



การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
ตอนต้น โดยใช้รูปแบบค่ายวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณา

การและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

DEVELOPMENT OF A STEM EDUCATION ACTIVITY PACKAGE FOR "CHAIPATTANA
AERATOR" USING A SCIENCE CAMP TO PROMOTE INTEGRATED SCIENCE PROCESS

เดชา จันทน์น้ำใส

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับ
มัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้รูปแบบค่ายวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

DEVELOPMENT OF A STEM EDUCATION ACTIVITY PACKAGE FOR
"CHAIPATTANA AERATOR" USING A SCIENCE CAMP TO PROMOTE
INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILL AND ABILITY IN SCIENTIFIC
PROBLEM-SOLVING FOR LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS



DECHA CHANNAMSAI

A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements
for MASTER OF EDUCATION (Educational Science & Learning Management)

Faculty of Education Srinakharinwirot University

2018

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
ตอนต้น โดยใช้รูปแบบค่ายวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณา
การและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ของ

เดชา จันทน์น้ำใส

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน) (ดร.เชมวดี พงศานนท์)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ) (อาจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้รูปแบบค่าย วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น บูรณาการและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ผู้วิจัย	เดชา จันทรน้ำใส
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. สอนทอง ทองป่าน

งานวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2) ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และ 3) ศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในรูปแบบค่ายวิทยาศาสตร์ ใช้แบบแผนการวิจัย one-group pretest-posttest design กับกลุ่มทดลอง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านแหลมวิทยา จังหวัดเพชรบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และ 3) แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากการศึกษาค้นคว้า พบว่า ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมากและมีประสิทธิภาพ 77.72/75.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับสถิติ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หลังเข้าร่วมกิจกรรมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ : กังหันน้ำชัยพัฒนา, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์, ความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์, ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา



Title	DEVELOPMENT OF A STEM EDUCATION ACTIVITY PACKAGE FOR "CHAIPATTANA AERATOR" USING A SCIENCE CAMP TO PROMOTE INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILL AND ABILITY IN SCIENTIFIC PROBLEM- SOLVING FOR LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS
Author	DECHA CHANNAMSAI
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2018
Thesis Advisor	Professor Sanong Thongpan

This research aimed 1) to develop the STEM education activity package on the Chaipattana aerator for lower secondary school students; 2) to study the integrated science process skills of students and 3) to study ability in scientific problem-solving before and after using the STEM education activity package on the Chaipattana aerator for lower secondary school students. A one-group pretest-posttest design was used in this study. The sample consisted of thirty five Grade Nine students in first semester of the 2017 academic year and selected by purposive sampling from Banlaem school in the Phetchaburi province. The research instruments included the following: 1) STEM activity package on Chaipattana aerator for lower secondary school students; 2) integrated science process skills on the Chaipattana aerator for lower secondary school students test and 3) ability test in scientific problem-solving on the Chaipattana aerator for lower secondary school students . The findings showed that the STEM Education activity package on the Chaipattana aerator for lower secondary school students had a very good level of quality and an efficiency of 77.72/75.66 which were higher than the aspect score was defined at a significant level of .50. The integrated science process skill scores of the students after learning were higher than those before learning at a significant level of .50. The scientific problem-solving ability scores of the students after learning were higher than those before learning at a significant level of .50. This finding

showed that students could improve integrated science process skills and scientific problem-solving ability using the STEM Education package on the Chaipattana aerator for lower secondary school students.

Keyword : Chaipattana aerator, STEM education activity package, ability scientific problem-solving, integrated science process skill



กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาและการให้คำปรึกษาและแนะแนวทางในการทำวิจัยจาก อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำปรึกษาในการศึกษาค้นคว้าตลอดจนให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัศรา ประเสริฐสิน ดร. สมบัติ คงวิทยา ว่าที่ร้อยตรีชัยศาสตร์ คเชนทร์สุวรรณ และนางสมจิตต์ เต็งชัยภูมิ ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตลอดจนให้คำแนะนำและแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยจนสามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ได้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.เขมวดี พงศานนท์ และอาจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้ความกรุณาเป็นประธานกรรมการและกรรมการการสอบป้องกันปริญญานิพนธ์ พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่มีคุณค่า ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณโครงการมหาวิทยาลัยเด็กแห่งประเทศไทย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โรงเรียนสตรีชัยภูมิและโรงเรียนบ้านแหลมวิทยาที่ให้ความอนุเคราะห์ให้นักเรียนกลุ่มทดลองนำร่องและกลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลอง

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติ พี่น้อง และเพื่อน ที่เป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ได้สำเร็จเรียบร้อยอย่างดี

เดชา จันทน์น้ำใส

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูปภาพ	ท
บทที่ 1 บทนำ.....	11
1. ภูมิหลัง	11
2. ความมุ่งหมายของงานวิจัย.....	14
3. ความสำคัญของการวิจัย	14
4. ขอบเขตของการวิจัย	15
4.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	15
4.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	15
4.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา.....	15
4.4 ตัวแปรที่ศึกษา	15
4.5 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	15
5. นิยามศัพท์เฉพาะ.....	16
6. กรอบแนวคิดในการวิจัย	19
7. สมมติฐานการวิจัย.....	19
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	20
1. กังหันน้ำชัยพัฒนา	20

1.1 ความหมายของกังหันน้ำชัยพัฒนา.....	20
1.2 ที่มาของกังหันน้ำชัยพัฒนา.....	20
1.3 หลักการทำงานและส่วนประกอบของกังหันน้ำชัยพัฒนา	26
2. สะเต็มศึกษา	27
2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา	27
2.2 แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา	28
2.3 ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	31
2.4 สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอนในระดับเรียน	31
2.5 การวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา	32
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา	33
3. กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์.....	35
3.1 ความหมายกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์.....	35
3.2 จุดมุ่งหมายของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์.....	36
3.3 รูปแบบของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์	38
3.4 การจัดทำรูปแบบการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์	42
3.5 กระบวนการและขั้นตอนการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์	43
3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับค่ายวิทยาศาสตร์.....	44
4. ชุดกิจกรรม	46
4.1 ความหมายชุดกิจกรรม.....	46
4.2 การสร้างชุดกิจกรรม	46
4.3 ความสำคัญของชุดกิจกรรม.....	49
4.4 ประเภทของชุดกิจกรรม	49
4.5 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม	50

4.6 ประโยชน์ของการสร้างชุดกิจกรรม.....	52
4.7 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ.....	53
4.8 การหาประสิทธิภาพชุดการสอน.....	53
4.9 คุณภาพของชุดกิจกรรม.....	54
4.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม	55
5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	57
5.1 ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	57
5.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ.....	57
5.3 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	59
5.4 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	60
5.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	61
6. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	62
6.1 ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	62
6.2 ความหมายวิธีการทางวิทยาศาสตร์.....	63
6.3 ขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหา.....	66
6.4 วิธีการฝึกการคิดแก้ปัญหา.....	69
6.5 ประโยชน์ของการคิดแก้ปัญหา.....	70
6.6 การวัดและประเมินความสามารถในการคิดแก้ปัญหา.....	71
6.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหา	73
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	74
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	74
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย	74
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	74

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	74
3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	75
4. แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย.....	75
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	75
6. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	76
6.1 ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ตอนต้น	76
6.2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำ ชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.....	83
6.3 แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำ ชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.....	84
6.4 แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับเนื้อหา และรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับผู้เชี่ยวชาญ.....	85
6.5 แบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับผู้เชี่ยวชาญ.....	85
6.6 แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับผู้เชี่ยวชาญ.....	86
6.7 แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบ วัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับผู้เชี่ยวชาญ.....	87
7. การเก็บรวบรวมข้อมูล	87
8. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล.....	89
9. จริยธรรมในการวิจัย.....	91

บทที่ 4 ผลการศึกษา	92
ตอนที่ 1 ผลการออกแบบชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	93
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความเหมาะสมของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำ ชัย พัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ออกแบบจากความคิดเห็นของนักเรียน	100
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความสอดคล้องและคุณภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำ ชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.....	106
ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความสอดคล้องของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น บูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	118
ตอนที่ 5 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำ ชัย พัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.....	122
ตอนที่ 6 ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการ คิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเมื่อได้รับการจัดกิจกรรมด้วยชุดกิจกรรมสะ เต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.....	130
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	134
1. สรุปผล.....	134
2. อภิปรายผล	134
3. ข้อเสนอแนะ	143
3.1 ข้อเสนอแนะในการนำกิจกรรมไปใช้	143
3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	144
บรรณานุกรม	145
ภาคผนวก.....	154
ภาคผนวก ก	155
ภาคผนวก ข	157

ภาคผนวก ค	193
ประวัติผู้เขียน.....	238



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงสรุปวิธีการสร้างแบบสอบถามการคิดแก้ปัญหา	71
ตาราง 2 แสดงแบบแผนการทดลองแบบ One – Group Pretest-Posttest Design	75
ตาราง 3 กังหันน้ำชัยพัฒนา กับ สะเต็มศึกษา	77
ตาราง 4 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและ จำนวนข้อคำถาม	83
ตาราง 5 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และจำนวนข้อคำถาม	84
ตาราง 6 ชื่อกิจกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลง	102
ตาราง 7 การเปลี่ยนลำดับกิจกรรม	103
ตาราง 8 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับเนื้อหา และรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น ของกิจกรรมที่ 1	106
ตาราง 9 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับเนื้อหา และรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น ของกิจกรรมที่ 2	107
ตาราง 10 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับ เนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของกิจกรรมที่ 3	108
ตาราง 11 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับ เนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของกิจกรรมที่ 4.1	109

ตาราง 12 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับ เนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของกิจกรรมที่ 4.2	110
ตาราง 13 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับ เนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของกิจกรรมที่ 4.3	111
ตาราง 14 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับ เนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของกิจกรรมที่ 5	112
ตาราง 15 ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	113
ตาราง 16 การปรับปรุงจุดประสงค์ของกิจกรรมที่ 1	114
ตาราง 17 การปรับปรุงจุดประสงค์ของกิจกรรมที่ 2	114
ตาราง 18 การปรับปรุงจุดประสงค์ของกิจกรรมที่ 3	115
ตาราง 19 การปรับปรุงจุดประสงค์ของกิจกรรมที่ 4.1	115
ตาราง 20 การปรับปรุงจุดประสงค์ของกิจกรรมที่ 4.2	116
ตาราง 21 การปรับปรุงจุดประสงค์ของกิจกรรมที่ 4.3	117
ตาราง 22 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตอนที่ 1	118
ตาราง 23 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตอนที่ 2	119
ตาราง 24 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบ วัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตอนที่ 1	120

ตาราง 25 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตอนที่ 2	121
ตาราง 26 คะแนนการบันทึกผลของนักเรียนในหนังสือชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	124
ตาราง 27 คะแนนการบันทึกผลของนักเรียนในหนังสือชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์.....	125
ตาราง 28 คะแนนที่ได้จากองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	126
ตาราง 29 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยกระบวนการจัดการเรียนรู้ (E_1) กับเกณฑ์ ร้อยละ 70	127
ตาราง 30 คะแนนการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	128
ตาราง 31 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรวมของการทำแบบวัด (E_2) กับเกณฑ์ ร้อยละ 70	129
ตาราง 32 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ก่อนและหลังได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาเรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.....	132
ตาราง 33 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.....	133
ตาราง 34 นำหนักคะแนนของแต่ละกิจกรรม	135
ตาราง 35 คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น	138

ตาราง 36 คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น	139
ตาราง 37 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับ เนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน	159
ตาราง 38 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	163
ตาราง 39 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบ วัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	176
ตาราง 40 ผลการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการตอบคำถามในชุดกิจกรรม (E_1) กับเกณฑ์ โดย ทดสอบด้วยสถิติ t-test for dependent samples โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป	189
ตาราง 41 ผลการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (E_2) กับเกณฑ์ โดยทดสอบด้วยสถิติ t-test for dependent samples โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป	190
ตาราง 42 ผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการ คิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยสถิติ t-test for dependent samples โดยใช้ โปรแกรม	191
ตาราง 43 ผลการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการตอบคำถามในชุดกิจกรรม (E_1) กับเกณฑ์ โดย ทดสอบด้วยสถิติ t-test for dependent samples โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป	192
ตาราง 44 ผลการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (E_2) กับเกณฑ์ โดยทดสอบด้วยสถิติ t-test for dependent samples โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป	192
ตาราง 45 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	201

ตาราง 46 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง	
กัณฑ์น้ำช่วยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	211



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย	19
ภาพประกอบ 2 เครื่องกลเติมอากาศระบบเป่าอากาศลงไปได้น้ำและกระจายฟอง	21
ภาพประกอบ 3 เครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำหมุนช้าแบบทุ่นลอย หรือกังหันน้ำชัยพัฒนา.....	22
ภาพประกอบ 4 เครื่องเติมอากาศระบบเป่าอากาศหมุนใต้ผิวน้ำ (ชัยพัฒนาซูเปอร์ฟองแอร์)	22
ภาพประกอบ 5 เครื่องกลเติมอากาศแรงดันน้ำ (ชัยพัฒนาเวนจูรี)	23
ภาพประกอบ 6 เครื่องกลเติมอากาศระบบอัดและดูดอากาศลงใต้ผิวน้ำ (ชัยพัฒนาแอร์เจท).....	23
ภาพประกอบ 7 เครื่องกลเติมอากาศแบบตีน้ำสัมผัสผิวน้ำ (เครื่องตีน้ำชัยพัฒนา)	24
ภาพประกอบ 8 เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดและอัดน้ำลงไปที่ใต้ผิวน้ำ (ชัยพัฒนาไฮโดรแอร์)... ..	24
ภาพประกอบ 9 เครื่องกลเติมอากาศแบบกระจายน้ำสัมผัสผิวน้ำ (น้ำพุชัยพัฒนา)	25
ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างการตรวจสอบคุณภาพน้ำ (ก) ตรวจสอบค่า DO และ (ข) วัดความโปร่งแสง	78
ภาพประกอบ 11 การสร้างน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยลมหายใจ	78
ภาพประกอบ 12 ไมโครติมจำนวน และหนึ่งยาง	79
ภาพประกอบ 13 ทดลองหาความสามารถในการลอยน้ำของวัสดุ.....	79
ภาพประกอบ 14 (ก) ชุดสไลด์ปิดกั้นน้ำ และ (ข) ใบพัดรูปแบบต่าง ๆ	80
ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างกั้นน้ำชัยพัฒนาจำลอง.....	80
ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างกิจกรรมที่ 1 (ก) ใบความรู้โครงการพระราชดำริ	93
ภาพประกอบ 17 ตัวอย่างกิจกรรมที่ 2 (ก) ตัวอย่างภาพกั้นน้ำในใบความรู้.....	94
ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างกิจกรรมที่ 3 (ก) การตรวจสอบค่า DO และ(ข) วัดความโปร่งแสง.....	95
ภาพประกอบ 19 ตัวอย่างกิจกรรมที่ 4.1 ไมโครติมและหนึ่งยาง เพื่อสร้างกั้นน้ำไมโครติม	96
ภาพประกอบ 20 ตัวอย่างกิจกรรมที่ 4.2 การทดลองหาความสามารถในการลอยน้ำของวัสดุ.....	97

ภาพประกอบ 21 ตัวอย่างกิจกรรมที่ 4.3 ชุดการทดลองใบพัดกังหันน้ำ.....	98
ภาพประกอบ 22 ตัวอย่างกิจกรรมที่ 4.3 การสร้างกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลอง.....	99
ภาพประกอบ 23 ทดลองนำร่องครั้งที่ 1 (ก) กังหันน้ำไม้ไผ่ และ (ข) ตรวจสอบคุณภาพน้ำ .	102
ภาพประกอบ 24 รูปแบบการพัฒนากิจกรรม (ก) การใช้กังหันน้ำจำลองปั่นน้ำ และ (ข) การ ตรวจสอบค่าออกซิเจนละลายน้ำ.....	103
ภาพประกอบ 25 ตัวอย่างภาพในวิดีโอเรื่อง ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา กังหันน้ำชัยพัฒนา ...	104
ภาพประกอบ 26 ตัวอย่างการเพิ่มบันทึกกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	104
ภาพประกอบ 27 ตัวอย่างคำถามในลักษณะปรนัยและอัตนัย	105
ภาพประกอบ 28 ทดลองนำร่องครั้งที่ 2 (ก) ใบพัดกังหันน้ำ และ (ข) สร้างกังหันน้ำจำลอง.....	123
ภาพประกอบ 29 ทดลองนำร่องครั้งที่ 2 (ก) ใบพัดกังหันน้ำ และ (ข) สร้างกังหันน้ำจำลอง.....	132
ภาพประกอบ 30 ตัวอย่างการบันทึกผลกิจกรรมที่ 5 (ก) วาดภาพแบบกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลอง	136
ภาพประกอบ 31 ตัวอย่างการบันทึกผลกิจกรรมที่ 4.1 (ก) วาดภาพกังหันน้ำไม้ไผ่ที่กลุ่มตน ออกแบบ และ (ข) การบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละการทดสอบกังหันน้ำไม้ไผ่	136
ภาพประกอบ 32 แบบบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นของการทดสอบกังหันน้ำไม้ไผ่	142

บทที่ 1

บทนำ

1. ภูมิหลัง

ประเทศไทยเข้าร่วมโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) มาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้รู้ระดับความสามารถ การศึกษาของไทย พบว่า นักเรียนที่เข้าร่วมโครงการมีคะแนนเฉลี่ยของประเทศต่ำกว่าคะแนน เฉลี่ย OECD (Organization for the Economic Cooperation and Development) ใน ทุก รายวิชา ได้แก่ 1) วิทยาศาสตร์ 2) คณิตศาสตร์ และ 3) การอ่าน เมื่อวิเคราะห์การสอบ PISA เป็น การประเมินที่เน้นสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการ เรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน โดยประเทศไทยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ที่กำลังศึกษาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ขึ้นไป หรือระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งผลคะแนนการ ประเมินสะท้อนถึงการขาดการนำความรู้ไปใช้และทักษะการใช้ชีวิตของนักเรียนไทย ทั้งนี้การ ประเมินครั้งล่าสุดเมื่อปี พ.ศ. 2558 ที่มีการเน้นวิทยาศาสตร์มากกว่าวิชาอื่น พบว่า นักเรียนมี ค่าเฉลี่ยลดลงจากการประเมินเมื่อปี พ.ศ. 2555 และต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ซึ่งคะแนนสะท้อนถึง การขาดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยเฉพาะทักษะขั้นบูรณาการ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการประยุกต์ความรู้ จากในห้องเรียนมาใช้ในชีวิตจริงหรือนอกห้องเรียนของนักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559)

ปัจจุบันประเทศไทยใช้นโยบาย Thailand 4.0 เป็นโมเดลเศรษฐกิจที่จะนำพาประเทศ ไทยให้หลุดพ้นจากกับดักประเทศรายได้ปานกลาง กับดักความเหลื่อมล้ำ และกับดักความไม่ สมดุล พร้อมทั้งขับเคลื่อนประเทศไทยไปสู่ความมั่งคั่ง มั่นคง และยั่งยืน โดยวาระแรกในการ ขับเคลื่อนโมเดล คือ การเตรียมคนไทยให้มีความพร้อม เพื่อขับเคลื่อนประเทศไทยตามโมเดลที่ กำหนดขึ้น โดยคนไทยต้องได้รับโอกาสอย่างเต็มที่ในการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างแรงบันดาลใจ ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม จิตสาธารณะ และการทำงานมุ่งให้ เกิดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งในด้านการศึกษาของประเทศต้องมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ เช่น ปรับเปลี่ยนจากการเรียนแบบเชื่องช้าเป็นการเรียนด้วยความกระตือรือร้น ปรับเปลี่ยนจากการ เรียนตามภาคบังคับเป็นการเรียนที่เกิดจากความอยากรู้ อยากทำ และอยากเป็น ปรับเปลี่ยนจาก การเรียนรู้ในห้องเรียน ในโรงเรียน และในระบบ เป็นการเรียนรู้นอกห้องเรียน นอกโรงเรียน และ

นอกระบบ ปรับเปลี่ยนจากการเรียนจากข้อเท็จจริงเป็นการเรียนที่เริ่มจากการใช้ความคิด ปรับเปลี่ยนจากการเรียนถ่ายทอดเป็นการเรียนแบบชี้นำะ ปรับเปลี่ยนจากการมุ่งเน้นความคิดสร้างสรรค์ในรายบุคคลเป็นการมุ่งเน้นการระดมความคิดสร้างสรรค์แบบกลุ่ม ปรับเปลี่ยนจากการเรียนโดยทฤษฎีเป็นการเรียนที่เน้นการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ปรับเปลี่ยนจากการเรียนแบบฟังบรรยาย เป็นการทำโครงงานและแก้ปัญหาโจทย์ในรูปแบบต่าง ๆ เป็นต้น โดยการปรับเปลี่ยนเหล่านี้ จะทำให้ได้คนไทยที่เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ในศตวรรษที่ 21 คือ คนไทยที่มีปัญญาเฉียบแหลม มีทักษะที่เห็นผล มีสุขภาพแข็งแรง และมีจิตใจที่งดงามพร้อมที่จะดำเนินไปยังวาระต่อไปในการขับเคลื่อนที่ Thailand 4.0 (กองบริหารงานวิจัยและคุณภาพการศึกษา, 2559)

โลกมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาในทุก ๆ ด้านอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมต่าง ๆ ดังนั้นการใช้ชีวิตของคนในศตวรรษนี้จึงต้องมีความพร้อมที่จะรับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เหล่านี้ให้ได้ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความพร้อมที่จะรับการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 คือ 3R x 7C โดย 3R ได้แก่ Reading (อ่านออก), (W)riting (เขียนได้), (A)rithmetics (คิดเลขเป็น) และ 7C ได้แก่ Critical thinking and Problem solving (ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการแก้ปัญหา), Creativity and innovation (ทักษะด้านการสร้างนวัตกรรม), Cross cultural understanding (ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์), Collaboration teamwork and leadership (ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ), Communication information and media literacy (ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ), Computing and ICT literacy (ทักษะคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร), Career and learning skills (ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้) โดยทักษะต่าง ๆ เหล่านี้จะเกิดขึ้นได้ ครูและนักเรียนจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียนการสอน กล่าวคือครูจะเปลี่ยนแปลงตัวเองจากผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกและออกแบบการเรียนรู้ของนักเรียน และมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติผ่านการจัดการเรียนรู้แบบ PBL หรือ Project-Based Learning มีกระบวนการกลุ่มร่วมมือ สร้างสรรค์ผลงานหรือนวัตกรรม และนักเรียนจะเปลี่ยนแปลงตัวเองจากผู้รับความรู้จากครูเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูออกแบบให้ (วิจารณ์ พานิช, 2555)

วิธีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการเตรียมคนไทยเพื่อโมเดล Thailand 4.0 และการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 มีหลากหลายวิธีการ ซึ่งวิธีการ STEM education หรือสะเต็มศึกษา ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สอดคล้อง เพราะเป็นการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการทั้งความรู้และทักษะของ 4 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ช่วยให้

นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 ศาสตร์กับชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ ทำทลายความคิดของนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและความเข้าใจ ซึ่งสะสมเต็มศึกษามักจะมีการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่มุ่งแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม (Hom, 2014; Maryland state department of education, 2012)

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพราะน้ำถูกใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์อย่างมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการเกษตรและอุตสาหกรรม รวมไปถึงการใช้อุปโภคและบริโภคในชีวิตประจำวัน ในขณะที่ปริมาณน้ำมีอยู่อย่างจำกัด ไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทั้งนี้ปริมาณน้ำบางส่วนมีคุณภาพที่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต ซึ่งสามารถตรวจสอบจากดัชนีคุณภาพน้ำ ได้แก่ ค่า BOD ค่า DO ค่า pH อุณหภูมิ หรืออื่น ๆ ดังนั้น การแก้ปัญหาคุณภาพน้ำ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มปริมาณน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการ อีกทั้งยังช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตให้คงอยู่และมีคุณภาพที่ดีด้วย โดยต้องมีการเก็บข้อมูลคุณภาพของแหล่งน้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่แท้จริง ซึ่งจะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด (Thongpan, 2016b, 2018)

การแก้ปัญหาหรืออนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เป็นบทบาทสำคัญของคนไทยในโมเดล Thailand 4.0 และเป็นทักษะสำคัญของคนในศตวรรษที่ 21 เช่นกัน ซึ่งทรัพยากรน้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตอย่างมาก ทั้งนี้พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 9 ทรงให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์ พัฒนา และแก้ไขปัญหาในเรื่องน้ำอย่างมาก โดยพระองค์ท่านทรงได้ประยุกต์ความรู้ในหลากหลายศาสตร์ โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์มาบริหารจัดการและแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับน้ำ ทำให้เกิดแนวทางการแก้ไขและนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์มากมายหลายชิ้นงาน โดยกั้นน้ำชัยพัฒนานักเป็นนวัตกรรมชิ้นสำคัญในพระราชดำริที่ได้รับการยอมรับจากทั่วโลกและได้รับจดสิทธิบัตร ซึ่งเป็นสิทธิบัตรในพระปรมาภิไธยของพระมหากษัตริย์พระองค์แรกในประวัติศาสตร์ชาติไทยและเป็นครั้งแรกของโลก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงพระปรีชาสามารถของพระองค์ท่านด้านการสร้างสรรค์นวัตกรรม การแก้ไขปัญหา และการประยุกต์ความรู้และทักษะในหลายศาสตร์วิชา ซึ่งถือเป็นแบบอย่างในการเป็นคนไทยที่มีทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 และเป็นคนไทยในโมเดล Thailand 4.0 อย่างชัดเจนที่สุดที่คนไทยควรดำเนินตามรอยของพระองค์ท่าน ทั้งนี้การแก้ปัญหาทางด้านทรัพยากรน้ำพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 9 ถือเป็นการพัฒนาฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของชุมชนได้ด้วย เพราะการแก้ปัญหาจำเป็นต้องมีการศึกษาบริบทของปัญหาทั้งหมดเพื่อวิเคราะห์สาเหตุและหาหนทางแก้ปัญหา และข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาพัฒนาชุมชน

อย่างยั่งยืนสืบต่อไปได้ (กรุงเทพมหานคร, 2551; มูลนิธิชัยพัฒนา, 2560a; สนอง ทองปาน, 2559, มกราคม-มิถุนายน)

จากผลคะแนน PISA และการเตรียมกำลังคนไทยในโมเดล Thailand 4.0 ที่ต้องปรับกระบวนการเรียนรู้ ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 และการแก้ไขปัญหาทรัพยากรน้ำด้วยกังหันน้ำชัยพัฒนา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจทำงานวิจัย ในหัวข้อ การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. ความมุ่งหมายของงานวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2.2 เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2.3 เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3. ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วย ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นแนวทางให้แก่ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกลุ่มสาระอื่น ๆ ในการออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อมุ่งพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านแหลมวิทยา จังหวัดเพชรบุรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 123 คน

4.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านแหลมวิทยา จังหวัดเพชรบุรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยเป็นนักเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่ต้องได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบพิเศษ

4.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โดยใช้เวลาในการทดลอง ซึ่งจัดในรูปแบบค่ายวิทยาศาสตร์ไม่ค้างคืน รวมเวลา 3 วัน

4.4 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ

การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ตัวแปรตาม

- 1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
- 2) ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.5 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา เชื่อมโยงกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 **กังหันน้ำชัยพัฒนา** หมายถึง เครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำหมุนช้าแบบทุ่นลอย โดยเป็นเครื่องกลเติมอากาศตามแนวพระราชดำริของในหลวงรัชกาลที่ 9 ซึ่งเป็น Model RX-2 มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนทุ่นลอย และส่วนกังหันเติมอากาศ มีหลักการทำงานคือให้กังหันหมุนตักและเทน้ำเพื่อให้เกิดการผสมของออกซิเจนในอากาศลงสู่น้ำ สามารถนำไปใช้ในกิจกรรมปรับปรุงคุณภาพน้ำได้อย่างอเนกประสงค์ ติดตั้งง่าย เหมาะสำหรับใช้ในแหล่งน้ำธรรมชาติ ที่มีความลึกมากกว่า 1.00 เมตร และมีความกว้างมากกว่า 3.00 เมตร

5.2 **การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น** หมายถึง กิจกรรมที่ผู้วิจัยออกแบบและสร้างขึ้น โดยมีลักษณะการจัดกิจกรรมแบบค่ายวิทยาศาสตร์ แบบต่อเนื่องตลอดวันไม่ค้างคืน จำนวน 3 วัน นักเรียนได้ทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาภายในค่ายวิทยาศาสตร์สลับกับกิจกรรมนันทนาการละลายพฤติกรรมและผ่อนคลายบรรยากาศ คั่นระหว่างการทำกิจกรรมสะเต็มศึกษา ช่วงเวลาช่วงละ 15 – 20 นาที โดยอาจอยู่ในรูปแบบเล่นเกมสนุกสนาน ร้องเพลงประกอบท่าทาง และถอดบทเรียนองค์ความรู้ ซึ่งกิจกรรมสะเต็มศึกษาได้จากการถอดบทเรียนโครงการพระราชดำริกังหันน้ำชัยพัฒนา Model RX-2 ในรูปแบบของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีเนื้อหา ทักษะหรือกระบวนการที่ผสมผสาน 4 ศาสตร์เข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สะเต็มศึกษา) ทั้งนี้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษามีทั้งหมด 5 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ถอดบทเรียนโครงการของในหลวง

กิจกรรมที่ 2 ตรวจสอบคุณภาพน้ำ

กิจกรรมที่ 3 รู้จักกังหันน้ำชัยพัฒนา

กิจกรรมที่ 4 ฝึกคิดแบบในหลวง

กิจกรรมที่ 4.1 กังหันน้ำไม้ไผ่

กิจกรรมที่ 4.2 ไขพัดกังหันน้ำ

กิจกรรมที่ 4.3 ทุ่นลอยน้ำ

กิจกรรมที่ 5 ฝึกทำกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลอง

5.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หมายถึง ทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้หรือการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ ประกอบด้วย 5 ทักษะดังต่อไปนี้

1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน คือ การคาดการณ์คำตอบของเหตุการณ์ล่วงหน้าโดยอาศัยข้อมูลหรือประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม

2) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คือ การกำหนดความหมายของคำต่าง ๆ ในการทดลองหรือเหตุการณ์ เพื่อให้เข้าใจตรงกัน โดยให้คำอธิบายและวิธีการสังเกตหรือการวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการทดลองด้วย

3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร คือ การกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในการทดลองหนึ่ง ๆ

4) ทักษะการทดลอง คือ กระบวนการเพื่อค้นหาคำตอบตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ขั้นตอนออกแบบการทดลอง ขั้นตอนปฏิบัติการทดลอง และขั้นตอนที่ผลการทดลอง

5) ทักษะตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป คือ การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่อยู่ และอธิบายความสัมพันธ์หรือแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงกันของข้อมูลทั้งหมด

ซึ่งการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ วัดด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีลักษณะเป็นอัตนัย จำนวน 10 ข้อ และปรนัย จำนวน 5 ข้อ รวม 15 ข้อ กำหนดเวลา 25 นาที โดยวัดก่อนและหลังการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

5.4 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากโจทย์สถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งแบ่งเป็น 6 ด้าน ได้แก่

1) ด้านการกำหนดปัญหา คือ ความสามารถในการตั้งปัญหาภายใต้ขอบเขตของข้อเท็จจริง หรือสถานการณ์ที่พบเห็น

2) ด้านการวิเคราะห์ปัญหา คือ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคาดคะเนถึงตัวแปรที่เกี่ยวข้องว่าอะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล

3) ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา คือ ความสามารถเกี่ยวกับการคิดออกแบบวิธีศึกษา หรือวิธีทดลองเพื่อคิดแก้ปัญหาตามที่ระบุได้อย่างมีเหตุผล

4) ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา คือ ความสามารถดำเนินการสังเกต หรือทดลองตามแบบที่คิดขึ้น อย่างเป็นขั้นตอนและถูกต้อง

5) ด้านการประเมินและสรุปผลการแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการประเมินผล และลงข้อสรุป หรืออธิบายได้ว่า ผลที่เกิดขึ้นนั้นสอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่เป็นอย่างไร และนำไปใช้ได้

6) ด้านการเผยแพร่ผลการแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง และ สรุปผลเพื่อขยายผลการแก้ปัญหาสู่สาธารณชน ทั้งนี้ ความสามารถที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา ซึ่งวัดโดยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีลักษณะเป็นอัตรายโดยใช้สถานการณ์ จำนวน 12 ข้อ และปรนัย จำนวน 5 ข้อ รวม 17 ข้อ กำหนดเวลา 25 นาที โดยวัดก่อนและหลังการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

5.5 คุณภาพของชุดกิจกรรม หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประเมินทั้งหมด 6 หัวข้อ ได้แก่ 1) ลักษณะรูปลักษณ์ชุดกิจกรรม 2) การจัดทำภาพประกอบ 3) เนื้อหาสาระ 4) การใช้ภาษา 5) สื่อประกอบกิจกรรม และ 6) ประโยชน์ของชุดกิจกรรม โดยแบบประเมินมีลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) กำหนดระดับความเห็นเป็น 5 4 3 2 1 คะแนน หมายถึง ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุงตามลำดับ โดยนำน้ำหนักคะแนนที่ได้จากการประเมินหาค่าเฉลี่ยและแปลความหมายของข้อมูลได้ดังนี้

ดีมาก	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 คะแนน
ดี	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 คะแนน
ปานกลาง	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 คะแนน
พอใช้	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 คะแนน
ควรปรับปรุง	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.00 – 1.50 คะแนน

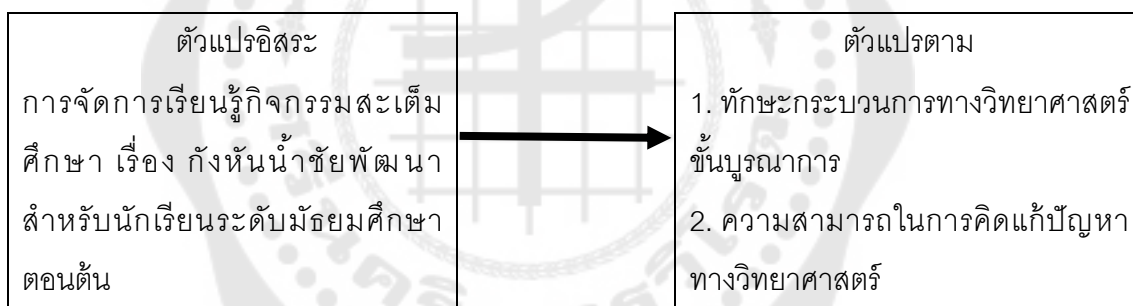
5.6 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยใช้เกณฑ์ 70/70 หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่วัดจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและทำแบบวัดหลังเรียนได้ถึงเกณฑ์มาตรฐาน 70/70 หรือ E_1/E_2 โดยกำหนดให้

70 ตัวแรก (E_1) คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน

70 ตัวแรก (E_2) คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดหลังเรียน

6. กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งมีกรอบแนวคิดของการวิจัย ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

7. สมมติฐานการวิจัย

7.1 ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

7.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หลังเข้าร่วมกิจกรรมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม

7.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หลังเข้าร่วมกิจกรรมมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังต่อไปนี้

1. กังหันน้ำชัยพัฒนา
2. สะเต็มศึกษา
3. กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์
4. ชุดกิจกรรม
5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. กังหันน้ำชัยพัฒนา

1.1 ความหมายของกังหันน้ำชัยพัฒนา

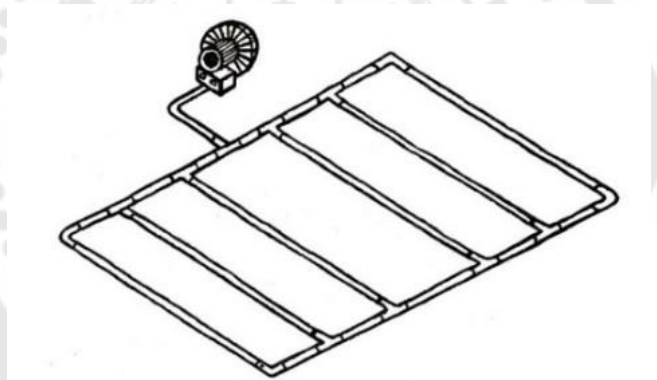
กังหันน้ำชัยพัฒนา เป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำหมุนช้าแบบทุ่นลอย (Chaipattana Low Speed Surface Aerator) ซึ่งเป็น Model RX-2 หมายถึง Royal Experiment แบบที่ 2 มีคุณสมบัติในการถ่ายเทออกซิเจนได้สูงถึง 1.2 กิโลกรัมของออกซิเจน/แรงม้า/ชั่วโมง สามารถนำไปใช้ในกิจกรรมปรับปรุงคุณภาพน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ติดตั้งง่าย เหมาะสำหรับใช้ในแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ สระน้ำ หนองน้ำ คลอง บึง ลำห้วย ฯลฯ ที่มีความลึกมากกว่า 1.00 เมตร และมีความกว้างมากกว่า 3.00 เมตร (มูลนิธิชัยพัฒนา, 2560b)

1.2 ที่มาของกังหันน้ำชัยพัฒนา

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงห่วงใยประชาชนเกี่ยวกับปัญหาน้ำเน่าเสียเป็นอย่างมาก จนกระทั่งมีพระราชดำรัสถึงปัญหาน้ำเสียในกรุงเทพฯ ราวเดือนกันยายน 2527 โดยมีพระราชประสงค์ให้กรุงเทพฯ ใช้น้ำจาก แม่น้ำเจ้าพระยาส่งเข้าไปในลำคลองเล็กทั่วกรุงเทพฯ เพื่อให้ น้ำดีไล่ น้ำเสียออกไป นอกจากวิธีแก้ไขปัญหาน้ำเสียข้างต้นแล้ว พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้มีพระราชกระแสรับสั่งให้กรมชลประทานฟื้นฟูบึงมักกะสัน โดยการนำน้ำจาก คลองสามเสนเข้ามาฟื้นฟู และใช้การปลูกแปลงผักตบชวาให้ช่วยดูดซับของเสียและสารพิษจาก น้ำ ซึ่งผลที่ได้คือ น้ำในบึงมักกะสันมีคุณภาพดีขึ้น พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวจึงมีพระราชประสงค์ให้โครงการบำบัดน้ำเสียของบึงมักกะสันเป็นต้นแบบในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการต่าง ๆ ยึดหลักธรรมชาติ และด้วยพระวิริยะอุตสาหะของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวนั้น ทำให้

การพัฒนาวิธีการบำบัดน้ำเสียไม่หยุดอยู่เพียงเท่านี้ พระองค์ยังคงใส่ใจปัญหาและพัฒนาวิธีการอย่างต่อเนื่อง จนเมื่อวันที่ 24 ธันวาคม 2531 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวมีพระราชดำริให้สำนักงานวิจัยและพัฒนา เครื่องจักรกลน้ำ กองโรงงาน กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เร่งดำเนินการศึกษา วิจัย ทดลอง และประดิษฐ์เครื่องกลเติมอากาศลงไปในน้ำ (มูลนิธิชัยพัฒนา, 2560a) ซึ่งได้มีการออกแบบรูปแบบเครื่องกลเติมอากาศลงไปในน้ำมากมายหลายรูปแบบ ดังนี้

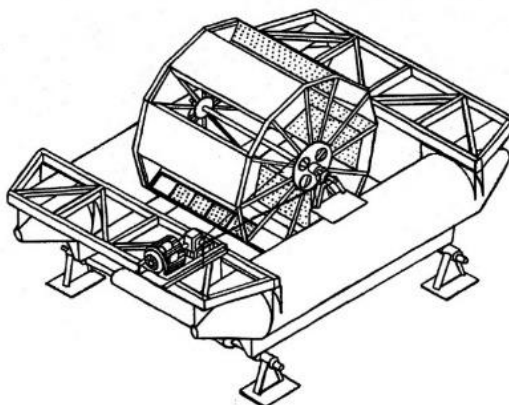
(1) RX-1 เครื่องกลเติมอากาศระบบเป่าอากาศลงไปได้น้ำและกระจายฟอง เป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ออกแบบแผงท่อเติมอากาศให้กับน้ำเสียโดยใช้วิธีอัดอากาศเข้าไปที่ท่ออากาศแล้วแยกออกกระจายฟองตามท่อกระจายอากาศซึ่งเจาะรูเล็ก ๆ ไว้เพื่อปล่อยอากาศออกมาเติมให้กับน้ำเสีย ขณะเดียวกันจะมีแรงดันให้น้ำเสียเกิดการปั่นป่วน ส่งผลให้การเติมอากาศดีขึ้น ขณะนี้เลิกใช้แล้ว เนื่องจากประสิทธิภาพต่ำและมีปัญหาการอุดตันของท่อกระจายฟองอากาศ (ภาพประกอบ 2)



ภาพประกอบ 2 เครื่องกลเติมอากาศระบบเป่าอากาศลงไปได้น้ำและกระจายฟอง
ที่มาภาพ :

<http://www.tcdc.or.th/upload/medialibrary/e17/e17046b78c0200bdf0ed37fa3b6666ee.jpg>

(2) RX-2 เครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำหมุนช้าแบบทุ่นลอย หรือกังหันน้ำชัยพัฒนา เป็นเครื่องกลเติมอากาศแบบทุ่นลอย มีใบพัดขับเคลื่อนน้ำหมุนรอบเป็นวงกลมสำหรับขับเคลื่อนน้ำและวิดน้ำขึ้นไปสาดกระจายเป็นฝอย เพื่อให้สัมผัสกับอากาศได้อย่างทั่วถึง เป็นผลให้ออกซิเจนในอากาศสามารถละลายผสมกับน้ำได้เร็วและในช่วงที่น้ำเสียตกลงไปยังผิวน้ำ จะทำให้เกิดฟองอากาศจมตามลงไป ก่อให้เกิดการถ่ายเทออกซิเจนอีกส่วนหนึ่ง (ภาพประกอบ 3)

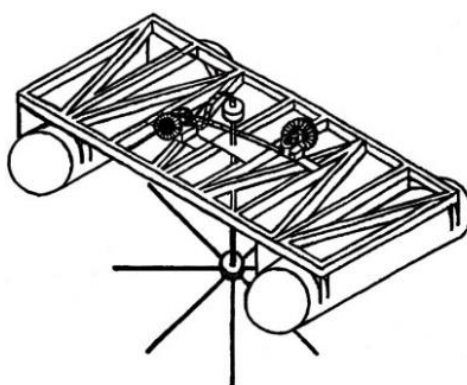


ภาพประกอบ 3 เครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำหมุนช้าแบบทุ่นลอย หรือกังหันน้ำชัยพัฒนา

ที่มาภาพ :

<http://www.tcdc.or.th/upload/medialibrary/3f4/3f4ea48a3498ecf41baaa055856c43eb.jpg>

(3) RX-3 เครื่องเติมอากาศระบบเป่าอากาศหมุนได้น้ำ (ชัยพัฒนาซูเปอร์ฟองแอร์) เป็นเครื่องกลเติมอากาศแบบทุ่นลอย ใช้วิธีอัดอากาศลงไปได้แล้วแยกกระจายฟองออกเป็น 8 ท่อ ตามแนวนอน ท่อกระจายฟองอากาศนี้จะหมุนเคลื่อนที่ได้โดยรอบทำให้การเติมอากาศเป็นไปอย่างทั่วถึง และพัฒนาขึ้นเพื่อใช้แทนเครื่องกลเติมอากาศรูปแบบที่ 1 (ภาพประกอบ 4)

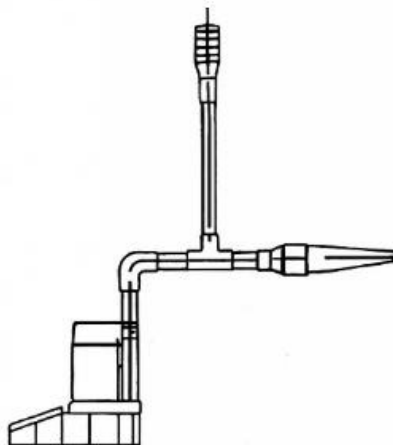


ภาพประกอบ 4 เครื่องเติมอากาศระบบเป่าอากาศหมุนได้น้ำ (ชัยพัฒนาซูเปอร์ฟองแอร์)

ที่มาภาพ :

<http://www.tcdc.or.th/upload/medialibrary/07d/07d315ddbc5662faeb32b82e90879607.jpg>

(4) RX-4 เครื่องกลเติมอากาศแรงดันน้ำ (ชัยพัฒนาเวนจูรี) เป็นเครื่องเติมอากาศที่ใช้ปั๊มแบบจุ่ม (ไดโรวอร์) เป็นตัวขับเคลื่อนน้ำให้ไหลออกไปตามท่อจ่ายน้ำโดยที่ปลายท่อจะทำเป็นคอคอดเพื่อดูดอากาศจากข้างบนผสมกับน้ำที่อัดลงด้านล่าง (ภาพประกอบ 5)

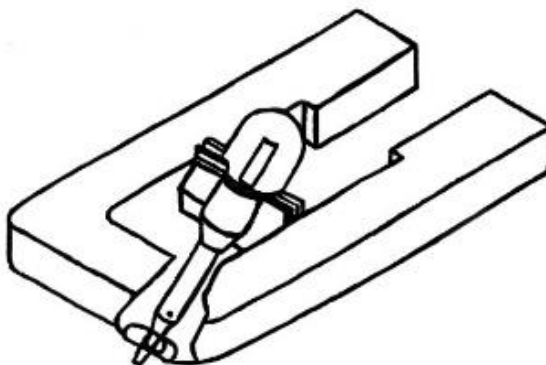


ภาพประกอบ 5 เครื่องกลเติมอากาศแรงดันน้ำ (ชัยพัฒนาเวนจูรี)

ที่มาภาพ :

<http://www.tcdc.or.th/upload/medialibrary/0c8/0c83296eed0edd61022fd47d79df2d34.jpg>

(5) RX-5 เครื่องกลเติมอากาศระบบอัดและดูดอากาศลงใต้ น้ำ (ชัยพัฒนาแอร์เจท) เป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ใช้ใบพัดหมุนอยู่ใต้น้ำสำหรับขับเคลื่อนน้ำให้เกิดการปั่นป่วน และความเร็วสูง สามารถดึงอากาศจากด้านบนลงมาสัมผัสกับน้ำด้านล่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ภาพประกอบ 6)

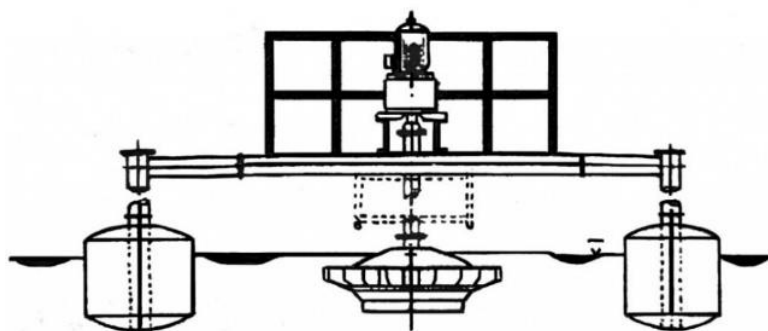


ภาพประกอบ 6 เครื่องกลเติมอากาศระบบอัดและดูดอากาศลงใต้ น้ำ (ชัยพัฒนาแอร์เจท)

ที่มาภาพ :

<http://www.tcdc.or.th/upload/medialibrary/bc5/bc54b6f5b28360bd7724156676858be8.jpg>

(6) RX-6 เครื่องกลเติมอากาศแบบตีน้ำสัมผัสอากาศ (เครื่องตีน้ำชัยพัฒนา) เป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ใช้ใบพัดตีน้ำให้กระจายเป็นฝอยสัมผัสอากาศแบบทุ่นลอยเพื่อให้ น้ำสัมผัสอากาศด้านบน (ภาพประกอบ 7)

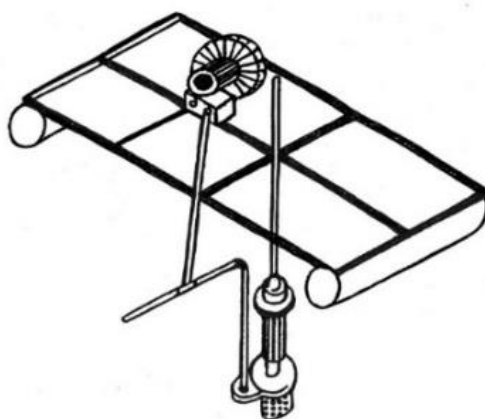


ภาพประกอบ 7 เครื่องกลเติมอากาศแบบตีน้ำสัมผัสอากาศ (เครื่องตีน้ำชัยพัฒนา)

ที่มาภาพ :

<http://www.tcdc.or.th/upload/medialibrary/e87/e8740d2c55cd11bc0f422ac30870d9d6.jpg>

(7) RX-7 เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดและอัดน้ำลงไปที่ใต้ผิวน้ำ (ชัยพัฒนาไฮโดรแอร์) เป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ใช้ปั๊มดูดน้ำจากข้างใต้ขึ้นมาสัมผัสอากาศ แล้วขับดันน้ำดังกล่าวลงสู่ใต้ผิวน้ำอีกครั้ง ซึ่งจะทำให้ น้ำด้านล่างเกิดการปั่นป่วน (ภาพประกอบ 8)

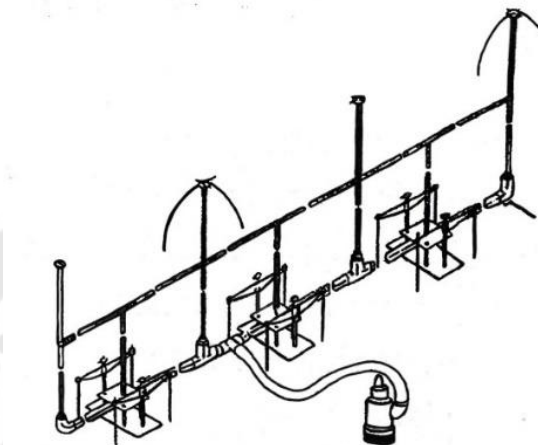


ภาพประกอบ 8 เครื่องกลเติมอากาศแบบดูดและอัดน้ำลงไปที่ใต้ผิวน้ำ (ชัยพัฒนาไฮโดรแอร์)

ที่มาภาพ :

<http://www.tcdc.or.th/upload/medialibrary/0c9/0c97740322072cc28261ef1010cf3685.jpg>

(8) RX-9 เครื่องกลเติมอากาศแบบกระจายน้ำสัมผัสอากาศ (น้ำพุชัยพัฒนา) เป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ติดตั้งมอเตอร์ไว้ด้านบนและต่อเพลาชับเคลื่อนเพื่อไปหมุนปั้มน้ำที่อยู่ใต้น้ำเมื่อเครื่องทำงานปั้มน้ำจะดูดน้ำแล้วอัดเข้าท่อส่งไปยังหัวกระจายน้ำซึ่งมีลักษณะเป็นวงกลมเจาะรูไว้โดยรอบ โดยแรงดันของน้ำที่สูงนี้เองที่ทำให้สามารถพุ่งออกผ่านรูเจาะด้วยความเร็วสูงขึ้นไปสาดกระจายสัมผัสกับอากาศด้านบนได้เป็นอย่างดี (ภาพประกอบ 9)



ภาพประกอบ 9 เครื่องกลเติมอากาศแบบกระจายน้ำสัมผัสอากาศ (น้ำพุชัยพัฒนา)

ที่มาภาพ :

<http://www.tcdc.or.th/upload/medialibrary/4ed/4ed5023acb9d3a26ce9b1987fad32296.jpg>

จากเครื่องกลเติมอากาศทั้ง 8 รูปแบบ ผู้วิจัยได้นำเอาเนื้อหาเกี่ยวกับ RX-2 เครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำหมุนช้าแบบทุ่นลอย หรือกังหันน้ำชัยพัฒนา เพราะเป็นเครื่องกลที่ในหลวงทรงประยุตต์มาจากอุปกรณ์วิดน้ำที่เรียกว่า หลัก และเป็นอุปกรณ์ที่ได้รับจดสิทธิบัตร เป็นที่ยอมรับในนานาชาติ รวมทั้งมีคุณสมบัติที่ใช้งานได้อย่างเอนกประสงค์ ติดตั้งง่าย เหมาะแก่การนำไปใช้ในแหล่งน้ำทั่วไป จึงทำให้ผู้วิจัยได้นำเอาองค์ความรู้เกี่ยวกับกังหันน้ำชัยพัฒนามาออกแบบและสร้างเป็นกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์แบบสะเต็ม เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (มูลนิธิชัยพัฒนา, 2560b)

1.3 หลักการทำงานและส่วนประกอบของกังหันน้ำชัยพัฒนา

กังหันน้ำชัยพัฒนาเป็นเครื่องกลเติมอากาศลงไปใต้น้ำชนิดหนึ่งของการศึกษา วิจัย และประดิษฐ์เครื่องกลเติมอากาศอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยมีหลักการทำงานคือ เครื่องกลเติมอากาศชนิดนี้จะมีโครงกังหันน้ำและมีช่องที่เจาะรู สำหรับตักน้ำขึ้นไปและเทลงมา โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าส่งกำลัง ซึ่งตลอดเวลาที่เครื่องทำงาน น้ำที่ถูกโปรยกระจายเป็นฝอยเหนือน้ำ จะสัมผัสกับอากาศ ส่งผลให้ออกซิเจนในอากาศละลายเข้าสู่ น้ำเสียอย่างสม่ำเสมอ และเมื่อปริมาณน้ำดังกล่าวตกลงสู่พื้นผิวน้ำ พลังที่เกิดขึ้นจะทำให้ฟองอากาศจมลงใต้น้ำอย่างรวดเร็ว และขณะที่ของบรรจุ น้ำแต่ละช่องหมุนวนกดตัวลงไปใต้ผิวน้ำนั้น จะเกิดการอัดอากาศภายในช่องบรรจุ น้ำแต่ละช่องจนกระทั่งจมมิด ซึ่งจะทำให้เกิดการถ่ายเทออกซิเจนลงสู่ น้ำสูงขึ้นด้วย

“เครื่องกลเติมอากาศจะต้องมีความง่ายต่อการสร้าง การขนส่ง การติดตั้ง การใช้งาน การซ่อมบำรุงรักษาจะต้องพยายามใช้วัสดุภายในประเทศ แบบไทยทำไทยใช้ ให้สามารถใช้ประโยชน์ได้อเนกประสงค์ และจะต้องมีราคาประหยัด”

พระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เมื่อวันที่ 26 พฤศจิกายน 2532 ณ ตำบลหนองสนม จังหวัดสกลนคร ด้วยพระราชดำริในการประดิษฐ์เครื่องกลเติมอากาศที่ จะต้องประหยัด ใช้วัสดุเรียบง่าย แต่ได้ผลลัพธ์ในการแก้ไขปัญหาย่างยิ่งใหญ่มากและมีความสำคัญ ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งเห็นได้จากการนำไปติดตั้งทั่วประเทศและต่างประเทศบางประเทศ ทำให้กังหันน้ำชัยพัฒนาเป็นเครื่องกลเติมอากาศที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงพระวิริยะอันสูงส่งรวมทั้งพระอัจฉริยภาพและพระวิสัยทัศน์ที่ดี ทรงงานหนักเพื่อประชาชน ของพระองค์ ทรงใช้เทคโนโลยีที่เรียบง่าย สิ่งประดิษฐ์ในพระองค์สามารถนำไปพัฒนาใช้งานได้ อย่างกว้างขวางทั่วโลก สมควรค่าแก่ขนานนามที่จะได้รับการเรียนรู้และภาคภูมิใจกับพระอัจฉริยภาพ ของพระมหากษัตริย์นักพัฒนาของเรา (กรุงเทพมหานคร, 2551; ใต้ข้าวเกษตร, 2537; มูลนิธิชัยพัฒนา, 2560a)

จากการศึกษาส่วนประกอบและหลักการทำงานของกังหันน้ำชัยพัฒนา ผู้วิจัยได้นำมาออกแบบและสร้างกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนของท่อนลอยน้ำ และส่วนของใบพัดกังหันน้ำ โดยผู้วิจัยต้องการให้เป็นกิจกรรมที่จะสร้างองค์ความรู้ ผูกทักษะและความสามารถให้นักเรียนนำไปสร้างนวัตกรรมกังหันน้ำจำลอง

2. สะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อตอบสนองการใช้ชีวิตในศตวรรษที่ 21 คือการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ได้แก่ การใช้ปัญหาเป็นฐาน การใช้โครงงานเป็นฐาน การใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสะเต็มศึกษา (Abd-El-Khalid, 2012; Bybee R.D., 1995; Dass, 2005; Glen, 1994; McLelland, 2006; Stolz et al., 2013; Stone, 2014; Yadav Sashank M., 2558)

2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

มนตรี จุฬารัตน (2556) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ในทุกระดับระดับ ตั้งแต่อนุบาล ประถมศึกษา มัธยมศึกษา ไปจนถึงอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา โดยไม่เน้นเพียงการท่องจำสูตรหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือสมการคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่สะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะการหาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการกัน เพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญๆ ที่พบในชีวิตจริง

พรทิพย์ ศิริภทราชัย (2556) กล่าวว่า STEM Education คือการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชา มาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบันซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขา ร่วมมือกันเพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้น ไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วนๆ นอกจากนี้ STEM Education ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย

ภัสสร ติดมา (2558) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกันโดยมีจุดประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียน และนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง และออกแบบพัฒนาผลงานหรือชิ้นงานต่าง ๆ ขึ้นใหม่หรือปรับปรุงจากของเดิม ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้เกิดทักษะต่าง ๆ ที่สำคัญขึ้นกับผู้เรียน

จรัส อินทลาภาพร (2558) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้ บูรณาการใน 4 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้น การนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคต ดังนั้นสะเต็มศึกษาจึงเน้น การเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่แก้ปัญหาในชีวิตจริงเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ มีทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม

พลศักดิ์ แสงพรมศรี (2558) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มี การบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาระหว่างสาขาวิชาทั้งสี่ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ โดยนำความรู้ของแต่ละวิชามาผสมผสานให้เป็นหนึ่ง เดียว เพื่อให้ผู้เรียนเห็นถึงความสัมพันธ์และความสำคัญของวิชาทั้งสี่ และเพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ ทุกศาสตร์มาใช้เพื่อแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้างสรรค์และพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในโลกแห่งความจริง

เพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ (2559) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือ รูปแบบการเรียนการสอนที่ บูรณาการระหว่าง 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการเรียนการสอนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมถึงการสร้างผลงานใหม่ที่ส่งเสริมการประกอบอาชีพ

ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด (2559) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้น บูรณาการศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำ ความรู้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาจริง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน

จากการศึกษาความหมายของสะเต็มศึกษา สามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษาเป็นการ จัดการเรียนการสอนที่บูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำไปแก้ไขปัญหาจริงเพื่อเป็นประโยชน์ในการดำรงชีวิตและประกอบอาชีพ ทั้งยัง ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างนวัตกรรม เพื่อพัฒนาทักษะในทุกด้านของผู้เรียน

2.2 แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา

พรทิพย์ ศิริภักทราชัย (2556) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มี แนวคิดและลักษณะดังนี้

1) เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา นั่นคือเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์ สาขาวิชาต่าง ๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (S) วิชาเทคโนโลยี (T) วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (E) และวิชา คณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชา มาผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

วิชาวิทยาศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์นั้นเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักการศึกษา มักชี้แนะให้อาจารย์ ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-Based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-Based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับระดับที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน

วิชาเทคโนโลยี

ธรรมชาติของวิชาเทคโนโลยีนั้น เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์ หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจกัน

วิชาวิศวกรรมศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาวิศวกรรมศาสตร์นั้น เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ โดยใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้ในระดับอุดมศึกษา แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่า แม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

วิชาคณิตศาสตร์

ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์นั้น เป็นวิชาที่ไม่ได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้นแต่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ คือ 1) กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดรูปแบบ และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ 2) ภาษาทางคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ และ 3) ส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2) เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับระดับ ตั้งแต่ระดับระดับอนุบาลถึงระดับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำสะเต็มศึกษามาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การสอนแบบใช้การออกแบบเป็นฐาน (Design-Based Learning) ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้สะเต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าไรก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกาได้นำสะเต็มศึกษาไปสอนตั้งแต่ระดับวันก่อนวัยเรียน (Pre-School) ด้วย

นอกจาก STEM Education จะเป็นการบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 สาขาดังที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังเป็นการบูรณาการด้านบริบท (Context Integration) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอีกด้วย ซึ่งจะทำให้การสอนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้น ๆ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะเพิ่มโอกาสการทำงานการเพิ่มมูลค่า และสามารถสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจได้

3) เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

- ด้านปัญญา ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา
- ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น

การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

- ด้านคุณลักษณะผู้เรียน มีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

ศิริลักษณ์ ขาวลุ่มบัว (2558) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา เป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบสหวิทยาการที่ไม่ใช่การสอนแบบแยกส่วนเป็นรายวิชาแต่เป็นลักษณะของการบูรณาการการเรียนรู้ 4 วิชาหลัก ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยผนวกกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์เข้ากับเนื้อหาของรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาเชิงลึกและนำเอาแนวคิดสำคัญของทั้ง 4 วิชามาใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัวอย่างมีความหมายช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำเอาความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและเชื่อมโยงสู่บริบทต่าง ๆ ทั้งใน

โรงเรียน ชุมชน และการทำงานในอนาคต ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีศักยภาพและมีความพร้อมมากพอที่จะไปแข่งขันกับผู้อื่นภายใต้สภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบันได้

จากการศึกษาแนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา สามารถสรุปได้ว่า สะเต็มเป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่จัดขึ้นได้ในระดับเรียนทุกระดับระดับ เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 และเน้นการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและเนื้อหาเกี่ยวกับการทำงานในอนาคต

2.3 ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด (2559) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจะช่วยให้ผู้สอนสามารถบูรณาการความรู้หลายวิชาได้ในหน่วยการเรียนรู้เดียว และผู้เรียนสามารถสร้างทักษะด้านต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้แก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการใหม่ๆ แทนที่จะเป็นการเรียนแบบท่องจำหรือเรียนเพื่อนำไปสอบเท่านั้น

สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์ (2559) กล่าวว่า สะเต็มศึกษามีบทบาทสำคัญที่ทำให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีได้มีการบูรณาการเชื่อมโยงกับชีวิตจริงเพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ในการดำเนินชีวิตในสังคมและนำมาซึ่งการพัฒนาสิ่งใหม่ๆ หรือนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาขีดความสามารถของประเทศนั่นเอง

จากการศึกษาประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สามารถสรุปได้ว่า สะเต็มมีบทบาทในการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหา และทักษะในการประกอบอาชีพในอนาคตเป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นผลที่ดีต่อการพัฒนาประเทศ

2.4 สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอนในระดับเรียน

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2558) ได้นำเสนอโครงสร้างของขั้นตอนการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังนี้

1) เลือกมาตรฐานหรือตัวชี้วัด ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่สามารถบูรณาการความรู้ไปใช้เพื่อตอบคำถามที่ซับซ้อน แก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ชิ้นงานและนวัตกรรมจากสถานการณ์ที่ท้าทายหรือที่เกิดขึ้นจริง และควรกำหนดวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของการเรียนรู้ให้ชัดเจน

2) พัฒนาคำถาม ระบุประเด็น ปัญหาหรือสถานการณ์ ซึ่งควรเป็นเรื่องที่ท้าทาย และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ซึ่งขั้นตอนนี้ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม

3) บูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่จำเป็นต้องนำมาใช้ในการตอบคำถาม การออกแบบ การสำรวจตรวจสอบ ประเด็นข้อสงสัย การแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ท้าทายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

4) เชื่อมโยงสู่งานอาชีพ มีการให้รายละเอียดข้อมูลหรือสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม เกี่ยวกับงานอาชีพทางด้านสะเต็มที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กับหัวข้อหรือเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้

5) ออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ 5E (ผู้สอนแต่ละคน สามารถเลือกรูปแบบได้ตามที่เห็นว่าเหมาะสม)

ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด (2559) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาจะ จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้สอนต้องทำการทดลองจัดกิจกรรมก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้จริง เพื่อให้ผู้สอนมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง โดยผู้สอนจะให้การสอนที่ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาและ แก้ปัญหาจากสภาพจริง โดยยึดหลักการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนรู้แบบโครงงาน และ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งจะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะจากการสืบเสาะหา ความรู้จนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้จากสภาพปัญหาจริง

จากการการศึกษาสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอนในระดับเรียน พบว่า การจัดการเรียนการสอนตามแบบสะเต็มศึกษา ผู้สอนจำเป็นต้องมีการทดลองจัดทำกิจกรรมก่อน จัดการการเรียนการสอนจริง ซึ่งการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มนั้น ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอน ตาม (2558) เป็นแนวทางในการออกแบบการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ฯ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ชัดเจน ครบถ้วนสมบูรณ์ พร้อมทั้งมีการชี้แนะแนวทางการออกแบบ

2.5 การวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา

นัสรินทร์ ปือชา (2558) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรใช้การประเมินหลายครั้งคือประเมินก่อนเรียน ระหว่างเรียน และประเมินหลังเรียน การประเมินระหว่างเรียนผู้สอนทำได้โดยใช้คำถาม การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน การประเมิน ตนเองและการประเมินจากเพื่อน และการบันทึกข้อมูลงานที่ทำเสร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ส่วนการประเมินหลังเรียนผู้สอนสามารถประเมินโครงงานที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ

จำรัส อินทลาภาพร (2558) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรประเมินผู้เรียน 2 วิธี ดังนี้

1) การประเมินผู้เรียนระหว่างเรียน (Formative Assessment) เป็นการประเมินเพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน ครูผู้สอนควรใช้วิธีการวัดและประเมินผล ดังนี้

1.1) กำหนดเกณฑ์และเป้าหมายในการเรียน โดยใช้คำถาม เช่น ในการวางแผนทำกิจกรรมให้เสร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ผู้เรียนควรวางแผนในการทำงานอย่างไร ความคาดหวังของผู้เรียนคืออะไร ระดับคุณภาพของกิจกรรมที่ต้องการเป็นอย่างไร

1.2) การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน

1.3) การประเมินตนเองและการประเมินโดยเพื่อน

1.4) การบันทึกข้อมูลงานที่ทำเสร็จตามเป้าหมายที่กำหนด

2) การประเมินหลังเรียน (Summative Assessment) เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ ความสามารถและความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์หรือไม่ เป็นการตัดสินผลการจัดการเรียนรู้ หลังจากผู้เรียนได้เรียนจบหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่งหรือหลายหน่วย รวมทั้งการประเมินปลายภาคเรียนหรือปลายปี ครูผู้สอนควรใช้เครื่องมือหลายชนิด เช่น แบบทดสอบ แบบสัมภาษณ์ แบบประเมินโครงการ เป็นต้น

จากการศึกษาการวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า มีการวัดและประเมิน 2 วิธี คือระหว่างเรียน และหลังเรียน โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกการวัดและประเมินก่อนและหลังเรียน เนื่องจากงานวิจัยมีจุดประสงค์เปรียบเทียบตัวแปรตามก่อนและหลังเรียน อีกทั้งยังเป็นกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ที่ใช้เวลาจัดกิจกรรมต่อเนื่องกัน 3 วัน รวมเวลาจัดกิจกรรม 16 ชั่วโมง ซึ่งเป็นการวัดหลังเรียนโดยทันทีหลังจัดกิจกรรมเสร็จสิ้น

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์ (2559) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จำนวน 16 ชั่วโมง มีลักษณะเป็นการสร้างบริบทต่าง ๆ ใกล้ตัวของนักเรียนขึ้นมาเพื่อกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และส่งเสริมความสงสัยใฝ่รู้และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กนกทิพย์ ยาทองไชย (2559) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทนเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทน และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ จำนวน 2 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยที่ 1 เรื่องปิโตรเลียม จำนวน 6 คาบ ประกอบด้วยกิจกรรม 3 กิจกรรม และหน่วยที่ 2 เรื่องพลังงานทดแทน ใช้เวลา 2 คาบ ประกอบด้วยกิจกรรม 1 กิจกรรม ซึ่งทุกกิจกรรมมีการออกแบบให้เป็นไปตามขอบเขตของ สะเต็มศึกษา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การออกแบบวิศวกรรม และคณิตศาสตร์

อาทิตย์ ฉิมกุล (2559) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิด สะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนอยู่ในระดับดี โดยจัดกาเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา รวมทั้งสิ้น 25 คาบ จำนวน 4 แผน ซึ่งแต่ละแผนจะมีการกำหนดความรู้หรือทักษะให้เป็นไปตามสะเต็มศึกษา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า กิจกรรมที่ถูกออกแบบให้มีการบูรณาการของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ ทำให้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการ หรือความสามารถในการคิดได้ ซึ่งกิจกรรมที่ออกแบบเป็นกิจกรรมที่มีลักษณะเป็นการสร้างบริบทที่ใกล้ตัวผู้เรียน เพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้คิด หรือฝึกทักษะ โดยมีการกำหนดจำนวนชั่วโมงการเรียนอย่างเหมาะสม และออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกัน

3. กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์

พงษ์ หาญยุทธนากร (2546) กล่าวว่า ค่ายวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมการสอนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของการออกค่าย โดยวิทยาศาสตร์ที่สอนในค่าย อาจเป็นความรู้เสริมจากเนื้อหาที่เรียนในโรงเรียน หรือความรู้ใหม่ ๆ ที่เพิ่งค้นพบ หรือความรู้ในรูปของการรวมความรู้สาขาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทั้งนี้คงต้องขึ้นกับวัตถุประสงค์ของค่ายที่แตกต่างกันไป เช่น บางค่ายอาจเน้นให้ผู้เข้าร่วมค่ายมีความเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น กระตุ้นให้เด็กมีความอยากรู้อยากเห็น ในส่วนของกระบวนการสอนเองก็มีการปรับเปลี่ยนจากการเรียนในโรงเรียนที่มีครูหรืออาจารย์เป็นผู้บรรยายไปเป็นการเรียนที่ผู้เรียนจะได้ความรู้จากการปฏิบัติหรือการค้นพบด้วยตัวเอง ซึ่งอาจอยู่ในรูปของการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ การเล่นเกม การตั้งคำถามและหาคำตอบด้วยตัวเอง หรือการประดิษฐ์ ทั้งนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เข้าค่ายได้เรียนรู้ วิธีการปรับตัวเข้ากับบุคคลอื่น การทำงานร่วมกับหมู่คณะ ระเบียบวินัยของสังคม โดยอาศัยการร่วมกิจกรรมนันทนาการและกิจกรรมวิชาการที่ทำการเป็นกลุ่มระหว่างการทำค่ายที่จะช่วยให้ผู้เข้าค่ายเรียนรู้และปรับตัวได้ดีขึ้น

ทัศนภรณ์ แสงศรีเรือง (2548) กล่าวว่า กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จัดขึ้นเพื่อที่จะช่วยเพิ่มพูนความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในสภาพแวดล้อมจริงหรืออาจเป็นการพานักเรียนไปศึกษานอกสถานที่เพื่อรับประสบการณ์ตรง ซึ่งประสบการณ์บางอย่างไม่สามารถจัดในห้องเรียนได้ นักเรียนที่มาร่วมกิจกรรมมีการพักแรมร่วมกัน ณ ที่ใดที่หนึ่งเพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน

ปิยะนุช สารสิทธิยศ (2550) กล่าวว่า ค่ายวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาวิทยาศาสตร์นอกเหนือจากในห้องเรียน โดยจัดให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมกัน ณ ที่ใดที่หนึ่งในช่วงเวลาที่กำหนด เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ไม่สามารถจัดได้ในห้องเรียน หรือจัดได้แต่ไม่ดีเท่าที่ควร

สิริศักดิ์ นิลเกตุ (2550) กล่าวว่า กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จัดขึ้นเพื่อที่จะช่วยเพิ่มพูนความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในสภาพแวดล้อมจริงหรืออาจเป็นการพานักเรียนไปศึกษานอกสถานที่เพื่อรับประสบการณ์ตรง ซึ่งประสบการณ์บางอย่างไม่สามารถจัดในห้องเรียนได้ นักเรียนที่มาร่วมกิจกรรมมีการพักแรมร่วมกัน ณ ที่ใดที่หนึ่งเพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน

ฤทัย จงสฤษดิ์ (2551) กล่าวว่า ค่ายวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมเสริมประสบการณ์สำหรับเยาวชนที่ทำให้เยาวชนได้เกิดกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์นอกเหนือจากการเรียนรู้ในห้องเรียน

ศิริรัตน์ เจนใจ (2555) กล่าวว่า ค่ายวิทยาศาสตร์หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่จัดขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้เพิ่มพูนความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ ได้รับประสบการณ์ตรงทางวิทยาศาสตร์ในสภาพแวดล้อมจริง ซึ่งบางประสบการณ์ไม่สามารถจัด ขึ้นได้ในห้องเรียน หรือจัดได้แต่ไม่ดีเท่าที่ควร โดยจัดให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรม ณ ที่ใดที่หนึ่ง ในเวลาที่กำหนด อีกทั้งยังทำให้นักเรียนสามารถอยู่ร่วมกันผู้อื่นได้ สนุกต่อการเรียน วิทยาศาสตร์รวมถึงเสริมสร้างระเบียบ คุณธรรมและจริยธรรมได้อีกด้วย

ค่ายวิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เสริมนอกห้องเรียน ที่เน้นให้ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงหรือได้รับประสบการณ์ตรง โดยมีการผสมผสานกิจกรรมนันทนาการ กิจกรรมวิชาการ กิจกรรมการศึกษาแหล่งเรียนรู้นอกสถานที่ที่เชื่อมโยงกับหัวข้อในการจัดค่าย ทั้งนี้กิจกรรมเหล่านี้เป็นการจัดขึ้นในสถานที่ใดสถานที่หนึ่งที่มียุทธศาสตร์เพื่อการจัดกิจกรรม หรือการเรียนรู้ของผู้เรียน

3.2 จุดมุ่งหมายของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542) ได้กล่าวว่า การจัดค่ายพักแรมวิทยาศาสตร์มีวัตถุประสงค์ดังนี้

- 1) เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสศึกษา ค้นคว้าและเรียนรู้สิ่งแวดล้อมในธรรมชาติ รู้จักรักรธรรมชาติ
- 2) เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง นอกเหนือจากในห้องเรียน ได้ฝึกการ สังเกต เก็บข้อมูล ทำการทดลองและสรุป
- 3) เพื่อให้นักเรียนรู้จักวิถีศึกษาธรรมชาติโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 4) เพื่อให้นักเรียนรู้จักวิถีเก็บและรักษาตัวอย่างสิ่งของต่าง ๆ เช่น พืช สัตว์ ก้อนหิน ดิน แร่
- 5) เพื่อนำเอาประสบการณ์มาใช้ในชีวิตประจำวัน
- 6) เพื่อให้รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
- 7) เพื่อฝึกการอยู่ร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และรู้จักรับผิดชอบตนเอง

ชัชพล บุญเต็ม (2543) ได้กล่าวว่า จุดประสงค์ของค่ายวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน ทุกคน ต้องมุ่งที่จะปลูกฝังนักเรียนทุกคนให้สนใจวิทยาศาสตร์และอยากเรียนวิทยาศาสตร์ ดังนั้น กิจกรรมในค่ายวิทยาศาสตร์จึงต้องจัดให้นักเรียนได้ศึกษาในเรื่องที่ไม่ยาก แต่สนุกสนานน่าสนใจ ควรเป็นกิจกรรมการเรียนรู้จากธรรมชาติรอบ ๆ ตัว ซึ่งไม่ใช่ นั่งเรียนในห้องเรียนหรือห้องประชุม ของค่าย ส่วนจุดประสงค์ของค่ายวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนที่เก่งวิทยาศาสตร์ การจัดกิจกรรม

ค่ายวิทยาศาสตร์จะต้องเน้นการค้นคว้าการทดลองตามความในใจของนักเรียน และให้โอกาสศึกษาวิทยาศาสตร์อย่างจริงจังในระหว่างอยู่ค่าย

ปิยะนุช สารสิทธิยศ (2550) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนนั้น เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และฝึกให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น

ฤทัย จงสฤษดิ์ (2551) กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของค่ายวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) วัตถุประสงค์โดยรวม

เป็นภาพรวมของความคาดหวังที่เด็กและเยาวชนจะได้รับหลังจากเข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างของวัตถุประสงค์โดยรวมของการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ เช่น

- เพื่อให้เด็กและเยาวชนได้รับพัฒนากระบวนการคิด ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การฝึกกระบวนการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การสรุปและวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล

- เพื่อเพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์ตรงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น การจัดให้เยาวชนได้มีโอกาสไปฝึกทำงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

- เพื่อเป็นการกระตุ้นและจุดประกายให้เยาวชนได้สนใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในเรื่องต่าง ๆ โดยอาจมีกิจกรรมแนะแนวอาชีพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทัศนศึกษาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2) วัตถุประสงค์รายกิจกรรม

ความคาดหวังว่า เด็กและเยาวชนที่เข้าร่วมกิจกรรมจะได้รับเนื้อหาและมาตรฐานของแต่ละกิจกรรมของค่ายได้หรือไม่ เช่น

- กิจกรรมการทดลองสร้างโซลาร์เซลล์ชนิดสารไวแสงย้อมสีแบบง่ายจากธรรมชาติ ตั้งวัตถุประสงค์รายกิจกรรมว่า เด็กและเยาวชนที่เข้าร่วมทุกคนสามารถประดิษฐ์โซลาร์เซลล์ที่ให้พลังงาน 5 โวลต์ได้

- กิจกรรมฟังบรรยายพิเศษเรื่องๆ กะเพาะชีวิตนักวิจัย ตั้งวัตถุประสงค์รายกิจกรรมว่า เด็กและเยาวชนร้อยละ 80 ยอมรับว่ามีความรู้และความเข้าใจในอาชีพนักวิจัยเพิ่มขึ้น

ศิริรัตน์ เจริญใจ (2555) กล่าวว่า วัตถุประสงค์ในการจัดค่ายวิทยาศาสตร์มีดังนี้

- 1) เพื่อเพิ่มพูนความรู้ ทักษะกระบวนการเรียนรู้ และประสบการณ์ตรงจากธรรมชาตินอกเหนือจากในห้องเรียน

- 2) เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามัคคี มนุษยสัมพันธ์และความเป็นผู้นำ
- 3) เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- 4) เพื่อให้มีโอกาสนำเสนอผลงานมากกว่าการสอบปกติ
- 5) เพื่อรู้จักนำเอาประสบการณ์มาใช้ในชีวิตประจำวัน
- 6) เพื่อปลูกฝังความมีระเบียบวินัย ความรับผิดชอบ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เป็นไทย พร้อมทั้งมีส่วนร่วมในการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน
- 7) เพื่อเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ ทั้งด้านความรู้ กระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์

จากจุดประสงค์ของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าจุดประสงค์ของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ต้องเป็นไปตามลักษณะของกลุ่มนักเรียนที่ครูผู้สอนจะนำนักเรียนไปเข้าค่ายฯ โดยเน้นเพื่อให้ นักเรียนได้เข้าใจเนื้อหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ อย่างถ่องแท้ ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง โดยใช้สภาพแวดล้อมที่กระตุ้นผู้เรียนอยู่เสมอ เช่น บรรยากาศนอกเรียนที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาของค่ายวิทยาศาสตร์ สื่อและอุปกรณ์ที่นักเรียนสามารถจับต้องได้จริง และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากสื่อและอุปกรณ์เหล่านั้น ทั้งนี้ต้องปลูกฝังให้นักเรียนมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ด้วย และในส่วนของความเข้มข้นหรือความยากง่ายของเนื้อหาต้องขึ้นอยู่ กับพื้นฐานความรู้ ความสามารถของนักเรียน ซึ่งครูผู้สอนหรือผู้จัดค่ายต้องมีการประเมินผู้เรียนก่อนการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ทุกครั้ง

3.3 รูปแบบของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์

รัชพล บุญเดิม (2543) ได้กล่าวว่า ค่ายวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1) กิจกรรมทางวิชาการ

1.1) ศึกษาสิ่งแวดล้อมบริเวณค่ายพัก นักเรียนควรจะได้สำรวจรอบ ๆ บริเวณค่าย โดยศึกษาสภาพทั่ว ๆ ไป ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ อากาศ พื้นที่ ที่ตั้ง อาจให้ศึกษาจากแผนที่ หรือให้นักเรียนทำแผนที่ นอกจากนี้ให้ศึกษาสำรวจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์เป็นผู้ทำขึ้นในบริเวณค่ายและสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติ ศึกษาระบบนิเวศตรงบริเวณที่กำหนดให้ในบริเวณค่าย กิจกรรมตอนนี้จะเป็นการเตรียมตัวนักเรียนให้คุ้นเคยกับการสังเกตธรรมชาติฝึกทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นจะต้องใช้ในการศึกษาธรรมชาติในบริเวณที่ห่างจากที่ตั้งค่ายไปอีก

1.2) ศึกษาระบบนิเวศในบริเวณอื่น การศึกษาเกี่ยวกับระบบนิเวศที่จะกล่าวถึงนี้จะทำหลังจากที่ได้ทำกิจกรรมที่ 1 ไปแล้ว ซึ่งอาจจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ระบบนิเวศตามธรรมชาติ และระบบนิเวศที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงไป

1.2.1) ระบบนิเวศทางธรรมชาติที่อาจจัดกิจกรรมในระหว่างอยู่ค่ายได้ดังนี้

- ระบบนิเวศของป่า
- ระบบนิเวศของป่าชายเลน
- ระบบนิเวศบริเวณชายฝั่งทะเล

1.2.2) การศึกษาระบบนิเวศที่ได้มีการเปลี่ยนแปลง อาจจัดกิจกรรมได้ดังนี้

- ศึกษานาข้าว
- ข- ศึกษานาุ้ง
- ค- ศึกษาบริเวณเขตเมืองหรือชุมชน

กิจกรรมทั้งหมดเน้นให้นักเรียนได้ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อมและความสำคัญของสิ่งแวดล้อมต่อชีวิตมนุษย์ ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงและทำลายสิ่งแวดล้อมในทุก ๆ บริเวณที่สำคัญมากอีกประการหนึ่งก็คือ เน้นให้นักเรียนมีทักษะในการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งปัญหา การแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ซึ่งการจัดกิจกรรมให้บรรลุจุดประสงค์ตรงนี้ควรเริ่มต้นด้วยการให้นักเรียนศึกษาปัญหา วิเคราะห์ปัญหาและฝึกวางแผนแก้ปัญหา

1.3) ศึกษาโบราณสถาน ผู้จัดค่ายจะต้องศึกษา บริเวณที่ตั้งค่ายว่ามีประวัติศาสตร์และโบราณสถานอะไรบ้างให้นำมาจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษา

1.4) ศึกษา ดิน หิน แร่ และทรัพยากรธรณี อื่น ๆ ที่ควรแก่การศึกษา และที่สำคัญควรเน้นผลกระทบจากการทำลายหรือไม่รู้จักรักษาอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติว่ามนุษย์จะได้รับผลอย่างไร มิใช่ให้ศึกษา ดิน หิน แร่ ในเชิงวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์เพียงอย่างเดียวแต่ควรสอนในเชิงสิ่งแวดล้อมและการมองเห็นคุณค่าตลอดทั้งการอนุรักษ์

1.5) ศึกษาท้องฟ้า คือ ให้ศึกษาสังเกตลักษณะของพระอาทิตย์ขึ้น พระอาทิตย์ตกและในตอนกลางคืนให้มีการศึกษาดาว ให้ฝึกดูดาวด้วยตาเปล่า และใช้กล้องดูดาวเท่าที่สามารถจะทำได้

2) กิจกรรมทางด้านสังคม

เพื่อให้นักเรียนเป็นคนดีมีคุณธรรมควบคู่ไปกับความรู้ความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นกิจกรรมส่วนหนึ่งในระหว่างอยู่ค่ายน่าจะเป็น

การใช้ชีวิตกลางแจ้งตามแบบลูกเสือ อันได้แก่ การนอนในเต็นท์ การประกอบอาหารค่าย การดูแลรักษาความสะอาด โดยจะต้องจัดแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม มีหัวหน้า รองหัวหน้า ให้ร่วมกันวางแผนทำงานร่วมกัน การที่จัดกิจกรรมแบบนี้จะทำให้นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ถึงความยากลำบาก ความอดทน ความเข้าใจ ระหว่างเพื่อนและครู หรือพี่เลี้ยง จากประสบการณ์เหล่านี้ นักเรียนจะได้รับในระหว่างทำกิจกรรมร่วมกันและนักเรียนจะได้รับประสบการณ์ที่คุ้มค่ากับเวลาที่ใช้ไป

3) กิจกรรมนันทนาการ

ค่ายวิทยาศาสตร์ ควรจัดกิจกรรมประเภทเบาสบาย ให้นักเรียนได้พักผ่อน หย่อนใจนอกเหนือจากกิจกรรมทางวิชาการ อันได้แก่ การเล่นเกม เล่นกีฬา และค่ายวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย น่าจะฟื้นฟูกีฬาของไทยหรืออาจเป็นกีฬาที่น่าสนใจที่เด็ก ๆ ยุคปัจจุบันอาจไม่เคยเล่น ตลอดจนกิจกรรมกีฬาของคนไทย หรืออาจเป็นกีฬาที่เหมาะสมกับบริเวณที่ตั้งค่าย สำหรับค่ายวิทยาศาสตร์ของไทย อาจให้เล่นกีฬาไทย เช่น ตะกร้อ สะบ้าเล่นเตย ไม้หึ่ง เป็นต้น ซึ่งต้องแสวงหาผู้รู้ทางด้านกีฬาไทยมาช่วยคิด

ฤทัย จงสฤษดิ์ (2551) กล่าวว่า ค่ายวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย สามารถแบ่งตามลักษณะวิธีการและวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมได้ 3 ประเภท ได้แก่

1) ค่ายสร้างความตระหนักทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กิจกรรมค่ายสร้างความตระหนักทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะจัดกิจกรรมเพื่อจุดประกายเปิดโลกทัศน์และพัฒนากระบวนการคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน โดยมีรูปแบบและแนวทางกิจกรรมค่ายประเภทนี้ เช่น

- แนวทางกิจกรรมเพื่อจุดประกายให้เยาวชนมีความตระหนัก และมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญ เห็นถึงแนวทางการทำงานและการใช้ประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมและถูกต้อง

- แนวทางกิจกรรมเยาวชนได้พัฒนาความคิดทักษะทางวิทยาศาสตร์ ความคิดที่เป็นระบบ การแสวงหาความรู้ใหม่ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

- แนวทางกิจกรรมที่ทำให้เยาวชนได้กล้าแสดงออกในสิ่งที่ถูกต้อง มีการใช้เหตุผล การทำงานเป็นทีม และการใช้ชีวิตอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข

2) ค่ายส่งเสริมการเรียนรู้เฉพาะทาง

ค่ายเรียนรู้เฉพาะทางเป็นการตอบสนองความสนใจของเยาวชนในหัวข้อเฉพาะทาง ซึ่งมีข้อดีที่ผู้จัดก็จะเน้นในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยเฉพาะผู้เข้าร่วมกิจกรรมก็กระตือรือร้นและสนุกกับการเรียนรู้ได้ดีมากขึ้นเพราะสนใจในเรื่องดังกล่าวอยู่แล้ว

หลักการออกแบบค่ายเฉพาะทางส่วนใหญ่ คือ การกำหนดกลุ่มเป้าหมายให้ชัดเจนเพื่อจะสามารถออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องและเหมาะสมกับนักเรียนได้ เช่น

- ระดับความรู้พื้นฐานของนักเรียน ซึ่งในกิจกรรมเรื่องเดียวกันนี้ สามารถจัดให้เป็นค่ายระดับพื้นฐาน ระดับลึกซึ้งและเข้มข้นได้ แล้วแต่ระดับความรู้ของนักเรียน

- ความสนใจของนักเรียน เช่น นักเรียนบางกลุ่มสนใจเกี่ยวกับนิเวศวิทยา บางกลุ่มสนใจด้านเคมี บางกลุ่มสนใจคณิตศาสตร์ เป็นต้น

3) ค่ายส่งเสริมและพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบ่งเป็น 4 ระยะด้วยกัน คือ

- ระยะที่ 1 ยุคบุกเบิก ในปี พ.ศ. 2527 ได้เริ่มโครงการพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) เพื่อผลิตผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และได้มีการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชนในโครงการ ซึ่งได้รับคัดเลือกไว้แล้วมารู้จักกัน ทำกิจกรรมกลุ่มด้วยกัน ในช่วงหลังได้มีการพัฒนาให้มีการนำเสนอผลงานโครงงานวิทยาศาสตร์หรืองานวิจัยร่วมกันอีกด้วย

- ระยะที่ 2 ยุคเริ่มต้นการหาพี่เลี้ยงให้กับเด็กเก่ง ในปี พ.ศ. 2540 สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติร่วมกับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยได้เริ่มโครงการพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับเด็กและเยาวชน เพื่อคัดเลือกเด็กที่มีศักยภาพทางวิทยาศาสตร์มาเข้าทำงานวิจัยร่วมกับนักวิทยาศาสตร์พี่เลี้ยง และหากผู้ใดที่ได้รับการประเมินว่าเป็นผู้ที่มีศักยภาพสูงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก็จะได้รับสนับสนุนทุนวิจัยและทุนการศึกษาต่อเนื่องจนถึงปริญญาเอก

- ระยะที่ 3 ยุคการสร้างมาตรฐานและขยายโอกาสสำหรับเด็กเก่ง ในปี พ.ศ. 2543 มีการจัดตั้งโครงการ สอวน. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั่วประเทศที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีโอกาสได้รับการพัฒนาศักยภาพตามความถนัดทั้งในด้านทฤษฎีและทักษะด้านปฏิบัติ ให้สามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์ปัญหาที่ซับซ้อนและมีความพร้อมที่จะเข้ารับการคัดเลือกเป็นตัวแทนไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศ

- ระยะที่ 4 ยุคสร้างแหล่งการเรียนรู้ตามความชอบและถนัด ในปี พ.ศ. 2548 มีการจัดตั้งโครงการค่ายวิทยาศาสตร์ถาวร เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษและผู้มีอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ปัจจุบันเปลี่ยนชื่อเป็น บ้านวิทยาศาสตร์สิรินธร) โดยมีการจัดกิจกรรมค่ายที่หลากหลายและตอบสนองความสนใจของเยาวชนมากยิ่งขึ้น

ศิริรัตน์ เจริญใจ (2555) กล่าวว่า กิจกรรมที่จัดขึ้นในค่ายวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1) กิจกรรมด้านวิชาการ เป็นกิจกรรมที่เสริมขึ้นจากหลักสูตรปกติ เป็นกิจกรรมที่มีคุณค่าแก่ผู้เรียน เป็นกิจกรรมที่ไม่สามารถจัดได้ หรือจัดได้ยากในภาคเรียนปกติ การมาอยู่ค่ายจึงเป็นโอกาสที่จะทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ที่แปลกใหม่และได้รับประโยชน์จากการเข้าค่ายอย่างเต็มที่ โดยมีกิจกรรมหลายรูปแบบ เช่น การศึกษาดูงานหน่วยงาน สถานที่ต่าง ๆ การศึกษาและสำรวจสภาพธรรมชาติ การบรรยายทางวิชาการ กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ การฝึกงานทางวิทยาศาสตร์

2) กิจกรรมด้านนันทนาการ เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อความสนุกสนาน คลายความเครียด ส่งเสริมการแสดงออก ความสามัคคีและความเป็นผู้นำ กิจกรรมนันทนาการในค่ายวิทยาศาสตร์ มักจะเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมและสัมพันธ์กับการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย ได้แก่ กิจกรรมออกกำลังกายในภาคเช้าหรือตอนเย็น เกม การร้องเพลง การถาม-ตอบ ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ภาพยนตร์หรือวีดิทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษารูปแบบของค่ายวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า รูปแบบของค่ายวิทยาศาสตร์นั้นขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของค่ายวิทยาศาสตร์ โดยกิจกรรมที่จัดขึ้นต้องประกอบด้วย กิจกรรมด้านวิชาการและนันทนาการ ซึ่งปริมาณของกิจกรรม 2 ส่วนนี้ต้องเหมาะสมกับจุดประสงค์ของค่าย เช่น ค่ายอัจฉริยภาพวิทยาศาสตร์ กิจกรรมด้านวิชาการจะมีปริมาณมาก ส่วนกิจกรรมด้านนันทนาการจะน้อย ค่ายฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมด้านวิชาการจะมีปริมาณใกล้เคียงกับนันทนาการ เป็นต้น ทั้งนี้เราสามารถผสมผสานกิจกรรมวิชาการและนันทนาการขึ้นได้ เกิดเป็นกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่แฝงไปด้วยความสนุกได้

3.4 การจัดทำรูปแบบการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์

ฤทัย จงสฤษดิ์ (2551) กล่าวว่า รูปแบบการจัดค่ายวิทยาศาสตร์จะประกอบไปด้วย รายละเอียดกิจกรรมแต่ละช่วงเวลา จัดที่ใด และบางรายการจะระบุผู้รับผิดชอบในกิจกรรมด้วย เทคนิคในการจัดทำรูปแบบการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ คือ

1) การเรียงลำดับก่อน-หลังของกิจกรรมในค่ายวิทยาศาสตร์ เช่น กิจกรรมใดที่ควรจัดเป็นอันดับต้น ๆ เพื่อจะได้เป็นการจุดประกายหรือให้ความรู้พื้นฐานก่อน กิจกรรมฝึกปฏิบัติ อยู่ช่วงกลางของค่ายและกิจกรรมประกวดแข่งขันและนำเสนอผลงานจะอยู่ช่วงท้ายของกิจกรรมค่าย

2) ระยะเวลาของกิจกรรม โดยดูความเหมาะสม ความพร้อม และระดับความรู้พื้นฐานของเด็กและเยาวชนที่มาเข้าค่าย

3) บรรยายกาของแต่ละช่วงเวลา เช่น กิจกรรมในช่วงเช้าควรมีการออกกำลังกายเป็นกิจกรรมบรรยายให้ความรู้ก่อนเพราะเด็กและเยาวชนกำลังสดชื่นรับวันใหม่ กิจกรรมหลังรับประทานอาหารกลางวันควรเป็นกิจกรรมที่เน้นให้เด็กได้ลงมือมากกว่านั่งฟังอย่างเดียว เพราะเด็กและเยาวชนเพิ่งรับประทานอาหารมาอาจจะง่วงและหลับได้ง่าย กิจกรรมที่ควรเริ่มในช่วงเย็นควรเป็นกิจกรรมสบาย ๆ ไม่หนักเกินไป เพราะเด็กอาจเหนื่อยล้ากับกิจกรรมมาทั้งวันแล้ว

4) กิจกรรมไม่ควรแน่นหรือน้อยจนเกินไป เพราะถ้าแน่นเกินไป เด็กและเยาวชนจะเหนื่อย และเรียนรู้ไม่ทันได้ และถ้าน้อยเกินไปก็จะรู้สึกเบื่อได้ง่ายเช่นกัน

จากการศึกษาการจัดทำรูปแบบการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการจัดค่ายที่ดีต้องมีความละเอียด และสอดคล้องกับจุดประสงค์ของค่าย และต้องเป็นรูปแบบการจัดที่สามารถรักษาสรรยากาศของค่ายเอาไว้ได้ กล่าวคือ ถ้าเป็นค่ายวิชาการ ต้องมีรูปแบบการจัดที่ไม่ทิ้งช่วงกิจกรรมวิชาการมากเกินไป ซึ่งอาจทำให้ผู้ร่วมเบื่อหน่าย และอารมณ์ร่วมน้อย เป็นต้น

3.5 กระบวนการและขั้นตอนการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์

พงษ์ หาญยุทธนาการ (2546) กล่าวว่า หากใครสักคนต้องการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ สิ่งแรกสุดที่ต้องพิจารณา คือ วัตถุประสงค์ของการจัดค่าย ซึ่งเปรียบเสมือนตัวกำหนดกลุ่มคนเป้าหมายที่จะมาเข้าค่าย จำนวนคน รูปแบบของค่าย และกิจกรรมต่าง ๆ ภายในค่ายนั้น ๆ แต่ส่วนสำคัญที่สุดในการจัดทำค่ายวิทยาศาสตร์อยู่ที่การหาวิทยากรและกิจกรรมที่เหมาะสมเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยวิทยากรต้องมีความรู้ในเชิงวิทยาศาสตร์และมีเทคนิคที่สามารถอธิบายให้ผู้เข้าค่ายเข้าใจได้ มีลูกเล่นในการชักนำให้ผู้เข้าค่ายเกิดการเรียนรู้ ในขณะเดียวกัน กิจกรรมที่เลือกจะต้องเป็นกิจกรรมที่สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของการจัดค่าย กิจกรรมหนึ่ง ๆ อาจทำให้ผู้เรียนมีการพัฒนาศักยภาพมากกว่าหนึ่งด้านก็ได้ เช่น กิจกรรมประดิษฐ์ เน้นการเสริมสร้างจินตนาการการใช้ประสบการณ์ที่เรียนรู้มาในการแก้ปัญหา การวิเคราะห์และอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่ม กิจกรรมที่ดีไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ราคาแพง ควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมที่ต้องใช้เครื่องมือระดับสูงที่ทำให้การจัดการยุ่งยาก แต่ควรเน้นเรื่องการใช้จินตนาการและความคิดเป็นหลักหรือเป็นกิจกรรมที่ผู้เข้าค่ายสามารถนำไปปฏิบัติและพัฒนาได้ด้วยตัวเองได้หลังจากจบค่ายแล้วอันจะส่งผลในการส่งเสริมพัฒนาการของผู้เข้าค่ายได้อย่างแท้จริง

ฤทธิ์ จงสุษดี (2551) กล่าวว่า ขั้นตอนและกระบวนการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ แบ่งเนื้อหาเป็น 5 ส่วนดังนี้

ขั้นที่ 1 วางแผนโครงการค่าย ว่าเราจะจัดค่ายเพื่อวัตถุประสงค์ใด กลุ่มเป้าหมายคือใคร และจำนวนคนเข้าค่ายเท่าไร จัดกิจกรรมที่ใดบ้าง หน่วยงานใด และมีใครบ้างที่จะมีส่วนร่วม แหล่งจัดสรรและจำนวนงบประมาณเท่าใด และมีแผนดำเนินการอย่างไร

ขั้นที่ 2 การเตรียมการค่าย เช่น การประสานงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น กิจกรรมวิชาการ อุปกรณ์ เตรียมสถานที่ จัดเมนูอาหาร ประชุมคณะทำงาน เอกสารประกอบค่ายวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 3 การลงมือจัดค่าย เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากที่นักเรียนจะได้เข้าร่วมกิจกรรมค่ายโดย ที่มีคณะทำงาน วิทยากร หรืออาจารย์ลงมือจัดค่ายตามกิจกรรมที่ได้วางแผนไว้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบและประเมินผลลัพธ์ของค่าย จากการประเมินจากข้อสังเกตหรือความคิดเห็นจากทั้งวิทยากร ผู้จัดกิจกรรม และจากนักเรียนที่มาเข้าค่าย

ขั้นที่ 5 ประมวลผลและปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปพัฒนาค่ายให้ดียิ่ง ๆ ขึ้นไป

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนและกระบวนการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ของ ฤทธิ์ จงสุษดี (2551) เนื่องจากมีขั้นตอนที่ชัดเจน เข้าใจได้ง่าย และครบถ้วนสมบูรณ์ ได้แก่ 1) วางแผนโครงการค่าย 2) การเตรียมการค่าย 3) การลงมือจัดค่าย 4) ตรวจสอบและประเมินผลลัพธ์ของค่าย และ 5) ประมวลผลและปรับปรุงแก้ไข

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับค่ายวิทยาศาสตร์

บุญเลี้ยง จอดนอก (2549) ได้ทำการศึกษา เรื่อง ผลการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนช่วงระดับที่ 2 โดยทำการวิจัยกับกลุ่มเป้าหมาย นักเรียนช่วงระดับที่ 2 โรงเรียนบ้านขุนนกเขียน จำนวน 23 คน ซึ่งผลการศึกษาพบว่า (1) นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ปกติระดับต้องถินคิดเป็นร้อยละ 91.30 ของนักเรียนทั้งหมด (2) เจตคติของนักเรียนก่อนเข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางโดยมีเจตคติ ($\bar{X}$ =2.90) และพบว่าหลังเข้าค่ายวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.30)

ปิยนุช สารสิทธิยศ (2550) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง การศึกษาและสำรวจสภาพแวดล้อมระบบนิเวศวิทยา สำหรับนักเรียนช่วงระดับที่ 3 โดยทำการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนนารีนรัตน์จังหวัดแพร่ จำนวน 20 คน ผลการศึกษาพบว่า (1) ชุดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมในระดับที่มากที่สุด (2) พฤติกรรมการมีส่วนร่วมโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (3) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังใช้ชุดกิจกรรมสะสมเต็มศึกษาโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และ (4) ความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์หลังการใช้ชุดกิจกรรมโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

สิริศักดิ์ นิลเกตุ (2550) ได้ทำการศึกษา เรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดเห็นของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ โดยทำการวิจัย กับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนธรรมาสนุสรณ์ที่มีความสนใจและต้องการพัฒนาทักษะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 48 คน เข้าร่วมโครงการเกิดการพัฒนาองค์ความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดเห็นต่อการเข้าร่วมกิจกรรมวิทยาศาสตร์เป็นเวลา 2 คืน 3 วัน ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูวัว อำเภอหนองคาย จังหวัดหนองคาย ซึ่งมีผลการศึกษาดังนี้ (1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังการเข้าร่วมกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีนักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 46 คน หรือร้อยละ 95.83 (2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังการเข้าร่วมกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีนักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 25 คน หรือร้อยละ 52.08

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า กิจกรรมที่จัดขึ้นภายในค่ายวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความสามารถ ทักษะหรือเจตคติของผู้เรียนได้ ซึ่งค่ายวิทยาศาสตร์เป็นการเปลี่ยนสถานที่หรือเปลี่ยนบรรยากาศในการทำกิจกรรมให้เอื้อต่อการทำกิจกรรมที่เน้นการปฏิบัติ ทำให้ความสามารถและทักษะถูกพัฒนา ทั้งนี้บรรยากาศในค่ายวิทยาศาสตร์มีความสนุกสนานเป็นมิตรและอบอุ่น โดยสังเกตจากคะแนนเฉลี่ยหลังได้เข้าร่วมค่ายวิทยาศาสตร์

4. ชุดกิจกรรม

4.1 ความหมายชุดกิจกรรม

จุฑามาศ แสงพรหม (2556) กล่าวว่า ชุดกิจกรรม คือ การนำเอาสื่อประสมที่มีการวางแผนการผลิตอย่างเป็นระบบ และมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย เพื่อถ่ายทอดความรู้ประสบการณ์แก่นักเรียน ช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

อรอนงค์ ฟ้าคนอง (2549) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมสะสมเต็มศึกษา คือ การนำสื่อการเรียนการสอนหลากหลายมารวบรวมไว้เป็นชุด จัดสื่อไว้เป็นระบบเพื่อประกอบในการเรียนและสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกเรียนในเรื่องที่ตนเองสนใจ และได้ศึกษาค้นคว้า ทดลองและลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริงโดยไม่ต้องเสียเวลารอคอยเพื่อนคนอื่น เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

ศิริภา อธิสุวรรณศิลป์ (2548) กล่าวว่า ชุดกิจกรรม หมายถึง สื่อการสอนที่ครูสร้างขึ้นประกอบด้วยสื่อวัสดุอุปกรณ์หลายชนิดประกอบเข้ากันเป็นชุด เพื่อเกิดความสะดวกต่อการใช้ในการเรียนการสอน และทำให้การเรียนการสอนบรรลุผลตามเป้าหมายของการเรียนรู้ ทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของชุดกิจกรรมสามารถสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรม คือ ชุดสื่อที่เกิดจากการรวบรวมกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ที่หลากหลายอย่างมีระบบ สะดวกต่อการนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา และส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ทั้งนี้เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านเจตคติ พร้อมทั้งเป็นการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย

4.2 การสร้างชุดกิจกรรม

อัฐวุฒิ คำแสน (2554) กล่าวว่า จากข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างชุดกิจกรรม จึงสามารถสรุปได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นแรกขั้นสร้างชุดกิจกรรม เริ่มด้วยการศึกษาและกำหนดวัตถุประสงค์ของกิจกรรม เพื่อนำไปสู่ออกแบบ เนื้อหาและกิจกรรมให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียน ขั้นที่สองการนำไปทดลองใช้ เป็นการนำชุดกิจกรรมไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมและขั้นที่สามการนำชุดกิจกรรมไปใช้ เป็นการนำชุดกิจกรรมที่แก้ไขจนมีประสิทธิภาพตามที่กำหนดไว้

แล้วไปใช้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยมีการวัดและการประเมินผล

อรอนงค์ ฟ้าคะนอง (2549) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาดังนี้

1. ชื่อชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา
2. กำหนดความคิดรวบยอดหลักและหลักการ
3. กำหนดวัตถุประสงค์
4. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน
5. กำหนดแบบประเมินผล
6. เลือกและผลิตสื่อการสอน
- 7.หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา
8. นำชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปทดลองใช้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, มกราคม-มิถุนายน) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดหมวดหมู่ เนื้อหาประสบการณ์ อาจจะกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการ ตามความเหมาะสม
2. กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอน โดยประมาณเนื้อหาวิชาที่จะให้ครูถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง
3. กำหนดหัวข้อเรื่อง ผู้สอนจะต้องถามตนเองว่าในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์ออกมาเป็น 4-6 หัวเรื่อง
4. กำหนดความคิดรวบยอดหลักและหลักการจะต้องให้สอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปรวมแนวคิดสาระและหลักเกณฑ์สำคัญไว้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาที่สอนให้สอดคล้องกัน
5. กำหนดวัตถุประสงค์ ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง เป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อนแล้วเปลี่ยนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไขและเกณฑ์พฤติกรรมไว้ทุกครั้ง
6. กำหนดกิจกรรมการเรียน ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็นแนวทางในการเลือกและการผลิตสื่อการสอน กิจกรรมการเรียน หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่านบัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เขียนภาพทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เล่นเกม ฯลฯ

7. กำหนดแบบประเมินผล ต้องออกแบบการประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยการสอบแบบอิงเกณฑ์ (การวัดผลที่ยึดเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ โดยไม่มีการนำไปเปรียบเทียบกับคนอื่น) เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้วผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ครูใช้ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้วก็จัดการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ เรียกว่า ชุดกิจกรรมสะสมเต็มศึกษา

9. หาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมสะสมเต็มศึกษา เพื่อเป็นการประกันว่าชุดกิจกรรมสะสมเต็มศึกษาที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้นล่วงหน้าโดยยึดถึงหลักการที่ว่า การเรียนรู้เป็นการช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมผู้เรียนบรรลุผล

10. การใช้ชุดกิจกรรมสะสมเต็มศึกษา ชุดกิจกรรมสะสมเต็มศึกษาที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้แล้ว สามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดกิจกรรมสะสมเต็มศึกษาและระดับการศึกษา

จากการศึกษาการสร้างชุดกิจกรรม สามารถแบ่งขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นสร้างชุดกิจกรรม

1.1) การศึกษาข้อมูล

1.2) กำหนดหมวดหมู่ของชุดกิจกรรมในส่วนของเนื้อหา เช่น แบบบูรณาการหรือแบบสหวิทยาการ เป็นต้น

1.3) แบ่งหัวเรื่องของชุดกิจกรรมตามเนื้อหาสาระที่ต้องการให้เหมาะสมและสอดคล้องกัน

1.4) กำหนดชื่อเรื่องของชุดกิจกรรม

1.5) กำหนดความคิดรวบยอดและหลักการให้สอดคล้องกับชื่อเรื่อง

1.6) กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับชื่อเรื่อง

1.7) ออกแบบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับชื่อเรื่องและวัตถุประสงค์

1.8) กำหนดแบบประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยการสอบแบบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้วผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

1.9) เลือกและผลิตสื่อการเรียนการสอน แล้วจัดให้เป็นหมวดหมู่ตามหัวเรื่องของ ชุดกิจกรรมให้เรียบร้อย

2) นำชุดกิจกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจคุณภาพของของกิจกรรม

3) การทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม ซึ่งจะเป็นการประกันว่า ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมานั้นมีประสิทธิภาพในการสอน

4) การนำชุดกิจกรรมไปใช้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยมีการวัดและประเมินผล

4.3 ความสำคัญของชุดกิจกรรม

ศิริพร รัตนโกสินทร์ (2546) ชุดกิจกรรมมีความสำคัญในด้านการถ่ายทอดความรู้ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนเอง ฝึกให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องรอรับความรู้จากครูเท่านั้น ซึ่งครูจะมีบทบาทเป็นอำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรม ให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนมีปัญหาในการปฏิบัติกิจกรรม อีกทั้งชุดกิจกรรมยังทำให้ผู้เรียนได้ แสดงความคิดเห็น ลงมือปฏิบัติคิด และตัดสินใจด้วยตนเอง

4.4 ประเภทของชุดกิจกรรม

บุญเกื้อ ครอบหาเวช (2542) ได้ระบุว่า ชุดการสอนที่ใช้กันอยู่ แบ่งออก 3 ประเภท คือ

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยาย : เป็นชุดการสอนสำหรับผู้สอนจะใช้สอน ผู้เรียนเป็นกลุ่มใหญ่หรือเป็นการสอนที่ต้องการปูพื้นฐานให้ผู้เรียนส่วนใหญ่รู้และเข้าใจในเวลา เดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชุดการสอนแบบนี้จะช่วยให้ผู้สอนลดการพูด ให้น้อยลงและใช้สื่อการสอนที่มีพร้อมอยู่ในชุดการสอน ในการเสนอเนื้อหามากขึ้น สื่อที่ใช้ อาจ ได้แก่ รูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ สไลด์ ฟิล์มสตริป ภาพยนตร์ เทปบันทึกเสียงหรือกิจกรรมที่ กำหนดไว้ เป็นต้น ข้อสำคัญก็คือสื่อที่จะนำมาใช้นี้จะต้องให้ผู้เรียนได้เห็นอย่างชัดเจนทุกคน ชุดการสอนชนิดนี้บางคนอาจจะเรียกว่า ชุดการสอนสำหรับครู

2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม : เป็นชุดการสอนสำหรับผู้เรียนเรียนร่วมกันเป็น กลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 5-7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุดการสอนแต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะ ในเนื้อหาวิชาที่เรียนและให้ผู้เรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน ชุดการสอนชนิดนี้มักจะใช้ในการสอน แบบกิจกรรมกลุ่ม เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียนการสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

3. ชุดการสอนแบบรายบุคคลหรือชุดการสอนตามเอกัตภาพ : เป็นชุดการสอน สำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือ ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความสามารถและ

ความสนใจของตนเอง อาจจะเรียนที่โรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ ส่วนมากมักจะมุ่งให้ผู้เรียนได้ทำ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนเพิ่มเติม ผู้เรียนสามารถจะประเมินผลการเรียนด้วยตนเองได้ ชุดการสอนชนิดนี้อาจจะจัดในลักษณะของหน่วยการสอนหรือโมดูลก็ได้

4.5 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

บุญเกิด คอระหาเวช (2542) ได้ระบุว่า องค์ประกอบที่สำคัญๆ ภายในชุดการสอน สามารถจำแนกออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน คือ

1. คู่มือครู : เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับผู้สอนหรือผู้เรียนตามแต่ชนิดของ ชุดการสอนภายในคู่มือจะชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดการสอนเอาไว้อย่างละเอียด อาจจะทำเป็นเล่มหรือ แผ่นพับก็ได้

2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ : จะเป็นส่วนที่บอกให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนหรือ ประกอบกิจกรรมแต่ละอย่าง ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บัตรคำสั่งจะมีอยู่ในชุดการสอนแบบกลุ่ม และรายบุคคล ซึ่งจะประกอบด้วย คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา คำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรม และการสรุปบทเรียน

3. เนื้อหาสาระและสื่อ : จะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่าง ๆ อาจจะ ประกอบด้วย บทเรียนโปรแกรม สไลด์ เทปบันทึกเสียง फिल्मสตริป แผ่นภาพโปร่งใส วัสดุกราฟ ฟลิคส์ หุ่นจำลอง ของตัวอย่าง รูปภาพ เป็นต้น ผู้เรียนจะศึกษาสื่อการสอนต่าง ๆ ที่บรรจุอยู่ใน ชุดการสอนตามบัตรคำที่กำหนดไว้ให้

4. แบบประเมินผล : ผู้เรียนจะทำการประเมินผลความรู้ด้วยตนเองก่อนและหลัง เรียนแบบประเมินผลที่อยู่ในชุดการสอนอาจจะเป็นแบบฝึกหัดให้เติมคำในช่องว่างหรือคำตอบที่ ถูกต้อง จับคู่ คูณผลจากการทดลอง หรือ ทำกิจกรรม เป็นต้น

สุกิจ ศรีพรหม (2541, กันยายน) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของชุดกิจกรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบ 7 อย่างคือ

1. เนื้อหาหรือมโนทัศน์ที่ต้องการให้ผู้เรียนศึกษา (Concept Focus) ชุดกิจกรรม ชุดหนึ่งควรจะเน้นให้ผู้เรียนศึกษาเพียงมโนทัศน์หลักเรื่องเดียว

2. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behaviorally Stated Objective) เป็นสิ่งที่สำคัญ ที่สุดที่จะทำให้ชุดกิจกรรมนั้น ประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว เป็นข้อความที่ระบุถึงพฤติกรรมที่ คาดว่าจะให้เกิดขึ้นหลังการเรียนรู้ ควรระบุชัดเจนให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งเพราะ วัตถุประสงค์นี้เป็นแนวทางในการทำกิจกรรมเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์

3. มีกิจกรรมให้เลือกหลายๆ อย่าง (Multiple-active Methodologies) คือ รายละเอียดของกิจกรรมที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติ เช่น ทำงานกลุ่มทำการทดลองหรือใช้สื่อการเรียนรู้ชนิดต่าง ๆ การที่มีกิจกรรมให้นักเรียนเลือกปฏิบัติหลายๆ ทางมาจากความเชื่อที่ว่า ไม่มีวิธีใดวิธีหนึ่งจะเหมาะสมที่สุดกับนักเรียนทุกคน

4. วัสดุประกอบการเรียน (Diversified Learning Resources) จากกิจกรรมให้เลือกหลายทางนั้นจำเป็นต้องมีวัสดุประกอบการเรียนหลายอย่าง เช่น แผนภูมิภาพ หุ่นจำลอง เทปบันทึกเสียง เป็นต้น วัสดุหรือสื่อการเรียนเป็นแหล่งที่จะช่วยให้นักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์และเกิดการเรียนรู้ในทัศนที่กำหนดให้

5. แบบทดสอบ (Evaluation Instrument) ในการประเมินผลดูว่านักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้จากการสอนมากน้อยเพียงใด แบบทดสอบที่ใช้มี 3 ลักษณะ

1) แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)

2) แบบทดสอบตนเอง (Self-test)

3) แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test)

6. กิจกรรมสำรวจหรือกิจกรรมเพิ่มเติม (Breadth and Depth Activities) หลังจากให้นักเรียนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วอาจทำกิจกรรมที่เสนอแนะเพิ่มเติมตามความสนใจ

7. คำชี้แจงวิธีใช้ชุดกิจกรรม (instruction) เนื่องจากชุดกิจกรรมที่ผลิตขึ้นเพื่อให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง คำชี้แจงวิธีใช้ชุดกิจกรรมจึงจำเป็นต้องบอกรายละเอียดของวิธีใช้ชุดกิจกรรมทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจและเรียนได้ด้วยตนเอง

จากการศึกษาองค์ประกอบของชุดกิจกรรม สามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบของชุดกิจกรรมประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

1) คู่มือการใช้ชุดกิจกรรม : เปรียบเสมือนแผนการสอนที่มีการระบุการใช้ชุดกิจกรรมอย่างชัดเจน

2) บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ : เป็นส่วนที่บอกถึงขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม ตามหัวข้อหรือคำสั่งที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรม

3) เนื้อหาสาระและสื่อ : จะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่าง ๆ เช่น สไลด์ หุ่นจำลอง เป็นต้น

4) กิจกรรมสำรวจหรือกิจกรรมเพิ่มเติม : หลังจากที่ได้ผู้เรียนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วอาจทำกิจกรรมที่เสนอแนะเพิ่มเติมตามความสนใจได้

5) แบบประเมินผล : ในการประเมินผลว่าผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากน้อยเพียงใด อาจใช้แบบทดสอบที่มี 3 ลักษณะ คือ แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบตนเอง และแบบทดสอบหลังเรียน

4.6 ประโยชน์ของการสร้างชุดกิจกรรม

บุญเกิด ครอบหาเวช (2542) ได้ระบุประโยชน์ของชุดการสอนไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมการเรียนรู้แบบรายบุคคล ผู้เรียนได้ตามความสามารถ ความสนใจ ตามเวลาและโอกาสที่เหมาะสมของแต่ละคน
2. ช่วยจัดปัญหาการขาดแคลนครู เพราะชุดการสอนช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองหรือต้องการความช่วยเหลือจากผู้สอนเพียงเล็กน้อย
3. ช่วยในการศึกษานอกระบบโรงเรียน เพราะผู้เรียนสามารถนำเอาชุดการสอนไปใช้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา
4. ช่วยลดภาระและช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ครู เพราะชุดการสอนผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถนำไปใช้ได้ทันที
5. ช่วยให้ครูวัดผลผู้เรียนได้ตรงตามความมุ่งหมาย
6. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
7. ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ
8. ช่วยฝึกให้ผู้เรียนรู้จักเคารพ นับถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น

สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมจะช่วยลดภาระ สร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ครู ทำให้ครูสามารถวัดผลได้ตรงตามความมุ่งหมาย พร้อมทั้งช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่ รู้จักเคารพ นับถือความคิดของผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบในการเรียนรู้ รู้จักทำงานร่วมกันกับผู้อื่น และการเรียนด้วยชุดกิจกรรมจะส่งเสริมการเรียนรู้แบบรายบุคคล ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถ ความสนใจ ตามเวลาและสถานที่ที่เหมาะสมของแต่ละคน และสามารถวัดผลตัวเองได้อยู่สม่ำเสมอ เป็นการสร้างแรงจูงใจด้วย

4.7 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, มกราคม-มิถุนายน) การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ กระทำได้โดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือพฤติกรรมต่อเนื่อง(กระบวนการ) กำหนดค่าเป็น E_1 = Efficiency of Process (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรม เช่น การทำโครงงาน ทำรายงาน เป็นต้น และพฤติกรรมสุดท้าย(ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_2 = Efficiency of Product (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนหรือทำกิจกรรม

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพจะถูกกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ร้อยละของผลเฉลี่ยคะแนนของการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหรือทดสอบหลังเรียนทั้งหมด เป็น E_1/E_2 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การจะกำหนดค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เป็นเท่าใดนั้น ให้ผู้สร้างชุดกิจกรรมเป็นผู้กำหนดและพิจารณาตามความพอใจ ซึ่งจะพิจารณาจากพิสัยการเรียนรู้ โดยด้านวิทย์พิสัย (cognitive Domain) เนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไว้สูง โดยอาจสูงถึง 90/90 ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Skill Domain) มักจะตั้งเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่สูง เพราะจะต้องใช้เวลาฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่ยังเรียน

4.8 การหาประสิทธิภาพชุดการสอน

บุญชม ศรีสะอาด (2546) กล่าวว่า การสร้างชุดการสอนก่อนที่จะนำไปใช้จริงควรจะมีการทดลองแก้ไขปรับปรุงให้ได้มาตรฐานเสียก่อน เพื่อให้ได้ทราบว่าชุดการสอนนั้นมีคุณภาพเพียงใด มีสิ่งใดบกพร่องอยู่โดยการนำชุดการสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างประชากรที่มีอยู่จริงในการหาประสิทธิภาพชุดการสอนนั้น เราจะถือหลักการศึกษาแบบสมรรถฐาน คือ ถือเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 เช่นเดียวกับการหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมและบทเรียนโมดูล ดังนั้น สูตรที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพชุดการสอน ก็คือ

$$E_1 = \frac{\Sigma x}{N} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\Sigma x}{N} \times 100$$

E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดการสอน คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดและ/หรือการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวผู้เรียนหลังจากการเรียนรู้ชุดการสอนนั้น) คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบสอบหลังเรียนและ/หรือการประกอบกิจกรรมหลังเรียน

ΣX = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้

ΣF = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทดสอบหลังการทำกิจกรรมหลังเรียน

N = จำนวนผู้เรียน

A = คะแนนเต็มแบบฝึกหัดและ/หรือกิจกรรมการเรียนรู้

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียนและ/หรือกิจกรรมหลังเรียน

หากผู้เรียนได้คะแนนไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้จะต้องแก้ไขปรับปรุงชุดการสอนนั้น แล้วหาประสิทธิภาพนั้นใหม่อีกครั้งหนึ่ง ถ้ายังได้ผลต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ก็ต้องปรับปรุงแก้ไขอีกจนกว่าจะได้ผลตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้กล่าวมาเป็นการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน ถ้าจะนำผลจากการเรียนด้วยชุดการสอนไปเปรียบเทียบกับผลจากการเรียนด้วยวิธีอื่น จะต้องใช้แบบประเมินชุดเดียวกันในทุกวิธีที่นำมาเปรียบเทียบจากแนวทางการหาประสิทธิภาพข้างต้น

4.9 คุณภาพของชุดกิจกรรม

สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ และสุภาภรณ์ ศิริโสภณา (2554) ได้พิจารณาคุณภาพของชุดกิจกรรมจากลักษณะของรูปแบบชุดกิจกรรม การจัดทำภาพประกอบ เนื้อหาสาระ การใช้ภาษา สื่อประกอบกิจกรรมและประโยชน์ของชุดกิจกรรม ซึ่งมีลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (5-point rating scale) โดยกำหนดระดับความเห็นเป็น 5 4 3 2 1 คะแนน หมายถึง ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง ตามลำดับ โดยนำน้ำหนักคะแนนที่ได้จากการประเมินหาค่าเฉลี่ยและแปลความหมายของข้อมูลได้ดังนี้

ดีมาก	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 คะแนน
ดี	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 คะแนน
ปานกลาง	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 คะแนน
พอใช้	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 คะแนน
ควรปรับปรุง	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.00 – 1.50 คะแนน

สนอง ทองปาน (2016a) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมว่าเป็นการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งมีเนื้อหาการประเมินแบ่งออกเป็น 5 ด้าน คือ 1) ด้านเนื้อหา 2) การใช้ภาษา 3) กิจกรรมการเรียนรู้ 4) ภาพประกอบ และ 5) แบบฝึกหัดหลังเรียน โดยวัดจากแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์ประเมินดังนี้

ดีมาก	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 คะแนน
ดี	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 คะแนน
ปานกลาง	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 คะแนน
ต่ำ	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 คะแนน
ต่ำมาก	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.00 – 1.50 คะแนน

จากการศึกษาคุณภาพชุดกิจกรรมสามารถสรุปได้ว่า คุณภาพของชุดกิจกรรมได้มาจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญผ่านแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยครอบคลุมลักษณะของรูปแบบชุดกิจกรรม การจัดทำภาพประกอบ เนื้อหาสาระ การใช้ภาษา สื่อประกอบกิจกรรมและประโยชน์ของชุดกิจกรรม ซึ่งในการวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายของข้อมูลของสุรศักดิ์ ละลอกน้ำ และสุภาภรณ์ ศิริโสภณา (2554) ในการแปลความหมายคุณภาพของชุดกิจกรรมในงานวิจัยนี้

4.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม

อัฐวุฒิ คำแสน (2554) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดกิจกรรมการปรับปรุงคุณภาพดินและการเปลี่ยนแปลงของดิน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งชุดกิจกรรมได้แบ่งกิจกรรมออกเป็น 4 หน่วยย่อย ได้แก่ หน่วยย่อยที่ 1 ส่วนประกอบของดิน หน่วยย่อยที่ 2 ระดับของดิน หน่วยย่อยที่ 3 การปรับปรุงคุณภาพดินและสมบัติของดิน และหน่วยย่อยที่ 4 ดินกับการเจริญของพืช ซึ่งผลพบว่า ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุภาภรณ์ ศิริโสภณา และสุรศักดิ์ ละลอกน้ำ (2555) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้โปรแกรมสิ่งแวดล้อมศึกษาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในท้องถิ่นด้วยการจัดค่ายเยาวชนรักษ์น้ำท้องถิ่น อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ ชุดกิจกรรมตรวจสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้น แบบประเมินโปรแกรมสิ่งแวดล้อมศึกษา “ค่ายเยาวชนรักษ์น้ำท้องถิ่น” และแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรม ผลพบว่า รายการ

ประเมินหลังการเข้าร่วมสูงกว่าก่อนเข้าร่วม “ค่ายเยาวชนรักษาน้ำ” ทุกรายการประเมินโดยเรียงตามลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ การมีส่วนร่วม เจตคติ ความตระหนัก ทักษะ และความรู้ความเข้าใจ ตามลำดับ และเยาวชนที่เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมค่ายเยาวชนรักษาน้ำท้องถิ่นอยู่ในระดับมากที่สุด

ศิริรัตน์ ราชยอด (2558) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการ เรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สนอง ทองปาน (2017) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง การจัดการน้ำเสียขั้นพื้นฐานของนักเรียนที่อาศัยตามคลองแสนแสบ (นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1) โดยชุดกิจกรรมมีคุณภาพที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เจตคติต่อทรัพยากรน้ำอยู่ในระดับดีซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่ในระดับสูงซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม พบว่า ชุดกิจกรรมเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ และทักษะ ทั้งนี้ชุดกิจกรรมควรมีคุณภาพและประสิทธิภาพที่เหมาะสมที่สุด เพื่อให้เป็นข้อสนับสนุนว่าชุดกิจกรรมจะเป็นพัฒนาผู้เรียนได้ ดังนั้น ควรมีขั้นตอนในการสร้างและออกแบบอย่างละเอียด ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญผ่านการทดลองนำร่องอย่างเหมาะสม เพื่อให้ได้ชุดกิจกรรมที่เหมาะสมและพร้อมต่อการนำไปเก็บข้อมูล

5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้หรือการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ ประกอบไปด้วย 13 ทักษะ อันได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำข้อมูลและสื่อความหมาย การลงความเห็นการพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่จำเป็นเพียงเฉพาะนักวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่จำเป็นสำหรับทุก ๆ คน ในการดำรงชีวิตให้มีคุณค่าต่อตนเองและสังคมอีกด้วย โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำกิจกรรมวิทยาศาสตร์มาใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นกิจกรรมที่เน้นการลงปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยเห็นควรว่าน่าจะทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเปลี่ยนแปลงได้ จึงได้ทำการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (ทวีศักดิ์ ไชยมาโย, 2537; วรณทิพา รอดแรงคำ, 2540; วินัย คำสุวรรณ, 2534)

5.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

วรณทิพา รอดแรงคำและพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ประกอบด้วย 5 ทักษะดังนี้

1) การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐาน คือ คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามีกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนสมมติฐานหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการตั้งสมมติฐาน คือ การบอกชื่อตัวแปรต้น ซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรตาม และในการตั้งสมมติฐานต้องทราบตัวแปรจากปัญหาและสภาพแวดล้อมของตัวแปรนั้น สมมติฐานที่ตั้งขึ้นสามารถบอกให้ทราบถึงการออกแบบการทดลอง ซึ่งต้องทราบว่าตัวแปรตัวไหนเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ถูกควบคุม

2) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้น

3) การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในการตั้งสมมติฐานหนึ่งๆ

- ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

- ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไปตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะแปรตามไปด้วย

- ตัวแปรที่ต้องควบคุม หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากว่าไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน

4) การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบไปด้วยกิจกรรม 3 ขั้น คือ

- การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดสอบจริง

- การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

- การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง การบันทึกผลการทดลอง อาจอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงค่าของตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระบนแกนนอนและค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้ง โดยเฉพาะในแต่ละแกนต้องใช้สเกลที่เหมาะสม พร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งของค่าของตัวแปรทั้งสองบนกราฟด้วย ในการทดลองแต่ละครั้งจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง คือ สามารถที่จะบอกชนิดของตัวแปรในการทดลองว่าตัวแปรนั้นเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม หรือตัวแปรที่ถูกควบคุมในการทดลองหนึ่งๆ จะต้องมิตัวแปรตัวหนึ่งเท่านั้นที่มีผลต่อการทดลอง และเพื่อให้แน่ใจว่าผลที่เกิดขึ้นได้จากตัวแปรนั้นจริง ๆ จำเป็นต้องควบคุมตัวแปรอื่นไม่ให้มีผลต่อการทดลอง ซึ่งเรียกตัวแปรนี้ว่าตัวแปรที่ถูกควบคุม

5) การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายข้อมูลหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายของข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่นการสังเกตการคำนวณ เป็นต้น และการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการลงข้อสรุปคือบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ เช่น การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟ ถ้ากราฟเป็นเส้นตรง

ก็สามารถอธิบายได้ว่าเกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตามขณะที่ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง หรือถ้าลากกราฟเป็นเส้นโค้ง ให้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนที่กราฟเส้นโค้งจะเปลี่ยนทิศทาง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลังจากที่กราฟเส้นโค้งเปลี่ยนทิศทางแล้ว

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เมื่อได้รับการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนาเท่านั้น เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่าทักษะดังกล่าวเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับที่สูงขึ้น หรือการค้นคว้าหาความรู้วิทยาศาสตร์ด้วยตนเองของนักเรียน และค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัย สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พัฒนาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะกิจกรรมที่เอื้อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะดังกล่าวด้วย

5.3 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมักใช้แบบทดสอบเป็นอันดับที่กำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วให้เขียนอธิบาย เช่นแบบทดสอบทักษะการทดลอง ซึ่งจะมีการกำหนดสถานการณ์หรือปัญหามาให้ จากนั้นให้ตั้งสมมติฐานกำหนดตัวแปร และออกแบบการทดลองโดยการเขียนเค้าโครงของแผนการทดลอง เป็นต้นการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต้องศึกษาว่าพฤติกรรมใดบ้างที่เกิดขึ้นแล้วจะบ่งบอกว่าเป็นทักษะนั้น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการสร้างแบบทดสอบต้องใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย ชัดเจน สถานการณ์ที่หยิบยกขึ้นมาต้องเป็นไปได้จริง กระทัดรัด ไม่กำกวม และตระหนักถึงพฤติกรรมของทักษะที่ต้องการจะวัด (เบญจมาศ ปทุมวัน, 2546: 20)การประเมินพฤติกรรมในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควรจะเป็นการประเมินที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ๆ ซึ่งจะเป็นการทดสอบความเข้าใจและทดสอบทักษะการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540)

จากการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีการกำหนดสถานการณ์และมีการเขียนอธิบายคำตอบ เพื่อแสดงให้เห็นถึงทักษะฯ ทั้งนี้ถ้าสามารถจัดการทดสอบในภาคปฏิบัติได้ ก็จะส่งผลให้ข้อมูลที่ได้จากการวัดสามารถอธิบายผู้เรียนในแง่ของทักษะฯ ได้ดียิ่งขึ้น

5.4 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1) ความหมายของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ซันด์ และพิคาร์ต (เบญจมาศ ปทุมวัน, 2546) ได้กล่าวถึงการประเมินผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า ต้องศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละทักษะ เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินดูว่านักเรียนมีความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ หรือไม่

เบญจมาศ ปทุมวัน (2546) ได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

(1) การสร้างสถานการณ์

- สถานการณ์ที่สร้างขึ้น จะเป็นสถานการณ์ที่สมมติหรือนำมาจากเอกสารอื่นใดก็ตามจะต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับระดับของนักเรียน

- ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย ศัพท์เทคนิคต้องไม่เกินจากที่นักเรียนเรียนรู้มาแล้ว
- สถานการณ์ต้องไม่ใช่สถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ จะต้องระบุให้ชัดเจน
- ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วยการวัด จะต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด
- สถานการณ์ที่ยกมาต้องสั้น กระชับ อ่านเข้าใจได้ง่าย แต่ละสถานการณ์

ควรใช้สำหรับถามได้มากกว่า 1 ข้อ เพื่อมิให้นักเรียนเสียเวลาในการอ่านมากเกินไปจนเกิดความจำเป็น

(2) การสร้างคำถาม ที่จะให้ตอบตามสถานการณ์ที่ยกมาจะมีคุณสมบัติดังนี้

- ถามในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถในด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถามเรื่องที่เป็นความรู้ ความจำ

- ไม่ถามถึงปัญหา หรือสมมติฐานที่เคยอภิปราย หรือสรุปกันมาแล้ว เพราะจะกลายเป็นความจำทั้ง ๆ ที่ดูเหมือนคำถามเหมือนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- ใช้คำถามรัดกุม บังคับว่าจะให้ตอบเรื่องใด แม้ว่าบางคำถามจะมีทางออกความคิดเห็นได้แตกต่างกันแต่ก็ต้องเป็นความเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ โดยเฉพาะ

- ข้อความที่จะให้ตอบแต่ละคำถาม ควรเป็นตอนละเรื่องและกำหนดคะแนนให้เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรตรวจให้คะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูก และให้ 0 ถ้าตอบผิด

ณัฏฐ ศรีวิหะ, วิรัตน์ ธรรมาภรณ์, and สิริภพ กาฬสุวรรณ (2547) ได้ให้ความหมายว่า แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดพฤติกรรมความสามารถที่แสดงออกถึงความสามารถในการปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่วชำนาญ มีระบบ และสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่เกิดจากการได้ฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีเหตุผลและมีระบบ

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปได้ดังนี้คือแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้นมาเพื่อใช้วัดพฤติกรรมที่จะก่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียน และมีการเชื่อมโยงกับเนื้อหา ค่ายวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนาด้วย

5.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

น้ำฝน คุณเจริญไพศาล, กนกพร พันวิไลย, ชุตินา เอกภาพไพบุลย์, and นงเยาว์ เรือนบุตร (2559) ได้วิจัย เรื่อง การพัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานโดยใช้บริบทเรื่องสถานะของสารและสารละลายสำหรับนักเรียนระดับระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยวัดจากข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาของแต่ละชุดแบบฝึกและทักษะที่ต้องการวัด ทั้งนี้องค์ประกอบแต่ละชุดฝึกประกอบด้วย ชื่อเรื่อง คำชี้แจง แนวคิดหลัก จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม รายการวัสดุอุปกรณ์ วิธีทำกิจกรรม ใบบันทึกผลกิจกรรม คำถามท้ายแบบฝึกทักษะ ใบความรู้ และมีการออกแบบชุดฝึกแต่ละชุดให้น่าอ่าน เหมาะสมกับวัยและระดับระดับของนักเรียน

มาเรียม วัฒนาด, เซษฐ์ ศิริสวัสดิ์, and สุทิน กิ่งทอง (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง ระบบประสาท ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนรูปตัววี และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทุกทักษะของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับสถิติ .05 ยกเว้นทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปที่ต่ำกว่า โดยวัดจากแบบทดสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พัฒนาด้วยกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีกิจกรรมที่นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ และต้องเหมาะสมกับช่วงวัย โดยอาจดำเนินการกิจกรรมในรูปแบบของค่ายพักแรม หรือในห้องปกติและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถวัดได้ด้วยแบบวัดที่เป็นตัวเลือกหรือเขียนตอบ ทั้งนี้ข้อคำถามควรครอบคลุมทุกทักษะที่ต้องการวัด ซึ่งต้องให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องและนำไปใช้กับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ได้แบบวัดที่เหมาะสมต่อการเก็บข้อมูลมากที่สุด

6. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

อาณนที เชื้ออุมากุล (2549) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เป็นความสามารถทางสมองในการไตร่ตรอง วิเคราะห์ทำความเข้าใจกับข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ประกอบกับความรู้เดิมที่มีอยู่ จนกระทั่งพบวิธีการแก้ปัญหาในที่สุด ซึ่งมีองค์ประกอบของการคิด 4 องค์ประกอบ คือ การคิดไตร่ตรอง การคิดเชิงวิเคราะห์ การตัดสินใจ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556) กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหา หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประเด็นสำคัญของเรื่องหรือสิ่งต่าง ๆ ที่คอยก่อกวนสร้างความรำคาญสร้างความยุ่งยากสับสนและความวิตกกังวล และพยายามหาหนทางคลี่คลายสิ่งเหล่านั้นให้ปรากฏ และหาหนทางขจัดปัดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาก่อความรำคาญความวิตกกังวล ความยุ่งยากสับสนให้หมดไปอย่างมีขั้นตอน

มัทนี เสียงเสนาะ (2559) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหว่าเป็นรูปแบบการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้หรือประสบการณ์เดิม มาเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาที่เป็นปัจจุบันโดยมีขั้นตอนอย่างเป็นระบบเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการโดยความสามารถในการแก้ปัญหานั้นแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล

ดวงพร สมจันทร์ตา (2559) กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหาหมายถึง การใช้ ความรู้ ความคิด และทักษะอื่น ๆ ในการแก้ปัญหาโดยมีขั้นตอนตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน และรวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพื่อหาทางออกให้กับปัญหา

เฉลิมชัย กาญจนเคนทร์ (2559) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการใช้ความรู้ประสบการณ์เดิม ความคิดของนักเรียนแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ การคิดแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ หรือทักษะที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาในการดำรงชีวิตและยังเป็นพื้นฐานของกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา

จากการศึกษาความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา คือ ความสามารถใช้ประสบการณ์ของผู้เรียนในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา เข้าใจปัญหา ออกแบบและดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งกระบวนการนี้เป็นกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้จากปัญหา

6.2 ความหมายวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ชัยลิขิต สร้อยเพชรเกษม and เมธี ดิษฐ์สวัสดิ์ (2558) วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางปัญญา เพื่อนำไปสู่การรู้ความจริงในธรรมชาติ นับเป็นวิวัฒนาการทางปัญญาของมนุษย์ขั้นสูงในปัจจุบัน ด้วยเหตุที่เป็นวิธีการค้นคว้าหาความจริงที่มีความเป็นระบบ ทดสอบซ้ำได้โดยไม่มีเหตุและผลขัดกัน จึงถือว่าเป็นวิธีการที่เชื่อถือได้มากที่สุดในยุคนี้ที่จะนำไปสู่ความรู้ที่เป็นจริงได้ วิธีการนี้มีขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งคือการกำหนดสมมติฐาน ซึ่งจะช่วยให้มีกรอบแนวทางการค้นคว้าหาความรู้เป็นไปอย่างมีเหตุผล และง่ายต่อการค้นคว้าหาคำตอบ วิธีการทางวิทยาศาสตร์กำหนดสมมติฐานโดยการนิรนัย ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ช้้นนิยามปัญหา
- 2) ช้้นตั้งสมมติฐาน
- 3) ช้้นเก็บรวบรวมข้อมูล
- 4) ช้้นวิเคราะห์ข้อมูล
- 5) ช้้นสรุป

สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ (2555) ได้ให้ความหมายวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) ไว้ว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ วิธีแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการแก้ปัญหาตามระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นระบบและมีลำดับขั้นตอนแน่นอน ประกอบด้วย 1) ความรู้ (knowledge) ได้มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูล เกิดเป็น ข้อมูล ข้อเท็จจริง ทฤษฎี และ กฎ 2) กระบวนการ (Process) ได้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การสังเกต การกำหนดปัญหา และการตรวจสอบสมมติฐาน และ 3) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Attitudes) ได้จากการปลูกฝังให้เกิดขึ้น หรือตัวกำกับความคิด การกระทำ การตัดสินใจในการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา (Problem) เป็นการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ตัว เมื่อได้ข้อสังเกตบางอย่างที่สนใจจะทำให้ได้สิ่งที่ตามมา แล้วทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมเพื่อได้ข้อสรุปเป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการทำการการศึกษา ต่อไป

ขั้นที่ 2 การตั้งสมมติฐาน (Hypothesis formulation) เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้หรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าบนฐานข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และการศึกษาค้นคว้าเอกสารต่าง ๆ โดยคำตอบของปัญหาซึ่งคิดไว้นี้อาจถูกต้องแต่ยังไม่เป็นที่ยอมรับจนกว่าจะมีการทดลองเพื่อตรวจสอบอย่างรอบคอบเสียก่อน จึงจะทราบว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้นั้นถูกต้องหรือไม่

ดังนั้นควรตั้งสมมติฐานไว้หลายๆ ข้อ และทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐานไปพร้อม ๆ กัน การตั้งสมมติฐานที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

- 1) เป็นสมมติฐานเข้าใจง่าย นิยมใช้วลี “ถ้า...แล้ว...” หรือ “ถ้า...ดังนั้น...”
- 2) เป็นสมมติฐานที่มีแนวทางในการตรวจสอบได้
- 3) เป็นสมมติฐานที่ตรวจได้โดยการทดลอง
- 4) เป็นสมมติฐานที่สอดคล้องและอยู่ในขอบเขตข้อเท็จจริงที่ได้จากการสังเกตและสัมพันธ์กับปัญหาที่ตั้งไว้

สมมติฐานที่เคยยอมรับอาจล้มเลิกได้ถ้ามีข้อมูลจากการทดลองใหม่ๆ มาลบล้าง แต่ก็มีบางสมมติฐานที่ไม่มีข้อมูลจากการทดลองมาคัดค้านทำให้สมมติฐานเหล่านั้นเป็นที่ยอมรับว่าถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบสมมติฐาน (Experiments) เป็น การทดลองเพื่อหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยการทดลองเพื่อทำการค้นคว้าหาข้อมูลและตรวจสอบดูว่าสมมติฐานข้อใดเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ประกอบด้วยกิจกรรม 3 กระบวนการ คือ

3.1 การออกแบบการทดลอง (Experimental design) คือ การวางแผนการทดลองก่อนที่จะลงมือปฏิบัติจริง โดยให้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้เสมอ และควบคุมปัจจัยหรือตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการทดลอง แบ่งได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่

3.1.1 ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent Variable or Manipulated Variable) คือ ปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลการทดลองหรือตัวแปรที่ต้องศึกษาทำการตรวจสอบดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นกัน

3.1.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ผลที่เกิดจากการทดลองซึ่งต้องใช้วิธีการสังเกตหรือวัดผลด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อเก็บข้อมูลไว้ และจะเปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปรอิสระ

3.1.3 ตัวแปรควบคุม (Control Variable) คือ ปัจจัยอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลอง และต้องควบคุมให้เหมือนกันทุกชุดการทดลองเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลการทดลองเกิดความคลาดเคลื่อน

ในการตรวจสอบสมมติฐาน นอกจากจะควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการทดลองจะต้องแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 2 ชุด ดังนี้ 1) ชุดทดลอง หมายถึง ชุดที่เราใช้ศึกษาผลของตัวแปรอิสระ และ 2) ชุดควบคุม หมายถึง ชุดของการทดลองที่ใช้เป็นมาตรฐานอ้างอิง

เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งชุดควบคุมนี้จะมีตัวแปรต่าง ๆ เหมือนชุดทดลองแต่จะแตกต่างจากชุดทดลองเพียง 1 ตัวแปรเท่านั้น คือตัวแปรที่เราจะตรวจสอบหรือตัวแปรอิสระ

3.2 การปฏิบัติการทดลอง (Do Experiments) เป็นการลงมือปฏิบัติการทดลองจริงโดยจะดำเนินการไปตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ และควรมีการทดลองซ้ำหลายครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าได้ผลเช่นนั้นจริง

3.3 การบันทึกผลการทดลอง (Data recording) หมายถึง การจดบันทึกผลการทดลองที่ได้จากการศึกษาซึ่งข้อมูลที่ได้นี้สามารถรวบรวมไว้ใช้สำหรับยืนยันว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการค้นคว้า การทดลองหรือการรวบรวมหรือข้อเท็จจริงมาทำการวิเคราะห์ผลแล้วนำไปเปรียบเทียบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าสอดคล้องกับสมมติฐานข้อใด

ขั้นที่ 5 ลงข้อสรุป (Conclusion) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนของการรวบรวมข้อมูลแล้วมาสรุป พิจารณาว่า ผลสรุปนั้นเหมือนกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้าเหมือนกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ สมมติฐานจะกลายเป็นทฤษฎี (Theory) และทฤษฎีนั้นก็สามารถนำไปอธิบายข้อเท็จจริงหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

ขั้นที่ 6 การนำเสนอข้อมูล (Communication) เป็นการนำเสนอข้อมูลที่ได้สู่สาธารณะ เพื่อให้เกิดการถ่ายทอดข้อมูลและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น

จากการศึกษาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า เป็นวิธีการที่ใช้แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นลำดับขั้นตอนอย่างมีระบบ แบ่งได้ 6 ขั้นตอน คือ 1) กำหนดปัญหา (Problem) 2) การตั้งสมมติฐาน (Hypothesis formulation) 3) ตรวจสอบสมมติฐาน (Experiments) 4) วิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) 5) ลงข้อสรุป (Conclusion) และ 6) การนำเสนอข้อมูล (Communication)

จากการศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากโจทย์สถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งแบ่งเป็น 6 ด้าน ได้แก่

1) ด้านการกำหนดปัญหา คือ ความสามารถในการตั้งปัญหามาย่อยขอบเขตของข้อเท็จจริง หรือสถานการณ์ที่พบเห็น

2) ด้านการวิเคราะห์ปัญหา คือ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคาดคะเนถึงตัวแปรที่เกี่ยวข้องว่าอะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล

3) ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา คือ ความสามารถเกี่ยวกับการคิดออกแบบวิธีศึกษา หรือวิธีทดลองเพื่อคิดแก้ปัญหาตามที่ระบุได้อย่างมีเหตุผล

4) ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา คือ ความสามารถดำเนินการสังเกต หรือทดลองตามแบบที่คิดขึ้น อย่างเป็นขั้นตอนและถูกต้อง

5) ด้านการประเมินและสรุปผลการแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการประเมินผลและลงข้อสรุป หรืออธิบายได้ว่า ผลที่เกิดขึ้นนั้นสอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่เป็นอย่างไร และนำไปใช้ได้

6) ด้านการเผยแพร่ผลการแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง และ สรุปผลเพื่อขยายผลการแก้ปัญหาสู่สาธารณชน

โดยความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในงานวิจัยนี้เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

6.3 ขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหา

กระบวนการแก้ปัญหาเป็นกลยุทธ์ทางการคิดของมนุษย์ที่เกิดขึ้น โดยมีขั้นตอนที่รับรู้ปัญหา เห็นปัญหา เข้าใจประเด็นของปัญหาว่าข้อมูลหรือความรู้อะไรที่เกี่ยวข้องกับการหาทางออกมีการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ สังเคราะห์ หรือใช้กลยุทธ์ทางความคิดอื่นที่จะสามารถนำไปสู่คำตอบที่เป็นทางออก ซึ่งอาจต้องผ่านกระบวนการทดลอง ทดสอบ ตรวจสอบก่อนที่จะได้คำตอบสุดท้ายที่เป็นที่ยอมรับ (อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์, 2553) ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดขั้นตอนของการคิดแก้ปัญหาไว้ดังต่อไปนี้

อาณนที เชื้ออุมากุล (2549) กล่าวว่า กระบวนการคิดแก้ปัญหานั้นจะต้องอาศัยความรู้ ความติด และประสบการณ์เดิมของบุคคลเช่นเดียวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สิ่งเหล่านี้จะใช้ในการทำความเข้าใจปัญหา ตลอดจนค้นหาทางแก้ปัญหา ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาจะต้องอาศัยความสามารถในการคิด 4 ด้าน ดังนี้

1) กำหนดประเด็นปัญหา คือ ความสามารถในการคิดไตร่ตรอง ทบทวน และวิเคราะห์สถานการณ์ เพื่อทำการค้นหาปัญหา และทำความเข้าใจปัญหา

2) วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา คือ ความสามารถในการวิเคราะห์ เพื่อค้นหาต้นตอของปัญหา รวมถึงแยกแยะและหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา

3) เสนอวิธีการแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสาเหตุที่วิเคราะห์ได้ แล้วทำการตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหานั้น ๆ ซึ่งอาจมีวิธีเดียวหรือหลายวิธีก็ได้

4) ประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่คิดขึ้น คือ ความสามารถในการคิดไตร่ตรองเพื่อกำหนดเกณฑ์ประเมินวิธีการแก้ปัญหา แล้วนำไปใช้ในการอธิบายผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น เมื่อนำวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไปใช้

ประพนธ์ศิริ สุเสารัจ (2556) ได้กล่าวไว้ว่ากระบวนการแก้ปัญหาต้องเป็นไปตามลำดับขั้น ไม่ควรข้ามขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง แต่ละขั้นต้องเป็นไปอย่างรอบคอบ กระบวนการเหล่านี้จะช่วยให้มีความรู้ มีความรอบคอบและเตือนความจำที่จะช่วยนำไปใช้ในการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นกำหนดปัญหา (Problem definition) เป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญที่สุด ขั้นตอนนี้เป็นการรวบรวมปัญหาและกำหนดว่า ปัญหาคืออะไร อะไรคือเป้าหมายของความสำเร็จในการแก้ปัญหา การกำหนดปัญหาจึงเป็นเครื่องมือในการควบคุม บังคับให้เราคิดถึงปัญหาที่เราต้องการแก้ไขหรือพัฒนาอย่างแท้จริง

2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Problem analysis) ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบและหาสาเหตุของปัญหาว่าสภาพการณ์ที่กำลังเป็นอยู่ในปัจจุบันว่าเป็นอย่างไร มีสิ่งใดที่เกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการทบทวนตรวจสอบและเป็นการสร้างความมั่นใจว่าเป็นปัญหาที่เราต้องแก้ไขจริง ๆ

3) ขั้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (Generating problem solutions) ต้องหาทางเลือกวิธีการปัญหาที่เหมาะสมและเป็นไปได้มาให้มากและพิจารณาแต่ละวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้รอบคอบ ลุ่มลึก ประเมินผลที่จะเกิดขึ้นอย่างรอบด้านเพื่อจะตัดสินใจเลือกสรรวิธีการที่เป็นไปได้

4) ขั้นวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหา (Analysis the solutions) วิธีการแก้ปัญหาที่ผ่านการวิเคราะห์อย่างดีมาแล้ว อาจมีอยู่หลายวิธี จำเป็นต้องนำวิธีเหล่านั้นมาวิเคราะห์โดยการบินทัก ข้อดีข้อเสีย รายละเอียดต่าง ๆ เพื่อประเมินจุดแข็งและจุดอ่อนของแต่ละวิธี ทำให้เกิดแรงจูงใจในการแก้ปัญหา

5) ขั้นเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด (Selecting the best solutions (s)) ซึ่งจะเป็นการตัดสินใจว่าวิธีการที่เราจะนำมาใช้และวิธีการใดที่เราจะตัดทิ้งไป โดยพิจารณาจากทุก ๆ ทางเลือกเมื่อตัดสินใจเลือกแล้วอาจพบว่ามีความเลือกที่ดีเพียง 1 แนวทางหรือหลายแนวทาง หรืออาจไม่มีเลยก็ได้ ในกรณีที่ไม่มีทางเลือกหรือวิธีการใด ๆ เลยก็ต้องกลับไปทบทวนขั้นตอนที่ 3 คือหาแนวทางวิธีการที่เป็นไปได้ใหม่ หรือไม่ก็อาจต้องพัฒนาปัญหาขึ้นมาใหม่

6) ขั้นวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา (Planning the next course of action) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหานี้ทำได้โดยเขียนรายการที่จะต้องทำอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา เพื่อเป็นการยืนยันว่า แผนที่ตั้งไว้สามารถนำไปปฏิบัติได้ ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดความมั่นใจได้ว่าปัญหาจะสามารถทำได้แก้ไขได้จริง

มัทนี เสียงเสนาะ (2559) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาจากการรวบรวมดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นขั้นเรียนรู้ปัญหาหรือรู้จักกับปัญหา ควรมีความเข้าใจกับประเด็นปัญหาให้ถ่องแท้เสียก่อน

ขั้นที่ 2 ค้นหาสาเหตุของปัญหา เพื่อให้หาหนทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องเหมาะสม

ขั้นที่ 3 คิดหาหนทางในการแก้ปัญหา อาจเป็นการตั้งสมมติฐานขึ้นมาแล้วทดลองแก้ปัญหาตามสมมติฐานที่ได้ตั้งเอาไว้

ขั้นที่ 4 ลงมือแก้ปัญหาตามแนวทางตามขั้นที่ 3

ขั้นที่ 5 เก็บรวบรวมผลของการแก้ปัญหา ความสำเร็จหรือไม่สำเร็จอย่างไรเพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำดำเนินการต่อไปหากพบสถานการณ์ปัญหาเช่นเดิม หรือ คล้ายเดิม

จากการศึกษาขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของ สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ (2555) ซึ่งแบ่งเป็น 6 ด้าน ได้แก่

1) ด้านการกำหนดปัญหา คือ ความสามารถในการตั้งปัญหาภายใต้ขอบเขตของข้อเท็จจริง หรือสถานการณ์ที่พบเห็น

2) ด้านการวิเคราะห์ปัญหา คือ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคาดคะเนถึงตัวแปรที่เกี่ยวข้องว่าอะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล

3) ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา คือ ความสามารถเกี่ยวกับการคิดออกแบบวิธีการ หรือวิธีทดลองเพื่อคิดแก้ปัญหาตามที่ระบุได้อย่างมีเหตุผล

4) ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา คือ ความสามารถดำเนินการสังเกต หรือทดลองตามแบบที่คิดขึ้น อย่างเป็นขั้นตอนและถูกต้อง

5) ด้านการประเมินและสรุปผลการแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการประเมินผล และลงข้อสรุป หรืออธิบายได้ว่า ผลที่เกิดขึ้นนั้นสอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่เป็นอย่างไร และนำไปใช้ได้

6) ด้านการเผยแพร่ผลการแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง และ สรุปผลเพื่อขยายผลการแก้ปัญหาสู่สาธารณชน

โดยความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในงานวิจัยนี้เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมสะสมเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

6.4 วิธีการฝึกการคิดแก้ปัญหา

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556) ได้กล่าวถึงวิธีการฝึกไว้ คือ

1) ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาจากบทความ ครูจะต้องเลือกบทความจากหลาย ๆ ลักษณะมาให้นักเรียนอ่านแล้วตอบคำถามเพื่อฝึกทักษะการคิดตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา

2) ฝึกทักษะการแก้ปัญหาจากภาพ ให้นักเรียนวิเคราะห์ภาพต่าง ๆ ที่แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งจะนำไปสู่การแก้ไขที่ถูกต้อง

3) ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด เป็นสถานการณ์ใกล้เคียงชีวิตจริง

4) ฝึกให้นักเรียนได้ทำงานหรือทำกิจกรรมอยู่เสมอ โดยเฉพาะกิจกรรมกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด

5) ฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง

6) ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีเหตุผล ให้มีความเชื่อมั่น

7) ฝึกให้นักเรียนได้รู้จักวิจารณ์ กำหนดวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหา โดยกำหนดวิธีการวิเคราะห์วิจารณ์ออกเป็นขั้น ๆ ได้แก่ การกำหนดปัญหา รวบรวมข้อเท็จจริง ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐานการประเมินผล

8) ฝึกให้นักเรียนรู้จักการคิดวิเคราะห์-สังเคราะห์ และฝึกให้รู้จักออกความคิดเห็น

9) จัดสิ่งเร้าหรือมีการกระตุ้นที่ดี จัดสถานการณ์ใหม่ หรือเสนอปัญหาหรือประเด็นที่ทำทายน่าสนใจ และมีวิธีแก้ปัญหาได้หลายวิธีมาให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหา

- 10) การฝึกฝนให้นักเรียนแก้ปัญหาใด ๆ ก็ตาม ครูไม่ควรบอกวิธีการแก้ปัญหาโดยตรง
- 11) ฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหากรณีศึกษา ครูเลือกหรือเขียนกรณีศึกษาที่เป็นปัญหาในสังคมทั่วไป แล้วตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา
- 12) ฝึกการคิดแก้ปัญหาจากสื่อประเภทต่าง ๆ เช่น วีดิทัศน์ ซีดี ภาพนิ่ง เพลง บทประพันธ์ต่าง ๆ ฯลฯ แล้วตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

จากการศึกษาวิธีการฝึกการคิดแก้ปัญหา พบว่า มีหลากหลายวิธีที่จะช่วยให้ฝึกการคิดแก้ปัญหาได้ โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นับออกแบบการจัดกิจกรรมที่ช่วยฝึกความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และการคิดแก้ปัญหาจากกรณีศึกษาที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือปัญหาของสังคมในปัจจุบัน

6.5 ประโยชน์ของการคิดแก้ปัญหา

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556) กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหาคือเป็นพื้นฐานสำคัญที่สุดของการคิดทั้งหมด การคิดแก้ปัญหาคือสิ่งที่สำคัญต่อวิถีการดำเนินชีวิตในสังคมของมนุษย์ ซึ่งต้องใช้การคิดเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดเวลาทักษะการคิดแก้ปัญหา เป็นทักษะที่เกี่ยวข้องและมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตที่ผู้คนวัยสับสนได้เป็นอย่างดีความสามารถในการคิดแก้ปัญหามีแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับระดับสติปัญญาความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ ตลอดจนได้รับการพัฒนา วิธีการคิดแก้ปัญหานั้นไม่มีวิธีการตายตัวเสมอไป วิธีการที่ใช้ในการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบจะมีมากมายหลายวิธีขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละคนและสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ผู้ที่มีทักษะและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาก็จะสามารถเผชิญกับภาวะสังคมสับสนวุ่นวายได้อย่างเข้มแข็ง มั่นคง ทักษะการแก้ปัญหานั้นจึงมิใช่เพียงการรู้คิดและรู้จักการใช้สมองหรือมุ่งพัฒนาสติปัญญาเพื่อแก้ปัญหาแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังพัฒนาทัศนคติ วิธีคิด ค่านิยม ความรู้ ความเข้าใจในสภาพการณ์ของสังคมได้อีกด้วย

มัทนี เสียงเสนาะ (2559) กล่าวว่า ประโยชน์ของการคิดแก้ปัญหาคือได้ว่าเป็นทักษะที่สำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งความสำคัญต่อการดำรงชีวิตเพราะการดำรงชีวิตย่อมจะมีปัญหาเข้ามาให้แต่ละบุคคลได้คิดแก้ไขอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการฝึกคิดแก้ปัญหานั้นจะทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ มีแรงจูงใจในการเรียน มีความกระตือรือร้น ฉลาดคิด มีเหตุผลผลในการคิดหรือตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหากำลังเผชิญ มีความรู้ความจำที่ดี เพราะการคิดแก้ปัญหาคืออาศัยความรู้เดิมเข้ามาเกี่ยวข้อง มีความอดทน พยายามในการแก้ปัญหา รู้จักการทำงานเป็นทีม มีความสามัคคี การรู้จักการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดความจำ

ระยะยาวอีกด้วยเพราะการแก้ปัญหาทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง ทำให้จดจำเรื่องราวในสถานการณ์ปัญหานั้น เป็นอย่างดี

จากการศึกษาประโยชน์ของการคิดแก้ปัญหา สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาจะช่วยให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาเป็น ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทัศนคติ วิธีคิด ค่านิยม ความรู้ ความเข้าใจในสภาพการณ์ของสังคม อีกทั้งยังช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดความจำระยะยาวอีกด้วย

6.6 การวัดและประเมินความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

อานนท์ เชื้ออุมากุล (2549) ได้นำเสนอตารางสรุปวิธีการสร้างแบบการคิดแก้ปัญหา (แบบเลือกตอบ) เป็นตารางดังต่อไปนี้

ตาราง 1 แสดงสรุปวิธีการสร้างแบบสอบการคิดแก้ปัญหา

กระบวนการ คิดแก้ปัญหา	การสร้างแบบสอบในแต่ละส่วน		
	สิ่งที่ปรากฏใน สถานการณ์ปัญหา	การเขียนข้อคำถาม	การเขียนตัวเลือก
1. การกำหนด ประเด็น ปัญหา	สภาพปัญหาที่นำมาจาก แหล่งต่างๆ	- ปัญหาที่เกิดขึ้นของ สถานการณ์นี้คืออะไร	<u>ข้อถูก</u> เป็นประเด็นที่ ครอบคลุมสภาพปัญหาที่ กล่าวถึงทั้งหมด <u>ตัวลวง</u> เป็นประเด็นที่ ครอบคลุมสภาพปัญหา เพียงบางส่วน
2. การ วิเคราะห์ สาเหตุของ ปัญหา	สภาพปัญหาและข้อมูลอื่น ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาซึ่ง สาเหตุของผู้ตอบจำเป็นต้องทราบ	- ปัญหานี้มีสาเหตุมา จากอะไร	<u>ข้อถูก</u> ให้สาเหตุที่ชัดเจน และครอบคลุมสภาพ ปัญหา <u>ตัวลวง</u> ให้สาเหตุที่ คลุมเครือหรือไม่เกี่ยวกับ สภาพปัญหา

ตาราง 1 (ต่อ) แสดงสรุปวิธีการสร้างแบบสอบการคิดแก้ปัญหา

กระบวนการคิด แก้ปัญหา	การสร้างแบบสอบในแต่ละส่วน		
	สิ่งที่ปรากฏใน สถานการณ์ปัญหา	การเขียนข้อคำถาม	การเขียนตัวเลือก
3. การเสนอวิธีการ แก้ปัญหา	เงื่อนไขที่จำกัดกรอบ วิธีการคิดแก้ปัญหา	- วิธีการใดที่ท่านคิด ว่าสามารถนำมาใช้ แก้ปัญหานี้ได้บ้าง	<u>ข้อถูก</u> ให้วิธีการที่ช่วย แก้ปัญหานั้นได้ตรงตาม สาเหตุ และอยู่ภายใต้ เงื่อนไขที่กำหนด <u>ตัวเลือก</u> ให้วิธีการที่ไม่เกี่ยวข้องกับ สาเหตุของปัญหา
		- วิธีการใดที่ท่านคิด ว่าสามารถนำมาใช้ แก้ปัญหานี้ได้ดีที่สุด	<u>ข้อถูก</u> ให้วิธีการแก้ปัญหา จากต้นเหตุของปัญหานั้น และอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ กำหนดในสถานการณ์ <u>ตัวเลือก</u> ให้วิธีการที่ แก้ปัญหามาจากปลายเหตุ หรือวิธีการที่ไม่เกี่ยวข้องกับ สาเหตุของปัญหา
4. การประเมินผล การคิดแก้ปัญหา	สภาพปัญหา	- ผลที่คาดว่าจะ เกิดขึ้นจากการแก้ไข ปัญหาวัยวิธีการที่ ท่านเลือกคืออะไร	<u>ข้อถูก</u> ให้ผลที่คาดว่าจะ เกิดขึ้น ซึ่งแก้ปัญหานั้น ในขั้นตอนแรก <u>ตัวเลือก</u> ให้ผลที่คาดว่าจะ เกิดขึ้น ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับ ปัญหานั้นในขั้นตอน แรก

จากการศึกษาการวัดและประเมินความสามารถในการคิดแก้ปัญหา พบว่า การวัดและประเมินจะต้องมีการกำหนดสภาพปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นหาวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งแบบปรนัย หรืออัตนัย

6.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

เฉลิมชัย กาญจนคนเซนทร์ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในรายวิชาชีววิทยา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนในแต่ละหัวข้อสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยวัดจากแบบทดสอบที่ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องละ 5 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์จะตั้งคำถาม 4 ข้อ แบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นระบุปัญหา 2) ขั้นตั้งสมมติฐาน 3) ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง และ 4) ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

นายสุภฤทธิ ไชยเลิศ (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนในภาพรวม ส่วนใหญ่มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี

นัตยา ช่วยชูเชิด (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา พบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยวัดจากแบบทดสอบที่เป็นแบบเลือกตอบจำนวน 32 ข้อ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้อภิปรายผลว่าชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความสามารถทางวิทยาศาสตร์ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบทำให้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาถูกพัฒนามากขึ้นเมื่อได้รับการจัดกิจกรรมตามขั้นตอนการแก้ปัญหา และเป็นกิจกรรมที่มีลักษณะเป็นสถานการณ์ใกล้เคียงตัวของผู้เรียนที่เป็นปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนได้รับโอกาสในการวางแผนแก้ปัญหาใกล้ตัว ทั้งนี้กิจกรรมต้องเป็นกิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และการวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสามารถวัดได้จากทั้งแบบเลือกตอบหรือแบบเขียนตอบ ทั้งนี้มีสถานการณ์ปัญหาในข้อคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหา

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยมีหัวข้อในการนำเสนอ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
4. แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
7. การเก็บรวบรวมข้อมูล
8. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล
9. จริยธรรมของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านแหลมวิทยา จังหวัดเพชรบุรีที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 123 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านแหลมวิทยา จังหวัดเพชรบุรีที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยเป็นนักเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่ต้องได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบพิเศษ

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โดยใช้เวลาในการทดลองซึ่งจัดในรูปแบบค่ายไม่ค้างคืน รวมเวลา 3 วัน

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ได้จากการถอดบทเรียนจากโครงการพระราชดำริกักหน้ำน้ำช้ำพัฒนา เชื่อมโยงกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งทำการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบ One – Group Pretest-Posttest Design

ตาราง 2 แสดงแบบแผนการทดลองแบบ One – Group Pretest-Posttest Design

สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

T_1 แทน การทดสอบก่อนการทดลอง

T_2 แทน การทดลองหลังการทดลอง

X แทน การจัดค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง กักหน้ำน้ำช้ำพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับ

มัธยมศึกษาตอนต้น

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยแบ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังต่อไปนี้

5.1 เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1) ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กักหน้ำน้ำช้ำพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กักหน้ำน้ำช้ำพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3) แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กักหน้ำน้ำช้ำพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1) แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับเนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2) แบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3) แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

4) แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

6. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

6.1 ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

6.1.1 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

(1) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(2) สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นสาระการเรียนรู้แกนกลางและตัวชี้วัด สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(3) กิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

(4) กิจกรรมฝึกความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

(5) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

(6) เนื้อหาความรู้จากการถอดบทเรียนโครงการพระราชดำริกังหันน้ำชัยพัฒนา

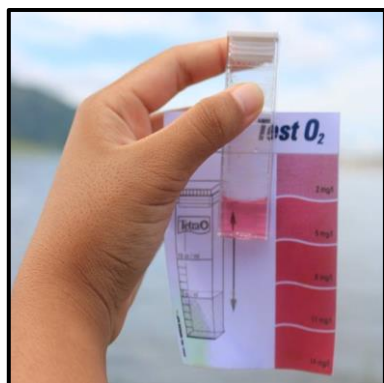
6.1.2 พิจารณาความเชื่อมโยงระหว่างโครงการพระราชดำริกังหันน้ำชัยพัฒนากับสะเต็มศึกษา พบว่า มีความเชื่อมโยงดังตาราง 3

ตาราง 3 กังหันน้ำชัยพัฒนากับสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา	กังหันน้ำชัยพัฒนา
S Science (วิทยาศาสตร์)	1) สารละลาย 2) แรงและการเคลื่อนที่ 3) พลังงานกล 4) ความหนาแน่นของวัตถุ 5) สมดุลคาน 6) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
T Technology (เทคโนโลยี)	1) วิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ 2) วิธีการเติมออกซิเจนลงในน้ำด้วยกังหันน้ำชัยพัฒนา 3) วิธีการใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างกังหันน้ำชัยพัฒนา
E Engineering (วิศวกรรมศาสตร์)	กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูล 3) ออกแบบวิธีการ 4) ดำเนินการ 5) ทดสอบ ประเมินผล และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา
M Mathematics (คณิตศาสตร์)	1) จำนวน อัตราส่วน และร้อยละ 2) รูปร่าง และรูปทรง 3) การวัดความยาว การตวงปริมาตร การนับ การชั่งน้ำหนัก 4) เวลา

6.1.3 ออกแบบและพัฒนาบทปฏิบัติการ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบและสร้างชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ดังต่อไปนี้

บทปฏิบัติการที่ 1 การตรวจสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้น คือ บทปฏิบัติการที่ให้นักเรียนทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้น ได้แก่ การตรวจสอบสี กลิ่น รส อุณหภูมิ ค่า pH ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ และค่าความโปร่งแสง โดยนักเรียนปฏิบัติทั้งในและนอกห้องเรียน พร้อมบันทึกผลเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ ณ สถานที่ต่าง ๆ ที่กำหนดให้ (ภาพประกอบ 10)



(ก)



(ข)

ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างการตรวจสอบคุณภาพน้ำ (ก) ตรวจสอบค่า DO และ (ข) วัดความโปร่งแสง

บทปฏิบัติการที่ 2 การทดลองการเติมออกซิเจนลงในน้ำ คือ บทปฏิบัติการที่ให้นักเรียนเป่าลมหายใจลงในสารละลายสีน้ำเงินคือน้ำที่ผสมสารละลายโบรมไทมอลบลู ซึ่งจะทำให้น้ำเป็นกรดและเปลี่ยนเป็นสีเหลือง โดยขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการสร้างน้ำเสียสังเคราะห์ จากนั้นให้นักเรียนใช้หลอดคนสารละลายหรือตีให้สารละลายสัมผัสอากาศ เพื่อให้ออกซิเจนละลายลงในสารละลาย ซึ่งจะทำให้สารละลายเปลี่ยนสีเป็นสีเขียวหรือสีน้ำเงิน (ภาพประกอบ 11)



ภาพประกอบ 11 การสร้างน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยลมหายใจ

บทปฏิบัติการที่ 3 การทดลองกั้นน้ำไม้ไผ่ คือ บทปฏิบัติการที่กำหนดไม้ไผ่ ให้นักเรียน 5 ไม้ และหนังยาง 5 เส้น เพื่อสร้างกั้นน้ำช่วยพัฒนาจำลองให้มีคุณสมบัติ คือ ลอยน้ำได้ บันน้ำได้ ไม่เคลื่อนที่ขณะปั่น (หมุนวนได้) บันได้นาน 5 วินาที และขณะปั่นทำงานต้องไม่มีการควบคุมจากมนุษย์ ทั้งนี้สามารถหักไม้ไผ่จำนวน 1 ไม้ ได้ 1 ครั้ง (ภาพประกอบ 12)



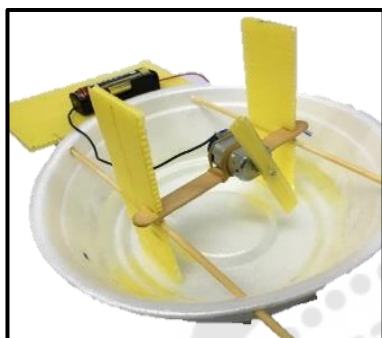
ภาพประกอบ 12 ไม้ไผ่จำนวน และหนังยาง

บทปฏิบัติการที่ 4 การทดลองท่อนลอยน้ำ คือ บทปฏิบัติการที่ให้ทำการทดลองหาความหนาแน่นของวัสดุที่กำหนดให้ (โฟม ไม้ไผ่ และพีเอชบี) และให้ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาความสามารถในการลอยน้ำของวัสดุแต่ละชนิด โดยกำหนดดินน้ำมันและเครื่องชั่งน้ำหนักให้เพื่อใช้ประกอบการทดลอง ชุดการทดลองท่อนลอยน้ำ (ภาพประกอบ 13)

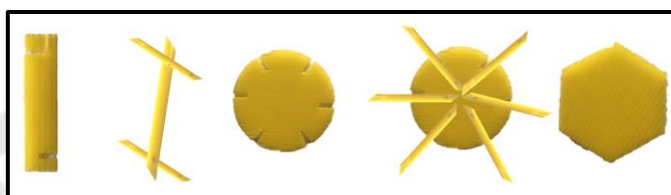


ภาพประกอบ 13 ทดลองหาความสามารถในการลอยน้ำของวัสดุ

บทปฏิบัติการที่ 5 การทดลองใบพัดกังหันน้ำ คือ บทปฏิบัติการที่ให้นักเรียนทดลองเกี่ยวกับการหมุนของใบพัดกังหันน้ำ โดยทำการทดลองที่ศึกษาผลของรูปร่างใบพัดและความลึกในการจมน้ำของใบพัดที่มีต่อการกระจายของน้ำและลักษณะหยดน้ำ ผ่านชุดการทดลองขโมพัดกังหันน้ำ (ภาพประกอบ 14)



(ก)



(ข)

ภาพประกอบ 14 (ก) ชุดสื่อใบพัดกังหันน้ำ และ (ข) ใบพัดรูปแบบต่าง ๆ

บทปฏิบัติการที่ 6 การออกแบบและสร้างกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลอง คือ บทปฏิบัติการที่ให้นักเรียนใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้ เพื่อออกแบบและสร้างกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลองให้มีคุณสมบัติ คือ บั่นน้ำได้ สมดุล บั่นแล้วเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง แข็งแรง (ภาพประกอบ 15)



ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลอง

6.1.4 วางแผนการสร้างชุดกิจกรรมและกำหนดส่วนประกอบของชุดกิจกรรม ดังนี้

- (1) จุดประสงค์
- (2) บทนำ
- (3) ขั้นตอนการทำกิจกรรม

(4) บันทึกผลการทำกิจกรรมหรือการทดลอง

(5) สรุปและอภิปรายผล

(6) คำถามของกิจกรรม

6.1.5 ออกแบบและสร้างรายละเอียดของกิจกรรมต่าง ๆ ในชุดกิจกรรม โดยนำทบทวนปฏิบัติที่ออกแบบและพัฒนาไว้ มาร่วมออกแบบและสร้างกิจกรรมด้วยด้วย ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม 5 กิจกรรมดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ถอดบทเรียนโครงการของพ่อ

กิจกรรมที่ 2 รู้จักกังหันน้ำชัยพัฒนา

กิจกรรมที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพน้ำ

กิจกรรมที่ 4 ฝึกคิดแบบพ่อ

กิจกรรมที่ 5 กังหันน้ำชัยพัฒนาจำลอง

6.1.6 นำชุดกิจกรรมที่ออกแบบและสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำในการปรับปรุง และนำกลับมาแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

6.1.7 ออกแบบการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1) รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

(1) วิธีการจัดค่ายวิทยาศาสตร์

(2) รายละเอียดและความเหมาะสมของลำดับกิจกรรมแต่ละส่วน ซึ่งผู้วิจัยได้

แบ่งกิจกรรมภายในค่ายเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 กิจกรรมนันทนาการ

ส่วนที่ 2 กิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการถอดบทเรียนโครงการพระราชดำริกังหันน้ำชัยพัฒนา

ส่วนที่ 3 กิจกรรมถอดบทเรียนจากส่วนที่ 2

ส่วนที่ 4 กิจกรรมการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

(3) ตัวอย่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะค่าย

(4) การศึกษาแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียน

2) ออกแบบกิจกรรมที่ควรมีในค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมที่ควรมีในค่ายฯ จำนวน 3 วัน ดังนี้

(1) การลงทะเลเบียน

(2) พิธีเปิดและปิด การแนะนำตัววิทยากรประจำค่าย

(3) การบรรยายพิเศษเรื่องโครงการพระราชดำริ

(4) กิจกรรมจากชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

(5) การศึกษาแหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม

(6) กิจกรรมนันทนาการละลายพฤติกรรม และผ่อนคลาย

(7) กิจกรรมการถอดบทเรียนด้วยการบันทึกกิจกรรมหรือทำแผนผังความคิด

(8) การพักรับประทานอาหารว่าง และอาหารกลางวัน

(9) การสรุปเนื้อหาความรู้ประจำวัน

3) ออกแบบและสร้างรูปแบบการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 3 วัน แล้วนำไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำและปรับปรุงให้เหมาะสม จากนั้นจัดพิมพ์เพื่อนำไปใช้

6.1.8 นำชุดกิจกรรม ไปใช้กับทดลองนำร่องกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสตรีชัยภูมิ จำนวน 57 คน เป็นเวลา 3 วัน เพื่อหาความเหมาะสมของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

6.1.9 ปรับปรุงชุดกิจกรรมตามข้อสังเกตและข้อเสนอแนะของนักเรียนกลุ่มทดลองนำร่อง แล้วจัดพิมพ์ชุดกิจกรรมฯ เพื่อนำส่งผู้เชี่ยวชาญ

6.1.10 นำชุดกิจกรรมส่งผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สะเต็มศึกษา การวัดและประเมินผล เพื่อประเมินคุณภาพและความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับเนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

6.1.11 ปรับปรุงชุดกิจกรรมตามข้อสังเกตและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นจัดพิมพ์เล่มชุดกิจกรรมฯ เพื่อเตรียมนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

6.2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

6.2.1 ศึกษาข้อมูลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

6.2.2 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบให้สอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการทั้ง 5 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 4) ทักษะการทดลอง และ 5) ทักษะตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ดังตาราง 4

ตาราง 4 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและจำนวนข้อคำถาม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	จำนวนข้อคำถาม
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	4 (อัตนัย 3, ปรนัย 1)
ทักษะการทดลอง	4 (อัตนัย 3, ปรนัย 1)
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	5 (อัตนัย 3, ปรนัย 2)
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	3 (อัตนัย 2, ปรนัย 1)
ทักษะตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	4 (อัตนัย 3, ปรนัย 1)
รวม	20

6.3.3 นำแบบวัดที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และปรับปรุงตามคำแนะนำ

6.3.4 นำแบบวัดที่ปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด (IOC)

6.3.5 คัดเลือกข้อคำถามที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดมากกว่า 0.5 จำนวน 15 ข้อ แบ่งเป็นข้อคำถามอัตนัย 10 ข้อ และข้อคำถามปรนัย 5 ข้อ

6.3.6 นำข้อคำถามที่ผ่านการคัดเลือกเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำและปรับปรุง จากนั้นจัดพิมพ์เป็นชุดเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพและผลการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

6.3 แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

6.3.1 ศึกษาข้อมูลการวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

6.3.2 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบให้สอดคล้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการกำหนดปัญหา 2) ด้านการวิเคราะห์ปัญหา 3) ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา 5) ด้านการประเมินและสรุปผลการแก้ปัญหา 6) ด้านการเผยแพร่ผลการแก้ปัญหา ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 5 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และจำนวนข้อคำถาม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	จำนวนข้อคำถาม
ด้านการกำหนดปัญหา	5 (อัตนัย 3, ปรนัย 2)
ด้านการวิเคราะห์ปัญหา	5 (อัตนัย 3, ปรนัย 2)
ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	5 (อัตนัย 3, ปรนัย 2)
ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา	3 (อัตนัย 3, ปรนัย 0)
ด้านการประเมินและสรุปผลการแก้ปัญหา	4 (อัตนัย 3, ปรนัย 1)
ด้านการเผยแพร่ผลการ	3 (อัตนัย 3, ปรนัย 0)
รวม	25

6.3.3 นำแบบวัดที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และปรับปรุงตามคำแนะนำ

6.3.4 นำแบบวัดที่ปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด (IOC)

6.3.5 คัดเลือกข้อคำถามที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดมากกว่า 0.5 จำนวน 17 ข้อ แบ่งเป็นข้อคำถามอัตนัย 12 ข้อ และข้อคำถามปรนัย 5 ข้อ

6.3.6 นำข้อคำถามที่ผ่านการคัดเลือกเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำ และปรับปรุง จากนั้นจัดพิมพ์เป็นชุดเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป เพื่อหาประสิทธิภาพและผลการใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

6.4 แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับเนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

6.4.1 ออกแบบตารางประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับเนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านสามารถให้คะแนนได้ 3 ระดับซึ่งมีความหมายดังต่อไปนี้

+1	หมายถึง	สอดคล้อง
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
-1	หมายถึง	ไม่สอดคล้อง

โดยในแต่ละหัวข้อประเมินนั้นให้พิจารณาคะแนนเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด ถ้ามากกว่า 0.5 คะแนน ขึ้นไป หมายความว่า จุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับเนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมฯ สอดคล้องกัน แต่ถ้าต่ำกว่า 0.5 คะแนน หมายความว่า จุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับเนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมฯ ไม่สอดคล้องกัน จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข

6.4.2 เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง จัดพิมพ์เป็นชุดสำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญใช้ในการประเมินความสอดคล้องของชุดกิจกรรมต่อไป

6.5 แบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

6.5.1 แบบประเมินคุณภาพนี้ดัดแปลงมาจาก สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ และสุภาภรณ์ ศิริโสภณา (2554) และสนอง ทางปาน (2016a) โดยพิจารณาจากลักษณะของรูปเล่มชุดกิจกรรม การจัดทำภาพประกอบ เนื้อหาสาระ การใช้ภาษา ชุดสื่อประกอบกิจกรรมและประโยชน์ของชุดกิจกรรม ซึ่งมีลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (5-point rating scale) โดยกำหนดระดับความเห็นเป็น 5 4 3 2 1 คะแนน หมายถึง ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง ตามลำดับ โดยนำน้ำหนักคะแนนที่ได้จากการประเมินหาค่าเฉลี่ยและแปลความหมายของข้อมูลได้ดังนี้

ดีมาก	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	4.51 - 5.00 คะแนน
ดี	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	3.51 - 4.50 คะแนน
ปานกลาง	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	2.51 - 3.50 คะแนน
พอใช้	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.51 - 2.50 คะแนน
ควรปรับปรุง	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.00 - 1.50 คะแนน

6.5.2 เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง จัดพิมพ์เป็นชุด สำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญใช้ในการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมต่อไป

6.6 แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

6.6.1 ออกแบบตารางประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำ ชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านสามารถให้คะแนน ได้ 3 ระดับซึ่งมีความหมายดังต่อไปนี้

+1	หมายถึง	สอดคล้อง
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
-1	หมายถึง	ไม่สอดคล้อง

โดยการประเมินในแต่ละข้อคำถาม ให้พิจารณาคะแนนเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมด ถ้ามากกว่า 0.5 คะแนน ขึ้นไป หมายความว่า ข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สอดคล้องกัน แต่ถ้าต่ำกว่า 0.5 คะแนน หมายความว่า ข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ไม่สอดคล้องกัน จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข

6.6.2 เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง จัดพิมพ์เป็นชุด สำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญใช้ในการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดต่อไป

6.7 แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

6.7.1 ออกแบบตารางประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านสามารถให้คะแนนได้ 3 ระดับซึ่งมีความหมายดังต่อไปนี้

+1	หมายถึง	สอดคล้อง
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
-1	หมายถึง	ไม่สอดคล้อง

โดยการประเมินในแต่ละข้อคำถาม ให้พิจารณาคะแนนเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด ถ้ามากกว่า 0.5 คะแนน ขึ้นไป หมายความว่า ข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สอดคล้องกัน แต่ถ้าต่ำกว่า 0.5 คะแนน หมายความว่า ข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ไม่สอดคล้องกัน จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข

6.7.2 เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง จัดพิมพ์เป็นชุด สำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญใช้ในการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดต่อไป

7. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนการเก็บข้อมูลเพื่อปรับปรุงชุดกิจกรรมก่อนนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ส่วนการเก็บข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม และส่วนการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

7.1 การเก็บข้อมูลเพื่อปรับปรุงชุดกิจกรรมก่อนนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

7.1.1 นำชุดกิจกรรมไปทดลองนำร่องกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสตรีชัยภูมิ จำนวน 57 คน ในรูปแบบของค่ายวิทยาศาสตร์ เวลา 3 วัน โดยใช้ร่วมกับรูปแบบการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากนั้นปรับปรุงตามความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลอง

7.1.2 ส่งชุดกิจกรรมและแบบวัดที่ออกแบบและสร้างขึ้นทั้งหมดให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องและคุณภาพ ด้วยแบบประเมินดังนี้

1) แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับเนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2) แบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3) แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

4) แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

7.1.3 ปรับปรุงชุดกิจกรรมและแบบวัดตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

7.2 การเก็บข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม

7.2.1 นำชุดกิจกรรมที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการมหาวิทยาลัยเด็กแห่งประเทศไทย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 48 คน ในรูปแบบของค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 3 วัน โดยใช้ร่วมกับรูปแบบการจัดที่ผู้วิจัยออกแบบและสร้างขึ้น

7.2.2 จัดการทดสอบหลังการใช้ชุดกิจกรรม โดยจัดขึ้นในวันสุดท้ายของการจัดค่ายเพื่อให้ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

7.3 การเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

7.3.1 ชุดกิจกรรมที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านแหลมวิทยา จังหวัดเพชรบุรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 35 คน ในรูปแบบของค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 3 วัน โดยใช้ร่วมกับรูปแบบการจัดที่ผู้วิจัยออกแบบและสร้างขึ้น

7.3.2 จัดการทดสอบก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรม โดยจัดขึ้นในวันสุดท้ายของการจัดค่ายฯ เพื่อให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

8. การจัดทำและวิเคราะห์ข้อมูล

8.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการประเมินความสอดคล้อง หากคุณภาพของและคิดคะแนนการทำชุดกิจกรรมและแบบวัดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

8.1.1 ค่าเฉลี่ย (mean) ของคะแนน

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

เมื่อ	$\bar{x}$	คือ	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum x$	คือ	ผลรวมของคะแนน
	N	คือ	จำนวนคน

8.1.2 ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (weighted mean) ของคะแนน

$$\bar{x} = \frac{\sum wx}{\sum w}$$

เมื่อ	$\bar{x}$	คือ	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum wx$	คือ	ผลรวมของผลคูณคะแนนกับน้ำหนัก
	$\sum w$	คือ	ผลรวมน้ำหนัก
	N	คือ	จำนวนคน

8.1.3 ค่าร้อยละ (Percentage)

$$\text{ร้อยละ} = \frac{x \times 100}{N}$$

เมื่อ	ร้อยละ	คือ	ค่าร้อยละ
	x	คือ	คะแนน
	N	คือ	คะแนนเต็ม

8.1.4 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

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

เมื่อ	$S.D.$	คือ	คะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	x	คือ	คะแนน
	$\bar{x}$	คือ	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	N	คือ	จำนวนคน

8.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม

การทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ใช้สูตร E_1/E_2 ใช้ค่าร้อยละ (บุญชม ศรีสะอาด, 2546) โดย

70 ตัวแรก หรือ E_1 หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากการทำบันทึกผลกิจกรรมหรือคำถามภายในกิจกรรมในแต่ละกิจกรรมไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

70 ตัวแรก หรือ E_2 หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากแบบวัดหลังใช้ชุดกิจกรรมครบทุกกิจกรรม แล้วได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

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

เมื่อ	E_1	คือ	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดกิจกรรม
	$\sum x$	คือ	คะแนนรวมของการทำกิจกรรมทั้งหมด
	A	คือ	คะแนนเต็มของการทำกิจกรรมทั้งหมด
	N	คือ	จำนวนผู้เรียน

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

เมื่อ	E_2	คือ	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ชุดกิจกรรม
	$\sum x$	คือ	คะแนนรวมของการทำแบบวัด
	B	คือ	คะแนนเต็มของการทำแบบวัด
	N	คือ	จำนวนผู้เรียน

8.3 สถิติที่ใช้ในตรวจสอบสมมติฐาน

8.3.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมกับเกณฑ์ 70/70 โดยใช้วิธีทางสถิติ t-test แบบ One-sample

8.3.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ก่อนและหลัง เรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่องกังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้วิธีทางสถิติ t-test แบบ Dependent Samples

8.3.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ก่อนและหลัง เรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้วิธีทางสถิติ t-test แบบ Dependent Samples

9. จริยธรรมในการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้มนุษย์เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำเป็นต้องตรวจสอบการเก็บข้อมูลอย่างละเอียด เพื่อไม่ให้มีผลกระทบด้านลบกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ขออนุญาตจากผู้อำนวยการโรงเรียนและ กลุ่มตัวอย่างการทำการเก็บข้อมูล โดยแจ้งรายละเอียดต่าง ๆ ในการเก็บข้อมูลทั้งหมด นอกจากนี้ จะไม่มีการเปิดเผยชื่อของกลุ่มตัวอย่างในปฏิญญาฉบับนี้ เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อกลุ่ม ตัวอย่างภายหลัง

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษา เป็น 6 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการออกแบบชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความเหมาะสมของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ออกแบบจากความคิดเห็นของนักเรียน

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความสอดคล้องและคุณภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความสอดคล้องของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 5 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ตอนที่ 6 ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ตอนที่ 1 ผลการออกแบบชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัยได้ชุดกิจกรรมฯ ประกอบด้วย 5 กิจกรรมหลัก ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ถอดบทเรียนโครงการของพ่อ (ภาพประกอบ 16)

จุดประสงค์ :

1) อธิบายลักษณะโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริของในหลวงรัชกาลที่ 9 ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำ

2) เข้าใจหลักการแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำตามโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริของในหลวงรัชกาลที่ 9

3) วิเคราะห์ความเหมือนหรือแตกต่างของโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริของในหลวงรัชกาลที่ 9 ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำ

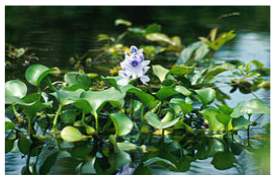
ลักษณะกิจกรรม :

1) ศึกษาโครงการพระราชดำริจากใบความรู้

2) ทำกิจกรรมตามใบกิจกรรมการจำแนกประเภทโครงการพระราชดำริ

3) เลือกโครงการที่เหมาะสมในการแก้ไขสถานการณ์ตัวอย่างที่กำหนดให้ใน

คำถามของกิจกรรม

ชื่อโครงการ	คำอธิบาย
	ช่วยระบายน้ำและบรรเทาสภาพน้ำเสียในคลอง โดยใช้รูปแบบ “เครื่องกรองน้ำธรรมชาติ” ซึ่งใช้ผักตบชวาเป็นพืชดูดความสกปรกออก ทำให้น้ำสะอาดขึ้น เป็นเครื่องกรองธรรมชาติใช้พลังงานแสงอาทิตย์และธรรมชาติของการเติบโตของพืช

(ก)

วัตถุประสงค์หลักของการจัดตั้งโครงการ	
บริหารจัดการปริมาณน้ำ	บำบัดน้ำเสีย

(ข)

ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างกิจกรรมที่ 1 (ก) ใบความรู้โครงการพระราชดำริ

และ (ข) บันทึกรับผลการจำแนกโครงการฯ

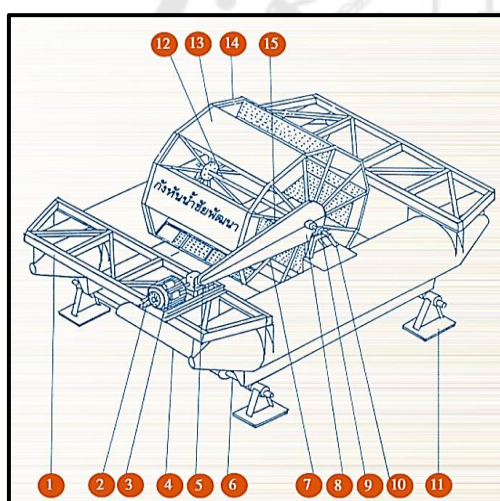
กิจกรรมที่ 2 รู้จักกังหันน้ำชัยพัฒนา (ภาพประกอบ 17)

จุดประสงค์ :

- 1) อธิบายส่วนประกอบต่าง ๆ ของกังหันน้ำชัยพัฒนา
- 2) เข้าใจหลักการทำงานของกังหันน้ำชัยพัฒนา
- 3) วิเคราะห์ความเหมือนหรือแตกต่างกังหันน้ำชัยพัฒนาแต่ละรูปแบบ

ลักษณะกิจกรรม :

- 1) ทำการทดลองตามบทปฏิบัติการที่ 2 การทดลองการเติมออกซิเจนลงในน้ำ โดยการสร้างน้ำเสียสังเคราะห์ เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับกลไกในการเติมอากาศของกังหันน้ำชัยพัฒนา
- 2) ศึกษาและสืบค้นข้อมูลกังหันน้ำชัยพัฒนา พร้อมทั้งตอบคำถามเรื่อง ส่วนประกอบกังหันน้ำชัยพัฒนา



(ก)



(ข)

ภาพประกอบ 17 ตัวอย่างกิจกรรมที่ 2 (ก) ตัวอย่างภาพกังหันน้ำในโบควมรู้
และ (ข) สร้างน้ำเสียสังเคราะห์

ที่มาภาพ (ก) : http://www.chaipat.or.th/images/stories/aerator_RX2_RX5c/RX2/08.jpg

กิจกรรมที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพน้ำ (ภาพประกอบ 18)

จุดประสงค์ :

1) ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการ
คิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

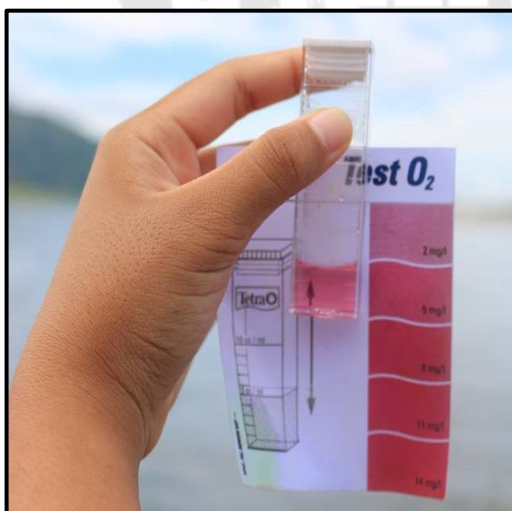
2) เข้าใจวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

3) วิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณต่าง ๆ ของกังหันน้ำชัยพัฒนาแต่ละรูปแบบ

ลักษณะกิจกรรม :

1) ทำการทดลองตามบทปฏิบัติการที่ 1 การตรวจสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้น ซึ่งให้
นักเรียนทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้น ได้แก่

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| (1) สี กลิ่น รส | (2) อุณหภูมิ |
| (3) ค่า pH | (4) ค่าออกซิเจนละลายน้ำ |
| (5) ค่าความโปร่งแสง | |
| 2) บันทึกผลการทำกิจกรรม | |
| 3) ตอบคำถามในกิจกรรม | |



(ก)



(ข)

ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างกิจกรรมที่ 3 (ก) การตรวจสอบค่า DO และ(ข) วัดความโปร่งแสง

กิจกรรมที่ 4 ฝึกคิดแบบฟ่อ (มี 3 กิจกรรมย่อย) (ภาพประกอบ 19 - 21)

กิจกรรมที่ 4.1 กังหันน้ำไม้ไผ่

จุดประสงค์ :

1) ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2) อธิบายส่วนประกอบหลักของกังหันน้ำชัยพัฒนา

3) เข้าใจหลักการทำงานของกังหันน้ำไม้ไผ่

ลักษณะกิจกรรม :

1) ทำกิจกรรมตามบทปฏิบัติการที่ 3 การทดลองกังหันน้ำไม้ไผ่ โดยนักเรียนต้องทำความเข้าใจถึงส่วนประกอบสำคัญและหลักการของกังหันน้ำชัยพัฒนา เพื่อออกแบบและสร้างกังหันน้ำไม้ไผ่ให้ผ่านคุณสมบัติและเงื่อนไขที่กำหนด

2) บันทึกผลการทำกิจกรรม

3) ตอบคำถามในกิจกรรม



ภาพประกอบ 19 ตัวอย่างกิจกรรมที่ 4.1 ไม้ไผ่และหนังยาง เพื่อสร้างกังหันน้ำไม้ไผ่

กิจกรรมที่ 4.2 ท่อนลอยน้ำ

จุดประสงค์ :

1) ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2) เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับการจมลอยของวัตถุ

3) อธิบายการเลือกวัสดุมาทำกังหันน้ำ

ลักษณะกิจกรรม :

1) ทำกิจกรรมตามบทปฏิบัติการที่ 4 การทดลองท่อนลอยน้ำ โดยนักเรียนต้องมีการวางแผนการทดลอง เพื่อทำการทดลองและแก้ปัญหาให้ทันเวลา และถูกต้อง

2) บันทึกผลการทำกิจกรรม

3) ตอบคำถามในกิจกรรม



ภาพประกอบ 20 ตัวอย่างกิจกรรมที่ 4.2 การทดลองหาความสามารถในการลอยน้ำของวัสดุ

กิจกรรมที่ 4.3 ไบพัตกัณฑ์น้ำ

จุดประสงค์ :

1) ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2) อธิบายการทำงานของไบพัตกัณฑ์น้ำ

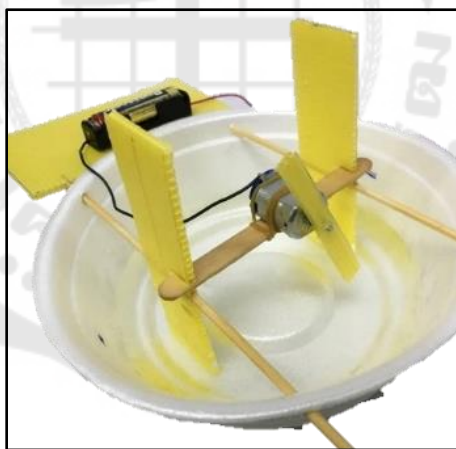
3) หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างของไบพัต ความสูงในการติดตั้งไบพัต และลักษณะการหมุน

ลักษณะกิจกรรม :

1) ทำการทดลองตามบทปฏิบัติการที่ 5 การทดลองไบพัตกัณฑ์น้ำ โดยนักเรียนต้องวางแผนการทดลองและแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม เพื่อให้การทดลองคาดเคลื่อนและใช้เวลาน้อยที่สุด และผลการทดลองต้องสามารถเก็บเป็นข้อมูลนำไปใช้ในกิจกรรมต่อไปได้

2) บันทึกผลการทำกิจกรรม

3) ตอบคำถามในกิจกรรม



ภาพประกอบ 21 ตัวอย่างกิจกรรมที่ 4.3 ชุดการทดลองไบพัตกัณฑ์น้ำ

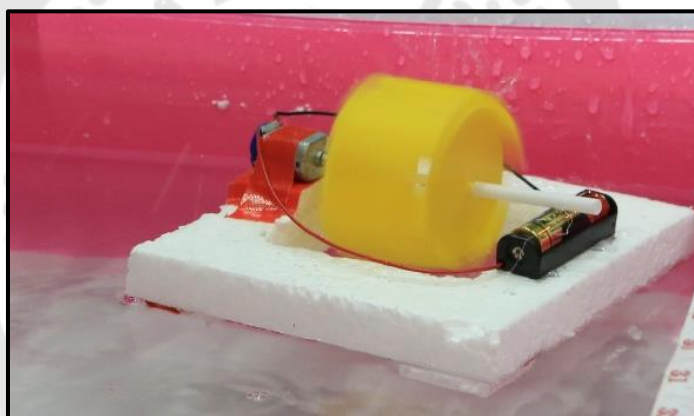
กิจกรรมที่ 5 กังหันน้ำชัยพัฒนาจำลอง (ภาพประกอบ 22)

จุดประสงค์ :

ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ลักษณะกิจกรรม :

- 1) ทำกิจกรรมตามบทปฏิบัติการที่ 6 การออกแบบและสร้างกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลอง โดยกำหนดอุปกรณ์ให้ ซึ่งนักเรียนต้องเลือกวัสดุในการสร้างแต่ละส่วนอย่างเหมาะสม โดยประยุกต์ความรู้และทักษะจากกิจกรรมที่ 1-4
- 2) บันทึกผลการทำกิจกรรม
- 3) ตอบคำถามในกิจกรรม



ภาพประกอบ 22 ตัวอย่างกิจกรรมที่ 4.3 การสร้างกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลอง

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความเหมาะสมของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ออกแบบจากความคิดเห็นของนักเรียน

ผู้วิจัยได้นำชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไปใช้กับทดลองนำร่องกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสตรีชัยภูมิ จำนวน 57 คน ซึ่งจัดในรูปแบบค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นเวลา 3 วัน โดยมีรูปแบบการจัดค่าย ดังนี้

วันที่ 1

08.00 – 09.00 น.	ลงทะเบียนเข้าร่วมค่าย
09.00 – 09.30 น.	พิธีเปิดค่ายและกล่าวต้อนรับ
09.30 – 10.30 น.	บรรยายพิเศษ เรื่อง วิทยาศาสตร์กับโครงการพระราชดำริ
10.30 – 10.45 น.	กิจกรรมแนะนำชุดกิจกรรมฯ และรูปแบบการจัดในแต่ละวัน
10.45 – 11.15 น.	กิจกรรมนันทนาการ เพื่อเชื่อมความสัมพันธ์
11.15 – 12.30 น.	ร่วมกิจกรรมตามชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ช่วงที่ (1)
12.30 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 15.30 น.	เดินทางและศึกษาแหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการพระราชดำริ เพื่อเชื่อมโยงกับชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา
15.30 – 16.00 น.	เดินทางกลับโรงเรียนหรือสถานที่จัดค่าย
16.00 – 16.30 น.	กิจกรรมถอดบทเรียนและเตรียมความพร้อมกิจกรรมในวันต่อไป

วันที่ 2

08.00 – 08.30 น.	ลงทะเบียนเข้าร่วมค่าย
08.30 – 09.00 น.	กิจกรรมนันทนาการ เพื่อกระตุ้นบรรยากาศภายในค่ายให้สนุกสนาน ลดความเครียด และเป็นการกระตุ้นผู้เข้าร่วมให้พร้อมทำกิจกรรม
09.00 – 12.00 น.	ร่วมกิจกรรมตามชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ช่วงที่ (2)
12.00 – 12.45 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน

12.45 – 13.00 น.	กิจกรรมนันทนาการ เพื่อกระตุ้นบรรยากาศภายในค่ายให้สนุกสนาน และให้ผู้เข้าร่วมตื่นตัวพร้อมทำกิจกรรมในช่วงบ่าย
13.00 – 14.30 น.	ร่วมกิจกรรมตามชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ช่วงที่ (3)
14.30 – 14.45 น.	กิจกรรมเกมนันทนาการ
14.45 – 16.00 น.	ร่วมกิจกรรมตามชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ช่วงที่ (4)
16.00 – 16.30 น.	กิจกรรมถอดบทเรียนและเตรียมความพร้อมกิจกรรมในวันต่อไป

วันที่ 3

08.00 – 08.30 น.	ลงทะเบียนเข้าร่วมค่าย
08.30 – 09.30 น.	บรรยายพิเศษ จากวิทยากร ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม
09.30 – 11.00 น.	ถอดบทเรียนจากกิจกรรมที่ได้รับทั้งหมด แล้วนำเสนอ
11.00 – 12.00 น.	กิจกรรมเกมนันทนาการ เพื่อการผ่อนคลายหลังจากเข้าร่วมค่าย
12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 14.30 น.	มอบประกาศนียบัตรเข้าร่วมค่าย และ ปิดค่าย

ผลการศึกษาทดลองนำร่อง มีรายละเอียดดังนี้ (ภาพประกอบ 23)

- 1) ข้อความ หรือคำที่ใช้ในชุดกิจกรรม ไม่ชัดเจน กำกวม ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจผิด และใช้เวลาในการทำกิจกรรมเพิ่มมากขึ้น
- 2) ลำดับของกิจกรรม ไม่เหมาะสม ทำให้นักเรียนทำความเข้าใจกับภาพรวมของเนื้อหาชุดกิจกรรมทั้งหมดได้ยาก
- 3) สื่อไม่แข็งแรง ทำให้นักเรียนต้องเสียเวลาซ่อมแซม
- 4) สื่อการสร้างน้ำเสียสังเคราะห์ สังเกตสีของอินดิเคเตอร์ได้ยาก ทำให้นักเรียนมองไม่เห็นการทำงานของกังหันน้ำชัยพัฒนาที่เป็นการเพิ่มออกซิเจนลงในน้ำ
- 5) แต่ละกิจกรรมไม่มีความเชื่อมโยงซึ่งกันและกัน
- 6) ตัวอักษรในเล่มของชุดกิจกรรมเล็เกินไป
- 7) กิจกรรมทำให้นักเรียนได้ฝึกความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
- 8) กิจกรรมทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

9) กิจกรรมทำให้นักเรียนต้องประยุกต์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ หรือสะเต็มศึกษา



(ก)



(ข)

ภาพประกอบ 23 ทดลองน้ำร่องครั้งที่ 1 (ก) กังหันน้ำไม่ไอลิม และ (ข) ตรวจสอบคุณภาพน้ำ

ซึ่งจากผลการศึกษาของการทดลองน้ำร่อง ทำให้ผู้วิจัยดำเนินการปรับแก้ชุดกิจกรรมตามความเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลองน้ำร่อง ดังนี้

1) เปลี่ยนชื่อกิจกรรมบางกิจกรรมให้ชัดเจน ดังตาราง 6

ตาราง 6 ชื่อกิจกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลง

ชื่อกิจกรรมเดิม	ชื่อกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุง
กิจกรรมที่ 1 ถอดบทเรียนโครงการของพ่อ	กิจกรรมที่ 1 ถอดบทเรียนโครงการพระราชดำริ
กิจกรรมที่ 4 ฝึกคิดแบบพ่อ	กิจกรรมที่ 4 ฝึกคิดแบบในหลวง
กิจกรรมที่ 5 กังหันน้ำจำลอง	กิจกรรมที่ 5 ฝึกทำกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลอง

2) เปลี่ยนลำดับกิจกรรมให้สามารถเชื่อมโยงกิจกรรมได้ดีขึ้นดังตาราง 7

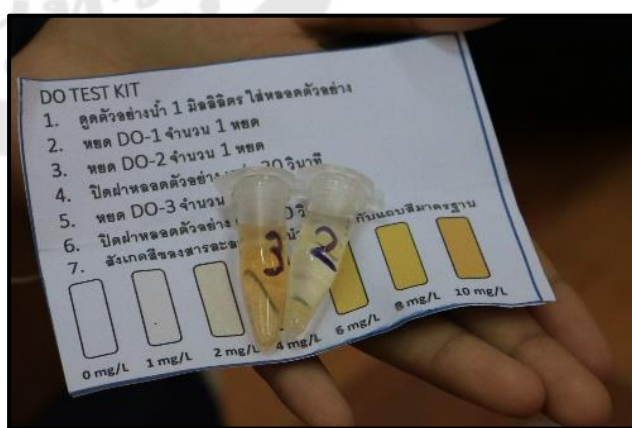
ตาราง 7 การเปลี่ยนลำดับกิจกรรม

ลำดับกิจกรรมเดิม	ลำดับกิจกรรมที่ผ่านการปรับปรุง
กิจกรรมที่ 1 ถอดบทเรียนโครงการของพ่อ	กิจกรรมที่ 1 ถอดบทเรียนโครงการพระราชดำริ
กิจกรรมที่ 2 รู้จักกักกันน้ำชัยพัฒนา	กิจกรรมที่ 2 ตรวจสอบคุณภาพน้ำ
กิจกรรมที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพน้ำ	กิจกรรมที่ 3 รู้จักกักกันน้ำชัยพัฒนา
กิจกรรมที่ 4 ฝึกคิดแบบพ่อ	กิจกรรมที่ 4 ฝึกคิดแบบในหลวง
กิจกรรมย่อยที่ 4.1 กักกันน้ำไม่ไอติม	กิจกรรมย่อยที่ 4.1 กักกันน้ำไม่ไอติม
กิจกรรมย่อยที่ 4.2 ทุ่นลอยน้ำ	กิจกรรมย่อยที่ 4.2 ไขพัดกักกันน้ำ
กิจกรรมย่อยที่ 4.3 ไขพัดกักกันน้ำ	กิจกรรมย่อยที่ 4.3 ทุ่นลอยน้ำ
กิจกรรมที่ 5 กักกันน้ำจำลอง	กิจกรรมที่ 5 ฝึกทำกักกันน้ำชัยพัฒนาจำลอง

3) เพิ่มกิจกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มออกซิเจนของกักกันน้ำชัยพัฒนา โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมตรวจสอบค่าออกซิเจนละลายน้ำก่อนและหลังการใช้กักกันน้ำจำลองที่กำหนดให้ ทั้งนี้ค่าออกซิเจนละลายน้ำหลังใช้กักกันน้ำมากกว่าก่อนใช้กักกันน้ำ (ภาพประกอบ 24)



(ก)



(ข)

ภาพประกอบ 24 รูปแบบการพัฒนากิจกรรม (ก) การใช้กักกันน้ำจำลองบ่งน้ำ และ (ข) การตรวจสอบค่าออกซิเจนละลายน้ำ

4) เพิ่มวิดีโอ เรื่อง ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา กังหันน้ำชัยพัฒนาที่แสดงให้เห็นถึงความเป็นมาและความเชื่อมโยงของกิจกรรมทั้งหมด (ภาพประกอบ 25)

(<https://www.youtube.com/watch?v=p26NqOFhJCU&t=11s>)



ภาพประกอบ 25 ตัวอย่างภาพในวิดีโอ เรื่อง ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา กังหันน้ำชัยพัฒนา

5) เพิ่มการบันทึกกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ (ภาพประกอบ 26)

3.1 ให้นักเรียนเรียงลำดับขั้นตอนการทดลองต่อไปนี้ เพื่อตรวจสอบว่า “กังหันน้ำจำลอง สามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำได้” โดยเขียนตัวอักษรหน้าขั้นตอนลงในที่ว่าง และเรียงจากลำดับแรกไปลำดับสุดท้าย

(ก) ตรวจสอบค่าออกซิเจนละลายน้ำของน้ำตัวอย่างก่อนใช้กังหันน้ำ แล้วบันทึกผล

(ข) ตรวจสอบค่าออกซิเจนละลายน้ำของน้ำตัวอย่างหลังใช้กังหันน้ำ แล้วบันทึกผล

(ค) นำกังหันน้ำที่กำหนดให้ไปปั่นในน้ำตัวอย่างเป็นเวลา 2 นาที

.....

3.2 ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานการทดลอง

.....

3.3 ให้นักเรียนเขียนตัวแปร ดังต่อไปนี้

ตัวแปรต้น :

ตัวแปรตาม :

ตัวแปรควบคุม :

ภาพประกอบ 26 ตัวอย่างการเพิ่มบันทึกกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ

6) ปรับรูปแบบการตอบคำถามของชุดกิจกรรมให้หลากหลายมากขึ้น (ภาพประกอบ 27)

คำถามท้ายกิจกรรม

ตอนที่ 1 วงกลมตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด

1. ส่วนประกอบใดในตัวกังหันน้ำชัยพัฒนาที่ทำให้ใบพัดกังหันปั่นน้ำได้

ก. มอเตอร์ ข. คานยึดทุ่นลอย ค. โครงกังหันน้ำ ง. เครื่องยนต์ขับเคลื่อน

2. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำของกังหันน้ำชัยพัฒนา

ก. ออกซิเจนในอากาศจะเข้าไปละลายในน้ำขณะที่น้ำถูกโปรยกระจายด้วยใบพัดกังหัน

ข. กังหันน้ำจะช่วยกระจายสารอาหารให้แก่พืชน้ำที่ช่วยผลิตออกซิเจน

ค. เมื่อน้ำถูกตักขึ้นไปในอากาศ จะทำให้แสงแดดส่องถึงพืชน้ำที่ช่วยผลิตออกซิเจน

ง. สัตว์น้ำจะกลืนกังหันน้ำ และอพยพออก ทำให้ออกซิเจนในน้ำไม่ถูกใช้ และเหลือมากขึ้น

ตอนที่ 2 เติมข้อความให้ถูกต้องและสมบูรณ์

1. ขอตักน้ำของกังหันน้ำชัยพัฒนามีรูพรุนเพื่ออะไร

ภาพประกอบ 27 ตัวอย่างคำถามในลักษณะปรนัยและอัตนัย

8) ปรับตัวอักษรให้มีขนาดใหญ่มากขึ้น

9) จัดเตรียมสื่อให้มีความแข็งแรง และพร้อมใช้งานได้ทันที

10) จัดรูปแบบของรูปเล่ม

11) เพิ่มคำชี้แจงในการบันทึกกิจกรรม เพื่อความสะดวกในการบันทึกกิจกรรม

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความสอดคล้องและคุณภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กักกันน้ำช่วยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

แบ่งผลการศึกษาออกเป็น 2 ผลการศึกษา ดังนี้

1) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับ
เนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กักกันน้ำช่วยพัฒนา สำหรับนักเรียน
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นดังตาราง 8 - 14

ตาราง 8 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับเนื้อหา
และรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กักกันน้ำช่วยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับ
มัธยมศึกษาตอนต้น ของกิจกรรมที่ 1

กิจกรรมที่/จุดประสงค์ของ กิจกรรม	รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย (IOC)	การแปลผล
(1) อธิบายลักษณะโครงการอัน เนื่องมาจากพระราชดำริของใน หลวงรัชกาลที่ 9 ที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำ	(1.1) เนื้อหา	1.0	สอดคล้อง
	(1.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	1.0	สอดคล้อง
(2) เข้าใจหลักการแก้ไขปัญหา เรื่องน้ำตามโครงการอัน เนื่องมาจากพระราชดำริของใน หลวงรัชกาลที่ 9	(2.1) เนื้อหา	1.0	สอดคล้อง
	(2.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	0.8	สอดคล้อง
(3) วิเคราะห์ความเหมือนหรือ แตกต่างของโครงการอัน เนื่องมาจากพระราชดำริของใน หลวงรัชกาลที่ 9 ที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำ	(3.1) เนื้อหา	0.8	สอดคล้อง
	(3.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	0.8	สอดคล้อง

ตาราง 9 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับเนื้อหา และรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น ของกิจกรรมที่ 2

กิจกรรมที่/จุดประสงค์ของ กิจกรรม	รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย (IOC)	การแปลผล
(1) อธิบายส่วนประกอบต่าง ๆ ของ กังหันน้ำชัยพัฒนา	(1.1) เนื้อหา	0.8	สอดคล้อง
	(1.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	0.8	สอดคล้อง
(2) เข้าใจหลักการทำงานของ กังหันน้ำชัยพัฒนา	(2.1) เนื้อหา	0.8	สอดคล้อง
	(2.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	0.8	สอดคล้อง
(3) วิเคราะห์ความเหมือนหรือ แตกต่างกังหันน้ำชัยพัฒนาแต่ละ รูปแบบ	(3.1) เนื้อหา	0.6	สอดคล้อง
	(3.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	0.8	สอดคล้อง

ตาราง 10 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับ เนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของกิจกรรมที่ 3

กิจกรรมที่/จุดประสงค์ของ กิจกรรม	รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย (IOC)	การแปลผล
(1) ฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์	(1.1) เนื้อหา	1.0	สอดคล้อง
	(1.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	1.0	สอดคล้อง
(2) เข้าใจวิธีการตรวจสอบ คุณภาพน้ำ	(2.1) เนื้อหา	1.0	สอดคล้อง
	(2.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	0.8	สอดคล้อง
(3) วิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณ ต่าง ๆ ของกังหันน้ำชัยพัฒนาแต่ ละรูปแบบ	(3.1) เนื้อหา	1.0	สอดคล้อง
	(3.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	1.0	สอดคล้อง

ตาราง 11 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับ เนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของกิจกรรมที่ 4.1

กิจกรรมที่/จุดประสงค์ของ กิจกรรม	รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย (IOC)	การแปลผล
(1) ฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์	(1.1) เนื้อหา	1.0	สอดคล้อง
	(1.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	0.8	สอดคล้อง
(2) อธิบายส่วนประกอบหลักของ กังหันน้ำชัยพัฒนา	(2.1) เนื้อหา	1.0	สอดคล้อง
	(2.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	0.8	สอดคล้อง
(3) เข้าใจหลักการทำงานของ กังหันน้ำไม้อัด	(3.1) เนื้อหา	1.0	สอดคล้อง
	(3.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	0.8	สอดคล้อง

ตาราง 12 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับ เนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมระดับมัธยมศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของกิจกรรมที่ 4.2

กิจกรรมที่/จุดประสงค์ของ กิจกรรม	รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย (IOC)	การแปลผล
(1) ฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์	(1.1) เนื้อหา	1.0	สอดคล้อง
	(1.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	0.8	สอดคล้อง
(2) เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นกับการจมลอยของ วัตถุ	(2.1) เนื้อหา	1.0	สอดคล้อง
	(2.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	0.8	สอดคล้อง
(3) อธิบายการเลือกวัสดุมาทำ กังหันน้ำ	(3.1) เนื้อหา	1.0	สอดคล้อง
	(3.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	0.8	สอดคล้อง

ตาราง 13 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับ เนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของกิจกรรมที่ 4.3

กิจกรรมที่/จุดประสงค์ของ กิจกรรม	รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย (IOC)	การแปลผล
(1) ฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์	(1.1) เนื้อหา	1.0	สอดคล้อง
	(1.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	0.8	สอดคล้อง
(2) อธิบายการทำงานของใบพัด กังหันน้ำ	(2.1) เนื้อหา	1.0	สอดคล้อง
	(2.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	0.8	สอดคล้อง
(3) หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่าง ของใบพัด ความสูงในการติดตั้ง ใบพัด และลักษณะการหมุน	(3.1) เนื้อหา	1.0	สอดคล้อง
	(3.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	0.8	สอดคล้อง

ตาราง 14 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับเนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของกิจกรรมที่ 5

กิจกรรมที่/จุดประสงค์ของกิจกรรม	รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย (IOC)	การแปลผล
(1) ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและ	(1.1) เนื้อหา	1.0	สอดคล้อง
ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	(1.2) รูปแบบการจัดกิจกรรม	0.8	สอดคล้อง

จากตาราง 8-14 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับเนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า กิจกรรมทุกกิจกรรมมีสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับเนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมฯ โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.6 – 1.0

2) ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 15 ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ผลการประเมิน
1) ลักษณะรูปลักษณ์ชุดกิจกรรม	4.52	0.27	ดีมาก
2) การจัดทำภาพประกอบ	4.52	0.23	ดีมาก
3) เนื้อหาสาระ	4.56	0.17	ดีมาก
4) การใช้ภาษา	4.30	0.12	ดี
5) สื่อประกอบกิจกรรม	4.54	0.22	ดีมาก
6) ประโยชน์ของชุดกิจกรรม	4.72	0.11	ดีมาก
ภาพรวม	4.53	0.19	ดีมาก

จากตาราง ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า คุณภาพของชุดกิจกรรมทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ 1) ลักษณะรูปลักษณ์ชุดกิจกรรม 2) การจัดทำภาพประกอบ 3) เนื้อหาสาระ 4) การใช้ภาษา 5) สื่อประกอบกิจกรรม และ 6) ประโยชน์ของชุดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.52, 4.52, 4.56, 4.30, 4.54 และ 4.72 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยภาพรวมเท่ากับ 4.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.19 และมีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก

ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำในการปรับปรุงชุดกิจกรรม ดังนี้

1) ปรับปรุงจุดประสงค์ของแต่ละกิจกรรม และเพิ่มจุดประสงค์ให้สอดคล้องกับกิจกรรมมากขึ้น โดยมีการปรับปรุงดังตาราง 16 -21

ตาราง 16 การปรับปรุงจุดประสงค์ของกิจกรรมที่ 1

จุดประสงค์เดิม	จุดประสงค์ที่ผ่านการปรับปรุง
กิจกรรมที่ 1 ถอดบทเรียนโครงการพระราชดำริ	
1. อธิบายลักษณะโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริของในหลวงรัชกาลที่ 9 ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำ	1. เข้าใจหลักการแก้ไขปัญหาระบบน้ำตามโครงการพระราชดำริด้านการบริหารจัดการน้ำของในหลวงรัชกาลที่ 9
2. เข้าใจหลักการแก้ไขปัญหาระบบน้ำตามโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริของในหลวงรัชกาลที่ 9	2. อธิบายหลักการการแก้ไขปัญหาระบบน้ำตามโครงการพระราชดำริด้านการบริหารจัดการน้ำของในหลวงรัชกาลที่ 9
3. วิเคราะห์ความเหมือนหรือแตกต่างของโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริของในหลวงรัชกาลที่ 9 ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำ	3. สามารถเลือกโครงการพระราชดำริไปใช้ในการแก้ไขปัญหาระบบน้ำตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

ตาราง 17 การปรับปรุงจุดประสงค์ของกิจกรรมที่ 2

จุดประสงค์เดิม	จุดประสงค์ที่ผ่านการปรับปรุง
กิจกรรมที่ 2 ตรวจสอบคุณภาพน้ำ	
1. ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	1. ฝึกทักษะการตรวจสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้น
2. เข้าใจวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ	2. สามารถประเมินคุณภาพน้ำมีความเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ด้านใด
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณต่าง ๆ ของกักเก็บน้ำช่วยพัฒนาแต่ละรูปแบบ	3. สามารถแก้ไขปัญหาระบบน้ำทางวิทยาศาสตร์ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

ตาราง 18 การปรับปรุงจุดประสงค์ของกิจกรรมที่ 3

จุดประสงค์เดิม	จุดประสงค์ที่ผ่านการปรับปรุง
กิจกรรมที่ 3 รู้จักกังหันน้ำชัยพัฒนา	
1. อธิบายส่วนประกอบต่าง ๆ ของกังหันน้ำชัยพัฒนา	1. อธิบายวิวัฒนาการของกังหันน้ำชัยพัฒนา
2. เข้าใจหลักการทำงานของกังหันน้ำชัยพัฒนา	2. วิเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญในการทำงานของกังหันน้ำชัยพัฒนา
3. วิเคราะห์ความเหมือนหรือแตกต่างกังหันน้ำชัยพัฒนาแต่ละรูปแบบ	3. สามารถแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้
	4. ฝึกและเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ตาราง 19 การปรับปรุงจุดประสงค์ของกิจกรรมที่ 4.1

จุดประสงค์เดิม	จุดประสงค์ที่ผ่านการปรับปรุง
กิจกรรมที่ 4 ฝึกคิดแบบในหลวง	
กิจกรรมย่อยที่ 4.1 กังหันน้ำไม่ไธสม	
1. ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์	1. ฝึกความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. อธิบายส่วนประกอบหลักของกังหันน้ำชัยพัฒนา	2. อธิบายส่วนประกอบหลักของกังหันน้ำชัยพัฒนา
3. เข้าใจหลักการทำงานของกังหันน้ำไม่ไธสม	3. เข้าใจหลักการทำงานของกังหันน้ำไม่ไธสม
	4. ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ตาราง 19 (ต่อ) การปรับปรุงจุดประสงค์ของกิจกรรมที่ 4.1

จุดประสงค์เดิม	จุดประสงค์ที่ผ่านการปรับปรุง
กิจกรรมที่ 4 ฝึกคิดแบบในหลวง	
กิจกรรมย่อยที่ 4.1 กังหันน้ำไม้ไผ่	
	5. ฝึกและเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ตาราง 20 การปรับปรุงจุดประสงค์ของกิจกรรมที่ 4.2

จุดประสงค์เดิม	จุดประสงค์ที่ผ่านการปรับปรุง
กิจกรรมย่อยที่ 4.2 ใบพัดกังหันน้ำ	
1. ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	1. ฝึกความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. อธิบายการทำงานของใบพัดกังหันน้ำ	2. อธิบายส่วนประกอบหลักของกังหันน้ำชัยพัฒนา
3. หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างของใบพัด ความสูงในการติดตั้งใบพัด และลักษณะการหมุน	3. เข้าใจหลักการทำงานของส่วนเติมอากาศ
	4. ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
	5. ฝึกและเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ตาราง 21 การปรับปรุงจุดประสงค์ของกิจกรรมที่ 4.3

จุดประสงค์เดิม	จุดประสงค์ที่ผ่านการปรับปรุง
กิจกรรมย่อยที่ 4.3 ทุ่นลอยน้ำ	
1. ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น บูรณาการและความสามารถในการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	1. ฝึกความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์
2. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น กับการจมลอยของวัตถุ	2. อธิบายส่วนประกอบหลักของกังหัน น้ำชัยพัฒนา
3. อธิบายการเลี้ยวเบนของคลื่นน้ำ	3. เข้าใจหลักการทำงานของส่วนทุ่นลอยน้ำ
	4. ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ
	5. ฝึกและเข้าใจทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจากสถานการณ์ที่ กำหนดให้

กิจกรรมที่ 5 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจุดประสงค์

- 2) ปรับตัวอักษรของเล่มกิจกรรมให้มีขนาดใหญ่ขึ้น
- 3) แก้ไขคำผิดหรือคำกำกวมที่อาจทำให้นักเรียนเข้าใจผิด
- 4) วิธีที่ควรทำให้มีความน่าสนใจมากขึ้น
- 5) ควรเตรียมชุดสื่อการทดลองให้นักเรียนในรูปแบบของการพร้อมใช้งาน เพื่อ
ประหยัดเวลาในการทำกิจกรรม
- 6) ตรวจสอบเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมอย่างเคร่งครัด ระวังการ
ใช้เวลาเกิน เพราะอาจส่งผลกระทบต่อกิจกรรมอื่น ๆ ทั้งหมด

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความสอดคล้องของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น บูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบ่งผลการศึกษาเป็น 2 ผลการศึกษา ดังนี้

1) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับ
นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นดังตาราง 22 และ 23

ตาราง 22 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบ
วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียน
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตอนที่ 1

ข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	คะแนนความ สอดคล้องเฉลี่ย	การแปลผล
ตอนที่ 1 แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ			
1	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	1.0	สอดคล้อง
2	ทักษะการทดลอง	1.0	สอดคล้อง
3	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	1.0	สอดคล้อง
4	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	1.0	สอดคล้อง
5	ทักษะตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	1.0	สอดคล้อง
6	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	1.0	สอดคล้อง
7	ทักษะการทดลอง	1.0	สอดคล้อง
8	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	1.0	สอดคล้อง
9	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	1.0	สอดคล้อง
10	ทักษะตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	1.0	สอดคล้อง
11	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	1.0	สอดคล้อง
12	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	1.0	สอดคล้อง
13	ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	1.0	สอดคล้อง

ตาราง 23 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตอนที่ 2

ข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	คะแนนความสอดคล้องเฉลี่ย	การแปลผล
ตอนที่ 2 แบบปรนัย จำนวน 5 ข้อ			
1	ทักษะการทดลอง	1.0	สอดคล้อง
2	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	1.0	สอดคล้อง
3	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	0.8	สอดคล้อง
4	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และทักษะการทดลอง	1.0	สอดคล้อง
5	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	0.8	สอดคล้อง
6	ทักษะตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	1.0	สอดคล้อง
7	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	1.0	สอดคล้อง

จากตาราง 22 และ 23 พบว่า ข้อคำถามทุกข้อมีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีคะแนนความสอดคล้องเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.8 – 1.0 โดยผู้วิจัยเลือกข้อถามจำนวน 15 ข้อ ได้แก่ เขียนตอบ(อัตนัย) 10 ข้อ และเลือกตอบ(ปรนัย) 5 ข้อ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

2) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นดังตาราง 24 และ 25

ตาราง 24 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตอนที่ 1

ข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	คะแนนความ สอดคล้องเฉลี่ย	การแปลผล
ตอนที่ 1 อัตนัยจำนวน 18 ข้อ			
1	ด้านการกำหนดปัญหา	1.0	สอดคล้อง
2	ด้านการวิเคราะห์ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
3	ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	0.8	สอดคล้อง
4	ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
5	ด้านการประเมินและสรุปผลการแก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
6	ด้านการเผยแพร่ผลการแก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
7	ด้านการกำหนดปัญหา	1.0	สอดคล้อง
8	ด้านการวิเคราะห์ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
9	ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
10	ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
11	ด้านการประเมินและสรุปผลการแก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
12	ด้านการเผยแพร่ผลการแก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
13	ด้านการกำหนดปัญหา	1.0	สอดคล้อง
14	ด้านการวิเคราะห์ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
15	ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
16	ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
17	ด้านการประเมินและสรุปผลการแก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
18	ด้านการเผยแพร่ผลการแก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง

ตาราง 25 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ตอนที่ 2

ข้อที่	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	คะแนนความ สอดคล้องเฉลี่ย	การแปลผล
ตอนที่ 2 แบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ			
1	ด้านการกำหนดปัญหา	1.0	สอดคล้อง
2	ด้านการวิเคราะห์ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
3	ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	0.8	สอดคล้อง
4	ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
5	ด้านการประเมินและสรุปผลการแก้ปัญหา	1.0	สอดคล้อง
6	ด้านการกำหนดปัญหา	1.0	สอดคล้อง
7	ด้านการวิเคราะห์ปัญหา	1.0	สอดคล้อง

จากตาราง 24 และ 25 พบว่า ข้อคำถามทุกข้อ มีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีคะแนนความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.8 – 1.0 โดยผู้วิจัยเลือกข้อคำถามจำนวน 17 ข้อ ได้แก่ เขียนตอบ(อัตนัย) 12 ข้อ และเลือกตอบ(ปรนัย) 5 ข้อ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 5 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัยได้นำชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ผ่านการทดลองนำร่องและการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการประสิทธิภาพ คือ นักเรียนที่เข้าร่วมโครงการมหาวิทยาลัยเด็กแห่งประเทศไทย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 48 คน ซึ่งเลือกมาโดยแบบเจาะจง คือ นักเรียนที่สมัครเข้าร่วมโครงการจัดในรูปแบบค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นเวลา 3 วัน (ภาพประกอบ 28) โดยมีรูปแบบกำหนดการจัดค่าย ดังนี้

วันที่ 1

08.00 – 09.00 น.	ลงทะเบียนเข้าร่วมค่าย
09.00 – 09.30 น.	พิธีเปิดค่ายและกล่าวต้อนรับ
09.30 – 10.30 น.	บรรยายพิเศษ เรื่อง วิทยาศาสตร์กับโครงการพระราชดำริ
10.30 – 10.45 น.	กิจกรรมแนะนำชุดกิจกรรมและรูปแบบการจัดในแต่ละวัน
10.45 – 11.15 น.	กิจกรรมนันทนาการ เพื่อเชื่อมความสัมพันธ์
11.15 – 12.30 น.	ร่วมกิจกรรมตามชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ช่วงที่ (1)
12.30 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 15.30 น.	เดินทางและศึกษาแหล่งเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการพระราชดำริ เพื่อเชื่อมโยงกับชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา
15.30 – 16.00 น.	เดินทางกลับโรงเรียนหรือสถานที่จัดค่าย
16.00 – 16.30 น.	กิจกรรมถอดบทเรียนและเตรียมความพร้อมกิจกรรมในวันต่อไป

วันที่ 2

08.00 – 08.30 น.	ลงทะเบียนเข้าร่วมค่าย
08.30 – 09.00 น.	กิจกรรมนันทนาการ เพื่อกระตุ้นบรรยากาศภายในค่ายให้สนุกสนาน ลดความเครียด และเป็นการกระตุ้นผู้เข้าร่วมให้พร้อมทำกิจกรรม
09.00 – 12.00 น.	ร่วมกิจกรรมตามชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ช่วงที่ (2)

12.00 – 12.45 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
12.45 – 13.00 น.	กิจกรรมนันทนาการ เพื่อกระตุ้นบรรยากาศภายในค่ายให้สนุกสนาน และให้ผู้เข้าร่วมตื่นตัวพร้อมทำกิจกรรมในช่วงบ่าย
13.00 – 14.30 น.	ร่วมกิจกรรมตามชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ช่วงที่ (3)
14.30 – 14.45 น.	กิจกรรมเกมนันทนาการ
14.45 – 16.00 น.	ร่วมกิจกรรมตามชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ช่วงที่ (4)
16.00 – 16.30 น.	กิจกรรมถอดบทเรียนและเตรียมความพร้อมกิจกรรมในวันต่อไป

วันที่ 3

08.00 – 08.30 น.	ลงทะเบียนเข้าร่วมค่าย
08.30 – 09.30 น.	บรรยายพิเศษ จากวิทยากร ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม
09.30 – 10.30 น.	ถอดบทเรียนจากกิจกรรมที่ได้รับทั้งหมด แล้วนำเสนอ
10.30 – 11.30 น.	การทดสอบหลังเข้าร่วมค่ายด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
11.30 – 12.00 น.	กิจกรรมเกมนันทนาการ เพื่อการผ่อนคลายหลังจากเข้าร่วมค่าย
12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 14.30 น.	มอบประกาศนียบัตรเข้าร่วมค่าย และ ปิดค่าย



(ก)



(ข)

ภาพประกอบ 28 ทดลองน้ำร่องครั้งที่ 2 (ก) ไขพัดกังหันน้ำ และ (ข) สร้างกังหันน้ำจำลอง

โดยผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม มีรายละเอียด ดังนี้

การศึกษาการบันทึกกระบวนการจัดการเรียนรู้ในหนังสือชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยทำการวิเคราะห์จากการตอบคำถามในชุดกิจกรรมและการบันทึกกิจกรรมในองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นดังตาราง 26 และ 27

ตาราง 26 คะแนนการบันทึกผลของนักเรียนในหนังสือชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

กิจกรรม ที่	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ย ที่ได้	ร้อยละ น้ำหนัก คะแนน	คะแนน เต็มถ่วง น้ำหนัก	คะแนนเฉลี่ย ถ่วงน้ำหนัก ที่ได้	ร้อยละคะแนน เฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ที่ได้
1	4	3.17	5	20	15.85	79.25
2	2	1.48	5	10	7.40	74.00
3	15	11.85	10	150	118.50	79.00
4.1	8	6.02	15	120	90.30	75.25
4.2	13	9.73	20	260	194.60	74.85
4.3	4	3.00	20	80	60	75.00
5	4	3.38	25	100	84.50	84.50
รวม	50	38.32	100	740	571.15	77.18*

*ร้อยละคะแนนเฉลี่ยที่ได้รวมเมื่อเทียบกับคะแนนเต็มถ่วงน้ำหนัก

จากตาราง 26 พบว่า นักเรียนที่รับการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักที่ได้จากการบันทึกผลในองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในกิจกรรมที่ 5 มากที่สุด รองลงมาคือ กิจกรรมที่ 1, 3, 4.1, 4.3, 4.2 และ 2 โดยมีร้อยละคะแนนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักที่ได้ เป็น 84.50, 79.25, 79.00, 75.25, 75.00, 74.85 และ 74.00 ตามลำดับ และมีร้อยละคะแนนเฉลี่ยที่ได้รวม เท่ากับ 77.18

ตาราง 27 คะแนนการบันทึกผลของนักเรียนในหนังสือชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำ
 ชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในองค์ประกอบของความสามารถในการ
 แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรม ที่	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ย ที่ได้	น้ำหนัก คะแนน	คะแนน เต็มถ่วง น้ำหนัก	คะแนนเฉลี่ย ถ่วงน้ำหนัก ที่ได้	ร้อยละคะแนน เฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ที่ได้
1	11	8.21	5	55	41.05	74.64
2	1	0.79	5	5	3.95	79.00
3	2	1.46	10	20	14.60	73.00
4.1	16	13.00	15	240	195.00	81.25
4.2	4	3.19	20	80	63.80	79.75
4.3	2	1.52	20	40	30.40	76.00
5	12	9.33	25	300	233.25	77.75
รวม	48	38.25	100	740	582.05	78.66*

*ร้อยละคะแนนเฉลี่ยที่ได้รวมเมื่อเทียบกับคะแนนเต็มถ่วงน้ำหนัก

จากตาราง 27 พบว่า นักเรียนที่รับการจัดการเรียนรู้มีร้อยละคะแนนเฉลี่ยถ่วง
 น้ำหนักที่ได้จากการบันทึกผลในองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 ในกิจกรรมที่ 4.1 มากที่สุด รองลงมาคือ กิจกรรมที่ 4.2, 2, 5, 4.3, 1 และ 3 โดยมีร้อยละคะแนน
 เฉลี่ยถ่วงน้ำหนักที่ได้ เป็น 81.25, 79.75, 79.00, 77.75, 76.00, 74.64 และ 73.00 ตามลำดับ
 และมีร้อยละคะแนนเฉลี่ยที่ได้รวม เท่ากับ 78.66

พิจารณาคะแนนที่ได้จากองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
บูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อหาค่าร้อยละคะแนนเฉลี่ย
ที่ได้ แสดงผลดังตาราง 28

ตาราง 28 คะแนนที่ได้จากองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและ
ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรม ที่	คะแนนเต็ม ถ่วงน้ำหนัก (ทักษะฯ)	คะแนนเต็ม ถ่วงน้ำหนัก (แก้ปัญหาฯ)	คะแนนเต็ม ถ่วงน้ำหนัก รวม	คะแนนเฉลี่ย ถ่วงน้ำหนัก ที่ได้	ร้อยละคะแนน เฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ที่ได้
1	20	55	75	56.90	75.87
2	10	5	15	11.35	75.67
3	150	20	170	133.10	78.29
4.1	120	240	360	285.30	79.25
4.2	260	80	340	258.40	76.00
4.3	80	40	120	90.40	75.33
5	100	300	400	317.75	79.44
รวม	740	740	1,480	1,153.13	77.92*

*ร้อยละคะแนนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักรวมที่ได้

จากตาราง 28 พบว่า ร้อยละคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากองค์ประกอบของทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ ในกิจกรรมที่ 5 มีร้อยละคะแนนมากที่สุด รองลงมา คือ กิจกรรมที่ 4.1, 3, 4.2, 1,
4.3 และ 2 โดยมีค่าเท่ากับ 79.44, 79.25, 78.29, 76.00, 75.87, 75.33 และ 75.67 ตามลำดับ
ทั้งนี้มีคะแนนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักที่ได้อรวม เท่ากับ 1,153.13 คิดเป็นร้อยละ 77.92

คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากองค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้น
บูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นคะแนนที่ได้จาก
กระบวนการจัดการเรียนรู้ หรือคะแนนร้อยละทดสอบประสิทธิภาพชุดกิจกรรม E₁ ซึ่งกำหนด
เกณฑ์ไว้ คือ ร้อยละ 70

นำคะแนนที่ได้จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ไปทดสอบกับสมมติฐานที่กำหนด
เกณฑ์ไว้ คือ ร้อยละ 70 ด้วยสถิติ t-test แบบ One-sample แสดงผลดังตาราง 29

ตาราง 29 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยกระบวนการจัดการเรียนรู้ (E_1) กับเกณฑ์ ร้อยละ 70

จำนวน กลุ่ม ตัวอย่าง (n)	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ยที่ ได้ ($\bar{x}$)	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ร้อยละ คะแนนเกณฑ์ ที่กำหนด	คะแนน เกณฑ์ที่ กำหนด	t
48	1,480	1,153.13	354.91	70	1,036.00	2.286*

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 29 พบว่า คะแนนเฉลี่ยกระบวนการจัดการเรียนรู้ (E_1) สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 2.286$)

หลังจากทำการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้น ทำการทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แล้วนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาร้อยละ โดยมีการปรับคะแนนเต็มให้เท่ากัน เพื่อให้ได้สัดส่วนคะแนนในการคำนวณหาร้อยละเท่ากัน แสดงผลดังตาราง 30

ตาราง 30 คะแนนการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยที่ได้	คะแนนเฉลี่ยที่ได้ เมื่อปรับคะแนนเต็มเป็น 50 คะแนน	ร้อยละคะแนนที่ได้
ทักษะ				
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	40	28	35.08	70.16
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	50	40.58	40.58	81.17
ร้อยละคะแนนเฉลี่ยรวม				75.66

จากตาราง 30 พบว่า คะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 35.08 และ 40.58 ตามลำดับ โดยคิดเป็นร้อยละคะแนนที่ได้ คือ 70.16 และ 81.17 ตามลำดับ และมีร้อยละคะแนนเฉลี่ยรวม หรือคะแนนร้อยละทดสอบประสิทธิภาพชุดกิจกรรม E_2 เท่ากับ 75.66

นำคะแนนเฉลี่ยรวมของการทำแบบวัดไปทดสอบกับสมมติฐานที่กำหนดเกณฑ์ไว้ คือ ร้อยละ 70 ด้วยสถิติ t-test แบบ One-sample แสดงผลดังตาราง 31

ตาราง 31 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรวมของการทำแบบวัด (E_2) กับเกณฑ์ ร้อยละ 70

จำนวน กลุ่ม ตัวอย่าง (n)	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ยที่ได้ ($\bar{x}$)	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ร้อยละ คะแนน ที่ได้	ร้อยละ คะแนน เกณฑ์ที่ กำหนด	t
48	100	75.66	11.78	75.66	70	3.330*

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 31 พบว่า ร้อยละคะแนนเฉลี่ยรวมของการทำแบบวัด (E_2) สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 3.330$)

จากตาราง 28 และ 30 สามารถสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.92/75.66

ตอนที่ 6 ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเมื่อได้รับการจัดกิจกรรมด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัยได้นำชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านแหลมวิทยา จังหวัดเพชรบุรี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นเวลา 3 วัน (ภาพประกอบ 29) โดยมีรูปแบบกำหนดการจัดค่าย ดังนี้

วันที่ 1

- 08.00 – 09.00 น. ลงทะเบียนเข้าร่วมค่าย
- 09.00 – 09.30 น. พิธีเปิดค่ายและกล่าวต้อนรับ
โดยผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านแหลมวิทยา
- 09.30 – 10.30 น. บรรยายพิเศษ เรื่อง วิทยาศาสตร์กับโครงการพระราชดำริ
- 10.30 – 12.15 น. การทดสอบก่อนเข้าร่วมโครงการด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และทำกิจกรรมตามชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ช่วงที่ (1)
- 12.15 – 13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน
- 13.00 – 15.30 น. เดินทางและศึกษาแหล่งเรียนรู้โครงการในพระราชดำริ ณ โครงการฟาร์มทะเลตัวอย่างตามพระราชดำรินสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ
- 15.30 – 16.00 น. เดินทางกลับโรงเรียนหรือสถานที่จัดค่าย
- 16.00 – 16.30 น. กิจกรรมถอดบทเรียนและเตรียมความพร้อมกิจกรรมในวันต่อไป

วันที่ 2

- 08.00 – 08.30 น. ลงทะเบียนเข้าร่วมค่าย
- 08.30 – 09.45 น. กิจกรรมนันทนาการ กิจกรรมบรรยายพิเศษ เรื่อง นักวิทยาศาสตร์ตามรอยพ่อ และกิจกรรม Science show
- 09.45 – 12.00 น. นักเรียนร่วมกิจกรรมตามชุดกิจกรรมฯ ช่วงที่ (2)
- 12.00 – 13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน
- 13.00 – 13.15 น. กิจกรรมนันทนาการ
- 13.15 – 16.00 น. นักเรียนร่วมกิจกรรมตามชุดกิจกรรมฯ ช่วงที่ (3)
- 16.00 – 16.15 น. กิจกรรมเกมนันทนาการ
- 16.15 – 16.30 น. สรุปกิจกรรมประจำวันและนัดหมายในวันต่อไป

วันที่ 3

- 08.00 – 08.30 น. ลงทะเบียนเข้าร่วมค่าย
- 08.30 – 09.30 น. กิจกรรมถอดบทเรียน
- 09.30 - 10.30 น. บรรยายพิเศษ เรื่อง โครงการมหาวิทยาลัยเด็กแห่งประเทศไทย โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ และทีมงาน
- 10.30 – 12.00 น. การทดสอบหลังเข้าร่วมค่ายด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และกิจกรรมเกมนันทนาการ เพื่อการผ่อนคลายหลังจากเข้าร่วมค่าย
- 12.00 – 13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน
- 13.00 – 14.30 น. มอบประกาศนียบัตรเข้าร่วมค่าย และ ปิดค่าย



(ก)



(ข)

ภาพประกอบ 29 ทดลองนำร่องครั้งที่ 2 (ก) ใ้ปัดก้นน้ำ และ (ข) สร้างก้นน้ำจำลอง

โดยรายละเอียดผลการศึกษาดังนี้

1) ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง ก้นน้ำช่วยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยทดสอบด้วยสถิติ t-test for dependent samples โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป มีผลการทดสอบดังตาราง 32

ตาราง 32 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ก่อนและหลังได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาเรื่อง ก้นน้ำช่วยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ	จำนวนกลุ่ม ตัวอย่าง (n)	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ยที่ได้ ($\bar{x}$)	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	t
ก่อนเรียน	35	40	9.42	5.29	15.52*
หลังเรียน	35	40	28.10	8.83	

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 32 พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง ก้นน้ำช่วยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 15.52$)

2) ผลการศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยทดสอบด้วยสถิติ t-test for dependent samples โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป มีผลการทดสอบดังตาราง 33

ตาราง 33 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (n)	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยที่ได้ ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	t
ก่อนเรียน	35	50	27.49	4.99	6.77*
หลังเรียน	35	50	35.57	4.37	

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 33 พบว่า คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 6.77$)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุป อภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สรุปผล

1.1 ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพ 77.92/75.66 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หลังเข้าร่วมกิจกรรมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หลังเข้าร่วมกิจกรรมมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. อภิปรายผล

2.1 ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีค่าร้อยละของคะแนนระหว่างทำกิจกรรม (E_1) มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 77.92 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจาก

2.1.1 ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เน้นให้นักเรียนฝึกกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ให้นักเรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกัน คนเก่งช่วยเหลือคนที่ด้อยกว่า มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มทำให้การทำกิจกรรมเป็นไปด้วยความรวดเร็ว และสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Theory of Cooperative or Collaborative Learning) (ทิสนา แคมมณี, 2561) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ การเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยโดยมีสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกันประมาณ 3 – 6 คน ช่วยกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม

2.1.2 ก่อนที่นักเรียนจะลงมือปฏิบัติกิจกรรมในทุก ๆ กิจกรรม ผู้สอนจะทำหน้าที่สาธิตให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่างก่อน นักเรียนค่อยลงมือปฏิบัติตาม และผู้สอนจะอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนระหว่างทำกิจกรรม เมื่อนักเรียนไม่เข้าใจสามารถถามผู้สอนได้ทันที ทำให้นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมและใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับ ทิสนา แคมมณี (2561) ที่กล่าวเกี่ยวกับวิธีการสอนโดยใช้การสาธิตว่า คือ กระบวนการที่ผู้สอนให้การช่วยให้

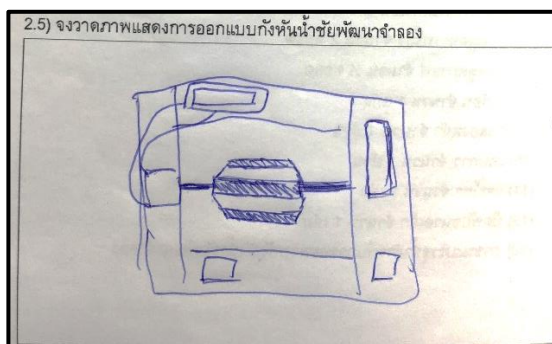
ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการแสดงหรือทำสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ให้ผู้เรียนสังเกตดู แล้วให้ผู้เรียนซักถาม อภิปราย และสรุปการเรียนรู้ที่ได้จากการสังเกตการสาธิต โดยข้อดีของวิธีสอนโดยใช้การสาธิต คือ เป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง เห็นสิ่งที่เรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม ทำให้เกิดความเข้าใจและจดจำในเรื่องที่สาธิตได้ดีและนาน

2.1.3 น้ำหนักคะแนนของแต่ละกิจกรรมที่นำคำนวณร้อยละคะแนน E_i ไม่เท่ากัน เนื่องจากผู้วิจัยได้กำหนดน้ำหนักของคะแนนของแต่ละกิจกรรมให้ขึ้นอยู่กับลักษณะของกิจกรรม โดยให้น้ำหนักคะแนนมากกับกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติ เน้นการสร้างชิ้นงาน เน้นความเชื่อมโยงกับเรื่องที่น่ามาจัดการเรียนรู้ แสดงผลดังตาราง 34

ตาราง 34 น้ำหนักคะแนนของแต่ละกิจกรรม

กิจกรรม ที่	น้ำหนัก คะแนน	คะแนนถ่วงน้ำหนัก องค์ประกอบ ทักษะฯ	คะแนนถ่วงน้ำหนัก องค์ประกอบ ความสามารถฯ	คะแนนถ่วงน้ำหนัก รวม
1	1	4	11	15
2	1	2	1	3
3	2	30	4	34
4.1	3	24	48	72
4.2	4	52	16	68
4.3	4	16	8	24
5	5	20	60	80
รวม	20	148	148	296

จากตาราง 34 พบว่า กิจกรรมที่ 5 มีคะแนนสูงที่สุด รองลงมา คือ กิจกรรมที่ 4.1, 4.2, 3, 4.3, 15 และ 3 โดยมีคะแนน ดังนี้ 80, 72, 68, 34, 24, 15 และ 3 ตามลำดับ ดังนั้น นักเรียนที่บันทึกผลในกิจกรรมที่มีคะแนนสูง คะแนนรวมของการบันทึกจึงสูงเช่นกัน (ภาพประกอบ 29 และ 30)



(ก)

ตารางที่ 9 ผลการประเมินกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลอง

คุณสมบัติ	ผลการประเมิน		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ปั่นน้ำได้	ได้	ได้	ได้
สมดุล	โอเคมาก	โอเคเล็กน้อย	ก้มดู
ปั่นแล้วเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง	ไม่เป็นเส้นตรง ขยับเขยื้อน	ไม่ต่อเนื่อง ทวนไปกลับเล็กน้อย	ตรงพอตัวใคร จับข้างก็เสียว มีขนาดเล็ก
แข็งแรง	ไม่ต่อเนื่อง	ไม่ต่อเนื่อง	เพื่อหาเวลาไม่มาก

(ข)

ภาพประกอบ 30 ตัวอย่างการบันทึกผลกิจกรรมที่ 5 (ก) วาดภาพแบบกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลอง และ (ข) ผลการประเมินการทดสอบคุณสมบัติกังหันน้ำที่สร้างขึ้น



(ก)

ปัญหาที่เกิดขึ้น และผลที่ได้จากการ

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
เวลาปั่น 6.24 วินาที	เวลาปั่น 5.32 วินาที
ปัญหาที่เกิดขึ้น อุปกรณ์ไม่สมดุล และไม่สามารถหมุนได้	ปัญหาที่เกิดขึ้น อุปกรณ์ไม่ทำงาน

(ข)

ภาพประกอบ 31 ตัวอย่างการบันทึกผลกิจกรรมที่ 4.1 (ก) วาดภาพกังหันน้ำไม้อัดไม้ที่กลุ่มตนเองออกแบบ และ (ข) การบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละการทดสอบกังหันน้ำไม้อัดไม้

จากภาพ 29 และ 30 คือ ตัวอย่างการบันทึกของนักเรียน ซึ่งส่วนใหญ่สามารถบันทึกในกิจกรรมที่มีคะแนนรวมสูงได้ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์ เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติช่วยกันทำเป็นกลุ่ม ทำให้ร้อยละของคะแนนระหว่างทำกิจกรรม (E_1) มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 77.92 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ชุดกิจกรรมสะสมเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีค่าร้อยละของคะแนนหลังทำกิจกรรม (E_2) มีค่าเฉลี่ย 75.66 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจาก

2.2.1 กิจกรรมที่มีเน้นการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ ซึ่งจะทำให้ นักเรียนเกิดการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และสามารถจดจำสาระเนื้อหาในการปฏิบัติและฝึกทักษะได้เป็นอย่างดี ทำให้สามารถทำข้อสอบวัดทักษะฯ ได้ดี และมีผลคะแนนออกมาเป็นตามเกณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับ ข้อความที่ถูกตีพิมพ์ในวารสาร Harvard Business Review เกี่ยวกับปิรามิดแห่งการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการนำเสนอร้อยละของการจัดกิจกรรมที่ต่างกันแต่ละอย่างโดยกิจกรรมที่ต่างกันจะทำให้เราจดจำ สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ต่างกัน โดยหากกิจกรรมเป็นการได้ทดลองปฏิบัติเอง (Practice doing) จะทำให้จำได้ถึง 75% ซึ่งมากกว่ากิจกรรมนั่งฟังบรรยาย การอ่านด้วยตัวเอง การเห็นตัวอย่าง และการแลกเปลี่ยนพูดคุยกัน (Kare, 2012) สอดคล้องกับ วิชุดชญา จิตรรักศิลป์, ถาดทอง ปานศุภวัชร , and นิติธาร ชูทรัพย์ (2561) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะสมเต็มศึกษา เรื่อง แรง การเคลื่อนที่ และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 16 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะสมเต็มศึกษา จำนวน 6 แผน 18 ชั่วโมง ที่เน้นการลงมือปฏิบัติและการร่วมมือกันภายในกลุ่ม มีผลพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะสมเต็มศึกษา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2.2 การถอดบทเรียนหลังการทำกิจกรรม ซึ่งการถอดบทเรียนนั้นเปรียบเสมือนการ ทบทวนการทำกิจกรรมทั้งหมด ซึ่งจะทำให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจในการทำกิจกรรม ทำให้การทำ ข้อสอบหลังการทำกิจกรรมมีผลคะแนนออกมาเป็นตามเกณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ ภัทรพร พงศาปรมัตต์ (2561) เรื่อง พฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตในรายวิชาการภาชี อากร 2 ที่มีผลการศึกษาพบว่า นิสิตที่มีการทดสอบและทบทวนสิ่งที่เรียนอย่างสม่ำเสมอมีแนวโน้มที่ จะได้คะแนนสูงในรายวิชาการภาชีอากร 2 เนื่องจากการทบทวนทำแบบฝึกหัดเป็นส่วนสำคัญในการ เรียนในรายวิชาการภาชีอากร 2 ซึ่งจะช่วยเสริมสร้าง ความเข้าใจและช่วยให้จำเนื้อหาในบทเรียนได้ แม่นยำขึ้น

2.2.3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถทำคะแนนจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ได้สูงกว่าเกณฑ์ที่ไว้ คือ ร้อยละ 70 โดยเฉพาะคะแนนทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน และทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป แสดงผลดังตาราง 35

ตาราง 35 คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยที่ได้	ร้อยละคะแนนเฉลี่ยที่ได้
ทักษะการตั้งสมมติฐาน	9	6.67	74.07
ทักษะการทดลอง	13	8.77	67.47
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	7	5.33	76.19
ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	5	3.08	61.67
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	6	4.21	70.14
รวม	40	28.06	70.16

จากตาราง 35 พบว่า ทักษะที่มีร้อยละคะแนนเฉลี่ยที่ได้คะแนนสูงสุดคือ ทักษะการตั้งกำหนดและควบคุมตัวแปร รองลงมา คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป ทักษะการทดลอง และทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ โดยมีค่าเท่ากับ 76.19, 74.07, 70.14, 67.47 และ 61.67 ตามลำดับ และมีค่าร้อยละเฉลี่ยรวม เท่ากับ 70.16

2.2.4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถทำคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ ร้อยละ 70 แสดงผลดังตาราง 36

ตาราง 36 คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยที่ได้	ร้อยละคะแนน เฉลี่ยที่ได้
ด้านการกำหนดปัญหา	7	6.29	89.88
ด้านการวิเคราะห์ปัญหา	7	6.33	90.48
ด้านการออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา	9	7.08	78.70
ด้านการดำเนินการ แก้ปัญหา	14	12.06	86.16
ด้านการประเมินและ สรุปผลการแก้ปัญหา	5	4.58	91.67
ด้านการเผยแพร่ผลการ แก้ปัญหา	8	4.23	52.86
รวม	50	40.58	81.17

จากตาราง 36 พบว่า ด้านที่มีร้อยละคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านการประเมินและสรุปผลการแก้ปัญหา รองลงมา คือ ด้านการวิเคราะห์ปัญหา ด้านการกำหนดปัญหา ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และด้านการเผยแพร่ผลการแก้ปัญหา โดยมีค่าเท่ากับ 91.67, 90.48, 89.88, 86.16, 78.70 และ 52.86 ตามลำดับ

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพ 77.92/75.66

2.3 นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังรับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

2.3.1 ก่อนเข้าร่วมกิจกรรม นักเรียนไม่มีประสบการณ์เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หรืออาจมีประสบการณ์แต่ไม่สามารถถ่ายทอดให้ปรากฏในแบบวัดได้

2.3.2 มีการจัดทำรูปแบบการจัดค่ายที่เหมาะสม โดยเริ่มต้นจากกิจกรรมสันทนการ เพื่อเตรียมพร้อมนักเรียนในการทำกิจกรรมตามชุดกิจกรรม ซึ่งมีกิจกรรมที่ให้ความรู้พื้นฐานและจุดประกายให้นักเรียนต้องการที่จะเรียนรู้ต่อไป ทั้งนี้ระยะเวลาในแต่ละกิจกรรมมีความเหมาะสม ไม่ยืดเยื้อและกระชับ มีความต่อเนื่องและเชื่อมโยง ไม่มากจนนักเรียนเกิดความเหนื่อยล้า ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และทำกิจกรรมอย่างเต็มที่ ซึ่งสอดคล้องกับเทคนิคการจัดทำรูปแบบการจัดค่าย วิทยาศาสตร์ของ ฤทัย จงสฤษดิ์ (2551) ได้แก่ 1) การเรียงลำดับก่อน-หลังของกิจกรรมในค่าย วิทยาศาสตร์ 2) ระยะเวลาของกิจกรรม โดยดูความเหมาะสม ความพร้อม และระดับความรู้พื้นฐานของเด็กและเยาวชนที่มาเข้าค่าย 3) บรรยากาศของแต่ละช่วงเวลา เช่น กิจกรรมหลังรับประทานอาหารกลางวันควรเป็นกิจกรรมที่เน้นให้เด็กได้ลงมือมากกว่านั่งฟังอย่างเดียว เพราะเด็กและเยาวชนเพิ่งรับประทานอาหารมาอาจจะง่วงและหลับได้ง่าย กิจกรรมที่ควรเริ่มในช่วงเย็นควรเป็นกิจกรรมสบาย ๆ ไม่หนักเกินไป เพราะเด็กอาจเหนื่อยล้ากับกิจกรรมมาทั้งวันแล้ว 4) กิจกรรมไม่ควรแน่นหรือน้อยจนเกินไป เพราะถ้าแน่นเกินไป เด็กและเยาวชนจะเหนื่อย และเรียนรู้ไม่ทันได้ และถ้าน้อยเกินไปก็จะรู้สึกเบื่อได้ง่ายเช่นกัน

2.3.3 ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีคุณภาพที่ถูกประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปเก็บข้อมูลอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งการประเมินแบ่งออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่ 1) ลักษณะรูปแบบชุดกิจกรรม 2) การจัดทำภาพประกอบ 3) เนื้อหาสาระ 4) การใช้ภาษา 5) สื่อประกอบกิจกรรม และ 6) ประโยชน์ของชุดกิจกรรม สอดคล้องกับงานวิจัยของ โชติรส ตระกูลกำเนิด และคณะ (2556) ที่ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องสารเคมีในบ้าน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งนี้ชุดกิจกรรมของผู้วิจัยที่สร้างขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินคุณภาพเท่ากับ 4.38 อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารเคมีในบ้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.3.4 ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ด้วยความรู้ ทักษะ วิธีการ หรือกระบวนการของทั้ง 4 วิชา โดยเฉพาะในศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ ที่มีการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมาร่วมบูรณาการอย่างเข้มข้น สอดคล้องกับ สุชนาฏ สุวรรณพิบูลย์ (2559) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละวิชามาสผสมผสานกันอย่างลงตัว เป็นการนำเอาแนวคิดสำคัญของทั้ง 4 วิชา มาใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัวอย่างมีความหมาย เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน สอดคล้องกับ จิตติยา เนตรวงษ์ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ ชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยสวนดุสิต จำนวน 33 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โดยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นเตรียมการและสร้างความพร้อมผู้เรียน 2) ขั้นการพิจารณาเลือกประเด็นปัญหา 3) ขั้นการรวบรวมประมวลข้อมูล 4) ขั้นวางแผนโครงการพัฒนานวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหา 5) ขั้นการดำเนินการโครงการ 6) ขั้นสรุป และ 7) ขั้นนำเสนอ มีผลพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ Lee and Kamisah (2015) ได้ทำการศึกษาวิธีการสอนแบบบูรณาการ 4 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา) เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ในประเทศมาเลเซีย ระบุว่า สะเต็มศึกษาเป็นวิธีการสอนที่สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดพื้นฐานทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้ ซึ่งหมายรวมถึงทักษะการแก้ปัญหาด้วย ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนนั้นต้องมีการนำสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงมากระตุ้นผู้เรียนให้สืบค้นองค์ความรู้เพื่อนำไปออกแบบและสร้างวิธีการแก้ปัญหา และสอดคล้องกับ อาทิตย์ จิมกุล (2559) ที่ระบุว่าแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจะเอื้อให้นักเรียนได้คิดออกแบบสิ่งประดิษฐ์หรือวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่อิงบริบทชีวิตจริง ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น

2.3.5 กิจกรรมถูกออกแบบและสร้างตามการฝึกความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 6 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านการกำหนดปัญหา 2) ด้านการวิเคราะห์ปัญหา 3) ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา 5) ด้านการประเมินและสรุปผลการแก้ปัญหา 6) ด้านการเผยแพร่ผลการแก้ปัญหา คือความสามารถในการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง และ สรุปผลเพื่อขยายผลการแก้ปัญหาสู่สาธารณชน ซึ่งความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 6 ด้าน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสอดแทรกอยู่ในแต่ละขั้นด้วย โดยเฉพาะการออกแบบและดำเนินการทดลองเพื่อแก้ปัญหาที่ถูกกำหนดขึ้นในชุดกิจกรรม ทั้งนี้การออกแบบและสร้างชุดกิจกรรมให้เป็นด้าน ๆ สอดคล้องกับ เฉลิมชัย กาญจนเคนทร์ (2559) ที่ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในรายวิชาชีววิทยา ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งได้จัดการเรียนรู้แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) สมมติฐาน 3) พิสูจน์หรือทดลอง และ 4) สรุปผลและนำไปใช้ ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ในแต่ละหัวข้อสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3.6 ชุดกิจกรรมถูกออกแบบให้นักเรียนได้เรียนรู้จากความผิดพลาดของตนเอง (ภาพประกอบ 32) โดยทำการวิเคราะห์สาเหตุทำให้เกิดข้อผิดพลาดหรือปัญหา นำไปสู่การออกแบบและดำเนินการแก้ไขปัญหามีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ Rosicka (2016) ที่กล่าวว่า ความล้มเหลวเป็นกระบวนการสำคัญของการเรียนรู้ นักเรียนจะได้รับโอกาสในการวิเคราะห์ความล้มเหลวเพื่อพัฒนาหรือแก้ไขความล้มเหลว ซึ่งกระบวนการนี้เป็นกระบวนการสำคัญที่จะทำให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหา

ตารางที่ 5 บันทึกปัญหาที่เกิดขึ้น และผลที่ได้จากการทดสอบ

ปัญหาที่เกิดขึ้น และผลที่ได้จากการทดสอบ		
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
เวลาบันทึก วินาที	เวลาบันทึก วินาที	เวลาบันทึก วินาที
ปัญหาที่เกิดขึ้น	ปัญหาที่เกิดขึ้น	ปัญหาที่เกิดขึ้น
.....		
.....		
.....		

ภาพประกอบ 32 แบบบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นของการทดสอบกังหันน้ำไม้ไผ่

2.3.7 การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบค่ายวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนรู้นอกห้องเรียน เน้นการลงมือปฏิบัติ ใกล้ชิดกับสภาพปัญหาจริง และมีกิจกรรมนันทนาการละลายพฤติกรรม ซึ่งส่งเสริมให้มีบรรยากาศกระตุ้นผู้เรียนให้มีแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น สอดคล้องกับ Lauren (2016) ที่ระบุในการวิจัย เรื่อง ผลของค่ายสะเต็มศึกษาภาคฤดูร้อนที่มีต่อแรงจูงใจและความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ว่า การจัดการเรียนรู้แบบค่ายจะช่วยเสริมสร้างบรรยากาศที่กระตุ้นนักเรียนให้มีความมุ่งมั่นในการเรียนรู้ ทั้งนี้การออกแบบกิจกรรมและการใช้ปัญหาเป็นฐานก็เป็นส่วนสำคัญค่ายสะเต็มศึกษาที่จะทำให้นักเรียนเกิดความมุ่งมั่นและแรงจูงใจในการเรียนรู้ได้ และสอดคล้องกับผลการวิจัย เรื่อง การศึกษากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านสะเต็มศึกษาของ มนัส ชวดดา, ศิริรัตน์ ชาญไวยวิทย์, and สนธิ พลชัยยา (2559) ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน จัดการเรียนรู้เป็นรูปแบบค่ายวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 ชั่วโมง พบว่า นักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ เกิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ในภาพรวม อยู่ในระดับดีมาก

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำกิจกรรมไปใช้

- 1) ควรเรียงลำดับกิจกรรมในชุดกิจกรรมให้มีความเชื่อมโยงกัน
- 2) การจัดทำค่ายเป็นการจัดกิจกรรมนอกเวลาเรียน จำเป็นต้องมีการวางแผนที่ดี ซึ่งการจัดค่ายของโรงเรียนจำเป็นต้องมีการเขียนโครงการอย่างรัดกุมและถูกต้อง
- 3) การเลือกสถานที่ในการจัดทำค่ายจำเป็นต้องคำนึงถึงกิจกรรมในชุดกิจกรรมเนื่องจากหลายกิจกรรมมีความเสี่ยงทำให้พื้นเปียก
- 4) ผู้จัดทำต้องมีการทดลองทำกิจกรรมในทุกส่วนของค่ายก่อนจัดทำค่ายทุกครั้ง
- 5) ผู้สนใจที่จะนำเครื่องมือในงานวิจัยครั้งนี้ไปใช้จัดทำค่ายวิทยาศาสตร์ ต้องมีการศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมแต่ละกิจกรรมอย่างละเอียด
- 6) ผู้จัดทำสามารถเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงกิจกรรมในส่วนของสถานการณ์ได้ตามความเหมาะสม ทั้งนี้กิจกรรมสถานการณ์ถูกจัดขึ้นเพื่อให้นักเรียนผ่อนคลายจากการทำชุดกิจกรรมและเป็นการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนร่วมค่ายและกับผู้จัดทำ

3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ควรพัฒนาชุดสื่อใบปัดกั้นน้ำให้มีความแข็งแรงและมีความสะดวก อำนวยต่อการทำกิจกรรม
- 2) ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่างที่มีความแตกต่าง หรือหลากหลายพื้นที่ เพื่อปรับกิจกรรมภายในค่ายให้มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 3) ควรศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อกิจกรรมภายในค่าย
- 4) ควรศึกษาความคงทนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังจากการได้รับการจัดค่าย
- 5) ควรพัฒนารูปแบบการบันทึกผลการทำกิจกรรมให้มีความหลากหลาย



บรรณานุกรม

- Abd-El-Khalid, F. (2012). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education*, 22(9), 2087-2107.
- Bybee R.D. (1995). Science Curriculum Reform in the United States. *In Redesigning the Science Curriculum*. Retrieved from <http://www.nas.edu/rise/backg3a.htm>
- Dass, P. M. (2005). Understanding the nature of scientific enterprise (NOSE) through a discourse with its history : The influence of an undergraduate 'history of science' course". *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2005(3), 87-115.
- Glen, A. (1994). "What is STS Science Teaching?" in Solomon. New York: Theacher College Press.
- Hom, E. J. (2014). What is STEM Education? Retrieved 1 พฤษภาคม 2560 <http://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>.
- Kare, L. (2012). A rebuttal of NTL Institute's pyramid. *Education*, 133(1), 117-124.
- Lauren, E. D. (2016). *Effect of STEM summer camp on motivation and interest in mathematics and science*. (master of science), Texas A&M.
- Lee, C. H., & Kamisah, O. (2015). An Interdisciplinary Approach for Biology, Technology, Engineering and Mathematics (BTEM) to Enhance 21st Century Skills in Malaysia. *K-12 STEM Education*, 1(3), 138-147.
- Maryland state department of education. (2012). STEM Education Definition. Retrieved 1 พฤษภาคม 2560 http://mdk12.msde.maryland.gov/instruction/academies/marylandstatestemstandardspractice_.pdf
- McLelland, C. V. (2006). "The Nature of Science and the Scientific Method" *The Geological Society of America*.
- Rosicka, C. (2016). *From concept to classroom Translating STEM education research into practice*: Australian Council for Education Research.
- Stolz, Miriam, Witteck, Marks, Ralf and Eilks, & Ingo. (2013). Reflecting Socio-Scientific Issues for Science Education Coming from the Case of Curriculum Development

- on Doping in Chemistry Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 9(4), 361-370.
- Stone, E. M. (2014). Guiding students to develop an understanding of scientific inquiry: A science skills approach to instruction and assessment. *Life Sciences Education*, 13(spring), 90-101.
- Thongpan, S. (2016a). *A Development of Science Laboratories on "The Method of Measuring Dissolved Oxygen (DO) in Water by Using a DO Test Kits for Teaching*. Paper presented at the International Conference on Education Psychology and Society, Fukuoka, Japan.
- Thongpan, S. (2016b). *The Quality of Water in Saen Saeb Canal: A Case Study for Developing a Database of Environmental Education for Schools under the Office of Education Vadhana District Bangkok*. Paper presented at the International Conference on Life Science & Biological Engineering, Kyoto, Japan.
- Thongpan, S. (2017). *A Development of Science Laboratories on "The Basic of Waste Management for Students Living Along Saen Saeb Canal"*. Paper presented at the The Asian Conference on Education ACE 2017, Kobe Japan.
- Thongpan, S. (2018). *The Study on Water Quality in Saen Saeb Canal: A Case Study on the Project of SWU Jointly Conservation Saen Saeb Canal*. Paper presented at the The Asian Conference on the Socail Science, Kobe Japan.
- Yadav Sashank M. (2018). Science, Technology, Society and Environment education. Retrieved from http://en.wikipedia.org/wiki/Science,_technology,_society,_and_environment_education
- กนกทิพย์ ยาทองไชย. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง ปิโตรเลียมและพลังงานทดแทนเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (เคมี)), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- กรุงเทพมหานคร. (2551). กังหันน้ำชัยพัฒนา น้ำพระราชหฤทัย...น้ำใส...ให้ชีวิต. กรุงเทพฯ: ดาวฤกษ์ คอมมูนิเคชั่น.
- กองบริหารงานวิจัยและคุณภาพการศึกษา. (2559). *Thailand 4.0* โมเดลขับเคลื่อนประเทศไทยสู่

- ความมั่งคั่ง และยั่งยืน Retrieved from www.libarts.up.ac.th/v2/img/Thailand-4.0.pdf
- จำรัส อินทลาภาพร. (2558). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับครูประถมศึกษา. (ปริญญานิพนธ์ ปร.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร)), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- จุฑามาศ แสงพรหม. (2556). การสร้างชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของเด็กปฐมวัย. (วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต)), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- เฉลิมชัย กาญจนคนเซนทร์. (2559). การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในรายวิชาชีววิทยาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (ชีววิทยา)), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ชัชพล บุญเดิม. (2543). การพัฒนาเกณฑ์ประเมินการจดจำวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. (โสตทัศนศึกษา)), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556, มกราคม-มิถุนายน). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. ศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, 5(1), 7-20.
- ชัยลิขิต สร้อยเพชรเกษม, & เมธี ดิสวัสดิ์. (2558). สมมติฐานและวิธีการทางวิทยาศาสตร์. ศึกษาสารมหาวิทยาลัยทักษิณ, 15(1), 13-27.
- โชติรส ตระกูลกำเนิด, ปิยณัฐ อินทร์แถม, สุพัตรา บุญเลี้ยง, & น้ำฝน คูเจริญไพศาล. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องสารเคมีในบ้านสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมที่หลากหลาย. วิทยาศาสตร์ มศว, 29(2).
- ฐิติยา เนตรวงษ์. (2559). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา. วิจัย, 15(2), 1-6.
- ณรัตน์ ศรีวิหะ, วิรัตน์ ธรรมาภรณ์, & สิริภพ กาฬสุวรรณ. (2547). การพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. สงขลานครินทร์, 6(1), 13-29.
- ดวงพร สมจันทร์ตา. (2559). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (ชีววิทยา)), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,

กรุงเทพฯ.

โต๊ะขาวเกษตร (Producer). (2537, 30 เมษายน 2560). "กักหน้ำน้ำช้ำพัฒนา"เครื่องบ้ำบดน้ำเสยที่
ทัวโลกยอมรับ. Retrieved from <http://www.komchadluek.net/news/agricultural/246204>

ทวีศักดิ์ ไชยมาโย. (2537). การทดลองใช้แผนการสอนที่เน้นการฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. นครพนม: ฝ่ายวิจัยและ
ประเมินผลทางการศึกษา สำนักงานการประถมศึกษา จังหวัดนครพนม.

ทัศนภรณ์ แสงศรีเรือง. (2548). ผลของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ต่อทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์. วิทยาศาสตร์ศึกษา.

ทิตินา แหมมณี. (2561). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ
(22 ed.). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์.

นัสนรินทร์ ปือชา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการ
จัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์
และคณิตศาสตร์)), มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

นาคยา ช่วยชูเชิด. (2557). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหา
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม
วิทยาศาสตร์. ศรีนครินทร์วิโรฒวิจัยและพัฒนา(สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์),
6(12), 87-94.

น้ำฝน คูเจริญไพศาล, กนกพร พันวิไลย, ชุตินา เอกภาพไพบุลย์, & นงเยาว์ เรือนบุตร. (2559). การ
พัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานโดยใช้บริบทเรื่องสถานะของาร
และสารละลายสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. ศรีนครินทร์วิโรฒวิจัยและ
พัฒนา(สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์), 8(16), 83-100.

บุญเกิด ควรหาเวช. (2542). นวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2546). การวิจัยสำหรับครู. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญเลี้ยง จอดนอก. (2549). ผลการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2. (วิทยานิพนธ์ ศษ.บ.
(วิทยาศาสตร์ศึกษา)), มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

- เบญจมาศ ปทุมวัน. (2546). การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดยโสธร. (วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา)), มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การพัฒนาการคิด (5 ed.). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- ปิยนุช สารสิทธิ์ยศ. (2550). การพัฒนาชุดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง การศึกษาและสำรวจสภาพแวดล้อมระบบนิเวศวิทยา สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน)), มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์, อุดรดิตถ์.
- พงษ์ หาญยุทธนากร. (2546). เด็กๆ เรียนรู้อะไรใน “ค่ายวิทยาศาสตร์”. คู่คิด ครูวิทยาศาสตร์, 18(187), 95-98.
- พรทิพย์ ศิริภทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. นักบริหาร, 33(2), 50.
- พลศักดิ์ แสงพรมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. (วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เคมีศึกษา)), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- เพชรศรีรินทร์ ตุ่นคำ. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล: โปรตีนและลิพิดเพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญา นิพนธ์ กศ.ม. (เคมี)), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ปรับปรุง) (3 ed.). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัทรพร พงศาปรมัตถ์. (2561). พฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตในรายวิชาการภาษาอกร 2. ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 41(2), 75-86.
- ภัสสร ติดมา. (2558). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ระบายร่างกายมนุษย์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา)), มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- มนตรี จุฬาววัฒนทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม. สสวท, 42(185), 14-22.
- มนัส ขวดดา, ศิริรัตน์ ชาญไวยวิทย์, & สนิท พลชัยยา. (2559). การศึกษากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ปริมาณออกซิเจนละลายใน

- น้ำ ด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านสะเต็มศึกษา. Paper presented at the การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6.
- มัทนี เลียงเสนาะ. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหา และความคงทนการเรียนรู้วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และแบบปกติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมตัวแปรพหุนามแบบวัดซ้ำ. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ แขนงการวิจัยและสถิติทางการศึกษา)), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- มาเรียม วัฒนาด, เชษฐ ศิริสวัสดิ์, & สุทิน กิ่งทอง. (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง ระบบประสาท ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนรูปตัววี และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 7(2), 254-264.
- มูลนิธิชัยพัฒนา. (2560a). แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเรื่องน้ำ. Retrieved 29 เมษายน 2560 <http://www.chaipat.or.th/concept-and-theory-development/concepts-and-theories-on-water.html>
- มูลนิธิชัยพัฒนา. (2560b). พระราชดำริก่งหาน้ำชัยพัฒนา RX-2. Retrieved 30 เมษายน 2560 <http://www.chaipat.or.th/2013-05-29-17-49-34.html>.
- ฤทัย จงสฤษดิ์. (2551). การออกแบบและพัฒนากิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ, & พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2542). การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ พว.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิชุดชนา จิตรภักศิลป์, ถาดทอง ปานสุภวัชร, & นิติธาร ชูทรัพย์. (2561). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรง การเคลื่อนที่ และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 10(27), 87-97.

- วินัย คำสุวรรณ. (2534). รายงานการวิจัยเรื่องการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เป็นสื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 = *Using basic science process skills practicing form as teaching aid to develop ability in problem solving of the fourth grade students*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา
หน่วยงานโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิริภา อธิสุวรรณศิลป์. (2548). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง“ระบบของร่างกาย”
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่2 ในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุพรรณบุรี เขต 2. (ปริญญา
นิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา)), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,
กรุงเทพฯ.
- ศิริพร รัตนโกสินทร์. (2546). การสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ
แก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง
อัตราส่วนและร้อยละ. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษามหาบัณฑิต)), บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ศิริรัตน์ เจริญใจ. (2555). การพัฒนากิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถของนักเรียน
ในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ณ แหล่งเรียนรู้สถานี่พัฒนาและส่งเสริมการอนุรักษ์
สัตว์ป่าเชิงดอยสุเทพ. (วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา)), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,
เชียงใหม่.
- ศิริรัตน์ ราชยอด. (2558). ผลของการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบบูรณา-การ เรื่อง ระบบร่างกาย
มนุษย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาการทางการ
ศึกษาและการจัดการเรียนรู้)), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ศิริลักษณ์ ขาวลุ่มบัว. (2558). การพัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อ้อย สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา)), มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ศุภฤทธิ ไชยเลิศ. (2558). ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่
เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. *พินเนศวร์สา*, 11(2), 87-99.
- ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด. (2559). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงประมวลผลด้วยการ
จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาวิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนอนุกุลนารี. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. (คอมพิวเตอร์ศึกษา)), มหาวิทยาลัยราชภัฏ
มหาสารคาม, มหาสารคาม.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). ผลการประเมิน PISA 2015.

Retrieved from [https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zSYjRxQ2hKY0d](https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zSYjRxQ2hKY0dSb0k/view)

Sb0k/view

สนอง ทองปาน. (2559, มกราคม-มิถุนายน). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อนพัฒนาฐานข้อมูล
สิ่งแวดล้อมชุมชน. สิ่งแวดล้อมศึกษา-สสศท, 7(14), 301-309.

สิริศักดิ์ นิลเกตุ. (2550). ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดเห็นของนักเรียนระดับชั้น
มัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.
(วิทยาศาสตร์ศึกษา)), มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สุกิจ ศรีพรหม. (2541, กันยายน). ชุดการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. วิชาการ, 1(9), 68-72.

สุชานาฏ สุวรรณพิบูลย์, พรทิพย์ ศิริภักทธาชัย, & สุณีย์ เหมะประสิทธิ์. (2559). ารพัฒนาหน่วยการ
เรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง บ้านพักเชิงนิเวศตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการ
จัดการเรียนรู้)), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2558). การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการ
พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. สสวท, 43(192), 15-16.

สุภาภรณ์ ศิริโสภณา, & สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ. (2555). การศึกษาผลของการใช้โปรแกรมสิ่งแวดล้อม
ศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในท้องถิ่นด้วยการจัดค่ายเยาวชนรักษ์น้ำท้องถิ่น
อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่. หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการ
เรียนรู้, 3(3), 16-29.

สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ, วันทนี ทาทอง, & สุภาภรณ์ ศิริโสภณา. (2555). การประเมินผลโปรแกรม
สิ่งแวดล้อมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ณ อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก.
หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 3(2), 81-91.

สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ, & สุภาภรณ์ ศิริโสภณา. (2554). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทน
ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในท้องถิ่น ด้วยการใช้ชุดกิจกรรม
ตรวจสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้น. หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการ
เรียนรู้, 2(2), 119-131.

อรอนงค์ ฟ้าคนอง. (2549). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา)), บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

- อัฐวุฒิ คำแสน. (2554). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา)), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- อาทิตย์ ฉิมกุล. (2559). ผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์)), คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- อานนท์ เอื้ออุมากุล. (2549). ผลของการใช้เกมดิจิทัลในการเรียนฟิสิกส์ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์)), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. (2553). การพัฒนาทักษะความคิดระดับสูง. กรุงเทพฯ: ไอ คิว บুকเซ็นเตอร์.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

- หนังสือขออนุญาตจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์





MF4Version1:15/7/2556

ใบรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย
เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยและยินยอม

หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC- 030/61E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจาก คณะกรรมการสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและ ข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: การพัฒนาค่ายสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
ชื่อผู้วิจัยหลัก: นายเดชา จันทน์น้ำใส
สังกัด: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เอกสารที่รับรอง: 1. แบบเสนอโครงการวิจัย
 2. โครงร่างการวิจัย
 3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย
 4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เอกสารที่พิจารณาทบทวน

1. แบบเสนอโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 3 เม.ย. 2561
2. โครงร่างการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 3 เม.ย. 2561
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 3 เม.ย. 2561
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 3 เม.ย. 2561

(ลงชื่อ).....
 (นายปิยชาติ บุญเพ็ญ)

กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ).....
 (แพทย์หญิงสุริพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/E-030/2561

วันที่ให้การรับรอง : 04/04/2561

วันหมดอายุใบรับรอง : 04/04/2562

ภาคผนวก ข

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือในการทำวิจัย
- ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับเนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- ผลการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการตอบคำถามในชุดกิจกรรม (E_1) กับเกณฑ์ โดยทดสอบด้วยสถิติ t-test for dependent samples โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป
- ผลการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (E_2) กับเกณฑ์ โดยทดสอบด้วยสถิติ t-test for dependent samples โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป
- ผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนด้วยสถิติ t-test for dependent samples โดยใช้โปรแกรม
- ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยสถิติ t-test for dependent samples โดยใช้โปรแกรม

**รายนามผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความสอดคล้องและ
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. ผศ.ดร.ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ | ผู้อำนวยการสำนักสื่อและเทคโนโลยีการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 2. ผศ.ดร.อัจฉรา ประเสริฐสิน | สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 3. ดร.สมบัติ คงวิทยา | สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ |
| 4. ว่าร้อยตรีชัยศาสตร์ คเชนทร์สุวรรณ | กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ กรุงเทพมหานคร |
| 5. นางสมจิตต์ เต็งชัยภูมิ | กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนสตรีชัยภูมิ ชัยภูมิ |



ตาราง 37 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับ เนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

กิจกรรมที่/จุดประสงค์ของ กิจกรรม	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่า เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
กิจกรรมที่ 1 ถอดบทเรียนโครงการของพ่อ							
(1) อธิบายลักษณะโครงการ	(1.1) เนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00
อันเนื่องมาจากพระราชดำริของ ในหลวงรัชกาลที่ 9 ที่มี วัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหา เรื่องน้ำ	(1.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	1	1	1	1	1	1.00
(2) เข้าใจหลักการแก้ไขปัญหา เรื่องน้ำตามโครงการอัน เนื่องมาจากพระราชดำริของใน หลวงรัชกาลที่ 9	(2.1) เนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00
	(2.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	1	1	0	1	1	0.80
(3) วิเคราะห์ความเหมือนหรือ แตกต่างของโครงการอัน เนื่องมาจากพระราชดำริของใน หลวงรัชกาลที่ 9 ที่มี วัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหา เรื่องน้ำ	(3.1) เนื้อหา	1	1	0	1	1	0.80
	(3.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	1	1	0	1	1	0.80

ตาราง 37 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับเนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

กิจกรรมที่/จุดประสงค์ของ กิจกรรม	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
กิจกรรมที่ 2 รู้จักกังหันน้ำชัยพัฒนา							
(1) อธิบายส่วนประกอบต่าง ๆ ของกังหันน้ำชัยพัฒนา	(1.1) เนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00
	(1.2) รูปแบบการจัดกิจกรรม	1	1	1	1	1	1.00
(2) เข้าใจหลักการทำงานของกังหันน้ำชัยพัฒนา	(2.1) เนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00
	(2.2) รูปแบบการจัดกิจกรรม	1	1	0	1	1	0.80
(3) วิเคราะห์ความเหมือนหรือแตกต่างกังหันน้ำชัยพัฒนาแต่ละรูปแบบ	(3.1) เนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00
	(3.2) รูปแบบการจัดกิจกรรม	1	1	1	1	1	1.00
กิจกรรมที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพน้ำ							
(1) ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	(1.1) เนื้อหา	1	1	0	1	1	0.80
	(1.2) รูปแบบการจัดกิจกรรม	1	1	0	1	1	0.80
(2) เข้าใจวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ	(2.1) เนื้อหา	1	1	0	1	1	0.80
	(2.2) รูปแบบการจัดกิจกรรม	1	1	0	1	1	0.80
(3) วิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณต่าง ๆ ของกังหันน้ำชัยพัฒนาแต่ละรูปแบบ	(3.1) เนื้อหา	1	1	0	1	0	0.60
	(3.2) รูปแบบการจัดกิจกรรม	1	1	1	1	0	0.80

ตาราง 37 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับเนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

กิจกรรมที่/จุดประสงค์ของ กิจกรรม	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
กิจกรรมที่ 4.1 กังหันน้ำไม้อัด							
(1) ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	(1.1) เนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00
	(1.2) รูปแบบการจัดกิจกรรม	1	1	0	1	1	0.80
(2) อธิบายส่วนประกอบหลักของกังหันน้ำชัยพัฒนา	(2.1) เนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00
	(2.2) รูปแบบการจัดกิจกรรม	1	1	0	1	1	0.80
(3) เข้าใจหลักการทำงานของกังหันน้ำไม้อัด	(3.1) เนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00
	(3.2) รูปแบบการจัดกิจกรรม	1	1	0	1	1	0.80
กิจกรรมที่ 4.2 ใบพัดกังหันน้ำ							
(1) ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	(1.1) เนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00
	(1.2) รูปแบบการจัดกิจกรรม	1	1	0	1	1	0.80
(2) อธิบายการทำงานของใบพัดกังหันน้ำ	(2.1) เนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00
	(2.2) รูปแบบการจัดกิจกรรม	1	1	0	1	1	0.80
(3) หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างของใบพัด ความสูงในการติดตั้งใบพัด และลักษณะการหมุน	(3.1) เนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00
	(3.2) รูปแบบการจัดกิจกรรม	1	1	0	1	1	0.80

ตาราง 37 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ของกิจกรรมแต่ละกิจกรรมกับเนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

กิจกรรมที่/จุดประสงค์ของ กิจกรรม	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่า เฉลี่ย
		1	2	3	4	5	
กิจกรรมที่ 4.3 ทุ่นลอยน้ำ							
(1) ฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและ ความสามารถในการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	(1.1) เนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00
	(1.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	1	1	0	1	1	0.80
(2) เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นกับการจมลอย ของวัตถุ	(2.1) เนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00
	(2.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	1	1	0	1	1	0.80
(3) อธิบายการเลือกวัสดุมาทำ กังหันน้ำ	(3.1) เนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00
	(3.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	1	1	0	1	1	0.80
กิจกรรมที่ 5 กังหันน้ำชัยพัฒนาจำลอง							
(1) ฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและ ความสามารถในการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	(1.1) เนื้อหา	1	1	1	1	1	1.00
	(1.2) รูปแบบการจัด กิจกรรม	1	1	0	1	1	0.80

ตาราง 38 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					
			1	2	3	4	5	
ตอนที่ 1 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์								
กำหนดสถานการณ์ต่อไปนี้ เพื่อตอบคำถามข้อที่ 1) – 5)								
จากกิจกรรมใบพัดกังหันน้ำ หากต้องการศึกษาระยะการกระจายของน้ำ เมื่อใช้มอเตอร์ชนิด A B และ C ในการปั่นใบพัดกังหันน้ำ จึงทำการทดลองเพื่อศึกษา								
1	ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานการทดลอง แนวคำตอบ - ถ้าปั่นใบพัดกังหันน้ำด้วยมอเตอร์ A B และ C แล้วระยะการกระจายของน้ำจะแตกต่างกัน - ถ้าปั่นใบพัดกังหันน้ำด้วยมอเตอร์ A แล้วระยะกระจายของน้ำจะมากที่สุด	ทักษะการ ตั้งสมมติฐาน						
			1	1	1	1	1	1.00
2	กำหนดขั้นตอนทำการทดลองดังนี้ ก. วัดระยะการกระจายของน้ำจากจุดศูนย์กลางของมอเตอร์ ข. เติมน้ำลงในถาดโฟมจนถึงระดับที่ใบพัดจมลงในน้ำ 0.5 เซนติเมตร ค. ติดตั้งใบพัดไว้ที่มอเตอร์ A โดยต่อสายไฟเตรียมเชื่อมต่อกับถ่านไฟฉาย ง. ทำการทดลองซ้ำ โดยเปลี่ยน	ทักษะการ ทดลอง						
			1	1	1	1	1	1.00

ตาราง 38 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับ
นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					
			1	2	3	4	5	
2 (ต่อ)	มอเตอร์เป็น B และ C ตามลำดับ จ. นำมอเตอร์ A มาติดตั้งในชุดการทดลอง ฉ. บันทึกผลระยะการกระจายของน้ำ ช. เชื่อมต่อสายไฟกับถ่านไฟฉายเพื่อให้มอเตอร์ทำงาน ให้นักเรียนนำตัวอักษรหน้าชั้นตอนการทำการทดลองมาเรียงลำดับให้ถูกต้องและสมบูรณ์ แนวคำตอบ จ. ค. ข. ช. ก. ฉ. ง.							
3	ให้นักเรียนกำหนดตัวแปรของการทดลอง ดังนี้ 3.1) ตัวแปรต้น 3.2) ตัวแปรตาม 3.3) ตัวแปรควบคุม แนวคำตอบ 3.1) ตัวแปรต้น : ชนิดมอเตอร์ 3.2) ตัวแปรตาม : ระยะการกระจายของน้ำ 3.3) ตัวแปรควบคุม : ระดับน้ำ ระดับความสูงของใบพัด ถ่านไฟฉาย	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร						
			1	1	1	1	1	1.00

ตาราง 38 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย								
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่													
			1	2	3	4	5									
4	ให้นักเรียนเขียนนิยามศัพท์เฉพาะ ของตัวแปร “ระยะการกระจายของ น้ำ” ให้ถูกต้องและครบถ้วน แนวคำตอบ ระยะทางที่น้ำถูกใบพัดตีไปได้ไกล ที่สุดจากขอบโพน วัดได้โดยใช้ไม้ บรรทัด	ทักษะการ กำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ	1	1	1	1	1	1.00								
5	สมมติผลการทดลอง เป็นดังตาราง ต่อไปนี้	ทักษะ ตีความหมาย ข้อมูลและการ ลงข้อสรุป														
	<table><tr><th>ชนิดมอเตอร์</th><th>ระยะการกระจายของน้ำ (เซนติเมตร)</th></tr><tr><td>A</td><td>20</td></tr><tr><td>B</td><td>23</td></tr><tr><td>C</td><td>35</td></tr></table>	ชนิดมอเตอร์	ระยะการกระจายของน้ำ (เซนติเมตร)	A	20	B	23	C	35		1	1	1	1	1	1.00
ชนิดมอเตอร์	ระยะการกระจายของน้ำ (เซนติเมตร)															
A	20															
B	23															
C	35															
	ถ้าจุดประสงค์ของการทดลอง คือ เพื่อเปรียบเทียบระยะการกระจาย ของน้ำจากใบพัดกังหันน้ำ เมื่อใช้ มอเตอร์ต่างชนิดกัน จงสรุปผลการ ทดลอง															

ตาราง 38 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					
			1	2	3	4	5	
5	แนวคำตอบ							
(ต่อ)	มอเตอร์ A B และ C มีระยะการกระจายของน้ำเป็น 20, 23, และ 35 cm ตามลำดับ							
กำหนดสถานการณ์ต่อไปนี้ เพื่อตอบคำถามข้อที่ 6) – 10)								
จากกิจกรรมท่อนลอยน้ำ หากต้องการศึกษาความสามารถในการลอยน้ำของโฟม เมื่อมีขนาดแตกต่างกัน คือ A B และ C จึงทำการทดลองเพื่อศึกษา								
6	ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานการทดลอง	ทักษะการตั้งสมมติฐาน						
	แนวคำตอบ							
	- ถ้านำโฟม AB และ C ไปลอยน้ำ แล้ว							
	ความสามารถในการลอยน้ำของแต่ละโฟมจะ							
	ต่างกัน							
	- ถ้านำโฟม AB และ C ไปลอยน้ำ แล้ว							
	ความสามารถในการลอยน้ำของโฟม A จะดี							
	ที่สุด							

ตาราง 38 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			1	2	3	4	5	
7	ให้นักเรียนเขียนขั้นตอนการทดลอง อย่างละเอียด (เป็นข้อ ๆ) โดยกำหนด อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองดังนี้ (1) โฟมขนาด A B และ C (2) ดินน้ำมัน 1 ก้อน (3) ถาดใส่น้ำ (4) เครื่องชั่งน้ำหนัก	ทักษะการ ทดลอง						
แนวคำตอบ								
	1) นำโฟมขนาด A ไปลอยในน้ำ		1	1	1	1	1	1.00
	2) วางดินน้ำมันลงบนโฟมขนาด A ให้ได้มากที่สุด							
	3) ชั่งน้ำหนักดินน้ำมัน ที่ถูกวางลง บนโฟม A							
	4) บันทึกผลการชั่งน้ำหนักดินน้ำมัน							
	5) ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง โดย เปลี่ยนขนาดโฟมเป็น B และ C ตามลำดับ							
8	ให้นักเรียนกำหนดตัวแปรของการ ทดลอง ดังนี้	ทักษะการ กำหนดและ						
	3.1) ตัวแปรต้น	ควบคุมตัว	1	1	1	1	1	1.00
	3.2) ตัวแปรตาม	แปร						
	3.3) ตัวแปรควบคุม							

ตาราง 38 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					
			1	2	3	4	5	
8	แนวคำตอบ							
(ต่อ)	3.1) ตัวแปรต้น : ขนาดของโฟม							
	3.2) ตัวแปรตาม : ความสามารถในการลอยน้ำ							
	3.3) ตัวแปรควบคุม : ระดับน้ำ							
9	ให้นักเรียนเขียนนิยามศัพท์เฉพาะของตัวแปร “ความสามารถในการลอยน้ำของโฟม” ให้ถูกต้องและครบถ้วน	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ						
	แนวคำตอบ		1	1	1	1	1	1.00
	น้ำหนักของดินน้ำมันที่สามารถบรรจุบนโฟมได้ โดยที่โฟมไม่จมลงในน้ำทั้งหมด วัดได้จากเครื่องชั่งสาร							
10	นายแดงนำโฟมทุกขนาดไปลอยน้ำ จากนั้นนำดินน้ำมันมวล 30 กรัม วางลงบนโฟมทุกชิ้น ซึ่งมีผลการวัดความสูงของโฟมส่วนที่โผล่พ้นจากน้ำ เป็นดังตารางต่อไปนี้	ทักษะตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป						

ตาราง 38 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			1	2	3	4	5	
10 (ต่อ)	ขนาดของโฟม	ความสูงของ โฟมส่วนที่โผล่ พ้นน้ำ (cm.)						
	A	5						
	B	ลอยปริ่ม ไม่มี ส่วนโผล่พ้นน้ำ						
	C	จมลงก้น ภาชนะ						
10.1 จากการนำดินน้ำมันมวล 30 กรัมวางบนโฟมจะทำให้ความ หนาแน่นของโฟมเปลี่ยนแปลง อย่างไร			1	1	1	1	1	1.00
แนวคำตอบ ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น								
10.2 โฟม A เมื่อวางดินน้ำมันลงไป แล้ว มีความหนาแน่นมากกว่าหรือ น้อยกว่าน้ำ								
แนวคำตอบ มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ								
10.3 โฟม B เมื่อวางดินน้ำมันลงไป แล้ว มีความหนาแน่นมากกว่าหรือ น้อยกว่าน้ำ								

ตาราง 38 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					
			1	2	3	4	5	
แนวคำตอบ								
มีความหนาแน่นเท่ากับน้ำ								
10.4 โฟม C เมื่อวางดินน้ำมันลงไป								
แล้ว มีความหนาแน่นมากกว่าหรือน้อยกว่าน้ำ								
แนวคำตอบ มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ								
10.5 ให้ นักเรียน เรียงลำดับ								
ความสามารถในการลอยน้ำของโฟมจากมากไปน้อย								
แนวคำตอบ A B และ C								
กำหนดสถานการณ์ต่อไปนี้ เพื่อตอบคำถามข้อที่ 11) – 13)								
จากกิจกรรมกังหันน้ำไม้ไผ่ หากต้องการศึกษาว่าจำนวนรอบการหมุนหนึ่งยางของใบพัดมีผลต่อเวลาในการปั่นน้ำของกังหันน้ำหรือไม่ จึงทำการทดลองเพื่อศึกษา								
11	ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานการทดลอง	ทักษะการ						
แนวคำตอบ ถ้าจำนวนรอบการหมุน			ตั้งสมมติฐาน					
หนึ่งยางของใบพัดแตกต่างกัน แล้ว			1	1	1	1	1	1.00
เวลาในการปั่นน้ำของกังหันน้ำจะ								
แตกต่างกัน								

ตาราง 38 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย								
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่													
			1	2	3	4	5									
12	ให้นักเรียนกำหนดตัวแปรของการทดลอง ดังนี้ 3.1) ตัวแปรต้น 3.2) ตัวแปรตาม 3.3) ตัวแปรควบคุม	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร														
แนวคำตอบ			1	1	1	1	1	1.00								
3.1) ตัวแปรต้น : จำนวนรอบการหมุนหนึ่งยางของใบพัด																
3.2) ตัวแปรตาม : เวลาในการปั่นน้ำของกังหันน้ำ																
3.3) ตัวแปรควบคุม : รูปร่างและขนาดของกังหันน้ำ																
13	หากผลการทดลองเป็นดังตารางต่อไปนี้	ทักษะตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป														
	<table><tr><th>จำนวนรอบการหมุนหนึ่งยางของใบพัด (รอบ)</th><th>เวลาในการปั่นน้ำ (วินาที)</th></tr><tr><td>30</td><td>10</td></tr><tr><td>50</td><td>20</td></tr><tr><td>70</td><td>32</td></tr></table>	จำนวนรอบการหมุนหนึ่งยางของใบพัด (รอบ)	เวลาในการปั่นน้ำ (วินาที)	30	10	50	20	70	32		1	1	1	1	1	1.00
จำนวนรอบการหมุนหนึ่งยางของใบพัด (รอบ)	เวลาในการปั่นน้ำ (วินาที)															
30	10															
50	20															
70	32															

ตาราง 38 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					
			1	2	3	4	5	
13 (ต่อ)	ให้นักเรียนเรียงลำดับพลังงานศักย์ ยืดหยุ่นของใบพัดจำนวนรอบการ หมุนหนึ่งยางของใบพัด แนวคำตอบ $70 > 50 > 30$							
ตอนที่ 2 ให้นักเรียนกากบาทตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด								
กำหนดข้อมูลต่อไปนี้ เพื่อใช้ตอบคำถามข้อ 14) – 18) จากกิจกรรมที่ 3 รู้จักกังหันน้ำชัยพัฒนา ที่มีการทดลองเพื่อตรวจสอบว่า “กังหันน้ำ จำลองสามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนได้”								
14	นักเรียนคิดว่าควรเพิ่มขั้นตอนใดมาก ที่สุด เพื่อให้ผลการทดลองมีความ แม่นยำมากขึ้น (ก) เพิ่มการตรวจสอบค่าออกซิเจน ละลายน้ำของน้ำตัวอย่างก่อนใช้ กังหันน้ำอีกจำนวน 2 ครั้ง (ข) เพิ่มการตรวจสอบค่า DO ก่อน และหลังใช้กังหันน้ำอีก 2 ครั้ง (ค) ทำการทดลองซ้ำเพิ่มอีก 2 ครั้ง (ง) ขั้นตอนการทดลองสมบูรณ์ที่สุด แล้ว ไม่จำเป็นต้องเพิ่มขั้นตอนใดอีก เฉลย (ค)	ทักษะการ ทดลอง						
			1	1	1	1	1	1.00

ตาราง 38 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย						
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่											
			1	2	3	4	5							
15	สมมติตารางผลการทดลองเป็นดังตารางต่อไปนี้	ทักษะตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป												
	<table><tr><th colspan="2">ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)</th></tr><tr><th>ก่อนใช้กังหัน</th><th>หลังใช้กังหัน</th></tr><tr><td>3</td><td>6</td></tr></table>	ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)		ก่อนใช้กังหัน	หลังใช้กังหัน	3	6							
ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)														
ก่อนใช้กังหัน	หลังใช้กังหัน													
3	6													
	ข้อใดต่อไปนี้มีความโน้มเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อผลการทดลองน้อยที่สุด		0	1	1	1	1	0.80						
	(ก) เวลาในการใช้กังหันน้ำ													
	(ข) รูปร่างของกังหันน้ำ													
	(ค) ความลึกของใบพัดกังหันน้ำ													
	(ง) ลมที่พัดเหนือชุดการทดลอง													
	เฉลย (ง)													
16	ข้อใดคือตัวแปรต้น และตัวแปรตามตามลำดับ	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร												
	(ก) กังหันน้ำจำลอง ค่า DO													
	(ข) ค่า DO กังหันน้ำจำลอง													
	(ค) กังหันน้ำจำลอง เวลาในการทดสอบกังหัน		1	1	1	1	1	1.00						
	(ง) เวลาในการทดสอบกังหัน กังหันน้ำจำลอง													
	เฉลย (ก)													

ตาราง 38 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					
			1	2	3	4	5	
17	นิยามเชิงปฏิบัติการของคำว่า “ค่าออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้น” คือ ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (A) หลังใช้กังหันน้ำ 30 นาที (B) มากกว่า (C) ก่อนใช้กังหันน้ำ ซึ่งสามารถวัดได้โดยใช้ชุดตรวจสอบค่าออกซิเจนละลายน้ำ (D)	ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและทักษะการทดลอง	1	1	1	1	1	1.00
ข้อความที่ขีดเส้นใต้ส่วนใดผิด								
(ก) A (ข) B (ค) C (ง) D								
เฉลย (ข)								
18	ถ้าเปลี่ยนขนาดรัศมีของใบพัดให้ยาวขึ้น และนำไปทดลอง พบว่า ใบพัดกังหันน้ำสามารถปั่นน้ำได้ ผลการทดลองข้อใดเป็นไปได้ยากที่สุด	ทักษะการตั้งสมมติฐาน						
(ก) ค่า DO หลังใช้กังหันมากกว่าก่อนใช้กังหันน้ำ								
(ข) ค่า DO หลังและก่อนใช้กังหันน้ำมีค่าแตกต่างกัน								
(ค) ค่า DO หลังใช้กังหันน้อยกว่าก่อนใช้กังหันน้ำ								
(ง) ค่า DO หลังและก่อนใช้กังหันน้ำมีค่าเท่ากัน								
เฉลย (ค)								

ตาราง 38 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					
			1	2	3	4	5	
19	จากกิจกรรมที่ 5 นักเรียนคิดว่าปัจจัยใดมีผลต่อการจมหรือลอยของกังหันน้ำ น้อยที่สุด (ก) รูปร่างของโครงสร้างใบพัดกังหันน้ำ (ข) วัสดุที่ใช้ในการทำกังหันน้ำ (ค) มวลของวัสดุที่ใช้ในการทำกังหันน้ำ (ง) มวลของแกนหมุนใบพัดกังหันน้ำ	ทักษะ ตีความหมาย ข้อมูลและการ ลงข้อสรุป						
	เฉลย (ง)		1	1	1	1	1	1.00
20	จากกิจกรรมที่ 4.2 ใบพัดกังหันน้ำ ที่มีการทดสอบการกระจายของน้ำ เมื่อใช้รูปร่างใบพัดแตกต่างกัน ข้อใดคือตัวแปรต้น และตัวแปรตามตามลำดับ (ก) การกระจายของน้ำ รูปร่างใบพัด (ข) รูปร่างใบพัด การกระจายของน้ำ (ค) รูปร่างใบพัด ปริมาณของน้ำ (ง) การกระจายของน้ำ การจมของใบพัด	ทักษะการ กำหนดและ ควบคุมตัว แปร						
	เฉลย (ข)		1	1	1	1	1	1.00

ตาราง 39 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					
			1	2	3	4	5	

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์								
กำหนดสถานการณ์ต่อไปนี้ เพื่อตอบคำถามข้อที่ 1) – 6)								
นายแดงต้องการทำการเลี้ยงปลาช่อน เพื่อส่งขายตลาดสด ซึ่งนายแดงมีพื้นที่ที่มีบ่อน้ำ ประมาณ 1 ไร่ นายแดงทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้นของบ่อน้ำ ผลการทดสอบดังนี้								
ดัชนีคุณภาพน้ำ		ผลการตรวจสอบ						
ค่าพีเอช		6						
ออกซิเจนละลายในน้ำ		2 มิลลิกรัมต่อลิตร						
ความโปร่งแสง		60 เซนติเมตร						
สี กลิ่น และรส		ตามธรรมชาติ						
อุณหภูมิ		30 องศาเซลเซียส						

1	ปัญหาของนายแดงที่พบในการเลี้ยงปลาช่อนคืออะไร	ด้านการกำหนด						
	แนวคำตอบ ออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าที่ไม่เหมาะสมต่อการทำการประมง	ปัญหา	1	1	1	1	1	1.00

2	สาเหตุปัญหาของนายแดงอาจเป็นสิ่งที่ได้ได้บ้าง ให้ระบุมา 3 สาเหตุ	ด้านการวิเคราะห์						
	แนวคำตอบ มีพืชน้ำปกคลุมผิวน้ำจำนวนมาก, มีเศษขยะในน้ำจำนวนมาก	ปัญหา	1	1	1	1	1	1.00

ตาราง 39 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					
			1	2	3	4	5	
2 (ต่อ)	มาก, มีสัตว์น้ำจำนวนมาก หรือ ปัจจัยที่ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจน ละลายในน้ำต่ำ							
3	นายแดงต้องแก้ปัญหาจึงทำการ สำรวจพื้นที่บริเวณบ่อน้ำ พบว่า มี วัสดุอุปกรณ์ ดังนี้ (1) ท่อนไม้ไผ่จำนวนมาก (2) มอเตอร์เกาขนาด 2 แรงม้า (3) แผ่นอะลูมิเนียมจำนวนมาก (4) โครงเหล็ก นายแดงควรแก้ปัญหาอย่างไร	ด้านการ ออกแบบ วิธีการ แก้ปัญหา						
			0	1	1	1	1	0.80
แนวคำตอบ แก้ไขด้วยกังหันน้ำชัยพัฒนา								
4	วิธีการดำเนินการแก้ปัญหาของ นักเรียนมีอะไรบ้าง ให้ระบุเป็นข้อ ๆ แนวคำตอบ	ด้านการ ดำเนินการ แก้ปัญหา						
	(1) ออกแบบและสร้างกังหันน้ำ (2) ติดตั้งกังหันน้ำชัยพัฒนา (3) ติดตามผลการติดตั้งกังหันน้ำ ชัยพัฒนา ด้วยการตรวจสอบ คุณภาพน้ำ		1	1	1	1	1	1.00

ตาราง 39 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของ
แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับ
นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					
			1	2	3	4	5	

5	ถ้าผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้น ของบ่อน้ำหลักการแก้ปัญหาเป็นดังนี้	ด้านการ ประเมินและ สรุปผลการ แก้ปัญหา																		
	<table><tr><th>ดัชนีคุณภาพ น้ำ</th><th>ผลการ ตรวจสอบ</th></tr><tr><td>ค่าพีเอช</td><td>6</td></tr><tr><td>ออกซิเจน ละลายในน้ำ</td><td>6 มิลลิกรัมต่อ ลิตร</td></tr><tr><td>ความโปร่งแสง</td><td>60 เซนติเมตร</td></tr><tr><td>สี กลิ่น และรส</td><td>ตามธรรมชาติ</td></tr><tr><td>อุณหภูมิ</td><td>30 องศา เซลเซียส</td></tr></table>	ดัชนีคุณภาพ น้ำ	ผลการ ตรวจสอบ	ค่าพีเอช	6	ออกซิเจน ละลายในน้ำ	6 มิลลิกรัมต่อ ลิตร	ความโปร่งแสง	60 เซนติเมตร	สี กลิ่น และรส	ตามธรรมชาติ	อุณหภูมิ	30 องศา เซลเซียส							
ดัชนีคุณภาพ น้ำ	ผลการ ตรวจสอบ																			
ค่าพีเอช	6																			
ออกซิเจน ละลายในน้ำ	6 มิลลิกรัมต่อ ลิตร																			
ความโปร่งแสง	60 เซนติเมตร																			
สี กลิ่น และรส	ตามธรรมชาติ																			
อุณหภูมิ	30 องศา เซลเซียส																			
			1	1	1	1	1	1.00												
	ให้นักเรียนสรุปผลการแก้ปัญหา																			
	แนวคำตอบ การแก้ปัญหาสามารถ แก้ไขได้ เนื่องจากดัชนีคุณภาพน้ำ เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาช่อนแล้ว																			

6	ให้นักเรียนสร้างโปสเตอร์ให้ความรู้ เกี่ยวกับกังหันน้ำชัยพัฒนาของ นักเรียน ด้วยการวาดภาพ เขียน แสดงส่วนประกอบสำคัญต่าง ๆ และ อธิบายคุณสมบัติให้ถูกต้อง ครบถ้วน และชัดเจน	ด้านการ เผยแพร่ผล การแก้ปัญหา						
			1	1	1	1	1	1.00

ตาราง 39 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของ
แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับ
นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					
			1	2	3	4	5	
แนวคำตอบ ไปสเตอร์ที่มีภาพกังหัน น้ำชัยพัฒนา ที่บอกส่วนประกอบ สำคัญต่าง ๆ และอธิบายได้ถูกต้อง ครบถ้วน และชัดเจน								
กำหนดสถานการณ์ต่อไปนี้ เพื่อตอบคำถามข้อ 7) – 12)								
ให้นักเรียนออกแบบและสร้างกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลองจากไม้ไผ่จำนวน 4 ไม้ และ หนังยาง จำนวน 4 เส้น โดยให้มีเงื่อนไขดังนี้ (1) ลอยน้ำได้ (2) ปั่นน้ำได้ (3) ปั่นได้มากกว่า 5 วินาที (4) ขณะปั่นต้องไม่เคลื่อนที่ (หมุนวนได้) (5) หักไม้ไผ่ได้ 1 ไม้ 1 ครั้ง และ (6) ขณะปั่น ต้องปราศจากการควบคุมจากมนุษย์								
7	ปัญหาของสถานการณ์ คืออะไร	ด้านการ						
	แนวคำตอบ การใช้วัสดุอุปกรณ์ที่	กำหนด						
	กำหนดให้มาออกแบบและสร้างเป็น	ปัญหา	1	1	1	1	1	1.00
	กังหันน้ำชัยพัฒนาจำลองตามเงื่อนไข							
8	สาเหตุที่ทำให้การออกแบบและสร้าง	ด้านการ						
	กังหันน้ำชัยพัฒนาจำลองตามเงื่อนไข	วิเคราะห์						
	มีอะไรบ้าง จงยกตัวอย่าง 3 สาเหตุ	ปัญหา						
	แนวคำตอบ การเชื่อมไม้ไผ่ติดด้วย							
	หนังยาง, วัสดุอุปกรณ์มีอย่างจำกัด,		1	1	1	1	1	1.00
	ปั่นได้ไม่ถึง 5 วินาที							
	หรือสาเหตุอื่น ๆ ที่ทำให้กังหันน้ำชัย							
	พัฒนาจำลองไม่เป็นไปตามเงื่อนไข							

ตาราง 39 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของ
แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับ
นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					
			1	2	3	4	5	
9	ให้นักเรียนวาดภาพแบบกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลองจากไม้ไผ่ที่นักเรียนต้องการสร้าง พร้อมทั้งเขียนแสดงส่วนประกอบสำคัญ คือ ใบพัดกังหันน้ำ และ ฟันลอยน้ำ	ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	1	1	1	1	1	1.00
แนวคำตอบ วาดภาพชัดเจนและเขียนแสดงส่วนประกอบถูกต้อง								
10	ให้นักเรียนใช้วัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้สร้างกังหันน้ำชัยพัฒนาตามที่ได้ออกแบบในข้อที่ 9) แล้วบันทึกผลการทดสอบตามเงื่อนไขดังนี้ (1) ลอยน้ำได้ (2) ปั่นน้ำได้ (3) ปั่นได้มากกว่า 5 วินาที (4) ขณะปั่นต้องไม่เคลื่อนที่ (หมุนวนได้) (5) หักไม้ไผ่ได้ 1 ไม้ 1 ครั้ง และ (6) ขณะปั่นต้องปราศจากการควบคุมจากมนุษย์	ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา						
แนวคำตอบ ผ่านทุกเงื่อนไข โดยผลการทดสอบต้องผ่านการตัดสินจากคณะกรรมการตรวจสอบ								

ตาราง 39 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			1	2	3	4	5	
11	ให้นักเรียนเขียนสรุปผลการทดสอบ แนวคำตอบ กังหันน้ำชัยพัฒนา จำลองจากไม้ไผ่ติ่มผ่านทุกเงื่อนไข แก้ไขปัญหาได้อย่างสมบูรณ์	ด้านการ ประเมินและ สรุปผลการ แก้ปัญหา	1	1	1	1	1	1.00
12	ให้นักเรียนจัดทำโปสเตอร์ที่มีหัวข้อ ดังนี้ (1) ชื่อกังหันน้ำฯ (2) ภาพหรือ กังหันน้ำฯ และ (3) คุณสมบัติของ กังหันน้ำฯ โดยใจแต่ละหัวข้อต้อง ชัดเจนในการนำเสนอ แนวคำตอบ จัดทำโปสเตอร์ที่มีการ แสดงครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนด	ด้านการ เผยแพร่ผล การแก้ปัญหา	1	1	1	1	1	1.00
กำหนดสถานการณ์ต่อไปนี เพื่อตอบคำถามข้อ 13) – 18) จากกิจกรรมที่ 5 ที่ให้นักเรียนสร้างกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลอง หากพบว่าเมื่อสร้างเสร็จ แล้ว กังหันน้ำชัยพัฒนาไม่สามารถทำงานได้ (กังหันไม่ปั่นน้ำ) ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้								
13	ปัญหาของสถานการณ์ คืออะไร แนวคำตอบ กังหันน้ำชัยพัฒนาไม่ สามารถทำงานได้	ด้านการ กำหนด ปัญหา	1	1	1	1	1	1.00
14	สาเหตุของปัญหาคืออะไร ให้ระบุมา 3 สาเหตุ แนวคำตอบ 1. ปริมาตรไม่เหมาะสม 2. แบตเตอรี่หมด 3. แกนหมุนเสียหยาบ	ด้านการ วิเคราะห์ ปัญหา	1	1	1	1	1	1.00

ตาราง 39 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของ
แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับ
นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					
			1	2	3	4	5	
15	หากทดลองใช้งานกังหันน้ำในอากาศพบว่า สามารถปั่นได้ แต่เมื่อวางบนผิวน้ำกลับทำงานไม่ได้ และสังเกตได้ว่าใบพัดของกังหันน้ำจมลงในเกือบครึ่งหนึ่งของรัศมีใบพัด นักเรียนคิดว่าควรแก้ปัญหาอย่างไร	ด้านการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	1	1	1	1	1	1.00
แนวคำตอบ เพิ่มปริมาตรของท่อนลอยด้วยวัสดุที่เหมาะสม เพื่อให้กังหันน้ำลอยเพิ่มมากขึ้นส่วนของใบพัดจะได้รับแรงต้านจากน้ำน้อยลงและปั่นน้ำได้								
16	นักเรียนควรดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไร	ด้านการดำเนินการ						
	แนวคำตอบ ตัดโฟมหรือวัสดุที่ทำท่อนลอย มาเสริมด้านล่างของท่อนลอยน้ำ	แก้ปัญหา	1	1	1	1	1	1.00
17	ถ้าผลการแก้ปัญหาพบว่า กังหันน้ำสามารถปั่นน้ำได้เมื่อวางบนผิวน้ำ แต่ใบพัดสัมผัสกับน้ำน้อยมาก ทำให้น้ำที่ถูกตีโดยใบพัด เป็นคล้ายกับละอองน้ำ นักเรียนคิดว่าการแก้ปัญหของ	ด้านการประเมินและสรุปผลการแก้ปัญหา	1	1	1	1	1	1.00

ตาราง 39 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					
			1	2	3	4	5	
	นักเรียนได้ผลดีหรือไม่อย่างไร							
	แนวคำตอบ ไม่เป็นผลดีมากนัก							
	เนื่องจาก สัมผัสกับน้ำน้อยเกินไป							
	การเติมออกซิเจนลงในน้ำเป็นไป							
	อย่างไม่ได้ประสิทธิภาพ							
18	ให้นักเรียนวาดภาพจำลองของกังหัน	ด้านการ						
	น้ำจำลองก่อนและหลังการแก้ปัญหา	เผยแพร่ผล	1	1	1	1	1	1.00
	แนวคำตอบ ภาพสื่อถึงการเสริมฟุน	การแก้ปัญหา						
	ลอยน้ำของกังหันน้ำจำลอง							
ตอนที่ 2 ให้นักเรียนกากบาทตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด								
19	จากกิจกรรมการนำไม้ไผ่มาจำนวน 5	ด้านการ						
	ไม้ และหนัวยาง 5 เส้นมาสร้างกังหัน	กำหนด						
	น้ำจำลอง ถ้าหากกังหันน้ำของกลุ่ม	ปัญหา						
	นักเรียน และของกลุ่มเพื่อน มี		1	1	1	1	1	1.00
	ลักษณะเหมือนกันทุกประการ แต่เมื่อ							
	ทำงานมีผลการกระจายน้ำและเวลาที่							
	หมุนได้ดังตารางต่อไปนี้							

ตาราง 39 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของ
แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับ
นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					
			1	2	3	4	5	
20	นายเดชา ประดิษฐ์กังหันน้ำไม้ไผ่ติ่ม จากไม้ไผ่ติ่ม 5 และหนังยาง 5 เส้น พบว่า สามารถทำได้ตามเงื่อนไขทุก ข้อ ยกเว้น บั่นน้ำได้มากกว่า 5 วินาที นักเรียนคิดว่าอาจเกิดจากสาเหตุใด มากที่สุด ก. จำนวนรอบในการหมุนใบพัดเข้า กับหนังยางน้อยเกินไป ข. ไม้ไผ่ติ่มมีน้ำหนักมากเกินไป ค. ใบพัดของกังหันน้ำจมลงในน้ำ มากเกินไป ง. ขณะปั่น ตัวกังหันน้ำหมุนรอบ ตัวเองมากเกินไป	ด้านการ วิเคราะห์ ปัญหา						
			1	1	1	1	1	1.00
เฉลย ก.								
21	โครงการพระราชดำริน้ำขอใดที่มี จุดประสงค์หลักเพื่อแก้ไขปัญหาน้ำ เสีย ก. โครงการฝนหลวง โครงการ แก้มลิง โครงการประตูละบายน้ำ คลองลาดโพธิ์ ข. โครงการน้ำดีได้น้ำเสีย โครงการ	ด้านการ ออกแบบ วิธีการ แก้ปัญหา	0	1	1	1	1	0.80

ตาราง 39 (ต่อ) ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของ
แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับ
นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	ข้อคำถาม	จุดประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับความ คิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					ค่าเฉลี่ย
			ผู้เชี่ยวชาญ คนที่					
			1	2	3	4	5	
	แก้มลิง โครงการกังหันน้ำชัยพัฒนา ค. โครงการเชื่อมขุนด่านปราการชล โครงการฝนหลวง โครงการกังหันน้ำ ชัยพัฒนา ง. โครงการบำบัดน้ำเสีย บึง มักกะสัน โครงการนำดีไล่น้ำเสีย โครงการกังหันน้ำชัยพัฒนา เฉลย ง.							
22	นายแดงทำการติดตั้งกังหันน้ำชัย พัฒนาในบึงน้ำแห่งหนึ่ง ซึ่งบึงน้ำไม่ สามารถต่อไฟฟ้าเข้าไปถึงได้ นาย แดงควรจะติดตั้งกังหันน้ำชัยพัฒนา รูปแบบใด ก. A ข. B ค. C ง. D เฉลย ค.	ด้านการ ออกแบบ วิธีการ แก้ปัญหา	1	1	1	1	1	1.00
23	จากข้อ 22) นายแดงได้ทำการ ตรวจสอบคุณภาพน้ำหลังจากติดตั้ง กังหันน้ำชัยพัฒนาทั้งหมด 3 ระยะ คือ 7, 14 และ 21 วัน พบว่า มี ออกซิเจนละลายในน้ำ เป็น 3, 4, 6 มิลลิกรัมต่อลิตร ข้อใดสรุปผลการ	ด้านการ ประเมินและ สรุปผลการ แก้ปัญหา	1	1	1	1	1	1.00

ตาราง 40 ผลการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการตอบคำถามในชุดกิจกรรม (E_1) กับเกณฑ์ โดยทดสอบด้วยสถิติ t-test for dependent samples โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
คะแนน	48	1153.1250	354.90578	51.22624

One-Sample Test

	Test Value = 1036					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
คะแนน	2.286	47	.027	117.125000	14.0711	220.1789

ตาราง 41 ผลการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา
 สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (E_2) กับเกณฑ์ โดยทดสอบด้วยสถิติ t-test for
 dependent samples โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
คะแนน สอบ	48	75.6615	11.77894	1.70014

One-Sample Test

	Test Value = 70					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
คะแนน สอบ	3.330	47	.002	5.66146	2.2412	9.0817

ตาราง 42 ผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยสถิติ t-test for dependent samples โดยใช้โปรแกรม

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	PostSkill	28.1029	35	8.83487	1.49337
	PreSkill	4.7143	35	5.28600	.89350
Pair 2	Postproblem	35.5714	35	4.36757	.73825
	Preproblem	27.4857	35	4.99041	.84353

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
			Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	PostSkill - PreSkill	23.38857	8.91818	1.50745	20.32507	26.45207	15.515	34	.000
Pair 2	Postproblem - Preproblem	8.08571	7.06429	1.19408	5.65905	10.51238	6.771	34	.000

ตาราง 43 ผลการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการตอบคำถามในชุดกิจกรรม (E_1) กับเกณฑ์ โดยทดสอบด้วยสถิติ t-test for dependent samples โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
			Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	PostSkill - PreSkill	23.38857	8.91818	1.50745	20.32507	26.45207	15.515	34	.000
Pair 2	Postproblem - Preproblem	8.08571	7.06429	1.19408	5.65905	10.51238	6.771	34	.000

ตาราง 44 ผลการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (E_2) กับเกณฑ์ โดยทดสอบด้วยสถิติ t-test for dependent samples โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
			Std.	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
					Mean	Lower			
Pair 1	PostSkill - PreSkill	23.38857	8.91818	1.50745	20.32507	26.45207	15.515	34	.000
Pair 2	Postproblem - Preproblem	8.08571	7.06429	1.19408	5.65905	10.51238	6.771	34	.000

ภาคผนวก ค

- กำหนดการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ณ โรงเรียนบ้านแหลมวิทยา จังหวัดเพชรบุรี
- แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- ตัวอย่างชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- ภาพบรรยากาศการเก็บข้อมูล

**กำหนดการจัดค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับ
มัธยมศึกษาตอนต้น ณ โรงเรียนบ้านแหลมวิทยา จังหวัดเพชรบุรี
ระหว่างวันที่ 15 – 17 มิถุนายน 2561**

วันที่ 15 มิถุนายน 2561

- 08.00 – 09.00 น. ลงทะเบียนเข้าร่วมค่าย
- 09.00 – 09.30 น. พิธีเปิดค่ายและกล่าวต้อนรับ
โดยผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านแหลมวิทยา
- 09.30 – 10.30 น. บรรยายพิเศษ เรื่อง วิทยาศาสตร์กับโครงการพระราชดำริ
- 10.30 – 12.15 น. การทดสอบก่อนเข้าร่วมโครงการด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และทำกิจกรรมตามชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ช่วงที่ (1)
- 12.15 – 13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน
- 13.00 – 15.30 น. เดินทางและศึกษาแหล่งเรียนรู้โครงการในพระราชดำริ ณ โครงการฟาร์มทะเลตัวอย่างตามพระราชดำรินสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ
- 15.30 – 16.00 น. เดินทางกลับโรงเรียนหรือสถานที่จัดค่าย
- 16.00 – 16.30 น. กิจกรรมถอดบทเรียนและเตรียมความพร้อมกิจกรรมในวันต่อไป

วันที่ 16 มิถุนายน 2561

- 08.00 – 08.30 น. ลงทะเบียนเข้าร่วมค่าย
- 08.30 – 09.45 น. กิจกรรมนันทนาการ กิจกรรมบรรยายพิเศษ เรื่อง นักวิทยาศาสตร์ตามรอยพ่อ และกิจกรรม Science show
- 09.45 – 12.00 น. นักเรียนร่วมกิจกรรมตามชุดกิจกรรมฯ ช่วงที่ (2)
- 12.00 – 13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน
- 13.00 – 13.15 น. กิจกรรมนันทนาการ
- 13.15 – 16.00 น. นักเรียนร่วมกิจกรรมตามชุดกิจกรรมฯ ช่วงที่ (3)

16.00 – 16.15 น. กิจกรรมเกมนันทนาการ

16.15 – 16.30 น. สรุปกิจกรรมประจำวันและนัดหมายในวันต่อไป

วันที่ 17 มิถุนายน 2561

08.00 – 08.30 น. ลงทะเบียนเข้าร่วมค่าย

08.30 – 09.30 น. กิจกรรมถอดบทเรียน

09.30 - 10.30 น. บรรยายพิเศษ เรื่อง โครงการมหาวิทยาลัยเด็กแห่งประเทศไทย
โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ และทีมงาน

10.30 – 12.00 น. การทดสอบหลังเข้าร่วมค่ายด้วยแบบวัดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิด
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับ
นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และกิจกรรมเกมนันทนาการ
เพื่อการผ่อนคลายหลังจากเข้าร่วมค่าย

12.00 – 13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน

13.00 – 14.30 น. มอบประกาศนียบัตรเข้าร่วมค่าย และ ปิดค่าย

หมายเหตุ : รูปแบบการจัดอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

พักรับประทานอาหารว่างระหว่างการทำกิจกรรมในแต่ละวัน 2 ช่วงเวลา
ได้แก่ 10.30 -10.45 น. และ 14.30 – 14.45 น.

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

คำชี้แจง

1. แบบวัดมีข้อสอบมี 2 ตอน

ตอนที่ 1 จำนวน 10 ข้อ ตอนที่ 2 จำนวน 5 ข้อ

รวม 15 ข้อ

2. กำหนดเวลาในการทำแบบวัด 25 นาที

ตอนที่ 1 ให้ นักเรียน ตอบ คำถาม ต่อไปนี้ ให้ ถูก ต้อง และ สม บูรณ
กำหนดสถานการณ์ต่อไป่นี้ เพื่อตอบคำถามข้อที่ 1) – 5)

จากกิจกรรมใบพัดกังหันน้ำ หากต้องการศึกษาระยะการกระจายของน้ำ เมื่อใช้มอเตอร์
ชนิด A B และ C ในการปั่นใบพัดกังหันน้ำ จึงทำการทดลองเพื่อศึกษา

1) ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานการทดลอง

2) กำหนดขั้นตอนการทดลองดังนี้

- ก. วัดระยะการกระจายของน้ำจากจุดศูนย์กลางของมอเตอร์
- ข. เติมน้ำลงในภาตโพนจนถึงระดับที่ใบพัดจมลงในน้ำ 0.5 เซนติเมตร
- ค. ติดตั้งใบพัดไว้ที่มอเตอร์ A โดยต่อสายไฟเตรียมเชื่อมต่อกับถ่านไฟฉาย
- ง. ทำการทดลองซ้ำ โดยเปลี่ยนมอเตอร์เป็น B และ C ตามลำดับ
- จ. นำมอเตอร์ A มาติดตั้งในชุดการทดลอง
- ฉ. บันทึกผลระยะการกระจายของน้ำ
- ช. เชื่อมต่อสายไฟกับถ่านไฟฉาย เพื่อให้มอเตอร์ทำงาน

ให้นักเรียนนำตัวอักษรหน้าขั้นตอนการทดลองมาเรียงลำดับให้ถูกต้องและสมบูรณ์

3) ให้นักเรียนกำหนดตัวแปรของการทดลอง ดังนี้

3.1) ตัวแปรต้น

3.2) ตัวแปรตาม

3.3) ตัวแปรควบคุม

4) ให้นักเรียนเขียนนิยามศัพท์เฉพาะของตัวแปร “ระยะการกระจายของน้ำ” ให้ถูกต้องและครบถ้วน

.....

.....

5) สมมติผลการทดลอง เป็นดังตารางต่อไปนี้

ชนิดมอเตอร์	ระยะการกระจายของน้ำ (เซนติเมตร)
A	20
B	23
C	35

ถ้าจุดประสงค์ของการทดลอง คือ เพื่อเปรียบเทียบระยะการกระจายของน้ำจากใบพัดกังหันน้ำเมื่อใช้มอเตอร์ต่างชนิดกัน จงสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

กำหนดสถานการณ์ต่อไปนี้ เพื่อตอบคำถามข้อที่ 6) – 10)

จากกิจกรรมท่อนลอยน้ำ หากต้องการศึกษาความสามารถในการลอยน้ำของโฟม เมื่อมีขนาดแตกต่างกัน คือ A B และ C จึงทำการทดลองเพื่อศึกษา

6) ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานการทดลอง

.....

7) ให้นักเรียนเขียนขั้นตอนการทดลองอย่างละเอียด (เป็นข้อ ๆ) โดยกำหนดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองดังนี้

(1) โฟมขนาด A B และ C

(2) ดินน้ำมัน 1 ก้อน

(3) ถาดใส่น้ำ

(4) เครื่องชั่งน้ำหนัก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8) ให้นักเรียนกำหนดตัวแปรการทดลอง ดังนี้

8.1) ตัวแปรต้น

.....

8.2) ตัวแปรตาม

.....

8.3) ตัวแปรควบคุม

.....

9) ให้นักเรียนเขียนนิยามศัพท์เฉพาะของตัวแปร “ความสามารถในการลอยน้ำของโฟม” ให้ถูกต้องและครบถ้วน

.....

.....

10) นายแดงนำโฟมทุกขนาดไปลอยน้ำ จากนั้นนำดินน้ำมัน 30 กรัม วางลงบนโฟมทุกชิ้น ซึ่งมีผลการวัดความสูงของโฟมส่วนที่โผล่พ้นจากน้ำ เป็นดังตารางต่อไปนี้

ขนาดของโฟม	ความสูงของโฟมส่วนที่โผล่พ้นน้ำ (cm.)
A	5
B	ลอยปริ่ม ไม่มีส่วนโผล่พ้นน้ำ
C	จมลงก้นภาชนะ

10.1) จากการนำดินน้ำมันมวล 30 กรัมวางบนโฟมจะทำให้ความหนาแน่นของโฟมเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

10.2) โฟม A เมื่อวางดินน้ำมันลงไปแล้ว มีความหนาแน่นมากกว่าหรือน้อยกว่าน้ำ

.....

10.3) โฟม B เมื่อวางดินน้ำมันลงไปแล้ว มีความหนาแน่นมากกว่าหรือน้อยกว่าน้ำ

.....

10.4) โฟม C เมื่อวางดินน้ำมันลงไปแล้ว มีความหนาแน่นมากกว่าหรือน้อยกว่าน้ำ

.....

10.5) ให้นักเรียนเรียงลำดับความสามารถในการลอยน้ำของโฟมจากมากไปน้อย

.....

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนกากบาทตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด

กำหนดข้อมูลต่อไปนี้ เพื่อใช้ตอบคำถามข้อ 1) – 5)

จากกิจกรรมที่ 3 รู้จักกักกันน้ำเสียพัฒนา ที่มีการทดลองเพื่อตรวจสอบว่า “กักกันน้ำจืดลง สามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนได้”

1) นักเรียนคิดว่าควรเพิ่มขั้นตอนใดมากที่สุด เพื่อให้ผลการทดลองมีความแม่นยำมากขึ้น

(ก) เพิ่มการตรวจสอบค่าออกซิเจนละลายน้ำของน้ำตัวอย่างก่อนใช้กักกันน้ำอีกจำนวน 2 ครั้ง

(ข) เพิ่มการตรวจสอบค่าออกซิเจนละลายน้ำของน้ำตัวอย่างก่อนและหลังใช้กักกันน้ำอีก

จำนวน 2 ครั้ง

(ค) ทำการทดลองตั้งแต่ขั้นแรกเพิ่มอีก 2 ครั้ง

(ง) ขั้นตอนการทดลองสมบูรณ์ที่สุดแล้ว ไม่จำเป็นต้องเพิ่มขั้นตอนใดอีก

2) ข้อใดคือตัวแปรต้น และตัวแปรตาม ตามลำดับ

(ก) กักกันน้ำจืดลง ค่าออกซิเจนละลายน้ำ

(ข) ค่าออกซิเจนละลายน้ำ กักกันน้ำจืดลง

(ค) กักกันน้ำจืดลง เวลาในการทดสอบกักกัน

(ง) เวลาในการทดสอบกักกัน กักกันน้ำจืดลง

3) สมมติตารางผลการทดลองเป็นดังตารางต่อไปนี้

ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	
ก่อนใช้กักกันน้ำ	หลังใช้กักกันน้ำ
3	6

ข้อใดต่อไปนี้มีแนวโน้มเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อผลการทดลองน้อยที่สุด

(ก) เวลาในการใช้กักกันน้ำ

(ข) รูปร่างของกักกันน้ำ

(ค) ความลึกในการจมของใบพัดกักกันน้ำ (ง) กระแสลมที่พัดผ่านเหนือชุดการทดลอง

4) นิยามเชิงปฏิบัติการของคำว่า “ค่าออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้น” คือ

ค่าออกซิเจนละลายน้ำหลังใช้กักกันน้ำ 30 นาที มากกว่า ก่อนใช้กักกันน้ำ ซึ่งสามารถวัดได้

A

B

C

โดยใช้ชุดตรวจสอบค่าออกซิเจนละลายน้ำ

D

ข้อความที่ขีดเส้นใต้ใดผิด

(ก) A

(ข) B

(ค) C

(ง) D

5) ถ้าเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดในการทดลองให้ใหญ่ขึ้น และเมื่อนำไปทดลอง พบว่า ใบพัดกั้นน้ำสามารถปั้มน้ำได้ ผลการทดลองข้อใดเป็นไปได้ยากที่สุด

- (ก) ค่าออกซิเจนละลายน้ำหลังใช้กังหันมากกว่าก่อนใช้กังหันน้ำ
- (ข) ค่าออกซิเจนละลายน้ำหลังและก่อนใช้กังหันน้ำมีค่าแตกต่างกัน
- (ค) ค่าออกซิเจนละลายน้ำหลังใช้กังหันน้อยกว่าก่อนใช้กังหันน้ำ
- (ง) ค่าออกซิเจนละลายน้ำหลังและก่อนใช้กังหันน้ำมีค่าเท่ากัน



ตาราง 45 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	คะแนน เต็ม	เกณฑ์
ตอนที่ 1		
1	4	พิจารณาจาก 4 องค์ประกอบ ดังนี้ (1) รูปแบบ ถ้า... แล้ว... (2) ข้อความที่บ่งบอกที่ขั้นตอนที่เป็นเหตุของผลที่อาจเกิดขึ้นได้ (3) ข้อความที่บ่งบอกถึงผลที่อาจเกิดขึ้นได้ (4) เลือกตั้งสมมติฐานแบบเปิดและแบบปิดได้เหมาะสม
		- มีองค์ประกอบครบ 4 องค์ประกอบ ได้ 4 คะแนน - มีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้ 3 คะแนน - มีองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบ ได้ 2 คะแนน - มีองค์ประกอบ 1 องค์ประกอบ ได้ 1 คะแนน - ไม่มีองค์ประกอบใดเลย ได้ 0 คะแนน
2	6	- เรียงลำดับขั้นตอนถูกต้องทั้งหมด ได้ 6 คะแนน - เรียงลำดับขั้นตอนถูกต้อง 6 ขั้นตอน ได้ 5 คะแนน - เรียงลำดับขั้นตอนถูกต้อง 5 ขั้นตอน ได้ 4 คะแนน - เรียงลำดับขั้นตอนถูกต้อง 4 ขั้นตอน ได้ 3 คะแนน - เรียงลำดับขั้นตอนถูกต้อง 3 ขั้นตอน ได้ 2 คะแนน - เรียงลำดับขั้นตอนถูกต้อง 2 ขั้นตอน ได้ 1 คะแนน - เรียงลำดับขั้นตอนถูกต้องน้อยกว่า 2 ขั้นตอน ได้ 0 คะแนน
		มี 3 ข้อย่อย ข้อย่อยละ 1 คะแนน โดย
3	3	- ตอบถูกต้อง ได้ 1 คะแนน - ตอบผิด ได้ 0 คะแนน

ตาราง 45 (ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	คะแนน เต็ม	เกณฑ์
ตอนที่ 1 (ต่อ)		
4	2	- เขียนถูกต้องและครบถ้วน ได้ 2 คะแนน - เขียนถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน ได้ 1 คะแนน - เขียนไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน
5	2	- สรุปผลการทดลองถูกต้องและครบถ้วน ได้ 2 คะแนน - สรุปผลการทดลองถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน ได้ 1 คะแนน - สรุปผลการไม่ทดลองถูกต้อง ได้ 0 คะแนน
6	4	พิจารณาจาก 4 องค์ประกอบ ดังนี้ (1) รูปแบบ ถ้า... แล้ว... (2) ข้อความที่บ่งบอกที่ขั้นตอนที่เป็นเหตุของผลที่อาจเกิดขึ้นได้ (3) ข้อความที่บ่งบอกถึงผลที่อาจเกิดขึ้นได้ (4) เลือกตั้งสมมติฐานแบบเปิดและแบบปิดได้เหมาะสม - มีองค์ประกอบครบ 4 องค์ประกอบ ได้ 4 คะแนน - มีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้ 3 คะแนน - มีองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบ ได้ 2 คะแนน - มีองค์ประกอบ 1 องค์ประกอบ ได้ 1 คะแนน - ไม่มีองค์ประกอบใดเลย ได้ 0 คะแนน

ตาราง 45 (ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	คะแนน เต็ม	เกณฑ์
ตอนที่ 1 (ต่อ)		
7	6	พิจารณาจาก 6 องค์ประกอบ ดังนี้ (1) ความสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ (2) การเลือกใช้วัสดุเหมาะสม (3) ลำดับขั้นตอนเหมาะสม (4) มีการกำหนดขั้นตอนให้ทำการทดลองซ้ำ (5) มีการกำหนดขั้นตอนให้ทำการบันทึกผลการทดลอง (6) ความครบถ้วน - มีองค์ประกอบครบ 6 องค์ประกอบ ได้ 6 คะแนน - มีองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ ได้ 5 คะแนน - มีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ได้ 4 คะแนน - มีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้ 3 คะแนน - มีองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบ ได้ 2 คะแนน - มีองค์ประกอบ 1 องค์ประกอบ ได้ 1 คะแนน - ไม่มีองค์ประกอบใดเลย ได้ 0 คะแนน
8	3	มี 3 ข้อย่อย ข้อย่อยละ 1 คะแนน โดย ตอบถูกต้อง ได้ 1 คะแนน และตอบผิด ได้ 0 คะแนน แนวคำตอบ ตัวแปรต้น คือ โฟม ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการลอยน้ำ ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณดินน้ำมัน, รูปร่างของโฟม
9	2	เขียนถูกต้องและครบถ้วน ได้ 2 คะแนน เขียนถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน ได้ 1 คะแนน เขียนไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน

ตาราง 45 (ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ
เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	คะแนน เต็ม	เกณฑ์
ตอนที่ 1 (ต่อ)		
10	3	ข้อสอบมี 5 ข้อย่อย โดย - ตอบถูกทั้งหมด ได้ 3 คะแนน - ตอบถูก 4 ข้อ ได้ 2 คะแนน - ตอบถูก 3 ข้อ ได้ 1 คะแนน - ตอบถูกน้อยกว่า 3 ข้อ ได้ 0 คะแนน
ตอนที่ 2		
1-5	5	มี 5 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน โดย ตอบถูกต้อง ได้ 1 คะแนน และตอบผิด ได้ 0 คะแนน

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

คำชี้แจง

1. แบบวัดมีข้อสอบ 2 ตอน

ตอนที่ 1 จำนวน 12 ข้อ

ตอนที่ 2 จำนวน 5 ข้อ

รวม 17 ข้อ

2. กำหนดเวลาในการทำแบบวัด 25 นาที

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์

กำหนดสถานการณ์ต่อไปนี้ เพื่อตอบคำถามข้อที่ 1 – 6

นายแดงต้องการทำการเลี้ยงปลาช่อน เพื่อส่งขายตลาดสด ซึ่งนายแดงมีพื้นที่ที่มีบ่อน้ำ
 ประมาณ 1 ไร่ นายแดงทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้นของบ่อน้ำ ผลการทดสอบดังนี้

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ผลการตรวจสอบ
ค่าพีเอช	6
ออกซิเจนละลายในน้ำ	2 มิลลิกรัมต่อลิตร
ความโปร่งแสง	60 เซนติเมตร
สี กลิ่น และรส	ตามธรรมชาติ
อุณหภูมิ	30 องศาเซลเซียส

1. ปัญหาของนายแดงที่พบในการเลี้ยงปลาช่อนคืออะไร

.....

2. สาเหตุปัญหาของนายแดงอาจเป็นสิ่งที่ได้บ้าง ให้ระบุมา 3 สาเหตุ

.....

3. นายแดงต้องแก้ปัญหาจึงทำการสำรวจพื้นที่บริเวณบ่อน้ำ พบว่า มีวัสดุอุปกรณ์ ดังนี้

(1) ท่อนไม้ไผ่จำนวนมาก

(2) มอเตอร์เกาขนาด 2 แรงม้า 1 ตัว

(3) แผ่นอะลูมิเนียมจำนวนมาก

(4) โครงเหล็ก

นายแดงควรแก้ปัญหาอย่างไร

.....

.....

.....

4. วิธีการดำเนินการแก้ปัญหาของนักเรียนมีอะไรบ้าง ให้ระบุเป็นข้อ ๆ

.....

.....

.....

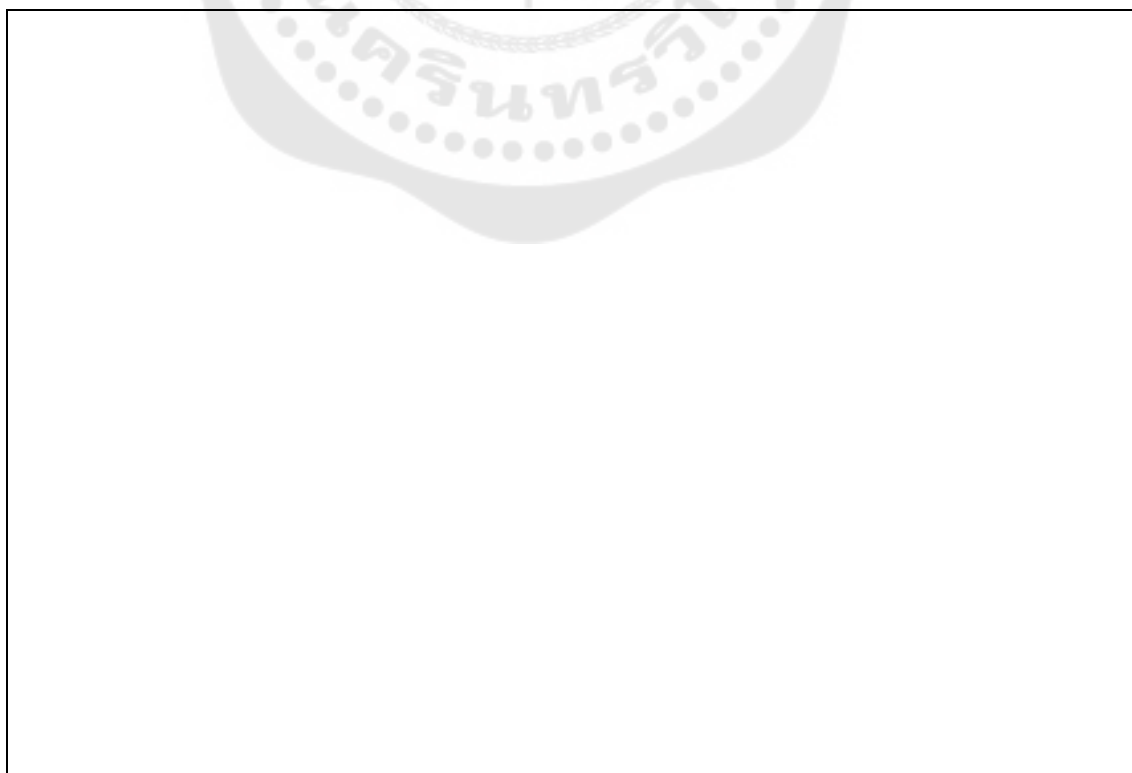
5. สมมติผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้นของบ่อน้ำหลักการแก้ปัญหาเป็นดังนี้

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ผลการตรวจสอบ
ค่าพีเอช	6
ออกซิเจนละลายในน้ำ	6 มิลลิกรัมต่อลิตร
ความโปร่งแสง	60 เซนติเมตร
สี กลิ่น และรส	ตามธรรมชาติ
อุณหภูมิ	30 องศาเซลเซียส

ให้นักเรียนสรุปผลการแก้ปัญหา

.....

6. ให้นักเรียนสร้างโปสเตอร์ให้ความรู้เกี่ยวกับกังหันน้ำชัยพัฒนาของนักเรียน ด้วยการวาดภาพเขียนแสดงส่วนประกอบสำคัญต่าง ๆ และอธิบายคุณสมบัติให้ถูกต้อง ครบถ้วน และชัดเจน



กำหนดสถานการณ์ต่อไปนี้ เพื่อตอบคำถามข้อ 7 – 12

ให้นักเรียนออกแบบและสร้างกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลองจาก

ไม้ไผ่จำนวน 4 ไม้ และหนังยาง จำนวน 4 เส้น โดยให้มีเงื่อนไขดังนี้ (1) ลอยน้ำได้ (2) บ่นน้ำได้ (3) บ่นได้มากกว่า 5 วินาที (4) ขณะบ่นต้องไม่เคลื่อนที่ (หมุนวนได้) (5) หักไม้ไผ่ได้ 1 ไม้ 1 ครั้ง และ (6) ขณะบ่นต้องปราศจากการควบคุมจากมนุษย์

7. จากสถานการณ์ ปัญหาของนักเรียนคืออะไร

.....

8. สาเหตุที่ทำให้การออกแบบและสร้างกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลองไม่เป็นตามเงื่อนไข มีอะไรบ้าง จงยกตัวอย่าง 3 สาเหตุ

.....

.....

9. ให้นักเรียนวาดภาพแบบกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลองจากไม้ไผ่ที่นักเรียนต้องการสร้าง พร้อมทั้งเขียนแสดงส่วนประกอบสำคัญ คือ ใบพัดกังหันน้ำ และ ท่อนลอยน้ำ



10. ให้นักเรียนใช้วัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้สร้างกังหันน้ำชัยพัฒนาตามที่ได้ออกแบบในข้อที่ 9.
แล้วบันทึกผลการทดสอบตามเงื่อนไขดังนี้

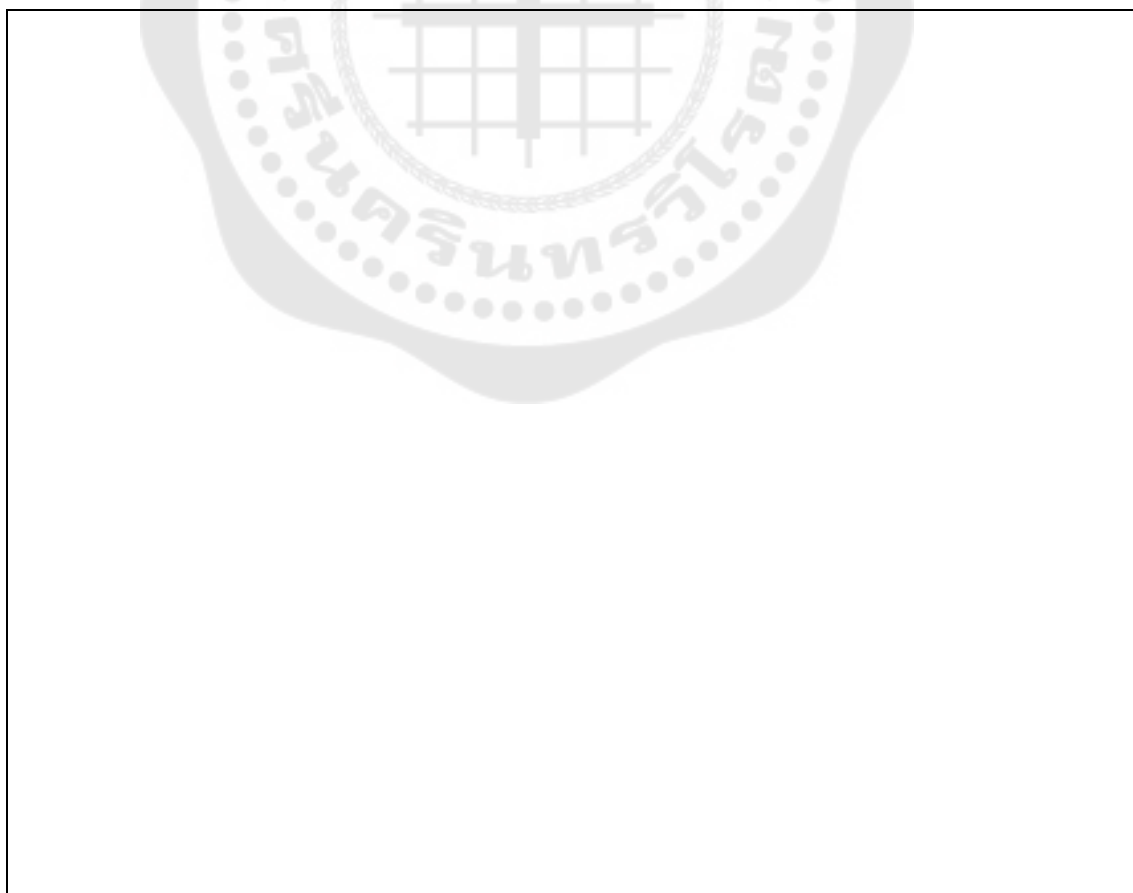
ตารางบันทึกผลการทดสอบตามเงื่อนไข

เงื่อนไข	ผลการทดสอบ (ผ่าน หรือ ไม่ผ่าน)
(1) ลอยน้ำได้	
(2) บั๊บน้ำได้	
(3) บั๊น้ำได้มากกว่า 5 วินาที	
(4) ขณะปั่นต้องไม่เคลื่อนที่ (หมุนวนได้)	
(5) หักไม้ไผ่ได้ 1 ไม้ 1 ครั้ง	
(6) ขณะปั่นต้องปราศจากการควบคุมจากมนุษย์	

11. ให้นักเรียนเขียนสรุปผลการทดสอบ

.....

12. ให้นักเรียนจัดทำโปสเตอร์ที่มีหัวข้อดังนี้ (1) ชื่อกังหันน้ำ (2) ภาพหรือกังหันน้ำ และ (3) คุณสมบัติของกังหันน้ำ โดยใจแต่ละหัวข้อต้องชัดเจนในการนำเสนอ



ตอนที่ 2 ให้นักเรียนวงกลมตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด

1. จากกิจกรรมการนำไม้ไอติมจำนวน 5 ไม้ และหนังยาง 5 เส้นมาสร้างก้นน้ำจำลอง ถ้าหากก้นน้ำของกลุ่มนักเรียน และของกลุ่มเพื่อน มีลักษณะเหมือนกันทุกประการ แต่เมื่อทำงานมีผลการกระจายน้ำและเวลาที่หมุนได้ดังตารางต่อไปนี้

ก้นน้ำจำลอง	ระยะการกระจาย (เซนติเมตร)	เวลาที่หมุน (วินาที)
กลุ่มนักเรียน	5	12
กลุ่มเพื่อน	15	3

จากผลข้างต้น หากกลุ่มนักเรียนต้องการให้ระยะการกระจายและเวลาที่หมุนเท่ากับกลุ่มเพื่อน กลุ่มนักเรียนควรแก้ไขอย่างไรมากที่สุด

- ใช้ไม้ไอติม 1 ไม้เป็นใบพัด 1 ใบ
 - เปลี่ยนโครงก้นน้ำไม้ไอติมให้มีขนาดกว้างมากขึ้น
 - เพิ่มจำนวนรอบในการหมุนใบพัดเข้ากับหนังยางให้มากขึ้น
 - เพิ่มน้ำหนักไม้ไอติมที่ใช้เป็นใบพัด โดยหักไม้ไอติมแล้วประกบกัน
2. นายเดชา ประดิษฐ์ก้นน้ำไม้ไอติม จากไม้ไอติม 5 และหนังยาง 5 เส้น พบว่า สามารถทำได้ตามเงื่อนไขทุกข้อ **ยกเว้น** บั่นน้ำได้มากกว่า 5 วินาที นักเรียนคิดว่าอาจเกิดจากสาเหตุใดมากที่สุด
- จำนวนรอบในการหมุนใบพัดเข้ากับหนังยางน้อยเกินไป
 - ไม้ไอติมมีน้ำหนักมากเกินไป
 - ใบพัดของก้นน้ำจมลงในน้ำมากเกินไป
 - ขณะปั่น ตัวก้นน้ำหมุนรอบตัวเองมากเกินไป
3. โครงการพระราชดำริน้ำสะอาดที่มีจุดประสงค์หลักเพื่อแก้ไขปัญหาภัยแล้ง
- โครงการฝนหลวง โครงการแก้มลิง โครงการประตูละบายน้ำคลองลัดโพธิ์
 - โครงการน้ำดีไล่น้ำเสีย โครงการแก้มลิง โครงการก้นน้ำช่วยพัฒนา
 - โครงการเขื่อนขุนด่านปราการชล โครงการฝนหลวง โครงการก้นน้ำช่วยพัฒนา
 - โครงการบำบัดน้ำเสียบึงมักกะสัน โครงการน้ำดีไล่น้ำเสีย โครงการก้นน้ำช่วยพัฒนา

4. นายแดงทำการติดตั้งกังหันน้ำชัยพัฒนาในบึงน้ำแห่งหนึ่ง ซึ่งบึงน้ำไม่สามารถต่อไฟฟ้าเข้าไปถึงได้ นายแดงควรจะติดตั้งกังหันน้ำชัยพัฒนารูปแบบใด

ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

5. จากข้อ 4. นายแดงได้ทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำหลังจากติดตั้งกังหันน้ำชัยพัฒนาทั้งหมด 3 ระยะ คือ 7, 14 และ 21 วัน พบว่า มีออกซิเจนละลายในน้ำ เป็น 3, 4, 6 มิลลิกรัมต่อลิตร ข้อใดสรุปผลการแก้ปัญหาได้ถูกต้องที่สุด

ก. กังหันน้ำชัยพัฒนาสามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำได้

ข. กังหันน้ำชัยพัฒนาไม่สามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำได้

ค. ค่าออกซิเจนละลายในน้ำอาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง ขึ้นอยู่กับฤดูกาล

ง. ค่าออกซิเจนละลายในน้ำขึ้นอยู่กับกังหันน้ำชัยพัฒนาเพียงอย่างเดียว



ตาราง 46 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง
 กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	คะแนน เต็ม	เกณฑ์
ตอนที่ 1		
1	3	- กำหนดปัญหาถูกต้องและครบถ้วน ได้ 3 คะแนน - กำหนดปัญหาถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน ได้ 2 คะแนน - กำหนดปัญหาผิด แต่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ ได้ 1 คะแนน - กำหนดปัญหาผิด และไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ หรือไม่ตอบ ได้ 0 คะแนน
2	3	- ระบุสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหา 3 สาเหตุ ได้ 3 คะแนน - ระบุสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหา 2 สาเหตุ ได้ 2 คะแนน - ระบุสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหา 1 สาเหตุ ได้ 1 คะแนน - ไม่ตอบ หรือระบุสาเหตุที่ไม่สอดคล้องกับปัญหา ได้ 0 คะแนน
3	5	พิจารณาจากองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ ดังนี้ (1) อธิบายวิธีการออกแบบครบถ้วน (2) วิธีการสอดคล้องกับปัญหา (3) ใช้อุปกรณ์ครบถ้วน (4) ใช้อุปกรณ์เหมาะสม (5) วิธีการที่ใช้ออกแบบ คือ การสร้างกังหันน้ำชัยพัฒนา - มีองค์ประกอบครบ 5 องค์ประกอบ ได้ 5 คะแนน - มีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ได้ 4 คะแนน - มีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้ 3 คะแนน - มีองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบ ได้ 2 คะแนน - มีองค์ประกอบ 1 องค์ประกอบ ได้ 1 คะแนน - ไม่มีองค์ประกอบใดเลย ได้ 0 คะแนน

ตาราง 46 (ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	คะแนน เต็ม	เกณฑ์
ตอนที่ 1 (ต่อ)		
4	5	พิจารณาจากองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ ดังนี้ (1) อธิบายวิธีดำเนินการครบถ้วน (2) มีขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพน้ำ (3) มีขั้นตอนการติดตามผล (4) บอกเวลาในการดำเนินการ (5) มีขั้นตอนการติดตั้งเครื่องบำบัดน้ำเสีย
		- มีองค์ประกอบครบ 5 องค์ประกอบ ได้ 5 คะแนน - มีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ได้ 4 คะแนน - มีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้ 3 คะแนน - มีองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบ ได้ 2 คะแนน - มีองค์ประกอบ 1 องค์ประกอบ ได้ 1 คะแนน - ไม่มีองค์ประกอบใดเลย ได้ 0 คะแนน
5	2	สรุปผลการแก้ปัญหาถูกต้องและครบถ้วน ได้ 2 คะแนน สรุปผลการแก้ปัญหาถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน ได้ 1 คะแนน สรุปผลการแก้ปัญหาผิด หรือไม่ตอบ ได้ 0 คะแนน
		พิจารณาจาก 4 องค์ประกอบ ดังนี้ (1) วาดภาพถูกต้อง (2) อธิบายส่วนประกอบครบถ้วน (3) อธิบายคุณสมบัติครบถ้วน (4) ภาพมีความชัดเจน

ตาราง 46 (ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	คะแนน เต็ม	เกณฑ์
ตอนที่ 1 (ต่อ)		
6 (ต่อ)		- มีองค์ประกอบครบ 4 องค์ประกอบ ได้ 4 คะแนน - มีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้ 3 คะแนน - มีองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบ ได้ 2 คะแนน - มีองค์ประกอบ 1 องค์ประกอบ ได้ 1 คะแนน - ไม่มีองค์ประกอบใดเลย ได้ 0 คะแนน
7	4	- กำหนดปัญหาถูกต้องและครบถ้วน ได้ 3 คะแนน - กำหนดปัญหาถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน ได้ 2 คะแนน - กำหนดปัญหาผิด แต่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ ได้ 1 คะแนน - กำหนดปัญหาผิด และไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ หรือไม่ตอบ ได้ 0 คะแนน
8	3	- ระบุสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหา 3 สาเหตุ ได้ 3 คะแนน - ระบุสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหา 2 สาเหตุ ได้ 2 คะแนน - ระบุสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหา 1 สาเหตุ ได้ 1 คะแนน - ไม่ตอบ หรือระบุสาเหตุที่ไม่สอดคล้องกับปัญหา ได้ 0 คะแนน
9	4	พิจารณาจากองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ดังนี้ (1) วิธีการสอดคล้องกับปัญหา (2) ใช้อุปกรณ์ครบถ้วน (3) ใช้อุปกรณ์เหมาะสม (4) วาดภาพส่วนประกอบชัดเจน - มีองค์ประกอบครบ 4 องค์ประกอบ ได้ 4 คะแนน - มีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้ 3 คะแนน - มีองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบ ได้ 2 คะแนน - มีองค์ประกอบ 1 องค์ประกอบ ได้ 1 คะแนน - ไม่มีองค์ประกอบใดเลย ได้ 0 คะแนน

ตาราง 46 (ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	คะแนน เต็ม	เกณฑ์
ตอนที่ 1 (ต่อ)		
10	8	พิจารณาจาก 6 เงื่อนไข ดังนี้
		(1) ลอยน้ำได้ ได้ 1 คะแนน
		(2) บั่นน้ำได้ ได้ 1 คะแนน
		(3) ขณะปั่นต้องไม่เคลื่อนที่ แต่หมุนวนได้ ได้ 1 คะแนน
		(4) หักไม้ไผ่ติดได้ 1 ไม้ 1 ครั้ง ได้ 1 คะแนน
		(5) ขณะปั่นต้องปราศจากการควบคุมจากมนุษย์ ได้ 1 คะแนน
		- มีองค์ประกอบครบ 5 องค์ประกอบ ได้ 5 คะแนน
		- มีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ได้ 4 คะแนน
		- มีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้ 3 คะแนน
		- มีองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบ ได้ 2 คะแนน
11	2	- มีองค์ประกอบ 1 องค์ประกอบ ได้ 1 คะแนน
		- ไม่มีองค์ประกอบใดเลย ได้ 0 คะแนน
		*เพิ่มคะแนน 3 คะแนน เมื่อปั่นได้นานกว่า 5 วินาที
		เพิ่มคะแนน 2 คะแนน เมื่อมีเวลาปั่นอยู่ระหว่าง 3-5 วินาที
		เพิ่มคะแนน 1 คะแนน เมื่อมีเวลาปั่นอยู่ระหว่าง 1-2.99 วินาที
12	4	สรุปผลการแก้ปัญหาถูกต้องและครบถ้วน ได้ 2 คะแนน
		สรุปผลการแก้ปัญหาถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน ได้ 1 คะแนน
		สรุปผลการแก้ปัญหาผิด หรือไม่ตอบ ได้ 0 คะแนน
12	4	พิจารณาจาก 4 องค์ประกอบ ดังนี้
		(1) วาดภาพถูกต้อง
		(2) อธิบายส่วนประกอบครบถ้วน
		(3) อธิบายคุณสมบัติครบถ้วน
		(4) ภาพมีความชัดเจน

ตาราง 46 (ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อที่	คะแนนเต็ม	เกณฑ์
ตอนที่ 1 (ต่อ)		
12 (ต่อ)	4	- มีองค์ประกอบครบ 4 องค์ประกอบ ได้ 4 คะแนน - มีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้ 3 คะแนน - มีองค์ประกอบ 2 องค์ประกอบ ได้ 2 คะแนน - มีองค์ประกอบ 1 องค์ประกอบ ได้ 1 คะแนน - ไม่มีองค์ประกอบใดเลย ได้ 0 คะแนน
ตอนที่ 2		
1-5	5	มี 5 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน โดยตอบถูกต้อง ได้ 1 คะแนน และตอบผิด ได้ 0 คะแนน

ตัวอย่างชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับ
มัธยมศึกษาตอนต้น

3

กิจกรรมที่ 1 ถอดบทเรียนโครงการของพ่อ

บทนำ

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช มหิตลาธิเบศรรามาธิบดี จักรีนฤพดินทร สยามินทราธิราช บรมนาถบพิตร หรือ ในหลวงรัชกาลที่ 9 พระองค์มีพระปรีชาสามารถในด้านการบริหารจัดการน้ำเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ให้กับประชาชนชาวไทยสามารถแบ่งการบริหารจัดการน้ำได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) การบริหารจัดการน้ำด้านสิ่งแวดล้อม และ 2) การบริหารจัดการน้ำเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคและการเกษตร โดยมีรายละเอียดดังนี้



โครงการพระราชดำริด้านสิ่งแวดล้อม

1. โครงการบำบัดน้ำเสียปึงมะกัน



ช่วยระบายน้ำและบรรเทาสภาพน้ำเสียในคลอง โดยใช้รูปแบบ “เครื่องกรองน้ำธรรมชาติ” ซึ่งใช้ผักตบชวาเป็นพืชดูดความสกปรกออก ทำให้น้ำสะอาดขึ้น เป็นเครื่องกรองธรรมชาติใช้พลังงานแสงอาทิตย์และธรรมชาติของการเติบโตของพืช

2. โครงการน้ำดีไล่น้ำเสีย



การใช้น้ำที่มีคุณภาพดีช่วยผลักดันน้ำเน่าเสียออกไปและช่วยให้น้ำเน่าเสียมีสภาพเจือจางลง ทั้งนี้ควรพิจารณาถึงวิธีการระบายน้ำ โดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกให้มากที่สุด ทั้งนี้เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการควบคุมระดับน้ำตามลำคลอง

3. โครงการกั้นน้ำช่วยพัฒนา



เพื่อบำบัดน้ำเสีย โดยใช้หลักการเติมอากาศทรงพระราชทานพระราชดำริให้ประดิษฐ์เครื่องกลเติมอากาศแบบประหยัดค่าใช้จ่ายสามารถผลิตได้เองในประเทศ ซึ่งมีรูปแบบ “ไทยทำไทยใช้”

โครงการพระราชดำริด้านการบริหารจัดการปริมาณน้ำ

1. โครงการแก้มลิง



เป็นบึงพักน้ำในหน้าน้ำ โดยจะทำหน้าที่รองรับน้ำฝนไว้ชั่วคราว ก่อนจะระบายลงทางระบายน้ำสาธารณะ โดยรอให้คลองต่าง ๆ พร่องน้ำพอจะรับน้ำได้เสียก่อน จึงค่อยๆ ระบายน้ำลง เป็นการช่วยลดปัญหาน้ำท่วมซึ่ง

2. โครงการฝนหลวง



ช่วยบรรเทาภัยแล้ง โดยมีหลักการ ดังนี้ 1) โปรยสารดูดซับความชื้น (เกลือทะเล) จากเครื่องบิน เพื่อดูดซับความชื้นในอากาศ และ 2) ใช้สารเย็นจัด (น้ำแข็งแห้ง) เพื่อให้ความชื้นกลั่นตัวเป็นเมฆฝน

3. โครงการเขื่อนขุนด่านปราการชล



เพื่อช่วยให้ราษฎรมีน้ำใช้ทำการเกษตร การอุปโภคบริโภค รวมทั้งช่วยบรรเทาอุทกภัยที่มักเกิดขึ้นในเขตจังหวัดนครนายกเป็นประจำทุกปี และเพื่อการแก้ไขพื้นที่ดินเปรี้ยวอีกด้วย



จุดประสงค์ของกิจกรรม (เพื่อให้นักเรียน)

1. เข้าใจหลักการแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำตามโครงการพระราชดำริด้านการบริหารจัดการน้ำของในหลวงรัชกาลที่ 9
2. อธิบายหลักการการแก้ไขปัญหาโครงการพระราชดำริด้านการบริหารจัดการน้ำของในหลวงรัชกาลที่ 9
3. สามารถเลือกโครงการพระราชดำริไปใช้ในการแก้ไขปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

1. ใบความรู้ เรื่อง โครงการพระราชดำริด้านการบริหารจัดการน้ำของในหลวง
2. วิดีทัศน์ เรื่อง โครงการพระราชดำริ

ขั้นตอนการปฏิบัติและบันทึกผลการทำกิจกรรม

1. ศึกษา สืบค้นข้อมูลโครงการพระราชดำริด้านการบริหารจัดการน้ำ จากใบความรู้ และวิดีโอ เรื่อง โครงการพระราชดำริ
2. นำข้อมูลจากการไปศึกษาและสืบค้นข้อมูลมาอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม
3. จำแนกโครงการพระราชดำริทั้งหมดจากใบความรู้ โดยใช้เกณฑ์วัตถุประสงค์หลักของการจัดตั้งโครงการ แล้วบันทึกลงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 จำแนกโครงการในพระราชดำริตามวัตถุประสงค์หลักของการจัดตั้งโครงการ

บริหารจัดการปริมาณน้ำ	สิ่งแวดล้อม (บำบัดน้ำเสีย)

คำถามท้ายกิจกรรม

1. นำอักษรหน้าชื่อโครงการพระราชดำริที่กำหนดให้ต่อไปนี้ มาเติมลงในช่องว่าง หน้าข้อความหรือคำที่สอดคล้องกันให้ถูกต้อง

ก. โครงการบำบัดน้ำเสียบึงมะกัน	ข. โครงการกั้นน้ำช่วยพัฒนา
ค. โครงการฝนหลวง	ง. โครงการแก้มลิง
จ. โครงการน้ำดีไล่น้ำเสีย	ฉ. โครงการเขื่อนขุนด่านปราการชล

- 1) บึงพักน้ำในฤดูฝน
- 2) โปรงสารดูดซับความชื้น (เกลือทะเล) จากเครื่องบิน
- 3) ทุ่งลอยเดิมอากาศ
- 4) อาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกในการบำบัดน้ำ
- 5) เครื่องกรองน้ำธรรมชาติ
- 6) กักเก็บน้ำใช้ทำการเกษตร การอุปโภคบริโภค ช่วยบรรเทาอุทกภัยที่ และเพื่อการแก้ไขพื้นที่ดินเปรี้ยวอีกด้วย

2. ตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

2.1 ชุมชนบ้านโคก ซึ่งตั้งอยู่ทางภาคอีสาน เกิดภาวะแห้งแล้งมากในเดือนเมษายน ไม่สามารถประกอบอาชีพเกษตรกรรมได้ ทำให้ชาวบ้านไม่มีรายได้ นักเรียนคิดว่า ปัญหาที่พบคืออะไร และควรใช้โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริใดแก้ไขปัญหานี้

2.2 จากข้อ 2.1 ในฤดูฝน ชาวบ้านสังเกตพบว่า น้ำฝนที่ตกลงมาสะสมในคลองได้ ไหลผ่านหมู่บ้าน และลดลงจนแห้งขอดอย่างรวดเร็ว จึงประสบปัญหาขาดแคลนน้ำ นักเรียนคิดว่า ปัญหาที่พบคืออะไร และควรใช้โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริใด แก้ไขปัญหา



รู้ได้อย่างไรว่าน้ำเหมาะสมที่จะนำไปใช้ประโยชน์?

การนำน้ำไปใช้ประโยชน์ ต้องคำนึงถึง **คุณภาพของน้ำ** กล่าวคือ แม้ว่าเราจะมีน้ำมากเพียงใด หรือมีแหล่งน้ำเพียงพอ แต่ถ้าคุณภาพของน้ำไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้น้ำเหล่านั้นก็ไม่มีประโยชน์อันใดและส่งผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตให้แย่ลงอีกด้วย ซึ่งคุณภาพน้ำจะขึ้นอยู่กับสิ่งที่มีอยู่ในน้ำ เช่น ตะกอน แร่ธาตุ และแก๊ส โดยการนำน้ำไปใช้ประโยชน์ต้องมีคุณภาพน้ำเหมาะสม และสิ่งที่บ่งบอกความเหมาะสมของน้ำ เรียกว่า **ดัชนีคุณภาพน้ำ** เช่น สี กลิ่น รส ความขุ่น ออกซิเจนละลายในน้ำ และค่าพีเอช ทั้งนี้ประเทศไทยมีการกำหนดมาตรฐาน อุณหภูมิ ดัชนีคุณภาพน้ำที่เหมาะสมตามการใช้ประโยชน์แต่ละด้าน เรียกว่า **มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามการใช้ประโยชน์** สำหรับใช้พิจารณาว่าแหล่งน้ำที่ต้องการใช้ประโยชน์มีดัชนีคุณภาพน้ำเหมาะสมหรือไม่ ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามการใช้ประโยชน์

ชนิดของ ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่าที่กำหนดให้มีได้	
		เพื่อการประมง	เพื่อการเกษตร
1. สี กลิ่นและรส	-	เป็นไปตามธรรมชาติ	เป็นไปตามธรรมชาติ
2. อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	ต่างจากธรรมชาติ ไม่เกิน 3	ต่างจากธรรมชาติ ไม่เกิน 3
3. ค่าพีเอช	-	อยู่ระหว่าง 5-9	อยู่ระหว่าง 5-9
4. ออกซิเจนละลาย	มิลลิกรัม/ลิตร	ไม่ต่ำกว่า 6.0	ไม่ต่ำกว่า 4.0
5. ความโปร่งแสง	เซนติเมตร	อยู่ระหว่าง 30-60	ไม่กำหนดค่า

ที่มา : ดัดแปลงจาก มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามการใช้ประโยชน์ และ เกณฑ์ คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (กรมควบคุมมลพิษ. 2540)



ภาพบรรยากาศการเก็บข้อมูล



พิธีเปิดค่าย โดยผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านแหลม



นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน



สอบก่อนการทำกิจกรรม



นันทนาการเตรียมความพร้อมก่อนทำกิจกรรม



ดูวิดีโอทัศนกิจกรรมที่ 1



สาธิตกิจกรรมตรวจสอบคุณภาพน้ำ



ทดลองใช้จานปรุงแสงแบบพกพา



เดินทางไปศึกษาแหล่งเรียนรู้โครงการในพระราชดำริ ณ โครงการฟาร์มทะเลตัวอย่างตาม
พระราชดำรินในสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ



ศึกษาแหล่งเรียนรู้โครงการในพระราชดำริ ณ โครงการฟาร์มทะเลตัวอย่างตามพระราชดำริใน
สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ



ตรวจสอบคุณภาพภายในโครงการในพระราชดำริ ณ โครงการฟาร์มทะเลตัวอย่างตาม
พระราชดำริในสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ



อภิปรายผลการตรวจสอบคุณภาพภายในโครงการในพระราชดำริ ณ โครงการฟาร์มทะเลตัวอย่าง
ตามพระราชดำรินสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ



แต่ละกลุ่มช่วยกันบันทึกชุดกิจกรรมและตอบคำถามท้ายกิจกรรม



ทดสอบก้นน้ำไม่ไอดีม



แก้ไขปรับปรุงก้นน้ำไม่ไอดีม



การแข่งขันก้าน้ำไม่ไธม



กิจกรรมแสดงให้การเติมออกซิเจนของก้าน้ำขี้พัฒนา



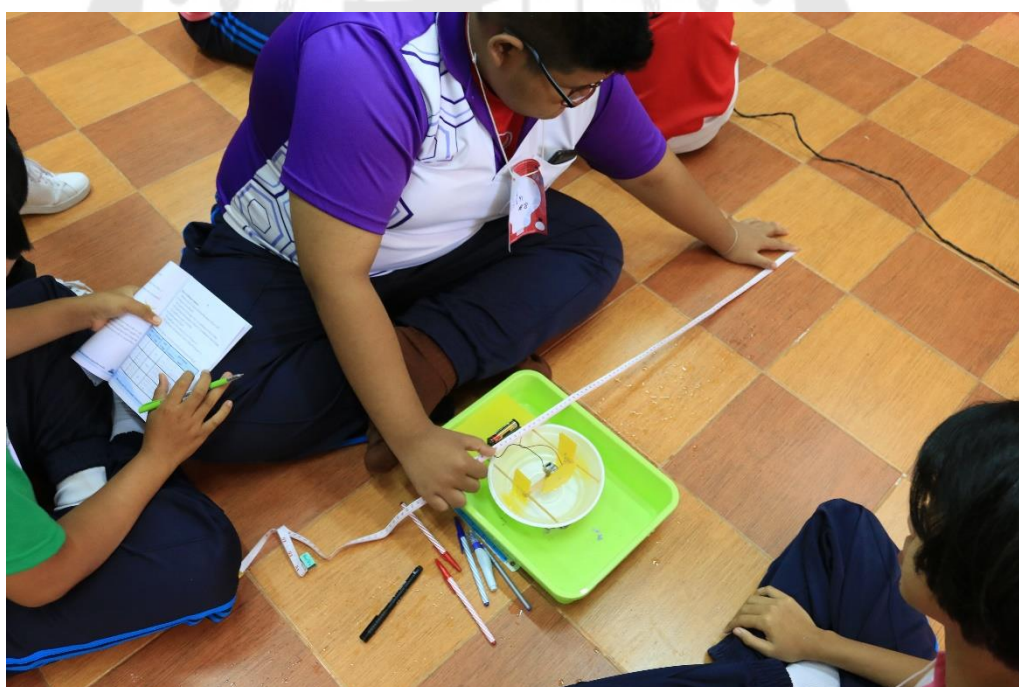
ตรวจค่าออกซิเจนละลายน้ำก่อนและหลังการทำงานของกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลอง



อุปกรณ์สำหรับกิจกรรมไบพัดกังหันน้ำ



ทำกิจกรรมใบพัดกั้นน้ำ



วัดการกระจายของน้ำ



นันทนาการผ่อนคลายในการทำกิจกรรม



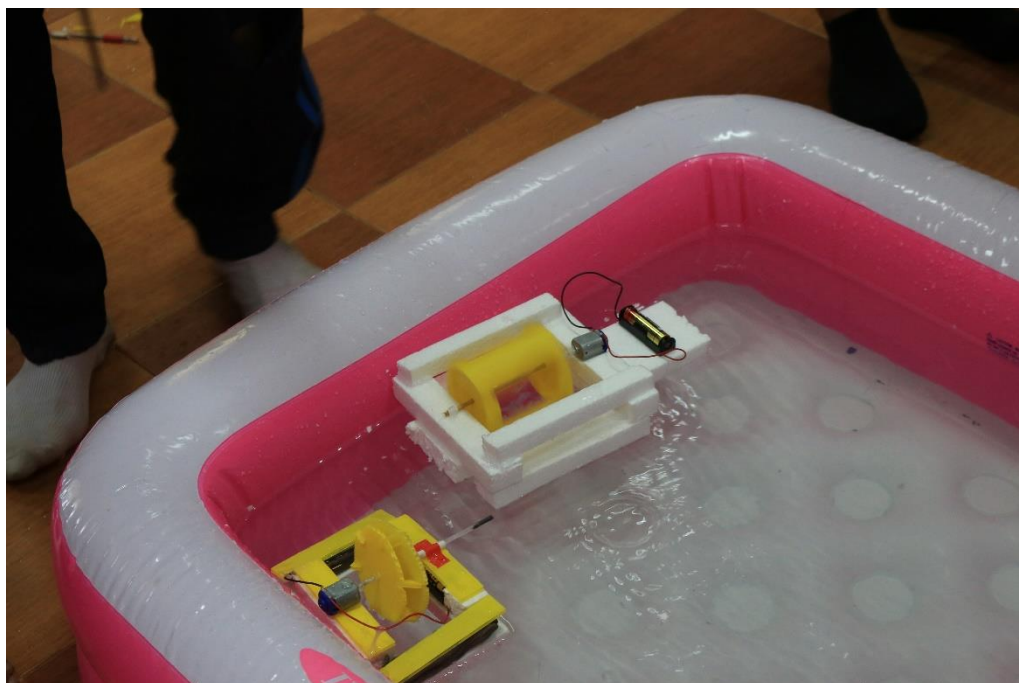
ทำกิจกรรมหุ่นลอยน้ำ



เตรียมพร้อมทำกิจกรรมสร้างกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลอง



วางแผนสร้างกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลอง



ทดสอบความสามารถของกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลอง



ปรับปรุงกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลอง



ทดสอบประสิทธิภาพของกังหันน้ำชัยพัฒนาจำลองที่ละกลุ่ม



กังหันน้ำชัยพัฒนาจำลองของนักเรียนแต่ละกลุ่ม



ถอดบทเรียน



นำเสนอการถอดบทเรียน



สอบ Posttest



ปิดค่าย

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	เดชา จันทน์น้ำใส
วัน เดือน ปี เกิด	08 มกราคม 2536
สถานที่เกิด	ชัยภูมิ
วุฒิการศึกษา	การศึกษาด้านจิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	29 ม.6 ตำบลหนองบัวระเหว อำเภอหนองบัวระเหว จังหวัดชัยภูมิ
ผลงานตีพิมพ์	ผลของกิจกรรมวิทยาศาสตร์ "กักหน่น้ำไม่ไธม" ที่ได้จากการถอดบทเรียน โครงการพระราชดำริ "กักหน่น้ำชัยพัฒนา" ต่อความสามารถในการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น



