

MA 128347

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา
(STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง

นายตรีประเสริฐ แสงศรีเรือง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2563

สงวนสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ใบอนุญาตวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เรื่อง : การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง

ผู้วิจัย : นายตรีประเสริฐ แสงศรีเรือง

ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ท.ดร.ณัฐชัย จันทุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรรณคำ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะธิดา ปัญญา)

ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.พงศธร โพธิ์พูลศักดิ์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต.ดร.อรัญญา ชูกระเดื่อง)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.พงศกร พิมพะนิตย์)

กรรมการ

- ชื่อเรื่อง** : การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา(STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง
- ผู้วิจัย** : นายตรีประเสริฐ แสงศรีเรือง
- ปริญญา** : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- อาจารย์ที่ปรึกษา** : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต.ดร.อรัญ ชูกระเดื่อง
อาจารย์ ดร.พงศกร พิมพะนิตย์
- ปีการศึกษา** : 2563

บทคัดย่อ

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา(STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง มีวัตถุประสงค์ ของการวิจัย (1) เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียน ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง (3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาจารย์ จำนวน 20 คน เป็นการสุ่มแบบยักกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (3.1) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 6 ชุดกิจกรรม ๆ ละ 2 ชั่วโมง (3.2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ (3.3) แบบทดสอบความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมุติฐานโดยใช้ t-test (Dependent)

ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา(STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มี 6 ชุดกิจกรรม ได้แก่ (1.1) สวนหินที่รัก (1.2) ทางเดินของธารนอส (1.3) หินนี้มีคืออะไร (1.4) หินจำเธอยังเหมือนเดิมใช่ไหม (1.5) “ธรณีพิบัติภัย” รู้ไว้เราปลอดภัย (1.6) สู้ธรณีพิบัติภัย มีประสิทธิภาพ มีประสิทธิภาพ 79.08/82.67 (2) ผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 (3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตาม แนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.46)

คำสำคัญ : สะเต็มศึกษา ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความพึงพอใจ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Title : Development of science activity series based on STEM Education
“Stone story and change”

Author : Mr.Threeprasert Sangsiruarng

Degree : Master of Education (Curriculum and Instruction)
Rajabhat Maha Sarakham University

Advisors : Assistant Professor Acting Sub Lt. Dr. Arun Suikraduang
Dr. Pongsagorn Pimpanith

Year : 2020

ABSTRACT

The development of a science activity series based on STEM Education “Stone story and change” for Prathom Suksa Six. ; (1) To develop of a science activity series on the standard criteria of 80/80. ; (2) To compare the students' learning achievement and critical thinking of a science. and (3) to study students' satisfaction towards the developed of a science activity. The sample for this research consisted of 20 pupils of Nonrangwittayakan School using cluster random sampling. The research tools were (3.1) to science activity series along the STEM Education Stone and change, 6 sets of activities, 2 hours each; (3.2) Learning achievement test and critical thinking; and (3.3) a questionnaire on satisfaction. The statistics used to analyze the data were: percentage (%), mean (\bar{X}), standard deviation (S.D.) and t - test (Dependent).

The results of the research revealed that. ; (1) There are Six activity sets. ; (1.1) Dear stone garden. ; (1.2) The pathway of Thanos. ; (1.3) What is good about this stone ; (1.4) Stone, are you still the same; (1.5) “Earthquake disaster” Know before, we are safe ; and (1.6) Fight the disaster. Effectiveness of the materials was 79.08/82.67 percent. ; (2) The students science learning achievement test and critical thinking ability and after using “STEM Education” were significantly higher before using “STEM Education” materials

at the 0.5 level. ; (3) The overall satisfaction of the students with using “STEM Education” was at the highest level. ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.46).

Keywords : STEM Education Science Activity Series Learning Achievement Critical Thinking Satisfaction



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะธิดา ปัญญา ประธานกรรมการสอบ อาจารย์ ดร.พงษ์ธร โพธิ์พลศักดิ์ กรรมการ

ขอขอบพระคุณ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต.ดร.อรัญญา ชูยกระเตื้อง อาจารย์ ที่ปรึกษา ดร.พงศกร พิมพะนิตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และคณาจารย์ คณะครุศาสตร์ สาขาวิจัยและ ประเมินผลทางการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้กำลังใจ และเป็น ที่ปรึกษาในการวิจัย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงยิ่ง

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำในการสร้างเครื่องมือให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้นรวมทั้ง บุคคลที่ผู้วิจัยได้อ้างอิงทางวิชาการตามที่ปรากฏในบรรณานุกรม

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาการ สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ขอนแก่น เขต 1 ที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย ตลอดจนผู้ปกครอง นักเรียนทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ นางทัศนภรณ์ แสงศรีเรือง นายชนะศักดิ์ แสงศรีเรือง นางสาวรัชณี มอญขาม และครอบครัว ที่คอยช่วยเหลือสนับสนุนให้กำลังใจและกำลังใจด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณคณะครูโรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาการ ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำส่งเสริมกำลังใจ ตลอดมานอกจากนี้ยังมีผู้ให้ความร่วมมือช่วยเหลืออีกหลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวชื่อนามในที่นี้ ได้หมดจึงขอขอบคุณทุกท่านเหล่านั้นไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

คุณค่าทั้งหลายที่ได้รับจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูแก่เวทีแต่บิดา มารดา และบูรพาจารย์ที่เคยอบรมสั่งสอน ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

นายตรีประเสริฐ แสงศรีเรือง

สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
บทคัดย่อ	ค
ABSTRACT	จ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 สมมติฐานการวิจัย	5
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับ	7
1.7 กรอบแนวคิดการวิจัย	7
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม.....	8
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560)	9
2.2 สะเต็มศึกษา (STEM Education)	17
2.3 ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์	27
2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	40
2.5 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	47
2.6 ความพึงพอใจ.....	56
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	60
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	66
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	66

หัวเรื่อง	หน้า
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	66
3.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ	67
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	76
3.5 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ	77
บทที่ 4 ผลการวิจัย	83
4.1 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอข้อมูล	83
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	83
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	89
5.1 สรุปผลการวิจัย	89
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	90
5.3 ข้อเสนอแนะ	92
บรรณานุกรม	94
ภาคผนวก.....	101
ภาคผนวก ก แบบวัดผลสัมฤทธิ์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบสอบถามความพึงพอใจ.....	102
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือ.....	125
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือ	132
ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์.....	140
ภาคผนวก จ ภาพกิจกรรม	146
ประวัติผู้วิจัย	150

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	มาตรฐาน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 15
2.2	กำหนดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง..... 16
3.1	วิเคราะห์กิจกรรมและระยะเวลาในการทำกิจกรรม 68
3.2	วิเคราะห์ข้อสอบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 72
3.3	วิเคราะห์ข้อสอบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ..... 74
4.1	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 84
4.2	การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 84
4.3	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับ ชุดกิจกรรม 86
4.4	ผลเปรียบเทียบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 86
4.5	ผลเปรียบเทียบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 87
4.6	ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) 87
ค.1	สรุปผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง..... 133
ค.2	สรุปค่า IOC แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญกับ สอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 134

ตารางที่	หน้า
ค.3 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	136
ค.4 สรุปค่า IOC แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญกับ สอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้	137
ค.5 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	138
ค.6 สรุปค่า IOC แบบสอบถามความพึงพอใจ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญกับ สอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามประเด็น.....	138
ค.7 ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับคะแนน รวมที่ตัดข้อนี้ออก (Item Total Correlation) และหาค่าความเชื่อมั่น (α) โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค ของแบบสอบถามความพึงพอใจ	139



สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	7
2.1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	24
2.2 ความพึงพอใจนำไปสู่ผลการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ	57
จ.1 ภาพนักเรียนบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นด้วยแท็บเล็ต (1).....	147
จ.2 ภาพนักเรียนบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นด้วยแท็บเล็ต (2).....	147
จ.3 ภาพนักเรียนทดสอบคุณสมบัติของหินของชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่อง หินจำเธอยังเหมือน เดิมใช่ไหม.....	148
จ.4 ภาพการทดลองของชุดกิจกรรมที่ 6 เรื่อง สู่ธรณีพิบัติภัย (1).....	148
จ.5 ภาพการทดลองของชุดกิจกรรมที่ 6 เรื่อง สู่ธรณีพิบัติภัย (2).....	149
จ.6 ภาพผลการทดลองของชุดกิจกรรมที่ 6 เรื่อง สู่ธรณีพิบัติภัย	149

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาคุณภาพการศึกษาเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายมุ่งพัฒนาให้คนมีการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพเกิดสังคมแห่งการเรียนรู้ คุณภาพการศึกษาเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาคนให้เป็นพลเมืองที่ดี มีคุณภาพ (สำนักพัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2559) การที่ประเทศไทยจะพัฒนาไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืนในอนาคตได้นั้นจะต้องให้ความสำคัญกับการเสริมสร้างทุนของประเทศที่มีอยู่ให้เข้มแข็งและมีพลังเพียงพอในการขับเคลื่อนกระบวนการพัฒนาทั้งในระยะกลางและระยะยาวโดยเฉพาะ “การพัฒนาคน” ให้มีการเตรียมความพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีสิ่งที่สำคัญที่สุด คือทักษะการเรียนรู้และการเสริมสร้างปัจจัยแวดล้อมที่เอื้อต่อการพัฒนาคุณภาพของคน (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ, 2559) องค์ประกอบสำคัญต่อการพัฒนาประเทศคือมนุษย์ การพัฒนามนุษย์ต้องเป็นไปอย่างต่อเนื่องตั้งแต่อยู่ในครรภ์จนถึงวัยชรา ช่วงวัยเรียนตั้งแต่ประถมถึงมัธยมเป็นช่วงวัยที่สำคัญที่สุดที่ควรพัฒนา เพื่อให้ตระหนักเห็นคุณค่าในตนเองและเพื่อนมนุษย์ การพัฒนาเป็นไปเพื่อเป็นเกราะป้องกันตนเองในการดำรงชีวิตจากสิ่งร้ายต่าง ๆ ในสังคม และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555) ดังพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 และ (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553 ที่ได้กำหนดแนวการจัดการกระบวนการเรียนรู้ในมาตรา 24 (2), (3) และ (4) ระบุว่า “การจัดการกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ปัญหาจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกันรวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา” (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2553) ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายด้านการศึกษา ข้อ 8 การพัฒนาและส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนานวัตกรรม เพื่อนำไปสู่การผลิตและบริการที่ทันสมัยที่เร่งเสริมสร้างสังคมนวัตกรรม โดยส่งเสริมระบบการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ผลิดกำลังคนในสาขาที่ขาดแคลน เชื่อมโยงระหว่างการเรียนรู้กับการท่องจำ อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม มีช่องทางในการใช้เทคโนโลยีระหว่างหน่วยงานและสถานศึกษา ปรับปรุงและจัดเตรียมให้มีโครงสร้าง

ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านการวิจัยและพัฒนา และด้านนวัตกรรมซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานทางปัญญาในการต่อยอดสู่การใช้เชิงพาณิชย์ของภาคอุตสาหกรรม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2561)

การเรียนรู้ในปัจจุบันเป็นการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ต้องอาศัยทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร เพื่อช่วยในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกในปัจจุบัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพราะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและ ทุติยภูมิ การทำโครงการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมที่ผู้เรียนได้รับรู้มาแตกต่างกันก่อนเข้าสู่ห้องเรียน ระหว่างการทำกิจกรรมร่วมกันโดยตรงของผู้เรียนส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การคิดขั้นสูงและการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ใช้วิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) สอดคล้องกับการจัดการศึกษาของหลักสูตรสถานศึกษา 2558 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ได้ตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ จึงได้บรรจุวิชาวิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่สถานศึกษาใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอน โดยกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ด้านทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 8 มาตรฐาน

แม้วิทยาศาสตร์ มีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาการทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ที่เป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน แต่การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1 ปีการศึกษา 2558 – 2560 พบว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 41.12, 39.98 และ 37.10 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับชาติ และเมื่อพิจารณาลงสู่ระดับโรงเรียน พบว่านักเรียนนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 38.36, 43.96 และ 34.92 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำกว่าสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1 นอกจากนี้ยังต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนและสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1 ที่กำหนดไว้คือ

ร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558, 2559, 2560) นอกจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะต่ำแล้วจากการประเมินคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน ของโรงเรียน มาตรฐานที่ 1 คุณภาพของผู้เรียน ตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการของผู้เรียน ด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ ญาณ อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและแก้ปัญหา พบว่านักเรียนมีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดของโรงเรียนคือ นักเรียนร้อยละ 70 มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณระดับดีขึ้นไป ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถที่จะนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ จากการสังเกตของผู้ทำวิจัยเอง พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ขาดความกระตือรือร้นในการเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาในชีวิตจริงได้และไม่เข้าใจถึงความจำเป็นของวิชาวิทยาศาสตร์ ยังใช้ความเคยชินในการแก้ไขปัญหาไม่ได้ นำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้อื่นมาใช้ในแก้ไขปัญหา ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม และทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ต่าง ๆ มาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงและเข้าใจเนื้อหาสาระในบทเรียนมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษารูปแบบ วิธีการ และนวัตกรรมที่จะนำมาช่วยเป็นสื่อกลางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างครูและนักเรียน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีผู้ทำการศึกษาวิจัยและพัฒนา รูปแบบ วิธีการ และนวัตกรรม พัฒนาชุดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เช่น เกศินี อินถา (2558), ประมะ แก้วพวง (2559) และอินดาช รัชเวทย์, ฐิณีปกรณ์ สมแก้ว และปภา วิอุปติ (2560) มีผู้ทำการศึกษาวิจัยและพัฒนา รูปแบบ วิธีการ นวัตกรรมเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังได้รับชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา (STEM Education) ดังเช่น สาวิตรี หงษา (2560), ดวงพร สมจันทร์ตา (2559), โรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาคาร (2559), อับดุลยามีน หะยีชาเดร์ (2560), และมีผู้ทำการวิจัยและพัฒนา ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา (STEM Education) ดังเช่น เกศินี อินถา ภาณุพัฒน์ ชัยวร และอินดาช รัชเวทย์ (2558), วรรณณะ ปัดชา (2559) อับดุลยามีน หะยีชาเดร์ (2562), น้ำฝน คุณเจริญไพศาล (2562), วรุดดี สุดจิตจรจุล และสิทธิพล อัจฉรินทร์ (2562)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องรูปแบบ วิธีการ และนวัตกรรมที่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนข้างต้น พบว่าหากให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามรูปแบบ Active Learning ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำและได้ใช้กระบวนการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เขาได้กระทำลงไป (Bonwell, 1991) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้สมมติฐานพื้นฐาน 2 ประการคือ (1) การเรียนรู้เป็นความพยายามโดยธรรมชาติของมนุษย์ และ (2) แต่ละบุคคลมีแนวทางในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน (Meyers and Jones, 1993) โดยผู้เรียนจะถูกเปลี่ยนบทบาท

จากผู้รับความรู้ (Receive) ไปสู่การมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ (Co-creators) (Fedler and Brent, 1996) ซึ่งสอดคล้องกับจุดเน้นกระทรวงศึกษาธิการด้านความมั่นคงตามกรอบยุทธศาสตร์ชาติ ในการพัฒนาหลักสูตรกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดความปรองดองความสามัคคี เพื่อนช่วยเพื่อน โดยใช้รูปแบบ Active Learning พัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพของคน เพื่อรองรับผลการทดสอบ PISA และ STEM Education

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้วิจัยตระหนักว่ารูปแบบ วิธีการและนวัตกรรมที่ใช้แบบเดิมไม่สามารถที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายได้ และเพื่อให้สอดคล้องกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน สร้างความตระหนักถึงถึงความสำคัญ ความเป็นมา และความภาคภูมิใจต่อแหล่งเรียนรู้ในชุมชน “จุดชมวิวจีนข้างสี่ อุทยานแห่งชาติน้ำพอง” ผู้วิจัยเชื่อว่าชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาจะสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนและหลังการจัดด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียน ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.3 สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังใช้สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ประชากร

ประชากรกลุ่มในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1 จำนวน 44 โรงเรียน มี 51 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 1,158 คน

1.4.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้คือนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาคาร จำนวน 20 คน เป็นการสุ่มแบบยกลกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

1.4.3 เนื้อหากิจกรรม

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาสาระมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ คำอธิบายรายวิชาและหน่วยการเรียนรู้ สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้ (1) การจำแนกหิน จำนวน 1 ชุดกิจกรรม 2 ชั่วโมง (2) ลักษณะของหินและ จำนวน 1 ชุดกิจกรรม 2 ชั่วโมง องค์ประกอบของหิน (3) ประโยชน์ของหิน จำนวน 1 ชุดกิจกรรม 2 ชั่วโมง (4) การเปลี่ยนแปลงหินในธรรมชาติ จำนวน 1 ชุดกิจกรรม 2 ชั่วโมง (5) ธรณีพิบัติภัยที่มีผลต่อมนุษย์ และจำนวน 2 ชุดกิจกรรม 4 ชั่วโมง สภาพแวดล้อมในท้องถิ่น

1.4.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1.4.4.1 ตัวแปรต้น : ชุดการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.4.4.2 ตัวแปรตาม : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความพึงพอใจของนักเรียน

1.4.5 ระยะเวลา

การศึกษาครั้งนี้ศึกษาในช่วงระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2562

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

“สะเต็มศึกษา” หมายถึง การจัดการเรียนรู้ เน้นการนำความรู้มาประยุกต์แก้ไขปัญหาสถานการณ์ หรือพัฒนาทักษะในการแก้ไข้ปัญหา โดยการบูรณาการ (Integration) 2 ใน 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์และการออกแบบทางวิศวกรรม กระทำไปอย่างเป็นธรรมชาติ และสร้างสรรค์ ควบคู่ไปกับกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มที่ทุกคนมีส่วนร่วม โดยแต่ละคนมีหน้าที่เป็นของตนเองตามศักยภาพและความสามารถของผู้เรียน เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสาร กระบวนการทำงานแบบกลุ่ม เป็นการเตรียมความพร้อม เพื่อการแก้ไข้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตรวมถึงการประกอบอาชีพ หรือพัฒนาต่อยอดนวัตกรรม รวมทั้งการสร้างนวัตกรรมต่างๆ

“ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์” หมายถึง นวัตกรรมในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ประมวลเนื้อหา ประสบการณ์ แนวคิด วิธีการ กิจกรรมและสื่อต่าง ๆ ที่หลากหลาย ผสมผสานเข้าด้วยกันอย่างสมบูรณ์ และสอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อนำมาใช้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ประกอบไปด้วย (1) สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด (2) มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด (3) จุดประสงค์การเรียนรู้ (4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ (5) แหล่งเรียนรู้/สื่อ (6) ใบงาน/ใบความรู้ (7) การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ และ (8) บันทึกผลหลังการสอน มีชุดกิจกรรม 6 ชุดกิจกรรม คือ (1) สวนหินที่รัก (2) ทางเดินของชานออส (3) หินนี้มีดีอะไร (4) หินจำเธอ ยังเหมือนเดิมใช่ไหม (5) “ธรณีพิบัติภัย” รู้ไว้เราปลอดภัย (6) สุัธรณีพิบัติภัย มีประสิทธิภาพ 80/80 หมายถึง ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยจากการทำใบกิจกรรมนำมาพร้อมกัน คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด 80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด

“ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน” หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ สามารถวัดได้จากพฤติกรรมทางสติปัญญา โดยจะอาศัยเครื่องมือหรือแบบวัดผลสัมฤทธิ์ในการวัดและประเมินผล

“การคิดอย่างมีวิจารณญาณ” หมายถึง กระบวนการคิดที่มีขั้นตอนการฝึกการคิดที่หลากหลาย รูปแบบตามหลักการและแนวคิดของนักการศึกษาต่าง ๆ ที่ได้ผ่านการทดลองมาแล้ว ดังนั้นครูผู้สอน จึงสามารถเลือกกระบวนการการคิดที่มีขั้นตอนต่าง ๆ ตามที่เหมาะสมกับเรื่องที่จะสอนหรือให้เข้ากับสภาพแวดล้อมการจัดการเรียนรู้ ซึ่งขั้นตอนส่วนใหญ่จะมีหัวข้อที่สามารถสรุปได้ว่ามีความ คล้ายคลึงกัน ในเรื่องดังต่อไปนี้ คือ (1) การทำความเข้าใจกับปัญหา ประเด็นสำคัญสถานการณ์ที่พบ (2) การรวบรวม ข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการนำมาเป็นแนวทางการแก้ปัญหา (3) การวิเคราะห์ข้อมูล พิจารณา ข้อมูลเพื่อหาทางเลือกหรือคำตอบที่ถูกต้องอย่างรอบคอบ และ (4) ประเมินทางเลือกหลายทาง

“ความพึงพอใจ” หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด ที่ดีของบุคคลที่มีต่อการทำงานหรือการปฏิบัติกิจกรรมทั้งทางบวกและทางลบ ถ้าเป็นทางบวกก็จะทำให้เกิดผลดีต่อ การปฏิบัติงานที่ทำ แต่ถ้าเป็นทางลบก็จะเกิดผลเสียต่อการปฏิบัติงานนั้นได้ การทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การที่บุคคลจะเรียนรู้หรือมีพัฒนาการและความเจริญงอกงามนั้น บุคคลจะต้องอยู่ในสภาวะพึงพอใจ สุขใจเป็นเบื้องต้นนั้นคือบุคคลต้องได้รับการจูงใจทั้งในลักษณะนามธรรมและรูปธรรม

1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับ

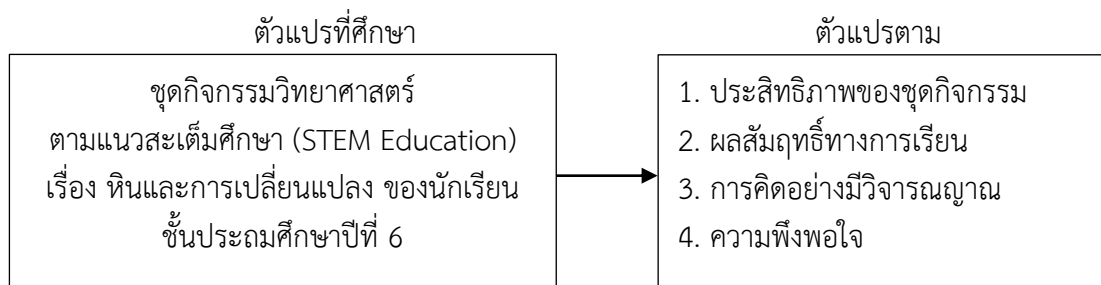
1.6.1 ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.6.2 เป็นข้อมูลสารสนเทศที่สำคัญต่อการพัฒนาและส่งเสริมการเรียนรู้ในทศวรรษที่ 21 รวมทั้งทักษะการแก้ไขปัญหาชีวิต ให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่พัฒนาอย่างรวดเร็ว โดยใช้แนวทางการจัดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)

1.6.3 เป็นประโยชน์ต่อไปโดยเฉพาะทิศทางและมิติที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในศตวรรษที่ 21

1.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ดังนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

การวิจัย เรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)
2. สะเต็มศึกษา (STEM Education)
3. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
6. ความพึงพอใจ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

กระทรวงศึกษาธิการได้ตระหนักถึงความสำคัญในการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามศักยภาพและบรรลุเป้าหมายตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกันและระหว่างสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนความเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ ให้ทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติ

2.1.1 วิสัยทัศน์ (Vision)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในการเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุขมีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษต่อการประกอบอาชีพ และการศึกษา

ตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนและพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

2.1.2 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1 มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

2.1.2.1 ความสามารถในการสื่อสารเป็นความสามารถในการรับและส่งสารมีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2.1.2.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

2.1.2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น ต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

2.1.2.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

2.1.2.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยี ด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรม

2.1.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1 มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลกดังนี้

2.1.3.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

2.1.3.2 ซื่อสัตย์สุจริต

2.1.3.3 มีวินัย

2.1.3.4 ใฝ่เรียนรู้

2.1.3.5 อยู่อย่างพอเพียง

2.1.3.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

2.1.3.7 รักความเป็นไทย

2.1.3.8 มีจิตสาธารณะ

2.1.4 ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผลเป็นผลคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge – bases Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

2.1.5 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนมี การทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

2.1.5.1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

2.1.5.2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

2.1.5.3 สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

2.1.5.4 แรงแและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแโน้มถ่วง แรงแนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงแเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

2.1.5.5 พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.5.6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

2.1.5.7 ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

2.1.5.8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

2.1.6 สารและมาตรฐานวิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงแม่เหล็กไฟฟ้า แสงและทัศนศาสตร์

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แสงโน้มน้าว และแสงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อม

ของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2.1.7 คุณภาพผู้เรียน : จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.1.7.1 เข้าใจโครงสร้างและการทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน

2.1.7.2 เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะของสาร สมบัติของสาร และการทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลง สารในชีวิตประจำวัน การแยกสารอย่างง่าย

2.1.7.3 เข้าใจผลที่เกิดจากการออกแรงกระทำกับวัตถุ ความดัน หลักการเบื้องต้นของแรงลอยตัว สมบัติและปรากฏการณ์เบื้องต้นของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า

2.1.7.4 เข้าใจลักษณะ องค์ประกอบ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2.1.7.5 ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วิเคราะห์ข้อมูล และสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ

2.1.7.6 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต และการศึกษาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

2.1.7.7 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้

2.1.7.8 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงความชื่นชมยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

2.1.7.9 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

2.1.7.10 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2.1.8 คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว 16101 รายวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เวลา 80 ชั่วโมง จำนวน 2 หน่วยการเรียนรู้

ศึกษา สังเกต ทดลอง สืบค้น อธิบาย จำแนก การเจริญเติบโต ระบบต่าง ๆ สารอาหาร ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต แหล่งทรัพยากรในท้องถิ่น ประชากรมนุษย์ สมบัติของของแข็ง ของเหลว ก๊าซ สมบัติของสารเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลง ไฟฟ้า กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก หิน การโคจรของโลก

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษา ในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ เห็นประโยชน์การดำรงชีวิตตามแนวทางปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในยุคศตวรรษที่ 21 และมีจิตวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัด : ว 1.1ป.6/1, ว 1.1ป.6/2, ว 1.1ป.6/3, ว 2.1ป.6/1, ว 2.1ป.6/2, ว 2.1ป.6/3, ว 2.2ป.6/1, ว 2.2ป.6/2, ว 2.2ป.6/3, ว 2.2ป.6/4, ว 2.2ป.6/5, ว 3.1ป.6/1, ว 3.1ป.6/2, ว 3.1ป.6/3, ว 3.1ป.6/4, ว 3.1ป.6/5, ว 3.2ป.6/1, ว 3.1ป.6/2, ว 3.1ป.6/3, ว 5.1ป.6/1, ว 5.1ป.6/2, ว 5.1ป.6/3, ว 5.1ป.6/4, ว 5.1ป.6/5, ว 6.1ป.6/1, ว 6.1ป.6/2, ว 6.1ป.6/3, ว 7.1ป.6/1, ว 7.2ป.6/1, ว 8.1ป.6/1, ว 8.1ป.6/2, ว 8.1ป.6/3, ว 8.1ป.6/4, ว 8.1ป.6/5, ว 8.1ป.6/6, ว 8.1ป.6/7, ว 8.1ป.6/8 รวม 37 ตัวชี้วัด

สาระท้องถิ่นแทรกใน ว 2.2ป.6/1 ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น ว 2.2ป.6/5 การดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

2.1.9 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ใช้ในการวิจัย สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

ตารางที่ 2.1

มาตรฐาน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก	ว 6.1 ป.6/1 อธิบาย จำแนกประเภทของหิน โดยใช้ลักษณะของหิน สมบัติของหินเป็นเกณฑ์และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1. หินแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกัน จำแนกตามลักษณะที่สังเกตได้เป็นเกณฑ์ เช่น สี เนื้อหิน ความแข็ง ความหนาแน่น
ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และ	ว 6.1 ป.6/2 สืบค้นและอธิบายการเปลี่ยนแปลงของหิน	2. นักธรณีวิทยาจำแนกหินตามลักษณะการเกิดได้สามประเภท คือ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร
สัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	ว 6.1 ป.6/3 สืบค้นและอธิบาย ธรณีพิบัติภัยที่มีผลต่อมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น	3. ลักษณะหินและสมบัติของหินที่แตกต่างกัน นำมาใช้ให้เหมาะสมกับงานทั้งในด้านก่อสร้างด้านอุตสาหกรรมและอื่น ๆ การเปลี่ยนแปลงของหินในธรรมชาติ โดยการผุพังอยู่กับที่ การกร่อนทำให้หินมีขนาดเล็กลงจนเป็นส่วนประกอบของดิน มนุษย์ควรเรียนรู้และปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากธรณีพิบัติภัยที่อาจเกิดขึ้นในท้องถิ่น ได้แก่ น้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมแผ่นดินถล่ม แผ่นดินไหว สึนามิ และอื่น ๆ

2.1.10 กำหนดสอนวิชาวิทยาศาสตร์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

ตารางที่ 2.2

กำหนดการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง

ลำดับ ที่	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	หมายเหตุ
1	การจำแนกหิน	2 ชั่วโมง	1. ทดสอบการคิดอย่างมี
2	ลักษณะของหินและองค์ประกอบของหิน	2 ชั่วโมง	วิจารณ์ญาณ ก่อนได้รับชุด
3	ประโยชน์ของหิน	2 ชั่วโมง	กิจกรรมทั้งหมด 30 นาที
4	การเปลี่ยนแปลงหินในธรรมชาติ	2 ชั่วโมง	และหลังได้รับชุดกิจกรรมทั้งหมด
5	ธรณีพิบัติภัยที่มีผลต่อมนุษย์และ สภาพแวดล้อมในท้องถิ่น	4 ชั่วโมง	30 นาที
	รวม	12	2. ใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ หลังได้รับชุดกิจกรรมทั้งหมด 10 นาที

2.1.11 แผนปฐมนิเทศ

ก่อนที่จะจัดการเรียนรู้ครูต้องชี้แจงและมีข้อตกลงกับผู้เรียนก่อนว่าการจัดการเรียนรู้ต่อไปนี้จะจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนเรียนรู้เป็นกลุ่ม ๆ ช่วยกันคิด ช่วยกันปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาหาความรู้ การสำรวจ การสังเกต การทดลอง การนำเสนอผลงาน เราจะใช้กระบวนการกลุ่มและนักเรียนจะเรียนโดยออกไปพบกับประสบการณ์ตรง ไม่ได้อยู่แต่ในห้องเรียน และเราจะต้องมีข้อตกลงกันว่าครูจะเป็นผู้แบ่งกลุ่ม ให้นักเรียนเองโดยจะจัดกลุ่มให้มีทั้งคนเก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ครูจะใช้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในภาคเรียนที่ 1 มาเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน จำนวน 3 กลุ่ม มีวิธีการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มดังนี้คือ

2.1.11.1 นักเรียนเก่งคือนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.00 – 4.00 ร้อยละ 25 หรือกลุ่มละ 1 คน

2.1.11.2 นักเรียนปานกลางคือนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 2.0–2.99 ร้อยละ 50 หรือกลุ่มละ 2 คน

2.1.11.3 นักเรียนอ่อนคือนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 1.00 – 1.99 ร้อยละ 25 หรือกลุ่มละ 1 คน

เมื่อจัดกลุ่มแล้วเราจะใช้กลุ่มนี้ตลอดการเรียนรู้เรื่อง หิน โดยจะมีกติกา ดังนี้

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มตามบทบาทหน้าที่
 - 1.1 คุณอำนวย
 - 1.2 คุณรวบรวม
 - 1.3 คุณวางแผน
 - 1.4 คุณนำเสนอ
2. ครูจะประเมินผลเป็นรายกลุ่มทุกกิจกรรมขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม
3. ครูวัดผลสัมฤทธิ์เป็นรายบุคคล และจะนำคะแนนที่ได้ของนักเรียนมารวมแล้วเฉลี่ยเป็นรายกลุ่ม
4. ก่อนที่จะเรียนรู้ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียนของนักเรียน ใช้เวลา 2 ชั่วโมง
5. และเมื่อเรียน เรียนจบแล้วก็จะทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันกับก่อนเรียน และทำหลังเรียนอีกครั้ง ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

2.2 สะเต็มศึกษา (STEM Education)

2.2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM Education)

พรทิพย์ ศิริภทราชัย (2556) ได้ให้ความหมาย ของสะเต็มศึกษา (STEM Education) ว่าเป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และ คณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำสอนของแต่ละสาขาวิชาผสมผสานกันอย่างลงตัวและเป็นไปแบบธรรมชาติเป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาล - มัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับ แนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่นด้านปัญญา ด้านทักษะการคิด และด้านคุณลักษณะผู้เรียนทักษะการทำงาน เป็นกลุ่มทักษะการสื่อสาร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) เสนอว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ซึ่งผนวกกับความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์เข้าไป เพื่อมุ่งการแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริงและเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี เพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต

สุพรรณณี ชาญประเสริฐ (2557) เสนอว่า สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์โดยที่การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษาจะต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเข้ากับการเรียนรู้เนื้อหาด้วย พฤติกรรมเหล่านี้ รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงาน แบบร่วมมือ ดังนั้น จะพบว่าสะเต็มศึกษาไม่ใช่เรื่องใหม่ เพียงแต่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิด การบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อมุ่งเน้นให้สามารถนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต

นัสรินทร ปือชา (2558) การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการศาสตร์ เนื้อหาความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์โดยผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียน นำความรู้ในภาคทฤษฎีมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้นส่งผลให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของความรู้ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันเป็นสิ่งสำคัญที่เป็นความรู้และทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิตเพื่อ การประกอบอาชีพและพัฒนาประเทศในอนาคต

ทัศนภรณ์ แสงศรีเรือง (2559) สะเต็มศึกษาเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการ ระหว่างวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เทคโนโลยี ผสมกับการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ามาร่วม โดยมีขั้นตอน การออกแบบเชิงวิศวกรรม 5 ขั้นตอน (1) การระบุปัญหา (Identify a Challenge) (2) การค้นหา แนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) มี 2 ขั้นตอนย่อยคือ (2.1) การรวบรวมข้อมูล (2.2) การค้นหาแนวคิด (3) การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) มี 2 ขั้นตอนย่อย (3.1) การออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหา (3.2) การวางแผนและดำเนินการแก้ไขปัญหา (4) การทดสอบและประเมินผล (5) การนำเสนอผลลัพธ์

Breiner (2012) STEM Education หมายถึงหลักสูตรแบบสหวิทยาการเป็นการบูรณาการกันตั้งแต่สองสาขาวิชาขึ้นไป STEM Education คือการบูรณาการที่หลากหลายของสาขาวิชา ต่าง ๆ ที่ใช้แก้ไขปัญหาในโลกแห่งความจริง โดยมุ่งเน้นสาขาวิชาที่แยกจากกันด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เป็นหนึ่งหน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับ สาขาวิชาแบบบูรณาการ

Fitzallen (2015) เสนอว่า STEM Education มีคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน เพราะเป็น ภาษาสำหรับ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี คณิตศาสตร์คือรากฐานที่สนับสนุนบริบท การศึกษา บูรณาการ STEM Education เนื่องจากในขณะที่การจัดกิจกรรมเน้นเนื้อหาแนวความคิด อื่นๆก็มีการเปลี่ยนเป็นโฟกัสที่ คณิตศาสตร์โดยบังเอิญอย่างเป็นธรรมชาติ บริบทการเรียนรู้กิจกรรม STEM Education จึงจำเป็นต้องบูรณาการให้คณิตศาสตร์มากที่สุด ของการจัดการเรียนรู้ประสบการณ์

McDonald (2016) เสนอว่า STEM Education เป็นตัวอยู่ที่ใช้กันโดยทั่วไปเพื่ออธิบาย การศึกษาหรือปฏิบัติวิชาชีพสาขา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม คณิตศาสตร์ STEM Education คือ ความรู้แนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติ ระหว่างวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อให้พัฒนาความเข้าใจของ ตนเอง STEM Education มุ่งเน้นวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์เป็นหลัก เพื่อเตรียมเข้าสู่โลกดิจิทัลที่ เพิ่มมากขึ้น ความรู้ที่ได้จากสองสาขาวิชาหรือมากกว่า ของ STEM Education สามารถนำมาประยุกต์ใช้ กับการแก้ไขปัญหาในชีวิตจริง หรือใช้เพื่อทำความเข้าใจให้มากขึ้น

จากการศึกษาเอกสารแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาดังกล่าว สรุปได้ว่า STEM Education) หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยเน้นการนำความรู้มาประยุกต์แก้ไขปัญหาสถานการณ์ หรือพัฒนาทักษะในการแก้ไขปัญหา โดยการบูรณาการ (Integration) 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์และการออกแบบทางวิศวกรรม กระทำไปอย่างเป็นธรรมชาติ และสร้างสรรค์ ควบคู่ไปกับกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มที่ทุกคนมีส่วนร่วม โดยแต่ละคนมีหน้าที่เป็น ของตนเองตามศักยภาพและความสามารถของผู้เรียน เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสาร กระบวนการ ทำงานแบบกลุ่ม และเป็นการเตรียมความพร้อม เพื่อการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในชีวิต รวมถึงการ ประกอบชีพ หรือพัฒนาต่อยอดนวัตกรรม รวมทั้งการสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ

2.2.2 แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา (STEM Education)

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการศึกษาที่มีแนวคิดและลักษณะดังนี้ (Dejarnette, 2012 ; Wayne, 2012 ; Breiner, 2012 ; ธวัช ชิตตระการ, 2555 ; รัชพล ธนาวงศ์, 2556 ; อภิลิทธิ์ ธงไชย, 2555 ; พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556)

2.2.2.1 เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือ เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามา ผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติโดยนักการศึกษา มักชี้แนะให้อาจารย์ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry - based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem - based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา หรือ มหาวิทยาลัยเพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจแต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้นักเรียนสนใจมีความกระตือรือร้นรู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียนส่งผลให้ผู้เรียน สนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับขั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียนเทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวข้อง กระบวนการแก้ปัญหาปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อ ตอบสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะดังนั้นเทคโนโลยีจึงมีได้หมายถึง

คอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจวิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วย การคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ให้กับนิสิตนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่า แม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกันคณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มีได้หมายถึง การนับจำนวนเท่านั้นแต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบการจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติประการที่สองภาษาคณิตศาสตร์เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่าน้อยกว่าเล็กกว่าใหญ่กว่า ฯลฯ ประการต่อมา คือ การส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2.2.2.2 เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ชั้นอนุบาล - มัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่า ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำ STEM Education มาใช้ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project - based Learning, Problem - based Learning, Design - based Learning ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดีและถ้าครูผู้สอนสามารถใช้ STEM Education ในการสอนได้เร็วเท่าใด ก็ยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกามีการนำ STEM Education ไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Preschool) ด้วย

2.2.2.3 เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วนและสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

- 1) ด้านปัญญาผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา
- 2) ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

- 3) ด้านคุณลักษณะผู้เรียน มีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพการเป็นผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

2.2.3 เหตุผลที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

ประเทศไทยกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับการศึกษาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลายประการที่สำคัญ ได้แก่

2.2.3.1 จำนวนผู้เรียนสายวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีลดลง ตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐาน อาชีวศึกษา และอุดมศึกษา นอกจากนี้การประเมินผลทั้งในระดับประเทศและระดับนานาชาติ บ่งชี้ว่าการศึกษาวissenschaft คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีระดับโรงเรียนมีคุณภาพต่ำโดยเฉลี่ย

2.2.3.2 ประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในกลุ่มที่มีรายได้ระดับปานกลาง ซึ่งต้องการกำลังคน ที่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการผลิตและบริการที่มีการแข่งขันสูง เช่น การเกษตรแบบก้าวหน้า การผลิตสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง การสื่อสาร การคมนาคม การพลังงานและการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ต้องใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และเครื่องจักรที่มีเทคโนโลยีสูง ตลอดจนการจัดการลอจิสติกส์ เป็นต้น แต่การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยียังไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของชาติ

2.2.3.3 ในยุคประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community- AEC) ที่เริ่มในปี พ.ศ. 2558 จะมีการเคลื่อนย้ายเสรีของกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) เช่น วิศวกรนักสำรวจ สถาปนิก แพทย์ ทันตแพทย์ และพยาบาล ซึ่งประเทศไทยยังขาดแคลนกำลังคนทางด้านนี้ทั้งปริมาณและคุณภาพจึงจำเป็นต้องเร่งปรับยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ให้เน้นความรู้ทักษะที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพในเศรษฐกิจและสังคมยุคเออีซี

2.2.4 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558)

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ แก้ปัญหาในชีวิตจริงและสร้างนวัตกรรมที่ใช้สะเต็มเป็นพื้นฐาน
2. ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุขและมองเห็นเส้นทางการประกอบอาชีพในอนาคต
3. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีสูงขึ้น
4. ครูสามารถออกแบบและจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างมั่นใจ
5. สสวท. ได้รูปแบบการจัดการศึกษาสะเต็มที่เชื่อมโยงกับกลุ่มสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
 เพิ่มพูนโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในบริบทที่หลากหลายมีความหมายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
6. ประเทศไทยจะมีกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) ที่จะช่วยยกระดับรายได้ของชาติให้สูงกว่าระดับรายได้ปานกลางในอนาคต

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งถือเป็นทรัพยากรสำคัญในการยกระดับความสามารถของประเทศในการแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะทางด้านความรู้ควบคู่ไปกับทักษะในการดำรงชีวิตที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตและการทำงานในอนาคตต่อไป

2.2.5 บทบาทของผู้สอนต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

จาร์ส อินทลาภาพร (2558) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนของการจัด การเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา เพื่อ ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง
2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ท้าทายความรู้ความสามารถ กระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน
3. จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ
4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ 3 สาระ ได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม
5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้น ให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ ด้วยตนเอง
6. เป็นผู้โค้ช (Coach)
7. เป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ (Mentor)
8. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด
9. ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างและหลังจากปฏิบัติการณ์ทดลอง โดยใช้การสื่อสารเชิงบวก

2.2.6 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ศึกษาคือการผนวกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยี ของผู้เรียนกล่าวคือในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึก ทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการ หรือกระบวนการเพื่อแก้ปัญหาเพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (NRC,2012) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วย องค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหา ตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วย ปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้น เพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหามักมีการดำเนินการ ดังนี้ (1) การรวบรวมข้อมูล คือการสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหายังไง และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง (2) การค้นหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหามักพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจัดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการกำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิตที่ผู้แก้ปัญหามองว่าจำเป็นหรือมีความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหามักต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

5. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหามักต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ



ภาพที่ 2.1 กระบวนกรออกแบเชิงวิศวกรรมสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

6.1 การบูรณาการในสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่าง ๆ ผ่านการทำกิจกรรม (Activity Based) หรือการทำโครงการ (Project Based) ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาดังกล่าวนี จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวนี้เป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ผู้สอนทั้งหลายอาจจะมีกังวลกับการนำสะเต็มศึกษาเข้าสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน เนื่องจากไม่ทราบว่าจะมีแนวปฏิบัติหรือวิธีการดำเนินการอย่างไรบ้าง ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางของ สสวท. นั้น เน้นรูปแบบของการบูรณาการซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้สอนคุ้นเคยกันเป็นอย่างดี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษา พุทธศักราช 2542 มุ่งเน้นให้มีการจัดการเรียนรู้แบบองค์รวม โดยมีการ บูรณาการความคิดรวบยอด กระบวนการจัดการเรียนรู้ และทักษะด้านต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับแต่ละระดับการศึกษา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการจะช่วยลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ สามารถ

ยืดหยุ่นเวลาในการจัดการเรียนรู้ได้ ใช้แหล่งเรียนรู้ได้หลากหลาย และผู้เรียนได้เรียนในสิ่งที่ตนเองสนใจเพิ่มขึ้น

บูรณาการคืออะไร บูรณาการ (Integration) หมายถึง การนำศาสตร์สาขาวิชาต่าง ๆ ที่มีเนื้อหาสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมาจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในลักษณะของการผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพชีวิตจริงของผู้เรียน

บูรณาการทำได้อย่างไร การบูรณาการสามารถทำได้หลายรูปแบบเช่นการบูรณาการเนื้อหา (Integration of Subject Areas) การบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ (Integration of Learning Process) และการบูรณาการเป้าหมายของการเรียนรู้ (Integration of Learning Outcome) เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ 19

1. การบูรณาการเนื้อหา เป็นการนำเนื้อหาของสาระต่าง ๆ หรือระหว่างกลุ่มสาระมาสัมพันธ์เกี่ยวข้อง เชื่อมโยงเป็นเรื่องเดียวกัน โดยอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นปัญหา แล้วนำเนื้อหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อหรือหัวข้อนั้นมาผสมผสานกันโดยใช้ทักษะต่าง ๆ เข้ามาเชื่อมโยง เพื่อให้ผู้เรียนได้ความรู้ ทักษะ และเจตคติตามที่ต้องการ

2. การบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ เป็นการนำรูปแบบและวิธีการต่าง ๆ ของการถ่ายทอดความรู้ของผู้สอนมาผสมผสานเข้าด้วยกันในการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน หรือการจัดให้ผู้เรียนได้สามารถแสวงหาความรู้จากกระบวนการและวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ โดยผู้สอนอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นในการศึกษา แล้วดูว่าในประเด็นที่จะศึกษานั้นมีเนื้อหาอะไรบ้างและแต่ละเนื้อหาจะสอนด้วยวิธีใด

3. การบูรณาการเป้าหมายของการเรียนรู้ เป็นการบูรณาการที่ยึดเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นหลัก โดยผู้สอนอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นในการศึกษา แล้วดูว่าในประเด็นที่จะศึกษานั้นมีเป้าหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับอะไร จากนั้นก็นำเนื้อหาต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันกับประเด็นที่จะศึกษานั้นมาผสมผสานเชื่อมโยงกัน โดยมีเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นเรื่องเดียวกัน

6.2 รูปแบบการบูรณาการ มีดังนี้

6.2.1 จัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ให้มากที่สุด

6.2.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมทำงานกลุ่มด้วยตนเอง โดยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำงานด้วยกัน

6.2.3 จัดประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นจริงที่เกิดขึ้นจริงในชีวิต และสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

6.2.4 จัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกล้าในการแสดงออก โดยผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นในกลุ่ม และในชั้นเรียนสม่ำเสมอ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียนในการกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา

6.2.5 ปลูกฝังจิตสำนึก ค่านิยม และจริยธรรม ที่ถูกต้องและดีงาม โดยสอดแทรกในกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะความถูกต้องและดีงามในการดำรงชีวิตในสังคมได้

2.2.7 การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

Edward (2013) ได้เสนอวิธีการวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning) ในการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนดังนี้ คือ

- 1.1 การตั้งคำถามในแบบทดสอบ
- 1.2 การปฏิบัติการทดลอง
- 1.3 การรายงานผลการทดลอง
- 1.4 การศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

2. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียน ดังนี้

- 2.1 การระดมความคิด
- 2.2 การพัฒนาโมเดลต้นแบบ
- 2.3 การทำงานเป็นทีม

จากการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรต้องการประเมินที่หลากหลายทั้งการประเมินก่อนเรียน ระหว่างเรียน และประเมินหลังเรียน ประเมินระหว่างเรียน ใช้คำถาม สังเกตพฤติกรรม ประเมินตนเอง ประเมินจากเพื่อน บันทึกข้อมูลงานที่สำเร็จตามเป้าหมาย ประเมินหลังเรียน ประเมินจากการปฏิบัติ

2.2.8 ประโยชน์จากการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)

2.2.8.1 ด้านเศรษฐกิจ (Economic Opportunity) การเรียนรู้สะเต็มศึกษาช่วยเพิ่มโอกาสในด้านเศรษฐกิจ การทำงาน การเพิ่มมูลค่า เพราะนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจของโลกล้วนมีพื้นฐานมาจากสะเต็มศึกษา

2.2.8.2 ด้านทรัพยากรบุคคล (Attract more Students to Technological Fields) การเรียนรู้สะเต็มศึกษา ช่วยดึงดูดและสร้างทรัพยากรบุคคลให้เข้าสู่การทำงานด้านเทคโนโลยีที่ยังขาดแคลนอีกมาก

2.2.8.3 ด้านความมั่นคง (National Security) การเรียนรู้สะเต็มศึกษาช่วยสร้างเสริมความมั่นคงให้กับประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในด้านความมั่นคงและความปลอดภัยด้านไซเบอร์ (Cyber Security) ในโลกปัจจุบันที่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีด้านการสื่อสารอย่างมาก

2.2.8.4 ด้านสุขภาพ (Enhancing Health) ความรู้และทักษะจากการได้เรียนรู้ STEM ช่วยให้ประชากรในประเทศมีสุขภาพแข็งแรงและอายุยืนขึ้น เพราะมีเทคโนโลยีในการรักษาโรคภัยต่าง ๆ ได้ดีขึ้น มีการตรวจพบโรคร้ายต่าง ๆ ได้เร็วก่อนจะลุกลาม ทำให้สามารถทำการรักษาได้ทัน

2.3 ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์

2.3.1 ความหมายของชุดการสอน/ชุดกิจกรรม/ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดการสอนหรือชุดการเรียน หมายความว่า Instructional Package หรือ Learning Package เดิมใช้คำว่า “ชุดการสอน” เป็นสื่อที่ครูนำไปใช้ประกอบการสอน แต่ต่อมานักการศึกษาได้เปลี่ยนมาใช้เป็น “ชุดการเรียน” เนื่องจากแนวคิดการจัดการเรียนการสอนเข้ามามีบทบาทมากขึ้น เพราะการเรียนรู้เป็นกิจกรรมของนักเรียน การสอนเป็นกิจกรรมของครู กิจกรรมของนักเรียนและครูจะต้องการคู่กัน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงใช้คำว่า “ชุดกิจกรรม” ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

อรนุช ลิมตศิริ (2556) ได้กล่าวไว้ว่า ชุดการสอนเป็นนำสื่อการสอนหลายชนิดเข้ารวมไว้ด้วยกันโดยให้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภาณุวัฒน์ เปรมปรี (2556) ได้กล่าวไว้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้น เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม การเรียนรู้ประกอบด้วย ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้คำชี้แจง จุดประสงค์การเรียนรู้เวลาที่ใช้เนื้อหาวัสดุอุปกรณ์กิจกรรม และแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

สุวิดา ล้านสา (2558) ได้กล่าวไว้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ สื่อประกอบการเรียนการสอนหรือนวัตกรรมการเรียนการสอนหลายอย่าง que ผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ซึ่งจัดกิจกรรมไว้อย่างเป็นระบบในชุดหรือกล่องเดียวกัน ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นนั้นเป็นชุดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองอย่างมีระบบเป็นขั้นตอนเพื่อเป็นการเพิ่มทักษะด้านการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้และทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง โดยครูคอยให้คำแนะนำ และให้คำปรึกษาเท่านั้น

จวีพร ธรรมชาติ (2559) ได้กล่าวไว้ว่า ชุดกิจกรรม เป็นวิธีการสอนอย่างหนึ่ง ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะกระบวนการเรียนรู้ ชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมที่ประมวลเนื้อหา ประสบการณ์ แนวคิด วิธีการ กิจกรรมและสื่อต่าง ๆ ได้อย่างสอดคล้องกัน จากหลักการและเหตุผลดังกล่าว

ทัศนภรณ์ แสงศรีเรือง (2559) ได้กล่าวไว้ว่า ชุดกิจกรรม คือ การวางแผนการผลิตโดยใช้เทคนิคและวิธีการ รวมทั้งการรวบรวมสื่อที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาในแต่ละหน่วย เพื่อถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์แก่นักเรียน ช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางการเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาต่างประเทศหลายท่านที่ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

จากการศึกษาความหมายของนักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ประมวลเนื้อหา ประสบการณ์ แนวคิด วิธีการ กิจกรรมและสื่อต่าง ๆ ที่หลากหลาย ผสมผสานเข้าด้วยกันอย่างสมบูรณ์ และสอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

2.3.2 แนวคิด ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดกิจกรรม

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต (2538) ได้ให้หลักการและทฤษฎีที่นำมาใช้ในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนตามสติปัญญา ความสามารถและความสนใจ โดยมีผู้คอยแนะนำ ช่วยเหลือตามความเหมาะสม
2. การนำสื่อประสมมาใช้ หมายถึงการนำเอาสื่อการสอนหลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กันอย่างมีคุณค่า ส่งเสริมซึ่งกันและกันอย่างมีระบบ การใช้สื่อประสมจะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์จากประสาทสัมผัสที่ผสมผสานให้นักเรียนได้ค้นพบวิธีการที่จะเรียนในสิ่งที่ต้องการได้มากที่สุด
3. การเอาระบวนการกลุ่มมาใช้ เติมความสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนมีลักษณะในทางเดียวกัน ครูเป็นผู้นำ นักเรียนเป็นผู้ตาม นักเรียนไม่มีโอกาสฝึกฝนการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ แนวโน้มในปัจจุบันและอนาคตของกระบวนการการเรียนรู้จึงต้องนำกระบวนการกลุ่มมาใช้เปิดโอกาสให้เด็กนักเรียนประกอบกิจกรรมร่วมกัน ทฤษฎีกระบวนการกลุ่มจึงเป็นแนวคิดทางพฤติกรรมศาสตร์ ซึ่งนำมาไว้ในรูปของชุดกิจกรรมโดยเฉพาะชุดกิจกรรมแบบกลุ่ม
4. ทฤษฎีการเรียนรู้ จิตวิทยาการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ เข้าร่วมกิจกรรมด้วยตัวเอง ตรวจสอบการเรียนรู้ของตัวเองว่าถูกหรือผิดได้ทันที มีการเสริมแรงคือ ผู้เรียนจะเกิดความภาคภูมิใจในตนเองทำได้ถูกต้องเป็นการให้กำลังใจที่จะเรียนต่อไป ถ้าตนเองทำไม่ถูกต้องจะได้ทราบว่าที่ถูกต้องนั้น คืออะไรจะได้ไตร่ตรองความเข้าใจ ซึ่งจะไม่ทำให้เกิดความท้อแท้หรือสิ้นหวังในการเรียนเพราะเขามีโอกาสที่จะสำเร็จได้อย่างคนอื่น

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2545) ได้กล่าวถึงแนวคิดและหลักการในการนำ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มาใช้ พอสรุปได้ 5 ประการ ดังนี้

1. การประยุกต์ใช้ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยคำนึงถึงความต้องการ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามความสนใจ โดยครูเป็นผู้คอยแนะนำ ช่วยเหลือตามความเหมาะสม

2. เปลี่ยนแนวคิดจากการจัดการเรียนการสอนที่ยึดครูเป็นหลักมาเป็นการสร้าง ประสบการณ์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสนใจด้วยแหล่งเรียนรู้หรือสื่อ ต่าง ๆ

3. การนำ สื่อหลากหลายรูปแบบหรือการจัดระบบสื่อมาใช้ผสมผสานกันให้เกิด ความเหมาะสมเป็นแหล่งเรียนรู้ตลอดเวลา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตลอดเวลา

4. เป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียน กับสิ่งแวดล้อม เป็นการนำเอากระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้และร่วมกิจกรรมร่วมกัน ซึ่งเป็นแนวคิดที่นำไปสู่การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

5. การจัดระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสเข้าร่วมกิจกรรม ตามความสนใจของตนเอง ตัดสินใจด้วยตนเอง มีการเรียนรู้เป็นขั้นตอน

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว ข้างต้น สรุปได้ว่า ในการจัดสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องคำนึงถึงหลักการและทฤษฎีความแตกต่าง ระหว่างบุคคลเพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับสภาพแวดล้อม กระบวนการกลุ่มและทฤษฎีการเรียนรู้ เป็นแนวคิดพื้นฐานเพื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อ ความต้องการของผู้เรียนอย่างแท้จริงและสามารถพัฒนาผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและตอบสนอง ต่อความต้องการของผู้เรียน

2.3.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

องค์ประกอบชุดกิจกรรมมีองค์ประกอบที่หลากหลาย ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง องค์ประกอบของชุดกิจกรรมไว้ ดังนี้

ทิตินา แคมมณี (2543) ได้กำหนดองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1. ชื่อกิจกรรม ประกอบด้วยหมายเลขกิจกรรม ชื่อของกิจกรรมและเนื้อหาของกิจกรรมนั้น

2. คำชี้แจง เป็นส่วนที่อธิบายความมุ่งหมายหลักของกิจกรรม และลักษณะของการจัด กิจกรรมเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายนั้น

3. จุดมุ่งหมาย เป็นส่วนที่ระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรมนั้น

4. ความคิดรวบยอด เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาหรือแก่นสำคัญของกิจกรรมนั้น ส่วนนี้ควรได้รับการ ย้ำและเน้นเป็นพิเศษ

5. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรม เพื่อช่วยให้ครูทราบ ว่าต้องเตรียมอะไรบ้าง

6. เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่ระบุโดยประมาณว่า กิจกรรมนั้นควรใช้เวลาเพียงใด

7. ขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุในการจัดกิจกรรมอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งนอกจากจะสอดคล้องกับหลักวิชาแล้ว ยังเป็นการอำนวยความสะดวกแก่ครูในการดำเนินการ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

7.1 ขั้นนำเป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน

7.2 ขั้นกิจกรรม เป็นส่วนที่ทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้เกิดประสบการณ์นำไปสู่การเรียนรู้ตามเป้าหมาย

7.3 ขั้นอภิปราย เป็นส่วนที่ผู้เรียนจะได้มีโอกาสนำประสบการณ์ที่ได้รับจากขั้นกิจกรรมมาวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและอภิปรายเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่กว้างขวางออกไปอีก

7.4 ขั้นสรุป เป็นส่วนที่ครูและผู้เรียนประมวลข้อความรู้ที่ได้จากขั้นกิจกรรม และขั้นอภิปราย นำมาสรุปหาสาระสำคัญที่สามารถนำไปใช้ต่อไป

7.5 ขั้นฝึกปฏิบัติ เป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการเรียนในกิจกรรมไปฝึกปฏิบัติเพิ่มเติม

7.6 ขั้นประเมินผล เป็นส่วนที่ได้รับความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนหลังจากการฝึกปฏิบัติครบถ้วนทุกขั้นตอนแล้ว โดยได้ทำแบบฝึกกิจกรรมทบทวนท้ายชุดกิจกรรมองค์ประกอบ

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2551) เสนอว่า ชุดกิจกรรมมีองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ ได้แก่

1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรม เป็นคู่มือหรือแผนการสอนสำหรับผู้สอนใช้ศึกษาและปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดชี้แจงไว้อย่างชัดเจน เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การจัดชั้นเรียน บทบาทผู้เรียน เป็นต้น ลักษณะของคู่มืออาจจัดทำเป็นเล่มหรือแผ่นพับก็ได้

2. บัตรคำสั่งหรือบัตรงาน เป็นเอกสารที่บอกให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บรรจุอยู่ในชุดกิจกรรม บัตรคำสั่งหรือบัตรงานจะมีครบตามจำนวนกลุ่มหรือจำนวนผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษาคำสั่งให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมและการสรุปบทเรียน การจัดทำบัตรคำสั่งหรือบัตรงานส่วนใหญ่นิยมใช้กระดาษแข็งขนาด 6×8 นิ้ว

3. เนื้อหาสาระและสื่อการเรียนประเภทต่าง ๆ จัดไว้ในรูปของสื่อที่หลากหลายอาจแบ่งได้ 2 ประเภทดังนี้

3.1 ประเภทเอกสารสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือ วารสาร บทความ ใบความรู้ (Fact Sheet) ของเนื้อหาเฉพาะเรื่อง บทเรียนโปรแกรม เป็นต้น

3.2 ประเภทโสตทัศนูปกรณ์ เช่น รูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ สมุดภาพ เทปบันทึกเสียง เทปโทรทัศน์ สไลด์ (Slide) วีดิทัศน์ (Video) ซีดีรอม (CD-ROM) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เป็นต้น

4. แบบประเมินผล เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดและประเมินความรู้ด้วยตนเอง ทั้งก่อนและหลังเรียนอาจจะเป็นแบบทดสอบชนิดจับคู่ เลือกตอบ หรือ กาเครื่องหมายถูกผิดก็ได้

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2551) ได้เสนอไว้ว่าในชุดกิจกรรมแต่ละชุดมีเนื้อหาเหมือนกันคือเรื่องเดียวกัน เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แล้วจะมีการประเมินผลและการซ่อมเสริม สำหรับเวลาที่ใช้นั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียน ส่วนองค์ประกอบที่สำคัญของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ

1. คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรม เป็นคำชี้แจงให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์ของการเรียน ศึกษาชุดกิจกรรมและส่วนประกอบของชุดกิจกรรม เช่น ประกอบด้วยบัตรคำสั่ง บัตรปฏิบัติการ บัตรเนื้อหา บัตรฝึกหัดและบัตรเฉลย บัตรปฏิบัติและบัตรเฉลย บัตรทดสอบและบัตรเฉลย

2. บัตรคำสั่ง เป็นการชี้แจงรายละเอียดของศึกษาชุดกิจกรรมนั้นว่าต้องปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างไร

3. บัตรกิจกรรมหรือบัตรปฏิบัติการ บางชุดกิจกรรมอาจออกแบบให้มีบัตรกิจกรรมหรือบัตรปฏิบัติการ ซึ่งเป็นบัตรที่บอกให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ

4. บัตรเนื้อหา เป็นบัตรที่บอกเนื้อหาที่ให้ผู้เรียนศึกษา สิ่งที่ควรมีในบัตรเนื้อหา คือ หัวเรื่อง สูตร นิยาม และคำอธิบาย

5. บัตรแบบฝึกหรือบัตรงาน เป็นแบบฝึกหัดที่ให้ผู้เรียนทำหลังจากได้ทำกิจกรรมและศึกษาเนื้อหาจนเข้าใจแล้ว

จากการศึกษาองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ข้างต้นองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะต้องมีองค์ประกอบหลัก คือ คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผล สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้องค์ประกอบ ชุดกิจกรรมของ ทิศนา แคมมณี (2543) มาประยุกต์ใช้เป็นองค์ประกอบของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาของผู้วิจัยเอง คือ ชื่อกิจกรรม คำชี้แจง จุดมุ่งหมาย ความคิดรวบยอด สื่อ เวลาที่ใช้ และขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรม

2.3.4 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม

การสร้างชุดกิจกรรม มีนักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2551) ได้สรุปขั้นตอนของการผลิตชุดกิจกรรม มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดเรื่องเพื่อทำชุดกิจกรรม อาจกำหนดตามเรื่องในหลักสูตรหรือกำหนดเรื่องใหม่ขึ้นมาก็ได้การจัดแบ่งเรื่องย่อยจะขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาและลักษณะการใช้ชุดกิจกรรมนั้น ๆ การแบ่งเนื้อเรื่องเพื่อทำชุดกิจกรรมในแต่ละระดับย่อมไม่เหมือนกัน

2. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมู่วิชาหรือบูรณาการแบบสหวิทยาการได้ตามความเหมาะสม

3. จัดเป็นหน่วยการสอน จะแบ่งเป็นกี่หน่วย แต่ละหน่วยจะใช้เวลาเท่าไรนั้นควรพิจารณาให้เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นผู้เรียน
4. กำหนดหัวเรื่อง จัดแบ่งหน่วยการสอนเป็นหัวข้อย่อย ๆ เพื่อสะดวกต่อการเรียนรู้ แต่ละหน่วยควรประกอบด้วยหัวข้อย่อย หรือประสบการณ์ในการเรียนรู้ประมาณ 4-6 หัวข้อ
5. กำหนดความคิดรวบยอดหรือหลักการ ต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าจะให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดหรือสามารถสรุปหลักการ แนวคิดอะไร ถ้าผู้สอนเองยังไม่รู้ชัดเจนว่าจะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้างการกำหนดกรอบความคิด หรือหลักการก็จะให้ชัดเจน ซึ่งจะรวมไปถึงการจัดกิจกรรม เนื้อหาสาระ สื่อและส่วนประกอบอื่น ๆ ก็จะไม่ชัดเจนตามไปด้วย
6. กำหนดจุดประสงค์การสอน หมายถึง จุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม รวมทั้งการกำหนดเกณฑ์การตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ไว้ให้ชัดเจน
7. กำหนดกิจกรรมการเรียน ต้องกำหนดให้สอดคล้องวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งจะเป็นแนวทางในการเลือกและผลิตสื่อการสอน กิจกรรมการเรียน หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่าน การทำกิจกรรมตามบัตรคำสั่ง การตอบคำถาม การเขียนภาพการทดลอง การเล่นเกมส์ การแสดงความคิดเห็น การทดสอบ เป็นต้น
8. กำหนดแบบประเมินผล ต้องออกแบบประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยใช้การสอบแบบอิงเกณฑ์ (การวัดผลที่ยึดเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ โดยไม่มีการนำไปเปรียบเทียบกับคนอื่น) เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้มากน้อยเพียงใด
9. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ผู้สอนใช้ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้นเมื่อผลิตสื่อการสอนในแต่ละหัวเรื่องเรียบร้อยแล้ว ควรจัดสื่อการสอนเหล่านั้นแยกออกเป็นหมวดหมู่ในกล่อง/แฟ้มที่เตรียมไว้ ก่อนนำไปหาประสิทธิภาพเพื่อหาความตรง ความเที่ยงก่อนนำไปใช้ เราเรียกสื่อการสอนแบบนี้ว่า ชุดกิจกรรมโดยปกติรูปแบบของชุดกิจกรรมที่ดีควรมีมาตรฐานเพื่อความสะดวกในการใช้และความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการเก็บรักษา โดยพิจารณาในด้านต่าง ๆ เช่น การใช้ประโยชน์ความประหยัด ความคงทนถาวร ความน่าสนใจ ความทันสมัยทันเหตุการณ์ ความสวยงาม เป็นต้น
10. สร้างข้อทดสอบก่อนและหลังเรียนพร้อมทั้งเฉลย การสร้างข้อสอบเพื่อทดสอบก่อนและหลังเรียนควรสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหาและกิจกรรมที่กำหนดให้เกิดการเรียนรู้โดยพิจารณาจากจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นสำคัญ ข้อสอบไม่ควรมากเกินไปแต่ควรเน้นกรอบความรู้สำคัญในประเด็นหลักมากกว่ารายละเอียดปลีกย่อย หรือถามเพื่อความจำเพียงอย่างเดียว เมื่อสร้างเสร็จแล้วควรทำเฉลยไว้ให้พร้อมกันส่งไปหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม

11. หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เมื่อสร้างชุดกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้วต้องนำชุดกิจกรรมนั้น ๆ ไปทดสอบโดยวิธีการต่าง ๆ ก่อนนำไปใช้จริง เช่น ทดลองเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง ความครอบคลุมและความตรงของเนื้อหาเป็นต้น

สุวธิดา ล้าสนา (2558) ได้นำเสนอขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์เนื้อหา ได้แก่ การกำหนดหน่วย หัวเรื่อง และมโนคติ
2. ขั้นการวางแผน วางแผนล่วงหน้า กำหนดรายละเอียด กำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดกิจกรรม กำหนดแบบประเมิน
3. ขั้นการเลือกและผลิตสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่ครูใช้ คือ เป็นสื่อการสอนทั้งสิ้นเมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้ว ก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้ เป็นหมวดหมู่ นำไปทดลองหาประสิทธิภาพ เรียกว่า “ชุดกิจกรรม”

4. ขั้นการหาประสิทธิภาพ หาประสิทธิภาพชุดกิจกรรม เพื่อเป็นการประกันว่าชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอนผู้สร้างจำต้องกำหนดเกณฑ์ล่วงหน้า โดยคำนึงหลักที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการช่วยเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนให้บรรลุผล การใช้ชุดกิจกรรม ชุดกิจกรรมที่ได้ปรับปรุงแล้วและมีประสิทธิภาพตาม เกณฑ์ที่ตั้งไว้ สามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดกิจกรรม และตามระดับการศึกษา

5. ขั้นการใช้ชุดกิจกรรม ซึ่งมีขั้นตอนสำคัญ คือ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ขึ้นนำเข้าสู่บทเรียน ขึ้นประกอบกิจกรรม ขึ้นสรุปผลการเรียน และทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อดูพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ได้เปลี่ยนไป

การสร้างชุดกิจกรรม ADDIE MODEL เป็นขั้นตอนในการออกแบบการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่ง ประกอบไปด้วย 5 ขั้นดังนี้ (สงกรานต์ ลาพิมล, 2560, 29 อ้างถึงใน Seels Glasgow, 1998)

ขั้นที่ 1 ขั้นวิเคราะห์ (Analysis Phase) ในขั้นนี้เป็นการทำความเข้าใจปัญหาการเรียนการสอน เป้าหมายของรูปแบบการสอนและวัตถุประสงค์ที่จะสร้างขึ้นตลอดจนสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ และความรู้พื้นฐานและทักษะของผู้เรียนที่จำเป็นต้องมี โดยพิจารณาจากคำถามเพื่อการวิเคราะห์

ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design Phase) ขั้นตอนการออกแบบประกอบด้วย การสร้างจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดเครื่องมือวัดประเมินผล แบบฝึกหัด เนื้อหา วางแผนการสอน และเลือกสื่อการสอน ขั้นตอนการออกแบบควรจะทำอย่างเป็นระบบและมีเฉพาะเจาะจง โดยความเป็นระบบนี้หมายถึงตรรกะ มีระเบียบแบบแผนของการจำแนก การพัฒนา และการประเมินแผนยุทธวิธีที่วางไว้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย สำหรับความเฉพาะเจาะจงหมายถึงแต่ละองค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการสอนจะต้องเอาใจใส่ทุกรายละเอียด

ขั้นที่ 3 ขั้นการพัฒนา (Development Phase) ขั้นตอนการพัฒนาคือขั้นที่ผู้ออกแบบสร้างส่วนต่าง ๆ ที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นของการออกแบบซึ่งครอบคลุมการ สร้างเครื่องมือวัดประเมินผล สร้างแบบฝึกหัด สร้างเนื้อหา และการพัฒนาโปรแกรมสำหรับสื่อการสอน เมื่อเรียบร้อยแล้วทำการทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาดเพื่อนำผลไปปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 4 ขั้นการนำดำเนินการ (Implementation Phase) ในขั้นตอนการดำเนินการนี้หมายถึงขั้นของการสอนโดยอาจจะเป็นรูปแบบชั้นเรียน การฝึกอบรม หรือห้องทดลอง หรือรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ โดยจุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือการสอนอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต้องให้การส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียนสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ที่ตั้งไว้

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (Evaluation Phase) ขั้นการประเมินผลประกอบด้วยสองส่วนคือการประเมินผลรูปแบบ (Formative) การประเมินผลในภาพรวม (Summative) การประเมินผลรูปแบบคือการนำเสนอในแต่ละขั้นของ ADDIE Process ซึ่งเป็นการประเมินผลเพื่อพัฒนา และการประเมินผลในภาพรวมจะทำเมื่อการสอนเสร็จสิ้นเพื่อประเมินผลประสิทธิภาพการสอนทั้งหมด ข้อมูลจากการประเมินผลรวมโดยปกติมักจะถูกใช้เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับรูปแบบการสอน

การศึกษาขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมผู้วิจัยได้เลือกใช้ การสร้างชุดกิจกรรม ADDIE MODEL ของ Glasgow (1998, อ้างถึงใน สงกรานต์ ลาพิมล, 2560, 29) ประกอบไปด้วย 5 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 ขั้นวิเคราะห์ (Analysis Phase) ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design Phase) ขั้นที่ 3 ขั้นการพัฒนา (Development Phase) ขั้นที่ 4 ขั้นการนำดำเนินการ (Implementation Phase) และขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (Evaluation Phase) ในการวิจัยครั้งนี้

2.3.5 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เป็นการนำชุดกิจกรรมที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) ไปทดลองใช้ (Try out) ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงให้เกิดผลตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้วจึงนำไปทดลองสอนจริง (Trial Run) แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง ก่อนที่จะผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การนำชุดกิจกรรมที่ได้ทดลองใช้และปรับปรุงแล้วไปสอนจริงในชั้นเรียน ซึ่งประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา ตามเกณฑ์ของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545) ดังนี้

1. ความจำเป็นของการทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดการสอน ดังต่อไปนี้

1.1 สำหรับหน่วยงานผลิตชุดกิจกรรม เป็นการประกันคุณภาพของชุดกิจกรรมว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่ทดสอบประสิทธิภาพและผลิตออกมาใช้ประโยชน์ได้ไม่ดีก็ต้องทำใหม่ เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงาน และเงินทอง

1.2 สำหรับผู้ใช้ชุดกิจกรรม ชุดกิจกรรมช่วยให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมตามที่มุ่งหวังตั้งนั้นก่อนการนำ ชุดกิจกรรมไปใช้ ครูควรมั่นใจว่าชุดกิจกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ ในการช่วยให้ได้ชุดกิจกรรมที่มีคุณค่าตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.3 สำหรับผู้ผลิตชุดกิจกรรม การทดสอบหาประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่าเนื้อหาที่บรรจุในชุดกิจกรรมมีความเหมาะสมและง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิต มีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงงาน เวลา และเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

2. การกำหนดเกณฑ์หาประสิทธิภาพ หมายถึง การกำหนดระดับประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การกำหนดเกณฑ์จะประเมินจากพฤติกรรม ของผู้เรียน 2 ประเภท คือ

2.1 ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง เป็นการประเมินจากพฤติกรรมย่อย ๆ หลายพฤติกรรม เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบ กิจกรรมกลุ่มกิจกรรมรายบุคคล และกิจกรรมอื่น ๆ ตามที่ผู้สอนกำหนด

2.2 พฤติกรรมขั้นสุดท้าย เป็นการประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียนโดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ได้กล่าวถึง การตีความผลการคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมไว้ดังนี้ การคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ ให้มีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ได้ไม่เกิน .05 (ร้อยละ 5) จากช่วงต่ำ ไปสูง = 2.5 นั้นให้ผลลัพธ์ของค่า E_1 หรือ E_2 ที่ถือว่า เป็นไปตามเกณฑ์ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่เกิน 25% และสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5 % หากสื่อหรือชุดกิจกรรมได้รับการออกแบบและพัฒนาอย่างมีคุณภาพ ค่า E_1 หรือ E_2 ที่คำนวณได้จากการทดสอบประสิทธิภาพ จะต้องใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน 5 % ซึ่งเป็นตัวชี้ที่จะยืนยันได้ว่านักเรียนได้มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้นหรือไม่ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมขั้นสุดท้าย อีกนัยหนึ่งต้องประกันได้ว่านักเรียนมีความรู้จริงไม่ใช่ทำกิจกรรมหรือสอบได้เพราะการเดา

3. การทดลองประสิทธิภาพเมื่อผลิตชุดกิจกรรมขึ้นมาแล้วนำชุดกิจกรรมไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การทดลองแบบ (1 : 1) คือ การทดลองกับผู้เรียน 3 คน โดยใช้ผู้เรียนที่มีสติปัญญา ระดับสูง ปานกลาง ต่ำ นำผลที่หาประสิทธิภาพเสร็จแล้วนำมาปรับปรุงให้ดีขึ้น ปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองจะต่ำกว่าเกณฑ์

3.2 การทดลองกลุ่มเล็ก (1 : 10) คือ การทดลองกับผู้เรียน 6 - 10 คน โดยใช้ผู้เรียนที่มีสติปัญญา ระดับสูง ปานกลาง ต่ำ นำผลที่หาประสิทธิภาพเสร็จแล้วนำมาปรับปรุงให้สมบูรณ์

3.3 การทดลองภาคสนาม (1 : 100) คือ การทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้นจำนวน 30 - 100 คน นำผลที่ได้ไปคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม หากต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ต้องกำหนดเกณฑ์

ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการสอนใหม่ตามหลักการความจริงที่ต้องการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม ได้กล่าวถึงความจำเป็นที่จะต้องหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมดังนี้

3.3.1 เพื่อความมั่นใจว่าชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ

3.3.2 เพื่อความแน่ใจว่าชุดกิจกรรมนั้นสามารถทำให้การเรียนการสอนบรรลุจุดประสงค์ที่แท้จริง

3.3.3 ถ้าจะผลิตชุดกิจกรรมออกมาจำนวนมาก การทดสอบหาประสิทธิภาพจะเป็นหลักประกันว่าผลิตออกมาแล้วก็ได้ มิเช่นนั้นจะเสียงบประมาณ เสียแรงงาน เสียเวลาเพราะผลิตออกมาแล้วใช้ประโยชน์ไม่ได้

ประเมินโดยไม่ได้ตั้งเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า เป็นการประเมินด้วยการเปรียบเทียบผลทดสอบของผู้เรียนหลังจากที่เรียนจากชุดกิจกรรมนั้นแล้ว (Post - test) สูงกว่าก่อนเรียน (Pre - test) อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หาผลการเปรียบเทียบพบว่าผู้เรียนได้คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ก็แสดงว่าชุดกิจกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ ได้กล่าวถึงความจำเป็นที่ต้องการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมไว้ ดังนี้

1. เพื่อความแน่ใจว่าชุดฝึกหรือชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ
2. เพื่อความแน่ใจว่า ชุดฝึกหรือชุดกิจกรรมนั้นสามารถทำให้การเรียนการสอนบรรลุตามจุดมุ่งหมายอย่างแท้จริง

3. ถ้าจะผลิตชุดกิจกรรมออกมาเป็นจำนวนมาก การทดลองหาประสิทธิภาพจะเป็นหลักประกันว่า ผลิตออกมาแล้วใช้ได้ มิฉะนั้นอาจเสียงบประมาณ เสียแรงงาน เสียเวลา เพราะผลิตออกมาแล้วใช้การไม่ได้

2.3.6 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ กระทำได้ 2 วิธี คือโดยใช้สูตรและโดยการคำนวณธรรมดา (ชัยยง พรหมวงศ์, 2556)

โดยใช้สูตร กระทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

สูตรที่ 1

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \text{ หรือ } \frac{\bar{X}}{A} \times 100 \quad (2-1)$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียนที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียน หรือออนไลน์
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติ ทุกชั้นรวมกัน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

สูตรที่ 2

$$E_1 = \frac{\sum F}{N} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{F}}{B} \times 100 \quad (2-2)$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย ประกอบด้วยผลสอบหลังเรียนและคะแนนการประเมินสุดท้าย
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น กระทำได้โดยการนำคะแนนรวมแบบฝึกหัดปฏิบัติ หรือผลงานในขณะประกอบกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยว และคะแนนสอบหลังเรียน มาเข้าตารางแล้วจึงคำนวณหาค่า E_1/E_2

โดยใช้วิธีคำนวณโดยไม่ใช้สูตร

หากจำสูตรไม่ได้หรือไม่อยากใช้สูตรผู้ผลิตสื่อหรือผู้สอนก็สามารถใช้วิธีคำนวณธรรมดาหาค่า E_1 และ E_2 ได้ ด้วยวิธีการคำนวณธรรมดา

สำหรับ E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกปฏิบัติ กระทำได้โดยการนำคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

สำหรับค่า E_2 คือ ประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนของแต่ละสื่อชุดกิจกรรมการสอน กระทำได้โดยการเอาคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อยละ เพื่อหาค่าร้อยละ

2.3.7 การตีความหมายผลการคำนวณ

หลังจากคำนวณค่า E_1 และ E_2 ได้แล้วผู้หาประสิทธิภาพต้องตีความหมายของผลลัพธ์โดยยึดหลักการและแนวทางดังนี้

ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ให้มีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ได้ไม่เกิน .05 (ร้อยละ 5) จากช่วงต่ำไปสูง = ± 2.5 นั้นให้ผลลัพธ์ของค่า E_1 หรือ E_2 ที่ถือว่า เป็นไปตามเกณฑ์ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% และสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

หากคะแนน E_1 หรือ E_2 ห่างกันเกิน 5% แสดงว่า กิจกรรมที่ให้นักเรียนทำกับการสอบหลังเรียนไม่สมดุลกันเช่น ค่า E_1 มากกว่า E_2 แสดงว่า งานที่มอบหมายอาจจะง่ายกว่าการ การสอบ หรือหากค่า E_2 มากกว่าค่า E_1 แสดงว่า แสดงว่าการสอบง่ายกว่าหรือไม่สมดุลกับงานที่มอบหมายให้ทำ จำเป็นที่ต้องปรับแก้

หากสื่อหรือชุดการสอนได้รับการออกแบบและพัฒนาอย่างมีคุณภาพ ค่า E_1 หรือ E_2 ที่คำนวณได้จากการทดสอบประสิทธิภาพ จะใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวชี้ที่ยืนยันว่านักเรียนได้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้นหรือไม่ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายหรืออีกนัยหนึ่งต้องประกันได้ว่านักเรียนมีความรู้จริงไม่ใช่ทำกิจกรรมหรือทดสอบได้เพราะการเดา

การประเมินในอนาคตจะเสนอผลการประเมินเป็นเลขสองตัว คือ E_1 คู่ E_2 เพราะจะทำให้ผู้อ่านผลการประเมินทราบลักษณะนิสัยของผู้เรียนระหว่างนิสัยในการทำงานต่อเนื่องคงเส้นคงวาหรือไม่ (ดูจากค่า E_1 คือ กระบวนการ) กับการทำงานสุดท้ายว่ามีคุณภาพมากน้อยเพียงใด (ดูได้จาก E_2 คือกระบวนการ) เพื่อประโยชน์ของการกลั่นกรองบุคลากรเข้าทำงาน

ตัวอย่าง นักเรียนสองคน คือเกษมกับปรีชา เกษมได้ผลลัพธ์ $E_1/E_2 = 78.50/82.50$ ส่วนปรีชาได้ผลลัพธ์ $82.50/78.50$ แสดงว่านักเรียนคนแรกคือเกษม ทำงานและแบบฝึกปฏิบัติ ทั้งปีได้ 78% และสอบไล่ได้ 83% จะเห็นว่าจะมีลักษณะนิสัยที่เป็นกระบวนการผู้เรียนคนที่สองคือปรีชาที่ได้ผลลัพธ์ $E_1/E_2 = 82.50/78.50$ ไม่ได้

2.3.8 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตสื่อหรือชุดการสอนขึ้น เป็นต้นแบบแล้วต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพตาม ขั้นตอนต่อไปนี้ (ชัยยง พรหมวงศ์, 2556)

2.3.8.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1 : 1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คนทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนผู้เรียน 1 - 3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่าหงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่

ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบระหว่างเรียน โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนไปทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ทั้งนี้ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2.3.8.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1 : 10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 6 - 10 คน (คณะผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง กับอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและประเมินผลลัพธ์คือการทดสอบหลังเรียนและงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วย ให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพหากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้นคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

2.3.8.3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1 : 100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คนทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้น ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้วให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียนนำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพหากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้นแล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพ 2 - 3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปกติไม่น่าจะทดสอบประสิทธิภาพเกินสามครั้ง จึงแทนด้วย 1 : 100

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกัน เกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า -2.5 ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำจนกว่าจะถึงเกณฑ์ จะหยุดปรับปรุงแล้วสรุปว่าชุดการสอนไม่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือจะลดเกณฑ์ลงเพราะ “ถอดใจ” หรือยอมแพ้ไม่ได้หากสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน +2.5 ก็ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หากค่าที่ได้สูงกว่าเกณฑ์เกิน +2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกชั้น เช่น ตั้งไว้ 80/80 ก็ให้ปรับขึ้นเป็น 85/85 หรือ 90/90 ตามค่าประสิทธิภาพที่ทดสอบประสิทธิภาพได้ ตัวอย่าง เมื่อทดสอบหาประสิทธิภาพแล้วได้ 83.5/85.4 ก็แสดงว่าสื่อหรือชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ 83.5/85.4 ใกล้เคียงกับเกณฑ์ 85/85 ที่ตั้งไว้ แต่ ถ้าเกณฑ์ไว้ 75/75 เมื่อผลการทดสอบประสิทธิภาพเป็น 83.5/85.4 ก็อาจเลื่อนเกณฑ์ขึ้นมาเป็น 85/85 ได้

2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พนมพร คำคุณ (2556) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลคะแนนจากการเรียนรู้อาชีววิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดความสามารถ ด้านต่าง ๆ คือ

1. ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความและแปลความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
3. ด้านการนำไปใช้หมายถึงความสามารถในการนำความรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไปหรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดความคล่องแคล่วชำนาญสามารถเลือกใช้กิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความคิดเห็น จากข้อมูล ทักษะการจัดกระทำสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

นรินทร์ ปือชา (2558, น. 20) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของแต่ละบุคคลหลังจากได้รับการเรียนรู้ การอบรม การฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ โดยจะอาศัยเครื่องมือในการประเมินและวัดผลสิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วย

กนกภรณ์ เทสินทโชติ (2560) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลความสามารถเฉพาะบุคคลที่ได้มาจากผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่ได้เกิดขึ้นในกระบวนการจัดการเรียนการสอน สำหรับตัวชี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้มาจากการสังเกตหรือคะแนนที่มีความซับซ้อนและใช้ระยะเวลา

ชนิดา ทาระเนต (2560) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสำเร็จของผู้เรียนในด้านความรู้ทักษะและกระบวนการทางด้านความคิดซึ่งทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพจากการเรียนรู้หรือการหาความรู้ด้วยตนเองซึ่งสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สิริรัตน์ แก้วงาม (2561) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะและสมรรถภาพต่าง ๆ ของนักเรียนซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียน

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ความสามารถของผู้เรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ สามารถวัดได้จากพฤติกรรมทางสติปัญญา โดยจะอาศัยเครื่องมือหรือแบบวัดผลสัมฤทธิ์ในการวัดและประเมิน

2.4.2 จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อรุณี ศรีวงษ์ชัย (2551) กล่าวว่าเป็นการตรวจสอบความสามารถของสมรรถภาพทางสมองของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้างและมีความสามารถด้านใด มากน้อยเท่าใด เช่น พฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่ามากน้อยอยู่ในระดับใด นั่นคือ การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของนักเรียนในด้านพุทธิพิสัย ที่เป็นการวัด 2 องค์ประกอบตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่เรียน ดังนี้

1. การวัดด้านการปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความรู้ ความสามารถทางการปฏิบัติ โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงให้เห็นเป็นผลงานปรากฏออกมา สามารถทำการสังเกตและวัดได้ เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ “ข้อสอบภาคปฏิบัติ” (Performance Test) ซึ่งเป็นการประเมินผลพิจารณาที่วิธีปฏิบัติ (Procedure) และผลงานที่ปฏิบัติ
2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Content) รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนมีวิธีการสอบวัดได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 การสอบแบบปากเปล่า (Oral Test) การสอบแบบนี้มักกระทำเป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นการสอบที่ต้องการดูผลเฉพาะอย่าง เช่น การสอบอ่านฟังเสียง การสอบสัมภาษณ์ที่ต้องการดูการใช้ถ้อยคำในการตอบคำถาม รวมทั้งการแสดงความคิดเห็นและบุคลิกภาพต่าง ๆ เช่น การสอบปริญญาณินทร์ ที่ต้องการวัดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ ตลอดจนแง่มุมต่าง ๆ การสอบปากเปล่าสามารถวัดได้ละเอียดลึกซึ้ง และคำถามก็สามารถเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมได้ตามที่ต้องการ

2.2 การสอบแบบให้เขียนความ (Paper-Pencil test or Written test) เป็นการสอบวัดโดยให้ผู้สอบเขียนเป็นตัวหนังสือตอบ ที่มีรูปแบบการตอบอยู่ 2 แบบ คือ

2.2.1 แบบไม่จำกัดคำตอบ (Free Response Type) ได้แก่ การสอบวัดที่ใช้ข้อสอบแบบอัตนัย หรือความเรียง (Essay test)

2.2.2 แบบจำกัดคำถาม (Fixed Response Type) เป็นการสอบที่กำหนดขอบเขตของคำถามที่จะให้ตอบ หรือกำหนดคำตอบมาให้เลือกซึ่งมีรูปแบบของคำถามคำตอบ 4 รูปแบบ ดังนี้

2.2.2.1 แบบเลือกทางใดทางหนึ่ง (Alternative)

2.2.2.2 แบบจับคู่ (Matching)

2.2.2.3 แบบเติมคำ (Completion)

2.2.2.4 แบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการตรวจสอบหรือการวัดผลพฤติกรรมของผู้เรียนว่าบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายของการเรียนหรือไม่ ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งในด้านการปฏิบัติ และวัดด้านเนื้อหา โดยเลือกวัดให้ตรงตามจุดมุ่งหมายและธรรมชาติ หรือตามลักษณะวิชาที่เรียน

2.4.3 คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

สมนึก ภัททิยธนี (2549) ได้กล่าวถึงลักษณะแบบทดสอบที่คุณภาพควรมีลักษณะที่ดี 10 ประการ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบ ที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ หรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของแบบทดสอบ ลักษณะความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเที่ยงตรงโครงสร้าง ความเที่ยงตรงตามสภาพและความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์
2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ฉบับที่สามารถวัดได้คงที่คงวาไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะทำการทดสอบใหม่กี่ครั้งก็ตาม
3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มี ความได้เปรียบเสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำข้อสอบได้โดย การเดา ไม่ให้นักเรียนที่ไม่สนใจในการเรียนทำข้อสอบได้ดี ผู้ที่ทำข้อสอบได้ควรเป็นนักเรียน ที่เรียนเก่ง และขยัน
4. ความลึกของคำถาม (Searching) ข้อสอบแต่ละข้อจะต้องไม่ถามผิวเผินหรือถามประเภทความรู้ความจำ แต่ต้องถามให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิดค้นแปลงแก้ปัญหาจึงจะตอบข้อสอบได้
5. ความยั่ว (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกเพลิดเพลินไม่เบื่อหน่าย
6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทางคำถามการตอบต้องชัดเจน ไม่คลุมเครือ ไม่แฝงกลเม็ดให้นักเรียนง
7. ความเป็นปรนัย (Objective) แบบทดสอบจะเป็นปรนัยจะต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการคือ

7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายได้ถูกต้องและตรงกัน เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน ครูผู้สอนจะทำการตรวจสอบระดับความสามารถของผู้เรียน โดยทำการวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งจะวัดแบบใดขึ้นอยู่กับลักษณะและธรรมชาติของวิชา อาจวัดด้านการปฏิบัติหรือด้านเนื้อหา ถ้าเป็นด้านเนื้อหานิยมวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่สามารถวัดได้ครอบคลุมทั้งด้านเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

7.2 ตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือหลายคนก็ตาม

7.3 แปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกัน

8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากพอประมาณ ใช้เวลาพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีต สามารถตรวจให้คะแนนได้อย่างรวดเร็ว รวมถึงการมีสิ่งแวดล้อมในการสอนที่ดี

9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะ หรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ข้อสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูง

10. ความยาก (Difficulty) หมายถึง จำนวนคนที่ตอบข้อสอบได้ถูกหรืออัตราส่วนของคนที่ตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบมาน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับทฤษฎีที่เป็นหลักยึด เช่น ตามทฤษฎีการวัดแบบอิงกลุ่ม ข้อสอบที่ดีคือข้อสอบที่ไม่ง่ายหรือยากเกินไป หรือความยากง่ายพอเหมาะ ส่วนทฤษฎีการวัดแบบอิงเกณฑ์นั้น ความยากง่ายไม่ใช่สิ่งสำคัญ สิ่งสำคัญอยู่ที่ข้อสอบนั้นได้วัดในจุดประสงค์ที่ต้องการวัดได้จริงหรือไม่ ถ้าวัดได้จริงก็นับว่าเป็นข้อสอบที่ดี

จากการศึกษาสรุปได้ว่า แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่สำคัญ เป็นข้อสนเทศของครูและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อให้ทราบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุเป้าหมายของการจัดมากน้อยเพียงใด และสะท้อนถึงการจัดการเรียนการสอนว่ามีคุณภาพ ประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด และต้องปรับปรุงแก้ไข หรือไม่อย่างไร เพราะฉะนั้นคุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีต้องมีคุณภาพในทุก ๆ ด้านจึงจะสามารถใช้ผลการจัดการเรียนรู้เพื่อการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

2.4.4 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทางด้านความรู้ด้านวิชาการ ตามหลักของ Kolpfer สามารถวัดได้จากลำดับขั้นพฤติกรรมของกระบวนการทางปัญญาในจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของ Bloom ที่มาปรับปรุงใหม่ มีลำดับขั้น 6 ขั้นซึ่งสามารถอธิบายดังนี้ (ชวลิต ชุกก่าแพง, 2550)

2.4.4.1 ความรู้ความจำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้แสดงรายการได้ บอกได้ ระบุดี บอกชื่อได้ของข้อมูลหรือข้อสนเทศ

2.4.4.2 ความเข้าใจ (Understanding) หมายถึง มีความเข้าใจในการแปลความหมาย และสามารถอธิบายได้เช่น สรุป อ้างอิง

2.4.4.3 การประยุกต์ใช้ (Applying) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาที่สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

2.4.4.4 วิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ ให้เข้าใจง่าย เช่น เปรียบเทียบ อธิบายลักษณะ การจัดการ

2.4.4.5 ประเมินค่า (Evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิจารณ์ ตัดสินใจเลือก

2.4.4.6 คิดสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ (Design)

วางแผนผลิต

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยใช้แบบทดสอบซึ่งเน้นในด้านความรู้ความจำ การนำไปใช้ความสามารถในการแก้ปัญหา โดยยึดแนวทางของ คอฟเฟอร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2540) ในการประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในด้านสติปัญญาหรือด้านความรู้ความคิดโดยวัดพฤติกรรม ดังนี้ (1) พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ (2) พฤติกรรมด้านความเข้าใจ (3) พฤติกรรมด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ดังนั้น แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งวัดความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้ ด้านความรู้ – ความจำ ด้านความเข้าใจและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

2.4.5 ขั้นตอนการทดสอบหาประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตสื่อหรือชุดการสอนขึ้น เป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพตาม ขั้นตอนต่อไปนี้

2.4.5.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1 : 1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 1 - 3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่งระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่าหงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าที่ไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภาระงานที่มอบหมายให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวนั้นจะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพกลุ่ม ทั้งนี้ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2.4.5.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1 : 10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 6 - 10 คน (ละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง กับอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิดทำหน้าฉงนหรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภาระงานที่มอบหมายให้ทำและประเมินผลลัพธ์คือการทดสอบหลังเรียนและงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วย ให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและบททดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้นคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงในคราวนี้คะแนนของนักเรียนจะ

เพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์เฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2.4.5.3 การทดสอบภาคสนาม (1 : 100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดกิจกรรมการเรียนการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้น ระหว่างทดสอบ ประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าผอง หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้วให้ประเมินการเรียนจาก กระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียนนำคะแนนมาคำนวณหา ประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลัง เรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบ ประสิทธิภาพ 2 - 3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปกติไม่น่าจะทดสอบประสิทธิภาพ เกินสามครั้ง ด้วยเหตุนี้ ชั้นทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามจึงแทนด้วย 1 : 100

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกัน เกณฑ์ที่ตั้งไว้ หาก ต่ำจากเกณฑ์ ไม่ถึง 2.5% ก็ให้ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า -2.5% ให้ปรับปรุงและทดสอบภาคสนามซ้ำ จนกว่า จะถึงเกณฑ์ จะหยุดปรับปรุงแล้วสรุปว่าการสอนไม่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือจะลดเกณฑ์ เพราะ “ถอดใจ” หรือยอมแพ้ไม่ได้

หากสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน +2.5 ก็ยอมรับว่าสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ที่ตั้งไว้

หากค่าที่ได้สูงกว่าเกณฑ์เกิน +2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นอีกหนึ่งขั้น เช่น 80/80 ก็ให้เป็น 85/85 หรือ 90/90 ตามค่าประสิทธิภาพที่ทดสอบประสิทธิภาพได้ ตัวอย่าง เมื่อทดสอบหาประสิทธิภาพ แล้วได้ 83.5/85.4 ก็แสดงว่าสื่อชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ 83.5/85.4 ใกล้เคียงกับ 85/85 ที่ตั้งไว้ แต่ทำตั้งเกณฑ์ไว้ 75/75 เมื่อผลการทดสอบประสิทธิภาพเป็น 83.5/85.4 ก็อาจเลื่อนเกณฑ์ขึ้นมาเป็น 85/85 ได้

2.4.6 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอนการสร้างสรุปได้ 3 ขั้นตอนดังนี้ (มนชิตา เรืองรัมย์, 2556, 55 – 57, อ่างถึงโน บุญศรี พรหมมา และนวลเสนท์ วงศ์เชิดธรรม, 2545, 221 - 223)

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนสร้างแบบทดสอบ ประกอบด้วย

1. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ผู้สร้างแบบทดสอบ ต้องทำการค้นคว้าวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนว่ามีแบบใดบ้าง แบบทดสอบแต่ละชนิดมีวิธีการสร้างและมีข้อจำกัดอย่างไร

2. กำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนจะเริ่มเขียนคำถามผู้สร้างข้อคำถามจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบให้ชัดเจนว่าจะวัดไปเพื่ออะไร จะได้เขียนข้อสอบได้เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายนั้น

3. กำหนดเนื้อหาพฤติกรรมที่ต้องการวัดในตารางวิเคราะห์หลักสูตรผู้สร้างแบบทดสอบจะต้องกำหนด ขอบเขตเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ พฤติกรรมที่จะวัดในด้านพุทธิพิสัย ได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และเมินค่า

4. กำหนดลักษณะของแบบทดสอบและส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะเป็นแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์หรืออิงกลุ่มก็ได้ ซึ่งลักษณะข้อสอบจะเป็นแบบปรนัยหรืออัตนัยก็ได้ หรือจะเป็นทั้งแบบปรนัยอัตนัยรวมกันก็ได้ ซึ่งได้แก่

- 4.1 วัตถุประสงค์ของการวัด
- 4.2 ระดับพฤติกรรมของการเรียนรู้ที่จะวัด
- 4.3 ลักษณะหรือคุณสมบัติผู้เข้าสอบ
- 4.4 จำนวนผู้เข้าสอบ
- 4.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบดำเนินการสอบและตรวจข้อสอบ
- 4.6 ความเป็นอิสระในการตอบ

ส่วนการกำหนดส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอบ ได้แก่ ความยาวของแบบทดสอบ หรือจำนวนของข้อสอบและคะแนน ระยะเวลาที่ใช้ทำแบบทดสอบ วิธีการดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลความหมายของคะแนน ตลอดจนค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 การลงมือสร้างข้อสอบ

1. ผู้สร้างแบบทดสอบลงมือสร้างแบบข้อสอบ ตามรายละเอียดในตารางวิเคราะห์ข้อสอบ คำนึงถึงความยากของข้อสอบ ระยะเวลาที่ใช้สอบ คะแนนและการตรวจให้คะแนน

2. ตรวจสอบข้อสอบผู้สร้างต้องทบทวน แบบทดสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่สร้างขึ้นมานั้นมีความถูกต้องครบถ้วน ตารางละเอียดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับทดลอง เพื่อนำไปใช้ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจข้อสอบคุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้

1. นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านการวัดผล การศึกษา จำนวน 3 – 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (Content Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นได้สร้างถูกต้อง และเหมาะสมเพียงใด พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อนั้นได้สร้างถูกต้อง และเหมาะสมเพียงใด พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อนั้นสร้างได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมเพียงใด พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ หรือเนื้อหาตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือไม่ โดยใช้เกณฑ์ประเมิน ดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์ข้อนั้น

นำข้อสอบที่ได้หาค่าสอดคล้อง IOC และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบใหม่

2. ทดลองสอบ และนำแบบทดสอบที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบ (Tryout) กับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึง หรือนักเรียนที่เพิ่งเรียนในเรื่องนั้นๆ จำนวน 30 คนขึ้นไป

3. วิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบ นำผลการสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จากนั้นให้นำข้อสอบที่ได้คัดเลือกแล้ว จัดพิมพ์เป็นข้อสอบฉบับใหม่ นำไปทดสอบกับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงหรือนักเรียนที่เพิ่งเคยเรียนเรื่องนั้น ๆ จำนวนตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น

4. จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

ผู้วิจัยเลือกใช้ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของ มนชิตา เรืองรัมย์, (2556) เพราะมีขั้นตอนที่ครบถ้วนมี 3 ขั้นตอนดังนี้ คือ (1) การวางแผนสร้างแบบทดสอบ (2) การลงมือสร้างข้อสอบ (3) การตรวจข้อสอบคุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้

2.5 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.5.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

พินิตา ชาตยภา (2561) โดยให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการคิดโดยพิจารณาไตร่ตรองด้วยเหตุด้วยผลตามข้อมูลที่ได้จากประสบการณ์จริงมา ประกอบวิเคราะห์ สังเคราะห์ ตัดสินใจ แก้ปัญหาอย่างรอบคอบระมัดระวัง มีการตรวจสอบความคิด และประเมินความคิดของตนเองความสามารถในการคิดที่ปรากฏจะแสดงออกด้วยการตั้งคำถามตาม ความสนใจใฝ่รู้ ต้องการหาคำตอบจากการตรวจสอบข้อมูลจากการพิสูจน์ และการใช้เหตุผลในการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนโดยไม่ใช้อารมณ์ ยอมรับการเปลี่ยนแปลงทาง ความคิดเมื่อพบเหตุผลที่ดีกว่า และการหาข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อเท็จจริงเพื่อใช้ในการตัดสินใจ การคิดวิจาร์ณญาณจึงมีความสัมพันธ์กับการคิดแก้ปัญหาโดยการคิดวิจาร์ณญาณเป็นทักษะสำคัญ ของการแก้ปัญหา และการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ต้องใช้การคิดวิจาร์ณญาณ ดังนั้นการคิดวิจาร์ณญาณจึง มีความสำคัญสำหรับครูปฐมวัยในการเป็นแบบอย่างความคิดและจัดกิจกรรมส่งเสริมเด็กปฐมวัยด้าน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ปิยะนันท์ หิรัญย์ชโลทร (2561) โดยให้ความหมายไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็น 1 ในทักษะการคิดขั้นสูง เป็นกระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรอง อย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูล หรือ เหตุการณ์ต่าง ๆ โดยอาศัยข้อเท็จจริง หลักฐาน ข้อมูลประกอบการตัดสินใจและ สรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยมีทักษะย่อย คือการให้เหตุผล, การเปรียบเทียบ, การจำแนก จัดกลุ่ม, การตีความ สรุปความ, การคาดคะเน และการเชื่อมโยง

โรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาคาร (2559) โดยให้ความหมายไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการคิดพิจารณาการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลอ้างอิง เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหา ด้วยการ ตั้งสมมุติฐาน และหาข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผลได้อย่างกว้างขวางขึ้น คิดถูกทาง คิดชัดเจน คิดถูกต้อง อย่างมีเหตุผล

จากคำกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เป็นกระบวนการคิดที่มีขั้นตอนการฝึกการคิดที่ หลากหลายรูปแบบตามหลักการและแนวคิดของนักการศึกษาต่าง ๆ ที่ได้ผ่านการทดลองมาแล้ว ดังนั้น ครูผู้สอน จึงสามารถเลือกกระบวนการการคิดที่มีขั้นตอนต่าง ๆ ตามที่เหมาะสมกับเรื่องที่จะสอนหรือ ให้เข้ากับ สภาพแวดล้อมการจัดการเรียนรู้ ซึ่งขั้นตอนส่วนใหญ่จะมีหัวข้อที่สามารถสรุปได้ว่ามีความ คล้ายคลึงกันในเรื่องดังต่อไปนี้ คือ (1) การทำความเข้าใจกับปัญหา ประเด็นสำคัญสถานการณ์ที่พบ (2) การรวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการนำมาเป็นแนวทางการแก้ปัญหา (3) การวิเคราะห์ ข้อมูล พิจารณาข้อมูลเพื่อหาทางเลือกหรือคำตอบที่ถูกต้องอย่างรอบคอบ และ (4) ประเมินทางเลือก หลายทาง

2.5.2 แนวทางจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการคิด

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551) สรุปแนวทางจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการคิดให้กับเด็กและ เยาวชน ดังนี้

1. สร้างความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น (Curiosity) โดยต้องได้รับการกระตุ้น ยั่วๆ โดยใช้สื่อ คำถาม กิจกรรม
2. ฝึกให้มีความกล้าเสี่ยง (Risk Taking) กล้าคิดแตกต่างไปจากคนส่วนใหญ่ กล้า เสี่ยงที่จะสร้างสิ่งใหม่หรือแตกต่างจากเดิม โดยใช้สถานการณ์ที่ยั่วให้คาดการณ์และคาดเดาสิ่งต่าง ๆ ซึ่งอาจมีคำตอบหลาย ๆ แนวทาง
3. ความยุ่งยากซับซ้อน (Complexity) ความยุ่งยากซับซ้อนจะทำให้เกิดการพัฒนา ความคิดระดับสูงได้ ต้องพัฒนาจากง่ายไปหายาก กิจกรรมที่ใช้และระดับความยากง่ายต้อง สอดคล้อง เหมาะสมกับเด็กแต่ละคน
4. กระตุ้นให้เกิดจินตนาการ (Imagination) เด็กต้องได้รับการกระตุ้นให้มีความคิด จินตนาการ สร้างสรรค์อย่างหลากหลาย ทั้งที่เป็นการจินตนาการจากภาพ จากนิทาน จากประสบการณ์ เดิม จากเหตุการณ์สิ่งแวดล้อมรอบตัว จากความรู้สึกของตนเอง

5. ฝึกฝนให้ใจกว้าง (Open Mind) เด็กควรได้รับการฝึกฝนให้ทำงานกลุ่มการอภิปรายกลุ่ม การรับฟังและยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น ยอมรับในเหตุผลและข้อมูลของกลุ่ม หรือของคนอื่นที่ดีกว่าหรือมีมากกว่า

6. สร้างความมั่นใจในตนเอง (Self Confidence) ความมั่นใจในตนเอง จะทำให้เด็กได้มีพัฒนาการการคิดและกล้าแสดงออกซึ่งความคิด การเลือกสรรกิจกรรมที่หลากหลาย และเหมาะสม จะทำให้เด็กกล้าแสดงออก เริ่มจากการตั้งคำถามง่าย ๆ การแสดงออกอย่างง่ายแล้วยากขึ้นตามลำดับ การเล่นและการทำงานเป็นกลุ่ม แล้วลดลงจนเหลือคนเดียว ซึ่งการแสดงออกของเด็กต้องได้รับกำลังใจและการสนับสนุน จะทำให้เด็กมีความมั่นใจมากขึ้น

2.5.3 ประโยชน์ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2552) สรุปประโยชน์ของการรู้จักนำวิคิด อย่างมีวิจารณญาณไปใช้ในการดำเนินชีวิตมีดังนี้

1. มีความมั่นใจในการเผชิญต่อปัญหาต่าง ๆ และแก้ไขปัญหานั้น ๆ ได้ถูกทาง
2. สามารถตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมและมีเหตุผล
3. มีบุคลิกภาพดี เป็นคนสุขุมรอบคอบ ละเอียดลออ ก่อนตัดสินใจในเรื่องใดจะต้องมีข้อมูลหลักฐานประกอบแล้ววิเคราะห์ด้วยเหตุผลก่อนตัดสินใจ
4. ทำกิจการงานต่าง ๆ ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดอย่างมีคุณภาพ เนื่องจากมีระบบความคิดอย่างเป็นขั้นตอน
5. มีทักษะในการสื่อสารกับผู้อื่นได้ดี ทั้งด้านการอ่าน เขียน ฟัง พูด
6. การพัฒนาวิธีคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่เสมอ ส่งผลให้สติปัญญาเฉียบแหลม พัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างต่อเนื่องในสถานการณ์ของโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง
7. เป็นผู้มีความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย
8. เป็นผู้ปฏิบัติงานอยู่บนหลักการและเหตุผล ส่งผลให้งานสำเร็จอย่างมีคุณภาพ

จากประโยชน์ที่นักวิชาการการศึกษาได้กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถทำให้เรามีความมั่นใจในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ถูกทาง ตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผลทำให้เป็นผู้ที่มีบุคลิกภาพที่ดี เป็นคนที่มีความรอบคอบ ก่อนที่จะตัดสินใจทำอะไรจะต้องมีหลักฐานประกอบ ในการวิเคราะห์ตัดสินใจ ทำให้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้อย่างมีคุณภาพเพราะมีการคิดอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอน มีทักษะในการสื่อสารกับผู้อื่นได้ดีในทุกด้าน การพัฒนาวิธีคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่เสมอ จะส่งผลให้เรามีสติปัญญาที่เฉียบแหลม พัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างต่อเนื่องในสถานการณ์ของโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง ทำให้เราเป็นผู้ที่มีวินัยและมีความรับผิดชอบในการปฏิบัติงาน อยู่บนพื้นฐานขอหลักการและเหตุผลทำให้งานออกมาอย่างมีคุณภาพ

2.5.4 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ ดังนี้

Feely (1976) ได้แยกองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 10 ประการ คือ

1. การแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริง และความรู้สึกหรือความคิดเห็น
2. การพิจารณาความเชื่อถือได้ของแหล่งข้อมูล
3. การพิจารณาความถูกต้องตามข้อเท็จจริงของข้อความนั้น
4. การแยกความแตกต่างระหว่างข้อมูล ข้อคิดเห็น หรือเหตุผลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นั้น
5. การค้นหาสิ่งที่เป็นอคติหรือความลำเอียง
6. การระบุถึงข้ออ้าง ข้อสมมติที่ไม่กล่าวไว้ก่อน
7. การระบุถึงข้อคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งที่ยังคลุมเครือ
8. การแยกความแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้
9. การตระหนักในสิ่งที่ไม่คงที่ตามหลักการและเหตุผล
10. การพิจารณาความมั่นคงหนักแน่นในข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็น

ชนาธิป พรกุล (2544) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่ามีองค์ประกอบอยู่ 4 องค์ประกอบและในแต่ละองค์ประกอบจะมีทักษะที่สามารถนำมาใช้ในชั้นเรียนได้แก่

1. การให้คำจำกัดความและการทำให้กระจ่าง ทักษะที่ฝึก ได้แก่ การระบุข้อสรุป การระบุเหตุผลที่กล่าวถึงการระบุเหตุผลที่ไม่ได้กล่าวถึง การเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างการระบุและการจัดการกับสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องและการสรุปย่อ
2. การตั้งคำถามที่เหมาะสมเพื่อทำให้กระจ่างหรือท้าทาย เช่น ข้อความสำคัญคือ อะไร หมายความว่าอย่างไรตัวอย่างคืออะไร อะไรไม่ใช่ตัวอย่าง จะนำเรื่องนี้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างไร อะไรคือข้อเท็จจริง นี่คือนสิ่งที่กำลังพูดถึงหรือไม่ มีอะไรที่ยังไม่ได้พูดถึง
3. การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล โดยพิจารณาจากความมีชื่อเสียงความสอดคล้องกันระหว่างแหล่งข้อมูล ความไม่ขัดแย้งประโยชน์ ความสามารถในการให้เหตุผล
4. การแก้ปัญหาและการลงข้อสรุป โดยวิธีการนิรนัยและตัดสินอย่างเที่ยงตรง วิธีการอุปนัยและตัดสินข้อสรุปการคาดคะเนผลที่จะเกิดตามมา

2.5.5 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้หลากหลาย ดังนี้

Watson and Glazer (1964) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า ประกอบด้วย ทักษะคิด ความรู้ และทักษะในเรื่องต่อไปนี้ 1) การอุปนัย 2) การระบุสมมติฐาน 3) การอุปมาน 4) การตีความ 5) การประเมินการอ้างเหตุผล

Decaroli (1973) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ อย่างสอดคล้องกัน ดังนี้

1. การนิยาม เป็นการกำหนดปัญหาทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของคำ และ ข้อความ และกำหนดเกณฑ์ เป็นความสามารถในการระบุลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ระบุปัญหาได้ รวบรวม สารสำคัญและจุดเด่นของเรื่องราวต่างๆ

2. ทักษะการวิเคราะห์ เป็นการพัฒนาข้อมูลอย่างละเอียด แยกย่อยโดยการคำนึงถึง ความสัมพันธ์เชิงเหตุผลเพื่อทำความเข้าใจกับสิ่งนั้น จนสามารถประเมินค่าและตัดสินใจได้ สามารถ สังเกต จำแนกแยกแยะ บอกรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ จุดต่าง จุดรวมของสิ่งต่าง ๆ และสามารถจัดหมวดหมู่ข้อมูล

3. ทักษะการสังเคราะห์ เป็นการประมวลผลข้อมูล ทักษะการระบุข้อมูลที่จำเป็น การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวข้องและจัดระบบข้อมูลแล้วสามารถเลือกใช้ข้อมูลได้ว่า ข้อมูลใดจำเป็น หรือไม่จำเป็น ข้อมูลใดน่าเชื่อถือหรือไม่

4. การตีความข้อเท็จจริง และการสรุปอ้างอิงจากหลักฐาน การระบุอคติ การลำเอียง

5. การใช้เหตุผลโดยระบุเหตุและความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์

6. การประเมินผล โดยการตัดสินใจคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผล โดยนำผลที่ได้ ไปเปรียบเทียบกันรู้ว่าข้อมูลใดเป็นข้อเท็จจริง เป็นข้อคิดเห็น ระบุได้ว่าสิ่งใดเป็นอคติ สิ่งใดเกี่ยวข้อง หรือไม่เกี่ยวข้องสิ่งใดถูกหรือผิดจนสามารถตัดสินใจได้

7. การประยุกต์ใช้ หรือนำไปปฏิบัติในสถานการณ์ใหม่

8. การประเมินความสำเร็จของคำตอบ โดยการใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจเพียงพอ ของคำตอบตามทฤษฎี

Gagne (1985) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไว้ว่าเป็นกระบวนการ ที่เริ่มจากสัญลักษณ์ทางภาษา จนโยงมาเป็นความคิดรวบยอด เป็นกฎเกณฑ์นำกฎเกณฑ์ไปใช้โดย มีขั้นตอนดังนี้

1. สังเกตให้ผู้เรียนสังเกต รับรู้ และพิจารณา ข้อความ หรือภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นให้ ทำกิจกรรมรับรู้ เข้าใจได้ความคิดรวบยอดที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ สรุปเป็น ใจความสำคัญ ครบถ้วน ตรงตามหลักฐานข้อมูล

2. อธิบาย ให้ผู้เรียนอธิบายหรือตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับสิ่งที่กำหนดเน้นการใช้เหตุผลด้วยหลักการ กฎเกณฑ์ อ้างหลักฐานข้อมูลประกอบให้ นำเชื่อถือ

3. รับฟังให้ผู้เรียนได้ฟังความคิดเห็นที่แตกต่างจากความคิดเห็นของตนได้ฟังและตอบคำถามตามความคิดเห็นที่แตกต่างกัน เน้นการปรับเปลี่ยนความคิดอย่างมีเหตุผล ไม่ใช่อารมณ์หรือถือความคิดเห็นของตนเป็นใหญ่

4. เชื่อมโยงความสัมพันธ์ให้ผู้เรียนได้เปรียบเทียบความแตกต่างและความคล้ายคลึงของสิ่งต่าง ๆ จัดกลุ่มสิ่งที่เป็นพวกเดียวกัน หาเหตุหรือกฎเกณฑ์มาเชื่อมโยงในลักษณะ อุปมาอุปไมย

5. วิจาร์ณ จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนวิเคราะห์เหตุการณ์ คำกล่าว แนวคิดหรือการกระทำที่กำหนด แล้วให้จำแนกหา ข้อดี ข้อด้อย ส่วนดี ส่วนด้อย ส่วนสำคัญหรือส่วนที่มาสำคัญจากสิ่งนั้น ด้วยการยกเหตุผลและหลักฐานประกอบเช่น บอกว่าการกระทำนั้นไม่เหมาะสม เพราะอะไร ทำถูกต้องเพราะอะไร

6. สรุปลให้ผู้เรียนได้พิจารณาการกระทำ หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงเกี่ยวข้องกัน แล้วสรุปผลอย่างตรงไปตรงมาตามหลักฐานข้อมูล เช่น การกระทำนั้นผู้เรียนเห็นว่าเป็นการ กระทำที่ถูกต้องควรประพฤติปฏิบัติอย่างไร มีเหตุผลสนับสนุนอย่างไร ข้อความที่กล่าวมานั้น เชื่อถือได้หรือไม่อย่างไร

Dressel and Mayhew (1957) กล่าวไว้ว่ากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย 5 ขั้น

1. การนิยามปัญหา เป็นความสามารถในการกำหนดปัญหา ข้อโต้แย้ง วิเคราะห์ ข้อความหรือข้อมูลที่คลุมเครือให้ชัดเจน และเข้าใจความหมายของคำหรือข้อความ หรือแนวคิด ภายในขอบเขตข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ระบุงค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา จัดองค์ประกอบของ ปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอน

2. การรวบรวมข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการพิจารณาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยความเป็นปรนัย เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือแสวงหาข้อมูลที่ถูกต้องและชัดเจนมากยิ่งขึ้น

3. การจัดระบบข้อมูล เป็นความสามารถในการแสวงหาแหล่งที่มาของข้อมูล วินิจฉัยความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ระบบ ข้อตกลงเบื้องต้นของข้อความ พิจารณาความเพียงพอของ ข้อมูลจัดระบบโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกัปัญหาข้อเท็จจริงกับความคิดเห็น พิจารณาข้อมูลที่แสดงถึงความลำเอียงและการโฆษณาชวนเชื่อ และตัดสินความขัดแย้งของข้อความ และเสนอข้อมูลได้

4. การเลือกสมมติฐาน เป็นความสามารถในการเลือกสมมติฐาน ที่สามารถเป็นไปได้มากที่สุดมาพิจารณาเป็นอันดับแรก การกำหนดสมมติฐานจากความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างสมมติฐานกับข้อมูลพิจารณาทางเลือกหลาย ๆ ทางในการแก้ปัญหา

5. การสรุปเป็นความสามารถในการคิดพิจารณาข้อความคลุมเครือของข้อมูล โดยจำแนกข้อมูลที่เหตุผลหนักแน่น และน่าเชื่อถือว่ามีความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา เพื่อไปสู่การ ตัดสินใจสรุป ถ้าการสรุปไม่มีเหตุผลเพียงพอต้องมีการหาเหตุผลเพิ่มเติมมาพิจารณาตัดสินการ สรุปใหม่ แล้วจึงนำข้อมูลสรุปและหลักการไปประยุกต์ใช้

ชนาธิป พรกุล (2544) ได้อธิบายแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. นิยาม ได้แก่ การระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหา ข้อสรุป ระบุเหตุผล การตั้งคำถามที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ การระบุเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น
2. การตัดสินข้อมูล ได้แก่ การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การตัดสิน ความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา
3. การอ้างอิงในการแก้ปัญหาและการสรุปอย่างสมเหตุสมผล ได้แก่การอ้างอิงและตัดสินใจในการสรุปแบบอุปมาและนิรนัย

ทศนา แคมมณี (2541) ได้อธิบายกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณซึ่งมีวิธีคิดดังนี้

1. ตั้งเป้าหมายในการคิด
2. ระบุประเด็นในการคิด
3. ประมวลข้อมูลทั้งทางด้านข้อเท็จจริงและความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่คิด ทางกว้าง ทางลึก และทางไกล
4. วิเคราะห์ จำแนก แยกแยะ จัดหมวดหมู่ของข้อมูลและเลือกข้อมูลที่จะนำมาใช้
5. ประเมินข้อมูลที่จะใช้ในแง่ความถูกต้อง ความเพียงพอ และความน่าเชื่อถือ
6. ใช้หลักเหตุผลในการพิจารณาข้อมูล เพื่อแสวงหาทางเลือกหรือคำตอบที่สมเหตุสมผลตามข้อที่มี
7. เลือกทางเลือกที่เหมาะสมโดยพิจารณาถึงผลที่จะตามมาและคุณค่าหรือ ความหมายที่แท้จริงของสิ่งนั้น
8. ชั่งน้ำหนักผลได้ผลเสีย คุณโทษในระยะสั้นและระยะยาว
9. ไตร่ตรอง ทบทวนกลับไปกลับมาให้รอบคอบ
10. ประเมินทางเลือกและลงความเห็นเกี่ยวกับประเด็นที่คิด

2.5.6 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2552) สรุปแนวทางในการพัฒนาความสามารถใน การคิดอย่างมี วิจารณญาณให้แก่นักเรียนว่าครูผู้สอนมีส่วนสำคัญในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น

1. ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกระบวนการสอน โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้น กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างเป็นระบบ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ นักเรียนรู้จักคิดในสิ่งที่เรียน รู้จักคิดในแง่ของการตีความหมายในรายละเอียด รู้จักขยายผลของ สิ่งที่เกิด

และปรับสิ่งที่ได้จากการคิดดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ฝึกให้นักเรียนได้รู้ปัญหา วิธีแก้ไขปัญหา บนพื้นฐานของข้อมูลต่าง ๆ โดยนำมาวิเคราะห์ พิจารณาความน่าเชื่อถือก่อนการตัดสินใจ ประเด็นสำคัญคือการสร้างให้นักเรียนรู้จักคิดก่อนทำ และสามารถอธิบายการกระทำของตนว่ามีเหตุผลอย่างไร การฝึกให้นักเรียนมีเหตุผลจะใช้คำถามว่า “ทำไม” ให้นักเรียนตอบ โดยมีพื้นฐานรองรับอยู่เสมอ

2. ส่งเสริมให้นักเรียนตัดสินใจด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนตัดสินใจด้วยตนเอง เป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด มีความเชื่อมั่นในตนเองและมีความรู้สึกรู้สีกที่เป็นอิสระซึ่ง ผู้สอนอาจจัดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ทั้งในและนอกโรงเรียน และให้นักเรียนได้มีโอกาสตัดสินใจ ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นการฝึกฝนและพัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณ อันเป็นพื้นฐาน สำคัญที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง

3. จัดสื่อการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งสื่อมีหลายรูปแบบสื่อสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือ บทความประเภทต่าง ๆ หนังสือพิมพ์ นิตาน ฯลฯ เมื่อนักเรียนอ่านแล้วครูอาจใช้คำถามฝึกการคิดเช่นเรื่องนี้คล้ายคลึงหรือแตกต่างกันอย่างไร ความสัมพันธ์เชิงเหตุผลในการอ่านจะช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้อีกวิธีหนึ่ง ครูอาจจัดทำแบบฝึกหัดทักษะการเรียนรู้ให้นักเรียน ซึ่งอาจมีรูปแบบหลากหลายเช่น สถานการณ์ จำลอง และครูใช้คำถามเพื่อฝึกการคิดหลังจากนักเรียนอ่านสถานการณ์แล้ว หรือฝึกการคิดจากภาพเป็นต้น

4. ฝึกให้นักเรียนมีการอภิปรายร่วมกันตามหัวข้อต่าง ๆ ที่น่าสนใจหรือเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันจากข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ จากความคิดเห็นของบุคคลต่าง ๆ ในข่าวประจำวัน จากการ์ตูนล้อการเมือง จะทำให้นักเรียนมีทักษะในการอภิปรายเชิงวิเคราะห์ วิวิจารณ์ ฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการลงข้อสรุปและรู้จักประเมินความคิดเห็นของผู้อื่น ทำให้นักเรียนรู้จักการ อ้างเหตุผล และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นกลาง

5. ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักวางแผนการทำงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ โดยแนะนำให้นักเรียนวางแผนตรวจสอบขั้นตอนการดำเนินงานว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายหรือไม่โดยมีข้อมูลหลักฐานในการตรวจสอบและใช้เหตุผลในการพิจารณาตัดสินใจปรับปรุง หรือดำเนินงาน ตามแผน และรู้จักวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม รอบคอบและควบคุมตนเองให้ ดำเนินงานตามแผนการทำงานหรือกิจกรรมใด ๆ ก็ตามที่ครูฝึกให้นักเรียนรู้จักวางแผนการยอมเป็นการดำเนินงานและมีการตรวจสอบ ตลอดจนเมื่อมีการดำเนินงานตามแผนแล้วมีการ ประเมินผลการดำเนินงานนั้นจัดได้ว่าเป็นแนวทางหนึ่งที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้การคิดอย่างมี วิจารณญาณ

การจัดการเรียนรู้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีนักการศึกษาหลายท่านต่างได้ให้แนวคิด ทฤษฎี หลักการเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ว่ามีขั้นตอนการดำเนินการฝึกทักษะ การคิดที่หลากหลายแตกต่างกัน แต่ส่วนใหญ่แล้วจะมี ขั้นตอนใหญ่ ๆ ที่คล้ายคลึงกัน คือเริ่มจากการ

ทำความเข้าใจกับปัญหา ประเด็นสำคัญ สถานการณ์ที่พบ จากนั้นก็จะมีการรวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการนำมาเป็น แนวทางในการแก้ปัญหา โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล การพิจารณาข้อมูลเพื่อหาทางเลือก คือคำตอบที่ถูกต้องอย่างรอบคอบ และมีการประเมินทางเลือกหลายทางว่าทางเลือกใดเหมาะสมที่สุด จากนั้นก็จะสามารถสรุปและตัดสินใจได้

จากการพิจารณาแนวคิดและกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย กระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคิด เริ่มจากปัญหา แล้วมีการศึกษา ปัญหานั้นให้ชัดเจน การรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล จึงนำไปสู่การตัดสินใจที่ถูกต้อง กระบวนการที่กล่าวมานี้เน้นว่ามีความจำเป็นกับการดำรงชีวิตในสังคมในยุคศตวรรษที่ 21 ในเรื่องการเชื่อสิ่งใดนั้นจะต้องมีการคิดและตัดสินใจด้วยข้อมูลและหลักการแห่งเหตุผล เนื่องจากเกิดปัญหาความขัดแย้งขึ้นในสังคม ความเชื่อและการกระทำที่ไร้เหตุผลและความไม่รู้เท่าทันกับกระแสการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น การรู้จักแสวงหาข้อมูลข่าวสารและความรู้จึงเป็นสิ่งจำเป็นและเป็นพื้นฐานสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งข้อมูลที่ดีจะต้องเป็นข้อมูลที่มีความชัดเจน มีสาระความรู้ที่ถูกต้องข้อมูลเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง สมเหตุสมผล และเชื่อถือได้ มีกระบวนการสรุปทั้งเชิงนิรนัยและอุปนัย และคำนึงถึงการตัดสินใจ คุณค่าที่แท้จริง และการได้มาซึ่งข้อมูลเป็นไปอย่างหลากหลายวิธีและหลายแหล่งมีการปฏิสัมพันธ์กับคนอื่นเพื่อได้ข้อมูลที่หลากหลายและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น การประยุกต์ใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณกับวิธีการสอนและเทคนิคการสอนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนและเทคนิคการสอนในรูปแบบต่าง ๆ ได้ เช่น วิธีสอนการแบบวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสอน คือ (1) กำหนดปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา (2) ตั้งสมมติฐาน (3) ทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล (4) วิเคราะห์ข้อมูล (5) สรุปผล การใช้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถนำไปใช้ได้ทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ แบบวิทยาศาสตร์ คือ ฝึกให้นักเรียนคิดบนพื้นฐานข้อมูลที่มีเหตุผลว่าเป็นจริง แล้วจึงตัดสินใจซึ่งเป็นไปตามการจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ และวิธีการสอนแบบแก้ปัญหา การฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถนำไปใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ของวิธีสอนและแก้ปัญหาได้อย่างสอดคล้องกัน ดังนี้ (1) ตั้งปัญหา (2) ตั้งสมมติฐาน (3) วางแผนแก้ปัญหา (4) เก็บรวบรวมข้อมูล (5) สรุปผล (6) การตรวจสอบและการประเมินผลเป็นต้น

จากการศึกษาวิธีการ แนวทางและกระบวนการของการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีพอยู่ในสังคมคนในยุคศตวรรษที่ 21 เป็นสังคมแห่งการเร่งรีบสังคมแห่งการแข่งขันทางเทคโนโลยี ความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีมาพร้อมกับความเสื่อมทางวัฒนธรรมและจิตใจของคน การเสพข่าวสารที่ไม่ได้มีการคิดโดยใช้วิจารณญาณกลั่นกรองก่อนอย่างรอบคอบ จะทำให้เป็นภัยต่อตัวเองและคนในสังคมได้ ทักษะ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณมีประโยชน์ต่อการเสพข่าวสารและเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อให้รู้เท่าทันที่เป็นภัยคุกคาม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา

2.6 ความพึงพอใจ

2.6.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ (Satisfaction) เป็นคำที่มีความหมายที่หลากหลาย นักการศึกษาและนักพัฒนาหลักสูตรหลายคนได้ให้ความหมายไว้ดังต่อไปนี้

เสาวภาคย์ ปฐมพลษ์วงษ์ (2558) ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติ ที่เป็นไปตามความคาดหวัง หรือมากกว่าที่คาดหวัง ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อได้รับสิ่งที่ต้องการหรือบรรลุเป้าหมายหากความต้องการหรือจุดหมายนั้นไม่ได้รับการตอบสนอง ความพึงพอใจจะลดลงหรือไม่เกิดขึ้น

จาริณี อิศรากร ณ อยุธยา (2559) ความพึงพอใจ หมายถึง ทัศนคติที่เป็นนามธรรมเกี่ยวกับจิตใจ อารมณ์ ความรู้สึกที่บุคคลมีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด นอกจากนี้ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกด้านบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อาจเกิดจากความคาดหวังหรือเกิดต่อเมื่อสิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้องการให้แก่บุคคลได้ซึ่งความพึงพอใจที่เกิดขึ้นสามารถเปลี่ยนไปตามค่านิยมหรือประสบการณ์ของตัวบุคคล

ชนิดา ทาระเนต (2560) ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่เป็นความรู้สึกในทางบวก ความรู้สึกที่ดีต่อการปฏิบัติกิจกรรม เมื่อได้รับผลสำเร็จหรือผลตอบแทนจากการปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ

ดาวสวรรค์ รื่นรมย์ (2560) ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติของผู้ใช้บริการ หลังได้รับบริการหรือระหว่างการใช้บริการได้บรรลุเป้าหมาย หรือได้รับบริการที่ตรงกับสิ่งที่ผู้บริการคาดหวังหรือดีเกินกว่าความคาดหวัง ซึ่งสังเกตได้จากการแสดงออกทางสายตา คำพูด หรือพฤติกรรมต่าง ๆ

อรศศิพัชร์ ศิริวรรณพร (2560) ความพึงพอใจ หมายถึง การประเมินระหว่างสิ่งที่ผู้บริโภคคาดหวังกับสิ่งที่เขาได้รับ หากผู้บริโภคพบว่าสิ่งที่เขาได้รับซื้อหรือการใช้สินค้าใด ๆ ดีกว่าที่เขาคาดหวังไว้ผู้บริโภคจะรู้สึกถึงความพึงพอใจ และความพึงพอใจนี้เอง ที่จะทำให้ผู้บริโภคลดความลังเลในการตัดสินใจซื้อลง รวมถึงการสนับสนุนให้เกิดพฤติกรรมการใช้ซ้ำ และพฤติกรรมการบอกต่อ

จากการศึกษาความหมายของความพึงพอใจที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด หรือเจตคติที่ดีของบุคคลที่มีต่อการทำงานหรือการปฏิบัติกิจกรรมทั้งทางบวกและทางลบ ถ้าเป็นทางบวกก็จะทำให้เกิดผลดีต่อการปฏิบัติงานที่ทำ แต่ถ้าเป็นทางลบก็จะ

เกิดผลเสียต่อการปฏิบัติงานนั้นได้ การทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การที่บุคคลจะเรียนรู้หรือมีพัฒนาการและความเจริญงอกงามนั้น บุคคลจะต้องอยู่ในสภาวะพึงพอใจ สุขใจเป็นเบื้องต้นนั้นคือบุคคลต้องได้รับการจูงใจในทั้งในลักษณะนามธรรมและรูปธรรม

2.6.2 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

การปฏิบัติงานใด ๆ ก็ตาม การที่ผู้ปฏิบัติงานจะเกิดความพึงพอใจต่อการทำงานนั้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งจูงใจในงานที่มีอยู่การสร้างสิ่งจูงใจหรือแรงกระตุ้นให้เกิดกับผู้ปฏิบัติงานจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้การปฏิบัติงานนั้น ๆ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ มีนักการศึกษาในสาขาต่าง ๆ ได้ศึกษาค้นคว้าและตั้งทฤษฎีเกี่ยวกับการจูงใจในการทำงานไว้ ดังนี้

Herzberg (1959) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เป็นมูลเหตุที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในการทำงาน 2 ปัจจัย คือ

1. ปัจจัยกระตุ้น (Motivation Actors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการงานซึ่งมีผลก่อให้เกิดความพึงพอใจในการทำงานเช่น ความสำเร็จของงาน การได้รับการยอมรับนับถือลักษณะของงาน ความรับผิดชอบ และความก้าวหน้าในตำแหน่งการงาน

2. ปัจจัยค้ำจุน (Hygiene Factor) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในการทำงานและมีหน้าที่ให้บุคคลเกิดความพึงพอใจในการทำงานเช่น โอกาสที่เจริญก้าวหน้าในอนาคต สถานะของอาชีพ สภาพของการทำงาน เป็นต้น

การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ความพึงพอใจเป็นสิ่งสำคัญที่จะกระตุ้นให้นักเรียนที่ได้รับมอบหมาย หรือต้องการปฏิบัติให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ครูผู้สอน ซึ่งในสภาพปัจจุบันเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก หรือให้คำปรึกษาจึงต้องคำนึงถึงความพึงพอใจในการเรียนรู้ การทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้หรือการปฏิบัติงาน มีแนวคิดพื้นฐานที่แตกต่างกัน 2 ลักษณะ คือ

1. ความพึงพอใจนำไปสู่การปฏิบัติงาน การตอบสนองความต้องการผู้ปฏิบัติงานจนเกิดความพึงพอใจ จะทำให้เกิดแรงในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานที่สูงกว่าผู้ไม่ได้รับการตอบสนองที่ชนะตามแนวความคิด ดังกล่าวสามารถแสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.2 ความพึงพอใจนำไปสู่ผลการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ

2. ผลของการปฏิบัติงานไปสู่ความพึงพอใจ ความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจ และผลการปฏิบัติงานจะถูกเชื่อมโยงด้วยปัจจัยอื่น ๆ ผลการปฏิบัติงานดีจะนำไปสู่ผลตอบแทนที่เหมาะสม ซึ่งในที่สุดจะนำไปสู่การตอบสนอง ความพึงพอใจ ผลการปฏิบัติงานย่อมได้รับการตอบสนอง ในรูปของรางวัลหรือผลตอบแทน ซึ่งแบ่งออกเป็นผลตอบแทนภายในและผลตอบแทนภายนอก โดยผ่านการรับรู้เกี่ยวกับความยุติธรรมของผลตอบแทน ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณของผลตอบแทนที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับนั้นคือความพึงพอใจในงานของผู้ปฏิบัติงานจะถูกกำหนดโดยความแตกต่างระหว่างผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจริงการรับรู้เรื่องราวเกี่ยวกับความยุติธรรมของผลตอบแทนที่รับรู้แล้วความพึงพอใจย่อมเกิดขึ้น

Maslow (1970) ได้เสนอทฤษฎีลำดับขั้นของความต้องการ (Hierarchy of Needs) นับว่าเป็นทฤษฎีหนึ่งที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง ซึ่งตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่ามนุษย์เรามีความต้องการ อยู่เสมอไม่มีที่สิ้นสุด เมื่อต้องการได้รับการตอบสนองหรือพึงพอใจอย่างใดอย่างหนึ่งแล้ว ความต้องการ สิ่งอื่น ๆ ก็เกิดขึ้นมาอีก ความต้องการของคนเราอาจจะซ้ำซ้อนกันความต้องการอย่างหนึ่งอาจยังไม่หมดไป ความต้องการอีกอย่างหนึ่งอาจเกิดขึ้นได้ ความต้องการของมนุษย์มีลำดับขั้น ดังนี้

1. ความต้องการทางร่างกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ เน้นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิต ได้แก่ อาหาร อากาศ และที่อยู่อาศัย
2. ความต้องการความปลอดภัย (Safety Needs) ความมั่นคงในชีวิตทั้งที่เป็นอยู่ปัจจุบัน และอนาคต ความเจริญก้าวหน้า และความอบอุ่นใจ
3. ความต้องการทางสังคม (Social Needs) เป็นสิ่งจูงใจที่สำคัญต่อการเกิดพฤติกรรม ต้องการให้สังคมยอมรับตนเองเข้าเป็นสมาชิก ต้องการความเป็นมิตร ความรักจากเพื่อนร่วมงาน
4. ความต้องการมีฐานะ (Esteem Needs) มีความอยากเด่นในสังคม มีชื่อเสียงอยาก ให้บุคคลยกย่องสรรเสริญตัวเอง
5. ความต้องการที่จะประสบความสำเร็จในชีวิต (Self - actualization Needs) เป็นความต้องการในระดับสูง อยากให้ตนเองประสบความสำเร็จทุกอย่างในชีวิต ซึ่งเป็นไปได้ยาก

Scott (1970) ได้เสนอแนวคิดในเรื่อง การจูงใจให้เกิดความพึงพอใจต่อ การทำงานที่จะให้เกิดผลเชิงปฏิบัติ มีลักษณะดังนี้

1. งานควรมีส่วนสัมพันธ์กับความปรารถนาส่วนตัว งานนั้นจะมีความหมาย
2. งานนั้นต้องมีการวางแผนและวัดความสำเร็จได้ โดยใช้ระบบการทำงานและการควบคุม ที่มีประสิทธิภาพ
3. เพื่อให้ได้ผลในการสร้างสิ่งจูงใจในภายในเป้าหมายของงาน จะต้องมีลักษณะดังนี้
 - 3.1 คนทำงานมีส่วนในการตั้งเป้าหมาย
 - 3.2 ผู้ปฏิบัติได้รับทราบผลสำเร็จในการทำงานโดยตรง
 - 3.3 งานนั้นสามารถทำให้สำเร็จได้

สรุปได้ว่าความพึงพอใจในการเรียนและผลการเรียนของผู้เรียนจะมีความสัมพันธ์กันในทางบวกนี้ ขึ้นอยู่กับว่ากิจกรรมที่ครูจัดให้ผู้เรียน การปฏิบัติกิจกรรมหากตอบสนองความต้องการทางด้านร่างกายและจิตใจของผู้เรียน ผลตอบแทนภายในเป็นผลด้านความรู้สึกของผู้เรียนที่เกิดแก่ตัวผู้เรียนเอง เช่น ความรู้สึกต่อความสำเร็จที่เกิดขึ้นเมื่อสามารถเอาชนะความยุ่งยากต่าง ๆ และสามารถดำเนินงานภายใต้ความยุ่งยากทั้งหลายได้สำเร็จ ทำให้เกิดความภาคภูมิใจ ความมั่นใจ ตลอดจนได้รับการยกย่องจากบุคคลอื่น ส่วนผลตอบแทนภายนอกเป็นรางวัลที่ผู้อื่นมอบให้ เช่น การได้รับคำยกย่องชมเชยจากครู พ่อแม่ ผู้ปกครอง หรือแม้แต่ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่น่าพอใจ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดความสมบูรณ์ของชีวิตมากขึ้นเพียงใด นั่นคือสิ่งที่ครูผู้สอนจะคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ในการเสริมสร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

2.6.3 การวัดเจตคติของผู้เรียน

แบบวัดแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) แบบวัดนี้จะถามความรู้สึกหรือเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ให้ผู้ตอบเลือกระดับความรู้สึกจากมากไปหาน้อย เช่น เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยให้คะแนนเป็น 5 4 3 2 และ 1 ถ้าข้อความเป็นบวก (Positive Statement) เช่น ข้าพเจ้าชอบอ่านหนังสือเรียนภาษาอังกฤษ และให้คะแนน 1 2 3 4 และ 5 ถ้าข้อความเป็นลบ (Negative Statement) เช่น ภาษาอังกฤษเป็นวิชาที่น่าเบื่อเป็นต้นการแปลผลให้รวมคะแนนทั้งหมดของแบบวัด ถ้ามีคะแนนสูง แสดงว่ามีเจตคติต่อสิ่งนั้นในทางบวก หลักการเขียนข้อความวัดเจตคติ มีดังนี้

2.6.3.1 เป็นข้อความที่บ่งบอกทิศและระดับของความรู้สึก

2.6.3.2 ไม่เป็นข้อความที่เป็นข้อเท็จจริง (Fact) เกี่ยวกับเรื่องนั้น เพราะผู้ตอบจะเห็นด้วยเสมอ ทำให้ไม่ทราบความรู้สึกของผู้ตอบ

2.6.3.3 ข้อความต้องมีความชัดเจนมีความหมายแน่นอน ไม่กำกวม

2.6.3.4 ข้อความหนึ่ง ๆ ควรถามความคิดเห็นเพียงอย่างเดียว เพราะผู้ถามหลายความคิดเห็นในข้อความเดียวกัน จะทำให้ยากต่อการแสดงความคิดเห็น

2.6.3.5 ควรมีข้อความที่ถามทั้งด้านบวกและด้านลบ

2.6.3.6 ข้อความที่ถาม สามารถวิพากษ์วิจารณ์ (Debate) ได้ เพื่อให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นทั้งในทางเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย ควรหลีกเลี่ยงการใช้คำบางคำ เช่น เสมอ ทั้งหมด ไม่เคยเลย เท่านั้นเพียงเล็กน้อย เป็นต้น

2.6.3.7 ใช้ข้อความที่กล่าวถึงเหตุการณ์หรือเรื่องราวที่เป็นปัจจุบัน เพราะจะช่วยให้เจตคติของบุคคลในสภาวะปัจจุบัน

2.6.3.8 หลีกเลี่ยงข้อความที่ไม่สามารถแสดงความคิดเห็นได้หรือไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่วัด

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

นัสรินทร ปือชา (2557) ทำการศึกษาวิจัย ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการ ร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) อยู่ในระดับมาก

รักษศิริ จิตอารี (2557) ทำการศึกษาวิจัย การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM EDUCATION เพื่อเสริมสร้างการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM Education เพื่อเสริมสร้างการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (2) เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบ (3) เพื่อทดลองใช้และศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบ (3.1) เปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน ด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น (3.2) ศึกษากระบวนการเรียนรู้อัตโนมัติของนักเรียน ดำเนินการวิจัยลักษณะวิจัย และพัฒนากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนภูคาวิทยาคม สพ. น่าน เขต 2 โดยการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ รูปแบบ แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ผลการวิจัย พบว่า (1) การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มีความสำคัญและเป็นสมรรถนะที่สำคัญยิ่งต่อนักเรียนจัดเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 5 ชั้น (2) ผลการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่ารูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.21$, S.D. = 0.55) (3) ผลการทดลองใช้รูปแบบ พบว่านักเรียนที่มีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้านสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยแยกเป็นหลายด้าน ด้านการระบุคำถามทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุนัชชา เดชสุภา (2558) ได้ทำการศึกษาวิจัยการพัฒนาชุดการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องหน่วยของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องหน่วยของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ($E_1/E_2 = 80/80$) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ (1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (3) แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปี การศึกษา 2558 โรงเรียนประภัสสรวิทยา ใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียนจาก 3 ห้องเรียนมีนักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง 36 คนสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า (1) การพัฒนาชุดการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หน่วยของ สิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประภัสสรวิทยา จำนวน 5 ชุดการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพแต่ละชุด ดังนี้ 84.05/85.00, 83.51/85.56, 82.43/82.50, 83.79/83.61 และ 86.22/84.44 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์เป้าหมาย (2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (3) ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (4) ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุวิธิตา ล้านสา (2558) ได้ทำการศึกษาวิจัย การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และจิตวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาหาข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และจิตวิทยาศาสตร์ (2) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และจิตวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (3) ทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และจิตวิทยาศาสตร์ และ (4) เพื่อประเมินและปรับปรุงชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และจิตวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพรหมตำหนักสวนกุหลาบ มหามงคล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จังหวัดนครปฐม จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการดำรงชีวิตของพืช (2) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (3) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่องการดำรงชีวิต (4) แบบทดสอบวัดความสามารถ

ในการคิดวิเคราะห์ (5) แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ (6) แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การทดสอบค่าที (t-test Dependent) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ผลวิจัยพบว่า (1) ข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากนักเรียน ครู ผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ควรมีเนื้อหาให้ความรู้ ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายชัดเจน มีภาพประกอบสีสันสวยงาม (2) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีทั้งหมด 5 ชุดกิจกรรม แต่ละชุดกิจกรรมประกอบด้วย (1) ชื่อชุดกิจกรรม (2) คำนำ (3) สารบัญ (4) คำชี้แจง (5) สารระสำคัญ/จุดประสงค์ (6) ใบความรู้/ใบกิจกรรม (7) แบบทดสอบก่อนเรียน (8) แบบทดสอบหลังเรียน และมีค่าประสิทธิภาพ 81.40/85.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้ (3) ผลการทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า การเรียนการสอนดำเนินการได้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนให้ความสนใจ และมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างสนุกสนาน (4) ผลการใช้ชุดกิจกรรม พบว่า ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีผลการเรียนรู้ เรื่องการดำรงชีวิตของพืช หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ .05 ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญที่ .05 ผู้เรียนมีคุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์หลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งอยู่ในระดับสูง ผู้เรียนมีความคิดเห็นต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับเห็นด้วยมาก

โอนดาซ์ รัชเวทย์ (2558) ได้ทำการศึกษาวิจัย การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ในศตวรรษที่ 21 โดยชุดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่องการแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาเรื่อง การแยกสาร (2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง การแยกสาร (3) เพื่อศึกษาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของผู้เรียนโดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 ภาควิชา 2558 โรงเรียนสันทรายหลวง อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา เชียงใหม่ เขต 2 จำนวน 1 ห้องละ 22 คน โดยได้จากการเลือกแบบสุ่มอย่างง่าย ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาเรื่องการแยกสาร ที่สร้างขึ้นนั้น มีค่าประสิทธิภาพของ ชุดการเรียนการสอนที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ และทดสอบประสิทธิภาพกับนักเรียน กลุ่มตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 77/76 สูงกว่าที่ตั้งไว้คือ 75/75 (2) เมื่อใช้ชุดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาเรื่อง การแยกสาร พบว่าในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 7 เป็นการให้ความรู้ทางด้าน การแยกสาร (วิทยาศาสตร์) ส่วนการจัดกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องมาแยกสารกันเถอะ เป็นการประเมินผลความรู้ของนักเรียนโดยกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนทำการทดลองแยกสารโดยการออกแบบการทดลอง (วิศวกรรมศาสตร์)

อาทิตยา พูนเรือง (2558) ทำการศึกษาวิจัย การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ที่ชักตัวอย่างแบบเจาะจงจากโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ บทปฏิบัติการ (รวมทั้งเรื่อง กรดฟอสฟอริก) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติที่แบบกลุ่มที่ศึกษาที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัย พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($p < .05$)

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2559) ได้ทำการวิจัยเพื่อจัดทำข้อเสนอแนะนโยบาย การส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาสภาพ ปัจจุบันและปัญหาการจัดการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย ทั้งในระดับนโยบายและการ ขับเคลื่อนนโยบายสู่การปฏิบัติ (2) เพื่อศึกษาการพัฒนาการจัดการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาในมิติต่าง ๆ จากต่างประเทศ และเลือกศึกษาแนวปฏิบัติที่ดี (Best Practice) เพื่อนำมาปรับใช้กับประเทศไทย (3) เพื่อจัดทำข้อเสนอแนะนโยบายการส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย ผลการวิจัยพบว่า (3.1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 (3.2) นักเรียนที่ได้รับการ จัดการการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

สืบพงษ์ ปราบใหญ่ (2560) ได้ทำการศึกษาวิจัย นวัตกรรมการเรียนรู้กับการส่งเสริม สะเต็มศึกษา สะเต็มศึกษามีความสำคัญต่อประเทศไทยเนื่องจากช่วยพัฒนาบุคลากรทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยที่นวัตกรรมการเรียนรู้เป็นสิ่งที่นำมาใช้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ควบคู่กับ สะเต็มศึกษาเพื่อช่วยสร้างกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความสำเร็จในการนำนวัตกรรม การเรียนรู้กับการส่งเสริมสะเต็มศึกษาสามารถช่วยกระตุ้นความสนใจและเพิ่มขีดความสามารถ ของนักเรียนให้สูงขึ้น ประโยชน์ของการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และ คณิตศาสตร์ (STEM) ช่วยพัฒนาองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีส่งเสริมความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจของ ประเทศ สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน ยกกระดับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปรับปรุงการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ผ่านสะเต็มศึกษา การส่งเสริมการศึกษาด้านเทคโนโลยี ผ่านนวัตกรรมการเรียนรู้กับการส่งเสริมสะเต็มศึกษาในชั้นเรียนของผู้เรียนยังสามารถช่วยพัฒนา

ทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และทักษะการแก้ปัญหา ความสามารถในการประเมินข้อมูลที่ซับซ้อนและแก้ปัญหาที่ยุ่งยาก เพิ่มโอกาสในการทำงานและทำให้นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรมได้ในอนาคต

2.7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในและต่างประเทศ พบว่าชุดการจัดการจัดกิจกรรมเป็นสื่อการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทางการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้ดีกว่าการที่ไม่ใช้ชุดการสอน

Scott (2012) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย 10 แห่งทั่วสหรัฐอเมริกา โดยการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) โดยพยายามที่จะเตรียมนักเรียนให้ดีขึ้นสำหรับการประกอบอาชีพในสาขา STEM ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่เข้าเรียนหลักสูตรที่มุ่งเน้นเกี่ยวกับ STEM มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันดีกว่านักเรียนในสถาบันเดียวกันที่เรียนหลักสูตรที่แตกต่างกันไป นักเรียนที่ได้รับโอกาสและการสนับสนุนให้เข้าเรียนในหลักสูตร STEM จะได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา และฝึกงานจริงหรือทำโครงการสักชิ้นหนึ่งขึ้นมาเพื่อใช้ในการทำเรื่องขอสำเร็จการศึกษาจึงสามารถสำเร็จการศึกษาได้

Fang (2013) ได้ทำการศึกษาการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการระดมสมองผ่านกิจกรรมการเล่น Yo - yos ผลการวิจัยพบว่า จากการศึกษาทั้งหมด 122 คนพบว่านักเรียนระดมสมองร่วมกันสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ ผ่านการทำกิจกรรมการเล่น Yo - yos โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ในห้องเรียนกับชีวิตจริงได้ในการทำกิจกรรมผ่านการเล่น Yo - yos ทำให้นักเรียนสามารถระบุแนวความคิดทางฟิสิกส์ได้มากกว่า 50 แบบ ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิชาฟิสิกส์เพิ่มมากขึ้น

Estes (2014) ได้แบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning) ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยได้ศึกษานักเรียนเป็นรายกรณี ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการบูรณาการความรู้ได้หลากหลายสาขาวิชา และสามารถนำมาออกแบบเป็นโครงสร้างได้ สามารถคิดแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์และคิดอย่างเป็นระบบมากยิ่งขึ้น ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning) และการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกันทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากกว่าการเรียนการสอนแบบบรรยายเฉพาะเนื้อหาเพียงอย่างเดียว

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสะเต็มศึกษา พบว่าสะเต็มศึกษาเป็นนวัตกรรมที่สามารถที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนด้านการคิด และการแก้ปัญหา ให้ผู้เรียนได้บูรณาการการเรียนรู้จากการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) มาใช้ในการแก้ปัญหาได้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการศึกษา พัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา พบว่าเป็นการจัดการเรียนที่เหมาะสมกับพัฒนาการ ความต้องการและความสนใจของผู้เรียนระดับชั้น ประถมปลาย โดยผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกขั้นตอน ในระบบการทำงานแบบกลุ่มที่ แบ่งหน้าที่แต่ละคนภายในกลุ่มอย่างชัดเจน มีการบูรณาการใช้ความรู้ที่หลากหลายที่ คือ (1) วิทยาศาสตร์ (2) เทคโนโลยี (3) การออกแบบเชิงวิศวกรรม และ (4) คณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน ในกิจกรรมมีการกระตุ้นความคิดนักเรียนด้วยคำถามปลายเปิด เพื่อให้ให้นักเรียนคิด มีอิสระในการตอบ และเปิดโอกาสให้นักเรียน แสดงความคิดแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและภายในกลุ่ม ระหว่างกลุ่ม รวมถึงครูและนักเรียนร่วมกัน อภิปรายในเนื้อหาที่เรียน ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณและความพึงพอใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง โดยพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) เพื่อ (1) พัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง ให้มีประสิทธิภาพ 80/80 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ผู้วิจัยวัดองค์ประกอบ 3 ด้านคือ (2.1) ด้านความรู้ (Knowledge : K) (2.2) ด้านทักษะ (Process : P) และ (2.3) ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A) (3) การคิดอย่างมีวิจารณญาณผู้วิจัยวัดองค์ประกอบ 4 ด้านคือ (3.1) ด้านการนิยามปัญหา (3.2) ด้านการตัดสินใจ (3.3) ด้านการระบุนิยาม และ (3.4) ด้านสรุปอ้างอิง ส่วนความพึงพอใจของผู้เรียนผู้วิจัยวัดคุณลักษณะความรู้สึกรักที่คิดที่ดีของผู้เรียนต่อการทำงานหรือการปฏิบัติกิจกรรม ทั้งทางบวกและทางลบหลังจากได้รับแรงจูงใจทั้งในลักษณะนามธรรมและรูปธรรม

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่องการพัฒนาตารางตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1 จำนวน 44 โรงเรียน จำนวน 51 ห้อง จำนวนนักเรียน 1158 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาจารย์ จำนวน 20 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบยกกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยสุ่มโรงเรียนมา 1 โรงเรียน กรณีที่โรงเรียนที่มี 2 ห้องเรียนขึ้นไป จะทำการสุ่มห้องเรียนมา 1 ห้องเรียน แล้วใช้นักเรียนที่ได้จากการสุ่มเป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้สถิติ \bar{X} , S.D. ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม (E_1/E_2).

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สถิติ \bar{X} , S.D. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC), ค่าความยากง่าย (p), ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความเชื่อมั่น Lovett (r_{cc}) และ t-test (Dependent)

3.2.3 แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้สถิติ \bar{X} , S.D. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC), ค่าความยากง่าย (p), ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่น KR-20 (r_{tt}) และ t-test (Dependent)

3.2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้สถิติ \bar{X} , S.D. ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC), ค่าอำนาจจำแนก Item Total (r) และค่าความเชื่อมั่น (α) โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนนาค

3.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

ผู้วิจัยดำเนินการทำวิจัยด้วยตนเอง ตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.3.1 สร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามขั้นตอนการพัฒนา

3.3.1.1 ศึกษา แนวคิด ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดกิจกรรม ประเภท องค์กรประกอบและประโยชน์ของชุดกิจกรรม

1) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2) ความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM Education) แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา (STEM Education) เหตุผลที่จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา บทบาทของผู้สอนต่อการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ประโยชน์จากการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)

3) ความหมายของชุดการสอน/ชุดกิจกรรม/ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แนวคิด ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดกิจกรรม องค์กรประกอบของชุดกิจกรรม ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้

4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

3.3.1.2 การพัฒนา

1) แบบชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งประกอบด้วย (1) คู่มือครูและแผนการจัดการชุดกิจกรรม (2) วัตถุประสงค์ของกิจกรรม (3) คำชี้แจงเนื้อหากิจกรรมการจัดการชุดกิจกรรม (4) เนื้อหาสาระและสื่อ และ (5) การประเมินที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

2) ผู้วิจัยได้ใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558 มาปรับเป็นชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) จัดกิจกรรมในคาบเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ว16101 จำนวน 2 ชั่วโมง/สัปดาห์ รวมเวลา 12 ชั่วโมง โดยกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละชุดดังในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

วิเคราะห์กิจกรรมและระยะเวลาในการทำกิจกรรม

ชุดกิจกรรม	จุดประสงค์	เนื้อหา	ระยะเวลา
1. สวนหินที่รัก	รวบรวมข้อมูลและจำแนกหินตามเกณฑ์ของตนเองและจำแนกหินตามนักธรณีวิทยาได้	ลักษณะของหินการจำแนกหินองค์ประกอบของหินประโยชน์ของหินการเปลี่ยนแปลงหินในธรรมชาติ และสาเหตุที่ทำให้เกิดการกร่อนการเกิดธรณิพิบัติแก้ไขปัญหายุภัยพิบัติ1.หินแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกันจำแนกตามลักษณะที่สังเกตได้เป็นเกณฑ์เช่น สี เนื้อหิน ความแข็ง ความหนาแน่น	2 ชั่วโมง
2. ทางเดินของธารอส	สร้างการทดลองเพื่ออธิบายสมบัติของหิน	นักธรณีวิทยาจำแนกหินตามลักษณะการเกิดได้สามประเภท คือ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร	2 ชั่วโมง
3. หินนี้มีดีอะไร	ศึกษาค้นคว้าประโยชน์ของหินแหล่งที่พบหิน	ลักษณะหินและสมบัติของหินที่แตกต่างกัน นำมาใช้ให้เหมาะกับงานทั้งในด้านก่อสร้างด้านอุตสาหกรรมและอื่น ๆ	2 ชั่วโมง

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม	จุดประสงค์	เนื้อหา	ระยะเวลา
4. หินจำเอยัง เหมือนเดิมใช้ใหม่	อธิบายการเปลี่ยนแปลงของหิน	การเปลี่ยนแปลงของหินในธรรมชาติ โดยการผุพังอยู่กับที่ การกร่อน ทำให้หินมีขนาดเล็กลงจนเป็น ส่วนประกอบของดิน	2 ชั่วโมง
5. “ธรณีพิบัติภัย” รู้ไว้ เราปลอดภัย	สืบค้นและอธิบายธรณีพิบัติภัยที่ มีผลต่อมนุษย์และ สภาพแวดล้อมในท้องถิ่น	มนุษย์ควรเรียนรู้และปฏิบัติตนให้ ปลอดภัยจากธรณีพิบัติภัยที่อาจ เกิดขึ้นในท้องถิ่น ได้แก่ น้ำป่าไหล หลาก น้ำท่วมแผ่นดินถล่ม แผ่นดินไหว สึนามิ และอื่น ๆ	2 ชั่วโมง
6. สูธรณีพิบัติภัย	1. อธิบายธรณีพิบัติภัยที่มีผลต่อ มนุษย์และสภาพแวดล้อมใน ท้องถิ่น 2. อธิบายวิธีป้องกันธรณีพิบัติภัย ที่มีผลต่อมนุษย์และ สภาพแวดล้อมในท้องถิ่น 3. คิดค้นการทดลองธรณีพิบัติภัย และวิธีป้องกันภัยในสถานที่ ท่องเที่ยว ใกล้ๆจากอุปกรณ์ที่ กำหนดให้		2 ชั่วโมง

3) นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบและปรับตามข้อเสนอแนะ

4) นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ มีรายชื่อ ดังต่อไปนี้

4.1) นายอนุสรณ์ จันทรประทักษ์ตำแหน่งอาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการวัดและประเมินผล ด้านการใช้ภาษา สถิติ การวัดและประเมินผล ด้านข้อมูล (ปริญญาเอก วัดและประเมินผลทางการศึกษา)

4.2) นายพงศธร โพธิ์พูลศักดิ์ ตำแหน่ง อาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการวัดและประเมินผล ด้านการใช้ภาษา สถิติ การวัดและประเมินผล ด้านข้อมูล (ปริญญาเอก วัดและประเมินผลทางการศึกษา)

4.3) นางทัศนภรณ์ แสงศรีเรือง ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาคาร สพป. ขอนแก่น เขต 1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการวัดและประเมินผล ด้านการใช้ภาษา สถิติ การวัดและประเมินผล (ปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา)

4.4) นางสาวสุภารัตน์ ศรีไสว ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาคาร สพป. ขอนแก่น เขต 1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการวัดและประเมินผล ด้านการใช้ภาษา สถิติ การวัดและประเมินผล (ปริญญาโท สาขาปฐมศึกษา)

4.5) นางพิสมัย พิมพ์โพธิ์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาคาร สพป. ขอนแก่น เขต 1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการวัดและประเมินผล ด้านการใช้ภาษา สถิติ การวัดและประเมินผล (ผู้เชี่ยวชาญ ด้านสะเต็มศึกษา) เพื่อตรวจสอบและปรับตามข้อเสนอแนะผู้เชี่ยวชาญ

5) นำผลการประเมินหาค่าเฉลี่ยความเหมาะสมเท่ากับ 3.51 ขึ้นไป คือ มีค่าระดับความเหมาะสมมากขึ้นซึ่งพบผลการประเมินชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 6 ชุดกิจกรรม คือ (1) สวนหินที่รัก (2) ทางเดินของธานอส (3) หินนี้มีดีอะไร (4) หินจำเธอยังเหมือนเดิมใช่ไหม (5) “ธรณีพิบัติภัย” รู้ไว้เราปลอดภัย และ (6) สู้ธรณีพิบัติภัย ทั้ง 6 ชุด มีค่าระดับความเหมาะสมมากขึ้นไป ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.25) และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ชุดกิจกรรมที่ได้ตรวจพิจารณาแล้วมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ คือ สารการเรียนรู้แต่ละหัวข้อสรุปในภาพรวม ใบบางความรู้ที่น่าสนใจ สื่อการสอนหลากหลาย ชุดกิจกรรมทั้ง 6 ชุดกิจกรรม คือ 1) สวนหินที่รัก (2) ทางเดินของธานอส (3) หินนี้มีดีอะไร (4) หินจำเธอยังเหมือนเดิมใช่ไหม (5) “ธรณีพิบัติภัย” รู้ไว้เราปลอดภัย และ (6) สู้ธรณีพิบัติภัย มาหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพทั้งนี้ โดยตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 80/80 ไปทดลองแบบ 1 : 100 กับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองตาไก้หนองเม็ก อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ที่ไม่ชักกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรม เวลาที่ใช้รวมทั้งสื่อ อุปกรณ์ ค้นพบว่า (1) กิจกรรมใช้เวลาเกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และได้ทำการปรับปรุงแก้ไข (1.1) เพิ่มเนื้อหาในการดำเนินกิจกรรมให้ครบตามจุดประสงค์ (1.2) เพิ่มรายละเอียดจุดประสงค์ (K, P, A) (2) ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม 80.42/81.67

6) ตรวจสอบความถูกต้อง พิมพ์ตก/ผิด ก่อนสำเนาเป็นฉบับใช้จริงเพื่อใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.2 สร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

โดยใช้ขั้นตอนการการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ (มนชิตา เรืองรัมย์, 2556, น. 55 - 57) มี 3 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนสร้างแบบทดสอบ ขั้นตอนที่ 2 การลงมือสร้างข้อสอบ และขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้ และยึดแนวทางของคอปเฟอร์ ในการประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในด้านสติปัญญาหรือด้านความรู้ความคิด โดยวัดพฤติกรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2540) ดังนี้ (1) พฤติกรรมด้านความจำ (2) พฤติกรรมด้านความเข้าใจ (3) พฤติกรรมด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ มาปรับใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยจัดทำข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เลือกใช้จริง 15 ข้อ

3.3.2.1 ศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ศึกษาความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ศึกษาจุดมุ่งหมายของการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ศึกษาคุณลักษณะของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี ศึกษาวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ศึกษาคะแนนพัฒนาการ ศึกษาขั้นตอนการการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.2.2 พัฒนา

- 1) กำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อวัด
 - 1.1) พฤติกรรมด้านความจำ
 - 1.2) พฤติกรรมด้านความเข้าใจ
 - 1.3) พฤติกรรมด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
- 2) กำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดในตารางวิเคราะห์หลักสูตรผู้สร้างแบบทดสอบต้องกำหนด ขอบเขตเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ พฤติกรรมที่จะวัดในด้านพุทธิพิสัย ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้การวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่า

ตารางที่ 3.2

วิเคราะห์ข้อสอบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อสอบ ที่สร้าง	จำนวนข้อสอบ ที่ต้องการจริง
1. หินแต่ละชนิดมีลักษณะแตกต่างกัน จำแนกตามลักษณะที่สังเกตได้ เป็นเกณฑ์เช่น สี เนื้อหิน ความแข็ง ความหนาแน่น	สามารถอธิบาย จำแนกประเภทของหิน โดยใช้ลักษณะของหิน สมบัติของหินเป็นเกณฑ์และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	15	8
2. นักรถณีวิทยาจำแนกหินตามลักษณะการเกิดได้สามประเภท คือ หินอัคนี หินตะกอน และ หินแปร	สำรวจและอธิบายการเปลี่ยนแปลงของหิน	5	2
3. ลักษณะหินและสมบัติของหินที่ต่างกั น นำมาใช้ให้เหมาะกับงานทั้งในด้านก่อสร้าง ด้านอุตสาหกรรมและอื่น ๆ	สืบค้นและอธิบายธรณีพิบัติภัยที่มีผลต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น	10	5
3.1 การเปลี่ยนแปลงของหินในธรรมชาติโดยการผุพังอยู่กับที่ การกร่อน ทำให้หินมีขนาดเล็กลงจนเป็นส่วนประกอบของดิน			
3.2 มนุษย์ควรเรียนรู้และปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากธรณีพิบัติภัยที่อาจเกิดขึ้นในท้องถิ่น ได้แก่ น้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมแผ่นดินถล่ม แผ่นดินไหว สึนามิ และอื่น ๆ			
รวม 30 15			

3) กำหนดลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะเป็นแบบอิงกลุ่ม ซึ่งลักษณะข้อสอบจะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก 15 ข้อ จากทั้งหมด 30 ข้อ

3.3.2.3 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบและปรับตามข้อเสนอแนะ

3.3.2.4 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม

3.3.2.5 นำผลการประเมินหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของคำถาม ตัวเลือกเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ระบุไว้ได้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ระบุไว้ได้
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ระบุไว้ได้

โดยทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบใหม่ ปล่อยให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประเมิน ได้ค่าสอดคล้อง IOC ระหว่าง 0.60 - 1 ทุกข้อ สรุปว่ามีความสอดคล้องของข้อสอบกับตัวชี้วัดทุกข้อ คือ 30 ข้อ ดังตารางแสดงใน

3.3.2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.3.2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองตาไก้หนองเม็ก ปีการศึกษา 2562 ซึ่งเป็นกลุ่มเดิมกับที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพภาคสนาม วิเคราะห์หาค่าคุณภาพข้อสอบ นำผลการสอบมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) โดยมีค่าระหว่าง 0.30 - 0.75 และมีค่าอำนาจจำแนก (B) โดยมีค่า 0.29-0.75 นำข้อสอบที่ได้ คัดเลือก 15 ข้อ นำมาหาค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการใช้สูตร (Lovett) เท่ากับ 0.63

3.3.2.8 ตรวจสอบความถูกต้อง พิมพ์ตก/ผิด ก่อนสำเนาเป็นฉบับใช้จริงเพื่อใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.3 สร้างแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีขั้นตอนการสร้างและการหาค่าคุณภาพดังนี้

3.3.3.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แนวทางจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการคิด ประโยชน์ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยศึกษาจากงานวิจัยของ โรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาคาร, (2559) พนิดา ชาดยภา (2561), และปิยะนันท์ หิรัญย์ชโลทร (2561)

3.3.3.2 พัฒนาแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ ธนวรรณ อิศโร (2554) ซึ่งสร้างได้ครอบคลุมองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ด้าน คือ ด้านการนิยามปัญหา ด้านการตัดสินใจ ด้านการระบุสมมติฐาน และด้านการสรุปอ้างอิง

ตารางที่ 3.3

วิเคราะห์ข้อสอบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เนื้อหา	จุดประสงค์	จำนวนข้อสอบ ที่สร้าง	จำนวนข้อสอบ ที่ต้องการจริง
1. ด้านการนิยามปัญหา	สามารถรู้ ตั้งคำถามปัญหาประเด็นสำคัญ จากสถานที่เกิดขึ้นได้	4	2
2. ด้านการตัดสินใจ	สามารถวิเคราะห์ข้อมูลในสถานการณ์เพื่อ แยกแยะข้อมูลที่เหมาะสมในการแก้ไข สถานการณ์ได้	4	2
3. ด้านการระบุสมมติฐาน	สามารถตั้งสมมติฐานในการทดลอง การ แก้ไขปัญหาสถานการณ์การต่าง ๆ ได้	4	2
4. ด้านสรุปอ้างอิง	สามารถสรุปข้อมูลของผลการแก้ปัญหาใน ประเด็นสถานการณ์ต่าง ๆ โดยมี เหตุผลรองรับในข้อสรุป	4	2
5. ด้านการนิยามปัญหา และด้านการตัดสินใจ		2	1
6. ด้านการระบุสมมติฐาน และด้านสรุปอ้างอิง		2	1
รวม 20 ข้อ		10	

3.3.3.3 นำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่พัฒนาขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบและปรับตามข้อเสนอแนะ

3.3.3.4 นำแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ตรวจสอบพิจารณา

3.3.3.5 นำแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับตัวชี้วัดคุณลักษณะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร IOC จากผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อสอบฉบับนี้ทุกข้อมีค่า IOC ระหว่าง 0.60 - 1.00 ซึ่งจัดเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ทุกข้อ และจัดพิมพ์แบบทดสอบเป็นฉบับทดลองใช้

3.3.3.6 นำแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.3.3.7 นำแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณฉบับทดลองใช้ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านหนองตาไก้หนองเม็ก สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1 ซึ่งเป็นโรงเรียนเดิมที่ได้ทดลองชุดกิจกรรมพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้เทคนิคสะเต็มศึกษา

1) นำคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มาวิเคราะห์หาค่าหาความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.32 - 0.69 และมีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.50 - 70 ขึ้นไป เป็นรายชื่อ ซึ่งจากการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณพบว่าแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ฉบับนี้มี 20 ข้อที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้และพิจารณาเลือกสถานการณ์ที่มีข้อสอบที่ใช้ได้ให้ครบทั้ง 4 คุณลักษณะ จำนวน 10 ข้อ

2) นำข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 10 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder – richardson ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ทั้งฉบับเท่ากับ 0.82

3.3.3.8 ตรวจสอบความถูกต้อง พิมพ์ตก/ผิด ก่อนสำเนาเป็นฉบับใช้จริงเพื่อใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3.3.4.1 ศึกษาเอกสาร งานวิจัย หลักการ จิตวิทยาพัฒนาการเด็ก เทคนิคการเขียนและสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของบุญชม ศรีสะอาด (2545)

3.3.4.2 กำหนดรูปแบบของคำถาม เป็นข้อความเกี่ยวกับความรู้สึกของผู้ตอบในทางบวกและลบ เป็นข้อความสั้น เข้าใจง่าย และชัดเจน

3.3.4.3 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 ข้อ โดยการประยุกต์จากวิธีของลิเคอร์ท (Likert) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่ามีระดับประเมิน 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

5 คะแนน	หมายถึง	มีความพึงพอใจมากที่สุด
4 คะแนน	หมายถึง	มีความพึงพอใจมาก
3 คะแนน	หมายถึง	มีความพึงพอใจปานกลาง
2 คะแนน	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อย
1 คะแนน	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

3.3.4.4 นำแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่พัฒนาขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบและปรับตามข้อเสนอแนะ

3.3.4.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพิจารณา

3.3.4.6 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่แก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านหนองตาไก่หนองเม็ก ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายแต่เป็นนักเรียนกลุ่มเดิมกับที่ใช้ในการทดลองภาคสนาม ผ่านการเรียนรู้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาแล้ว (1) เพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างประเด็น (Index of Congruence : IOC) (2) คำนวณหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) โดยหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมที่ตัดข้อนั้นออก (Item Total Correlation) ระหว่าง .55 - .75 โดย (3) คำนวณหาค่าความเชื่อมั่น α โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค เท่ากับ .89

3.3.4.7 พิมพ์แบบสอบถามความพึงพอใจเป็นฉบับจริง นำไปใช้จริงกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาคาร จำนวน 20 คน เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3.4.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.4.3 วิเคราะห์ค่าความพึงพอใจ

3.5 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติดังนี้

3.5.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.5.1.1 การวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective – Congruence : IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามประเด็น (Index of Congruence : IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้สูตรดังนี้

1) การวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective – congruence : IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้สูตรดังนี้ (อรัญ ชูยกระเดื่อง, 2557, น. 51)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3-1)$$

เมื่อ	IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) การวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามประเด็น (Index of Congruence : IOC) ของชุดกิจกรรมและแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้สูตรดังนี้ (อรัญชอุย กระเดื่อง, 2557, น. 55 -56)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3-2)$$

เมื่อ	IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามประเด็น
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3) วิเคราะห์หาค่าความยากความง่าย ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้สูตรดังนี้ (อรัญ ชูยกระเดื่อง, 2557, น. 51)

$$p = \frac{R}{N} \quad (3-3)$$

เมื่อ	p	แทน	วิเคราะห์หาค่าความยากความง่าย ของแบบทดสอบ
	R	แทน	จำนวนคนตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนสอบทั้งหมด

4) วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้สูตรดังนี้

4.1) วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้สูตรดังนี้ (อรัญ ชูยกระเดื่อง, 2557, น. 51)

$$r = \frac{f_H}{n_H} - \frac{f_L}{n_L} \quad (3-4)$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	f_H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก
	f_L	แทน	จำนวนคนกลุ่มต่ำตอบถูก
	n_H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูง
	n_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

4.2) วิเคราะห์หาค่าความยากอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรดังนี้ (อรัญ ชูยกระเดื่อง, 2557, น. 51)

$$B = \frac{f_p}{n_p} - \frac{f_f}{n_f} \quad (3-5)$$

เมื่อ	f_p	แทน	จำนวนคนในกลุ่มผ่านตอบถูก
	f_f	แทน	จำนวนคนในกลุ่มไม่ผ่านตอบถูก
	n_p	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงจำนวนคนในกลุ่มผ่าน
	n_f	แทน	จำนวนคนในกลุ่มไม่ผ่าน

4.3) วิเคราะห์หาค่าความยากอำนาจจำแนก ของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้สูตรดังนี้ (Item Total Correlation) (อรัญ ชูยกระเดื่อง, 2557, น. 56)

$$r = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (3-6)$$

เมื่อ	X	แทน	คะแนนรวมที่ตัดข้อนั้นออก
	Y	แทน	คะแนนข้อนั้น
	N	แทน	จำนวนคน

5) วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้สูตรดังนี้

5.1) วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการใช้สูตร Kuder - richardson (KR-20) ดังนี้ (อรัญ ชูยกระเดื่อง, 2557, น. 52)

$$r_{tt} = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right] \quad (3-7)$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p_i	แทน	สัดส่วนข้อสอบถูก
	q	แทน	1- p_i
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

5.2) วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการใช้สูตร (Lovett) ดังนี้ (อรัญ ชูยกระเดื่อง, 2557, น. 52)

$$r_{cc} = \left[\frac{k \sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1) \sum (X_i - C)} \right] \quad (3-8)$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	X_i	แทน	คะแนนแต่ละคน
	C	แทน	คะแนนผ่าน

5.3) วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (α) แบบสอบความพึงพอใจ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ซึ่งมีสูตรดังนี้ (อรัญ ชูยกระเดื่อง, 2557, น. 56)

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right] \quad (3-9)$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

6) การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 75/75 (E_1/E_2) โดยใช้สูตรดังนี้ (ชัยยง พรหมวงศ์, 2556)

$$E_1 = \frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{X}}{A} \times 100 \quad (3-10)$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียนที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียน หรือออนไลน์
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \frac{\sum F}{\frac{N}{B}} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{F}}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

B	แทน	คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย ประกอบด้วยผลสอบหลังเรียนและคะแนนการประเมินสุดท้าย
N	แทน	จำนวนผู้เรียน

การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น กระทำได้โดยการนำคะแนนรวมแบบฝึกหัดปฏิบัติ หรือผลงานในขณะประกอบกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยว และคะแนนสอบหลังเรียน มาเข้าตารางแล้วจึงคำนวณหาค่า E_1/E_2

3.5.2 สถิติพื้นฐาน

3.5.2.1 ร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2546)

$$P = \frac{F \times 100}{N} \quad (3-11)$$

เมื่อ	P	แทน	ร้อยละ
	F	แทน	ความถี่หรือคะแนนที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	N	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมดหรือคะแนนเต็ม

3.5.2.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) ของคะแนนใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2546)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3-12)$$

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

3.5.2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2546)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \quad (3-13)$$

เมื่อ	S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มุ่งเน้นการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 4 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพ 80/80

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และทดสอบสมมุติฐาน โดยใช้ t - test (Dependent)

ตอนที่ 3 ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพ 80/80

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามระยะที่ 1 แล้ว ซึ่งได้ทั้งหมดจำนวน 6 ชุดกิจกรรม แต่ละชุดกิจกรรม ประกอบด้วย (1) สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด (2) มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด (3) จุดประสงค์การเรียนรู้ (4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ (5) แหล่งเรียนรู้/สื่อ (6) ใบงาน/ใบความรู้ (7) การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ และ (8) บันทึกผลหลังการสอน จากนั้นนำชุดกิจกรรมทั้ง 6 ชุดกิจกรรม

ตารางที่ 4.1

ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

กิจกรรมการเรียนรู้	\bar{X}	S.D.	ความเหมาะสม
ชุดกิจกรรมที่ 1 สวนหินที่รัก	4.50	0.15	เหมาะสมมาก
ชุดกิจกรรมที่ 2 ทางเดินของธานอส	4.43	0.09	เหมาะสมมาก
ชุดกิจกรรมที่ 3 หินนี้มีดีอะไร	4.36	0.17	เหมาะสมมาก
ชุดกิจกรรมที่ 4 หินจำเธออย่างเหมือนเดิมใช่ไหม	4.5	0.15	เหมาะสมมาก
ชุดกิจกรรมที่ 5 “ธรณีพิบัติภัย” รู้ไว้เราปลอดภัย	4.53	0.12	เหมาะสมมากที่สุด
ชุดกิจกรรมที่ 6 สู่อุบัติภัย	4.55	0.15	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.47	0.11	เหมาะสมมาก

จาดตารางที่ 4.1 พบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 อยู่ในระดับ เหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.25)

ตารางที่ 4.2

การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คนที่	คะแนนแบบทดสอบย่อย แต่ละชุดกิจกรรม						คะแนนรวม แบบทดสอบย่อย	คะแนน ผลสัมฤทธิ์
	1	2	3	4	5	6		
	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(60)	(15)
1	7	7	7	7	8	7	43	11
2	7	7	6	7	7	7	41	10
3	7	8	6	7	7	6	41	12
4	9	7	7	10	9	9	51	12
5	6	7	7	8	8	6	42	8
6	7	7	6	8	6	7	41	11
7	7	6	8	8	6	8	43	13
8	7	7	8	8	7	7	44	14

(ต่อ)

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบย่อย แต่ละชุดกิจกรรม						คะแนนรวม แบบทดสอบย่อย (60)	คะแนน ผลสัมฤทธิ์ (15)
	1	2	3	4	5	6		
	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)	(10)		
9	7	7	7	9	7	7	44	11
10	7	7	8	9	6	9	46	13
11	8	8	8	9	8	9	50	9
12	7	8	8	8	8	10	49	13
13	8	8	8	9	8	9	50	12
14	7	10	8	8	9	10	52	15
15	8	9	10	10	9	10	56	14
16	8	8	8	8	9	10	51	14
17	7	9	9	9	8	9	51	14
18	7	9	9	9	9	9	52	14
19	8	8	9	9	9	9	52	15
20	7	9	8	8	9	9	50	13
รวม	146	156	155	168	157	167	949	248
\bar{X}	7.3	7.8	7.75	8.4	7.85	8.35	47.45	12.4
S.D.	0.66	1.01	1.07	0.88	1.09	1.35	4.67	1.93

$E_1/E_2 = 79.08/82.67$

จากตารางที่ 4.2 พบว่าผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 79.08/82.67 มีค่าประสิทธิภาพ ต่างจากเกณฑ์ 80/80 อยู่ 0.0115 - 0.0125 ไม่เกิน 0.05 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และ ค่า E_1 และ E_2 ต่างกัน 2.42 อยู่ในเกณฑ์ 2.5 แปรผลการประเมินระหว่างเรียนและหลังเรียนมีความยากง่ายใกล้เคียงกัน

ตอนที่ 2 ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง และทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t - test (Dependent)

1. ก่อนทำการทดสอบสมมติฐาน ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น โดยทดสอบความสัมพันธ์ (Correlation) ของตัวแปรพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนได้รับชุดกิจกรรมและหลังได้รับชุดกิจกรรม พบว่าผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง มีความสัมพันธ์กันดังตาราง

ตารางที่ 4.3

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับชุดกิจกรรม

ค่าสหสัมพันธ์	ก่อน	หลัง
rACH/Think	0.086	0.239
Sig.	.718	.310

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนและหลังการทดลองไม่มีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงต้องแยกพิจารณา โดยใช้ t - test (Dependent)

2. ผลการเปรียบเทียบทดสอบก่อนและหลังการทดลองคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t - test (Dependent) แยกพิจารณาดังใน ตารางที่ 4.4 และ 4.5

ตารางที่ 4.4

ผลเปรียบเทียบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนที่ เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหิน และการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การทดสอบ	N	\bar{X}	S.D.	df	t	Sig.
ก่อนเรียน	20	7.80	2.17	19	10.66	.00
หลังเรียน	20	12.40	1.93			

จากตารางที่ 4.4 พบว่าค่า t ที่คำนวณได้มากกว่า 3.25 จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ตารางที่ 4.5

ผลเปรียบเทียบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การทดสอบ	N	\bar{X}	S.D.	df	t	Sig.
ก่อนเรียน	20	3.90	1.80	19	7.68	.00
หลังเรียน	20	7.60	0.82			

จากตารางที่ 4.5 ผลเปรียบเทียบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ตอนที่ 3 ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)

ตารางที่ 4.6

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)

รายการ	\bar{X}	S.D.	ความพึงพอใจ
1. นักเรียนพอใจในบทบาทหน้าที่ที่ได้รับในการดำเนินกิจกรรม	4.65	0.49	มากที่สุด
2. นักเรียนพึงพอใจสถานการณ์ของกิจกรรมที่สอดคล้องกับชีวิต ของนักเรียนในชุดกิจกรรม	4.85	0.37	มากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

รายการ	\bar{X}	S.D.	ความพึงพอใจ
3. นักเรียนพึงพอใจที่มีส่วนร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน เช่น ตอบคำถามคุณครู นำเสนอหน้าห้อง	4.55	0.51	มากที่สุด
4. นักเรียนพึงพอใจที่ได้แสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม	4.55	0.51	มากที่สุด
5. นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้ออกแบบการทดลองเอง	4.75	0.44	มากที่สุด
6. นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้ทดสอบหรือตรวจสอบชิ้นงานของ กลุ่มตน เพื่อแก้ไขปรับปรุง	4.70	0.47	มากที่สุด
7. นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ข้อดี ข้อด้อย ของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่น ๆ	4.45	0.51	มาก
8. นักเรียนพึงพอใจที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมตอบ คำถาม	4.70	0.47	มากที่สุด
9. นักเรียนพึงพอใจสื่อในการจัดการเรียนการสอน เช่น แท็บเล็ต หินชนิดต่าง ๆ ค้อน วัสดุทัศน ฯลฯ เป็นต้น	4.80	0.41	มากที่สุด
10. นักเรียนพึงพอใจเวลาในการจัดกิจกรรม	4.75	0.44	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.68	0.46	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.6 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนว
สะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด
($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.46) เมื่อพิจารณา พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ข้อที่ 2 นักเรียน
พึงพอใจสถานการณ์ของกิจกรรมที่สอดคล้องกับชีวิตของนักเรียนในชุดกิจกรรม ($\bar{X} = 4.85$, S.D.=
0.37) และต่ำสุดคือ ข้อที่ 7 นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ข้อดี ข้อด้อย ของกลุ่ม
ตนเองและกลุ่มอื่น ๆ ($\bar{X} = 4.45$, S.D. = 0.51)

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิจัยดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้สรุปผลวิจัยดังนี้

5.1.1 การจัดการเรียนรู้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มี 6 ชุดกิจกรรมได้แก่ (1) สวนหินที่รัก (2) ทางเดินของธารน้ำ (3) หินนี้มีดีอะไร (4) หินจำเริญเหมือนเดิมใช่ไหม (5) “ธรณีพิบัติภัย” รู้ไว้เราปลอดภัย (6) ธรณีพิบัติภัย มีประสิทธิภาพ ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับ เหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.25) และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.08/81 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

5.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.46)

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับ เหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.47$, S.D. = 0.25) และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.08/82.67 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 ทั้งนี้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ผ่านขั้นตอนในการจัดทำอย่างมีระบบ โดยออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับพัฒนาการ ความต้องการและความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกขั้นตอน ในระบบการทำงานแบบกลุ่ม ที่แบ่งหน้าที่แต่ละคน ภายในกลุ่มอย่างชัดเจน มีการบูรณาการใช้ความรู้ที่หลากหลายที่ คือ (1) วิทยาศาสตร์ (2) เทคโนโลยี (3) การออกแบบเชิงวิศวกรรม และ (4) คณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน ในกิจกรรมมีการกระตุ้นความคิดนักเรียนด้วยคำถามปลายเปิด เพื่อให้ให้นักเรียนคิด มีอิสระในการตอบ และเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและภายในกลุ่ม ระหว่างกลุ่ม รวมถึงครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในเนื้อหาที่เรียน ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับการวิจัยของ เกศินี อินถา (2558) การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องมหัศจรรย์ยางพารา โดยใช้แนวการสอน STEM กับการพัฒนาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนี้ ชุดกิจกรรมที่ใช้มี ประสิทธิภาพเท่ากับ 76.58/78.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของกมลฉัตร กล่อมอิม และประมะ แก้วพวง (2559) ผลการวิจัยพบว่า สร้างและหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา พบว่า มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 78.92/79.54 และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อนินดา รัชเวทย์, ลูชีนีปกรณ์ สมแก้ว และปภา วิอุปติ (2560) การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 โดยชุดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาเรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 จากผลจากการวิจัยพบว่า (1) ชุดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาเรื่อง การแยกสาร ที่สร้างขึ้นนั้น มีค่าประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ และทดสอบประสิทธิภาพกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 77/76 สูงกว่าที่ตั้งไว้คือ 75/75

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปี 6 หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นสื่อ ที่เน้นความแตกต่าง ของผู้เรียนในการใช้ความสามารถแต่ละด้านของแต่ละคน เพื่อร่วมกันแก้ไขสถานการณ์ที่ต่าง ๆ ในชุดกิจกรรม

ซึ่งชุดกิจกรรมจะเน้น สถานการณ์จริง หรือเหตุการณ์ใกล้ตัว การแก้ปัญหาในสถานการณ์หนึ่ง สามารถมีทางแก้ไขสถานการณ์ ได้มากกว่า หนึ่งทาง และแม้นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ไข ปัญหาสถานการณ์ นักเรียนก็ยังได้ประสบการณ์ ในกระบวนการและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่มต่าง ๆ ว่าเหตุใด จึงประสบความสำเร็จหรือไม่ประสบความสำเร็จ ภายในชั้นเรียน ส่งผลให้นักเรียน กล้าคิด กล้าทำ กล้าแสดงออก และสนุกไปกับกิจกรรม มีความกระตือรือร้นในการเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ สาวิตรี หงษา (2560, น. 18 - 24) การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของ หุ่นยนต์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ดวงพร สมจันทร์ตา (2559, น. 353 - 360) การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง กายวิภาค ของพืช พบว่านักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (7.30 ± 1.01 , 7.13 ± 0.97 และ 7.56 ± 0.91) สูงกว่าก่อนเรียน (3.06 ± 1.12 , 3.25 ± 1.09 และ 3.37 ± 0.98) ตามลำดับ ($p < .05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ อับดุลยามิน หะยีชาเดร์ (2560) ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความ พึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้อตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ โรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาการ (2559) การพัฒนาชุดกิจกรรมพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิคสะเต็ม พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัด การจัดกิจกรรมด้วยชุดกิจกรรมการพัฒนาชุดกิจกรรมพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิคสะเต็ม มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ

5.2.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ ความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.46) เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน รู้จักหน้าที่ของตนเอง ได้ฝึกแก้ไขปัญหา สถานการณ์จริง สอดคล้องกับงานวิจัยของ เกศินี อินถา ภาณุพัฒน์ ชัยวร และอนโณดาษ์ รัชเวทย์ (2558) การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง “มหัศจรรย์ยางพารา” โดยใช้แนวการสอน STEM กับการพัฒนา การศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจ

เมื่อได้เรียนด้วยชุดกิจกรรมดังกล่าวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณธนะ ปัดชา (2559) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ พบว่าเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก อับดุลยามิน หะยีชาเตร์ (2562) ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ น้ำฝน คุเจริญไพศาล (2562) การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพึงพอใจมาก และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรุฒิ สุตจิตรจุล และสิทธิพล อาจอินทร์ (2562) การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเครื่องดนตรีสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเครื่องดนตรีสร้างสรรค์ด้วยการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.17$, S.D. = 0.65)

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ลงมือจัดกิจกรรมด้วยตนเอง โดยการเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ซึ่งในการจัดกิจกรรมผู้วิจัยพบปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินกิจกรรม จึงได้เขียนข้อเสนอแนะให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในแนวทางการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา (STEM Education) สู่ห้องเรียน ดังนี้

5.3.1.1 การเลือกใช้สื่อ มีความจำเป็นต้องใช้สื่อที่หลากหลาย และสอดคล้องกับความรู้ความเข้าใจในสื่อของผู้เรียน เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ดังนั้นการออกแบบกิจกรรมควรมีการกำหนดสื่อวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น

5.3.1.2 การเตรียมความพร้อมผู้เรียน ครูผู้สอนจำเป็นต้อง ตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียนที่จำเป็นต้องใช้ในกิจกรรมสะเต็มศึกษาก่อน เพราะในบางครั้งหากผู้เรียนเรียนไม่มีความรู้ในเรื่องที่จะจัดกิจกรรมจะเป็นอุปสรรคต่อการจัดกิจกรรมได้

5.3.1.3 กิจกรรมสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้นำความรู้ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) การออกแบบเชิงวิศวกรรม (E) และคณิตศาสตร์ (M) มาประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงจากปัญหาสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งสามารถหาคำตอบได้หลากหลายวิธี มีผู้ที่ประสบผลสำเร็จและผู้ที่ไม่

ไม่ประสบผลสำเร็จ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ร่วมกันนั้น จะมีการเรียนรู้ทั้งจากความสำเร็จและล้มเหลวของผู้เรียนในขั้นตอนการนำเสนอผลลัพธ์

5.3.1.4 สถานการณ์ ที่ใช้ในชุดกิจกรรมควรเลือกสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชุมชน ใกล้ตัวผู้เรียน หรือที่กำลังเป็นที่สนใจของสังคม ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในตัวชุดกิจกรรมสูงขึ้น รวมถึงชื่อกิจกรรม ที่ผู้เรียนมักเกิดคำถาม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความน่าสนใจของชุดกิจกรรม

5.3.1.5 ในการถามคำถามกระตุ้นความคิด ควรถามคำถามปลายเปิด ไม่ถามคำถามชี้แนะผู้เรียน ซึ่งในช่วงการจัดกิจกรรมชุดกิจกรรมแรกๆ จะส่งผลให้กิจกรรมดำเนินช้า ครูผู้สอนต้องมีความอดทน เพื่อให้ตัวผู้เรียนนั้น เกิดกระบวนการคิด หากผู้เรียนตอบผิด ครูผู้สอนไม่ควร บอกว่าผิด เพราะจะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนไม่ตอบสนอง หรือร่วมกิจกรรมในครั้งต่อไป ควรให้กำลังใจในเชิงบวก เช่น มีคำตอบอื่นอีกหรือไม่ ใกล้เคียงแล้ว ถูกต้องครับมีใครมีคำตอบอื่นเพิ่มเติมหรือไม่ ฯลฯ เป็นต้น เพื่อเป็นกำลังใจและส่งเสริมกระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าแสดงออกและมีส่วนร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ผลการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยในครั้งนี้ เป็นเพียงกลุ่มตัวอย่างหนึ่งในเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่นเขต 1 จังหวัดขอนแก่น เท่านั้นไม่สามารถเทียบเคียงกับกลุ่มตัวอย่างในจังหวัดอื่นได้ ควรมีการทำวิจัยนี้ซ้ำในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มอื่น เพื่อความน่าเชื่อถือของงานวิจัยให้สูงขึ้น

5.3.2.2 ควรมีการวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในกลุ่มวิชาที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ออกแบบ



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- กนกภรณ์ เทสินโทโชติ (2560). ปัจจัยที่ส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระแก้ว เขต 1. *ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- กมลฉัตร กล่อมอิม และประมะ แก้วพวง. (2559). ผลการวิจัยพบว่า สร้างและหาประสิทธิภาพ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา. *วารสารวิชาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุตรดิตถ์*, 3(2), 27 - 42.
- เกศินี อินถา. (2558). การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง มหัตศจรรย์ยางพารา โดยใช้แนวการสอน STEM กับการพัฒนาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารครูพิบูล มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, 2(1), 132 - 141.
- จาริณี อิศรากร ณ อยุธยา. (2559). ความพึงพอใจและพฤติกรรมการบริโภคขนมไทยของลูกค้าชาว ไทยในจังหวัดกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- จตุพร ทรราชวงศ์. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย ราชภัฏสวนสุนันทา.
- ชนิดา ทาระเนตต์. (2560). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็น โดยการจัดการเรียนการสอนเน้นกระบวนการกลุ่ม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสา จังหวัดน่าน. *ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการ ศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7 - 20.
- ดวงพร สมจันทร์ตา, มนต์รี มณีภาค และสมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2559). การศึกษาความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการเรียน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง กายวิภาคของพืช. การประชุมวิชาการระดับชาติครุศาสตร์ ครั้งที่ 1 การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาท้องถิ่น สู่ประชาคมอาเซียน : ทิศทางใหม่ในศตวรรษที่ 21(1), 353 - 360.
- ดาวสวรรค์ รื่นรมย์ (2560). ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการสำนักงานทะเบียนธุรกิจนำเที่ยวมัคคุเทศก์ สาขาภาคเหนือ เขต 1. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- ทัศนภรณ์ แสงศรีเรือง. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เทคนิคสะเต็มศึกษา. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.

- ทิตินา แชนมณี. (2543). 14 วิธีสอน สำหรับครูมืออาชีพ. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นงนุช เอกตระกูล. (2558). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิด แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. สืบค้นจาก http://swis.act.ac.th/html_edu/act/temp_emp_research/2605.pdf.
- นัสรีนทร์ ปือชา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการ เรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- น้ำฝน คูเจริญไพศาล, รังสิยา ขวัญเมือง และลลิตา มาเอี่ยม. (2562). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วารสารศรีนครินทร์วิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์), 11(21), 23 - 38.
- นิตยา ภูผาบาง. (2559). การใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่องพลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา.
- บุญแก้ว ควรหาเวช. (2545). นวัตกรรมการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ : เอสอาพรินต์ติ้ง.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). การพัฒนาหลักสูตรและการวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ประณมพร โคตา. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเขียนผังมโนมิติ (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พนมพร คำคุณ. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช เพื่อทักษะการคิดโดยใช้รูปแบบการสอนแบบวิจัยการสืบเสาะหาความรู้ (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). ฉะเชิงเทรา : มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์.
- พนิดา ขาดยงา. (2561). การคิดวิจารณ์ญาณของครูปฐมวัยในศตวรรษที่ 21. วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์), 8(1), 159 - 170.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร, 33(2), 49 - 56.

- พลศักดิ์ แสงพรหมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 9(พิเศษ) , 401 - 418.
- พิเชษฐ ศรีสังข์งาม, พินิจ ขาววงษ์ และจรรยา ดาสา. (2561). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาแบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนการออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 11(2), 2448 - 2462.
- ภาณุวัฒน์ เปรมปรี. (2556). *การพัฒนาชุดกิจกรรมเรื่องระบบนิเวศน้ำจืดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประเทยวิทยาทาน จังหวัดสระบุรี* (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มินกกาญจน์ แจ่มพงษ์. (2559). *การพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสเต็มศึกษาเพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่องพลังงานรอบตัวเรา* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต). ปทุมธานี : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- รักษ์ศิริ จิตอารี. (2560). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ และการจัดการเรียนรู้ STEM EDUCATION เพื่อเสริมสร้างการรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 19(2), 202 - 213.
- วรรณณะ ปัดชา และสืบสกุล อยู่ยืนยง. (2559). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ. *วารสารวิชาการ Veridian E – Journal, Silpakorn University* , 9(2), 830 - 839.
- วรรณณะ ปัดชา. (2558). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วรวิมล สุกจิตจรูญ และสิทธิพล อาจอินทร์. (2562). การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเครื่องดนตรี สรongsรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 13(2), 1 - 11.
- สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. (2558, 2559, 2560). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET). สืบค้นจาก <http://www.newonetestresult.niets.or.th/>.

- สาวิตรี หงษา ะ. (2560). การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบน
เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารครู
ศาสตร์อุตสาหกรรม*, 16(2),18 - 24.
- สิรินนภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา (ตอน 2) : การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้
ในชั้นเรียน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 17(3), 154 - 160.
- สิริรัตน์ แก้วงาม. (2561). *การพัฒนารูปแบบการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน
โรงเรียนบ้านฉู่ฉี่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรสงคราม. กรุงเทพฯ :*
กระทรวงศึกษาธิการ.
- สุณัชชา เดชสุภา. (2558). *การพัฒนาชุดการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องหน่วยของ
สิ่งมีชีวิตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต).*
ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุพรรณิ ขาญประเสริฐ. (2557). *สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (พิมพ์ครั้งที่ 42)*
กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
- สุวธิดา ล้วนสา. (2558). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อ
ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และจิตวิทยา ศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). นครปฐม : มหาวิทยาลัยศิลปากร.*
- เสาวภาคย์ ปฐมพฤษ์วงศ์. (2558). *ความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนต่อการบริหารงานโรงเรียน
ในอำเภอเขาสมิง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาตราด. ชลบุรี :*
มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อโนดาช รัชเวทย์, จุสินีปกรณ สมแก้ว และปภาวี อุปธิ.(2560). การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และ
นวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 โดยชุดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง การแยกสาร
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น*, 11(3),
226 - 238.
- อรนุช ลิมตศิริ. (2556). *นวัตกรรมและเทคโนโลยีการจัดการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ :*
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อรศศิพัชร์ ศิริวรรณพร (2560). *ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการในศูนย์การค้าชุมชน กรณีศึกษา:
โครงการเดอะแจส รามอินทรา, อะแจส วังหิน และแจส เออเบิร์น ศรีนครินทร์. กรุงเทพฯ :*
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรัญ ชุยกะเตือง. (2557). *เอกสารประกอบการสอน วิชา 1043408 การวิจัยทางการศึกษา
(Educational Research). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.*

- อับดุลยามีน หะยีชาเดร์. (2562). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 1, 170 - 180.
- Atkinson, S.K. (1961). *The Education's Encyclopedia*. New Jersey : Prentice – Hall, Inc.
- Bruner, L.S. (1969). *The Process of Education*. Massachusetts : Hayward University Press Cambridge.
- Decaroli, J. (1973). “What Research Say to the Classroom Teacher : Critical Thinking”. *Social Education*, 37 (January).
- Dressel, P.L. and Mayhew, L.B. (1957). *General Education : Explorations in Evaluation*. 2nd ed. Washington, D.C. : American Council on Education.
- Feely, A.J. (1976). *Argumentation and Debate : Rational Decision Making*. 2nd ed. Belmont : Wadsworth Publishing Co., Inc.
- Gagne', R. M. (1985). *The Conditions of Learning and Theory of Instruction*. New York : CBS College Publishing.
- Gleitman, H. (1992). *Basic Psychology*. 3rd ed. New York : W.W. Norton, s Company.
- Watson. G and Glazer Z E.M. (1964). *Watson - Glaser Critical Thinking Appraisal Manual*. New York : Brace and World Inc.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York : Book Company.
- Jonathan M. Breiner Shelly Sheats Harkness Carla C. (2012) Johnson Catherine M. Koehler, “What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships”, *School Science and Mathematics*, 112(1), 3 - 11.
- McDonald, Christine V. (2016). STEM Education : A Review of the Contribution of the Disciplines of Science, Technology, Engineering and Mathematics. *Science Education International*, 27(4), 530 - 569.
- Michele D. Estes, Juhong Liu, Shenghua Zha and Kim Reedy. (2014). Designing for problem-based learning in a collaborative STEM lab : A case study. James Madison University. *TechTrends : November 2014*, 58(6), 90 - 98.
- Ning Fang. (2013). Increasing Hing School Students' Interest in STEM Education Through Collaborative Brainstorming with yo-yos. *Journal of STEM Education*, 8 - 14.

- Noleine Fitzallen. (2015). STEM Education : What Does Mathematics Have To Offer?.
Conference : 38th annual conference of the Mathematics. *Education Research Group of Australasia, At Sunshine Coast, June, 2015, 237-244.*
- Scott, C. (2012). An Investigation of Science, Tecnology, Engineering and Mathematics (STEM) Focused High School in the U.S. *Journal of STEM Education, 13(5), 30-39.*




มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก ก

แบบวัดผลสัมฤทธิ์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
และแบบสอบถามความพึงพอใจ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตัวอย่างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง

ชุดกิจกรรม 1.6 สุัธรณีพิบัติภัย

หน่วยการเรียนรู้ที่ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง

รหัสวิชา ว. 16101

รายวิชา วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 1/2562

เวลา 2 ชั่วโมง

ครูผู้สอน นายตรีประเสริฐ แสงศรีเรือง โรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาการ

สาระสำคัญ

มนุษย์ควรเรียนรู้และปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากธรณีพิบัติภัยที่อาจเกิดขึ้นในท้องถิ่น ได้แก่ น้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมแผ่นดินถล่ม แผ่นดินไหว สึนามิ และอื่น ๆ

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 6.1 อธิบาย จำแนกประเภทของหิน โดยใช้ลักษณะของหิน สมบัติของหินเป็นเกณฑ์และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ตรวจสอบและอธิบายการเปลี่ยนแปลงของหิน สืบค้นและอธิบายธรณีพิบัติภัยที่มีผลต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้

ตัวชี้วัด

ว 6.1 ป.6/3 สืบค้นและอธิบายธรณีพิบัติภัยที่มีผลต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knowledge : K)

1. อธิบายธรณีพิบัติภัยที่มีผลต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น
2. อธิบายวิธีป้องกันธรณีพิบัติภัยที่มีผลต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น
3. คิดค้นการทดลองธรณีพิบัติภัยและวิธีป้องกันภัยในสถานที่ท่องเที่ยว ใกล้ ๆ จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้

ด้านทักษะ/กระบวนการ (Process : P)

1. ทักษะในการสื่อสาร
2. ทักษะการคิด
3. ทักษะในการสื่อสาร
4. ทักษะการใช้ทักษะชีวิต
5. ทักษะการใช้เทคโนโลยี

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A)

1. ซื่อสัตย์สุจริต
2. มีวินัย
3. ใฝ่เรียนรู้
4. อยู่อย่างพอเพียง
5. มุ่งมั่นในการทำงาน
6. มีจิตสาธารณะ

กิจกรรมการเรียนรู้

(วิธีดำเนินกิจกรรม ตามแนวสะเต็มศึกษา)

ชุดกิจกรรม 1.6 สู่ธรณีพิบัติภัย ชั่วโมง 11 – 12 (2 ชั่วโมง)

เตรียมความพร้อมของครูผู้สอน : ก่อนดำเนินกิจกรรมครูนั้นต้องตระหนักถึงหน้าที่ของตนเองเพื่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้สูงสุดต่อผู้เรียนในการดำเนินกิจกรรม โดยครูมีหน้าที่ดังนี้

1. กระตุ้นความสนใจของนักเรียนและกระตุ้นความคิดของนักเรียน โดยใช้คำถามปลายเปิด ไม่ถามคำถามชี้แนะนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด อาจใช้สื่อต่าง ๆ ช่วยในกระบวนการนี้ เช่น รูปภาพ ข่าว นวัตกรรม ฯลฯ เพื่อกระตุ้นนักเรียน
2. เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในเชิงบวก ไม่เสริมแรงทางลบเมื่อนักเรียนตอบไม่ใกล้เคียงกับคำตอบหรือตอบผิด ควรให้กำลังใจเด็ก หรือเบี่ยงเบนความรู้สึกของนักเรียนโดยเสริมแรงทางบวก เช่น ไกล่แล้ว? มีคำตอบอีกหรือไม่ มีใครตอบอย่างอื่นอีกหรือไม่ ฯลฯ ถามจนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้องโดยไม่ถามคำถามชี้แนะ
3. ในการอภิปรายในชั้นเรียน ครูต้องให้นักเรียนกับผลการทดลองที่สำเร็จและไม่สำเร็จเท่ากัน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ว่าเหตุใดจึงสำเร็จ เหตุใดจึงไม่สำเร็จ แล้วจะช่วยกันแก้ไขอย่างไร มีวิธีอื่นอีกหรือไม่ที่อาจทำให้ผลการทดลองสำเร็จ หรือพัฒนาให้ดีขึ้นอีกได้

วิธีดำเนินกิจกรรม

สื่อ : หลอด 5 สี สีละ 4 หลอด ในสีหนึ่งมีหมายเลขกำกับไว้ 1-4 ของแต่ละสี

ก่อนเริ่มกิจกรรม (10 นาที)

1. ครูผู้สอนแจกหลอดให้นักเรียนคนละหลอด โดยใช้หลอด 5 สี จำนวนละ 4 หลอด และหลอดแต่ละสี เขียนหมายเลข 1-4 (2 นาที)

2. ครูผู้สอนชี้แจงการแบ่งกลุ่มโดย สีเดียวกันอยู่กลุ่มเดียวกัน และหมายเลขแต่ละเลขคือ การกำหนดหน้าที่ดังนี้

หมายเลข 1 คุณนำเสนอ มีหน้าที่นำเสนอผลงานชิ้นของกลุ่ม ในการดำเนินกิจกรรม

หมายเลข 2 คุณอำนวย มีหน้าที่รับอุปกรณ์ต่าง ๆ จากคุณครู และรวบรวมอุปกรณ์ คืนคุณครู เมื่อสิ้นสุดกิจกรรม

หมายเลข 3 คุณรวบรวม มีหน้าที่รวบรวมข้อมูลและเผยแพร่ข้อมูลให้เพื่อนฟัง เช่น การอ่าน ใบงานต่าง ๆ ให้เพื่อนฟัง

หมายเลข 4 คุณวางแผน มีหน้าที่วางแผนการทำงานต่าง ๆ ถ้ามองความคิดเห็นเพื่อน ๆ อภิปรายและตกลงกันในกลุ่มในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในกิจกรรมที่กำลังดำเนินอยู่ ทุกคนในกลุ่มมีบทบาทและมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มอย่างเท่าเทียมกัน

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (10 นาที)

สื่อ : ใบกิจกรรมที่ 1.6

ครูให้นักเรียนศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดไว้ในใบกิจกรรมที่ 1.6 หน้า 1

สถานการณ์

ในช่วงนี้เป็นช่วงหน้าฝนอาจเกิดภัยพิบัติ คุณครูสมศรี จึงให้เพื่อนๆและมาลีคลี้น ศึกษาและป้องกันเหตุดังกล่าว โดยคิดค้นการทดลองธรณีพิบัติภัยและวิธีป้องกันภัยในสถานที่ท่องเที่ยว ใกล้ๆจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ในแต่ละกลุ่ม โดยมีเงื่อนไข คืออุทยานจำลองจะต้องรับน้ำฝนได้ไม่ต่ำกว่า 500 มิลลิตร ดินที่ใช้ในการสร้างสถานที่ท่องเที่ยวจำลอง ต้องไม่เกิน 2 กิโลกรัม ก่อนเริ่มกิจกรรมมาลีคลี้นจึงเสนอคุณครูว่า น่าจะเลือกจุดชมหินช้างสี (อุทยานแห่งชาติน้ำพอง จ.ขอนแก่น) เพราะเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่ใกล้ชุมชน และเธอเพิ่งไปเที่ยวมาในวันหยุดมาลีคลี้น ไปเที่ยว จุดชมหินช้างสี (อุทยานแห่งชาติน้ำพอง จ.ขอนแก่น) ได้ถ่ายภาพหินต่าง ๆ ซึ่งแต่ละภาพห่างกันดังในตาราง มาลีคลี้น พยายามอธิบายถึงที่ตั้งของภาพหินแต่ละภาพ แต่เหมือนเพื่อน ๆ จะยังไม่เข้าใจ มาลีคลี้น จึงวาดแผนที่เปรียบเทียบระยะทางจริงกับระยะทางในแผนที่ด้วยตราส่วน 100 เมตร ต่อ 1 เซนติเมตร ในกระดาษให้เพื่อนดู

ลำดับ	ภาพหิน	ตำแหน่ง	ระยะทางจริง
1	 จุดชมวิว	อยู่ริมหน้าผาฝั่งตะวันตก อยู่ระหว่าง กลางของหน้าผาพอดี	ให้จุดชมวิว เป็นจุดศูนย์กลาง
2	 หินกุมภลักษณ์	อยู่ทางทิศตะวันออก เฉียงขึ้น 45 องศา จากจุดชมวิว	650 เมตร
3	 หินช้างสี	อยู่ทางทิศตะวันออกจากจุดชมวิว	432 เมตร
4	 หินแมวน้ำ	อยู่ทางทิศเหนือจากจุดชมวิว	148 เมตร

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (20 นาที)

สื่อ : ใบกิจกรรมที่ 1.6

1. ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา จากนั้นบันทึกผลการวิเคราะห์สถานการณ์ลงใน
ใบกิจกรรมที่ 1.6 ข้อ 1 (10 นาที)

2. ครูผู้สอนให้นักเรียนทบทวนความรู้เกี่ยวกับบัญญัติไตรยางศ์เปรียบเทียบระยะทางจริงกับระ
ทางในแผนที่ด้วยตราส่วน 100 เมตร ต่อ 1 เซนติเมตร จำแนกประเภทของหินตามที่นักธรณีวิทยา
ศึกษาและอธิบายการเปลี่ยนแปลงของหิน ธรณีพิบัติภัย และการสร้างแผ่นที่อย่างง่ายในใบกิจกรรมที่
1.6 ข้อ 2, 3 และ 4 (20 นาที)

ขั้นที่ 3 ออกแบบการแก้ปัญหา (15 นาที)

สื่อ : ใบกิจกรรมที่ 1.6

1. ครูผู้สอนให้นักเรียนออกแบบการทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ ในใบกิจกรรมที่ 1.6 ข้อ

5.1

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (15 นาที)

สื่อ : ใบกิจกรรมที่ 1.6

1. ครูผู้สอนให้นักเรียนวางแผนการทดลองในใบกิจกรรมที่ 1.6 ข้อ 5.2

ขั้นที่ 5 ทดสอบและประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (35 นาที)

สื่อ : 1) ใบกิจกรรมที่ 1.6 2) ถัง 30x20x20 cm 1 ใบ
 3) ดิน 3 ถุง 4) เข็ยอกตวงน้ำขนาด 1 ลิตร 1 ใบ
 5) ไม้จิ้มฟัน 100 ไม้ 6) เศษวัสดุเหลือใช้ เช่นกระดาษลัง ฝาขวด 1 ชุด
 7) ไม้บรรทัด 1 เล่ม 8) ปากาเมจิก 1 ด้าม
 9) สายวัดรอบเอว 1 ม้วน 10) กระดาษ A4 2 แผ่น

1. ครูผู้สอนให้นักเรียนทดลองและบันทึกผลในใบกิจกรรมที่ 1.6 ข้อ 5.3 (20 นาที)
2. แก้ไขปรับปรุง (10 นาที)
3. ทดลองซ้ำ (5 นาที)

ขั้นที่ 6 ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (10 นาที)

11. ครูผู้สอน ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าอะไรคือปัจจัยที่ทำให้เกิดธรณีพิบัติภัยดินถล่มบ้าง? (5 นาที) อะไรที่ช่วยลดการเกิดธรณีพิบัติภัยดินถล่มได้บ้าง? จะนำความรู้จากกิจกรรมไปใช้ในชีวิตรจริง เรื่องใดได้บ้าง? (5 นาที)

การวัดผลและประเมินผล (10 นาที)

สื่อ : 1) ใบกิจกรรมที่ 1.6

1. คุณครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายบท

สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1) ใบกิจกรรมที่ 1.6 2) ถัง 30x20x20 cm 1 ใบ
 3) ดิน 3 ถุง 4) เข็ยอกตวงน้ำขนาด 1 ลิตร 1 ใบ
 5) ไม้จิ้มฟัน 100 ไม้ 6) เศษวัสดุเหลือใช้ เช่นกระดาษลัง ฝาขวด 1 ชุด
 7) ไม้บรรทัด 1 เล่ม 8) ปากาเมจิก 1 ด้าม
 9) สายวัดรอบเอว 1 ม้วน 10) กระดาษ A4 2 แผ่น

เกณฑ์การประเมินชุดกิจกรรม

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การวัด
ด้านความรู้ (Knowledge : K) - คิดค้นการทดลอง เพื่ออธิบาย การเกิดและการป้องกันธรณี พับติภัยที่มีผลต่อมนุษย์และ สภาพแวดล้อมในท้องถิ่น	- บันทึกการดำเนิน กิจกรรม	ใบกิจกรรม 1.6	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
ด้านทักษะ (Process : P) - การดำเนินการแก้ไขปัญหาของ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตาม แนวสะเต็มศึกษา	- สังเกตกระบวนการ ทำงานกลุ่ม การระดม ความคิด การพัฒนา โมเดลต้นแบบ การทำงานเป็นทีม	- แบบสังเกต กระบวนการ ภายในกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A) - ความพุดิระหว่างดำเนิน กิจกรรมของนักเรียน	- สังเกตพฤติกรรมหน้าที่	- แบบสังเกต พฤติกรรมหน้าที่	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

ชุดกิจกรรมที่..... เรื่อง.....
 บันทึกหลังการสอน.....ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เวลา.....ชั่วโมง
 หน่วยการเรียนรู้ที่ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง
 รหัสวิชา ว. 16101 รายวิชา วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 โรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาการ วันที่.....เดือน..... พ.ศ.
 ครูผู้สอน นายตรีประเสริฐ แสงศรีเรือง

1.ผลการจัดกิจกรรม

.....

2.ปัญหาและอุปสรรค

.....

3.ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายตรีประเสริฐ แสงศรีเรือง)

ข้อเสนอแนะฝ่ายวิชาการ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....หัวหน้าฝ่ายวิชาการ

(นางทัศนภรณ์ แสงศรีเรือง)

ข้อเสนอแนะผู้อำนวยการโรงเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้อำนวยการโรงเรียน

(นายเวทา เลพล)

ใบกิจกรรมที่ 1.6

สู้ธรณีพิบัติภัย

ชั่วโมงที่ 11 – 12 (2 ชั่วโมง)

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. อธิบายธรณีพิบัติภัยที่มีผลต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น
2. อธิบายวิธีป้องกันธรณีพิบัติภัยที่มีผลต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น
3. คิดค้นการทดลองธรณีพิบัติภัยและวิธีป้องกันภัยในสถานที่ท่องเที่ยว ใกล้ ๆ จากอุปกรณ์ที่

สื่อ/วัสดุอุปกรณ์

ข้อ	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	กระดาษ A4	2 แผ่น
2	ถัง 30x20x20 cm	1 ใบ
3	ดิน	3 ถู
4	เหยือกตวงน้ำขนาด 1 ลิตร	1 ใบ
5	ไม้จิ้มฟัน	100 ไม้
6	เศษวัสดุเหลือใช้ เช่นกระดาษลัง ฝาขวด	1 ชุด
7	ไม้บรรทัด	1 เล่ม
8	ปากาเมจิก	1 ด้าม
9	สายวัดรอบเอว	1 ม้วน

สถานการณ์

ในช่วงนี้เป็นช่วงหน้าฝนอาจเกิดภัยพิบัติ คุณครูสมศรี จึงให้เพื่อนๆและมาลีคลิยัน ศึกษาและป้องกันเหตุดังกล่าว โดยคิดค้นการทดลองธรณีพิบัติภัยและวิธีป้องกันภัยในสถานที่ท่องเที่ยว ใกล้ๆจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ในแต่ละกลุ่ม โดยมีเงื่อนไข คืออุทยานจำลองจะต้องรับน้ำฝนได้ไม่ต่ำกว่า 500 มิลลิเมตร ดินที่ใช้ในการสร้างสถานที่ท่องเที่ยวจำลอง ต้องไม่เกิน 2 กิโลกรัม ก่อนเริ่มกิจกรรมมาลีคลิยันจึงเสนอคุณครูว่า น่าจะเลือกจุดชมหินช้างสี (อุทยานแห่งชาติน้ำพอง จ.ขอนแก่น) เพราะเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่ใกล้ชุมชน และเธอฟังไปเที่ยวมาในวันหยุด


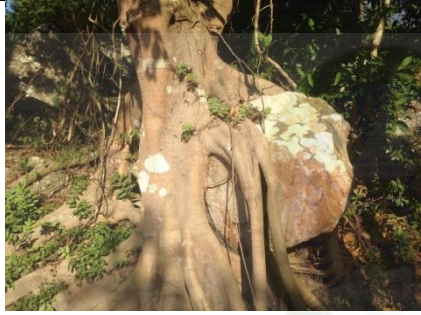

มาลีคลิยัน ไปเที่ยว จุดชมหินช้างสี (อุทยานแห่งชาติน้ำพอง จ.ขอนแก่น) ได้ถ่ายภาพหินต่างๆ ซึ่งแต่ละภาพห่างกันตั้งในตาราง มาลีคลิยัน พยายามอธิบายถึงที่ตั้งของภาพหินแต่ละภาพ แต่เหมือนเพื่อนๆ จะยังไม่เข้าใจ มาลีคลิยัน จึงวาดแผนที่เปรียบเทียบระยะทางจริงกับระยะทางในแผนที่ด้วยตราส่วน 100 เมตร ต่อ 1 เซนติเมตร ในกระดาษให้เพื่อนๆ

1. จากการศึกษาวิเคราะห์สถานการณ์ สรุปปัญหาหรือความต้องการได้ดังนี้
 - 1.1) คิดค้นการทดลองธรณีพิบัติภัยและวิธีป้องกันภัยในสถานที่ท่องเที่ยว ใกล้เคียง จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้
 - 1.2) มาลึคลียัน จึงวาดแผนที่เปรียบเทียบระยะทางจริงกับระยะทางในแผนที่ด้วยตราส่วน 100 เมตร ต่อ 1 เซนติเมตร ในกระดาษให้เพื่อนดู
2. เปรียบเทียบระยะทางจริงกับระยะทางในแผนที่ด้วยตราส่วน 100 เมตร ต่อ 1 เซนติเมตร

ลำดับ	ระยะทางจริง	ระยะทางในแผนที่
1	1,780 เซนติเมตร	17.8 เซนติเมตร
2	573 เซนติเมตร	5.73 เซนติเมตร
3	4,796 เซนติเมตร	47.96 เซนติเมตร
4	980 เซนติเมตร	9.8 เซนติเมตร

3. จากภาพถ่ายหิน ที่จุดชมวิวยินข้างสี่ (อุทยานแห่งชาติน้ำพอง จ.ขอนแก่น) จากนั้นจำแนกประเภทของหินตามที่นักธรณีวิทยาศึกษาและอธิบายการเปลี่ยนแปลงของหิน

ลำดับ	ภาพ	ประเภทของหิน	การเปลี่ยนแปลงของหินที่เกิดจาก
1		หินชั้น	เกิดจากการหมุนวนของน้ำแล้วกรวดทรายต่างๆ ชัดกับช่องหิน เรียกว่า หินกลมลักษณะ

ลำดับ	ภาพ	ประเภทของหิน	การเปลี่ยนแปลงของหินที่เกิดจาก
2		หินชั้น	เกิดจากมนุษย์
3		หินชั้น	เกิดจากต้นไม้
4		หินชั้น	เกิดจากข้าง

3.1 ธรณีพิบัติภัยที่อาจเกิดใน จุดชมวิวหินช้างสี (อุทยานแห่งชาติน้ำพอง จ.ขอนแก่น) มีอะไรบ้าง เพราะอะไร

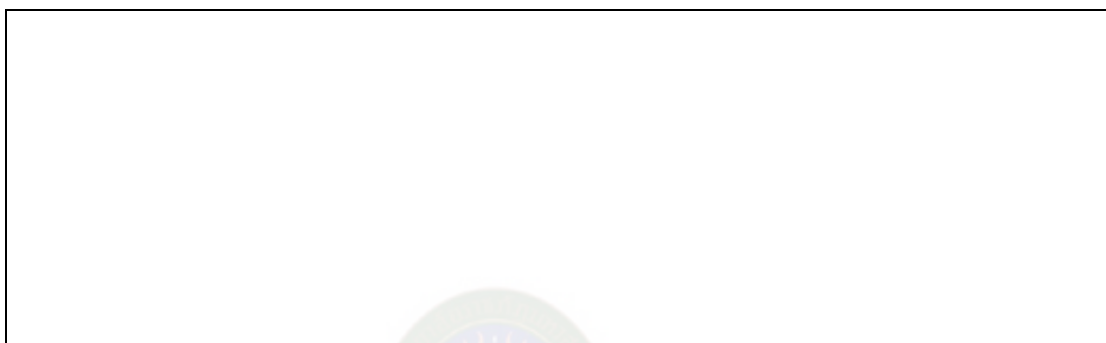
เนื่องจากภูมิประเทศของจุดชมวิวหินช้างสี (อุทยานแห่งชาติน้ำพอง จ.ขอนแก่น) เป็นภูเขาสูงชันมีหน้าผาด้านหนึ่งที่หันเข้าเขียนอุบลรัฐ เมื่อมีฝนตกชุกมากอาจเกิดดินถล่มได้

3.2 เพื่อป้องกันธรณีพิบัติภัยในข้อ 3.1 จะมีวิธีป้องกันอย่างไร

ปลูกหญ้าแฝกบริเวณจุดที่เสี่ยงต่อการเกิดดินโคลนถล่ม หลีกเลี่ยงการสร้างบ้านอาศัยอยู่ในบริเวณที่เคยมีเหตุการณ์ดินถล่ม หรือบริเวณหุบเขา พื้นที่ที่มีความลาดชันสูง พื้นที่ลุ่มแอ่งกระทะ พื้นที่ร่องน้ำ พื้นที่ถมดินใหม่ที่มีความลาดชัน

3.3 แล้วหากเกิดกรณีพิบัติภัย ที่นักเรียนตอบในข้อ 3.1 จริง จะมีวิธีรับมืออย่างไร หากท่านอยู่ในพื้นที่บริเวณอันตราย ให้สำรวจพื้นที่โดยรอบ เพื่อเตรียมการหนีภัยให้สังเกต สีของน้ำที่ไหลผ่าน หากมีสีขุ่นข้นอาจเกิดภัยดินโคลนถล่มให้รีบออกห่างจากจุดนั้นโดยเร็ว

4. ให้นักเรียนวาดภาพร่างแผนที่ จุดชมวิวยินฮ้างสี (อุทยานแห่งชาติน้ำพอง จ.ขอนแก่น) ด้วยตราส่วน 100 เมตร ต่อ 1 เซนติเมตร



5. ให้นักเรียนทดสอบวิธีป้องกันดินถล่ม จากนั้นบันทึกปริมาณน้ำที่ใช้จำลองทำฝนเทียม ปัญหาที่พบ และวิธีปรับปรุงแก้ไขวิธีป้องกันดินถล่ม

5.1 ออกแบบการทดลองจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้



5.2 ให้นักเรียนวางแผนการทดลอง

- | | |
|-----------|-----------|
| (1) | (4) |
| (2) | (5) |
| (3) | (6) |

5.3 ตารางบันทึกผลการทดลอง

ครั้งที่	ปริมาณน้ำที่ใช้จำลองทำ ฝนจนเกิดดินถล่ม	ปัญหาที่พบ	วิธีปรับปรุงแก้ไข

คำถามท้ายกิจกรรม

1. จากการทดลอง อะไรคือปัจจัยที่ทำให้เกิดธรณีพิบัติภัย ดินถล่มบ้าง
ฝนตก ตัดไม้ทำลายป่า. แผ่นดินไหว. ภูเขาไฟระเบิด. ฯลฯ เป็นต้น
2. จากการทดลอง อะไรที่ช่วยลดการเกิดธรณีพิบัติภัยดินถล่มได้บ้าง
จำนวนไม้เสียบลูกชิ้นยิ่งเยอะยิ่งช่วยลดการเกิดธรณีพิบัติดินถล่ม ลักษณะการวางตำแหน่งของไม้
เสียบลูกชิ้น. ยิ่งวางตำแหน่งกระจายทั่วบริเวณยิ่งช่วยลดการเกิดธรณีพิบัติดินถล่ม. ฯลฯ เป็นต้น
3. นักเรียนจะนำความรู้จากกิจกรรมไปใช้ในชีวิตจริง เรื่องใดได้บ้างใช้ในการลดการพังของตลิ่ง
สระน้ำ. คลอง. อ่างเก็บน้ำ. ฯลฯ เป็นต้น

แบบประเมิน ชุดกิจกรรมที่..... ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ผู้ประเมิน ครูผู้สอน วัน.....เดือน.....ปี.....

เลขที่	ประเภทของการประเมิน					รวม (10)
	ด้านความรู้ (Knowledge : K)	ด้านทักษะ (Process : P)			ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (Attitude : A)	
	มีการแลกเปลี่ยน ความรู้กันภายใน กลุ่มในการทำใบ กิจกรรม	รับผิดชอบ หน้าที่ ที่ตนเอง ได้รับมอบหมาย ภายในกลุ่ม	ร่วมกันพัฒนา โมเดลต้นแบบ หรือแก้ไข สถานการณ์	ร่วมแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับปัญหาสถานการณ์ ของกิจกรรมภายในกลุ่ม และรับฟัง รับฟัง ข้อเสนอแนะของเพื่อน ภายในกลุ่ม	มีน้ำใจกับเพื่อน ภายในกลุ่ม มีความ กระตือรือร้นในการ ทำงาน ไม่เอาเปรียบ เพื่อน และใช้วัสดุ อุปกรณ์อย่างรู้คุณค่า	
	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

เลขที่	ประเภทของการประเมิน					รวม (10)
	ด้านความรู้ (Knowledge : K)	ด้านทักษะ (Process : P)			ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ (Attitude : A)	
	มีการแลกเปลี่ยน ความรู้กันภายใน กลุ่มในการทำใบ กิจกรรม (2)	รับผิดชอบ หน้าที่ ที่ตนเอง ได้รับมอบหมาย ภายในกลุ่ม (2)	ร่วมกันพัฒนา โมเดลต้นแบบ หรือแก้ไข สถานการณ์ (2)	ร่วมแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับปัญหาสถานการณ์ ของกิจกรรมภายในกลุ่ม และรับฟัง รับฟัง ข้อเสนอแนะของเพื่อน ภายในกลุ่ม (2)	มีน้ำใจกับเพื่อน ภายในกลุ่ม มีความ กระตือรือร้นในการ ทำงาน ไม่เอาเปรียบ เพื่อน และใช้วัสดุ อุปกรณ์อย่างรู้คุณค่า (2)	
รวม						
เฉลี่ย						

เกณฑ์การประเมิน/ระดับคุณภาพความสามารถในการแก้ไขปัญหาตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)

- 9 - 10 คะแนน หมายถึง ดีมาก
 7 - 8 คะแนน หมายถึง ดี
 6 คะแนน หมายถึง พอใช้
 0 - 5 คะแนน หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนระหว่างดำเนินกิจกรรมโดยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา
(STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง

ประเด็นการประเมิน		ระดับคุณภาพ		
		2	1	0
ด้านความรู้ (Knowledge : K)	มีการแลกเปลี่ยนความรู้ กันภายในกลุ่มใน การทำใบกิจกรรม	1. มีการแลกเปลี่ยน ความรู้กันภายในกลุ่ม ในการทำใบกิจกรรม 2. และมีคะแนนใบงาน ร้อยละ 60-100 - เข้าเงื่อนไขที่ 1 และ 2 ได้ 2 คะแนน	1. ไม่มีมีการ แลกเปลี่ยนความรู้ กันภายในกลุ่มใน การทำใบกิจกรรม 2. และมีคะแนนใบ งาน ร้อยละ 60- 100 -เข้าเงื่อนไขที่ 1 และ 2 ได้ 1 คะแนน	1. ไม่มีการแลกเปลี่ยน ความรู้กันภายใน กลุ่มในการทำใบ กิจกรรม 2. คะแนนใบงาน ร้อยละ 0-59 -เข้าเงื่อนไขที่ 1 และ 2 ได้ 0 คะแนน -เข้าเงื่อนไขที่ 2 ได้ 0 คะแนน
ด้านทักษะ (Process : P)	รับผิดชอบหน้าที่ ที่ตนเอง ได้รับมอบหมายภายใน กลุ่ม	1. รับผิดชอบหน้าที่ ที่ ตนเองได้ร้อยย่่างดีเยี่ยม -เข้าเงื่อนไข ได้ 2 คะแนน	1. ทำหน้าที่ตัวเอง บ้าง ละเลยหน้าที่ ตนเองบางครั้ง 2. พยายามให้เพื่อน ทำหน้าที่แทน แต่ เพื่อนไม่ยอมจึงต้อง ปฏิบัติหน้าที่ของตน -เข้าเงื่อนไข ที่ 1หรือ 2หรือเข้าทั้ง 1และ2 ได้ 1 คะแนน	1. ไม่ปฏิบัติหน้าที่ ที่ ตนเองได้รับ 2. สับเปลี่ยนหน้าที่กับ เพื่อนภายในกลุ่ม - เข้าเงื่อนไข ที่ 1 หรือ 2 หรือเข้า ทั้ง 1 และ 2 ได้ 0 คะแนน

ประเด็นการประเมิน		ระดับคุณภาพ		
		2	1	0
	รวมกันพัฒนาโมเดลต้นแบบ หรือแก้ไขสถานการณ์	1. ให้ความร่วมมือกันกับเพื่อนดำเนินกิจกรรมพัฒนาต้นแบบโดยการแสดงความคิดเห็น 2. รวมกันกับเพื่อนดำเนินกิจกรรมพัฒนาต้นแบบโดยการให้ความร่วมมือในการดำเนินกิจกรรมกับเพื่อนภายในกลุ่ม - เข้าเงื่อนไขทั้ง 2 เงื่อนไข ได้ 2 คะแนน	1. ให้ความร่วมมือกันกับเพื่อนดำเนินกิจกรรมพัฒนาต้นแบบโดยการแสดงความคิดเห็น 2. รวมกันกับเพื่อนดำเนินกิจกรรมพัฒนาต้นแบบโดยการให้ความร่วมมือในการดำเนินกิจกรรมกับเพื่อนภายในกลุ่ม - เข้าเงื่อนไขได้ เงื่อนไขหนึ่ง ได้ 1 คะแนน	1. ไม่ให้ความร่วมมือภายในกลุ่มในการดำเนินกิจกรรม - เข้าเงื่อนไข ได้ 0 คะแนน
	ร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาสถานการณ์ของกิจกรรมภายในกลุ่ม และรับฟัง รับฟังข้อเสนอแนะของเพื่อนภายในกลุ่ม	1. แสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม 2. รับฟังเพื่อนภายในกลุ่ม - เข้าเงื่อนไขหนึ่ง ทั้ง 2 ข้อ คะแนน	1. แสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม 2. รับฟังเพื่อนภายในกลุ่ม - เข้าเงื่อนไขได้ เงื่อนไขหนึ่ง ได้ 1 คะแนน	1. ไม่แสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม 2. ไม่รับฟังเพื่อนภายในกลุ่ม - เข้าเงื่อนไขได้ เงื่อนไขทั้ง 2 ข้อ ได้ 0 คะแนน
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A)	มีน้ำใจกับเพื่อนภายในกลุ่ม มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ไม่เอาเปรียบเพื่อนมี และใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างรู้คุณค่า	1. มีน้ำใจกับเพื่อนภายในกลุ่ม 2. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ไม่เอาเปรียบเพื่อนมี 3. และใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างรู้คุณค่า - เข้าเงื่อนไข 3 ข้อ ได้ 2 คะแนน	1. มีน้ำใจกับเพื่อนภายในกลุ่ม 2. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ไม่เอาเปรียบเพื่อนมี 3. และใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างรู้คุณค่า - เข้าเงื่อนไข 2 ข้อ ได้ 1 คะแนน	1. มีน้ำใจกับเพื่อนภายในกลุ่ม 2. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน ไม่เอาเปรียบเพื่อนมี 3. และใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างรู้คุณค่า - เข้าเงื่อนไข 1 ข้อ ได้ 0 คะแนน

ด้านความรู้ (Knowledge : K)

คะแนนเต็ม 2 คะแนน

ด้านทักษะ (Process : P)

คะแนนเต็ม 6 คะแนน

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A)

คะแนนเต็ม 2 คะแนน

รวม

10 คะแนน

แบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา
(STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง

ครูผู้สอน ตรีประเสริฐ แสงศรีเรือง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ รายวิชา วิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจดังนี้

5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด ก่อนเรียน หลังเรียน

รายการประเมิน	ความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. นักเรียนพอใจในบทบาทหน้าที่ที่ได้รับในการดำเนินกิจกรรม					
2. นักเรียนพึงพอใจสถานการณ์ของกิจกรรมที่สอดคล้องกับชีวิต ของนักเรียนในชุดกิจกรรม					
3. นักเรียนพึงพอใจที่มีส่วนร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน เช่น ตอบคำถามคุณครู นำเสนอหน้าห้อง					
4. นักเรียนพึงพอใจที่ได้แสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม					
5. นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้ออกแบบการทดลองเอง					
6. นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้ทดสอบหรือตรวจสอบชิ้นงาน ของกลุ่มตน เพื่อแก้ไขปรับปรุง					
7. นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ข้อดี ข้อด้อย ของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่น ๆ					
8. นักเรียนพึงพอใจที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมตอบ คำถาม					
9. นักเรียนพึงพอใจสื่อในการจัดการเรียนการสอน เช่น แท็บเล็ต หินชนิดต่าง ๆ ค้อน วัสดุทัศน ฯลฯ เป็นต้น					
10. นักเรียนพึงพอใจเวลาในการจัดกิจกรรม					
รวม					

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 หินและการเปลี่ยนแปลง

วิชาวิทยาศาสตร์ รหัส ว. 16101 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ข้อสอบ ปรนัย 4 ตัวเลือก 15 ข้อ 15 คะแนน เวลา 30 นาที ก่อนเรียน หลังเรียน

1. มีหิน สีเทา 5 ก้อน แต่ละก้อนมีขนาดเท่ากัน 2 ก้อน มีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม และอีกสามก้อนหนัก 2 ,3 และ 4 กิโลกรัม จะใช้เกณฑ์ใดในการจำแนกหิน
 - ก. ขนาด ข. ความหนาแน่น
 - ค. สี ง. น้ำหนัก
2. มีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ 10 คน เป็นผู้หญิง 3 คน สวมนาฬิกา 1 คน และมี ชาย 7 คน สวมนาฬิกา 4 คน ทำคุณครูต้องการแบ่งนักเรียนออกเป็นเท่า ๆ กันจะใช้เกณฑ์ใดในการแบ่งกลุ่ม
 - ก. สวมนาฬิกา กับ ไม่สวมนาฬิกา
 - ข. แบ่งครึ่ง
 - ค. นับ 1 และ 2 สลับกัน นับ 1 อยู่กลุ่ม 1 นับ 2 อยู่กลุ่ม 2
 - ง. แบ่งกลุ่มละ 5 คน
3. มีหินอยู่ 4 ก้อน นำมาทดสอบโดยใช้ค้อนทุบ ก้อนที่ 1 ไม่มีรอย ก้อนที่ 2 และ 3 แตกออกกระเอียด และก้อนที่ 4 มีรอยร้าว หินก้อนใดเหมาะที่จะใช้ในการก่อสร้าง เพราะเหตุใด
 - ก. 4 เพราะถนนต้องการความยืดหยุ่น เพื่อ ลดการแตกร้าวของถนน
 - ข. 2 และ 3 เพราะสามารถกระจายแรงได้ดี
 - ค. 1 เพราะมีความแข็งแรงที่สุด
 - ง. ไม่มีข้อที่เหมาะสมในการทำถนน
4. ที่บ้านนักเรียนขาดเครื่องใช้หลายอย่าง เช่น จาน แจกัน ถ้วยชาม นักเรียนควรใช้หินอะไรในการเครื่องใช้นี้ เพราะอะไร
 - ก. หินดินดาน เพราะมีคุณสมบัติคือ ละเอียดมาก ปี้กับน้ำแล้วเหนียวติดมือ ประโยชน์ ใช้ทำเครื่องปั้นดินเผา เซรามิก
 - ข. หินดินดาน มีคุณสมบัติคือ ทนต่อแรงเสียดทาน ประโยชน์ ใช้ทำเครื่องปั้นดินเผา
 - ค. หินดินดาน มีคุณสมบัติคือ มีความแข็งแรงยืดหยุ่น ประโยชน์ ใช้ทำ เซรามิก
 - ง. หินดินดาน มีคุณสมบัติคือ มีความสวยงาม ประโยชน์ ใช้ทำเครื่องปั้นดินเผา

5. มีสุนัข 6 ตัว

สีดำ 2 ตัวมี ขาสั้น 1 ตัว หูตั้ง 1 ตัว

สีขาว 3 ตัวมี ขาสั้น 1 ตัว หูตั้ง 1 ตัว

สีน้ำตาล 1 ตัวมี ขายาวและหูตั้ง

ต้องการแบ่งกลุ่มสุนัขให้ได้มากที่สุด ควรใช้เกณฑ์อะไรในการแบ่ง

- ก. ขา
- ข. สีขาว และสีน้ำตาล
- ค. สี
- ง. สีดำ และไม่สีดำ

6. หินชนิดใดมีลักษณะเป็นชั้นๆ เพราะอะไร

- ก. หินอัคนี เกิดจากการทับถม
- ข. หินแกรนิต เกิดจากการทับถม
- ค. หินพิมมิส เกิดจากการทับถม
- ง. หินดินดาน เกิดจากการทับถม

7. มีครอบครัวอยู่ครอบครัวหนึ่งมี พ่อแม่ ลูกสาวคนโต คนกลาง และคนเล็ก ต้องการแบ่งกลุ่มให้ได้มากที่สุด ควรใช้เกณฑ์อะไรในการแบ่ง

- ก. เพศ
- ข. อายุ
- ค. ส่วนสูง
- ง. น้ำหนัก

8. มีหิน 100 ก้อน ต้องการจำแนกหินที่เป็นโลหะออก นักเรียนควรใช้วิธีใด จึงจะเหมาะสมที่สุด

- ก. น้ำ เพราะโลหะจะไม่ละลายน้ำ
- ข. แวนิชยา เพราะโลหะจะมีลักษณะมันวาว
- ค. ตะปู เพราะโลหะจะไม่เป็นรอย
- ง. แม่เหล็ก เพราะโลหะจะถูกแม่เหล็กดูด

9. ข้อใดเป็นข้อควรปฏิบัติเมื่อเกิดภัยธรรมชาติทุกชนิด

- ก. ถ่ายรูปลงเฟสบุ๊ก เพื่อแจ้งข่าวสารเพื่อให้เกิดการช่วยเหลือจากหน่วยงานต่าง ๆ
- ข. โทรไปเล่าให้เพื่อนฟัง เพื่อแจ้งข่าวสารและขอคำแนะนำในการเอาตัวรอดจากภัยธรรมชาติ
- ค. โทรแจ้งเจ้าหน้าที่และอยู่ในที่ปลอดภัย เพื่อรอความช่วยเหลือ
- ง. กลับไปช่วยเหลือผู้ประสบภัยคนอื่น

10. ข้อใดไม่ใช่การผุพังอยู่กับที่ทางชีวภาพ

- ก. น้ำฝนตกใส่หินปูน มีการย่อยสลายของหินเมื่อถูกน้ำฝน
- ข. ไลเคนโตบนหิน มีการย่อยธาตุอาหารจากหินเพื่อดูดซึม
- ค. ต้นไทรโตตามซอกหิน มีการย่อยธาตุอาหารจากหินเพื่อดูดซึม
- ง. ซากสุนัขตายบนหิน มีระหว่างมีการย่อยสลายจะเกิดกระบวนการต่าง ๆ ทำให้กลายเป็นดิน

11. ในการสำรวจหาข้อมูลเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงของหินใน นักเรียนควรเลือกใช้วิธีใดในการสำรวจข้อมูล
- สืบค้นในหนังสือ เพราะจะได้ข้อมูลที่ถูกต้อง
 - สืบค้นใน อินเทอร์เน็ต เพราะรวดเร็วและหลากหลายเป็นปัจจุบัน
 - ถามผู้รู้ เพราะสามารถถามได้
 - ศึกษานอกสถานที่ เช่น หินข้างสี่ พิพิธพันธ์ ไคโนเสา บ่อดินไม้กลายเป็น เป็นต้น
12. ในทุก ๆ ปี ธารน้ำของจ๋อย จะถูกน้ำเซาะทำให้ตะลิ่งขอบสระพัง จ๋อยควรทำอย่างไร
- ถมขอบสระ เพื่อเสริมความแข็งแรงของตะลิ่ง และลดการถูกน้ำเซาะตะลิ่งขอบสระ
 - ปลูกหญ้าแพรกขอบสระ เพื่อให้รากของหญ้าแพร่พุงดินริมตะลิ่งลดการถูกน้ำเซาะตะลิ่ง
 - ขยายสระเพิ่ม เพื่อกระจายความเสี่ยงที่อาจเกิดจากการเซาะของน้ำ
 - ปลูกต้นมะพร้าวขอบสระ เพื่อให้รากของต้นมะพร้าวช่วยพุงดินไม่ให้ตะลิ่งพังเมื่อโดนน้ำเซาะ
13. ข้อใดเป็นการป้องกันธรณีพิบัติภัย
- สมพง ค้นหาเส้นทางในการเลี่ยงเส้นทางที่อาจเกิดธรณีพิบัติภัย
 - สนใจ ซ่อมอพยพหนีธรณีพิบัติภัย
 - สมหมาย ไม่สร้างบ้านใกล้ผู้เขาเพื่อป้องกันการเกิดดินถล่มบ้านตนเอง
 - สมปอง ปลูกป่าบนภูเขาหัวโล้นเพื่อป้องกันการเกิดดินถล่ม
14. ข้อใดไม่ใช่สาเหตุของธรณีพิบัติ
- ฝนตกหนัก เพราะฝนตกหนักจะทำให้เกิดน้ำท่วม
 - แผ่นดินไหว เพราะประเทศไทยไม่เกิดแผ่นดินไหว
 - ตัดไม้ทำลายป่า เพราะทำให้เกิดภัยแล้ง
 - ไฟป่า เพราะไฟป่าคืออัคคีภัย
15. ในการสืบค้นข้อมูลในอินเทอร์เน็ตนักเรียนควรคำนึงถึงอะไรเป็นอันดับแรก
- ความน่าเชื่อถือของข้อมูล
 - ความสวยงาม
 - รูปแบบของข้อมูล
 - ความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้



ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพเครื่องมือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)

เรื่อง ทินและการเปลี่ยนแปลง วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ทินและการเปลี่ยนแปลง

ชุดกิจกรรมที่ เวลาที่ใช้.....

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
1	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้					
2	ชุดกิจกรรมมีองค์ประกอบครบถ้วน					
3	การเขียนสาระสำคัญถูกต้อง สัมพันธ์กับเนื้อหา					
4	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความถูกต้อง					
5	ชุดกิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ					
6	ชุดกิจกรรมใช้เวลาเหมาะสมในการจัดกิจกรรม					
7	วัสดุอุปกรณ์เหมาะสม สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา					
8	วิธีการดำเนินกิจกรรม แบบบูรณาการ ตั้งแต่ 2 สาระวิชาขึ้นไป คือ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ออกแบบเชิงวิศวกรรม เทคโนโลยี					
9	ก่อนเริ่มกิจกรรม มีการเตรียมความพร้อมนักเรียนก่อน					
10	ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา					
11	ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา					
12	ขั้นที่ 3 ออกแบบการแก้ปัญหา สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา					
13	ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา					
14	ขั้นที่ 5 ทดสอบและประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา					
15	ขั้นที่ 6 วิธีการแก้ปัญหาลงมือแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา					
16	การวัดผลและประเมินผล ครบทุกด้าน					
17	ใบกิจกรรม เหมาะสมกับชุดกิจกรรม					
18	ใบความรู้ เหมาะสมกับชุดกิจกรรม					
19	การกำหนดสถานการณ์ในชุดกิจกรรม มีความเหมาะสม					
20	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					

ระดับคุณภาพของผลงาน

- 5 หมายถึง คุณภาพในระดับดีเยี่ยม 4 หมายถึง คุณภาพในระดับดีมาก
 3 หมายถึง คุณภาพในระดับดี 2 หมายถึง คุณภาพในระดับพอใช้
 1 หมายถึง คุณภาพในระดับปรับปรุง

เกณฑ์การแปลความหมาย

- 90 - 100 คะแนน ระดับคุณภาพ ดีมาก
 70 - 89 คะแนน ระดับคุณภาพ ดีมาก
 50 - 69 คะแนน ระดับคุณภาพ ดีมาก
 30 - 49 คะแนน ระดับคุณภาพ ดีมาก
 20 - 29 คะแนน ระดับคุณภาพ ดีมาก

ข้อเสนอแนะ

ด้านเนื้อหาสาระ

.....

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

ด้านการวัดและประเมินผล

.....

ด้านอื่น ๆ (โปรดระบุ)

.....

(ลงชื่อ).....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

สิ่งที่ได้ดำเนินการแก้ไข

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

(ลงชื่อ).....ผู้สอน

(นายตรีประเสริฐ แสงศรีเรือง)

...../...../.....



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามประเด็นต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตาม
แนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว16101 รายวิชา วิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่ากิจกรรมที่สร้างขึ้น ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามประเด็นที่กำหนดหรือไม่ โดยการพิจารณาให้น้ำหนักดังนี้

- 1 คือ แน่ใจ ว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามประเด็นที่กำหนดที่กำหนด
- 0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามประเด็นที่กำหนดหรือไม่
- +1 คือ แน่ใจ ว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามประเด็นที่กำหนด

นิยามประเด็น	ข้อคำถาม	น้ำหนัก			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด ที่ดีของบุคคลที่มีต่อการทำงานหรือการปฏิบัติกิจกรรมทั้งทางบวกและทางลบ ถ้าเป็นทางบวกก็จะทำให้เกิดผลดีต่อการปฏิบัติงานที่ทำ แต่ถ้าเป็นทางลบก็จะเกิดผลเสียต่อการปฏิบัติงานนั้นได้ การทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การที่บุคคลจะเรียนรู้หรือมีพัฒนาการและความเจริญงอกงามนั้น บุคคลจะต้องอยู่ในสภาวะพึงพอใจ สุขใจเป็นเบื้องต้นนั้นคือบุคคลต้องได้รับการสนใจทั้งในลักษณะนามธรรมและรูปธรรม	1. นักเรียนพอใจในบทบาทหน้าที่ที่ได้รับในการดำเนินกิจกรรม				
	2. นักเรียนพึงพอใจสถานการณ์ของกิจกรรมที่สอดคล้องกับชีวิตของนักเรียนในชุดกิจกรรม				
	3. นักเรียนพึงพอใจที่มีส่วนร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน เช่น ตอบคำถามคุณครู นำเสนอหน้าห้อง				
	4. นักเรียนพึงพอใจที่ได้แสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม				
	5. นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้ออกแบบการทดลองเอง				
	6. นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้ทดสอบหรือตรวจสอบชิ้นงานของกลุ่มตน เพื่อแก้ไขปรับปรุง				
	7. นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ข้อดี ข้อด้อย ของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่น ๆ				
	8. นักเรียนพึงพอใจที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมตอบคำถาม				
	9. นักเรียนพึงพอใจสื่อในการจัดการเรียนการสอน เช่น แท็บเล็ต หินชนิดต่าง ๆ ค้อน วัสดุที่ค้น ฯลฯ เป็นต้น				
	10. นักเรียนพึงพอใจเวลาในการจัดกิจกรรม				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง



ภาคผนวก ค

คุณภาพเครื่องมือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1

สรุปผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง

ข้อที่	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดกิจกรรม						ค่าเฉลี่ยรวม	ผลสรุปการประเมิน
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6		
1	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน่วยการเรียนรู้	4.4	4.2	4.4	4.6	4.6	4.6	4.47	มาก
2	ชุดกิจกรรมมีองค์ประกอบครบถ้วน	4.8	4.6	4.8	4.8	4.8	4.6	4.73	มากที่สุด
3	การเขียนสาระสำคัญถูกต้อง สัมพันธ์กับเนื้อหา	4.6	4.4	4.2	4.4	4.8	4.6	4.50	มากที่สุด
4	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความถูกต้อง	4.6	4.4	4	4.4	4.4	4.6	4.40	มาก
5	ชุดกิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ	4	4	4	4	4.2	4	4.03	มาก
6	ชุดกิจกรรมใช้เวลาเหมาะสมในการจัดกิจกรรม	4.4	4.4	4	4.4	4.8	4.6	4.43	มาก
7	วัสดุอุปกรณ์เหมาะสม สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา	4.4	4.2	4	4.6	4.6	4.6	4.40	มาก
8	วิธีการดำเนินกิจกรรม แบบบูรณาการ ตั้งแต่ 2 สาระวิชาขึ้นไป คือ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ออกแบบเชิงวิศวกรรม เทคโนโลยี	4.6	4.4	4.6	4.6	4.6	4.4	4.53	มากที่สุด
9	ก่อนเริ่มกิจกรรม มีการเตรียมความพร้อมนักเรียนก่อน	4.6	4.4	4.6	4.6	4.4	4.4	4.50	มากที่สุด
10	ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา	4	4	4	4.2	4.2	4.4	4.13	มาก
11	ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา	4.8	4.8	5	4.8	4.8	4.8	4.83	มากที่สุด
12	ขั้นที่ 3 ออกแบบการแก้ปัญหา สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา	4	4	4	4.2	4	4.4	4.10	มาก
13	ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา	4.4	4.4	4	4.4	4.4	4.4	4.33	มาก
14	ขั้นที่ 5 ทดสอบและประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา	4.6	4.8	4	4.6	4.6	5	4.60	มากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดกิจกรรม						ค่าเฉลี่ยรวม	ผลสรุปการประเมิน
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6		
		15	ชั้นที่ 6 วิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหา	4.2	4.4	4	4.2		
16	การวัดผลและประเมินผล ครบทุกด้าน	4.6	4.6	5	4.4	4.4	4.6	4.60	มากที่สุด
17	ใบกิจกรรม เหมาะสมกับชุดกิจกรรม	4.6	4.4	4.6	4.4	4.4	4.4	4.47	มาก
18	ใบความรู้ เหมาะสมกับชุดกิจกรรม	4.6	4.4	4.6	4.6	4.6	4.4	4.53	มากที่สุด
19	การกำหนดสถานการณ์ในชุดกิจกรรม มีความเหมาะสม	5	5	4.6	5	5	4.8	4.90	มากที่สุด
20	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.8	4.8	4	4.8	4.8	4.8	4.67	มากที่สุด
	โดยรวม	4.50	4.50	4.43	4.32	4.50	4.53	4.47	มาก

ตารางที่ ค.2

สรุปค่า IOC แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญกับ สอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
11	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้

(ต่อ)

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
12	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
13	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
16	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
18	1	0	1	0	1	3	0.6	ใช้ได้
19	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
20	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
21	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
22	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
23	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
25	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
27	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
28	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
29	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
30	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

หมายเหตุ. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 0.60 - 1.00

ตารางที่ ค.3

ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่า p	ค่า B	แปลผล
1	.40	.46	ตัดไว้
2	.75	.42	ตัดไว้
3	.70	.33	ตัดไว้
4	.55	.29	ตัดไว้
5	.55	.50	ตัดไว้
6	.30	.29	ตัดไว้
7	.70	.33	ตัดไว้
8	.50	.42	ตัดไว้
9	.60	.38	ตัดไว้
10	.50	.42	ตัดไว้
11	.55	.50	ตัดไว้
12	.70	.33	ตัดไว้
13	.45	.54	ตัดไว้
14	.45	.75	ตัดไว้
15	.65	.46	ตัดไว้

หมายเหตุ. ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตรของ (Lovett) เท่ากับ 0.63

ตารางที่ ค.4

สรุปค่า IOC แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญกับ สอดคล้องระหว่าง
ข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
5	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
13	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
15	0	1	1	0	1	3	0.6	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
18	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
19	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
20	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

หมายเหตุ. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 0.60 - 1.00

ตารางที่ ค.5

ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ข้อที่	ค่า p	ค่า r	แปลผล
1	.69	.70	ตัดไว้
2	.53	.70	ตัดไว้
3	.32	.50	ตัดไว้
4	.48	.50	ตัดไว้
5	.37	.50	ตัดไว้
6	.58	.50	ตัดไว้
7	.62	.60	ตัดไว้
8	.69	.70	ตัดไว้
9	.43	.60	ตัดไว้
10	.64	.60	ตัดไว้

หมายเหตุ. ค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ของแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณเท่ากับ 0.82

ตารางที่ ค.6

สรุปค่า IOC แบบสอบถามความพึงพอใจ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญกับ สอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามประเด็น

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	0	1	5	0.80	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

หมายเหตุ. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 0.80 - 1.00

ตารางที่ ค.7

ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนกับคะแนนรวมที่ตัดข้อนี้ออก (Item Total Correlation) และหาค่าความเชื่อมั่น (α) โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค ของแบบสอบถามความพึงพอใจ

ข้อ	r	(α)
1. นักเรียนพอใจในบทบาทหน้าที่ที่ได้รับในการดำเนินกิจกรรม	0.73	
2. นักเรียนพึงพอใจในการจัดกลุ่มแบบคณะกรรมการ	0.53	
3. นักเรียนพึงพอใจที่มีส่วนร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน เช่น ตอบคำถามคุณครู นำเสนอหน้าห้อง	0.72	
4. นักเรียนพึงพอใจที่ได้แสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม	0.48	
5. นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้ออกแบบการทดลองเอง	0.48	
6. นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้ทดสอบหรือตรวจสอบชิ้นงานของกลุ่มตน เพื่อแก้ไขปรับปรุง	0.87	.89
7. นักเรียนมีความพึงพอใจที่ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ข้อดี ข้อด้อย ของกลุ่มตนเอง และกลุ่มอื่น ๆ	0.54	
8. นักเรียนพึงพอใจที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมตอบคำถาม	0.79	
9. นักเรียนพึงพอใจสื่อในการจัดการเรียนการสอน เช่น แท็บเล็ต หินชนิดต่างๆ ก้อน วัสดุทัศน ฯลฯ เป็นต้น	0.64	
10. นักเรียนพึงพอใจเวลาในการจัดกิจกรรม	0.55	
รวมเฉลี่ย	0.63	

หมายเหตุ. $N=20$, (α) = .05, $r \geq 0.306$



ภาคผนวก ง

หนังสือขอความอนุเคราะห์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/ว.๘๕๕๕



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๕๔๐๐๐

๗ ธันวาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน อาจารย์ ดร.พงศธร โพธิ์พลศักดิ์

ด้วย นายตรีประเสริฐ แสงศรีเรือง นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผล การศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการ ศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา เพื่อให้การทำ วิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็น ผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

- เพื่อ
- ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ด้านเนื้อหา
 - ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ด้านการวัดและประเมินผล
 - ตรวจสอบความเหมาะสมด้านการใช้ภาษา สถิติ การวัดและประเมินผล
 - เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านข้อมูล และให้สัมภาษณ์ข้อมูล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒

www.edurmu.ac.th



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์

ที่ คศ.๐๕๓๘/๒๕๖๐

วันที่ ๗ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน อาจารย์ ดร.อนุสรณ์ จันทร์ประทักษ์

ด้วย นายตรีประเสริฐ แสงศรีเรือง นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผล การศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ การศึกษาหลักสูตรครุศาสตร มหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา เพื่อให้การทำ วิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็น ผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

- เพื่อ
- ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ด้านเนื้อหา
 - ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ด้านการวัดและประเมินผล
 - ตรวจสอบความเหมาะสมด้านการใช้ภาษา สถิติ การวัดและประเมินผล
 - เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านข้อมูล และให้สัมภาษณ์ข้อมูล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภัทรชัย จันทร์ชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์



ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/ว.๘๕๕๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๗ ธันวาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางทัศนภรณ์ แสงศรีเรือง

ด้วย นายตรีประเสริฐ แสงศรีเรือง นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผล การศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ การศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา เพื่อให้การทำ วิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็น ผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

- เพื่อ
- ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ด้านเนื้อหา
 - ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ด้านการวัดและประเมินผล
 - ตรวจสอบความเหมาะสมด้านการใช้ภาษา สถิติ การวัดและประเมินผล
 - เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านข้อมูล และให้สัมภาษณ์ข้อมูล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐชัย จันทชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒

www.edurmu.ac.th



ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/ว.๘๕๕๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๕๔๐๐๐

๗ ธันวาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางสาวสุดารัตน์ ศรีใส

ด้วย นายตรีประเสริฐ แสงศรีเรือง นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผล การศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ การศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา เพื่อให้การทำ วิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็น ผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

- เพื่อ
- ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ด้านเนื้อหา
 - ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ด้านการวัดและประเมินผล
 - ตรวจสอบความเหมาะสมด้านการใช้ภาษา สลิตี การวัดและประเมินผล
 - เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านข้อมูล และให้สัมภาษณ์ข้อมูล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐรัชย์ จันทชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒

www.edurmu.ac.th

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/ว.๘๕๕๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๗ ธันวาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางพิสมัย พิมพิโพธิ์

ด้วย นายตรีประเสริฐ แสงศรีเรือง นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินผล การศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการ ศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา เพื่อให้การทำ วิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็น ผู้เชี่ยวชาญในการทำวิทยานิพนธ์

- เพื่อ
- ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ด้านเนื้อหา
 - ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ด้านการวัดและประเมินผล
 - ตรวจสอบความเหมาะสมด้านการใช้ภาษา สถิติ การวัดและประเมินผล
 - เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านข้อมูล และให้สัมภาษณ์ข้อมูล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐชัย จันทชุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา

โทรศัพท์/โทรสาร ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๒

www.edurmu.ac.th



ภาคผนวก จ

ภาพกิจกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ จ.1 นักเรียนบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นด้วยแท็บเล็ต (1)



ภาพที่ จ.2 นักเรียนบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นด้วยแท็บเล็ต (2)



ภาพที่ จ.3 นักเรียนทดสอบคุณสมบัติของหินของชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่อง หินจำเอยังเหมือนเดิมใช่ไหม



ภาพที่ จ.4 การทดลองของชุดกิจกรรมที่ 6 เรื่อง สู่ธรณีพิบัติภัย (1)



ภาพที่ จ.5 การทดลองของชุดกิจกรรมที่ 6 เรื่อง สู่ธรณีพิบัติภัย (2)



ภาพที่ จ.6 ภาพผลการทดลองของชุดกิจกรรมที่ 6 เรื่อง สู่ธรณีพิบัติภัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล นายตรีประเสริฐ แสงศรีเรือง
วัน เดือน ปี เกิด 5 กุมภาพันธ์ 2535
ที่อยู่ปัจจุบัน 138 หมู่ 22 ต.สาวะถี อ. เมือง จ.ขอนแก่น 4000
สถานที่ทำงาน โรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาคาร สพป.ขอนแก่น เขต 1
อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
ตำแหน่ง พี่เลี้ยงเด็กพิการ
ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2558 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)
สาขาฟิสิกส์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
พ.ศ. 2562 ครุศาสตร์มหาบัณฑิต (ค.ม.)
สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)
เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง
Development of science activity series based on STEM Education
“Stone story and change”

ตรีประเสริฐ แสงศรีเรือง¹, อรัญ ชูยกระเดื่อง², พงศกร พิมพะนิตย์³
Threeprasert Sangsiruarn¹, Arun Suikraduang², Pongsagorn Pimpanith³
ทำวิจัยเมื่อ พ.ศ. 2562
Email : maximuskkw.3577@gmail.com

บทคัดย่อ

การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา(STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียน ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง (3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

¹Master Student of Education (Curriculum and Instruction) Rajabhat Maha Sarakham University

²มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

²Rajabhat Maha Sarakham University

³มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

³Rajabhat Maha Sarakham University

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาการ จำนวน 20 คน เป็นการสุ่มแบบยกลกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (3.1) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 6 ชุดกิจกรรม ๆ ละ 2 ชั่วโมง (3.2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ (3.3) แบบทดสอบความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t-test (Dependent)

ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา(STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มี 6 ชุดกิจกรรม ได้แก่ (1.1) สวนหินที่รัก (1.2) ทางเดินของธารอส (1.3) หินนี้มีดีอะไร (1.4) หินจำเธออย่างเหมือนเดิมใช่ไหม (1.5) “ธรณีพิบัติภัย” รู้ไว้เราปลอดภัย (1.6) ผู้ธรณีพิบัติภัย มีประสิทธิภาพ มีประสิทธิภาพ 79.08/82.67 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 (3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : 1. สะเต็มศึกษา 2. ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5. ความพึงพอใจ

ABSTRACT

The development of a science activity series based on STEM Education “Stone story and change” for Prathom Suksa Six. ; (1) To develop of a science activity series on the standard criteria of 80/80. ; (2) To compare the students' learning achievement and critical thinking of a science. and (3) to study students' satisfaction towards the developed of a science activity. The sample for this research consisted of 20 pupils of Nonrangwittayakan School using cluster random sampling. The research tools were (3.1) to science activity series along the STEM Education Stone and change, 6 sets of activities, 2 hours each; (3.2) Learning achievement test and critical thinking; and (3.3) a

questionnaire on satisfaction. The statistics used to analyze the data were: percentage (%), mean (), standard deviation (S.D.) and t - test (Dependent).

The results of the research revealed that. ; (1) There are Six activity sets. ; (1.1) Dear stone garden. ; (1.2) The pathway of Thanos. ; (1.3) What is good about this stone ; (1.4) Stone, are you still the same; (1.5) “Earthquake disaster” Know before, we are safe ; and (1.6) Fight the disaster. Effectiveness of the materials was 79.08/82.67 percent. ; (2) The students science learning achievement test and critical thinking ability and after using “STEM Education” were significantly higher before using “STEM Education” materials at the 0.5 level. ; (3) The overall satisfaction of the students with using “STEM Education” was at the highest level.

Keywords : 1. STEM Education 2. Science Activity Series Learning 3. Achievement 4. Critical Thinking 5. Satisfaction

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การพัฒนาคุณภาพการศึกษาเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายมุ่งพัฒนาให้คนมีการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพเกิดสังคมแห่งการเรียนรู้ คุณภาพการศึกษาเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาคนให้เป็นพลเมืองที่ดี มีคุณภาพ การที่ประเทศไทยจะพัฒนาไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืนในอนาคตได้นั้นจะต้องให้ความสำคัญกับการเสริมสร้างทุนของประเทศที่มีอยู่ให้เข้มแข็งและมีพลังเพียงพอในการขับเคลื่อนกระบวนการพัฒนาทั้งในระยะกลางและระยะยาวโดยเฉพาะ “การพัฒนาคน” ให้มีการเตรียมความพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของโลกในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีสิ่งที่สำคัญที่สุด คือทักษะการเรียนรู้และการเสริมสร้างปัจจัยแวดล้อมที่เอื้อต่อการพัฒนาคุณภาพของคน(สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ, 2559 : 21)

การเรียนรู้ในปัจจุบันเป็นการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ต้องอาศัยทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร เพื่อช่วยในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคปัจจุบัน ซึ่งการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพราะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ

และ ทฤษฎีภูมิ การทำโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมที่ผู้เรียนได้รับรู้มาแตกต่างกันก่อนเข้าสู่ห้องเรียน ระหว่างการทำกิจกรรมร่วมกันโดยตรงของผู้เรียนส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การคิดขั้นสูงและการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ใช้วิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560 : ง-ฉ)

แม้วิทยาศาสตร์ มีความสำคัญอย่างมากต่อการพัฒนาการทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ที่เป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน แต่การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1 ปีการศึกษา 2558 – 2560 พบว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 41.12, 39.98 และ 37.10 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับชาติ และเมื่อพิจารณาลงสู่ระดับโรงเรียน พบว่านักเรียนนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 38.36, 43.96 และ 34.92 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำกว่าสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1 นอกจากนี้ยังต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนและสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1 ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2560 : ออนไลน์)นอกจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะต่ำแล้วจากการประเมินคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน ของโรงเรียนมาตรฐานที่ 1 คุณภาพของผู้เรียน ตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการของผู้เรียน ด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ ญาณ อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและแก้ปัญหา พบว่านักเรียนมีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดของโรงเรียนคือนักเรียนร้อยละ 70 มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณระดับดีขึ้นไป ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถที่จะนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ จากการสังเกตของผู้ทำวิจัยเองพบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ขาดความกระตือรือร้นในการเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ ใช้ในการแก้ไขปัญหาในชีวิตจริงได้และไม่เข้าใจถึงความจำเป็นของวิชาวิทยาศาสตร์ ยังใช้ความเคยชินในการแก้ไขปัญหาไม่ได้ นำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้มาใช้ในแก้ไขปัญหา ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม และทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำ

ความรู้ต่าง ๆ มาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงและเข้าใจเนื้อหาสาระในบทเรียนมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษารูปแบบ วิธีการ และนวัตกรรมที่จะนำมาช่วยเป็นสื่อกลางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างครูและผู้เรียน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบ วิธีการ และนวัตกรรมที่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนข้างต้น พบว่าหากให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามรูปแบบ Active Learning ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำและได้ใช้กระบวนการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เขาได้กระทำลงไป (Bonwell, 1991 : 5) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้สมมติฐานพื้นฐาน 2 ประการคือ (1) การเรียนรู้เป็นความพยายามโดยธรรมชาติของมนุษย์ และ (2) แต่ละบุคคลมีแนวทางในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน โดยผู้เรียนจะถูกเปลี่ยนบทบาทจากผู้รับความรู้ (Receive) ไปสู่การมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ (Co-creators) (Fedler and Brent, 1996 : 43-47)ซึ่งสอดคล้องกับจุดเน้นกระทรวงศึกษาธิการด้านความมั่นคงตามกรอบยุทธศาสตร์ชาติ ในการพัฒนาหลักสูตรกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดความปรองดองความสามัคคี เพื่อนช่วยเพื่อน โดยใช้รูปแบบ Active Learning พัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพของคน เพื่อรองรับผลการทดสอบ PISA และ STEM Education

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้วิจัยตระหนักว่ารูปแบบ วิธีการและนวัตกรรมที่ใช้แบบเดิมไม่สามารถที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายได้ และเพื่อให้สอดคล้องกับแหล่งเรียนรู้ในชุมชน สร้างความตระหนักถึงความสำคัญ ความเป็นมา และความภาคภูมิใจต่อแหล่งเรียนรู้ในชุมชน “จุดชมวิวยินชางสี อุทยานแห่งชาติน้ำพอง” ผู้วิจัยเชื่อว่าชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาจะสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนและหลังการจัดด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหิน และการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังเรียน ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3. ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

3.1 ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3.2 เป็นข้อมูลสารสนเทศที่สำคัญต่อการพัฒนาและส่งเสริมการเรียนรู้ในทศวรรษที่ 21 รวมทั้งทักษะการแก้ไขปัญหาชีวิต ให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่พัฒนาอย่างรวดเร็ว โดยใช้แนวคิดการจัดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)

3.3 เป็นประโยชน์ต่อไปโดยเฉพาะทิศทางและมิติที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ตามสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในศตวรรษที่ 21

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.1.1 ประชากรตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1 จำนวน 44 โรงเรียน จำนวน 51 ห้อง จำนวนนักเรียน 1,158 คน

4.1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาการ จำนวน 20 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบยกกลุ่ม (Cluster

Random Sampling) โดยสุ่มโรงเรียนมา 1 โรงเรียน กรณีที่โรงเรียนที่มี 2 ห้องเรียนขึ้นไป จะทำการสุ่มห้องเรียนมา 1 ห้องเรียน แล้วใช้นักเรียนที่ได้จากการสุ่มเป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

4.2.1 ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย 6 กิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ 1) สวนหินที่รักชุดกิจกรรมที่ 2) ทางเดินของธารานอส 3) หินนี้มีดีอะไร 4) หินจำเธอยังเหมือนเดิมใช่ไหม 5) “ธรณีพิบัติภัย” รู้ไว้เราปลอดภัย และ 6) สุัธรณีพิบัติภัย

4.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 15 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) โดยการใช้สูตร (Lovett) เท่ากับ 0.63

4.2.3 แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 10 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น(KR-20) ทั้งฉบับเท่ากับ 0.82

4.2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน 10 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น α โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค เท่ากับ .89

4.3 การเก็บและรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้ 1)ขอหนังสือจากคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาคาร เพื่อขอความอนุเคราะห์อนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 2)ทดลองใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง กับกลุ่มตัวอย่าง และ3)ดำเนินการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลผลการทดลองใช้ชุดกิจกรรม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรม พร้อมตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ข้อมูล

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล (1)วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่6ตามเกณฑ์ 75/75 (E_1/E_2) (2) วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้ t - test (Dependent) (3) วิเคราะห์ค่าความพึงพอใจ โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5. ผลการวิจัย

5.1 การจัดการเรียนรู้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มี 6 ชุดกิจกรรมได้แก่ (1) สวนหิน ที่รัก (2)

ทางเดินของธานอส (3) หินนี้มีคืออะไร (4) หินจำเธอยังเหมือนเดิมใช่ไหม (5) “ธรณีพิบัติภัย” รั้วเราปลอดภัย (6) ผู้ธรณีพิบัติภัย มีประสิทธิภาพ ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับ เหมาะสมมาก และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.08/81 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

5.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา(STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับ ความพึงพอใจมากที่สุด

6. อภิปรายผลการวิจัย

6.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.08/82.67 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 ทั้งนี้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ผ่านขั้นตอนในการจัดทำอย่างมีระบบโดยออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับพัฒนาการความต้องการและความสนใจของผู้เรียนโดยผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกขั้นตอน ในระบบการทำงานแบบกลุ่ม ที่แบ่งหน้าที่แต่ละคนภายในกลุ่มอย่างชัดเจน มีการบูรณาการใช้ความรู้ที่หลากหลายที่ คือ (1) วิทยาศาสตร์ (2) เทคโนโลยี (3) การออกแบบเชิงวิศวกรรม และ (4) คณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน ในกิจกรรมมีการกระตุ้นความคิดนักเรียนด้วยคำถามปลายเปิด เพื่อให้ให้นักเรียนคิด มีอิสระในการตอบ และเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและภายในกลุ่ม ระหว่างกลุ่ม รวมถึงครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในเนื้อหาที่เรียน ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับการวิจัยของ เกศินี อินถา (2558) การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องมหัศจรรย์ยางพารา โดยใช้แนวการสอน STEM กับการพัฒนาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนี้ ชุดกิจกรรมที่ใช้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.58/78.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของกมลฉัตร กล่อมอิม และประมะ แก้วพวง (2559 : 27) ผลการวิจัยพบว่า สร้างและหาประสิทธิภาพการจัด การเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา พบว่า มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 78.92/79.54 และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อโนดาษ รัชเวทย์, ฐิณีนิปกรณสมแก้ว และปภา วิอุปติ (2560 : 226) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 โดยชุดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาเรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 จากผลจากการวิจัยพบว่า (1) ชุดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาเรื่อง การแยกสาร ที่สร้างขึ้น

นั้น มีค่าประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ และทดสอบประสิทธิภาพกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 77/76 สูงกว่าที่ตั้งไว้คือ 75/75

6.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นสื่อ ที่เน้นความแตกต่าง ของผู้เรียนในการใช้ความสามารถแต่ละด้านของแต่ละคน เพื่อร่วมกันแก้ไขสถานการณ์ที่ต่าง ๆ ในชุดกิจกรรม ซึ่งชุดกิจกรรมจะเน้น สถานการณ์จริง หรือเหตุการณ์ใกล้ตัว การแก้ปัญหาในสถานการณ์หนึ่ง สามารถ มีทางแก้ไขสถานการณ์ได้มากกว่า หนึ่งทาง และแม้นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ไขปัญหาสถานการณ์ นักเรียนก็ยังได้ประสบการณ์ในกระบวนการและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่มต่าง ๆ ว่าเหตุใด จึงประสบความสำเร็จหรือไม่ประสบความสำเร็จ ภายในชั้นเรียน ส่งผลให้นักเรียน กล้าคิด กล้าทำ กล้าแสดงออก และสนุกไปกับกิจกรรม มีความกระตือรือร้นในการเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ สาวิตรี หงษา (2560 : 18) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะเรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ดวงพร สมจันทร์ตา (2559 : 353) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง กายวิภาคของพืช พบว่านักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (7.30 ± 1.01 , 7.13 ± 0.97 และ 7.56 ± 0.91) สูงกว่าก่อนเรียน (3.06 ± 1.12 , 3.25 ± 1.09 และ 3.37 ± 0.98) ตามลำดับ ($p < .05$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ อับดุลยามีน หะยีชาเดร์ [10] ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

6.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับ ความพึงพอใจมากที่สุด เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องหินและการเปลี่ยนแปลง กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน รู้จักหน้าที่ของตนเอง ได้ฝึกแก้ไขปัญหาสถานการณ์จริง สอดคล้องกับงานวิจัยของ เกศินี อินถา ภาณุพัฒน์ ชัยวร และอโนดาซ์ รัชเวทย์ (2558 : 132) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง

“มหัศจรรย์อย่างพารา” โดยใช้แนวการสอน STEM กับการพัฒนาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจเมื่อได้เรียนด้วยชุดกิจกรรมดังกล่าวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณธนะ ปัดชา (2559 : 830) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ พบว่าเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก อับดุลยามีน หะยีชาเดร์ (2562) ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการ การเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ น้ำฝน คุณเจริญไพศาล (2562 : 23) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพึงพอใจมาก และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรุฒิ สุดจิตจรูญ และสิทธิพล อัจฉินทร์ (2562 : 2) การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเครื่องดนตรีสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเครื่องดนตรีสร้างสรรค์ด้วยการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ภาพรวมอยู่ในระดับมาก

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

7.1.1 โรงเรียนควรมีนโยบายที่ส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21

7.1.2 ผู้บริหารควรเป็นผู้ขับเคลื่อนในการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา โดยให้ครูผู้สอนบูรณาการร่วมกันในหลากหลายกลุ่มสาระรายวิชา

7.2 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ลงมือจัดกิจกรรมด้วยตนเอง โดยการเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ซึ่งในการจัดกิจกรรมผู้วิจัยพบปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินกิจกรรม จึงได้เขียนข้อเสนอแนะให้ผู้สนใจนำแนวทางการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา (STEM Education) สู่อห้องเรียน ดังนี้

7.2.1 การเลือกใช้สื่อ มีความจำเป็นต้องใช้สื่อที่หลากหลาย และสอดคล้องกับความรู้ความเข้าใจในสื่อของผู้เรียน เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ดังนั้นการออกแบบกิจกรรมควรมีการกำหนดสื่อวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น

7.2.2 การเตรียมความพร้อมผู้เรียน ครูผู้สอนจำเป็นต้อง ตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียนที่จำเป็นต้องใช้ในกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาก่อน เพราะในบางครั้งหากผู้เรียนเรียนไม่มีความรู้ในเรื่องที่จะจัดกิจกรรมจะเป็นอุปสรรคต่อการจัดกิจกรรมได้

7.2.3 กิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาเป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้นำความรู้ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) การออกแบบเชิงวิศวกรรม (E) และคณิตศาสตร์ (M) มาประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงจากปัญหาสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งสามารถหาคำตอบได้หลากหลายวิธี มีผู้ที่ประสบความสำเร็จและผู้ที่ไม่ประสบความสำเร็จ ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ร่วมกันนั้น จะมีการเรียนรู้ทั้งจากความสำเร็จและล้มเหลวของผู้เรียนในขั้นตอนการนำเสนอผลลัพธ์

7.2.4 สถานการณ์ ที่ใช้ในชุดกิจกรรมควรเลือกสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชุมชน ใกล้ตัวผู้เรียน หรือที่กำลังเป็นที่สนใจของสังคม ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในตัวชุดกิจกรรมสูงขึ้น รวมถึงชื่อกิจกรรม ที่ผู้เรียนมักเกิดคำถาม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความน่าสนใจของชุดกิจกรรม

7.2.5 ในการถามคำถามกระตุ้นความคิด ควรถามคำถามปลายเปิด ไม่ถามคำถามชี้แนะผู้เรียน ซึ่งในช่วงการจัดกิจกรรมชุดกิจกรรมแรกๆ จะส่งผลให้กิจกรรมดำเนินช้า ครูผู้สอนต้องมีความอดทน เพื่อให้ตัวผู้เรียนนั้น เกิดกระบวนการคิด หากผู้เรียนตอบผิด ครูผู้สอนไม่ควร บอกว่าผิด เพราะจะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนไม่ตอบสนอง หรือร่วมกิจกรรมในครั้งต่อ ๆ ไป ควรให้กำลังใจในเชิงบวก เช่น มีคำตอบอื่นอีกหรือไม่ ใกล้เคียงแล้ว ถูกต้องครับมีใครมีคำตอบอื่นเพิ่มเติมหรือไม่ เป็นต้น เพื่อเป็นกำลังใจและส่งเสริมกระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าแสดงออกและมีส่วนร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนควรทำการวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการแก้ไขปัญหาการปฏิบัติตนตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ให้กับนักเรียนและผู้ปกครอง

7.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

7.3.1 ผลการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยในครั้งนี้ เป็นเพียงกลุ่มตัวอย่างหนึ่งในเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาขอนแก่นเขต 1 จังหวัดขอนแก่น เท่านั้นไม่สามารถเทียบเคียงกับกลุ่มตัวอย่างในจังหวัดอื่นได้ ควรมีการทำวิจัยนี้ซ้ำในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มอื่น เพื่อความน่าเชื่อถือของงานวิจัยให้สูงขึ้น

7.3.2 ควรมีการวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในกลุ่มวิชาที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ออกแบบ

8. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2559). **แผนปฏิบัติการประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2560 ของกระทรวงศึกษาธิการ (เพื่อประกอบการจัดทำคำของบประมาณรายจ่ายประจำปี พ.ศ.2560).** กรุงเทพมหานคร : สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักปลัดกระทรวงกระทรวงศึกษาธิการ.
- กมลฉัตร กล่อมอิม และปรมะ แก้วพวง. (2559). ผลการวิจัยพบว่า สร้างและหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา. **วารสารวิชาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุตรดิตถ์.** 3(2). 27-42.
- เกศินี อินดา ภาณุพัฒน์ ชัยวร และอนิศา รัชเวทย์. (2558). การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง มหัศจรรย์ยางพารา โดยใช้แนวการสอน STEM กับการพัฒนาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. **วารสารครูพิบูล มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.** 2(1). 132-141.
- ดวงพร สมจันทร์ตา, มนตรี มณีภาค และสมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2559). **การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง กายวิภาคของพืช.** ใน การประชุมวิชาการ ระดับชาติ ศึกษาศาสตร์ ครั้งที่ 1 การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาท้องถิ่นสู่ประชาคมอาเซียน : ทิศทางใหม่ในศตวรรษที่ 21(1). 353 - 360.
- น้ำฝน คุณเจริญไพศาล, รังสิยา ขวัญเมือง และลลิตา มาเอี่ยม. (2562). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เรื่อง การปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. **วารสารศรีนครินทร์วิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์).** 11(21). 23 - 38.
- วรรณธนะ ปัดชา และสืบสกุล อยู่ยืนยง. (2559). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ. **วารสารวิชาการ Veridian E-Journal, Silpakorn University.** 9(2). 830 - 839.
- วรุฒิ สุจิตจรจุล และสิทธิพล อัจฉรินทร์. (2562). การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมเครื่องดนตรี สร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. **วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.** 13(2). 1-11.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). **หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้**

วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. (2560). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน
(O-NET). สืบค้นจาก <http://www.newonetestresult.niets.or.th/>

สาวิตรี หงษา. (2560). การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
เรื่องการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารครูศาสตร์อุตสาหกรรม. 16(2). 18 - 24.

อับดุลยามีน หะยีชาเดร์. (2562). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการ
เรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตปัตตานี. 30(1). 170 - 180.

อโนดาษฐ์ รัชเวทย์, จุฬินีปกรณ์ สมแก้ว และภาวิ อุปธิ. (2560). การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และ
นวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 โดยชุดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง การแยกสาร ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น. 11(3). 226 - 238.

C.C. Bonwell, J.A. Eison. (1991). **Active Learning: Creating Excitement in the Classroom.**
ERIC Digest. Washington D.C.: ERIC Clearinghouse on Higher Education.

Felder, R. and Brent, R. (1996). Navigating the Bumpy Road to Student-Centered
Instruction. **Journal of College Teaching.** 44(2). 43-47.

9. คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและ
ปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำในการสร้างเครื่องมือให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้นรวมทั้งบุคคลที่
ผู้วิจัยได้อ้างอิงทางวิชาการตามที่ปรากฏในบรรณานุกรม

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาการ สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
ขอนแก่น เขต 1 ที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย ตลอดจนผู้ปกครอง
นักเรียนทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณคณะครูโรงเรียนบ้านโนนรังวิทยาการทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำส่งเสริมกำลังใจตลอด
มานอกจากนี้ยังมีผู้ที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลืออีกหลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้หมดจึง
ขอขอบคุณทุกท่านเหล่านั้นไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย