจากสาเหตุใดบ้าง และมีสาเหตุย่อยอะไรบ้าง - เสนอแนวทางแก้ปัญหาหรือสาเหตุของปัญหาว่าแต่ละสาเหตุมีวิธีแก้ไขอย่างไรบ้าง - สามารถหาเหตุผลมาอธิบายได้ว่าควรลดปัญหาหรือขจัดปัญหาให้จบสิ้นอย่างไร
3. เสนอวิธีการแก้ปัญหา	ความสามารถในการวางแผนหรือเสนอแนวทางในการคิดแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้อย่างสมเหตุสมผล	- สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงตามสาเหตุของปัญหา ให้ออกมาในรูปแบบของวิธีการจนนำไปสู่แนวทางในการแก้ปัญหาได้ - เก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นปัญหาได้อย่างเหมาะสม - จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหาเหล่านั้นได้ - วิเคราะห์ผลดี - ผลเสียวิธีการแก้ปัญหาที่เสนอมา - เลือกปัญหาสำคัญที่สุดมานำเสนอวิธีการแก้ไข

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขั้นความสามารถในการแก้ปัญหา	ความหมาย	ตัวบ่งชี้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
4. ตรวจสอบผล	ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการคิดแก้ปัญหานั้น สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร	- ลงมือแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ทั้งในเวลาเรียนและนอกห้องเรียน - บันทึกการปฏิบัติงานเพื่อตรวจสอบว่าได้ผลหรือไม่ - พิสูจน์ความรู้ว่าการที่ตนได้ตัดสินใจเลือกนั้น นำไปปฏิบัติแล้วได้ผลดี หรือได้รับประโยชน์เหมาะสม

5) เขียนแบบทดสอบ โดยกำหนดรูปแบบของการเขียนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ตัวคำถามซึ่งกำหนดเป็นสถานการณ์ต่าง ๆ ตัวคำตอบ และวิธีการตรวจให้คะแนน จากนั้นร่างแบบทดสอบตามผังแบบทดสอบที่กำหนดไว้จนครบทุกองค์ประกอบ ทบทวนร่างแบบทดสอบทั้งด้านความเหมาะสมของการวัดและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ ได้แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ครอบคลุมคุณลักษณะ 4 ด้าน ตามแนวคิดของเวียร์

6) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของการสร้าง จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องตามคำแนะนำ

7) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบ (รายนามตามภาคผนวก ก) ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก สำนวนภาษา ความสอดคล้องระหว่างลักษณะคำถามกับคุณลักษณะตามนิยามที่ต้องการทดสอบ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง โดยได้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มากกว่า 0.5

8) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรับปรุงและแก้ไขแล้ว จำนวน 40 ข้อ ไปทดสอบครั้งที่ 1 กับโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ 2 ที่เคยเรียนเนื้อหานี้มาแล้ว จำนวน 20 คน

9) นำผลมาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ หาค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก

ตั้งแต่ 0.20 - 0.69 ได้ข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ จากนั้นปรับปรุงข้อสอบที่ยังใช้ไม่ได้บางข้อเพิ่มเติมลงในข้อสอบได้ จำนวน 40 ข้อ

10) นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรับปรุงและแก้ไขแล้ว จำนวน 40 ข้อ ไปทดสอบครั้งที่ 2 กับโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ 2 ที่เคยเรียนเนื้อหานี้มาแล้ว จำนวน 20 คน

11) นำผลมาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ หาค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 0.69 มีค่าความเชื่อมั่น KR - 20 เท่ากับ 0.80

3.3.3 การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1) ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล การสร้างแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ และวิธีการเขียนข้อสอบชนิดเลือกตอบจากเอกสาร

2) ศึกษาคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของหลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

3) สร้างตารางวิเคราะห์โครงสร้างของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า จำนวน 55 ข้อ โดยครอบคลุมสาระและพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามแนวทางของบลูม 6 ระดับ ได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการคิดสร้างสรรค์

4) สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้

5) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อแนะนำ

6) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (รายนามตามภาคผนวก ก) เพื่อหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) พบว่า มีข้อสอบ จำนวน 58 ข้อ ที่มีค่า IOC มากกว่า 0.5

7) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า ที่ปรับปรุงและแก้ไขแล้ว จำนวน 40 ข้อ ไปทดสอบครั้งที่ 1 กับโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ 2 ที่เคยเรียนเนื้อหานี้มาแล้ว จำนวน 20 คน

8) นำผลมาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ หาค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก

ตั้งแต่ 0.20 - 0.69 ได้ข้อสอบทั้งหมด 18 ข้อ จากนั้นปรับปรุงข้อสอบที่ยังใช้ไม่ได้บางข้อเพิ่มเติมลงในข้อสอบได้จำนวน 30 ข้อ

9) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงและแก้ไขแล้ว จำนวน 55 ข้อ ไปทดสอบครั้งที่ 2 กับโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ 2 ที่เคยเรียนเนื้อหานี้มาแล้ว จำนวน 20 คน

10) นำผลมาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ หาค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 0.69 มีค่าความเชื่อมั่น KR - 20 เท่ากับ 0.85

11) เลือกข้อสอบ 30 ข้อ จากข้อสอบจำนวน 55 ข้อ ที่ตรงตามจุดประสงค์และพฤติกรรมการเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จากนั้นจึงนำไปใช้จริงในงานวิจัย

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

4.1 สถิติที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

สถิติที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย 4 ค่า ดังนี้

4.1.1 สูตรการคำนวณค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2554) ดังนี้

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

เมื่อ IOC คือ ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ได้ตรวจสอบ

โดยพิจารณาให้ความเห็นและให้คะแนน ดังนี้

+1 ถ้าแน่ใจว่าแผนนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแผนนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

-1 ถ้าแน่ใจว่าแผนนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง

4.1.2 สูตรการคำนวณค่าอำนาจจำแนก (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2554) ดังนี้

$$r = \frac{H - L}{N_H}$$

หรือ

$$r = \frac{H - L}{N_L}$$

เมื่อ r คือ ค่าอำนาจจำแนก

H คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงที่เลือกตัวเลือกนั้น

L คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำที่เลือกตัวเลือกนั้น

N_H คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงทั้งหมด

N_L คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำทั้งหมด

4.1.3 สูตรการคำนวณค่าความยาก (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2554) ดังนี้

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

เมื่อ p คือ ค่าความยาก

R คือ จำนวนผู้สอบที่เลือกคำตอบถูก

T คือ จำนวนผู้สอบทั้งหมด

4.1.4 สูตรการคำนวณค่าความเชื่อมั่น ตามคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (KR - 20) (Ebel and Frisbie, 1986) ดังนี้

$$r_{KR-20} = \left(\frac{K}{K-1}\right)\left(1- \frac{\Sigma pq}{s^2}\right)$$

โดย $$s^2 = \frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

เมื่อ r_{KR-20} คือ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K คือ จำนวนข้อสอบ

p คือ สัดส่วนของผู้ทำถูกหารด้วยจำนวนคนสอบทั้งหมด

q คือ สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ 1 - p

s^2 คือ คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบ

N คือ จำนวนผู้สอบ

X คือ คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

4.2 สถิติที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามงานวิจัย

สถิติสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย สถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติค่าที (t - test for dependent sample) ที่ระดับ .05 ดังนี้

4.2.1 สูตรการคำนวณสถิติค่าเฉลี่ย (Mean) (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2554)

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

เมื่อ $\bar{X}$ คือ คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

4.2.2 สูตรการคำนวณสถิติค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Division) (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2554)

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

เมื่อ S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\bar{X}$ คือ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียน

X คือ คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

N คือ จำนวนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง

4.2.3 สูตรการคำนวณสถิติค่าที (t - test for dependent sample) (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2554)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{N-1}}} \text{ ; df = n - 1}$$

เมื่อ t คือ ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา

D คือ ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N คือ จำนวนคู่ของคะแนนหรือจำนวนนักเรียน

$\sum D$ คือ ผลรวมทั้งหมดของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

$\sum D^2$ คือ ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา เก็บข้อมูลโดยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน นำมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t - test) ได้ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบที (t - test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังจาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (N = 25)

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	$\bar{x}$	S.D.	t - test
ก่อนเรียน	25	21.36	4.22	16.26*
หลังเรียน	25	33.52	3.06	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.22 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.06 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีผลความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

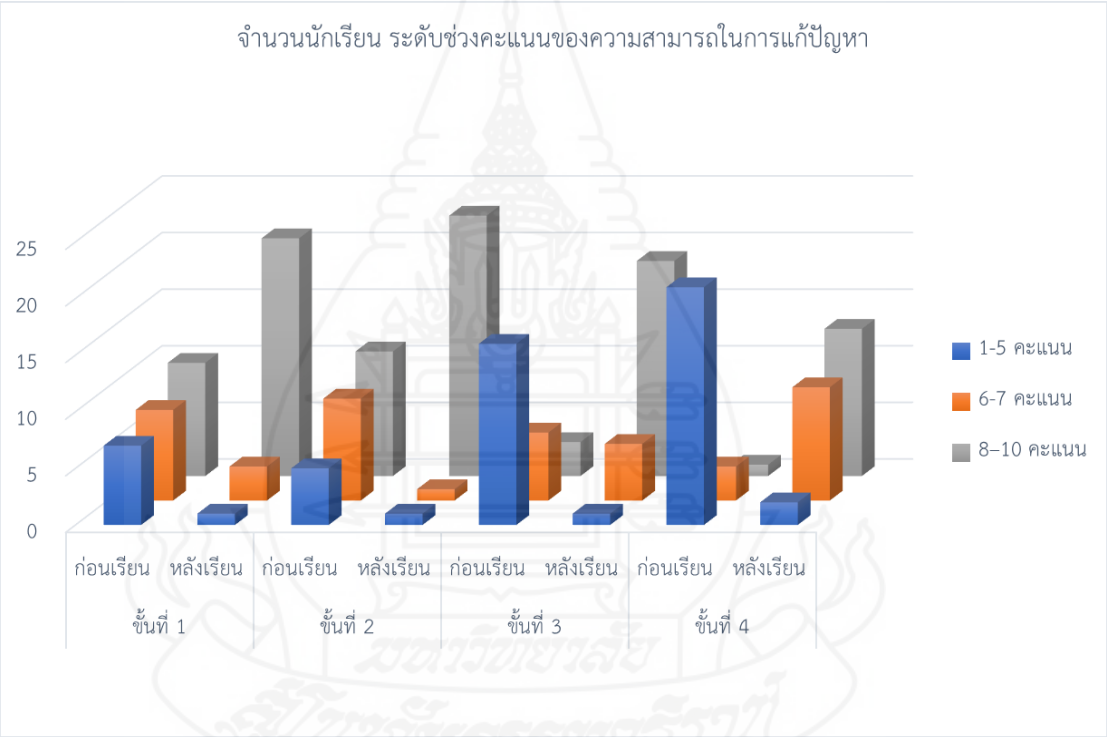
ในการวิเคราะห์ผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหามี 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นระบุปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3)ขั้นกำหนดวิธีการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ และเมื่อพิจารณาเทียบกับเกณฑ์การประเมินระดับคะแนน 3 ช่วงคะแนน โดยระหว่าง 0 - 5 คะแนน ระหว่าง 6 - 7 คะแนน และ 8 - 10 คะแนน ได้ผลดังในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 จำนวนนักเรียน ร้อยละ ระดับช่วงคะแนนของความสามารถในการแก้ปัญหาก่อน และหลังเรียนของนักเรียนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (N = 25)

ขั้น	ก่อนจัดการเรียนรู้						หลังจัดการเรียนรู้					
	0 – 5 คะแนน		6 - 7 คะแนน		8 – 10 คะแนน		0 – 5 คะแนน		6 - 7 คะแนน		8 – 10 คะแนน	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ขั้นที่ 1	7	28	8	32	10	40	1	4	3	12	21	84
ขั้นที่ 2	5	20	9	36	11	44	1	4	1	4	23	92
ขั้นที่ 3	16	64	6	24	3	12	1	4	5	20	19	76
ขั้นที่ 4	21	84	3	12	1	4	2	8	10	40	13	52

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ก่อนจัดการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนผ่านขั้นที่ 1 ระบุปัญหา และขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา ส่วนในขั้นที่ 3 กำหนดวิธีการแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ผ่านได้คะแนนน้อยกว่า 5 คะแนน และหลังจากการจัดการรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนผ่านขั้นที่ 1ระบุปัญหา และขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 3 กำหนดวิธีการแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ และหากพิจารณาขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ก่อนเรียนมีนักเรียนที่ได้คะแนนระหว่าง 0 - 5 คะแนน จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 28 ระหว่าง 6 - 7คะแนน จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 32 และระหว่าง 8 - 10 คะแนน จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 40 หลังจัดการเรียนรู้มีนักเรียนที่ได้คะแนนระหว่าง 0-5 คะแนน มีจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 4 ระหว่าง 6 - 7 คะแนน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 12 และระหว่าง 8 - 10 คะแนน จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 84 ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ก่อนเรียนมีนักเรียนที่ได้คะแนนระหว่าง 0 - 5 คะแนน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ระหว่าง 6 - 7คะแนน จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 36 และระหว่าง 8 - 10 คะแนน จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 44 หลังจัดการเรียนรู้มีนักเรียนที่ได้คะแนนระหว่าง 0 - 5 คะแนน มีจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 4 ระหว่าง 6 - 7 คะแนน จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 4 และระหว่าง 8 - 10 คะแนน จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 92 ขั้นที่ 3 ขั้นกำหนดวิธีแก้ปัญหา ก่อน

เรียนมีนักเรียนที่ได้คะแนนระหว่าง 0-5 คะแนน จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 64 ระหว่าง 6 - 7 คะแนน จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 24 และระหว่าง 8 - 10 คะแนน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 12 หลังจัดการเรียนรู้มีนักเรียนที่ได้คะแนนระหว่าง 0 - 5 คะแนน มีจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 4 ระหว่าง 6 - 7 คะแนน จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 20 และระหว่าง 8 - 10 คะแนน จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 76 ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ ก่อนเรียนมีนักเรียนที่ได้คะแนนระหว่าง 0 - 5 คะแนน จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 84 ระหว่าง 6 - 7 คะแนน จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 12 และระหว่าง 8 - 10 คะแนน จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 4 หลังจัดการเรียนรู้มีนักเรียนที่ได้คะแนนระหว่าง 0-5 คะแนน มีจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 8 ระหว่าง 6 - 7 คะแนน จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 40 และระหว่าง 8 - 10 คะแนน จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 52



ภาพที่ 4.1 แสดงจำนวนนักเรียนจำนวนนักเรียน ระดับช่วงคะแนนของความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังเรียนของนักเรียนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า ไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากนั้นนำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ตรวจคะแนนและทำการวิเคราะห์ผลจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ได้ผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบที (t - test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (N = 25)

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	$\bar{x}$	S.D.	t - test
ก่อนเรียน	25	13.72	2.59	19.83*
หลังเรียน	25	24.08	2.93	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.59 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.93 06 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา” นั้น ได้สรุปการวิจัยดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้า ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

1.2 สมมติฐานของการวิจัย

1.2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.3 วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังนี้

1.3.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย-ราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา ภาคเรียน 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 25 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

1.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง วงจรไฟฟ้า จำนวน 5 แผน ระยะเวลา 18 ชั่วโมง

2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1.3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2) ดำเนินการจัดการเรียนรู้ ตั้งแต่ พฤษภาคม 2562 ถึง กรกฎาคม 2562 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลาสอน 18 ชั่วโมง ใช้เวลาสอนสัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงนำไปสู่ของการประยุกต์ใช่ในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนทำการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องวงจรไฟฟ้า แนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน นักเรียนทำการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการโดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน นักเรียนนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

3) เมื่อเสร็จสิ้นการสอน ทำการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่เป็นฉบับเดียวกันกับทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง

4) นำผลการทดสอบของกลุ่มตัวอย่างมาตรวจให้คะแนน

5) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล

1.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติ ค่าความถี่ คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที

1.4 สรุปผลการวิจัย

1.4.1 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนผ่านขั้นที่ 1 ระบุปัญหา และขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา ส่วนในขั้นที่ 3 กำหนดวิธีการแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ผ่านได้คะแนนน้อยกว่า 5 คะแนน และหลังจากการจัดการรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนผ่านขั้นที่ 1ระบุปัญหา และขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 3 กำหนดวิธีการแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์

1.4.2 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีผลคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.4.3 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. อภิปรายผล

จากการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สามารถอภิปรายและผลการศึกษาตามลำดับขั้นตอนดังนี้

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏ-ราชนครินทร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้มาจากการ

จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง นักเรียนต้องระดมความคิดในกลุ่ม เพื่อระบุปัญหาจากสภาพจริงในชุมชน แล้วทำการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อบูรณาการกับคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ นำไปสู่การสร้างเทคโนโลยีเพื่อการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ในระหว่างการสร้างนวัตกรรมนักเรียนมักประสบปัญหาต่าง ๆ ที่นักเรียนต้องร่วมกันแก้ไขเพื่อให้สามารถสร้างนวัตกรรมได้สำเร็จ กระบวนการดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการลงมือปฏิบัติจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา เมื่อจัดการเรียนรู้ตามแนวทางรู้สะเต็มศึกษา ในแต่ละขั้นการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ ดังนี้ ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา ช่วยให้ผู้เรียนสามารถระบุปัญหารวมถึงวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัญหาเป็นการต่อยอดจากขั้นที่ 1 โดยเมื่อระบุปัญหาและวิเคราะห์จนทราบสาเหตุของปัญหาแล้ว ผู้เรียนสามารถค้นคว้าและศึกษาแนวทางเพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาต่อไป ขั้นที่ 3 เสนอวิธีการแก้ปัญหา เมื่อผู้เรียนรวบรวมวิธีการจากขั้นค้นหาและศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องแล้ว ผู้เรียนจะสามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ ผู้เรียนจะต้องคาดคะเนผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหานี้โดยผลที่เกิดขึ้นจริงอาจเป็นไปตามที่คาดหวังไว้หรืออาจมีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ ดังนั้นผู้เรียนจะต้องทดสอบชิ้นงานเพื่อดูว่าผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามความคาดหวังหรือไม่ ซึ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของเวียร์ทั้ง 4 ขั้นนี้ ผู้วิจัยจะค่อย ๆ แทรกในขั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และประเมินผู้เรียนจากกิจกรรมและใบงานตามแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาสูงสุด และมีความสามารถในแก้ปัญหาในขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ต่ำสุด เนื่องจากการผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาว่าน่าจะเกิดจากสาเหตุใดบ้าง เสนอแนวทางแก้ปัญหาหรือสาเหตุของปัญหาว่าแต่ละสาเหตุมีวิธีแก้ไขอย่างไร และสามารถหาเหตุผลมาอธิบายได้ว่าควรลดปัญหาหรือขจัดปัญหาให้จบสิ้นได้ ดังนั้นผู้เรียนจึงมีความสามารถในการแก้ปัญหาในขั้นที่ 2 วิเคราะห์ปัญหาสูงสุด แต่ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์เป็นการคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคตที่อาจเกิดขึ้นจริงหรือไม่เกิดขึ้นก็ได้ ซึ่งการคาดการณ์ผลที่เกิดขึ้นมีความไม่แน่นอนและอาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเล็กน้อย ดังนั้นจึงทำให้ผู้เรียนมีคะแนนในขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ต่ำสุด สอดคล้องกับที่ (สุวิทย์ มูลคำ, 2551) กล่าวว่า การหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา เป็นทักษะพื้นฐานที่มีความสำคัญกับมนุษย์อย่างมาก เนื่องจากมนุษย์ต้องพบเจอกับปัญหาอยู่ตลอดเวลา ทำให้มีปัญหา ความขัดแย้งหรือคำถามมนุษย์จะเกิดสภาวะไม่สมดุลขึ้น เป็นความไม่สบายกายไม่สบายใจ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นสิ่งเร้ากระตุ้นให้บุคคลคิดหาคำตอบ เมื่อสามารถตอบคำถามนั้น ๆ ได้ มนุษย์จะกลับเข้าสู่สภาวะสมดุลดังนั้นเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นมนุษย์จะพยายามหาแนวทางในการแก้ไขปัญหานั้นเสมอ สอดคล้องกับที่ วิธวินท์ จันทร์ลือ (2559) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ โดยผู้เรียนควรได้ทางานเป็นกลุ่ม และผู้สอนควรกำหนดกรอบสถานการณ์ปัญหา

เพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหา ส่วนผู้สอนทำหน้าที่คอยให้คำปรึกษาจนผู้เรียนสามารถแก้ปัญหานั้นด้วยตัวของเขาเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุทธิดา บุญทวี (2559) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้และสร้างทักษะโดยเน้นการสร้างองค์ความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงที่เน้นความสนุกและท้าทาย ซึ่งสะเต็มศึกษาไม่ได้มุ่งเน้นเพียงเนื้อหาสาระ ทักษะ และกระบวนการที่จำเป็นในการทำความเข้าใจและแสวงหาองค์ความรู้ แต่สะเต็มศึกษาได้ให้ความสำคัญกับ กระบวนการในการนำความรู้เหล่านี้มาใช้ประกอบการคิด ค้นหา และคัดเลือก วิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิต และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรรณภา เหล่าไพศาลพงษ์ (2554) ที่พบว่า ทักษะการคิดแก้ปัญหาของเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้นั้น น่าจะมีผลมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นครูมีอิสระในการสอนมากกว่าการสอนแบบปกติ ทำให้ผู้เรียนมีการแสดงความคิดเห็นภายในห้องเรียน ได้ฝึกอธิบายวิธีแก้ปัญหาและได้ออกมานำเสนอผลงานหน้าห้องเรียน จึงทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนระบุปัญหาตามความสนใจของนักเรียนจากบริบทในชีวิตจริงของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความสนใจและสามารถเลือกวิธีแก้ปัญหาตามความสามารถและความถนัด นักเรียนคิดวิธีแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์มาบูรณาการกับความรู้ทางด้านเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการเรียนรู้วิธีแก้ปัญหาที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับ พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548) ซึ่งกล่าวว่า การจัดกิจกรรมที่มีการบูรณาการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนมีการสำรวจตรวจสอบ ค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการปลูกฝังคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับตัวของผู้เรียน นั่นคือ “เด็กคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น” ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการสร้างความรู้ด้วยตนเองได้กล่าวโดยสรุปว่า กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดความสนใจ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการคิดหาทางแก้ปัญหา และในการเรียนรู้ด้วยตนเองจะช่วยให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนสูงขึ้น วิดาด หะยีตาเฮร์ (2557) อีกทั้งปัจจุบันความสามารถในการแก้ปัญหายังเป็นเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาซึ่งเป็นคุณลักษณะอันพึงประสงค์สาหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เพื่อการดำรงชีวิตในอนาคต

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ 0.5 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการข้ามศาสตร์หรือ

สาขาวิชา ซึ่งศาสตร์แกนหลักสำคัญของสะเต็ม คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ นอกจากนี้สะเต็มศึกษายังฝึกให้ผู้เรียนรู้วิธีคิด รู้จักตั้งคำถาม สร้างทักษะการค้นหาข้อมูล แล้ววิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ นำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยสังเคราะห์จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ของสมาคมนักศึกษาด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมนานาชาติ (ITEEA) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้ให้หลักการการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมซึ่งเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการซึ่งมีได้หลายรูปแบบแต่มีขั้นตอนหลัก ๆ ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติจริง นักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ โดยมีครูผู้สอนคอยให้คำแนะนำหรือคอยให้คำปรึกษา อาทิเช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงานทดแทน การต่อวงจรไฟฟ้า ได้แก่ แบบอนุกรม และแบบขนาน ซึ่งในเนื้อหาประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา ซึ่งขั้นนี้จะกระตุ้นให้นักเรียนมีแรงจูงใจในบทเรียน ช่วยให้นักเรียนเห็นความสำคัญของเรื่องวงจรไฟฟ้า ว่าเป็นเรื่องใกล้ตัวที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน และเป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้จริง ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนจะแบ่งกลุ่ม 5 คน จากนั้นครูจะใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การของการอภิปรายสถานการณ์ 6 สถานการณ์ ยกตัวอย่าง 1 สถานการณ์ คือ “พลังงานของประเทศไทยโดยเฉพาะการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งมีความพยายามหาแหล่งพลังงานอื่นมาทดแทนเพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนั้น การหาพลังงานทดแทนมาพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังได้รับความนิยมในปัจจุบัน นักเรียนคิดว่าพลังงานทดแทนมาจากแหล่งใดได้บ้าง” นักเรียนตอบว่า“พลังงานลม พลังงานไฟฟ้า พลังงานน้ำ” ครูถามนักเรียนต่อว่า “หากรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงน้ำมันหมดไปนักเรียนคิดว่ามีพลังงานใดทดแทนได้บ้าง” นักเรียนตอบ “รถยนต์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า”ซึ่งจากการอภิปรายร่วมกันนี้เป็นการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เป็นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง จากขั้นนี้นักเรียนมีความสนใจมากที่เข้าใจพลังงานทดแทนเพื่อหาวิธีการนำไปใช้ประโยชน์ โดยนักเรียนมีความกระตือรือร้นมากในการตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผน รวบรวมความรู้เรื่อง วงจรไฟฟ้า เพื่อวางแผนศึกษาเนื้อหา 6 เรื่อง ประกอบด้วย 1) การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย 2) ตัวนำและฉนวนไฟฟ้า 3) การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนาน 4) การต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและขนาน และ 5) แม่เหล็กไฟฟ้า ขั้นนี้เป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เป็นการให้ความรู้วิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนเกิดความเข้าใจเรื่องวงจรไฟฟ้า ทั้งหมด 6 เรื่อง โดยนักเรียนสามารถนำข้อมูลเพื่อไปออกแบบนวัตกรรม/ชิ้นงานเพื่อการแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการดำเนินงานในการสร้างนวัตกรรม โดยในขั้นนี้นักเรียนร่วมกันคิดว่าจะสร้างนวัตกรรมใดเพื่อช่วยแก้ปัญหา แล้วร่วมกันออกแบบชิ้นงาน โดยวาดภาพโมเดลต้นแบบ แล้วนำเสนอให้เพื่อน ๆ ฟังหน้าชั้นเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้สังเกตเห็นว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดและเสนอวิธีแก้ปัญหา โดยนักเรียนมีการทบทวนความรู้ที่เรียนมาเพื่อประยุกต์ใช้ในการสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้แก้ปัญหาได้ โดยสามารถให้เหตุผลที่มีความเป็นไปได้ก่อนลงมือสร้างนวัตกรรม ความรู้ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในขั้นนี้เป็นการให้ความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งนักเรียนได้ออกแบบนวัตกรรม นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากการทบทวนความรู้เรื่องวงจรไฟฟ้า ซึ่งในขั้นนี้แต่ละสถานการณ์หรือปัญหานักเรียนสามารถระบุและออกแบบได้

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการดำเนินงานในการสร้างนวัตกรรม โดยในขั้นนี้นักเรียนร่วมกันคิดว่าจะสร้างนวัตกรรมใดเพื่อช่วยแก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนสร้างนวัตกรรมตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ ขั้นนี้ครูให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งความรู้ที่ได้จากการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในขั้นนี้เป็นการให้ความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งนักเรียนได้แสดงความสามารถอย่างเต็มที่ในการสร้างชิ้นงาน จากการที่นักเรียนได้ผลิตชิ้นงานทำให้นักเรียนได้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น เนื่องจากนักเรียนมองเห็นได้ชัดเจนว่าสิ่งที่นักเรียนศึกษานั้นมีลักษณะอย่างไร

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง ในขั้นนี้นักเรียนทำการทดสอบและประเมินการใช้งานของนวัตกรรมทั้ง 6 ชิ้นงาน โดยผลที่ได้จะนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม ในขั้นนี้นักเรียนนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนา

การจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนมีอิสระในการคิด มีอิสระในการแสดงความคิดเห็น มีอิสระในการเลือกเรียนรู้ในสิ่งที่นักเรียนมีความสนใจส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการคิด กระบวนการ

ออกแบบ และสร้างชิ้นงานซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้และความเข้าใจเชิงลึกมากขึ้น ซึ่งสังเกตได้ว่าระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตั้งแต่ขั้นตอนวางแผนและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนมีการระดมความคิดเพื่อเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับเรื่องวงจรไฟฟ้ากับนวัตกรรมที่นักเรียนต้องการสร้างขึ้น ทำให้นักเรียนต้องทบทวนทำความเข้าใจเนื้อหาเรื่องวงจรไฟฟ้า ให้เข้าใจดียิ่งขึ้น เพื่ออธิบายความเป็นไปได้ที่จะสร้างนวัตกรรมได้สำเร็จจากกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์เกิดเป็นเทคโนโลยีใหม่ ผ่านกระบวนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อ้อย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนการใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (ร้อยละ 65) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นูรอาซีกีน สาและ (2559) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 การจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาในชั่วโมงแรกเป็นสิ่งจำเป็นมากที่ครูผู้สอนควรอธิบายแต่ละขั้นของการทำกิจกรรมให้ผู้เรียนเข้าใจให้ชัดเจน ใช้คำถามคอยกระตุ้นเพื่อนำไปสู่คำตอบ

3.1.2 การจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่ต้องลงมือปฏิบัติจริง ทำให้ต้องใช้เวลามากในการปฏิบัติกิจกรรมส่งผลให้การดำเนินกิจกรรมอาจจะเกิดความล่าช้า ผู้สอนควรจัดสรรเวลาให้เพียงพอต่อการทำกิจกรรม

3.1.3 ควรจัดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนที่จะได้พบเจอปัญหาด้วยตนเอง

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการคิดขั้นสูง

3.2.2 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับผลของการจัดการเรียนรูปแบบอื่น ๆ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล. (2555). เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการสอน*. (หน่วยที่ 9). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

เขมวดี พงศานนท์. (2557). *เอกสารการอบรม STEM EDUCATION*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education การพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร*, 33(2), 49-55.

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 42(185), 10-13.

_____. (2557). สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 42(186), 3-5.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: สานักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พิมพันธ์ เตชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิค การสอน 1*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นต์.

ภัสสร ติดมา. (2558). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2540). *การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รักษพล ธนานุวงศ์. (2556). เรียนรู้สภาวะโลกร้อนด้วย STEM Education แบบบูรณาการ. *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 41(182), 15-20.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์

_____. (2554). *พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน.* กรุงเทพฯ: ศิริวัฒนาอินเตอร์พริ้นท์.

รศนา อัชชะกิจ. (2539). *กระบวนการแก้ปัญหาและตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รุสดา จะปะเกีย. (2558). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

ล้วน สายหยด และ อังคณา สายหยด. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สุวีบียาสาสน์.

วิเชียร เกตุสิงห์. (2538). *การวิจัยปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และ อธิป จิตตกฤษ์. 2556. *ทักษะแห่งอนาคตใหม่ การศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โอเพ่นเวิลด์ส พับลิชชิ่ง เฮาส์.

วรรณา รุ่งลักษมีศรี. (2551). *ผลการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนสาธิต.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์-มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วรรณี แกมเกตุ. (2555). *วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกร-มหาวิทยาลัย.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2544). *การประเมินทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหา.* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

วิรุฬ พรรณเวที. (2542). *การออกแบบ.* กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพาณิช.

ศานิกานต์ เสนีวงศ์. (2556). การจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาด้วยกับโอริงามิ. *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 42(185), 30-31.

Atkinson, S.K. (1961). *The Education's Encyclopedia*. New Jersey: Prentice – Hall.

Bruner, L.S. (1969). *The Process of Education*. Massachusetts: Hayward University Press Cambridge.

Cronbach, L.J. (1990). *Essentials of Psychological Testing.* 5th ed. New York: Harper Collins Publisher.

Edward M. Reeve. (2013). *Implementing Science, Technology, Mathematics, and Engineering (STEM) Education in Thailand and in ASEAN*. A Report Prepared for The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).

Gleitman, H. (1992). *Basic Psychology.* 3rd ed. New York: W.W. Norton, s.

Gonzalez, H.B. and Kuenzi, J.J. (2012). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer.* Washington, DC: Congressional Research Service.

Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw – Hill.

Nitko, Anthony J. (1983). *Educational Test and Measurement: An Introduction*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.

Rosenthal, J.A. (2012). *Statics and data interpretation for social work*. New York: Clearance Center.

Shields C. (2006). *Engineering our future New Jersey elementary school.* Retrieved from: http://www.ciese.org/papers/2006/ASEE_paper_G.doc.

Tallent, Mary K. (1985). The Future Problem Solving Program: An Investigation of Effects on Problem Solving Ability. *Dissertation Abstract International*, 9.

Weir, J. J. (1974). Problem Solving is Every body's Problem. *The Science Teacher*, 4, 16 – 18.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

1. อาจารย์ธานินทร์ ปัญญาวัฒนากุล
สถานที่ทำงาน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
วุฒิการศึกษา ค.บ. วิทยาศาสตร์ทั่วไป, กศ.ม.วิทยาศาสตรศึกษา

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วินัย จันทวงศ์
สถานที่ทำงาน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
วุฒิการศึกษา กศ.บ ฟิสิกส์, ศศ.ม.การสอนวิทยาศาสตร์

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรา เขียวรักษา
สถานที่ทำงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
วุฒิการศึกษา ค.บ.วิทยาศาสตร์ทั่วไป, กศ.ม.วิทยาศาสตรศึกษา, กศ.ด.วิทยาศาสตรศึกษา

ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ

ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๔๖๒

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๒๒ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ธานินทร์ ปัญญาวัฒนากุล

สิ่งที่ส่งมาด้วยโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายธนาวัฒน์ น้อยไธสง นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕
โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗
เบอร์โทรนักศึกษา ๐๘๔-๓๕๐๗๐-๕๐๖

ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๔๖๒

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๒๒ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์วินัย จันทวงศ์

สิ่งที่ส่งมาด้วยโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายธนาวัฒน์ น้อยไธสง นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕
โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗
เบอร์โทรนักศึกษา ๐๘๔-๓๕๐๗๐-๕๐๖

ที่ ศธ ๐๕๒๒.๑๖ (บ)/๔๖๒

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี ๑๑๑๒๐

๒๒ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรา เขียวรักษา

สิ่งที่ส่งมาด้วยโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายธนาวัฒน์ น้อยไธสง นักศึกษาหลักสูตรบัณฑิตศึกษา วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชา จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. ๐-๒๕๐๔-๘๕๐๕
โทรสาร. ๐-๒๕๐๓-๓๕๖๖-๗
เบอร์โทรนักศึกษา ๐๘๔-๓๕๐๗๐-๕๐๖

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้การวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้า
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
3. แบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง วงจรไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 5 แผน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	จำนวนชั่วโมง
1	วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	4
2	ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า	3
3	การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนาน	3
4	การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและขนาน	4
5	แม่เหล็กไฟฟ้า	4
รวม		18

แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง วงจรไฟฟ้า	เวลา 18 ชั่วโมง
เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	เวลา 4 ชั่วโมง
รหัสวิชา ว16101 รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561
ผู้สอน นายธนาวัฒน์ น้อยไธสง	โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 5.1 ป.6/1 ทดลองและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

มาตรฐานการเรียนรู้

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

ตัวชี้วัด

ว 8.1 ป.6/1 ตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็น หรือเรื่อง หรือสถานการณ์ที่จะศึกษา ตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ

ว 8.1 ป.6/2 วางแผน การสังเกต เสนอการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้า คาดการณ์ สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ป.6/3 เลือกอุปกรณ์ และวิธีการสำรวจตรวจสอบที่ถูกต้องเหมาะสมให้ได้ผลที่ครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ป.6/4 บันทึกข้อมูลในเชิงปริมาณและคุณภาพ วิเคราะห์ และตรวจสอบผลกับสิ่งที่คาดการณ์ไว้ นำเสนอผลและข้อสรุป

ว 8.1 ป.6/5 สร้างคำถามใหม่เพื่อการสำรวจตรวจสอบต่อไป

ว 8.1 ป.6/6 แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ อธิบายลงความเห็นและสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

ว 8.1 ป.6/7 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบตามความเป็นจริง มีเหตุผล และมีประจักษ์พยานอ้างอิง

ว 8.1 ป.6/8 นำเสนอ จัดแสดงผลงานโดยอธิบายด้วยวาจา และเขียนรายงานแสดงกระบวนการและผลของงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

สาระสำคัญ

วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า วัสดุที่กระแสไฟฟ้าผ่านได้เป็นตัวนำไฟฟ้า ส่วนวัสดุที่กระแสไฟฟ้าผ่านไม่ได้เป็นฉนวนไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าสามารถทำได้ทั้งแบบอนุกรมและแบบขนาน

เนื้อหา/สาระการเรียนรู้/กรอบแนวคิด

วิทยาศาสตร์ (S)	เทคโนโลยี (T)	วิศวกรรมศาสตร์ (E)	คณิตศาสตร์ (M)
- วงจรไฟฟ้า การต่อเซลล์ไฟฟ้า - กรเคลื่อนที่	- การใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูล - การเลือกใช้วัสดุในการใช้ของเล่น	- กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	- การหาต้นทุนของรถของเล่นไฟฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
2. ระบุหน้าที่ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
3. ระบุสัญลักษณ์แทนอุปกรณ์ไฟฟ้า
4. ทำการทดลองและสรุปเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
5. ใช้ความรู้และการแก้ปัญหาออกแบบการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
6. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

สาระการเรียนรู้

วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นระบุปัญหา

กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูอภิปรายสถานการณ์พลังงานของประเทศไทยโดยเฉพาะการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่ง มีความพยายามหาแหล่งพลังงานอื่นมาทดแทนเพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนั้น การหาพลังงานทดแทนมา พลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงกำลังได้รับความนิยมในปัจจุบัน ครูอาจใช้คำถามในการอภิปราย

2. ครูยกประเด็นเกี่ยวกับรถยนต์ที่ใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงาน ครูนำอภิปรายการทำงานของรถไฟฟ้าพร้อมใช้รูปกลไกการทำงานของรถไฟฟ้ามาประกอบการอภิปราย

3. ครูชี้แจงประเด็นเกี่ยวกับการใช้แบตเตอรี่เพื่อเก็บพลังงานไฟฟ้าในรถยนต์ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของระยะการใช้งานที่จำกัดต่อการชาร์จไฟฟ้าแต่ละครั้งดังนั้น จึงต้องออกแบบรถยนต์ให้ใช้พลังงานที่มีอยู่ในแบตเตอรี่อย่างจำกัดในคุ้มค่าที่สุด

4. ครูชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรมว่านักเรียนจะได้สร้างรถของเล่นไฟฟ้าเพื่อให้วิ่งได้เร็วที่สุดโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากถ่านไฟฉายที่อยู่อย่างจำกัด ครูทบทวนความรู้ที่เรียนมาแล้วเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายโดยให้นักเรียนบอกวิธีการต่อวงจรไฟฟ้าให้หลอดไฟสว่างโดยใช้ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน และหลอดไฟขนาด 2.5 V

5. ครูนำเข้าสู่กิจกรรมว่านอกจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เราคุ้นเคยเช่น หลอดไฟที่ใช้ถ่านไฟฉายเพียงก้อนเดียวเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแล้วยังมีอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ที่ต้องอาศัยเซลล์ไฟฟ้าหรือถ่านไฟฉายหลายก้อนต่อกันเพื่อเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้า เช่น รถของเล่น ครูนำตัวอย่างรถของเล่นให้นักเรียนสังเกตโครงสร้าง ส่วนประกอบของรถของเล่นว่ามีอะไรบ้าง

6. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน คละความสามารถและเพศ จากนั้นครูแจกรถของเล่นให้นักเรียนกลุ่มละ1ชุดเพื่อประกอบโครงช่วงล่างของรถซึ่งประกอบด้วย มอเตอร์ไฟฟ้าล้อเพลา และเฟือง โดยในขั้นนี้ครูอาจต้องอธิบายการทำงานของชิ้นส่วนต่าง ๆ

7. ครูกำหนดปัญหาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดังนี้ “ให้นักเรียนสร้างรถของเล่น ให้วิ่งได้เร็วที่สุดโดยใช้ถ่านไฟฉาย 2 ก้อน และรถจะต้องรับน้ำหนักบรรทุกดินน้ำมัน 3 ก้อน โดยมีงบประมาณไม่เกิน 200 บาท”

8. ครูชี้แจงเกณฑ์การให้คะแนนการออกแบบและสร้างรถของเล่น โดยมีหัวข้อในการพิจารณา 4 หัวข้อ คือ ความเร็วของรถ ต้นทุนวัสดุที่ใช้ ขั้นตอนการทำงาน และการนำเสนอข้อมูล

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

9. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จากใบความรู้และปัจจัยที่ทำให้รถเคลื่อนที่ได้เร็วเช่น เรื่องพลังงานไฟฟ้ารูปทรงและความสมดุลของตัวรถ แล้วนำมาอภิปรายกันในกลุ่มเพื่อนำไปออกแบบรถ

3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

10. ครูให้แต่ละกลุ่มวาดแบบรถและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้า พร้อมทั้งระบุรายการวัสดุและจำนวนที่ใช้เพื่อคำนวณต้นทุน

11. ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอโดยเริ่มจากนำเสนอว่ามีปัญหาหรือความต้องการอะไร แล้วมีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างไรซึ่งประกอบด้วยรูปแบบของรถของเล่นพร้อมทั้งรายละเอียดวัสดุและต้นทุน

4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

12. ครูให้แต่ละกลุ่มวางแผนการทำงานก่อนลงมือสร้าง จากนั้นจึงสร้างรถของเล่นโดยใช้วัสดุตามที่ได้ออกแบบภายในเวลา 2 ชั่วโมง ทั้งนี้นักเรียนทุกกลุ่มต้องเก็บเศษวัสดุเหลือใช้เพื่อนำไปประเมินความคุ้มค่าของวัสดุที่ใช้ไป

5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

13. เมื่อสร้างเสร็จแล้ว แต่ละกลุ่มนำรถของเล่นไฟฟ้า มาทดสอบการทำงาน หากรถไม่เคลื่อนที่ หรือเคลื่อนที่ช้าให้ปรับปรุงแก้ไขโดยมีเวลาปรับปรุงแก้ไข 30 นาทีนักเรียนบันทึกวิธีการปรับปรุงแก้ไขในใบกิจกรรม แล้วนำมาทดสอบอีกครั้ง

14. ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มประเมินต้นทุนที่ใช้เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับใช้ประเมินชิ้นงานตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

15. ครูจัดแข่งขันโดยรถของเล่นไฟฟ้าของกลุ่มไหนเข้าเส้นชัยก่อนเป็นผู้ชนะ

6. ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

16. ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน และอธิบายในประเด็นต่อไปนี้

16.1 รถของเล่นของกลุ่มเคลื่อนที่ได้เร็วตามที่ต้องการหรือไม่อย่างไร

16.2 หลักการหรือปัจจัยใดที่กลุ่มนำมาพิจารณาในการสร้างรถให้วิ่งได้เร็วที่สุดและปัจจัยนั้นทำให้รถวิ่งได้เร็วตามที่ต้องการหรือไม่ อย่างไร

16.3 ถ้าจะปรับปรุงให้รถของเล่นวิ่งได้เร็วขึ้นอีก จะทำอย่างไร

17. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปประเด็นและความรู้ที่ได้จากการสร้างรถของเล่นไฟฟ้า โดยครูใช้คำถามดังนี้

17.1 การต่อวงจรไฟฟ้าในรถของเล่นไฟฟ้าเป็นอย่างไร (แนวคำตอบ ต่อถ่านไฟฉายเข้ากับแผ่นโลหะที่ติดอยู่กับมอเตอร์ไฟฟ้า ทำให้ครบวงจรมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานได้)

17.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าให้มีพลังงานมากขึ้นทำได้อย่างไร และเรียกการต่อแบบนี้ว่าอย่างไร (แนวคำตอบ ต่อเซลล์ไฟฟ้าโดยให้ขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้าต่อกับขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าอีกอันหนึ่งเรียงกันไป เรียกว่าการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม)

17.3 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมทำให้เกิดผลอย่างไรต่อการเคลื่อนที่ของรถของเล่น (แนวคำตอบ มีพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ทำให้รถเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น)

17.4 ปัจจัยใดบ้างที่มีทำให้รถของเล่นไฟฟ้าวิ่งได้เร็ว และมีผลอย่างไร (แนวคำตอบ น้ำหนักของแบตเตอรี่ พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ รูปร่างของรถของเล่นความสมดุลของตัวรถ)

ภาระงาน/ชิ้นงาน

รถของเล่นไฟฟ้า

สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. วิดิทัศน์เกี่ยวกับรถของเล่นแบบต่าง ๆ
2. วัสดุต่าง ๆ เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า, สายไฟ, กระดาษลูกฟูก

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้ 1. บอกส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย 2. ระบุหน้าที่ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย 3. ระบุสัญลักษณ์แทนอุปกรณ์ไฟฟ้า	การสอบถาม และการสังเกต	แบบประเมินกระบวนการสะเต็ม	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
ด้านทักษะ/กระบวนการ 4. ทำการทดลองและสรุปเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้ 5. ใช้ความรู้และการแก้ปัญหาออกแบบการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	การสังเกต ตรวจชิ้นงาน	แบบบันทึกการสืบค้น แบบประเมินการทดลอง แบบประเมินชิ้นงาน แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะ/เจตคติ	การสังเกต	แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70

จุดประสงค์	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์
6. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข			

แบบประเมินกระบวนการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....ชื่อหน่วยการเรียนรู้เรื่อง วงจรไฟฟ้า เรื่อง.....

กลุ่มที่.....

รายการประเมิน	**ระดับคะแนน**			
	4	3	2	1
1. ขั้นระบุปัญหา				
2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา				
3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา				
4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา				
5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน				
6. ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน				

เกณฑ์การให้คะแนน

4 คะแนน หมายถึง ดีมาก

3 คะแนน หมายถึง ดี

2 คะแนน หมายถึง พอใช้

1 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

21 - 24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80 - 100

17 - 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70 - 79

12 - 16 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 60 - 69

6 - 11 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 1 - 59

เกณฑ์การประเมินแบบประเมินกระบวนการสะเต็มศึกษา

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1. ขั้นระบุปัญหา	ระบุปัญหาหรือความต้องการได้ตรงกับหัวข้อที่กำหนดและเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการอย่างครบถ้วนสมบูรณ์	ระบุปัญหาหรือความต้องการได้ตรงกับหัวข้อที่กำหนดและเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการได้เป็นส่วนใหญ่	ระบุปัญหาหรือความต้องการได้ตรงกับหัวข้อที่กำหนดแต่เสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการเป็นส่วนน้อย	ระบุปัญหาหรือความต้องการได้ไม่สมบูรณ์ และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาไม่สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการ
2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	ข้อมูลถูกต้องเนื้อหาสาระทั้งหมดมีความถูกต้องตามข้อเท็จจริง และหลักวิชาทำไปใช้ได้ภายใต้สถานการณ์/เงื่อนไขที่กำหนดได้ทั้งหมด	ข้อมูลถูกต้องเนื้อหาสาระเกือบทั้งหมดมีความถูกต้องตามข้อเท็จจริง และหลักวิชาทำไปใช้ได้ภายใต้สถานการณ์/เงื่อนไขที่กำหนดได้เกือบทั้งหมด	ข้อมูลและเนื้อหาสาระบางส่วนมีความถูกต้องตามข้อเท็จจริง และหลักวิชาทำไปใช้ได้ภายใต้สถานการณ์/เงื่อนไขที่กำหนดได้บางส่วน	ข้อมูลและเนื้อหาสาระส่วนใหญ่ไม่มีความถูกต้องตามข้อเท็จจริงและหลักวิชาทำไปใช้ได้ภายใต้สถานการณ์/เงื่อนไขที่กำหนดไม่ได้
3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	ออกแบบวิธีการทดลองได้อย่างถูกต้องเหมาะสม	ออกแบบวิธีการทดลองส่วนใหญ่ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม	ออกแบบวิธีการทดลองบางส่วนได้อย่างถูกต้องเหมาะสม	ออกแบบวิธีการทดลองไม่ถูกต้องเหมาะสม
4. ขั้นวางแผนและ	มีลำดับขั้นตอนเลือกและใช้อุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม	มีลำดับขั้นตอนเลือกและใช้อุปกรณ์ได้อย่าง	ขาดลำดับขั้นตอนเลือกและใช้อุปกรณ์ได้บางอย่าง	ขาดลำดับขั้นตอนเลือกและใช้

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
ดำเนินการแก้ปัญหา				อุปกรณ์ไม่เหมาะสม
5. ขั้นทดสอบประเมินผลและแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	ทำการทดลองได้ตามที่ที่ออกแบบไว้ทั้งหมด บันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้องครบถ้วน ตอบคำถามท้ายการทดลองทั้งหมดได้อย่างถูกต้องตรงประเด็น	ทำการทดลองส่วนใหญ่ได้ตามที่ที่ออกแบบไว้ทั้งหมด บันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้องครบถ้วน ตอบคำถามท้ายการทดลองส่วนใหญ่ได้อย่างถูกต้องตรงประเด็น	ทำการทดลองบางส่วนได้ตรงตามที่ออกแบบไว้ บันทึกผลการทดลองบางส่วนได้อย่างถูกต้อง ตอบคำถามท้ายการทดลองบางส่วนได้อย่างถูกต้องตรงประเด็น	ทำการทดลองไม่ได้ตามที่ออกแบบไว้ทั้งหมด บันทึกผลการทดลองไม่ถูกต้องครบถ้วน ตอบคำถามท้ายการทดลองไม่ได้และตอบไม่ตรงประเด็น
6.ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	นำเสนอผลการทดลองได้ครอบคลุมและตรงประเด็น ขตอบคำถามและอธิบายข้อซักถามได้ทั้งหมด	นำเสนอผลการทดลองส่วนใหญ่ได้ครอบคลุมและตรงประเด็น ขตอบคำถามและอธิบายข้อซักถามได้เป็นส่วนใหญ่	นำเสนอผลการทดลองบางส่วนได้ครอบคลุมและตรงประเด็น ตอบคำถามและอธิบายข้อซักถามได้บางส่วน	นำเสนอผลการทดลองได้บ้างแต่ไม่ครอบคลุมและตรงประเด็น ขตอบคำถามไม่ได้

แบบประเมินผลการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ..... ชื่อหน่วยการเรียนรู้เรื่อง วงจรไฟฟ้า เรื่อง .....

กลุ่มที่.....

รายการประเมิน	**ระดับคะแนน**			
	4	**3**	**2**	**1**
1. การแปลความหมายข้อมูล				
2. การนำเสนอผลการทดลอง				
3. การสรุปผลการทดลอง				
4. การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ				

เกณฑ์การให้คะแนน

4 คะแนน หมายถึง ดีมาก

3 คะแนน หมายถึง ดี

2 คะแนน หมายถึง พอใช้

1 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

16 - 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80 - 100

13 - 16 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70 - 79

9 - 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 60 - 69

5 - 8 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 1 - 59

เกณฑ์การประเมินแบบประเมินรายงานผลการทดลอง

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1. การแปลความหมายข้อมูล	บรรยายลักษณะข้อมูลตามข้อมูลที่มีอย่างถูกต้อง	บรรยายลักษณะข้อมูลตามข้อมูลที่มีอย่างถูกต้องพอใช้	บรรยายลักษณะข้อมูลตามข้อมูลที่มีอย่างถูกต้องบางส่วน	บรรยายลักษณะข้อมูลตามข้อมูลที่มีไม่ถูกต้อง
2. การนำเสนอผลการทดลอง	จัดกระทำข้อมูลเข้าใจง่าย นำเสนอผลการทดลองเป็นลำดับขั้นตอน	จัดกระทำข้อมูลเข้าใจง่าย นำเสนอผลการทดลองเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจนพอใช้	จัดกระทำข้อมูลพอเข้าใจ นำเสนอผลการทดลองไม่เป็นลำดับขั้นตอน	จัดกระทำข้อมูลไม่เข้าใจ นำเสนอผลการทดลองไม่เป็นลำดับขั้นตอน
3. การสรุปผลการทดลอง	สรุปผลการทดลองด้วยตนเองได้ชัดเจนดีมากครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์	สรุปผลการทดลองด้วยตนเองได้ชัดเจนดี ค่อนข้างครบถ้วนตรงตามจุดประสงค์	สรุปผลการทดลองด้วยตนเองไม่ได้ทั้งหมดต้องรับคำแนะนำบางส่วน	สรุปผลการทดลองไม่ได้
4. การอภิปรายและข้อเสนอแนะ	อภิปรายผลการทดลองถูกต้องและสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการทดลอง	อภิปรายผลการทดลองถูกต้องและสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการทดลองเป็นส่วนใหญ่	อภิปรายผลการทดลองถูกต้องและสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการทดลองบางส่วน	อภิปรายผลการทดลองไม่ถูกต้อง และไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ..... ชื่อหน่วยการเรียนรู้เรื่อง วงจรไฟฟ้า เรื่อง .....

กลุ่มที่.....

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ขั้นระบุปัญหา			
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา			
3. ขั้นกำหนดวิธีการแก้ปัญหา			
4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์			

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน หมายถึง ดี

2 คะแนน หมายถึง พอใช้

1 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

10 - 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80 - 100

7 - 9 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 60 - 79

4 - 6 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 1 - 59

เกณฑ์ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
1. ขั้นระบุปัญหา	สามารถระบุปัญหาในสถานการณ์นั้นได้ และสื่อความหมายได้ถูกต้อง มีเหตุผลชัดเจน สอดคล้องประเด็นปัญหา	สามารถระบุปัญหาในสถานการณ์นั้นได้ และสื่อความหมายได้ แต่การให้เหตุผลไม่สอดคล้องประเด็นปัญหา	สามารถระบุปัญหาในสถานการณ์นั้นได้ และสื่อความหมายไม่ถูกต้อง แต่การให้เหตุผลไม่สอดคล้องประเด็นปัญหา
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	สามารถอธิบายสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาได้และสื่อความหมายได้ถูกต้อง มีเหตุผลชัดเจนสอดคล้องกับประเด็นปัญหา	สามารถอธิบายสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาได้และสื่อความหมายได้ถูกต้อง แต่การให้เหตุผลไม่สอดคล้องกับประเด็นปัญหา	สามารถอธิบายสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาได้ แต่สื่อความหมายไม่ถูกต้อง แต่การให้เหตุผลไม่สอดคล้องกับประเด็นปัญหา
3. ขั้นกำหนดวิธีการแก้ปัญหา	สามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และมีคำตอบสมบูรณ์ทุกประเด็นปัญหา	สามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และมีคำตอบบางประเด็นปัญหา	สามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน และมีคำตอบไม่ตรงประเด็นปัญหา
4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์	สามารถระบุผลที่ได้จากการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และมีคำตอบสมบูรณ์ทุกประเด็นปัญหา	สามารถระบุผลที่ได้จากการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และมีคำตอบสมบูรณ์บางประเด็นปัญหา	สามารถระบุผลที่ได้จากการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน และมีคำตอบไม่ตรงประเด็นปัญหา

แบบสังเกตการสืบค้นข้อมูล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ..... ชื่อหน่วยการเรียนรู้เรื่อง วงจรไฟฟ้า เรื่อง .....

กลุ่มที่.....

รายการประเมิน	**ระดับคะแนน**			
	4	**3**	**2**	**1**
1. เนื้อหาสาระครบถ้วนตรงตามประเด็น				
2. ความถูกต้องของเนื้อหาสาระ				
3. ภาษาที่ถูกต้องเหมาะสม				
4. ค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย				
5. รายงานการสืบค้นข้อมูลโดยภาพรวม				

เกณฑ์การให้คะแนน

4 คะแนน หมายถึง ดีมาก

3 คะแนน หมายถึง ดี

2 คะแนน หมายถึง พอใช้

1 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

14 - 16 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80 - 100

11 - 13 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70 - 79

8 - 10 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 60 - 69

5 - 7 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 1 - 59

เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตการสืบค้นข้อมูล

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1. เนื้อหาสาระครบถ้วนตรงตามประเด็น	มีเนื้อหาสาระครบถ้วนตรงตามประเด็นที่กำหนดทั้งหมด	มีเนื้อหาสาระค่อนข้างครบถ้วนตรงตามประเด็นที่กำหนดทั้งหมด	มีเนื้อหาสาระไม่ครบถ้วนตรงตามประเด็นแต่ภาพรวมสาระทั้งหมดอยู่มรเกณฑ์พอใช้	เนื้อหาสาระไม่ครบถ้วนภาพรวมของสาระทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างปรับปรุง
2. ความถูกต้องของเนื้อหาสาระ	เนื้อการสาระทั้งหมดมีความถูกต้องตามข้อเท็จจริงและหลักวิชา	เนื้อการสาระเกือบทั้งหมดมีความถูกต้องตามข้อเท็จจริงและหลักวิชา	เนื้อการสาระบางส่วนมีความถูกต้องตามข้อเท็จจริงและหลักวิชา แต่ต้องแก้ไขบางส่วน	เนื้อการสาระส่วนใหญ่ไม่ถูกต้องตามข้อเท็จจริงและหลักวิชาต้องแก้ไขเป็นส่วนใหญ่
3. ภาษาที่ถูกต้องเหมาะสม	สะกดได้ถูกต้อง ถ้อยคำสำนวนเหมาะสมดีมาก ลำดับความได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	สะกดได้ถูกต้องบางส่วน ถ้อยคำสำนวนเหมาะสมดีมาก ลำดับความได้พอใช้	สะกดมีผิดอยู่ ถ้อยคำสำนวนเหมาะสมพอใช้ ลำดับความพอเข้าใจ	สะกดผิดมาก ถ้อยคำสำนวนไม่เหมาะสมลำดับความได้ไม่ชัดเจน
4. ค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย	ค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายตั้งแต่ 4 แหล่งขึ้นไป	ค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้ 3 แหล่ง	ค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้ 2 แหล่ง	ค้นคว้าจากแหล่งการเรียนรู้เพียงแหล่งการเรียนรู้เดียว
5. รายงานการสืบค้นข้อมูลโดยภาพรวม	บันทึกผลงานได้อย่างถูกต้องตามจุดประสงค์ เขียนบันทึกได้ชัดเจน แนวคิดถูกต้อง มีประเด็นสำคัญครบถ้วน	บันทึกผลงานได้อย่างถูกต้องตามจุดประสงค์ เขียนบันทึกบางส่วนยังไม่ชัดเจน แนวคิดถูกต้อง มีประเด็นสำคัญครบถ้วน	บันทึกผลงานจุดประสงค์ เขียนบันทึกไม่ชัดเจน แนวคิดบางส่วนไม่ถูกต้องประเด็นสำคัญไม่ครบถ้วน	บันทึกผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ เขียนบันทึกไม่ชัดเจนและแนวคอดหลักส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง

1. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบปรนัยซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์และตัวคำถามให้ผู้เรียนตอบคำถามในขอบเขตข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ตามสถานการณ์เท่านั้น ในหนึ่งสถานการณ์จะประกอบไปด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ ผู้เรียนต้องตอบให้ครบทุกข้อคำถามในข้อหนึ่ง ๆ จะตรวจให้คะแนน ข้อละ 1 คะแนน เท่านั้น
2. แบบทดสอบมีทั้งหมด 10 สถานการณ์ ข้อคำถามทั้งหมด 40 ข้อ รวมคะแนนเต็ม 40 คะแนน ให้เวลา 60 นาที
3. ให้ผู้เรียนกาเครื่องหมาย ☒ ลงในกระดาษคำตอบ โดยเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
4. คิดให้รอบคอบก่อนตอบ ถ้ามีปัญหาให้ถามครูหรืออาจารย์ผู้คุมสอบ
5. เมื่อหมดเวลาให้นักเรียนคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบ

สถานการณ์ที่ 1 ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 1 – 4

ธนาเป็นเด็กที่ชอบอ่านหนังสือ คืนหนึ่งขณะที่ธนากำลังอ่านหนังสือ หลอดไฟ ขนาด 20 วัตต์ที่ใช้อ่านหนังสือก็ดับลง ธนาจึงไปซื้อหลอดไฟขนาด 10 วัตต์จากร้านใกล้ ๆ บ้านมาเปลี่ยน เมื่ออ่านหนังสือต่อไปได้ครึ่งชั่วโมง ธนาเริ่มมีอาการปวดศีรษะ ทั้ง ๆที่ไม่เคยมีอาการมาก่อนเลย

1. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
   ก. ธนาเปลี่ยนหลอดไฟ
   ข. ธนามีอาการปวดหัว
   ค. ไฟที่ธนาใช้อ่านหนังสือ
   ง. ธนาชอบอ่านหนังสือตอนกลางคืน
2. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
   ก. ธนาเริ่มมีปัญหาทางสายตา
   ข. ธนาเริ่มเครียดจากการอ่านหนังสือ
   ค. ธนาไม่ชินกับแสงสว่างของหลอดไฟดวงใหม่
   ง. แสงสว่างจากหลอดไฟไม่เพียงพอกับการอ่านหนังสือ
3. นักเรียนคิดว่าแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
   ก. เปลี่ยนหลอดไฟให้สว่างขึ้น
   ข. ใส่แว่นตาอ่านหนังสือ
   ค. ไม่ควรอ่านหนังสือดึกเกินไป
   ง. พักสายตาขณะอ่านหนังสือ
4. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีแนวทางแก้ไขในสถานการณ์ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
   ก. ธนามีสายตาดีขึ้น
   ข. ธนาหายปวดศีรษะ
   ค. ธนาอ่านหนังสือต่อได้วันรุ่งขึ้น
   ง. ในห้องมีแสงสว่างเหมาะแก่การอ่านหนังสือ

สถานการณ์ที่ 2 ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 5 – 8

พลังงานน้ำมัน เป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป แม้ว่าจะมีพลังงานทางเลือกหรือพลังงานทดแทน เช่นถ่านหิน ฟอสซิล แร่ธาตุ ที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนพลังงานน้ำมันได้ แต่ก็ไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดโลก ทั้งทางด้านอุปโภค โรงงาน อุตสาหกรรม ธุรกิจขนส่ง การพาณิชย์ และแหล่งพลังงานจากถ่านหินก็ใช้แล้วหมดไปเช่นกัน หลายๆ ประเทศจึงต้องหาวิธีการจัดสรรพลังงานขึ้นมา เพื่อให้เพียงพอต่อภาคการผลิตในธุรกิจต่างๆ ราคาน้ำมันจึงแพงขึ้น เนื่องจากมีปริมาณไม่มากพอต่อความต้องการ

5. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
   ก. ราคาน้ำมันแพง
   ข. น้ำมันไม่เพียงพอต่อความต้องการ
   ค. น้ำมันเป็นพลังงานใช้แล้วหมดไป
   ง. ถ่านหินเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป
6. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
   ก. พลังงานทางเลือกมีน้อย
   ข. ไม่มีพลังงานทดแทนน้ำมัน
   ค. ต้นทุนการขุดเจาะน้ำมันสูง
   ง. ความต้องการในการใช้น้ำมันมาก
7. นักเรียนคิดว่าแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
   ก. หันมาใช้พลังงานทางเลือก
   ข. รณรงค์ลดใช้พลังงานน้ำมัน
   ค. เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง
   ง. คิดค้นพลังงานอื่นที่สามารถทดแทน
8. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีแนวทางแก้ไขในสถานการณ์ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
   ก. ราคาน้ำมันถูกลง
   ข. ความต้องการในการใช้น้ำมันลดลง
   ค. มีพลังงานทดแทนแทนพลังงานน้ำมัน
   ง. ปริมาณน้ำมันเพียงพอต่อความต้องการ

สถานการณ์ที่ 3 ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 9 – 12

แก๊สโซฮอล์ เป็นพลังงานทดแทนที่ได้จากพืช เพราะมีการนำพืชมาผสมกับน้ำมันเบนซิน ผ่านกระบวนการหมักและกระบวนการทางเคมี ทำให้กลายเป็นน้ำมันบริสุทธิ์ หรือที่เราเรียกกันว่า แก๊สโซฮอล์ แม้ราคาจะถูกแต่ก็ไม่ได้ทำให้ผู้ใช้รถทั้งหมดหันมาใช้แก๊สโซฮอล์สักเท่าไหร่ เพราะไม่แน่ใจว่าหากเปลี่ยนมาเติมแก๊สโซฮอล์แทนน้ำมันเบนซินแล้วจะส่งผลทำให้เครื่องยนต์ เกิดผลกระทบหรือไม่

9. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
   ก. แก๊สโซฮอล์ราคาถูก
   ข. แก๊สโซฮอล์ผลิตมาจากพืช
   ค. เครื่องยนต์เกิดผลกระทบจากการใช้แก๊สโซฮอล์
   ง. จำนวนผู้ใช้แก๊สโซฮอล์น้อยกว่าความคาดหมาย
10. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
   ก. คุณสมบัติไม่เหมือนน้ำมันเบนซิน
   ข. รถบางชนิดไม่สามารถใช้แก๊สโซฮอล์ได้
   ค. ผู้ใช้ไม่มั่นใจในประสิทธิภาพของแก๊สโซฮอล์
   ง. เครื่องยนต์เกิดปัญหาจากการใช้แก๊สโซฮอล์
11. นักเรียนคิดว่าแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
   ก. มีการรณรงค์ให้ใช้แก๊สโซฮอล์
   ข. เปลี่ยนเครื่องยนต์มาเป็นระบบหัวฉีด
   ค. ทดสอบการใช้แก๊สโซฮอล์กับรถยนต์ทุกชนิด
   ง. สลับการเติมน้ำมันรถระหว่างแก๊สโซฮอล์กับน้ำมันเบนซิน
12. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีแนวทางแก้ไขในสถานการณ์ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
   ก. เพิ่มทางเลือกให้กับผู้ใช้รถ
   ข. ลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ
   ค. ปริมาณมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงลดลง
   ง. เพิ่มมูลค่าของสินค้าทางการเกษตรที่นำมาผลิตแก๊สโซฮอล์

สถานการณ์ที่ 4 ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 13 – 16

โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์หรือโรงไฟฟ้าปรมาณู เป็นการใช้พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งพลังงานที่สะสมอยู่ในนิวเคลียสของอะตอม มาผลิตกระแสไฟฟ้า อย่างไรก็ตามหากโรงไฟฟ้าควบคุมพลังงานนิวเคลียร์ไม่ดี อาจก่อให้เกิดอันตรายจากกัมมันตรังสีที่รั่วไหล คนในชุมชนใกล้กับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ได้รับรังสีอาจเป็นโรงมะเร็งได้

13. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
    ก. การใช้พลังงานนิวเคลียร์
    ข. ควบคุมพลังงานนิวเคลียร์ไม่ดี
    ค. ผู้ที่ได้รับรังสีอาจเป็นโรงมะเร็ง
    ง. อันตรายจากกัมมันตรังสีที่รั่วไหล
14. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
    ก. การใช้พลังงานนิวเคลียร์
    ข. ควบคุมพลังงานนิวเคลียร์ไม่ดี
    ค. ผู้ที่ได้รับรังสีอาจเป็นโรงมะเร็ง
    ง. อันตรายจากกัมมันตรังสีที่รั่วไหล
15. นักเรียนคิดว่าแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
    ก. ยกเลิกการผลิตไฟฟ้านิวเคลียร์
    ข. โรงไฟฟ้ากำหนดมาตรการควบคุมความปลอดภัยที่รัดกุม
    ค. ย้ายแหล่งที่อยู่ให้ไกลจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์
    ง. ศึกษาวิธีป้องกันอันตรายรังสีจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์
16. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีแนวทางแก้ไขในสถานการณ์ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
    ก. กัมมันตรังสีที่ไม่รั่วไหล
    ข. ไม่มีปัญหาสิ่งแวดล้อม
    ค. คนในชุมชนไม่เป็นโรคมะเร็ง
    ง. คนในชุมชนมีสุขภาพแข็งแรง

สถานการณ์ที่ 5 ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 17 – 20

ในช่วงฤดูหนาว ซึ่งมีสภาพอากาศที่แห้งแล้งมาก ได้เกิดไฟไหม้ป่าในเขตพื้นที่ป่าสงวน ทำให้มีหมอกควันลอยขึ้นมาและกระจายไปทั่วพื้นที่ต่าง ๆ ที่อยู่ในบริเวณนั้น โดยเฉพาะพื้นที่ในเขตตัวเมืองซึ่งอยู่ใกล้กับบริเวณดังกล่าวมากที่สุด ซึ่งอากาศค่อนข้างระบายได้ยาก ทำให้มีหมอกควันปกคลุม สภาพอากาศมืดมัว มองไม่เห็นอาคารบ้านเรือน ถนนหนทาง การจราจรติดขัด รวมทั้งผู้คนเริ่มรู้สึกอึดอัด

17. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
    ก. ความแออัดของผู้คนในตัวเมือง
    ข. พื้นที่ในเขตเมืองมีหมอกควันปกคลุม
    ค. การจราจรติดขัด
    ง. อากาศแห้งแล้ง
18. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
    ก. การสร้างที่อยู่อาศัยอย่างแออัดในเขตเมือง
    ข. ไฟไหม้ป่า
    ค. ถนนหนทางไม่สะดวก
    ง. อยู่ในช่วงฤดูหนาว
19. นักเรียนคิดว่าแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
    ก. การประชาสัมพันธ์เพื่อขอความร่วมมือจากประชาชนและจัดตั้งหน่วยป้องกันดูแลเฝ้าระวังการเกิดไฟไหม้ป่า
    ข. การวางแผนและจัดระบบเส้นทางการจราจรให้เป็นระบบระเบียบ
    ค. การขอความร่วมมือกับประชาชนในการปลูกป่าเพื่อเพิ่มความชุ่มชื้นให้กับพื้นที่
    ง. รัฐบาลควรส่งเสริมให้มีการลงทุนและการกระจายตัวทางด้านเศรษฐกิจไปสู่พื้นที่ในเขตชนบท
20. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีแนวทางแก้ไขในสถานการณ์ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
    ก. สภาพอากาศมีความชุ่มชื้นไม่แห้งแล้ง
    ข. การจราจรในเขตเมืองไม่ติดขัดและสะดวกขึ้น
    ค. ผู้คนในเขตเมืองจะกระจายตัวไปสู่พื้นที่ในเขตชนบท
    ง. การเกิดไฟไหม้ป่าจะลดน้อยลง

สถานการณ์ที่ 6 ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 17 – 20

ในการจัดงานศิลปหัตถกรรมของอำเภอคอนสวรรค์ ได้ให้มีการแข่งขันต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน โดยคณะกรรมการให้เวลาในการแข่งขันกิจกรรม 1 ชั่วโมง ทุกโรงเรียนต้องต่อไฟเสร็จและไฟฟ้าทุกดวงอยู่ในแผงต่อต้องติดด้วย แต่ปรากฏว่าแผงไฟฟ้าของโรงเรียนบ้านโนนสะอาดเมื่อต่อเสร็จแล้วทดลองเปิดดูไฟฟ้าไม่ติดเลย ตรวจดูหลอดก็ไม่ขาด ดูสายก็ต่อกันทุกสาย ก็เลยแกะดูส่วนที่สายไฟต่อกันทุกจุดปรากฏว่าจุดหนึ่งนักเรียนไม่แกะพลาสติกออกก่อนต่อไฟฟ้า เมื่อจะต่อใหม่ก็ไม่ทันเวลา จึงทำให้โรงเรียนบ้านโนนสะอาดเลยพลาดโอกาสในการได้รับรางวัลในการแข่งขันในครั้งนี้เพราะทำไม่ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

21. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
    ก. หลอดไฟไม่ติด
    ข. กรรมการไม่ยุติธรรม
    ค. แผงต่อไฟเล็กเกินไป
    ง. ต่อไม่ทันเวลา
22. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
    ก. ต่อสายยาวเกินไป
    ข. สายไฟใหญ่เกินไป
    ค. ไม่แกะพลาสติกที่หุ้มสายไฟออกก่อนต่อ
    ง. ไม่ใช้เทปพันสายไฟหลังต่อเสร็จ
23. นักเรียนคิดว่าแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
    ก. เปลี่ยนสายไฟใหม่
    ข. เปลี่ยนแผงต่อใหม่
    ค. แกะพลาสติกออกก่อนต่อไฟ
    ง. เปลี่ยนปลั๊กใหม่
24. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีแนวทางแก้ไขในสถานการณ์ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
    ก. จะทำให้ต่อไฟฟ้าทันเวลาและติดทุกหลอดด้วย
    ข. จะทำให้ไฟฟ้าติดบางหลอดไม่ติด
    ค. จะได้ให้กรรมการตัดสิทธิ์ในการแข่งขัน
    ง. ต่อไฟได้มากกว่าโรงเรียนอื่น

สถานการณ์ที่ 7 ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 25 – 28

บริเวณโรงงานผลิตแบตเตอรี่ร้างแห่งหนึ่ง ได้กลายสภาพเป็นที่อยู่อาศัยของคนงานหลายครอบครัว ซึ่งในบริเวณโรงงานมีบ่อน้ำทิ้งของโรงงานที่มีน้ำขังอยู่และพบว่าคนงานส่วนใหญ่มักมีอาการอ่อนเพลีย ปวดเมื่อย และมึนศีรษะเป็นประจำ ในที่สุดคนงานก็ต้องย้ายออกจากโรงงานและบางคนต้องไปรักษาตัวที่โรงพยาบาล

25. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
    ก. คนงานตกงานไม่มีรายได้
    ข. คนงานต้องย้ายออกจากโรงงาน
    ค. มีน้ำขังอยู่ในบ่อน้ำทิ้งของโรงงาน
    ง. คนงานมีอาการอ่อนเพลีย ปวดเมื่อยและมึนศีรษะเป็นประจำ
26. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
    ก. เจ้าของโรงงานมีเงินทุนมากขึ้น คนงานจะไม่ตกงานและมีรายได้
    ข. มีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในโรงงานร้าง คนงานจะมีสุขภาพดีขึ้น
    ค. เจ้าของโรงงานไม่อนุญาตให้คนงานอาศัยในโรงงานร้าง คนงานจะไม่ป่วย
    ง. ถมบ่อน้ำทิ้งในโรงงานร้าง คนงานจะมีที่อยู่อาศัยมากขึ้น ไม่แออัดและมีสุขภาพดีขึ้น
27. นักเรียนคิดว่าแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
    ก. หาเงินทุนให้กับเจ้าของโรงงาน
    ข. ถมบ่อน้ำทิ้ง เพื่อสร้างที่อยู่ใหม่
    ค. ส่งตัวแทนพบเจ้าของโรงงานเพื่อเจรจาขออยู่ต่อไป
    ง. ปรับปรุงสิ่งแวดล้อมในโรงงานใหม่ ให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก
28. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีแนวทางแก้ไขในสถานการณ์ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
    ก. คนงานมีที่อยู่อาศัยที่ถูกสุขลักษณะ
    ข. ทำให้ทราบว่าคนงานจะมีอาการดีขึ้น และหายป่วย
    ค. ทำให้ทราบว่าโรงงานจะสามารถดำเนินกิจการต่อไปได้หรือไม่
    ง. ทำให้ทราบว่าในบ่อน้ำทิ้งของโรงงานร้างมีสารพิษอะไรตกค้างอยู่

สถานการณ์ที่ 8 ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 29 – 32

การใช้พลังงานส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมของชุมชน ทั้งการดำรงชีวิตของคนในชุมชนการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อความสะดวกสบายในการใช้พลังงาน การใช้ทรัพยากรและการปล่อยของเสียหรือมลพิษ สิ่งเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันหากเราไม่รับรู้และตระหนักถึง ผลกระทบซึ่งกันและกันแล้วปัญหาของการใช้พลังงานย่อมเกิดขึ้นได้ในอนาคต เพื่อป้องกันปัญหาการขาดแคลนพลังงานและผลกระทบจากการใช้พลังงานในฐานะสมาชิกในชุมชน เราต้องช่วยบอกให้ทุกคนรับรู้ถึงการใช้พลังงานและผลของการใช้พลังงานในทุกด้าน

29. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
    ก. ทำอย่างไรถึงจะให้คนชุมชนตะหนักถึงปัญหาการใช้พลังงาน
    ข. ผลกระทบการใช้พลังงาน
    ค. ความพอเพียงของพลังงานในชุมชน
    ง. การดำรงชีวิตของคนในชุมชน
30. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
    ก. ความขาดแคลนของพลังงาน
    ข. พลังงานมีผลต่อสิ่งแวดล้อมชุมชน
    ค. พลังงานมีจำนวนมาก
    ง. พลังงานมีจำนวนน้อยนักเรียนคิดว่าแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
31. นักเรียนคิดว่าแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
    ก. รณรงค์ให้คนในชุมชนตะหนักเห็นคุณค่าของพลังงาน
    ข. สร้างสื่อวีดีทัศน์ปลูกจิตสำนึกของคนในชุมชน
    ค. ผลิตพลังงานใช้เอง
    ง. รวมกลุ่มให้ความรู้แก่คนในชุมชน
32. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีแนวทางแก้ไขในสถานการณ์ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
    ก. พลังงานในชุมชนจะมากขึ้น
    ข. คนในชุมชนจะเห็นคุณค่าของพลังงาน
    ค. ก่อให้เกิดความแตกแยกของคนในชุมชน
    ง. คนในชุมชนมีวิธีการป้องกันไม่ให้พลังงานหมดไป

สถานการณ์ที่ 9 ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 33 – 36

ชุมชนของนักเรียนเป็นชุมชนอยู่ใกล้แม่น้ำ ชาวบ้านมักจะประกอบอาชีพด้วยการจับสัตว์น้ำไปขาย ต่อมามีโรงงานไฟฟ้ามาตั้งใกล้กับชุมชน และมักจะปล่อยน้ำทิ้งลงในแหล่งน้ำ ซึ่งน้ำที่ปล่อยทิ้งเป็นทำร้อนทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนในแหล่งน้ำลดลง ซึ่งมีผลต่อการแพร่พันธุ์ของสัตว์น้ำจนทำให้ชาวบ้านไม่สามารถประกอบอาชีพได้

33. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
    ก. น้ำทิ้งจากโรงไฟฟ้า
    ข. สัตว์น้ำมีจำนวนลดลง
    ค. ชาวบ้านในชุมชนขาดรายได้
    ง. การดำรงชีวิตของสัตว์น้ำเปลี่ยนแปลง
34. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
    ก. ชาวบ้านไม่มีอาชีพเสริม
    ข. อุณหภูมิของแหล่งน้ำเพิ่มสูงขึ้น
    ค. ปริมาณก๊าซออกซิเจนในแหล่งน้ำลดลง
    ง. ชาวบ้านจับสัตว์น้ำไปขายมากขึ้นทำให้สัตว์น้ำแพร่พันธุ์ไม่ทัน
35. นักเรียนคิดว่าแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
    ก. ขอให้ราชการสั่งปิดโรงงานไฟฟ้า
    ข. ปล่อยสัตว์น้ำลงสู่แหล่งน้ำให้มากขึ้น
    ค. ส่งเสริมให้ชาวบ้านประกอบอาชีพเสริม
    ง. ให้โรงงานขุดบ่อกักเก็บน้ำก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ
36. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีแนวทางแก้ไขในสถานการณ์ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
    ก. แม่น้ำไม่เน่าเสีย
    ข. โรงไฟฟ้าถูกสั่งปิด
    ค. สัตว์น้ำมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น
    ง. ชาวบ้านมีรายได้จากการประกอบอาชีพเสริม

สถานการณ์ที่ 10 ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 37 – 40

หลายปีที่ผ่านมา คนไทยต้องประสบปัญหาภาวะร้อนและแห้งแล้งผิดปกติ กว่าฝนจะตกต้องตามฤดู ก็ล่วงเข้าเดือนสิงหาคม จากปกติเดือนเมษายน-พฤษภาคมฝนจะเริ่มตก จึงเกิดภาวะแห้งแล้งขึ้น น้ำในเขื่อนใหญ่แห้งขอด ขณะที่ความต้องการใช้น้ำเพิ่ม สวนทางกับป่าไม้เริ่มร่อยหรอลงทุกวันความเสียหายจากภาวะโลกร้อน ภาคเกษตรจะเห็นความเสียหายได้ชัดเจนที่สุด กระทรวงเกษตรฯ ต้องประกาศให้ชาวนา 22 จังหวัดลุ่มน้ำเจ้าพระยา งดการปลูกข้าวนาปรังในช่วงฤดูแล้ง ทำให้มีมูลค่าความเสียหายเกือบ 5 หมื่นล้านบาทจากสภาพอากาศร้อน ทำให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตลดลง จำนำปาล์มทะลายจึงลดลงและมีขนาดทะลายที่เล็กลงด้วย ผลไม้ที่สำคัญ ได้แก่ ทุเรียน มังคุด และเงาะ ผลผลิตลดลงเนื่องจากสภาพอากาศที่ร้อน จึงไม่เอื้ออำนวยต่อการติดดอกออกผล

37. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
    ก. เกษตรกรขาดรายได้
    ข. ฝนไม่ตกตามฤดูกาล
    ค. ภาวะร้อนและแห้งแล้ง
    ง. ผลผลิตทางการเกษตรลดลง
38. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
    ก. ป่าไม้เริ่มร่อยหรอ
    ข. น้ำในเขื่อนใหญ่แห้งขอด
    ค. ความต้องการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้น
    ง. ภาวะโลกร้อนและการเกิดปรากฏการณ์เอลนิโญ
39. นักเรียนคิดว่าแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
    ก. ทำฝนเทียม
    ข. ลดการใช้น้ำ
    ค. ปลูกต้นไม้ให้มากขึ้น
    ง. ตระหนักถึงการใช้ทรัพยากรทางธรรมชาติ
40. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีแนวทางแก้ไขในสถานการณ์ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
    ก. มีต้นไม้เพิ่มมากขึ้น
    ข. ปริมาณน้ำในเขื่อนเพิ่ม มากขึ้น
    ค. ปริมาณน้ำเพียงพอต่อการใช้งาน
    ง. ทรัพยากรทางธรรมชาติอุดมสมบูรณ์

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า

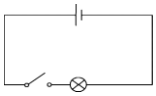
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง วงจรไฟฟ้า
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

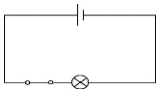
คำชี้แจง 1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

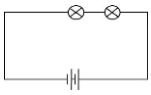
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

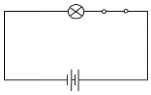
1. ข้อใดเป็นส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
   ก. เซลล์ไฟฟ้า สายไฟ หลอดไฟ
   ข. ออดไฟฟ้า มอเตอร์ หลอดไฟฟ้า
   ค. สายไฟ สวิตช์ไฟฟ้า เซลล์ไฟฟ้า
   ง. มอเตอร์ แบตเตอรี่ เซลล์ไฟฟ้า
2. ข้อใดบอกสัญลักษณ์ของวงจรไฟฟ้าไม่ถูกต้อง
   ก. หมายถึง สวิตช์
   ข. หมายถึง แอมแปร์
   ค. หมายถึง แบตเตอรี่
   ง. หมายถึง หลอดไฟฟ้า
3. วงจรไฟฟ้าปิด มีลักษณะอย่างไร
   ก. กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วลบไปขั้วบวก
   ข. กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ได้ไม่ครบวงจร
   ค. กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่ได้ครบวงจร
   ง. กระแสไฟฟ้าไม่เคลื่อนที่
4. เมื่อปิดไฟ วงจรไฟฟ้าจะมีลักษณะตามข้อใด
   ก. วงจรปิด
   ข. วงจรเปิด
   ค. วงจรลัด
   ง. วงจรขยาย

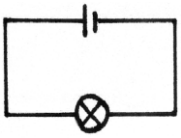
5. แผนภาพในข้อใดหมายถึง วงจรเปิด

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

6.  จากภาพ เป็นการต่อวงจรไฟฟ้าลักษณะใด

ก. วงจรปิด

ข. วงจรเปิด

ค. วงจรเดี่ยว

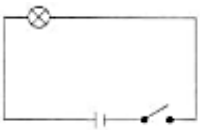
ง. วงจรผสม

7. จากรูป ข้อใดคือวงจรไฟฟ้า

ก.

ข.

ค.

จ. 

8. จากรูป คือสัญลักษณ์ใดในวงจรไฟฟ้า

ก. เซลล์ไฟฟ้า

ข. แบตเตอรี่

ค. สวิตช์

ง. ตัวต้านทาน

9. ข้อใดบอกความหมายของวงจรไฟฟ้าเปิดได้ถูกต้อง

ก. วงจรที่กระแสไฟฟ้าสามารถไหลได้ครบวงจร ซึ่งเป็นผล ทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ในวงจรสามารถจ่ายพลังงานออกมาได้

ข. วงจรที่กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลได้ครบวงจร ซึ่งเป็นผลทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ในวงจรไม่สามารถจ่ายพลังงานออกมาได้

ค. วงจรที่กระแสไฟฟ้าไหลได้ครบวงจร ทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ในวงจรนั้น ๆ ทำงาน

ง. ไม่มีข้อใดกล่าวถูกต้อง

10. วัตถุที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่าน เรียกว่าอะไร

ก. ตัวนำไฟฟ้า

ข. ฉนวนไฟฟ้า

ค. ตัวละลายไฟฟ้า

ง. ตัวช่วยไฟฟ้า

11. ข้อใดบอกความหมายของสมบัติตัวนำไฟฟ้าไม่ถูกต้อง

ก. สสาร วัตถุ วัสดุ หรือ อุปกรณ์ที่ไม่สามารถยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปได้

ข. ตัวนำไฟฟ้า ได้แก่ ทองแดง อลูมิเนียม ทอง เป็นต้น

ค. สสาร วัตถุ วัสดุ หรือ อุปกรณ์ที่สามารถยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย

ง. ไม่มีข้อใดกล่าวถูกต้อง

12. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. พลาสติก ยาง ไม้ เป็นฉนวนไฟฟ้า

ข. กระดาษสามารถทำให้กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร

ค. ทองแดงเป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดี จึงถูกนำมาทำสายไฟ

ง. โลหะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร

13. ของใช้ชนิดใดที่มีทั้งส่วนประกอบที่เป็นตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า

ก. ช้อน

ข. ไขควง

ค. ตะเกียบ

ง. ส้อม

14. ต้องใช้วัตถุใดเชื่อมต่อกับวงจรไฟฟ้าจะทำให้หลอดไฟสว่าง

ก. คลิป

ข. หนังยาง

ค. ดินสอ

ง. เชือก

15. สายไฟฟ้าที่ใช้กันส่วนใหญ่ทำมาจากวัสดุใด เพราะเหตุใด

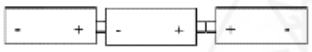
ก. เงิน เพราะนำไฟฟ้าได้ดีที่สุด

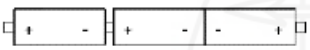
ข. อลูมิเนียม เพราะมีน้ำหนักเบา

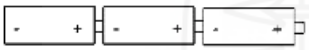
ค. ทองแดง เพราะนำไฟฟ้าได้ดีและราคาถูก

ง. ทองสำริด เพราะมีน้ำหนักเบาและนำไฟฟ้าได้ดี

16. ข้อใดต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ถูกต้อง

ก. 

ข. 

ค. 

ง.

17. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน คือการต่อถ่านไฟฉายในวงจรไฟฟ้าแบบใด

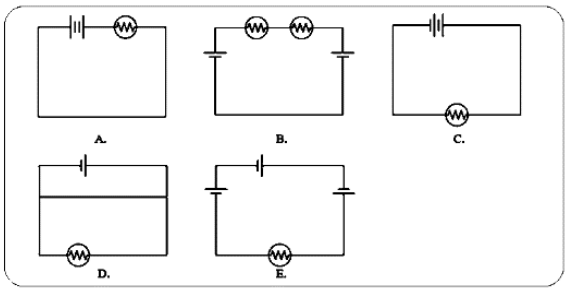
ก. การต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อนในวงจรไฟฟ้า

ข. การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกันในวงจรไฟฟ้า

ค. การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกันในวงจรไฟฟ้า

ง. การต่อถ่านไฟฉาย 4 ก้อนเรียงต่อกันในวงจรไฟฟ้า

สังเกตภาพ ใช้ตอบคำถามข้อ 18 - 19



18. ข้อใดเป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและทำให้หลอดไฟฟ้าสว่าง

ก. ข้อ A และ C

ข. ข้อ B และ D

ค. ข้อ C และ E

ง. ข้อ D และ A

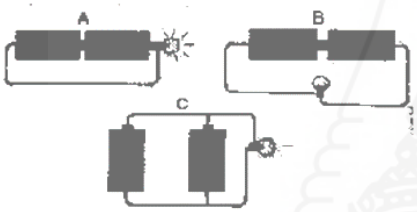
19. หากต้องการให้หลอดไฟฟ้าสว่างมากที่สุดควรต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบใด

ก. ข้อ A

ข. ข้อ C

ค. ข้อ D

ง. ข้อ E

20. 

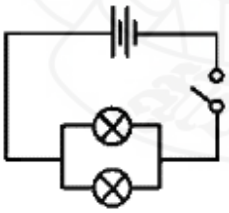
วงจรไฟฟ้า C มีการต่อเซลล์ไฟฟ้าลักษณะใด

ก. แบบอนุกรม

ข. แบบผสม

ค. แบบขนาน

ง. ไม่มีข้อถูก

21. 

จากภาพ เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบใด

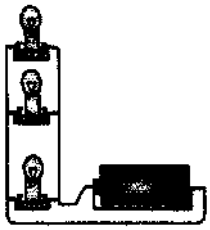
ก. แบบอนุกรม

ข. แบบขนาน

ค. แบบผสม

ง. แบบวงจรสลับ

22.



จากภาพ เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบใด

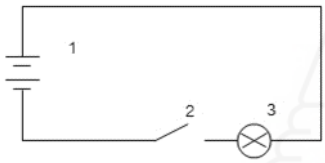
ก. แบบอนุกรม

ข. แบบขนาน

ค. แบบผสม

ง. แบบวงจรสลับ

23.



จากภาพเป็นการต่อวงจรไฟฟ้าแบบใด

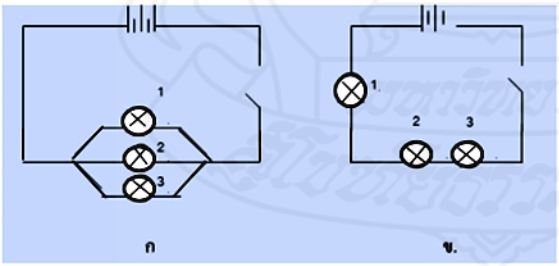
ก. แบบอนุกรม

ข. แบบขนาน

ค. แบบผสม

ง. แบบวงจรเดี่ยว

24.



วงจร ก. เป็นวงจรไฟฟ้าแบบใด

ก. แบบอนุกรม

ข. แบบขนาน

ค. แบบผสม

ง. แบบอนุกรมผสมและขนาน

25. การต่อหลอดไฟฟ้า 3 ดวง แบบขนาน ถ้าถอดหลอดไฟฟ้าออก 1 ดวง ผลจะเป็นอย่างไร

ก. วงจรเปิดทั้งวงจร

ข. ไฟฟ้าลัดวงจร

ค. หลอดไฟดวงที่เหลือยังทำงานได้

ง. หลอดไฟดับหมดทั้ง 3 หลอด

26. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร

ก. เกิดขึ้นได้จากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า

ข. เกิดขึ้นจากการขาดประจุไฟฟ้าบวก

ค. เกิดจากการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

ง. เกิดจากการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน

27. อำนาจแม่เหล็กที่เกิดจากแม่เหล็กไฟฟ้าจะมีอำนาจมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับข้อใด

ก. ค่าแรงดันไฟฟ้า

ข. จำนวนกำลังไฟฟ้า

ค. สถานที่ตั้งแม่เหล็กไฟฟ้า

ง. จำนวนขดลวดทองแดงที่พันรอบแกนเหล็ก

28. ข้อใดไม่ได้ใช้ประโยชน์จากแรงแม่เหล็กไฟฟ้า

ก. พัดลม

ข. เครื่องซักผ้า

ค. หลอดไฟ

ง. กริ่งไฟฟ้า

29. รถแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นประโยชน์ของแม่เหล็กไฟฟ้าด้านใด

ก. การประกอบเครื่องใช้ไฟฟ้า

ข. การสื่อสาร

ค. การคมนาคม

ง. การแยกโลหะ

30. ข้อใดไม่ได้ใช้ประโยชน์จากแรงแม่เหล็กไฟฟ้า

ก. พัดลม

ข. เครื่องซักผ้า

ค. หลอดไฟ

ง. กริ่งไฟฟ้า

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าดัชนีความสอดคล้องของการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้า

2. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความสอดคล้องระหว่างข้อความกับขอบข่ายที่ต้องการวัดของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา

3. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

4. ผลการวิเคราะห์ความยาก-ง่ายของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

5. ผลการวิเคราะห์ความยาก-ง่ายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า

6. ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

7. ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า

1. ค่าดัชนีความสอดคล้องของการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง วงจรไฟฟ้า

ตารางค่าดัชนีความสอดคล้องของการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง วงจรไฟฟ้า

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			$\bar{x}$	S.D.
	1	2	3		
1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด					
1.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ เหมาะสมกับหน่วยการเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58
1.2 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ เหมาะสมกับเวลาเรียน	5	4	5	4.67	0.58
2. สาระสำคัญ					
2.1 สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้ เหมาะสมกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58
2.2 สาระสำคัญเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58
3. จุดประสงค์การเรียนรู้					
3.1 จุดประสงค์การเรียนรู้เหมาะสมกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	4	5	4.67	0.58
3.2 จุดประสงค์การเรียนรู้เหมาะสมกับผู้เรียน	4	4	5	4.33	0.58
4. สาระการเรียนรู้					
4.1 สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58
4.2 สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับผู้เรียน	4	4	5	4.33	0.58

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้องของการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง วงจรไฟฟ้า (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			$\bar{x}$	S.D.
	1	2	3		
5. กิจกรรมการเรียนรู้					
5.1 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58
5.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)	4	5	5	4.67	0.58
6. สื่อ/แหล่งเรียนรู้					
6.1 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
6.2 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
7. การวัดและประเมินผล					
7.1 วิธีการ และเครื่องมือการวัดผลเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
7.2 เกณฑ์การวัดและประเมินผลเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
รวม				4.55	0.58

2. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความสอดคล้องระหว่างข้อความกับขอบข่ายที่ต้องการวัดของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา

ตารางผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สถานการณ์	ข้อสอบ	ผลการพิจารณาผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	IOC	แปรผล
		1	2	3			
สถานการณ์ที่ 1	1	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
	2	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
	3	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
	4	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 2	5	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
	6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	7	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
	8	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 3	9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	10	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	11	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	12	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 4	13	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	14	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	15	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	16	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 5	17	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	18	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	19	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	20	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

สถานการณ์	ข้อสอบ	ผลการพิจารณาผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	IOC	แปรผล
		1	2	3			
สถานการณ์ที่ 6	21	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	22	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	23	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	24	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 7	25	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	26	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	27	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	28	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 8	29	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	30	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	31	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	32	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 9	33	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	34	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	35	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	36	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 10	37	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	38	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	39	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	40	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

3. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า

ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม	ข้อสอบ	ผลการพิจารณาผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	IOC	แปรผล
			1	2	3			
1.1 บอกส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	ความรู้ความจำ	1.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	ความรู้ความจำ	2.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
1.2 ระบุหน้าที่ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	ความรู้ความจำ	3.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	ความเข้าใจ	4.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
1.3 อธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย	ความเข้าใจ	5.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	ความเข้าใจ	6.	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
1.4 ระบุแผนภาพวงจรไฟฟ้าโดยใช้สัญลักษณ์แทนอุปกรณ์ไฟฟ้า	ความรู้ความจำ	7.	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
	ความรู้ความจำ	8.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
1.5 จำแนกวงจรไฟฟ้าเปิดและวงจรไฟฟ้าปิด	ความเข้าใจ	9.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2.1 บอกสมบัติของตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า	ความรู้ความจำ	10.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	ความรู้ความจำ	11.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า	การวิเคราะห์	12.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	การวิเคราะห์	13.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม	ข้อสอบ	ผลการพิจารณาผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	IOC	แปรผล
			1	2	3			
2.3 นำสมบัติของตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้ามาใช้ในชีวิตประจำวัน	การนำไปใช้	14.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	การนำไปใช้	15.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3.1 อธิบายการต่อเซลล์วงจรไฟฟ้า	ความรู้ความจำ	16.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	ความรู้ความจำ	17.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3.2 ระบุแผนภาพการต่อเซลล์แบบอนุกรม และแบบขนาน	ความรู้ความจำ	18.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	ความรู้ความจำ	19.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3.3 เปรียบเทียบความสว่างของหลอดไฟฟ้าที่ได้จากจำนวนเซลล์ไฟฟ้าที่แตกต่างกันในวงจรไฟฟ้า และจากลักษณะการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบอนุกรม และแบบขนาน	ความเข้าใจ	20	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4.1 อธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม และแบบขนาน	ความเข้าใจ	21.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	ความเข้าใจ	22.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4.2 ระบุแผนภาพการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน	ความเข้าใจ	23.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	ความเข้าใจ	24.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	**ระดับพฤติกรรม**	**ข้อสอบ**	**ผลการพิจารณาผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)**			**รวม**	**IOC**	**แปรผล**
			1	**2**	**3**			
4.3 เปรียบเทียบความสว่างของหลอดไฟฟ้าที่ได้จากการต่อแบบอนุกรม และแบบขนาน	การวิเคราะห์	25.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5.1 อธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า	ความรู้ความจำ	26.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	ความรู้ความจำ	27.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5.2 บอกประโยชน์ของแม่เหล็กไฟฟ้า และสนามแม่เหล็กไฟฟ้า	ความเข้าใจ	28.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
	ความเข้าใจ	29.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5.3 นำความรู้เรื่องวงจรไฟฟ้า และแม่เหล็กไฟฟ้ามาประดิษฐ์เป็นของเล่นหรือของใช้	การนำไปใช้	30.	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

4. ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา

ตารางแสดง ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา

ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1.	0.40	0.40	21.	0.73	0.45
2.	0.63	0.55	22.	0.55	0.30
3.	0.63	0.35	23.	0.55	0.40
4.	0.80	0.30	24.	0.73	0.35
5.	0.55	0.30	25.	0.48	0.35
6.	0.38	0.25	26.	0.60	0.22
7.	0.65	0.40	27.	0.45	0.40
8.	0.43	0.35	28.	0.63	0.35
9.	0.48	0.25	29.	0.63	0.55
10.	0.38	0.45	30.	0.53	0.35
11.	0.38	0.35	31.	0.45	0.30
12.	0.63	0.35	32.	0.70	0.51
13.	0.53	0.45	33.	0.63	0.55
14.	0.50	0.30	34.	0.60	0.30
15.	0.63	0.35	35.	0.45	0.50
16.	0.48	0.45	36.	0.50	0.60
17.	0.48	0.45	37.	0.60	0.30
18.	0.55	0.40	38.	0.60	0.75
19.	0.60	0.30	39.	0.60	0.50
20.	0.75	0.30	40	0.53	0.50

5. ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า

ตารางแสดง ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า

ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1.	0.27	0.59	16.	0.33	0.61
2.	0.37	0.64	17.	0.67	0.53
3.	0.80	0.24	18.	0.50	0.47
4.	0.67	0.37	19.	0.77	0.69
5.	0.33	0.32	20.	0.43	0.52
6.	0.67	0.36	21.	0.80	0.40
7.	0.50	0.55	22.	0.63	0.33
8.	0.77	0.25	23.	0.20	0.47
9.	0.43	0.19	24.	0.80	0.33
10.	0.80	0.33	25.	0.63	0.47
11.	0.63	0.25	26.	0.20	0.33
12.	0.27	0.36	27.	0.80	0.26
13.	0.37	0.40	28.	0.63	0.36
14.	0.80	0.48	29.	0.27	0.37
15.	0.67	0.29	30.	0.67	0.36

6. ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา

ตารางแสดงผลคะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	คะแนน 40 คะแนน	คะแนน ร้อยละ	คะแนน 40 คะแนน	คะแนน ร้อยละ
1	15	37.50	29	72.50
2	19	47.50	33	82.50
3	22	55.00	32	80.00
4	32	80.00	38	95.00
5	26	65.00	36	90.00
6	23	57.50	34	85.00
7	22	55.00	36	90.00
8	23	57.50	33	82.50
9	26	65.00	34	85.00
10	26	65.00	37	92.50
11	22	55.00	32	80.00
12	21	52.50	33	82.50
13	25	62.50	34	85.00
14	18	45.00	26	65.00
15	19	47.50	30	75.00
16	20	50.00	31	77.50
17	19	47.50	33	82.50
18	20	50.00	32	80.00
19	14	35.00	29	72.50
20	22	55.00	38	95.00

ตารางแสดงผลคะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	คะแนน 40 คะแนน	คะแนน ร้อยละ	คะแนน 40 คะแนน	คะแนน ร้อยละ
21	26	65.00	35	87.50
22	24	60.00	36	90.00
23	19	47.50	33	82.50
24	15	37.50	38	95.00
25	16	40.00	36	90.00
($\bar{x}$)	**21.36**	**53.40**	**33.52**	**83.80**
(S.D.)	**4.22**	**-**	**3.06**	**-**

7. ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า

ตารางแสดงผลคะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า ก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	คะแนน 40 คะแนน	คะแนน ร้อยละ	คะแนน 40 คะแนน	คะแนน ร้อยละ
1	9	30.00	20	66.67
2	12	40.00	21	70.00
3	15	50.00	22	73.33
4	18	60.00	29	96.67
5	15	50.00	26	86.67
6	16	53.33	28	93.33
7	15	50.00	27	90.00
8	12	40.00	22	73.33
9	11	36.67	23	76.67
10	17	56.67	28	93.33
11	14	46.67	26	86.67
12	11	36.67	25	83.33
13	13	43.33	28	93.33
14	9	30.00	23	76.67
15	13	43.33	22	73.33
16	14	46.67	24	80.00
17	13	43.33	19	63.33
18	11	36.67	18	60.00
19	13	43.33	22	73.33

ตารางแสดงผลคะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวงจรไฟฟ้า ก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

เลขที่	**ก่อนเรียน**		**หลังเรียน**	
	คะแนน 40 คะแนน	**คะแนน ร้อยละ**	**คะแนน 40 คะแนน**	**คะแนน ร้อยละ**
20	19	63.33	23	76.67
21	14	46.67	26	86.67
22	17	56.67	25	83.33
23	16	53.33	26	86.67
24	12	40.00	25	83.33
25	14	46.67	24	80.00
($\bar{x}$)	**13.72**	**45.73**	**24.08**	**80.27**
(S.D.)	**2.59**	**-**	**2.93**	**-**

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นายธนาวัฒน์ น้อยไธสง
วัน เดือน ปีเกิด	15 ธันวาคม 2535
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี
ประวัติการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ พ.ศ. 2558
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
ตำแหน่ง	อาจารย์