



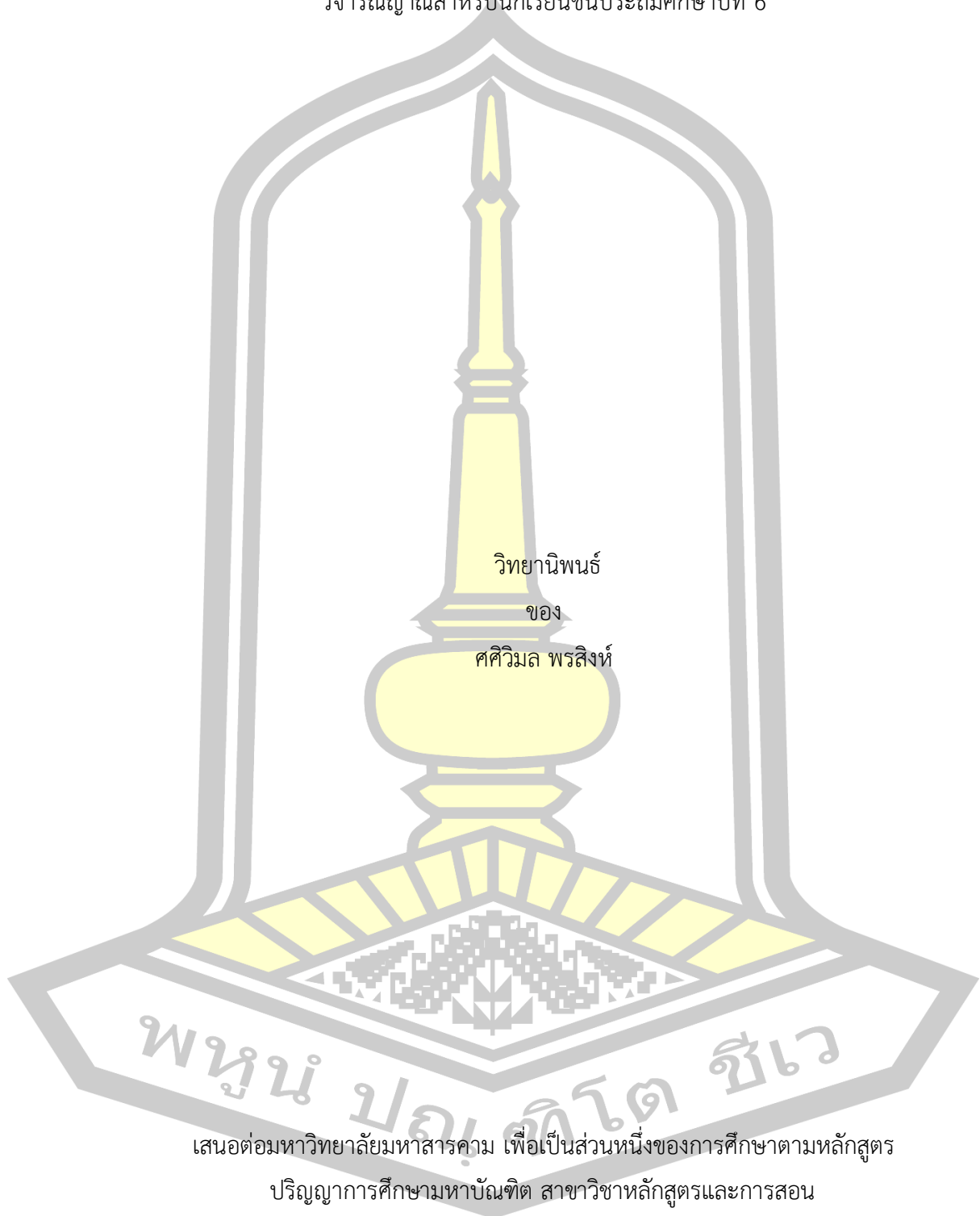
การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมี
วิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิทยานิพนธ์
ของ
ศศิวิมล พรสิงห์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
กรกฎาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมี
วิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

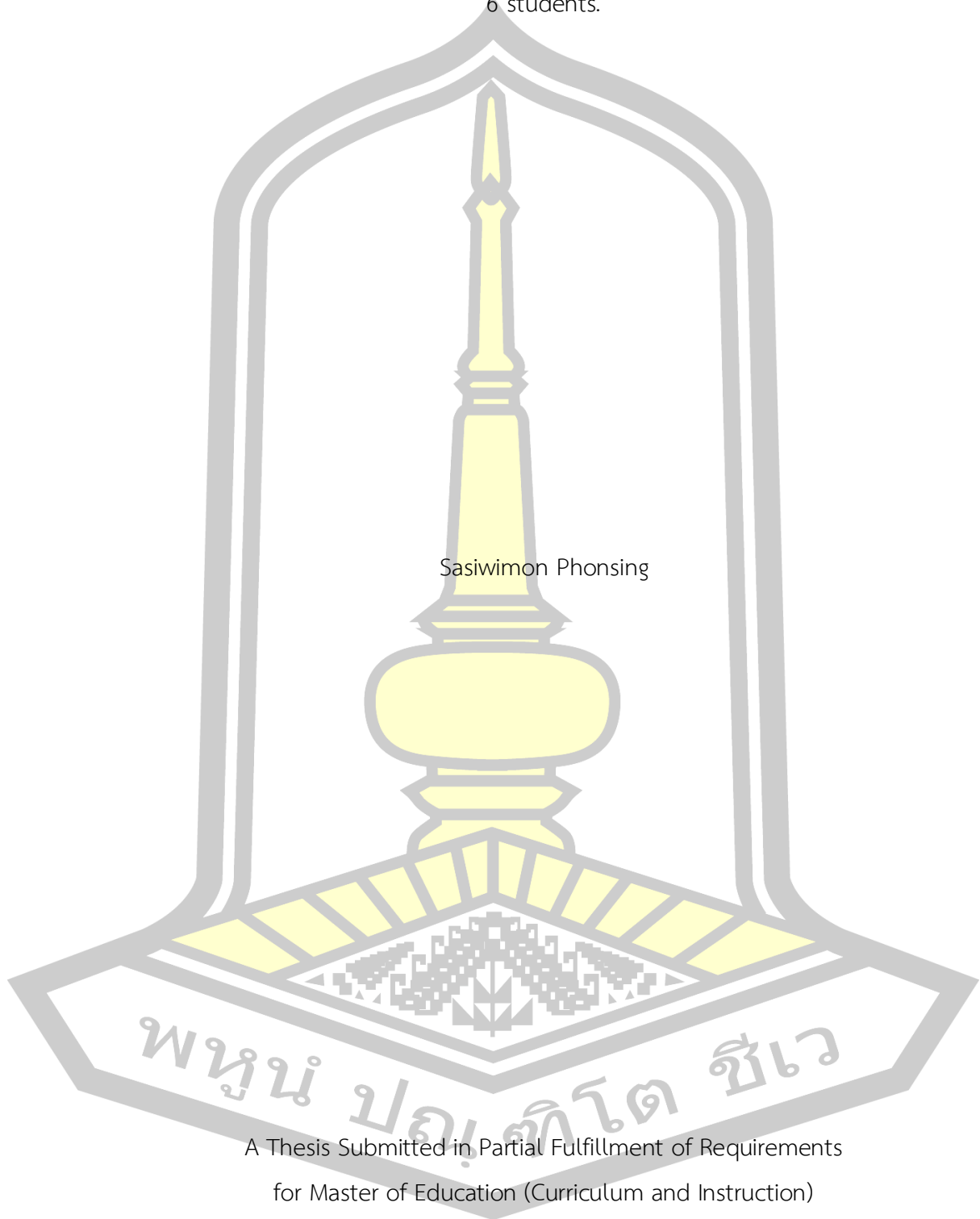


เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

กรกฎาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development based on STEM Education promote Criticalthinking skills for grade
6 students.



Sasiwimon Phonsing

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Curriculum and Instruction)

July 2024

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวศศิวิมล พรสิงห์
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
หลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. อัฐพล อินตะเสนา)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. ธนดล ภูสีฤทธิ์)

กรรมการ

(ผศ. ดร. มานิตย์ อาชานอก)

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. พรรณวิไล ดอกไม้)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

(รศ. ดร. ชวลิต ชูกำแหง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รศ. ดร. กวิสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

พุทธ ปณฺทิตฺติ

ชื่อเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัย ศศิวิมล พรสิงห์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนดล ภูสีฤทธิ์

ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต **สาขาวิชา** หลักสูตรและการสอน

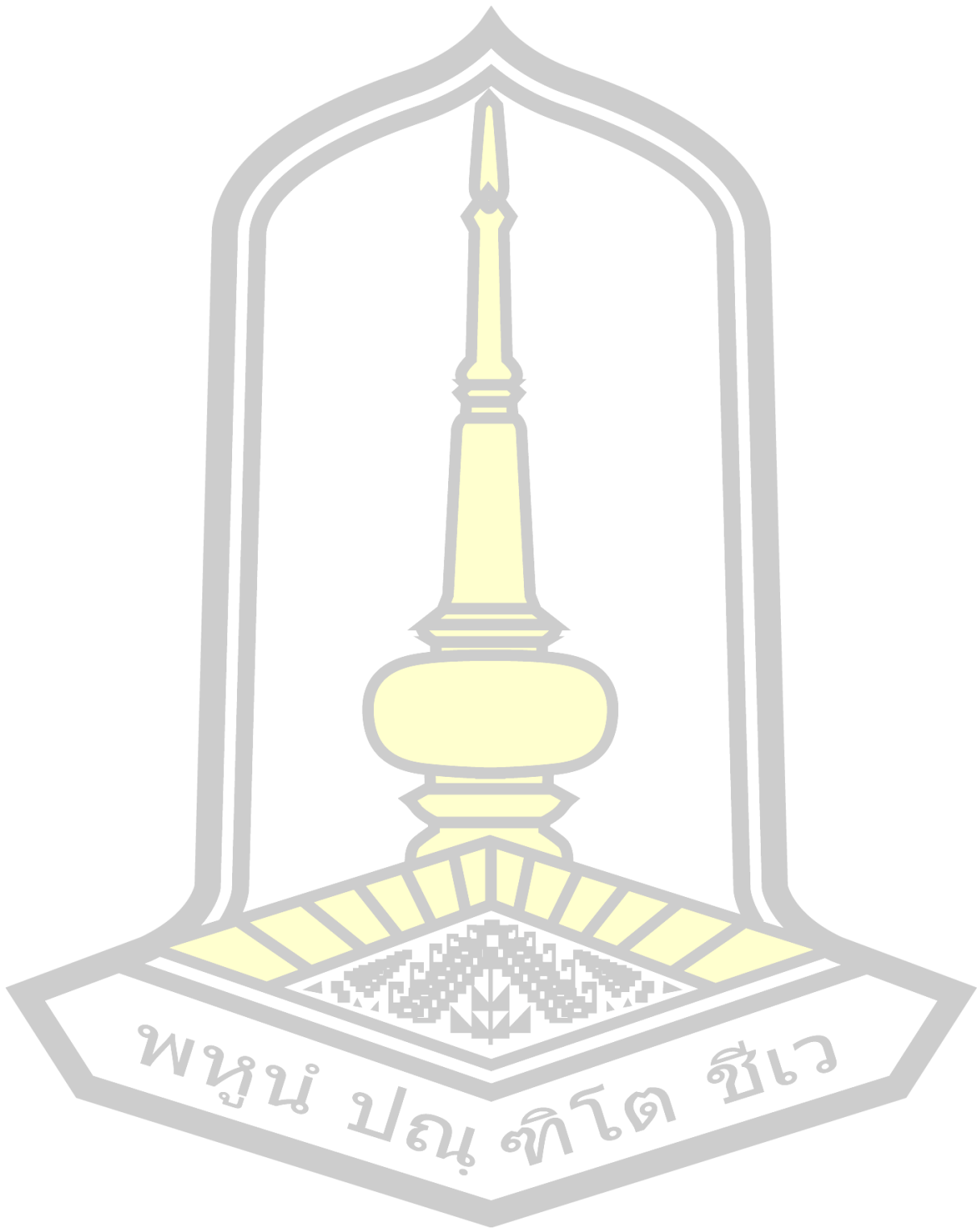
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2567

บทคัดย่อ

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์ คือ (1) เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (2) เพื่อศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา และ (3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2 ชุดกิจกรรม รวมเป็น 12 ชั่วโมง (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (3) แบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ (4) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สถิติที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า (1) ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเท่ากับ 83.70/84.50 (2) มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ (3) ความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : ชุดกิจกรรม, ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา, สะเต็มศึกษา, ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ, ความพึงพอใจ



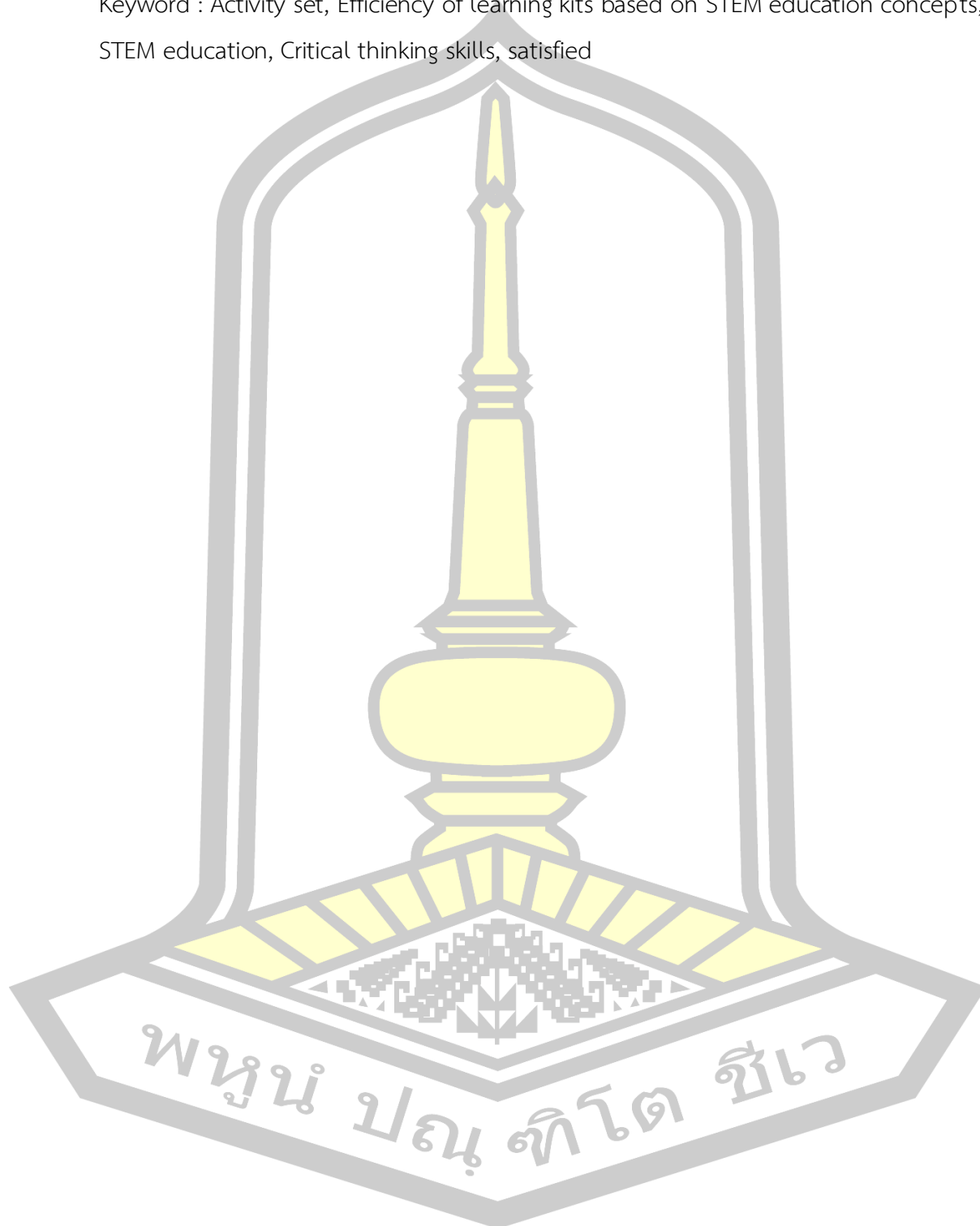
TITLE	The Development based on STEM Education promote Criticalthinking skills for grade 6 students.		
AUTHOR	Sasiwimon Phonsing		
ADVISORS	Assistant Professor Thanadol Phuseerit , Ph.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Curriculum and Instruction
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2024

ABSTRACT

The Development based on STEM Education promote critical thinking skills for grade 6 students. The objectives were (1) to develop a set of learning activities using STEM Education to promote critical thinking skills for Grade 6 students, performance must be 70/70 (2) to compare the critical thinking skills of Grade 6 students before and after receiving learning using STEM Education (3) to study the satisfaction of Grade 6 students with learning activity sets based on STEM Education. The sample group of the research consisted of 10 grade 6 students. They were obtained by Purposive Sampling. Research tools included: (1) Learning activity set based on STEM education concepts of grade 6 students, 2 units, totaling 12 hours, (2) academic achievement test, (3) critical thinking skills test and (4) evaluation form on student satisfaction with learning activity sets based on STEM education concepts. Data analysis statistics included mean, standard deviation and percentage.

The research results found that (1) Efficiency of the learning activity set Using STEM education concepts of Grade 6 students, the efficiency was 83.70/84.50 (2) Grade 6 students who have learned with learning activity sets using STEM concepts had critical thinking skills after the study higher than before the study and (3) Grade 6 students were satisfied with learning activity set based on STEM in overall at the highest level.

Keyword : Activity set, Efficiency of learning kits based on STEM education concepts, STEM education, Critical thinking skills, satisfied



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้เนื่องจากการให้คำปรึกษาในการวิจัย และข้อเสนอแนะเป็นอย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนตล ภูสีฤทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ดร.อัฐพล อินตะเสนา ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อาษานอก กรรมการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้ กรรมการภายนอก ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้อง สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ดร.วุฒิศักดิ์ บุญแน่น รองศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ สิงห์สีโว รองศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์วี พูลพุทธา และ รองศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ ที่ได้อนุเคราะห์ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ และให้คำแนะนำเพื่อปรับใช้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านหนองอุ่มห้วยสามัคคี ที่อนุเคราะห์ให้ทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัย ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านตัน คณะครูและบุคลากรทางการศึกษาทุกท่าน ตลอดจนผู้ปกครองและนักเรียนทุกท่านที่ได้อนุเคราะห์ความสะดวกในการเก็บข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัยทุกท่านที่ได้อำนวยความสะดวก และแนะนำในทุกขั้นตอนอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณครอบครัวที่คอยสนับสนุน คอยให้กำลังใจที่ดีมาโดยตลอด ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่เคยอบรมสั่งสอน และขอขอบคุณกัลยาณมิตรทุกท่านที่คอยแนะนำ และให้กำลังใจ จึงขอขอบคุณทุกท่าน ณ โอกาสนี้

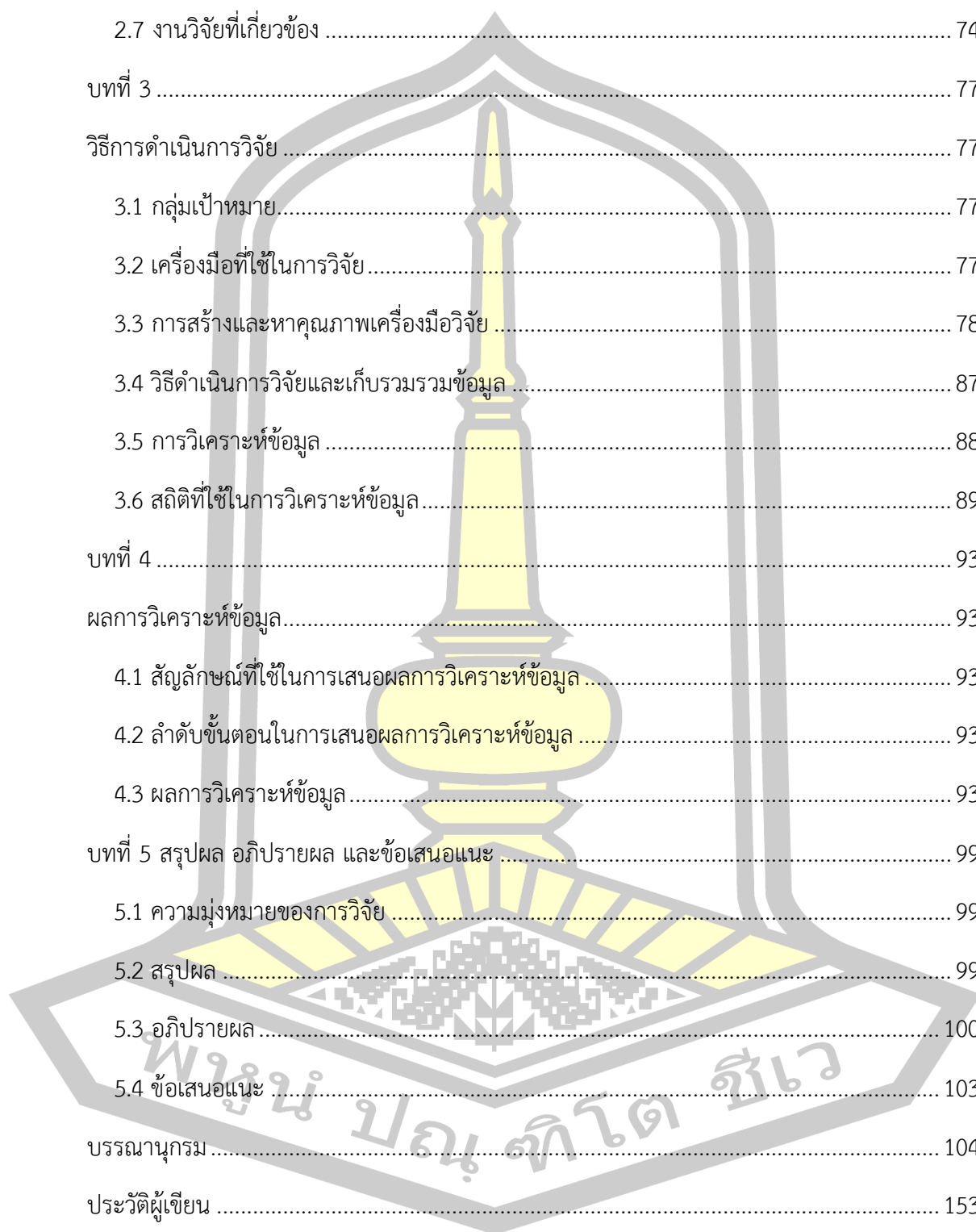
ศศิวิมล พรสิงห์

พูน ปณ ทิโต ชีเว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ.....	ฉ
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
1.1 ภูมิหลัง	1
1.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัย	5
1.3 ความสำคัญของการวิจัย.....	5
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	5
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
1.6 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	8
บทที่ 2	9
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
2.1 หลักสูตรวิทยาศาสตร์.....	11
2.2 ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	26
2.3 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	40
2.4 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....	51
2.5 ประสิทธิภาพ.....	59

2.6 ความพึงพอใจ.....	66
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	74
บทที่ 3	77
วิธีการดำเนินการวิจัย	77
3.1 กลุ่มเป้าหมาย.....	77
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	77
3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย	78
3.4 วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล	87
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	88
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	89
บทที่ 4	93
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	93
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	93
4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	93
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	93
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	99
5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย	99
5.2 สรุปผล	99
5.3 อภิปรายผล.....	100
5.4 ข้อเสนอแนะ	103
บรรณานุกรม	104
ประวัติผู้เขียน	153



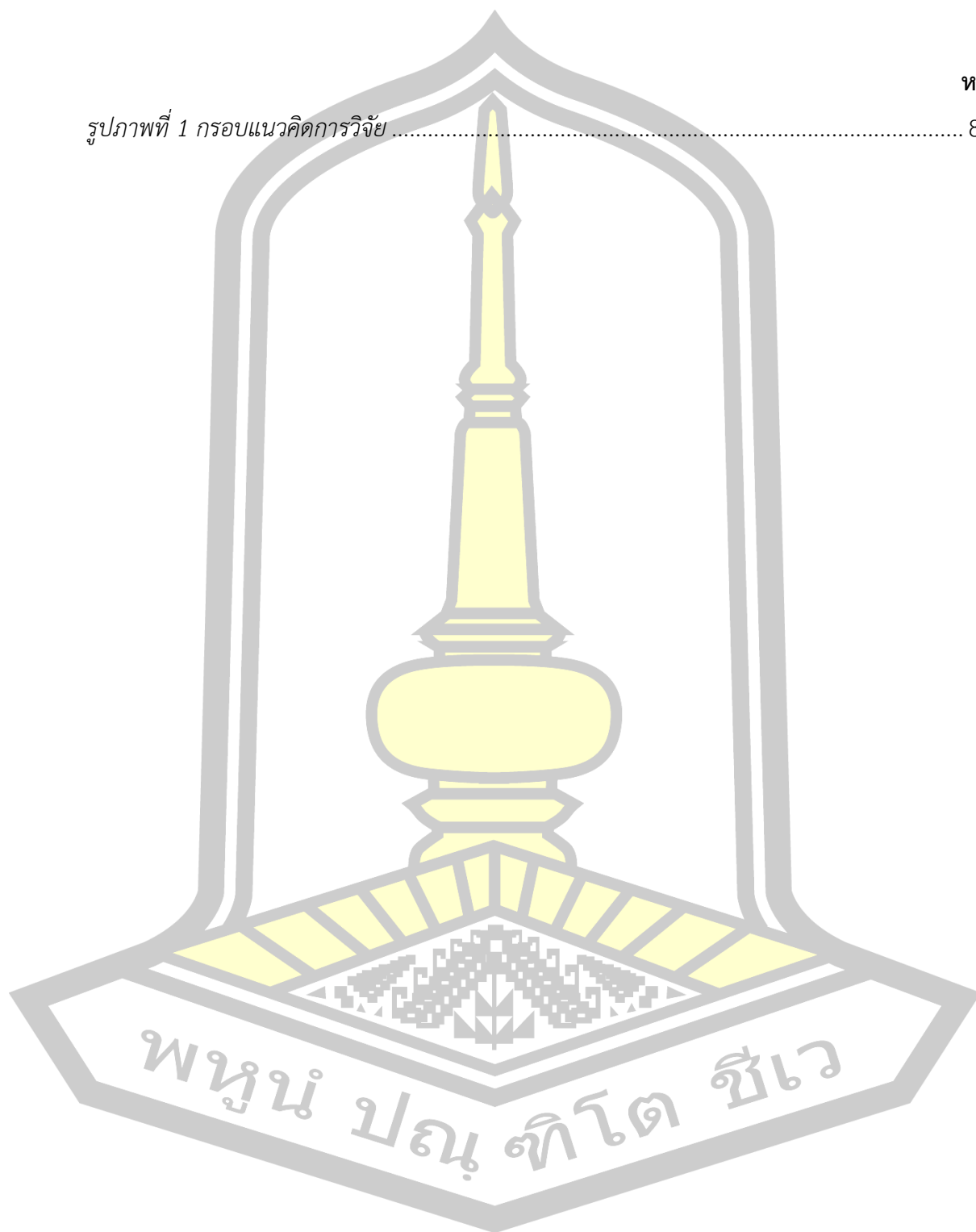
สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 โครงสร้างหลักสูตรชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านทัน	14
ตารางที่ 2 โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	19
ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่าง สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	78
ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวน ข้อสอบของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้	82
ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวน ข้อสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	84
ตารางที่ 6 ตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พฤติกรรม จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อของความพึงพอใจ.....	86
ตารางที่ 7 แบบแผนการวิจัยแบบการทดลองกลุ่มเดียว และวัดผลเฉพาะหลังการทดลอง (One group posttest – only design).....	87
ตารางที่ 8 การหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิด....	94
ตารางที่ 9 ผลการศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	96
ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อชุดกิจกรรมการ	97

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย 8



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ภูมิหลัง

สภาพสังคมและบริบทของโลกในศตวรรษที่ 21 ที่เข้าสู่ระบบเศรษฐกิจ และสังคมแบบดิจิทัล ทำให้ประเทศไทยต้องการสร้างพลเมืองที่มีความฉลาดรอบรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หรือเป็นผู้ที่สามารถใช้ความรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นฐานในการดำรงชีวิตและสามารถประกอบอาชีพได้อย่างเป็นสุข (Organisation for Economic Co-Operation and Development, OECD, 2005; 2019 อ้างในสิรินภา กิจเกื้อกูล, 2556) สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ แผนแม่บท และนโยบายของรัฐบาล ตามวิสัยทัศน์เพื่อเตรียมคนไทยแห่งศตวรรษที่ 21 พัฒนาเศรษฐกิจที่กระจายโอกาสอย่างทั่วถึง มีสังคมที่มั่นคง และสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน โดยสร้างความเข้มแข็งทางนวัตกรรมระดับแนวหน้าในสากล นำพาประเทศไปสู่ประเทศที่พัฒนาแล้ว โดยสำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมการปรับปรุงนโยบายและยุทธศาสตร์การอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และแผนด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมในประเทศไทย (สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, 2562) ได้มีนโยบายให้สอดคล้องกับบริบทของการพัฒนาประเทศ ปรับปรุงเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ขึ้น โดยเพิ่มเติมการมองภาพอนาคต การวิเคราะห์สถานการณ์ด้านการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรมของประเทศและของโลก และสถานการณ์การพัฒนาประเทศรายสาขา รวมทั้งการพัฒนาเชิงพื้นที่ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบแผนด้านการอุดมศึกษา และแผนด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมของประเทศ ในระดับประถมศึกษาเอง (สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ, 2564) ครูและนักเรียนต้องสร้างกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน และจัดการเรียนรู้แบบองค์รวม จัดแหล่งเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพ โดยมีจุดเน้นที่ส่งเสริมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เพื่อสร้างนวัตกรรม การจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ที่เชื่อมโยงสู่อาชีพและการมีงานทำ และเรียนรู้ด้วยวิธีการ Active Learning เน้นพัฒนาทักษะกระบวนการคิด การเรียนรู้จากสถานการณ์จริง สถานการณ์จำลอง กิจกรรมการเรียนรู้

จากปัญหาและการลงมือปฏิบัติ สามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา และเรียนรู้อย่างมีความสุข การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดและการเรียนรู้ ซึ่งการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นหนึ่งในสามปัจจัยหลักในความฉลาดของมนุษย์เป็นทักษะที่สำคัญที่สุด ที่

ทุกคนจำเป็นต้องมี เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Tishman, Perkins, & Jay, 1995 อ้างใน (อาจารย์ สุวัฒน์พงษ์, 2554) สังคมในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในหลายด้าน ส่งผลต่อการดำรงชีพของคนในสังคมอย่างทั่วถึง ทั้งทางด้านบวกและด้านลบ การดำรงชีวิตในสังคมของคนในยุคนี้จึงจำเป็นต้องมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อที่จะสามารถคิดวิเคราะห์ แยกแยะข้อมูลข่าวสาร ข้อมูลที่ได้รับและสามารถปรับตัวให้เข้ากับยุคสมัยที่เปลี่ยนไปนี้ ในการฝึกเพื่อให้เป็นนักคิดเชิงวิจาร์ณญาณ (Critical Thinker) ต้องใช้สมองซีกซ้ายเป็นหลัก ซึ่งเป็นการคิดเชิงลึก คิดอย่างละเอียด จากเหตุไปสู่ผล ตลอดจนการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเชิงเหตุและผล การคิดแบบนี้มีประโยชน์ หลายประการ เช่น กำหนดเป้าหมายให้คิดอย่างถูกทาง ระบุประเด็นในการคิดได้อย่างชัดเจน การประมวลข้อมูลทั้งทางด้านข้อเท็จจริงและความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นที่คิด ทั้งทางกว้างทางลึก วิเคราะห์ข้อมูลและเลือกข้อมูลที่จะใช้ในการคิด พิจารณาประเมินข้อมูลและทางเลือกที่หลากหลาย ใช้หลักเหตุผล พิจารณาข้อมูลและเสนอคำตอบ หรือทางเลือกที่สมเหตุสมผล และเลือกลงความเห็นในประเด็นที่คิดได้ (ณัฐวุฒิ พงศ์สิริ, 2560) การศึกษาถือว่าเป็นรากฐานที่สำคัญของเตรียมความพร้อมในการออกไปดำรงชีวิตในสังคม ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรจะต้องมีการตื่นตัวในการออกแบบวิธีการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนอย่างเหมาะสม มีทักษะสำหรับการออกไปดำรงชีวิตในโลกในศตวรรษที่ 21 การฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นอีกหนึ่งทักษะที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง จากการสำรวจสภาพปัญหาเกี่ยวกับสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสอดคล้องกับที่กระทรวงศึกษาธิการ (2545) กล่าวว่าในการจัดการเรียนการสอนของไทยมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างมาก ปัจจุบันได้พัฒนาการเรียนการสอนให้มีบทบาทสำคัญต่อสังคมการเรียนรู้ที่หลากหลายและดำเนินชีวิตแบบองค์รวมที่คำนึงถึงกระบวนการตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 มาตราที่ 24

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) ได้กล่าวบทบาทผู้เรียนไว้ดังนี้ 1) นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดแก้ปัญหาในชีวิตจริงและสร้างนวัตกรรมที่ใช้สะเต็มเป็นพื้นฐาน 2) นักเรียน เรียนรู้ด้วยความสุขและมองเห็นเส้นทางการประกอบอาชีพในอนาคต 3) ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีสูงขึ้น 4) นักเรียนลงมือออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำทหายความรู้ความสามารถกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาโดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน ทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจเรียน ในส่วนบทบาทครูต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2559) ได้ให้ความหมายในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่มุ่งให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยจะพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ผ่านประสบการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based

Learning) ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 โดยมีกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ซึ่งมีได้หลายรูปแบบแต่มีขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

- 1) ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นขั้นตอนที่เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว
- 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Relate Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว
- 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือการนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการกำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา
- 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้
- 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา
- 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยอาศัยเนื้อหาสาระความรู้ วิทยาศาสตร์,คณิตศาสตร์ และใช้หลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นการจัดการศึกษาที่สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนง ทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิดและทักษะอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าสร้างและพัฒนาความคิดค้นสิ่งต่าง ๆ การเน้นความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การมีส่วนร่วมของนักเรียนกับข้อมูลเครื่องมือทางเทคโนโลยี การสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชา ความท้าทาย การสร้างสรรค์ความแปลกใหม่และการแก้ปัญหา (พรทิพย์ ศิริภักทราชัย, 2556) ตามที่ เอนวารี่(Anwari., et al.2015) ได้กล่าวว่าการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาได้ให้ความรู้และหลักการที่มีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดผ่านกระบวนการออกแบบวิศวกรรมบนพื้นฐานของความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์ ซึ่งความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ เป็นส่วนสำคัญมากในการหาทางแก้ปัญหาเพิ่มเติม ศึกษาช่วยเพิ่มความสนใจให้นักเรียนมีความเข้าใจและวิเคราะห์ในปัญหา นอกจากนี้สถานการณ์ ปัญหาที่ปรากฏกับนักเรียนทำให้นักเรียนจดจำและวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนต้องสื่อสาร กันเพื่อให้เห็นภาพของปัญหา (Rosson & Carroll, 2009 p.160) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ผ่านสะ เต็มศึกษาเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์และการคิด อย่างมีวิจารณญาณ

ชุดกิจกรรมจัดเป็นสื่ออีกประเภทหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายกับหนังสือเรียน สื่อความหมายได้ง่าย ทำผู้เรียนมีความเข้าใจได้ดีขึ้น ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองได้ ทำให้เกิดความน่าสนใจและเข้าใจ มากขึ้น ช่วยเสริมแรงจูงใจในการเรียนการสอน (วิชัย วงษ์ใหญ่, 2559) สอดคล้องกับงานวิจัยของ (อโนดาช รัชเวทย์, 2558) ในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 โดยชุดการ เรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่องการแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 พบว่าชุด การเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาเรื่องการแยกสารที่สร้างขึ้นนั้น มีค่าประสิทธิภาพของ ชุดการ เรียนการสอนที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ และทดสอบประสิทธิภาพกับนักเรียน กลุ่มตัวอย่างมี สูงกว่าที่ตั้งไว้ เมื่อใช้ชุดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาเรื่อง การแยกสาร พบว่าในแผนการ จัดการเรียนรู้ที่ 1 – 7 เป็นการให้ความรู้ทางด้าน การแยกสาร (วิทยาศาสตร์) สอนการจัดกิจกรรมของ แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นการประมวลความรู้ของนักเรียนโดยกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนทำ การทดลองแยกสารโดยการออกแบบการทดลอง สอดคล้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นนวัตกรรมทางการศึกษารูปแบบหนึ่งซึ่งเน้นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนนี้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตาม ความสามารถและความสนใจ ทุกคนมีโอกาสได้ใช้ความคิดอย่างเต็มที่ โดยคำนึงถึงความแตกต่าง ระหว่างบุคคล ช่วยให้ผู้เรียนเป็นอิสระสามารถประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถ ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จากคำแนะนำที่ปรากฏอยู่ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน ด้วยตนเอง และชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีผลดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้ผู้เรียน สามารถค้นคว้าหาความรู้หรือคำตอบได้ด้วยตนเอง รู้จักคิดวิเคราะห์และแสวงหาความรู้ เพื่อเชื่อมโยง ความคิดไปสู่การแก้ปัญหาการตัดสินใจ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2550)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวมา การจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จะช่วยฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ และ การให้เหตุผลในทางวิทยาศาสตร์ตามเหตุและผล ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล การ คิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ จากการลงมือปฏิบัติจนเกิดการเรียนรู้ด้วย ตัวเอง เกิดความรู้ที่คงทนถาวร ทำให้นักเรียนรู้จักคิดสามารถคิดวิเคราะห์ แยกแยะข้อมูลที่ถูกต้องได้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นการเรียนรู้แบบบูรณาการ

จากสภาพปัญหาดังกล่าวจากการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านตัน ตำบลนาสีนวน อำเภอกันทรวิชัย ผู้วิจัยจึง

สนใจแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณขึ้น โดยนำทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาสอดแทรกในชุดกิจกรรม มุ่งเน้นให้เกิดการเรียนรู้ผ่านชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

1.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.3 ความสำคัญของการวิจัย

1. สามารถนำหลักการการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีมาเป็นแนวทางแก่ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ ในการพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
2. เป็นแนวทางในการพัฒนานักเรียนให้รู้จักวิธีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
3. สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความพร้อม ในศตวรรษที่ 21 ความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีขอบเขตของการศึกษาดังนี้

1.4.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 คน โรงเรียนบ้านทัน ตำบลนาสีนวน อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ทั้งนี้เพราะนักเรียนที่สอนมีห้องเดียว มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบคละความสามารถ นักเรียนที่สอนมีสภาพปัญหาคล้ายกัน คือมีปัญหาด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1.4.2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ตัวแปรตาม คือ 1. ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เล่ม 2 เรื่อง เงาม อุปราคา และเทคโนโลยีอวกาศ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

1.4.4 ระยะเวลาในการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดเวลาในการดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการระหว่าง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และการออกแบบเข้าด้วยกัน เป็นการนำ ผสมผสานวิธีการสอนเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และ พัฒนาสิ่งต่างๆ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้บูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษาเข้ากับเนื้อหารายวิชา วิทยาศาสตร์ และนำการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาบูรณาการเข้ากับขั้นตอนการสอนด้วย ซึ่งเหมาะกับการเรียนรู้ในสถานการณ์ปัจจุบัน โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์มี 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 นิยามปัญหา เป็นการทำความเข้าใจปัญหาวิเคราะห์เงื่อนไขและข้อจำกัดของ สถานการณ์ นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา และนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับแนวทางความเป็นไปได้ ข้อดีและ ข้อจำกัดของสิ่งต่างๆ

ขั้นที่ 3 พิจารณาตัดสินใจเลือกข้อมูล เป็นการประยุกต์นำข้อมูลและแนวคิดที่ได้เกี่ยวกับการออกแบบ ชิ้นงาน โดยคำนึงถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และทรัพยากร ตามข้อจำกัดและเงื่อนไขตามที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงาน ลงมือสร้างชิ้นงาน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในการสร้างชิ้นงาน

ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผลและปรับปรุง เป็นการทดสอบชิ้นงาน และประเมินการใช้งานของ ชิ้นงานที่ได้ ชิ้นงานที่ได้เอานำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 การอ้างอิงเพื่อการแก้ปัญหา และการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล เป็นการรายงานผลการแก้ปัญหา นำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการสร้างชิ้นงาน สรุปผลอย่างลงเหตุสมผล เพื่อให้ผู้อื่นสามารถเข้าใจและพัฒนาต่อไป

1.5.2 ชุดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง ชุดการเรียนรู้สำเร็จรูปตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง กล้องจุลทรรศน์ และจรวดของฉันทน์ จัดเป็นชุดกิจกรรมสำเร็จรูป เป็นคู่มือสำหรับครูและนักเรียน เพื่อใช้ประกอบในการจัดการเรียนการสอน ให้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมให้บรรลุตามองค์ความรู้ และวัตถุประสงค์ มีคำชี้แจงเป็นส่วนที่อธิบายลักษณะของกิจกรรม ระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรม วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ ขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรม การบันทึกผลการทำกิจกรรม และการวัดประเมินผล

1.5.3 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มเป็นผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผ่านการทดลองแล้วนำไปใช้สอนทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนด

โดยในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพไว้ที่ 70/70 หมายถึง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผ่านการทดลองแล้วนำไปใช้สอนทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ ดังนี้

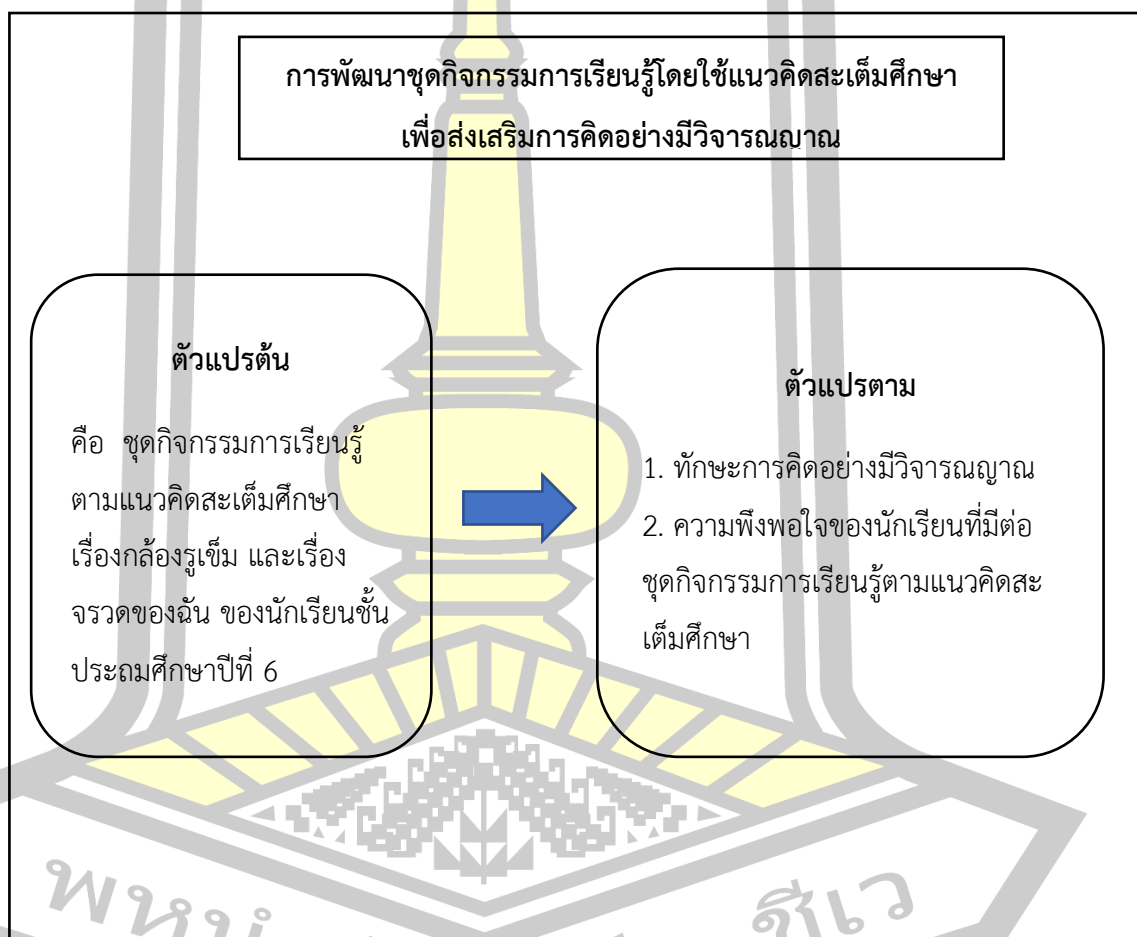
70 ตัวแรก ประสิทธิภาพของกระบวนการ หมายถึง คะแนนรวมเฉลี่ยของนักเรียนจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ประเมินจากใบกิจกรรมระหว่างเรียน และการทดสอบย่อยท้ายชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา คิดเป็นสัดส่วน 40:40:20 เมื่อคิดเป็น ร้อยละแล้วได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

70 ตัวหลัง ประสิทธิภาพของผลผลิต หมายถึง คะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน หรือเมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

1.5.4 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการคิด พิจารณา วิเคราะห์ หาเหตุและผล ไตร่ตรองถึงปัญหาเรื่องราวต่าง ๆ อย่างรอบคอบในทุกด้าน ก่อนที่จะตัดสินใจและสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล วัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้แบบวัดทักษะในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 21 ข้อ ตามองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 3 ส่วน คือ 1) ทักษะการนิยาม เป็นการระบุจุดที่สำคัญหาเบื้องต้น 2) ทักษะการตัดสินใจข้อมูล เป็นการตัดสินใจความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลเพื่อพิจารณาความสอดคล้องกัน และ 3) ทักษะการสรุปเป็นการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผลสามารถทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ กำหนดเกณฑ์ให้คะแนน โดยให้คะแนนทุกตัวเลือกได้แก่ ดีมาก 4 คะแนน ดี 3 คะแนน พอใช้ 2 คะแนน และควรปรับปรุง 1 คะแนน

1.5.5 ความพึงพอใจ หมายถึง ความพอใจที่เกิดจากแรงจูงใจในการทำสิ่งนั้น ๆ แล้วเกิดผลทางจิตใจ หลังจากได้กระทำสิ่งนั้นไปแล้ว ประเมินความพึงพอใจหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง กล้องจุลทรรศน์ และจรวดของฉันทน์ไว้ โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 10 รายการ โดยประเมิน 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการเพิ่มพูนความรู้ 2) ด้านการเป็นที่ยอมรับ 3) ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น และ 4) ด้านความรับผิดชอบในการทำงานให้สำเร็จลุล่วง

1.6 กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้ว่าครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

2.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.2.1 ความหมายของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.2.2 ทฤษฎีแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.2.3 ลักษณะการแสดงออกของผู้ที่มีวิจารณญาณ

2.2.4 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.2.5 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.2.6 การวัดผลและประเมินผลการการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.3 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.3.2 ทฤษฎีแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.3.3 องค์ประกอบการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.3.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.3.5 ข้อดีและข้อจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.3.6 การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.4 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.4.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.4.2 ทฤษฎีแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.4.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.4.4 ประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.4.5 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.5 ประสิทธิภาพ

2.5.1 ความหมายของประสิทธิภาพ

- 2.5.2 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ
- 2.5.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ
- 2.5.4 วิธีประเมินหาประสิทธิภาพ
- 2.5.5 การตีความหมายผลการคำนวณ
- 2.6 ความพึงพอใจ
 - 2.6.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 2.6.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
 - 2.6.3 การวัดความพึงพอใจ
 - 2.6.4 การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ
 - 2.6.5 การตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินความพึงพอใจ
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 2.7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ



2.1 หลักสูตรวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการ สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำ กิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิต กับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหา สิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงาน สัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ระบุสารอาหารและบอกประโยชน์ของสารอาหารแต่ละประเภทจากอาหารที่ตนเอง รับประทาน
2. บอกแนวทางในการเลือกรับประทานอาหารให้ได้สารอาหารครบถ้วน ในสัดส่วนที่ เหมาะสม กับเพศและวัย รวมทั้งความปลอดภัยต่อสุขภาพ
3. ตระหนักถึงความสำคัญของสารอาหาร โดยการเลือกรับประทานอาหารที่มี สารอาหารครบถ้วน ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้งปลอดภัยต่อสุขภาพ
4. สร้างแบบจำลองระบบย่อยอาหาร และบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบย่อย อาหาร รวมทั้งอธิบายการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหาร
5. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบย่อยอาหาร โดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษา อวัยวะในระบบย่อยอาหารให้ทำงานเป็นปกติ

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทาง ชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. อธิบายและเปรียบเทียบการแยกสารผสม โดยการหยิบออก การร่อน การใช้แม่เหล็ก ดึงดูด การรินออก การกรอง และการตกตะกอน โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์รวมทั้งระบุวิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับการแยกสาร

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะ

การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. อธิบายการเกิดและผลของแรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจาก วัตถุที่ผ่านการขัดถูโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปฏิกิริยาการแผ่รังสีที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละ ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจาก หลักฐานเชิงประจักษ์

2. เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

3. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่ เหมาะสมในการอธิบายวิธีการและผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

4. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อ เซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

5. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่ เหมาะสมในการอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน

6. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อ หลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน โดยบอกประโยชน์ข้อจำกัด และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

7. อธิบายการเกิดเงามืดเงามัวจากหลักฐานเชิงประจักษ์

8. เขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัว

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิด และ เปรียบเทียบปรากฏการณ์สุริยุปราคา และ จันทรุปราคา

2. อธิบายพัฒนาการของเทคโนโลยีอวกาศ และยกตัวอย่างการนำเทคโนโลยีอวกาศมา ใช้ประโยชน์ ในชีวิตประจำวันจากข้อมูลที่รวบรวมได้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลกกระบวนการ เปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและ ภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1. เปรียบเทียบกระบวนการเกิดหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร และอธิบายวัฏจักรหิน จากแบบจำลอง

2. บรรยายและยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของหิน และแร่ในชีวิตประจำวันจากข้อมูลที่ รวบรวมได้

3. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดซากดึกดำบรรพ์ และคาดคะเนสภาพแวดล้อมใน อดีตของซากดึกดำบรรพ์

4. เปรียบเทียบการเกิดลมบก ลมทะเล และมรสุม รวมทั้งอธิบายผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม จากแบบจำลอง

5. อธิบายผลของมรสุมต่อการเกิดฤดูของประเทศไทยจากข้อมูลที่รวบรวมได้

6. บรรยายลักษณะและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม แผ่นดินไหว สึนามิ

7. ตระหนักถึงผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย โดยนำเสนอแนวทางในการ เฝ้าระวังและปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัยที่อาจเกิดในท้องถิ่น

8. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลของปรากฏการณ์ เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต

9. ตระหนักถึงผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติ ตนเพื่อลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจก

สาระที่ 9 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการ เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม

1. ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบายและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน
2. ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรมและแก้ไข
3. ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ
4. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทำงานร่วมกันอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตนเอง เคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม

จากการศึกษาข้อมูลหลักสูตรของโรงเรียนบ้านทัน ตำบลนาสีนวน อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม จึงได้สรุปโครงสร้างหลักสูตรของกลุ่มตัวอย่าง ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 โครงสร้างหลักสูตรชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านทัน

รหัส	กลุ่มสาระการเรียนรู้/กิจกรรม	เวลาเรียน (ชม./ปี)
รายวิชาพื้นฐาน		(840)
ท 16101	ภาษาไทย 6	160
ค 16101	คณิตศาสตร์ 6	160
ว 16101	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 6	80
ส 16101	สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม 6	80
ส 16101	ประวัติศาสตร์ 6	80
พ 16101	สุขศึกษาและพลศึกษา 6	80
ศ 16101	ศิลปะ 6	80
ง 16101	การงานอาชีพ 6	80
อ 16101	ภาษาอังกฤษ 6	80
รายวิชาเพิ่มเติม		120
ส 16103	หน้าที่พลเมือง 6	40
ส 16102	ด้านทฤษฎีศึกษา 6	40
ว 16102	เทคโนโลยี(วิทยาการคำนวณ) 6	40
กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน		(120)
	แนะแนว	40

รหัส	กลุ่มสาระการเรียนรู้/กิจกรรม	เวลาเรียน (ชม./ปี)
	กิจกรรมนักเรียน	
	ลูกเสือ เนตรนารี	30
	ชุมนุม	30
	กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณประโยชน์ 6	10
รวม		1,080

โครงการสอนเสริมประสบการณ์พิเศษเพื่อเพิ่มศักยภาพนักเรียนชั้น ป.6 จำนวน 3 ชั่วโมง/สัปดาห์

- | | |
|-----------------------------|-----------------|
| 1. วิชา ภาษาไทยคดีวิเคราะห์ | จำนวน 1 ชั่วโมง |
| 2. วิชา คณิตศาสตร์ | จำนวน 1 ชั่วโมง |
| 3. วิชา วิทยาศาสตร์ | จำนวน 1 ชั่วโมง |

คำอธิบายรายวิชา

ระบุสารอาหารและบอกประโยชน์ของสารอาหารแต่ละประเภทจากอาหารที่ตนเองรับประทานบอกแนวทางในการเลือกรับประทานอาหารให้ได้สารอาหารครบถ้วนในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้งความปลอดภัยต่อสุขภาพ ตระหนักถึงความสำคัญของสารอาหารโดยการเลือกรับประทานอาหารที่มีสารอาหารครบถ้วนในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้งความปลอดภัยต่อสุขภาพ สร้างแบบจำลองระบบย่อยอาหารและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบย่อยอาหาร รวมทั้งอธิบายการย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหาร ตระหนักถึงความสำคัญของระบบย่อยอาหาร โดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษาอวัยวะในระบบย่อยอาหารให้ทำงานเป็นปกติ อธิบายและเปรียบเทียบการแยกสารผสมโดยการหีบออก การร่อน การใช้แม่เหล็กดึงดูด การรินออก การกรอง และการตกตะกอน โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ รวมทั้งระบุวิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับการแยกสาร อธิบายการเกิดและผลของแรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจากวัตถุที่ผ่านการขัดถู โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากหลักฐานเชิงประจักษ์ เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ออกแบบการทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายวิธีการและผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อไฟฟ้าแบบ

อนุกรม แบบขนาน อธิบายการเกิดเงามืดเงามัวจากหลักฐานเชิงประจักษ์ เขียนแผนภาพรังสีของแสง แสดงการเกิดเงามืดเงามัว สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดและเปรียบเทียบปรากฏการณ์ สุริยุปราคาและจันทรุปราคา อธิบายพัฒนาการของเทคโนโลยีอวกาศ และการใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันจากข้อมูลที่รวบรวมได้ เปรียบเทียบกระบวนการเกิดหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดซากดึกดำบรรพ์และคาดคะเนสภาพแวดล้อมในอดีตของซากดึกดำบรรพ์ การเกิดลมบก ลมทะเล มรสุมรวมทั้งอธิบายผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมจากแบบจำลอง อธิบายผลของมรสุมต่อการเกิดฤดูของประเทศไทย จากข้อมูลที่รวบรวม บรรยายลักษณะและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่งดินถล่ม แผ่นดินไหว ตระหนักถึงผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย โดยนำเสนอแนวทางในการเฝ้าระวังและปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย ที่อาจเกิดในท้องถิ่น อธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต ตระหนักถึงผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจกโดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนเพื่อลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจกโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจ ตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การเปรียบเทียบข้อมูล จากหลักฐานเชิงประจักษ์และอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด การเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสมศึกษาขั้นตอนการแสดงอัลกอริทึมในการทำงานหรือการแก้ไขปัญหาอย่างง่าย การเขียนโปรแกรมอย่างง่ายโดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อและตรวจหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม การใช้เทคโนโลยีในการสร้างจัดหมวดหมู่ ค้นหา จัดเก็บ เรียกใช้ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ ใช้กระบวนการการทำงานอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบายและออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาโดยการนำกฎเกณฑ์หรือเงื่อนไข โดยใช้แนวคิดการทำงานแบบวนซ้ำและเงื่อนไข การออกแบบโปรแกรมโดยการเขียนเป็นข้อความหรือผังงาน การออกแบบและเขียนโปรแกรมที่มีการใช้ตัวแปรการวนซ้ำและการตรวจสอบเงื่อนไขที่ครอบคลุมทุกกรณี การแก้ปัญหาโดยใช้เกมการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้งการให้ตัวละครทำงานซ้ำไม่สิ้นสุดได้ คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่ต้องการและตรวจสอบข้อผิดพลาด ปรับแก้ไขให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ ถ้าไม่เป็นไปตามที่ต้องการให้ตรวจสอบการทำงานที่ละคำสั่ง ทำการแก้ไขจนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ และฝึกตรวจสอบข้อผิดพลาดจากโปรแกรมของผู้อื่น ใช้ซอฟต์แวร์เขียนโปรแกรม โดยโปรแกรม Scratch ,Logo ตระหนักและเห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ใช้เทคโนโลยีสื่อสารสนเทศอย่างปลอดภัย ปฏิบัติตามข้อตกลงในการใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกัน ดูแลรักษาอุปกรณ์และใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างเหมาะสม รักการทำงาน ทำงานด้วยความกระตือรือร้นและตรงเวลา มีเจตคติที่ดีต่อการทำงาน มีลักษณะนิสัยการทำงานที่เหมาะสม มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ระบุสารอาหารและบอกประโยชน์ของสารอาหารแต่ละประเภทจากอาหารที่ตนเองรับประทาน
2. บอกแนวทางในการเลือกรับประทานอาหารให้ได้สารอาหารครบถ้วน ในสัดส่วนที่เหมาะสม กับเพศและวัย รวมทั้งความปลอดภัยต่อสุขภาพ
3. ตระหนักถึงความสำคัญของสารอาหาร โดยการเลือกรับประทานอาหารที่มีสารอาหารครบถ้วน ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้งปลอดภัยต่อสุขภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. อธิบายและเปรียบเทียบการแยกสารผสม โดยการหีบออก การร่อน การใช้แม่เหล็กดึงดูด การรินออก การกรอง และการตกตะกอน โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์รวมทั้งระบุวิธีแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับการแยกสาร

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. อธิบายการเกิดและผลของแรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจาก วัตถุที่ผ่านการขั้ดถูโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปฏิกิริยาการแผ่รังสีที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละ ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจาก หลักฐานเชิงประจักษ์
2. เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
3. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายวิธีการและผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม
4. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อ เซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

5. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่ เหมาะสมในการอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้า แบบอนุกรมและแบบขนาน

6. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อ หลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน โดยบอกประโยชน์ข้อจำกัด และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

7. อธิบายการเกิดเงามืดเงามัวจากหลักฐานเชิงประจักษ์

8. เขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัว

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิด และ เปรียบเทียบปรากฏการณ์สุริยุปราคา และ จันทรุปราคา

2. อธิบายพัฒนาการของเทคโนโลยีอวกาศ และยกตัวอย่างการนำเทคโนโลยีอวกาศมา ใช้ประโยชน์ ในชีวิตประจำวันจากข้อมูลที่รวบรวมได้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลกกระบวนการ เปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและ ภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1. เปรียบเทียบกระบวนการเกิดหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร และอธิบายวัฏจักรหิน จากแบบจำลอง

2. บรรยายและยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของหิน และแร่ในชีวิตประจำวันจากข้อมูลที่ รวบรวมได้

3. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดซากดึกดำบรรพ์ และคาดคะเนสภาพแวดล้อมใน อดีตของซากดึกดำบรรพ์

4. เปรียบเทียบการเกิดลมบก ลมทะเล และมรสุม รวมทั้งอธิบายผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม จากแบบจำลอง

5. อธิบายผลของมรสุมต่อการเกิดฤดูของประเทศไทยจากข้อมูลที่รวบรวมได้

6. บรรยายลักษณะและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม แผ่นดินไหว สึนามิ

7. ตระหนักถึงผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย โดยนำเสนอแนวทางในการ เผื่อระวังและปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากภัยธรรมชาติ และธรณีพิบัติภัยที่อาจเกิดในท้องถิ่น

8. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกและผลของปรากฏการณ์ เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต

9. ตระหนักถึงผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนเพื่อลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจก

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม

1. ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบายและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน
2. ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรมและแก้ไข
3. ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ
4. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทำงานร่วมกันอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตนเอง เคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม

ตารางที่ 2 โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หน่วยที่	เรื่อง	สาระสำคัญ	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
1	อาหารและสารอาหาร	<ul style="list-style-type: none"> - อาหารเป็นสิ่งที่เรารับประทานแล้วมีประโยชน์ต่อร่างกาย โดยในอาหารจะมีสารอาหารประเภทต่าง ๆ ซึ่งมีประโยชน์เพื่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิต - ระบบย่อยอาหารเกี่ยวข้องกับอวัยวะต่าง ๆ ได้แก่ ปาก ลิ้น ฟัน หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ตับ ตับอ่อน ลำไส้ใหญ่ ทวารหนัก อาหารที่รับประทานเข้าไปจะถูกบดและย่อยให้เล็กลงในปาก แล้วเคลื่อนผ่านหลอดอาหารสู่กระเพาะอาหาร และถูกย่อยให้เล็กลงที่กระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก อาหารต่าง ๆ จะถูกย่อยให้เป็นสารอาหารที่มีขนาดเล็กพอที่จะเข้าสู่หลอดเลือดได้และการย่อยเสร็จสิ้นที่ลำไส้เล็ก โดยตับจะสร้างน้ำดีช่วยทำให้ไขมันในลำไส้เล็กแตกตัวมีขนาดเล็กลงทำให้ถูกย่อยได้ง่ายขึ้น และตับอ่อนจะสร้างน้ำย่อยส่งมาช่วย 	12

หน่วยที่	เรื่อง	สาระสำคัญ	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
		<p>ย่อยอาหารในลำไส้เล็ก แล้วสารอาหารทั้งหมดถูกดูดซึมผ่านลำไส้เล็กเข้าสู่หลอดเลือดฝอยที่ผนังลำไส้เล็ก เพื่อลำเลียงสารอาหารไปยังส่วนต่าง ๆ ส่วนอาหารที่ไม่ถูกย่อยจะเคลื่อนไปยังลำไส้ใหญ่เป็นกากอาหารที่จะถูกกำจัดออกทางทวารหนัก อวัยวะต่าง ๆ ในระบบย่อยอาหารที่ทำหน้าที่ร่วมกันในการย่อยและดูดซึมสารอาหาร</p>	
2	การแยกสารเนื้อผสม	<p>- การแยกสารเนื้อผสมที่ผสมกันระหว่างสารที่เป็นของแข็งกับของแข็ง ใช้วิธี การหีบออก การผัด การร่อน การแยกสารเนื้อผสมที่ผสมกันระหว่างสารที่เป็นของแข็งกับของเหลวใช้วิธี การกรอง การตักตะกอน การรินออก แยกสารเนื้อผสมที่ผสมกันระหว่างสารที่เป็นของแข็งกับของแข็งที่เป็นสารแม่เหล็ก ใช้วิธีการใช้แม่เหล็กดูด วิธีการแยกสารทุกชนิดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้</p>	13
3	หินและซากดึกดำบรรพ์	<p>- หินอัคนีเกิดมาจากการเย็นตัวของแมกมา หินตะกอนเกิดมาจากการทับถมของตะกอนเมื่อถูกแรงกดทับและมีสารเชื่อมประสานจึงเกิดเป็นหิน หินแปรเกิดมาจากการแปรสภาพของหินเดิม</p> <p>- หินและแร่มีประโยชน์หลายอย่าง เช่น น าแร่มาใช้สำหรับท าเครื่องส าทอง</p> <p>ยาสีฟัน เครื่องประดับ อุปกรณ์ทางการแพทย์ น าหินมาใช้ในงานก่อสร้างต่าง ๆ</p> <p>- ซากดึกดำบรรพ์เป็นโครงร่างหรือร่องรอยของสิ่งมีชีวิตในอดีต ส่วนใหญ่พบในหินตะกอนจนเกิดเป็นโครงสร้างของซากหรือร่องรอยของสิ่งมีชีวิตที่ปรากฏอยู่ในหิน พบซากดึกดำบรรพ์ที่หลากหลาย เช่น ฟอสซิล หอย ปลา เต่า ไดโนเสาร์ และรอยตีนสัตว์</p>	15

หน่วยที่	เรื่อง	สาระสำคัญ	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
4	ปรากฏการณ์ของโลก และ ภัยธรรมชาติ	<p>- ลมบก ลมทะเล เป็นลมประจำถิ่น เกิดบริเวณชายฝั่ง มีหลักการเกิดเหมือนกัน เกิดจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นดินบริเวณชายฝั่งและอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นทะเล ส่วนสิ่งที่แตกต่างกันคือ ช่วงเวลาที่เกิดและทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศระหว่างพื้นดินบริเวณชายฝั่งและ พื้นทะเล โดยลมบกเกิดในช่วงเวลากลางคืนเนื่องจากพื้นดินบริเวณชายฝั่งเย็นเร็ว ในขณะที่พื้นทะเลยังคงมีอุณหภูมิสูงอยู่ น้ำทะเลจึงคายความร้อนไปสู่อากาศ ทำให้อากาศเหนือพื้นทะเลมีอุณหภูมิสูงและเคลื่อนที่สูงขึ้น อากาศเหนือพื้นดินซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าจึงเคลื่อนเข้ามาแทนที่ เกิดลมบกพัดจากชายฝั่งออกสู่ทะเล ส่วนลมทะเลเกิดในช่วงเวลากลางวันเนื่องจากพื้นดินบริเวณชายฝั่งและพื้นทะเลเมื่อได้รับความร้อนจาก ดวงอาทิตย์ พื้นดินบริเวณชายฝั่งจะร้อนเร็วกว่าพื้นทะเลและคายความร้อนไปสู่อากาศได้เร็วกว่าอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นดินบริเวณชายฝั่งจึงสูงและเคลื่อนที่สูงขึ้น อากาศเหนือพื้นทะเลซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าจึงเคลื่อนเข้ามาแทนที่ เกิดลมทะเลพัดจากทะเลเข้าสู่ชายฝั่ง การเกิดลมบก ลมทะเล มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</p> <p>- มรสุมเป็นลมประจำฤดู เกิดจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของอากาศเหนือพื้นทวีปและพื้นน้ำสมุทรในบริเวณเขตร้อนของโลก (บริเวณระหว่างละติจูด 23.5 องศาเหนือ และละติจูด 23.5 องศาใต้) การเกิดมรสุมในแต่ละครั้ง เกิดในช่วงระยะเวลาสั้นต่อเนื่องหลายเดือน มรสุมที่พัดผ่านประเทศไทย ได้แก่ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีผลต่อการเกิดฤดูของประเทศไทย</p>	13

หน่วยที่	เรื่อง	สาระสำคัญ	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
		<p>- ปรากฏการณ์เรือนกระจกคือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากแก๊สเรือนกระจก เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ คลอโรฟลูออโรคาร์บอน ไออน้ำ และโอโซน ซึ่งเกิดได้ทั้งจากธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ แก๊สเรือนกระจกจะกักเก็บและคายความร้อนบางส่วนกลับสู่โลก ทำให้อากาศบนโลกมีอุณหภูมิเฉลี่ยเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ถ้าปริมาณแก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศมากขึ้น จะทำให้การกักเก็บและคายความร้อนบางส่วนกลับสู่ผิวโลกมากขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศโดยเฉลี่ยบนโลกสูงขึ้นเกิดภาวะโลกร้อน ถ้าภาวะนี้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและยาวนานจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศของโลก</p> <p>- ภัยธรรมชาติเป็นเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม แผ่นดินไหว และสึนามิ ซึ่งเป็นภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นในบางบริเวณของโลก ภัยธรรมชาติแต่ละอย่างจะมีลักษณะ สาเหตุการเกิด บริเวณที่เกิด และมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในด้านต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน ซึ่งผลกระทบนี้จะมีลักษณะและความรุนแรงแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับภูมิประเทศ สภาพแวดล้อมของแต่ละพื้นที่ ช่วงเวลาที่เกิด</p>	
5	เงา อุปราคา และเทคโนโลยีอวกาศ	<p>- เมื่อมีวัตถุทึบแสงมาบังทางเดินของแสงจะเกิดเงาบนฉากที่มีรูปร่างคล้ายวัตถุส่วนที่นำมากั้นแสง เงามี 2 ประเภท คือ เงามืดและเงามัว ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกัน</p> <p>- เมื่อโลก ดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ โคจรมาอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน และระยะทางระหว่างดาว แต่ละดวง</p>	12

หน่วยที่	เรื่อง	สาระสำคัญ	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
		<p>เหมาะสม ทำให้เกิดเงาทอดมายังโลก เกิดเป็นปรากฏการณ์สุริยุปราคา</p> <p>- เมื่อโลก ดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ โคจรมาอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน และระยะทางระหว่างดาว แต่ละดวงเหมาะสม ทำให้เกิดเงาทอดมายังโลก เกิดเป็นปรากฏการณ์จันทรุปราคาแบบต่าง ๆ</p> <p>- เทคโนโลยีอวกาศมีพัฒนาการมาจากการสังเกตท้องฟ้าด้วยตาเปล่าของมนุษย์ ต่อมามีการใช้กล้องโทรทรรศน์แบบต่าง ๆ ทั้งที่อยู่บนโลกและในอวกาศ จนกระทั่งการใช้ยานอวกาศแบบต่าง ๆ ในการสำรวจอวกาศเพื่อปฏิบัติการมากมาย ยิ่งไปกว่านั้นเทคโนโลยีอวกาศยังเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา เพื่อให้มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์เพื่อการดำรงชีวิตในปัจจุบัน</p>	
6	แรงไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า	<p>- วงจรไฟฟ้าเป็นเส้นทางที่กระแสไฟฟ้าหรือประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ครบรอบ วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้แก่ แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้า</p> <p>- การต่อหลอดไฟฟ้าทำได้ 2 แบบ คือ การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม และการต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน โดยการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมเป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอดแบบวางเรียงกัน เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออก หลอดไฟฟ้าที่เหลือจะดับหมดเพราะทำให้วงจรไฟฟ้าไม่ครบวงจรหรือเป็นวงจรเปิด จึงไม่มีกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การต่อไฟประดับตกแต่งสถานที่ต่าง ๆ การต่อสวิตช์กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชิ้น</p>	15

หน่วยที่	เรื่อง	สาระสำคัญ	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
		<p>การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอดแบบวางขนานกัน เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออก หลอดไฟฟ้าที่เหลือยังคงสว่าง เพราะมีเส้นทางอื่นที่ทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถผ่านครบวงจรได้ การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนานนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน</p> <p>- เมื่อถ่วงัดลูบางชนิดจะเกิดแรงไฟฟ้า ซึ่งเป็นแรงไม่สัมผัส โดยเมื่อนำวัตถุบางชนิดที่ผ่านการถูนี้ไปเข้าใกล้วัตถุอื่น จะดึงดูดวัตถุนั้นให้เคลื่อนที่ได้โดยวัตถุไม่จำเป็นต้องสัมผัสกัน และเมื่อถ่วงัดที่มีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้าจะเกิดการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าลบบจากวัตถุหนึ่งไปอีกวัตถุหนึ่ง ทำให้วัตถุทั้งสองมีประจุไฟฟ้าชนิดตรงกันข้าม ถ้านำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าเข้าใกล้กัน จะเกิดแรงไฟฟ้าระหว่างประจุไฟฟ้าซึ่งอาจเป็นทั้งแรงดึงดูดหรือแรงผลักก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของประจุไฟฟ้าของวัตถุทั้งสองนั้น โดยถ้านำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันเข้าใกล้กันจะเกิดแรงผลักรัน แต่ถ้านำวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันเข้าใกล้กัน จะเกิดแรงดึงดูดกัน</p>	

จากตาราง 2 โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยจึงเลือกเนื้อหาเรื่อง เงาม อุปราคา และเทคโนโลยีอวกาศ สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 2 ชุดกิจกรรม ดังตารางที่ 3

พูน ปณุ ทิโต ชีเว

ตารางที่ 3 โครงสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่อง ที่	หน่วยการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
1	เงา อุปราคา (กล้องจุลทรรศน์)	- เมื่อนำวัตถุทึบแสงมา กั้นทางเดินของแสง จะ เกิดเงาบนฉาก ปรากฏการณ์ สุริยุปราคาและ จันทรุปราคา เกิดขึ้น จากการที่โลก ดวง จันทร์ และดวงอาทิตย์ โคจรมาอยู่ในแนว เส้นตรงเดียวกัน โลก หรือดวงจันทร์ซึ่งเป็น วัตถุทึบแสงจากดวง อาทิตย์ ทำให้เกิดเงา	1. นักเรียนสามารถอธิบายการ เกิดเงามืดและเงามัวได้ 2. นักเรียนสามารถเขียน แผนภาพรังสีของแสง แสดง การเกิดเงามืดและเงามัวได้ 3. นักเรียนสามารถสร้าง แบบจำลองที่อธิบายการเกิด และเปรียบเทียบปรากฏการณ์ สุริยุปราคาและจันทรุปราคาได้ 4. นักเรียนสามารถใช้ คอมพิวเตอร์ในการค้นหา ข้อมูลได้ 5. นักเรียนสามารถให้ความ ร่วมมือในการทำกิจกรรมได้	6
2	เทคโนโลยีอวกาศ (จรวดของเรา)	- เทคโนโลยีอวกาศมี การพัฒนาจากการ สังเกตท้องฟ้าด้วยตา เปล่าของมนุษย์ ต่อมา มีการโทรทรรศน์แบบ ต่างๆ ทั้งที่อยู่บนโลก และในอวกาศ จนกระทั่งการใช้ยาน อวกาศแบบต่างๆ ใน การสำรวจอวกาศ เพื่อปฏิบัติภารกิจ	1. นักเรียนสามารถอธิบาย พัฒนาการของเทคโนโลยี อวกาศได้ 2. นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ จรวดได้ 3. นักเรียนสามารถใช้ คอมพิวเตอร์ในการค้นหา ข้อมูลเกี่ยวกับความก้าวหน้าใน เทคโนโลยีอวกาศได้ 4. นักเรียนสามารถให้ความ ร่วมมือในการทำกิจกรรมได้	6

เรื่อง ที่	หน่วยการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
		<p>มากมาย ยิ่งไปกว่านั้น เทคโนโลยีอวกาศยังเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศยังเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเรา ทั้งนี้เพื่อให้มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์เพื่อการดำรงชีวิตในปัจจุบัน</p>		

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ความรู้ในบทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เงาม อูปราคา และเรื่องเทคโนโลยีอวกาศ จำนวน 2 เรื่อง ใช้เวลาเรื่องละ 6 ชั่วโมง รวมเป็น 12 ชั่วโมง ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

2.2 ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.2.1 ความหมายของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เอนนิส (Ennis, 1985) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่าเป็นการคิดอย่างพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลและจุดมุ่งหมายเพื่อการตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อก่อนการลงมือปฏิบัติโดยเน้นประเด็นสำคัญ 4 ประการคือ

1. เป็นการคิดที่ใช้เหตุผล
2. เป็นการคิดที่มีการไตร่ตรองตรวจสอบเหตุผลทั้งของตนเองและผู้อื่น
3. เป็นการคิดที่เน้นสติสัมปชัญญะ
4. เป็นการคิดที่เน้นการตัดสินใจว่าอะไรควรเชื่อ ควรปฏิบัติ

วิลคินสัน (Wilkinson, 1996) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ ทักษะคิดและกระบวนการใช้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับทักษะทางปัญญา

บัสซัม (Bassham,2011) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า เป็นทักษะความสามารถทางปัญญาที่จะสร้างความกระจ่างชัด วิเคราะห์ และประเมินข้อโต้แย้ง การกล่าวอ้างอย่างปราศจากอคติ โดยสามารถกำหนดเหตุผลสนับสนุนข้อสรุป และตัดสินใจได้อย่างน่าเชื่อถือ

ทิตนา แชมมณี และคณะ (2542) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เป็นการคิดวิเคราะห์หรือพากษ์ไตร่ตรองประมวลข้อมูลปัญหาเรื่องราวต่างๆก่อนที่จะตัดสินใจเชื่อหรือกระทำสิ่งต่างๆเพื่อให้ได้ความคิดที่รอบคอบสมเหตุสมผลซึ่งโดยผ่านการพิจารณาถ้อยแถลงไตร่ตรองทั้งทางด้านคุณโทษ และคุณค่าที่แท้จริงของสิ่งนั้น

สุวิทย์ มูลคำ (2553) ได้ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า เป็นความสามารถในการพิจารณา ประเมินและการตัดสินใจสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องราวที่เกิดขึ้น ที่มีข้อสงสัยหรือข้อโต้แย้ง โดยการแสวงหาคำตอบที่มีความสมเหตุสมผล

ผู้วิจัยได้สนใจแนวคิดของเอนนิส จึงสรุปการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า เป็นความสามารถด้านการคิดของผู้ที่มีความสามารถในการคิดพิจารณา วิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา ไตร่ตรองถึงปัญหาเรื่องราวต่างๆ อย่างรอบคอบในทุกด้าน ก่อนที่จะตัดสินใจได้อย่างสมเหตุสมผล

2.2.2 ทฤษฎีแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แกกนี Gagne (1985) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไว้ว่า เป็นกระบวนการที่เริ่มจากสัญลักษณ์ทางภาษา จนโยงมาเป็นความคิดรวบยอดเป็นกฎเกณฑ์นำกฎเกณฑ์ไปใช้ 12 โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. สังเกตให้ผู้เรียนสังเกต รับรู้ และพิจารณาข้อความ หรือภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ให้ทำกิจกรรมรับรู้เข้าใจได้ความคิดรวบยอดที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ สรุปเป็นใจความสำคัญครบถ้วนตรงตามหลักฐานข้อมูล

2. อธิบายให้ผู้เรียนอธิบายหรือตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับสิ่งที่กำหนด เน้นการใช้เหตุผลด้วยหลักการกฎเกณฑ์ อ้างหลักฐานข้อมูลประกอบให้น่าเชื่อถือ

3. รับฟังให้ผู้เรียนได้ฟังความคิดเห็นที่แตกต่างจากความคิดเห็นของตน ได้ฟังและตอบคำถามตามความคิดเห็นที่แตกต่างกัน เน้นการปรับเปลี่ยนความคิดอย่างมีเหตุผล ไม่ใช่อารมณ์หรือถือความคิดเห็นของตนเป็นใหญ่

4. เชื่อมโยงความสัมพันธ์ให้ผู้เรียนได้เปรียบเทียบความแตกต่างและความคล้ายคลึงของสิ่งต่าง ๆ จัดกลุ่มสิ่งที่เป็นพวกเดียวกัน หาเหตุหรือกฎเกณฑ์มาเชื่อมโยงในลักษณะอุปมาอุปไมย

5. วิเคราะห์จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนวิเคราะห์เหตุการณ์ คำกล่าวแนวคิดหรือการกระทำที่กำหนดแล้วให้จำแนกหาข้อดี ข้อด้อย ส่วนดีส่วนด้อย ส่วนสำคัญหรือส่วนที่มาสำคัญจากสิ่งนั้นด้วย

การยกเหตุผลและหลักฐานประกอบ เช่น บอกว่าการกระทำนั้นไม่เหมาะสม เพราะอะไร ทำถูกต้อง เพราะอะไร

6. สรุปลงให้ผู้เรียนได้พิจารณาการกระทำหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงเกี่ยวข้องกันแล้ว สรุปลงอย่างตรงไปตรงมาตามหลักฐานข้อมูล เช่น การกระทำนั้นผู้เรียนเห็นว่าเป็นการกระทำที่ ถูกต้อง ควรประพฤติปฏิบัติอย่างไร มีเหตุผลสนับสนุนอย่างไร ข้อความที่กล่าวมานั้นเชื่อถือได้หรือไม่ อย่างไร

วัตสันและเกลเซอร์ (Watson & Glaser, 1964) ได้เสนอแนวคิดไว้ดังนี้ การคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณประกอบด้วยเจตคติความรู้และทักษะ ดังนี้

1. เจตคติหมายถึง ความสนใจในการแสวงหาความรู้ความสามารถในการพิจารณา ปัญหา ตลอดจนมีนิสัยในการค้นหาหลักฐานมาสนับสนุนสิ่งที่อ้างว่าจริง

2. ความรู้หมายถึง ความสามารถในการอนุมาน สรุปลงความสำคัญ และการสรุป ความเหมือน โดยพิจารณาหลักฐานและการใช้หลักตรรกศาสตร์

3. ทักษะ หมายถึง ความสามารถที่จะนำทั้งเจตคติและความรู้ไปประยุกต์ใช้ พิจารณาตัดสินปัญหา สถานการณ์ข้อความหรือข้อสรุปต่างๆ ได้ และได้เสนอว่ากระบวนการคิดอย่าง มีวิจารณ์ญาณประกอบด้วยความสามารถย่อยๆ ดังนี้

3.1 ความสามารถในการอ้างอิงหรือสรุปความ (Inference) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความน่าจะเป็นของข้อมูลหรือการสรุปข้อมูลต่างๆ ของข้อมูลที่กำหนดให้ ได้

3.2 ความสามารถในการตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of assumptions) เป็นความสามารถในการรับรู้ข้อตกลงเบื้องต้นหรือข้อความสมมติที่กำหนดใน ประโยคโดยสามารถจำแนกได้ว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น หรือข้อความใดไม่เป็นข้อตกลง เบื้องต้น

3.3 ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) เป็นความสามารถในการจำแนก ว่า ข้อสรุปใดเป็นผลจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้แน่นอนและข้อความใดไม่เป็นผล ต่อความสัมพันธ์นั้น

3.4 ความสามารถในการตีความ (Interpretation) เป็นความสามารถในการลง ความเห็นและอธิบายความเป็นไปได้ของข้อสรุป จำแนกได้ว่าข้อสรุปใดที่เป็นไปได้ตามสถานการณ์ที่ กำหนดให้

3.5 ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of arguments) เป็น ความสามารถในการประเมินน้ำหนักข้อมูลเพื่อตัดสินว่าเข้าประเด็นกับเรื่องหรือไม่ เห็นด้วยหรือไม่ เห็นด้วย ควรหรือไม่ควร

ดีคาโรลี (Decaroli, 1973) เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. การนิยาม เป็นการกำหนดปัญหาทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของคำและข้อความและการกำหนดเกณฑ์
2. การแสวงหาสมมติฐาน การคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล การหาทางเลือกและการพยากรณ์
3. การประมวลผลข่าวสาร เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็น รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องหาหลักฐานและจัดระบบข้อมูล
4. การตีความข้อเท็จจริงและการสรุปอ้างอิงจากหลักฐาน การระบุอคติ
5. การใช้เหตุผล โดยระบุความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์
6. การประเมินผล โดยอาศัยเกณฑ์กำหนดความสมเหตุสมผล
7. การประยุกต์เป็นการทดสอบข้อสรุป การสรุปอ้างอิง การนำไปปฏิบัติ

เอนนิส (Ennis, 1985) ได้ให้นิยาม การคิดอย่างมีวิจารณญาณเผยแพร่เป็นครั้งแรกในปี 1962 และได้ปรับขยายคำนิยามให้ครอบคลุมมากขึ้นในปี 1985 และต่อมาในปี 1989 เขาได้เขียนหนังสือร่วมกับนอริส (Noris) มีชื่อว่า Evaluating Critical Thinking คำนิยามในหนังสือนี้มีความหมายเช่นเดียวกันกับคำนิยามที่เคยให้ไว้คือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดอย่างมีเหตุผล และการคิดแบบไตร่ตรองเพื่อการตัดสินใจก่อนจะเชื่อหรือก่อนจะลงมือปฏิบัติ และเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้

1. ทักษะการนิยาม ได้แก่ การระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหา ขอสรุป ระบุเหตุผล ทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏ การตั้งคำถามที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ การระบุเงื่อนไขและข้อตกลงเบื้องต้น
2. ทักษะการตัดสินข้อมูล ได้แก่ การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลการตัดสินความเกี่ยวข้องของกับประเด็นปัญหา การพิจารณาความสอดคล้อง
3. ทักษะการสรุปอ้างอิงในการแก้ปัญหาและการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล ได้แก่ การอ้างอิงและการสรุปแบบอุปนัย การนิรนัยโดยมีความตรง การทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมาอย่างน่าเชื่อถือ

มิลิวาล์ สมศักดิ์ (2540) ได้สรุปกระบวนการคิดเชิงวิพากษ์ไว้ ดังนี้

1. การนิยามปัญหา หมายถึง การกำหนดปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา โดยพิจารณาข้อมูลเพื่อกำหนดปัญหาข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือ รวมทั้งนิยามความหมายของคำข้อความ
2. การรวบรวมข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งการดึงข้อมูลหรือความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มา

ใช้วิธีการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การสังเกตด้วยตัวเองและรวบรวมข้อมูลจากรายงานผล การสังเกตของผู้อื่น

3. การจัดระบบข้อมูล หมายถึง การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล พิจารณาความเพียงพอของข้อมูล และการจัดระบบข้อมูลภายหลังจากได้รวบรวมข้อมูลจะต้องพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งที่มาของข้อมูล เพราะข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งที่ไม่น่าเชื่อถืออาจนำไปสู่ความผิดพลาด ถ้าประเมินแล้วพบว่าข้อมูลใดที่มาจากแหล่งที่ขาดความน่าเชื่อถือ ก็จะตัดทิ้งส่วนข้อมูลที่มาจากแหล่งที่น่าเชื่อถือจะเก็บไว้ใช้ต่อไป ขณะเดียวกันต้องประเมินความถูกต้องและเพียงพอของข้อมูลที่รวบรวมได้ว่า นำไปสู่การสรุปอ้างอิงได้หรือไม่

4. การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การพิจารณาแนวทางการสรุปอ้างอิงของปัญหา ข้อโต้แย้งหรือปัญหาที่คลุมเครือโดยการนำข้อมูลที่มีการจัดระบบแล้วมาพิจารณาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์เพื่อกำหนดแนวทางการสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ว่าจากข้อมูลที่ปรากฏสามารถเป็นไปได้ ในทิศทางใดบ้างเพื่อจะได้พิจารณาเลือกแนวทางการสรุปที่เป็นไปได้มากที่สุดหรือการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล

5. การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ หมายถึง การพิจารณาเลือกแนวทางที่สมเหตุสมผลที่สุดจากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่ หลังจากกำหนดแนวทางเลือกที่อาจเป็นไปได้ ก็จะพยายามเลือกวิธีการหรือแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุดที่จะนำไปสู่การสรุปที่สมเหตุสมผล

6. การประเมินการสรุปอ้างอิง หมายถึง การประเมินความสมเหตุสมผลของการสรุปอ้างอิงหลังจากตัดสินใจสรุปโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ จะต้องประเมินข้อสรุปอ้างอิงว่าสมเหตุสมผลหรือไม่รวมทั้งพิจารณาว่าข้อสรุปนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร

จากแนวคิดด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณข้างต้นส่วนที่มีความคล้ายกัน ผู้วิจัยจึงบูรณาการแนวคิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของเอนนิส และสรุปได้ว่าเป็นความสามารถในการคิดเป็นลำดับขั้นตอน 3 ได้แก่ ทักษะการนิยาม เป็นการระบุจุดที่สำคัญหาเบื้องต้น ทักษะการตัดสินใจข้อมูล เป็นการตัดสินใจความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลเพื่อพิจารณาความสอดคล้องกัน และทักษะการสรุป เป็นการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล สามารถทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นได้

2.2.3 ลักษณะการแสดงออกของผู้ที่มีวิจารณญาณ

มาร์ซาโน และคณะ (Marzano, et al., 1988) กล่าวว่าผู้ที่มีความคิดวิจารณ์ญาณ หมายถึงผู้ที่ไม่ยืนยันความคิดของตนเอง โดยไม่ผ่านกระบวนการตรวจสอบให้รอบคอบ การทดสอบความคิดของตนเองโดยการตั้งสมมุติฐาน และทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ถือว่าเป็นการคิดอย่างรอบคอบ ผู้ที่มีความคิดวิจารณ์ญาณไม่ยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง (egocentric) อย่างเดียว ควรรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และต้องมีความเชื่อว่าไม่มีอะไรผิดทั้งหมด และถูกทั้งหมดอย่างสมบูรณ์แบบ

เวด (Wade, 1995) แบ่งลักษณะของการคิดวิจารณ์ญาณ เป็น 8 ลักษณะ ได้แก่

1. การตั้งคำถาม
2. การแยกแยะประเด็นที่เป็นปัญหา
3. การตรวจสอบ หลักฐาน
4. การวิเคราะห์สมมุติฐานเพื่อเลี่ยงอคติ
5. การหลีกเลี่ยงการใช้เหตุผลที่เกิดจากการใช้อารมณ์
6. การหลีกเลี่ยงการให้เหตุผลที่ไม่ได้อยู่บนพื้นฐานของความเป็นจริง
7. การพิจารณาหลายแง่มุม
8. การเปิดใจรับความเปลี่ยนแปลงและความไม่แน่นอนที่เกิดในปัจจุบัน และอนาคต

ฮาร์นาเดค (Harnadek, 1998) กำหนดลักษณะของผู้ที่มีความวิจารณ์ญาณ ดังนี้

1. เปิดใจกว้างรับความคิดเห็นใหม่ ๆ
2. ไม่ได้แย้งถ้าไม่มีความรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ
3. รู้ตัวเองว่าเมื่อไรที่ต้องการข้อมูลเพิ่มเติม
4. เข้าใจความแตกต่างในการสรุปความว่าสิ่งใด เป็นข้อเท็จจริงและสิ่งใดเป็น
ข้อคิดเห็น
5. เข้าใจความแตกต่างของความคิดแต่ละคนในการตีความข้อความ เรื่องราวและ
เหตุการณ์ต่าง ๆ
6. พยายามหลีกเลี่ยงการกระทำผิดเกี่ยวกับเรื่องทั่ว ๆ ไปที่ไม่ซับซ้อน อันเกิดจาก
เหตุการณต่าง ๆ
7. พยายามหลีกเลี่ยงการกระทำผิดเกี่ยวกับเรื่องทั่ว ๆ ไปที่ไม่ซับซ้อน อันเกิดจาก
การใช้เหตุผลของตนเอง (ไม่ใช่เหตุผลผิดกับเรื่องง่าย ๆ)
8. ตั้งคำถามกับทุกเรื่องที่ไม่รู้เรื่อง
9. พยายามสร้างคำศัพท์ หรือความคิดรวบยอดเพื่อให้เข้าใจผู้พูด แล้วนำมาประมวล
เป็นความคิดของตนเองเพื่อให้เกิดความกระจ่าง ชะนะฟัง

เอนนิส (Ennis, 1985) ลักษณะของบุคคลที่มีการคิดวิจารณ์ญาณ มีดังนี้

1. ค้นหาข้อความที่ชัดเจนของประเด็น หรือข้อคำถาม
2. ค้นหาเหตุผล
3. พยายามรับรู้ข้อมูลที่ดี
4. หาแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้และอ้างถึงแหล่งข้อมูลนั้น
5. มีแนวคิดแบบกว้างในสถานการณ์ทั้งหมด
6. คงความสอดคล้องกับประเด็นที่สำคัญได้
7. จัดจำเรื่องเดิมและ / หรือความเกี่ยวข้องพื้นฐาน
8. ค้นหาทางเลือกต่าง ๆ
9. เปิดใจกว้าง

10. เปลี่ยนสภาพ (ยืดหยุ่นตามสภาพต่าง ๆ) เมื่อมีหลักฐานและเหตุผลเพียงพอ
11. ค้นหาความถูกต้องให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ สำหรับเรื่องราวที่ศึกษา
12. จัดการเรื่องราวที่ซับซ้อนทั้งหมดให้อยู่ในลักษณะเรียงลำดับอย่างมีขั้นตอน
13. ให้การคิดต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความรู้สึก ระดับความรู้ และระดับการอ้างเหตุผล

ของบุคคลอื่น

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551) สรุปคุณลักษณะของผู้ที่คิดอย่างมีวิจารณญาณว่าประกอบด้วย 5 ลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. เป็นผู้ที่มีใจกว้าง คือ ยอมรับฟังและพิจารณาความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองเป็นหลัก ไม่อคติมีใจเป็นกลาง และตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลประกอบเพียงพอ การมีใจกว้างขวางจะทำให้ได้ข้อมูลที่กว้างขวางหลากหลายมากพอต่อการใช้ในการตัดสินใจได้ดีมากขึ้น
2. มีความไวต่อความรู้สึกของผู้อื่นเข้าใจผู้อื่น การมีความรู้สึกที่ไวจะทำให้สามารถรับรู้สถานการณ์ความคิดความรู้สึกของผู้อื่นได้ดีกว่า
3. เปลี่ยนความคิดเห็นที่ตนมีอยู่ได้ถ้ามีข้อมูลที่มีเหตุผลมากกว่า
4. กระตือรือร้นในการค้นหาข้อมูลและความรู้ การมีข้อมูลและความรู้มากทำให้การตัดสินใจย่อมถูกต้องและแม่นยำ การคิดพิจารณาญาณต้องการข้อมูลความรู้มาก ๆ เพื่อประกอบในการตัดสินใจ แม้ว่าบางข้อมูลอาจมีประโยชน์น้อยก็ตาม
5. เป็นผู้ที่มีเหตุผล ไม่ใช่อคติหรืออารมณ์ในการตัดสินใจ การยอมรับข้อมูลใด ๆ หรือการตัดสินใจใด ๆ จะไม่เชื่อมั่นในตัวบุคคลหรืออารมณ์ ข้อมูลที่มีเหตุผลจะทำให้การตัดสินใจดีกว่าครูจึงควรต้องจัดบรรยากาศ และกิจกรรมที่เสริมสร้างคุณลักษณะต่างๆ ดังกล่าวให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เพื่อปลูกฝังความเป็นนักคิด

จากแนวคิดข้างต้นผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า ลักษณะของผู้ที่คิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดอย่างมีเหตุผล การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ คิดอย่างมีลำดับขั้นตอน เพื่อการตัดสินใจก่อนจะเชื่อในข้อมูล ตัดสินใจก่อนจะลงมือปฏิบัติ

2.2.4 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เฟลีย์ (Feely, 1976) ได้แยกองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 10 ประการ คือ

1. การแยกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริง และความรู้สึกหรือความคิดเห็น
2. การพิจารณาความเชื่อถือได้ของแหล่งข้อมูล
3. การพิจารณาความถูกต้องตามข้อเท็จจริงของข้อความนั้น
4. การแยกความแตกต่างระหว่างข้อมูล ข้อคิดเห็น หรือเหตุผลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นั้น

5. การค้นหาสิ่งที่เป็นอคติ หรือความลำเอียง
6. การระบุถึงข้ออ้าง ข้อสมมติที่ไม่กล่าวไว้ก่อน
7. การระบุถึงข้อคิดเห็นหรือข้อโต้แย้งที่ยังคลุมเครือ
8. การแยกความแตกต่างระหว่างข้อคิดเห็นที่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้
9. การตระหนักในสิ่งที่ไม่คงที่ ตามหลักการและเหตุผล
10. การพิจารณาความมั่นคงหนักแน่นในข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็น

เอนนิส (Ennis, 1985) ได้กล่าวถึง ทักษะความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า
ควรประกอบด้วย 12 ทักษะดังต่อไปนี้

1. สามารถกำหนดหรือระบุประเด็นคำถามหรือปัญหา
 - 1.1 ระบุปัญหาสำคัญได้ชัดเจน
 - 1.2 ระบุเกณฑ์เพื่อตัดสินคำตอบที่เป็นไปได้
2. สามารถคิดวิเคราะห์ขอโตแย้ง
 - 2.1 ระบุข้อมูลที่มีเหตุผลหรือน่าเชื่อถือได้
 - 2.2 ระบุข้อมูลที่ไม่มีเหตุผลหรือไม่น่าเชื่อถือได้
 - 2.3 ระบุความเหมือนและความแตกต่างของความคิดเห็นหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้
 - 2.4 สรุปได้
3. สามารถถามคำถามที่ท้าทายและตอบคำถามได้อย่างชัดเจน
4. สามารถพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
 - 4.1 เป็นข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญน่าเชื่อถือ
 - 4.2 เป็นข้อมูลที่ไม่มีขอโตแย้ง
 - 4.3 เป็นข้อมูลที่ได้รับการยอมรับ
 - 4.4 เป็นข้อมูลที่สามารถให้เหตุผลน่าเชื่อถือได้
5. สามารถสังเกตและตัดสินผลข้อมูลที่ได้จากการสังเกตด้วยตนเองโดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้
 - 5.1 เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตด้วยตนเอง โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5
 - 5.2 การบันทึกข้อมูลเป็นผลจากการสังเกตด้วยตนเองและมีการบันทึกทันที
6. สามารถนำหลักการใหญ่ไปแตกเป็นหลักการย่อยได้หรือนำหลักการไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
7. สามารถอุปนัยและตัดสินผลการอุปนัยได้คือ ในการสรุปอ้างอิงไปยังกลุ่มประชากรนั้น กลุ่มตัวอย่างต้องเป็นตัวแทนของประชากรและก่อนการอุปนัยนั้นต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องตามกำหนดและข้อมูลมีเพียงพอต่อการสรุปแบบอุปนัย
8. สามารถตัดสินคุณค่าได้

- 8.1 สามารถพิจารณาทางเลือก โดยมีข้อมูลพื้นฐานเพียงพอ
- 8.2 สามารถชั่งน้ำหนักระหว่างดีและไม่ดีหรือผลดีและผลเสียก่อนการตัดสินใจ
9. สามารถให้ความหมายของคำและตัดสินใจความหมาย
10. สามารถระบุข้อสันนิษฐานได้
11. สามารถตัดสินใจเพื่อนำไปปฏิบัติได้
12. การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

ชนาธิป พรกุล (2544) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่ามีองค์ประกอบอยู่ 4 องค์ประกอบและในแต่ละองค์ประกอบจะมีทักษะที่สามารถนำมาใช้ในชั้นเรียนได้แก่

1. การให้คำจำกัดความและการทำให้กระจ่าง ทักษะที่ฝึก ได้แก่ การระบุข้อสรุป การระบุเหตุผลที่กล่าวถึงการระบุเหตุผลที่ไม่ได้กล่าวถึง การเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง การระบุและการจัดการกับสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องและการสรุปย่อ

2. การตั้งคำถามที่เหมาะสมเพื่อให้กระจ่างหรือถ้าหาย เช่น ข้อความสำคัญคือ อะไร หมายความว่าอย่างไร ตัวอย่างคืออะไร อะไรไม่ใช่ตัวอย่าง จะนำเรื่องนี้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างไร อะไรคือข้อเท็จจริง นี่คือนี่ที่กำลังพูดถึงหรือไม่ มีอะไรที่ยังไม่ได้พูดถึง

3. การตัดสินใจที่น่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล โดยพิจารณาจากความมีชื่อเสียง ความสอดคล้องกันระหว่างแหล่งข้อมูลความไม่ขัดแย้งประโยชน์ ความสามารถในการให้เหตุผล

4. การแก้ปัญหาและการลงข้อสรุป โดยวิธีการนิรนัยและตัดสินใจอย่างเที่ยงตรง วิธีการอุปนัยและตัดสินใจสรุปการคาดคะเนผลที่จะเกิดตามมา

สุภัทรา ตันติวิทย์มาศ (2554) ได้กล่าวว่า การที่จะเกิดกระบวนการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณจะต้องเกิดองค์ประกอบตามที่กำหนด โดยทั่วไปจะมีความคล้ายคลึงของกับการแก้ปัญหาและคล้ายคลึงกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณในด้านการจัดการกับทางเลือกในการตรวจสอบ แยกแยะ เปรียบเทียบ ตีความและหาข้อเท็จจริงจากข้อมูลที่ได้รับ สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ มีองค์ประกอบหลัก 4 ส่วนดังนี้

1. ปัญหา
2. เป้าหมายในการแก้ปัญหา
3. การจัดการกับทางเลือก ซึ่งหมายถึงการนำข้อมูลร่วมกับทักษะทางการคิดที่มีมาใช้ในการประเมิน ตรวจสอบ แยกแยะ เปรียบเทียบ ตีความและหาข้อเท็จจริงจากข้อมูลที่ได้รับ
4. การพิสูจน์คำตอบ ว่าตรงตามเป้าหมายหรือไม่จากแนวคิดข้างต้น พบว่านักการศึกษาได้ระบุองค์ประกอบของการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณไว้อย่างหลากหลาย แต่อย่างไรก็ตามสามารถ

จากแนวคิดที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นทักษะความสามารถในการระบุปัญหา คัดวิเคราะห์ สามารถพิจารณาความความน่าเชื่อถือของข้อมูลจากแหล่งอ้างอิง เพื่อลงข้อสรุปและการตัดสินใจลงมือปฏิบัติ

2.2.5 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ซุย (Tsui, 1999) ได้แนะนำกระบวนการเรียนการสอน ที่เน้นการปฏิบัติอย่างมีความหมาย กิจกรรมสืบเสาะที่ได้ ฝึกคิดขั้นสูง กิจกรรมที่ผู้สอนให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และการสะท้อนผล (Reflection) เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้โต้ตอบ กิจกรรมโครงงานและภาระงานที่ให้ผู้เรียนพูดนำเสนองานหน้าชั้นเรียน ตลอดจนการใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบหรือเรียงความแทนการใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choices)

แลงเกอร์ (Langrehr, 2008) ได้แนะนำกิจกรรมเพื่อพัฒนาการคิดวิจาร์ณญาณดังต่อไปนี้

1. กิจกรรมแยกข้อเท็จจริงและความคิดเห็น (Distinguishing facts and opinions) กิจกรรมนี้เริ่มด้วยผู้สอนอธิบายความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความคิดเห็น หลังจากนั้นผู้สอนอาจให้ผู้เรียนอ่านข่าวหรือเรื่องราวต่าง ๆ จากหนังสือพิมพ์หรือวารสาร แล้วฝึกแยกว่าเนื้อหาส่วนใดคือข้อเท็จจริงและส่วนใดคือความคิดเห็นโดยใช้ กิจกรรมอภิปรายกลุ่มย่อย

2. กิจกรรมการแยกสิ่งที่มั่นใจและสิ่งที่ไม่มั่นใจ (Distinguishing unsure conclusion) กิจกรรมนี้เริ่มด้วย ผู้สอนสนทนากับผู้เรียนว่าจากการสังเกตของผู้สอนเห็นว่า ผู้เรียนหลาย ๆ คนด่วนสรุปทันทีเมื่อเห็นเหตุการณ์ หรืออ่านข้อความ โดยที่ไม่มีหลักฐานใดมาสนับสนุน เช่น อ่านโฆษณาหรือรูปภาพจากหนังสือพิมพ์แล้วสรุปทันทีโดยไม่มีการไตร่ตรองให้ถี่ถ้วน หลังจากนั้นผู้สอนนำภาพมาให้ผู้เรียนดูแล้วให้เขียนลงไปว่าสิ่งที่มั่นใจมีอะไรและไม่มั่นใจมีอะไรบ้าง แล้วอภิปรายในกลุ่มเพื่อฝึกการใช้เหตุผลสนับสนุนความคิดของตน

3. แยกความน่าเชื่อถือจากข้ออ้างต่าง ๆ (Challenging the reliability of a claim) ผู้สอนสนทนากับผู้เรียนว่าโดยธรรมชาติแล้ว มนุษย์พิสูจน์หลักฐานก่อนที่จะเชื่อเกี่ยวกับการรายงานข้อมูลต่าง ๆ ผู้มีความคิดวิจาร์ณญาณจะตั้งคำถามเพื่อให้มั่นใจก่อนเสมอ จากนั้นผู้สอนให้ผู้เรียนอ่านข่าวจากหนังสือพิมพ์ แล้วให้ผู้เรียนเขียนคำถามอย่างน้อย 5 คำถามก่อนที่จะเชื่อ ตรวจสอบคำถามกับเพื่อนในชั้นว่า แต่ละคนมีคำถามอะไรบ้าง เพื่อนำคำถามเหล่านั้นมาหลอมรวมกันให้ครอบคลุมประเด็นที่สุดแล้วอภิปรายร่วมกันก่อนการตัดสินใจว่าข่าวนั้นน่าเชื่อถือหรือไม่น่าเชื่อถือ หรือผู้สอนให้ผู้เรียนอ่านรายงาน หรือข้อมูลต่าง ๆ แล้วให้ขีดเส้นใต้ข้อความที่เชื่อและวงกลมข้อความที่ไม่เชื่อ หลังจากนั้นจึงอภิปรายกลุ่มย่อย

4. กิจกรรมพิจารณา ความคิดเห็นอื่น ๆ (Considering other points of view) ผู้สอนสนทนากับผู้เรียนว่าเมื่อมีการโต้แย้ง บางคนมองเห็นเฉพาะประเด็นของตนเองไม่ต้องการที่จะรับฟัง

คนอื่น คนที่มีวิจารณ์ญาณต้องฟังความคิดเห็นของคนอื่น ถ้ายอมรับฟังจะได้ข้อมูลใหม่ทำให้เข้าใจ ความรู้สึกของคนอื่นมากขึ้น หลังจากนั้นผู้สอนตั้งประเด็นหรือสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด

5. กิจกรรมการตัดสินใจ (Decision making) ผู้สอนแนะนำขั้นตอนการตัดสินใจว่าการตัดสินใจต้องใช้เกณฑ์และมีตัวเลือกที่หลากหลาย การตัดสินใจเป็นกระบวนการและขั้นตอนที่ค่อนข้างซับซ้อนซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้ คือ 1) ระบุประเด็นที่จะตัดสินใจ 2) ระบุตัวเลือก 3) แยกข้อดีข้อเสียของแต่ละตัวเลือก 4) เปรียบเทียบตัวเลือกโดยใช้เกณฑ์ที่เหมาะสมและสอดคล้อง 5) จัดลำดับตัวเลือกและให้คะแนนแต่ละตัวเลือกและ 6) ตัดสินใจเลือกตัวเลือกที่ได้คะแนนมากที่สุด หลังจากนั้นผู้สอนกำหนดสถานการณ์ให้ผู้เรียนฝึกตัดสินใจ

สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2543) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดวิจารณ์ญาณ อันนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างวิเคราะห์นั้น ควรให้นักเรียนได้ใช้หลักเหตุผลวิเคราะห์วิจารณ์ สนับสนุน ยอมรับหรือปฏิเสธ รู้จักตั้งคำถาม การลงข้อสรุป พร้อมทั้งให้นักเรียนได้รับการฝึกขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างวิเคราะห์ ซึ่งมีกระบวนการดังนี้

1. ค้นหาปัญหา (Clarify problem) เป็นขั้นรู้จักค้นหาว่าสิ่งใดคือปัญหา นักเรียนรู้อะไร และยังไม่รู้อะไรเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ

2. พิจารณาทางเลือก (Consider alternatives) เป็นขั้นพยายามหาทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้มากที่สุด

สมชาย รัตนทองคำ (2556) กล่าวว่ารูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณนั้นประกอบไปด้วย

1. ขั้นนำ เป็นการทบทวนและแจ้งวัตถุประสงค์ ประกอบไปด้วยการเตรียมความพร้อม และความรู้ของผู้เรียน สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ แจ้งวัตถุประสงค์และเป้าหมาย ทบทวนความรู้เดิม

2. ขั้นสอนและพัฒนากระบวนการคิด เป็นขั้นที่ผู้สอนเสนอสถานการณ์ปัญหาเนื้อหากรณีตัวอย่าง สถานการณ์จริง โดยใช้สื่อและแหล่งความรู้ที่หลากหลาย แจกใบงานหรือกิจกรรม การเรียนการสอน

2.1 กิจกรรมไตร่ตรองรายบุคคล เป็นขั้นที่ผู้เรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่ ให้ ไตร่ตรอง บันทึกสิ่งคิดหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนแนะนำลำดับขั้นของการคิด

2.2 กิจกรรมไตร่ตรองระดับกลุ่ม เป็นขั้นที่ผู้เรียนเสนอแนวคิด ข้อสรุปที่ได้ต่อกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนกับกลุ่มเพื่อน เพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นของตนกับเพื่อนสรุป ความคิดเห็น เป็นความคิดเห็นของกลุ่ม เตรียมข้อมูลเพื่อนำเสนอต่อกลุ่มใหญ่

2.3 เสนอผลและแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น เป็นขั้นที่แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนเพื่อเสนอต่อ กลุ่มใหญ่ อภิปราย ร่วมแสดงเหตุผล และซักถาม

3. ขั้นสรุป เป็นขั้นผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันรวบรวมแนวคิด หลักการ และสาระความรู้ที่ได้โดยเพิ่มเติมข้อความสำคัญที่ผู้เรียนไม่ได้กล่าวและแก้ไขข้อความที่ผู้เรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน

4. ขั้นพัฒนาทักษะ เฉพาะในรายวิชาที่มีการฝึกปฏิบัติ ให้นักเรียนจับคู่กันฝึกตามคู่มือปฏิบัติงาน อภิปรายในกลุ่มย่อยและนำเสนอต่อกลุ่มใหญ่ ตามลำดับ

5. ขั้นพัฒนาการนำไปใช้ เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ทำแบบฝึกหัด ฝึกทักษะ โดยผู้สอนมอบหมายงานเพื่อค้นคว้าเพิ่มเติม ให้ทำงานกลุ่มตามหัวข้อที่ชอบ

6. ขั้นประเมิน เป็นขั้นที่จัดให้มีการทดสอบย่อย โดยจัดให้มีการสะท้อนผลการทำงานกลุ่ม การประเมินผลจาก การสอบ ผลงาน ประเมินความก้าวหน้ารายบุคคลหรือกลุ่ม

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย เป็นการสอนแบบฝึกคิดขั้นสูงที่เน้นให้ผู้เรียนทำกิจกรรม และสะท้อนผล

2.2.6 การวัดผลและประเมินผลการการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2544) ได้กล่าวถึงการวัดความสามารถทางการคิดไว้ ดังนี้ การวัดความสามารถในการคิด มีเทคนิคการวัดที่สามารถเลือกใช้ได้หลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการวัดโดยใช้แบบสอบ (Test) การสังเกตพฤติกรรมโดยตรง (Direct observation) การสัมภาษณ์รายบุคคล (Individual interview) การบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล (Comprehensive personal record) ตลอดจนการตรวจผลงานจากแฟ้มสะสมงานหรือพัฒนางาน (Portfolio)

แบบสอบข้อเขียนเพื่อวัดความสามารถในการคิด เราสามารถสร้างขึ้นมาใช้เองหรือที่เรียกว่า แบบสอบที่ครูสร้างขึ้นมาใช้ (Teacher-made tests) ซึ่งสามารถนำไปปรับปรุงพัฒนาเป็นแบบ สอบมาตรฐานได้ ส่วนแบบสอบที่เลือกซื้อจากต่างประเทศ หน่วยงานหรือบริษัทผู้ผลิตซึ่งจะมีกลุ่มนักวัดผลผู้เชี่ยวชาญทำการสร้างและพัฒนาแบบสอบจนได้มาตรฐานเพื่อการจำหน่ายผู้สนใจหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบ สามารถติดต่อและสั่งซื้อได้

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เป็นมาตรฐานมีผู้เชี่ยวชาญได้สร้างขึ้นได้แก่

1. วัตสัน และเกรเซอร์ (Watson – Glaser,1980) Critical Thinking Appraisal เป็นลักษณะทั่วไปของแบบสอบถาม โดยแบบสอบนี้สร้างโดย วัตสัน (Watson) และเกรเซอร์ (Glaser) มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ฉบับปรับปรุงล่าสุดในปี ค.ศ. 1980 สำหรับนักเรียนระดับ ม.3 ถึงวัยผู้ใหญ่ แบบสอบมี 2 แบบซึ่ง คู่ขนานกันคือแบบ A และแบบ B แต่ละแบบประกอบด้วยแบบสอบย่อยมีข้อสอบรวม 80 ข้อใช้เวลา ในการสอบ 50 นาทีแต่ละแบบสอบย่อยวัดความสามารถในการคิดต่างๆกัน ดังนี้

1.1 ความสามารถในการสรุปอ้างอิง (Inference) เป็นการวัด ความสามารถในการตัดสินใจและจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่า ข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ ลักษณะของแบบสอบ

ย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้และมีข้อสรุปของสถานการณ์ 3-5 ข้อสรุป จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปเป็นเช่นไร โดยเลือกจากตัวเลือก 5 ตัวเลือกได้แก่ เป็นจริง (True) น่าจะเป็นจริง (Probably true) ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอ (Insufficient data) น่าจะเป็นเท็จ (Probably False) และเป็นเท็จ (False)

1.2 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็นลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ และมีข้อความตามมา สถานการณ์ละ 2-3 ข้อความ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินข้อความในแต่ละข้อว่าข้อใดเป็นหรือไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์ทั้งหมด

1.3 ความสามารถในการนิรนัย เป็นการวัดความสามารถในการหา ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากสถานการณ์ที่กำหนดมาให้โดยใช้หลักตรรกศาสตร์ลักษณะของแบบ สอบย่อยนี้จะมีการกำหนดสถานการณ์มาให้ 1 ย่อหน้า แล้วมีข้อสรุปตามมา สถานการณ์ละ 2-4 ข้อ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปในแต่ละข้อเป็นข้อสรุปที่เป็นไปได้หรือไม่ตามสถานการณ์นั้น

1.4 ความสามารถในการแปลความ เป็นการวัดความสามารถในการให้นำหน้าข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุป ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อสรุปสถานการณ์ละ 2-3 ข้อ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่า ข้อสรุปในแต่ละข้อว่าน่าเชื่อถือหรือไม่ภายใต้สถานการณ์อันนั้น

1.5 ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกการใช้เหตุผลว่าสิ่งใดเป็นความสมเหตุสมผล ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดชุดของคำถามเกี่ยวกับประเด็นปัญหาสำคัญมาให้ ซึ่งแต่ละคำถามมีชุดของคำตอบพร้อมกับเหตุผลกำกับ จากนั้นผู้พิจารณาตัดสินว่าคำตอบใดมีความสำคัญเกี่ยวข้องโดยตรงกับคำถามหรือไม่ และให้ เหตุผลประกอบ ต้องพิจารณาตัดสินว่าคำตอบใดมีความสำคัญเกี่ยวข้องโดยตรงกับคำถามหรือไม่และให้เหตุผลประกอบ

2. Cornell Critical Thinking Test, Level X and Z ลักษณะทั่วไปของแบบสอบ Cornell Critical Thinking Test พัฒนาโดย เอนนิสและมิลแมน (Ennis Millman, 1961) พัฒนาขึ้นมาโดยยึดทฤษฎีของ เอนนิส (Ennis, 1961) เป็นหลัก โดยทฤษฎีได้กำหนดว่าการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณมี องค์ประกอบ 3 ส่วน คือ

2.1 การนิยามปัญหา สิ่งที่เกี่ยวข้องและการทำให้กระจ่าง ซึ่ง ประกอบด้วยความสามารถต่างๆ ดังนี้

2.1.1 ระบุประเด็นปัญหาต่างๆ ที่สำคัญ ระบุข้อสรุป

2.1.2 ระบุเหตุผลที่ปรากฏและไม่ปรากฏ

2.1.3 ตั้งคำถามให้เหมาะในแต่ละสถานการณ์

2.1.4 ระบุข้อตกลงเบื้องต้น

2.2 การพิจารณาตัดสินข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยความสามารถต่างๆ ดังนี้

2.2.1 ตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต

2.2.2 ตัดสินความเกี่ยวข้องของข้อมูลกับปัญหา

2.2.3 ตระหนักในความคงเส้นคงวาของข้อมูล

2.3 การอ้างอิงเพื่อการแก้ปัญหาและการลงข้อสรุปอย่าง สมเหตุสมผล ซึ่งประกอบด้วยความสามารถต่างๆ ดังนี้

2.3.1 ตัดสินสรุปแบบอุปนัยและอ้างอิง

2.3.2 การนิรนัย

2.3.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นตามมา

คู่มือการใช้แบบสอบได้ระบุถึงผู้คิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น จะต้องมีความสามารถในการตัดสินได้ว่าสิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งมี 10 ลักษณะดังนี้

1. ข้อความที่ใช้สืบเนื่องมาจากข้อความที่กำหนดให้
2. สิ่งที่กำลังกล่าวถึงเป็นข้อตกลงเบื้องต้น
3. สิ่งที่กำลังกล่าวถึงได้มีความตรง
4. สิ่งที่กำลังกล่าวหาเชื่อถือได้
5. การสรุปอ้างอิงเบื้องต้นมีความถูกต้อง
6. สมมติฐานมีความสมเหตุสมผล
7. ทฤษฎีที่ใช้มีความเหมาะสม
8. ประเด็นโต้แย้งขึ้นกับประเด็นที่คลุมเครือ
9. ข้อความที่ใช้มีความเฉพาะและชัดเจน
10. การใช้เหตุผลได้ตรงประเด็น

3. แบบวัด Ross Test of Higher cognition Process แบบวัดการคิดวิจาร์ณญาณฉบับนี้ สร้างโดย จอห์น (John D. Ross, 1976) และ แคทเธอริน (Catherine M. Ross, 1976) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1976 จากนั้นมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องจนปีล่าสุด ค.ศ. 1979 แบบวัดฉบับนี้ใช้ วัดการคิดวิจาร์ณญาณของเด็ก ตั้งแต่ระดับ 4 ถึงระดับ 6 โดยวัดความสามารถของ เด็กในด้าน การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผล ซึ่งสร้างขึ้นตามจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของ บลูม (Bloom, 2015) ข้อสอบมีทั้งสิ้น 105 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย

3.1 การอุปมาอุปมัย (Analogies)

3.2 การอ้างเหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reason)

3.3 ข้ออ้างที่ผิด (Missing Premises)

3.4 ความสัมพันธ์แบบนามธรรม (Abstract Relation)

3.5 การจัดลำดับ (Sequential Synthesis)

3.6 ยุทธวิธีการตั้งคำถาม (Questioning Strategies)

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง (Analysis of relevant and irrelevant information)

การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้วิจัยในครั้งนี้ ได้สร้างจากแนวคิดของ เอนนิส มีองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ องค์ประกอบ 3 ส่วน คือ 1) การนิยามปัญหา สิ่งที่เกี่ยวข้อง และการทำให้กระจ่าง 2) การพิจารณาตัดสินข้อมูล 3) การอ้างอิงเพื่อการแก้ปัญหาและการลงข้อสรุป อย่างสมเหตุสมผล เป็นข้อสอบแบบกำหนดสถานการณ์เลือกตอบตามความเหมาะสมมากที่สุด 4 คำตอบ

2.3 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

มนตรี จุฬาวัฒนทล (2556) กล่าวว่า “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) เป็นแนวทางใหม่ในการจัดการศึกษาสายวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นการบูรณาการ การเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีโดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐาน จนถึงอุดมศึกษา อาชีวศึกษา และการศึกษาตลอดชีวิตเพื่อให้คนไทยมีความรู้และทักษะ สำหรับสร้างสรรค์สิ่งใหม่ สามารถประกอบวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและมีคุณภาพชีวิตที่ดีในยุคประชาคมอาเซียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) กระทรวงศึกษาธิการ (2557) ได้ให้ความหมายว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการศึกษาที่บูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะชีวิต เป็นการเตรียมพร้อมให้นักเรียน ในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ และทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งการนำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมในอนาคต

นัสนรินทร์ ปือชา (2558) การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์โดยผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียน นำความรู้ในภาคทฤษฎี มาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นสิ่งสำคัญที่เป็นความรู้ และทักษะพื้นฐานในการ ดำรงชีวิตเพื่อการประกอบอาชีพและพัฒนาประเทศในอนาคต

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการศึกษาระบบบูรณาการที่เกี่ยวข้องใน วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และการออกแบบเข้าด้วยกัน เป็นการนำ ผสมผสานวิธีการสอนเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และ พัฒนาสิ่งต่างๆ

2.3.2 ทฤษฎีแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

บรูเนอร์ (Bruner, 1995) เชื่อว่ามนุษย์เลือกจะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ และการเรียนรู้เกิด จากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (Discovery learning) อังโน (วารุณี หนองห้าง, 2553) ไว้ว่า กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ ได้แก่

1. ผู้สอนควรจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งเป็น กระบวนการเรียนรู้ที่ดี มีความหมายต่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี
2. ก่อนสอนผู้สอนต้องมีการวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับ การเรียนรู้ของผู้เรียน
3. ผู้สอนควรจัดความคิดรวบยอดเนื้อหาสาระ วิธีการสอนและกระบวนการเรียนรู้ให้ เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการสติปัญญาของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี
4. ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระให้มาก เพื่อช่วยส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์ของผู้เรียน
5. ผู้สอนสร้างแรงจูงใจภายในให้แก่ผู้เรียน
6. ผู้สอนควรสอนความคิดรวบยอดให้แก่ผู้เรียน

วคินส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา (2560) กล่าวถึง แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานการเรียนแบบ สะเต็มศึกษาว่ามีแนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานจาก 1) การเรียนที่เน้นเด็กหรือผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการ เรียน (Child-Centered, Student-Centered, Learning-Centered) 2) การสร้างองค์ความรู้หรือที่ เรียกว่า Constructivist การสร้างองค์ความรู้เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา 3) การ เรียนรู้ด้วยการลงมือกระทำ หรือการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น (Active Learning) 4) การคิด แก้ปัญหา (Problem Solving) และ 5) การเรียนแบบร่วมมือกัน (Coorporative Learning) ซึ่งมี รายละเอียดดังนี้

1. การเรียนที่เน้นเด็กหรือผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียน (Child-centered, Studentcentered, Learning-centered) กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมที่สุดเพื่อให้ผู้เรียนได้รับ ความรู้อย่างเต็มที่เพราะเกิดจากความต้องการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียนเองและก่อให้เกิดการ เรียนรู้ได้ตลอดชีวิต คือ การเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หรือเน้นเด็กเป็นศูนย์กลางการเรียน การเรียนแบบเน้นเด็กเป็นศูนย์กลางการเรียนเป็นเรื่องที่มีมานานแล้ว แต่ยังมีนิยมใช้เป็นแนวทางการสอน อยู่ความคิดในเรื่องการเน้นเด็กเป็นศูนย์กลางการเรียนเริ่มที่ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยศาสตราจารย์

จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ที่มีความเชื่อว่า นักเรียนเรียนรู้ได้ดีจากเนื้อหาที่เชื่อมโยงจากตัวเด็กเอง เด็กเรียนรู้จากประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมและประสบการณ์ใหม่ของนักเรียน ซึ่งการเรียนรู้นี้เป็นการเรียนรู้โดยตัวเด็กเองเป็นสำคัญ ซึ่งเราเรียกกันต่อมาว่า “การเรียนรู้ที่เน้นเด็กเป็นสำคัญ” ซึ่ง เวลเมอร์ (Welmer, 2012) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือ

1.1 การสอนที่เน้นนักเรียนด้วยการให้นักเรียนทำงานหนักและยุ่งในการเรียน ครูต้องทำงานมากขึ้น เพื่อให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการตั้งคำถาม เตรียมเนื้อหา ยกตัวอย่างให้ข้อมูล และแนะนำนักเรียนเพิ่มขึ้น ครูต้องทำงานมากกว่านักเรียนเพื่อให้ให้นักเรียนได้มีทักษะในการเรียนรู้และเพื่อพัฒนานักเรียน

1.2 การสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ด้วยทักษะในการเรียนการสอน ครูที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ โดยสอนให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาและประเมินผลจากสิ่งที่เกิดขึ้นด้วยการวิเคราะห์สร้างสมมติฐาน คิดและทำกิจกรรมที่ได้แย้งกับสมมติฐาน ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญและเป็นแนวทางในการเรียนรู้โดยครูเน้นให้นักเรียนเรียนรู้ให้มากที่สุด จากการวิจัยพบว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ได้เร็วขึ้นถ้าได้รับวิธีการสอนและเนื้อหาที่ชัดเจน

1.3 การสอนที่เน้นนักเรียนด้วยการสนับสนุนให้นักเรียนแสดงออกในสิ่งที่ได้เรียนรู้ และวิธีการในการเรียนรู้ครูที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ใช้การสนทนาพูดคุยเกี่ยวกับการเรียนรู้ ถามนักเรียนเรียนรู้อะไร ตั้งคำถามที่ท้าทายตามสมมติฐานของนักเรียน และสนับสนุนให้นักเรียนรู้จักรับผิดชอบ ตัดสินใจในสิ่งที่เขาเรียนรู้

1.4 การสอนที่เน้นนักเรียนด้วยการกระตุ้นนักเรียนโดยการควบคุมกระบวนการเรียนรู้ บางส่วนครูเป็นผู้ตัดสินใจเลือกสิ่งที่เด็กควรที่จะเรียนรู้และวิธีการเรียนรู้ภายใต้เงื่อนไขที่ครูสามารถตรวจสอบการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูเตรียมเนื้อหาตำราหลักสูตรไม่ได้ให้นักเรียนตัดสินใจทั้งหมด เพราะเป็นการลดแรงจูงใจของนักเรียน ครูอาจให้นักเรียนเลือกบางส่วนในการเรียน เช่น วิธีการเรียนรู้ หรือการประเมินผล

1.5 การสอนที่เน้นนักเรียนด้วยการส่งเสริมการทำงานร่วมกันอาจใช้ห้องเรียน (ออนไลน์) ในการจัดการเรียนรู้ ครูไม่ใช่เพียงสอนนักเรียนอย่างเดียว แต่ควรเรียนรู้จากนักเรียนด้วย ครูที่สอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญทำงานเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน และคำนึงถึงการเรียนรู้รายบุคคลเป็นเป้าหมายที่สำคัญที่สุดของการจัดประสบการณ์ในการเรียน

จากแนวคิดที่กล่าวมาสรุปได้ว่า นักเรียนจะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ การเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ เป็นการสร้างองค์ความรู้ด้วยการลงมือกระทำ แล้วเกิดการคิดแก้ปัญหา และร่วมมือกันในการทำงาน

2.3.3 องค์ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ฟิตซ์อัลเลน (Fitzallen, 2015) ได้ให้ความหมาย STEM Education ไว้ว่า มีคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน เพราะเป็นภาษาสำหรับวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี คณิตศาสตร์คือรากฐานที่สนับสนุนบริบท การศึกษา บูรณาการ STEM Education เนื่องจากในขณะที่การจัดกิจกรรมเน้นเนื้อหาแนวความคิด อื่นกับการเปลี่ยนเป็นโฟกัสที่วิชาคณิตศาสตร์โดยบังเอิญอย่างเป็นธรรมชาติ บริบทการเรียนรู้กิจกรรม STEM Education จึงจำเป็นต้องบูรณาการให้คณิตศาสตร์มากที่สุดของการจัดการเรียนรู้ประสบการณ์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) กระทรวงศึกษาธิการ (2556) ได้ให้ความหมายว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะชีวิต เป็นการเตรียมพร้อมให้นักเรียน ในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ และทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งการนำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมในอนาคต

นัสนิทร ปือชา (2558) การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์โดยผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียน นำความรู้ในภาคทฤษฎี มาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้น ส่งผลทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นสิ่งสำคัญที่เป็นความรู้ และทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิตเพื่อการประกอบอาชีพและพัฒนาประเทศในอนาคต

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการศึกษาแบบบูรณาการที่เกี่ยวข้องใน วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์และการออกแบบ โดยใช้ทักษะที่มีอยู่มาปรับในการแก้ปัญหา และสร้างสรรค์นวัตกรรมได้อย่างสร้างสรรค์ โดยผ่านประสบการณ์ในชีวิตจริง เพื่อพัฒนาสิ่งต่างๆได้ในชีวิต

2.3.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้มีลักษณะที่เด่นชัดอยู่ 3 ลักษณะ เดจาเมตต์ เวย์ และบริเนอร์ (Dejarnette, 2012; Wayne, 2012 Breiner et al., 2012) (รักษพล ธนานวงค์, 2556, พรทิพย์ ศิริภักตราชัย, 2556) คือ

1. การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ซึ่งหมายความว่า การจัดการเรียนรู้ จะเกิดขึ้นได้นั้นทั้งครูและนักเรียน ต้องมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและเป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นไปตามลำดับขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

2. การจัดการเรียนรู้มีจุดประสงค์ ให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมนี้เป็นพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน ได้แก่

2.1 ด้านความรู้ความคิด หรือด้านพุทธิพิสัย

2.2 ด้านทักษะกระบวนการ หรือด้านทักษะพิสัย

2.3 ด้านเจตคติหรือด้านจิตพิสัย

3. การจัดการเรียนรู้จะบรรลุจุดประสงค์ได้ดี ต้องอาศัยทั้งศาสตร์และศิลป์ของผู้สอนซึ่งหมายความว่าจัดการเรียนรู้จะบรรลุจุดประสงค์ได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับอาศัยความรู้ความสามารถของครูทั้งด้านวิชาการ (ศาสตร์) ทักษะและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ (ศิลป์) เป็นสำคัญ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้กล่าวถึงแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการไว้ว่า ความรู้ในศาสตร์ต่างๆ 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) Engineering (วิศวกรรม) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษามีความสำคัญต่อนักเรียนคือส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมที่ใช้ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม นักเรียนเข้าใจสาระและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่างๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อนักเรียน นักเรียนเห็นความสัมพันธ์และคุณค่าของสิ่งที่เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนเข้ากับชีวิตจริง

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษาไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการมีระดับของการบูรณาการออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1. การบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion Integration) 2. การบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel Integration) 3. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) 4. การบูรณาการแบบข้ามวิชาในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ครูควรศึกษาและทำความเข้าใจระดับของการบูรณาการทั้ง 4 ระดับ

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาประเทศไทย (2557) ได้นำเสนอองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทายวิเคราะห์เงื่อนไขหรือ ข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาเพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ข้อดีและข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบ ชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแล้วลงมือ สร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการโดยผล ที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงาน หรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) เสนอขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ มีขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือ ความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา และประเมินความเป็นไปได้ ทั้งข้อดีและข้อจำกัด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

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

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิด และขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

พลศักดิ์ แสงพรหมศรี (2558) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มไว้ ดังนี้

1. การระบุปัญหาหรือสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์ถึงประเด็นปัญหาหรือความต้องการรวมทั้งเงื่อนไขต่าง ๆ จากข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการแก้ไขปัญหา หรือสถานการณ์ตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยวิเคราะห์ว่าจะใช้ความรู้ในเรื่องใดบ้างในการแก้ไขปัญห และต้องสรุปองค์ความรู้ที่ตนเอง รวมทั้งต้องทำการทดลองเพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกสารเคมีและอุปกรณ์ ซึ่งพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนที่จะใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมบอกเหตุผลประกอบด้วยตัวของผู้เรียนเองทั้งหมด
3. การออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนช่วยกันระดมความคิด วางแผน วาดรูป และแสดงชิ้นงานที่ออกแบบไว้ ซึ่งการที่ผู้เรียนสามารถวาดรูปออกแบบชิ้นงานออกมาได้จะแสดงถึงได้ผ่านกระบวนการคิดเป็นลำดับขั้นมาก่อนแล้ว เพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงานและปฏิบัติจริง
4. การทดลอง ขั้นนี้ผู้เรียนต้องทำการทดลองตามที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบไว้และนักเรียนจะต้องบันทึกข้อมูลทุกอย่างที่ได้ เพื่อนำไปพิจารณาผลการทดลองต่อไป
5. การประเมินและปรับปรุงแก้ไข ผู้เรียนจะได้ประเมินผลการทดลองที่ได้ของแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบอกปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองและบอกวิธีในการปรับปรุงแก้ไข หากยังไม่สามารถแก้ปัญหาตามเงื่อนไข หรืออาจแก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไข และยังต้องการปรับปรุงให้ดีขึ้นพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบด้วย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้บูรณาการสะเต็มศึกษาจากแนวคิดของสะเต็มศึกษาประเทศไทย ในการจัดทำชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และการออกแบบเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญห การค้นคว้า และพัฒนาสิ่งต่างๆ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้บูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษาเข้ากับเนื้อหา รายวิชาวิทยาศาสตร์ และนำการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาบูรณาการเข้ากับขั้นตอนการสอนด้วย ซึ่งเหมาะกับการเรียนรู้ในสถานการณ์ปัจจุบัน โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาวิชา วิทยาศาสตร์ มี 6 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 นิยามปัญหา เป็นการทำความเข้าใจปัญหาวิเคราะห์เงื่อนไขและข้อจำกัดของสถานการณ์ นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา และนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับแนวทางความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัดของสิ่งต่างๆ

ขั้นที่ 3 พิจารณาตัดสินข้อมูล เป็นการประยุกต์นำข้อมูลและแนวคิดที่ได้เกี่ยวกับการออกแบบชิ้นงาน โดยคำนึงถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และทรัพยากร ตามข้อจำกัดและเงื่อนไขตามที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานลงมือสร้างชิ้นงาน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในการสร้างชิ้นงาน

ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผลและปรับปรุง เป็นการทดสอบชิ้นงาน และประเมินการใช้งานของชิ้นงานที่ได้ ชิ้นงานที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 การอ้างอิงเพื่อการแก้ปัญหาและการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล เป็นการรายงานผลการแก้ปัญหา นำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการสร้างชิ้นงาน สรุปผลอย่างลงเหตุผล เพื่อให้ผู้อื่นสามารถเข้าใจและพัฒนาต่อไป

2.3.5 ข้อดีจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

รักษพล ธนานวงศ์, พรทิพย์ ศิริภทราชัย (2556) ได้กล่าวถึงข้อดีของสะเต็มศึกษา ในการรวมศาสตร์ทั้ง 4 เข้าด้วยกัน (STEM integration) ไว้ว่า

1. ส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจในวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น (Deeper Learning)
2. ช่วยให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีความหมายมากยิ่งขึ้นผ่านการนำไปออกแบบและแก้ปัญหตามแนวทางของวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีในบริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
3. ส่งเสริมให้มีความเข้าใจและทักษะในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ดี
4. ผู้เรียนมีทักษะในการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้ข้ามศาสตร์ได้
5. ผู้เรียนเห็นความสำคัญของ “วิศวกรรมศาสตร์” มากยิ่งขึ้น

สะเต็มศึกษาประเทศไทย (2557) ได้กล่าวถึง ประโยชน์หรือข้อดีจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่มุ่งแก้ไขปัญหที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้าง เสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม นักเรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือโครงการสะเต็มศึกษาจะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ และทักษะด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในภาคการผลิต และการบริการที่สำคัญต่ออนาคตของประเทศ ซึ่งประโยชน์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา มีดังต่อไปนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ซึ่งครอบคลุมไปถึงการคิดแบบสร้างสรรค์การทำงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับผู้อื่น และการนำความคิดนั้นไปใช้อย่างสรรค์

2. การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา หมายความว่ารวมถึง การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดเชิงระบบ การคิดตัดสินใจและการคิดแก้ปัญหา

3. การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งเน้นการสื่อสารโดยใช้สื่อ รูปแบบต่างๆ ที่มีประสิทธิภาพ ชัดเจน และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ

4. ด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี

5. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมเป็นฐาน

6. ผู้เรียนเข้าใจ และสนใจการประกอบอาชีพด้านสะเต็มศึกษามากขึ้น

7. ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น

8. หน่วยงานภาครัฐ และเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครู

9. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงระหว่าง 8 กลุ่มสาระวิชา

10. สร้างกำลังคนด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจ

11. ทักษะชีวิตและการทำงาน ได้แก่

- ความยืดหยุ่น และความสามารถในการปรับตัว
- ความคิดริเริ่ม และการชี้นำตนเอง
- ทักษะทางสังคมและการเรียนรู้ข้ามวัฒนธรรม
- การเพิ่มผลผลิตและความรู้รับผิดชอบ
- ความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบ
- ทักษะความรู้ความเข้าใจใช้ดิจิทัล
- ทักษะการเป็นผู้นำผู้ตามที่ดี
- ทักษะการรู้จักตนและอยู่ร่วมกับผู้อื่น
- ทักษะการแก้ปัญหา
- ทักษะการทำงานเป็นทีม

สำนักวิชาการ (2559) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาว่า เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งทำให้นักเรียนมีทักษะกว้างไกลนักเรียนสามารถนำความรู้ และประสบการณ์ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวันและใช้อย่างเหมาะสม อีกทั้งทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ทั้งด้านปัญญา ด้านทักษะการคิด เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นกลุ่มและทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีข้อดีมากมายอย่างยิ่ง การเรียนรู้ระหว่าง ศาสตร์วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจในสิ่ง ต่าง ๆ ได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ช่วยในการคิดวิเคราะห์สิ่งต่าง ออกแบบสร้างสรรค์และนวัตกรรม แก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวัน และสามารถพัฒนาทักษะการทำงานในอนาคตได้

2.3.6 การวัดและประเมินผลการจัดเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

การวัดและประเมินผลในสภาพจริงผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้การ สะท้อนถึงความรู้ความคิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ซึ่งแนวทาง การวัดและประเมินผลมีดังนี้

เอ็ดเวิร์ด (Edward, 2013) ได้เสนอวิธีการวัดและประเมินผลสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

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

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

2. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียน ดังนี้

- 2.1 การระดมความคิด
- 2.2 การพัฒนาโมเดลต้นแบบ
- 2.3 การทำงานเป็นทีม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) มีหลักการวัดและ ประเมินผลดังนี้

1. การประเมินจากสภาพจริง (Authentic assessment) หมายถึง การประเมิน ความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนจากการแสดงออกการกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วย ตนเองในขณะที่ผู้เรียน แสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงานซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึง กระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงานและความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหา ความรู้การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลายๆ ด้าน โดยใช้วิธี ประเมินหลากหลายวิธี ในสถานการณ์ต่างๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

2. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance assessment) ความสามารถ ของผู้เรียน ประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่างๆจากสถานการณ์

ที่กำหนดให้ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริงและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติจริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิดโดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้ลักษณะสำคัญของ การประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงานผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนการประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์และความสนใจของผู้เรียน

วชิระ สรีคุ้ม (2559) ได้ให้ความหมายว่า การวัดและประเมินผลจากการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จึงควรประเมินในด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ (กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม) และด้านเทคโนโลยี รวมทั้งทักษะในด้านต่าง ๆ และทัศนคติและเจตคติต่อกลุ่มวิชาสะเต็มด้วยเช่นเดียวกัน ซึ่งสามารถสรุปและเสนอตัวอย่างแนวทางในการวัด และประเมินผลผู้เรียนได้ดังต่อไปนี้

วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในการวัดประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ครูผู้สอน สามารถเลือกใช้จากหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ซึ่งขึ้นอยู่กับแนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนว่าจะมีการสอดแทรกเนื้อหาวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ในส่วนของกิจกรรมหรือไม่ หรือเพียงแต่ให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้เดิมที่ได้เรียนมาแล้ว ดังนั้นแนวทางการประเมินผลสามารถแบ่งได้ 3 แนวทาง ดังต่อไปนี้

1. การประเมินผลผู้เรียนในด้านการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ (Applied Knowledge Evaluation)
2. การประเมินผลผู้เรียนในด้านการเรียนรู้ แนวความคิดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในกิจกรรม (Constructed Knowledge Evaluation)
3. การประเมินผลผู้เรียนในด้านการเรียนรู้แนวความคิดวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในกิจกรรม รวมทั้งการประยุกต์ใช้องค์ความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาแล้ว (Mixed Evaluation)

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในการวัดประเมินผลด้านวิศวกรรมศาสตร์นั้น ผู้สอนสามารถที่จะวัดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อสะท้อนความเข้าใจของผู้เรียนได้

สรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้การสะท้อนถึงความรู้ความคิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ซึ่งมีแนวทางการวัดและประเมินผล คือ การประเมินจากสภาพจริง การวัดและประเมินผลด้านความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.4 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.4.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้หรือชุดการเรียนมาจากคำว่า Instructional Package หรือ Learning Package หรือ Instruction Kits เดิมใช้คำว่า ชุดการสอน เพราะเป็นสื่อที่ครูนำมาประกอบการสอน แต่ต่อมาแนวคิดที่จะจัดการสอนโดยให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนมีอิทธิพลมากขึ้น จึงมีผู้นิยมเรียกชุดการเรียน บางคนเรียกรวมกันว่า ชุดการเรียนการสอน การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า “ชุดกิจกรรมการเรียนรู้” เพื่อที่จะได้ครอบคลุมถึงกิจกรรมของครูและนักเรียน

Marksab (2012, p.11) ได้ให้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ว่า คือ สื่อการเรียนที่จัดลำดับขั้นตอนของ เนื้อหาและกิจกรรมให้เป็นระบบรัดกุม กำหนดจุดประสงค์ของกิจกรรม กำหนดกิจกรรม เวลา และสื่อการสอนไว้อย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตัวเอง และบรรลุจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพภายในระยะเวลาอันสั้น

วิจัย วงษ์ใหญ่ (2545) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมไว้ว่า เป็นระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนหลายอย่างมาสัมพันธ์กันและมีคุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกัน สื่ออย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อสร้างความสนใจ สื่ออีกอย่างหนึ่งใช้เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหา และสื่ออีกอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อก่อให้เกิดการเสาะแสวงหาอันนำไปสู่ความเข้าใจอันลึกซึ้ง และป้องกันการเข้าใจความหมายผิด สื่อการสอนเหล่านี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สื่อประสม นำมาใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ภาณุวัฒน์ เปรมปรี (2556) ได้ให้ความหมายชุดกิจกรรมการเรียนรู้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้น เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม การเรียนรู้ประกอบด้วย ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้คำชี้แจง จุดประสงค์การเรียนรู้เวลาที่ใช้เนื้อหาวัสดุ อุปกรณ์กิจกรรม และแบบฝึกหัดท้ายกิจกรรม

จวีพร ธรรมชาวงศ์, วิชาญ เลิศลพ (2559) ได้ให้ความหมายชุดกิจกรรมว่า เป็นวิธีการสอนอย่างหนึ่ง ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะกระบวนการเรียนรู้ ชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมที่ประมวลเนื้อหา ประสบการณ์ แนวคิด วิธีการ กิจกรรมและสื่อต่าง ๆ ได้อย่างสอดคล้องกันจากหลักการและเหตุผลดังกล่าว

สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรม เป็นชุดการเรียนรู้อันสำเร็จรูปตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สาธารณวิทยาศาสตร์ เรื่อง กล้องจุลทรรศน์ และจรวดของฉันทน์ จัดเป็นชุดกิจกรรมสำเร็จรูป เป็นคู่มือสำหรับครูและนักเรียน เพื่อใช้ประกอบในการจัดการเรียนการสอน ให้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมให้บรรลุตามองค์ความรู้ และวัตถุประสงค์ มีคำชี้แจงเป็นส่วนที่อธิบายลักษณะของกิจกรรม ระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรม วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ ขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรม การบันทึกผลการทำกิจกรรม และการวัดประเมินผล

2.4.2 ทฤษฎีแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545) มีแนวคิดพื้นฐานที่นำมาใช้ในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดหลัก 5 หลักการดังนี้

แนวคิดที่ 1 ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล มีการนำหลักจิตวิทยามาระยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความถนัด ความต้องการและความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ ความแตกต่างระหว่างบุคคลมีหลายด้าน คือ สติปัญญา ความสามารถ ความสนใจ ความต้องการด้านร่างกาย อารมณ์ เป็นต้น เลือกรจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีที่เหมาะสมกับนักเรียนที่สุด

แนวคิดที่ 2 ความพยายามที่จะเปลี่ยนแปลงการสอนที่ยึดครูเป็นแหล่งเรียนรู้ มาเป็นการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนด้วยการใช้ความรู้จากสื่อการสอนในรูปแบบต่าง ๆ โดยจัดให้ตรงกับเนื้อหาและประสบการณ์ตามบทเรียน ครูจะถ่ายทอดความรู้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งส่วนใหญ่ นักเรียนจะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากสิ่งที่ครูได้เตรียมไว้ในรูปของชุดกิจกรรม

แนวคิดที่ 3 การใช้สื่อนวัตกรรมในรูปแบบของการจัดระบบการใช้สื่อการสอนมาใช้ในการสอน และใช้เป็นแหล่งการเรียนรู้ให้นักเรียน จึงผลิตสื่อการสอนแบบประสมให้เป็นชุดกิจกรรม

แนวคิดที่ 4 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน การนำกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนได้ประกอบกิจกรรมด้วยกันและมีทักษะการแสดงออก จึงนำมาสู่การผลิตสื่อออกมาในรูปแบบของชุดกิจกรรม

แนวคิดที่ 5 การจัดสภาพสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ โดยยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้มาใช้ โดยจัดสภาพแวดล้อมที่เป็นแบบเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมด้วยตนเอง ทราบผลการตัดสินใจหรือการปฏิบัติงานของตนเองว่าถูกหรือผิดอย่างไร มีการเสริมแรงให้กับนักเรียนและนักเรียนต้องได้เรียนรู้ไปทีละขั้นตอนความสามารถและความสนใจของตนเอง

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2545) มีแนวคิด ทฤษฎี และหลักการของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1) ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล นักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยาใช้ในการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความต้องการ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญบุคคลมีความแตกต่างกันหลายด้าน กล่าวคือ ความสามารถ สติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ร่างกาย อารมณ์ สังคม และความแตกต่างอื่น ๆ วิธีการที่เหมาะสมที่สุดคือ การจัดการสอนรายบุคคลหรือการศึกษาตามสภาพ การศึกษาแบบเสรี และการศึกษาดูด้วยตนเอง ล้วนเป็นวิธีสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามสติปัญญาความสามารถ และความสนใจโดยครูเป็นผู้คอยช่วยเหลือตามความเหมาะสม

2) ทฤษฎีการเรียนรู้ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้หมายถึงการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียน ดังนี้

1. เข้าร่วมกิจกรรมในการเรียนด้วยตนเอง

2. การทราบผลการเรียนทันที
 3. มีการเสริมแรงอันจะทำให้นักเรียนกระทำพฤติกรรมนั้นซ้ำ หรือหลีกเลี่ยงไม่กระทำ

4. ได้เรียนรู้ไปทีละขั้นตอนตามความสามารถและความสนใจ
 5. การนำเอาสื่อประสมมาใช้ หมายถึง การนำสื่อการสอนหลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กันอย่างมีคุณค่าที่ส่งเสริมซึ่งกันและกันอย่างมีระบบ สื่อการสอนอย่างหนึ่งอาจใช้สร้างความสนใจ ในขณะที่อีกอย่างหนึ่งใช้เพื่อการอธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหา และอีกชนิดหนึ่งอาจใช้เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง การใช้สื่อประสมช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์จากประสาทสัมผัสที่ผสมผสานกับให้นักเรียนได้ค้นพบวิธีการที่จะเรียนในสิ่งที่ต้องการได้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น

6. การเอากระบวนการกลุ่มมาใช้ เดิมนั้นความสัมพันธ์ระหว่างครู และนักเรียนในห้องเรียนมีลักษณะเป็นทางเดียวกล่าวคือ ครูเป็นผู้นำนักเรียนเป็นผู้ตามนักเรียนไม่มีโอกาสฝึกการทำงานเป็นกลุ่มที่จะฝึกการเคารพในความคิดเห็นของผู้อื่น เมื่อโตขึ้นจึงทำงานร่วมกันไม่ได้แนวโน้มในปัจจุบันและอนาคตจะต้องนำกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ ทฤษฎีกระบวนการกลุ่มจึงเป็นแนวคิดทางพฤติกรรมศาสตร์ซึ่งนำมาไว้ในรูปของชุดการสอน

7. การนำวิธีวิเคราะห์ระบบมาใช้ในการผลิตชุดการเรียนซึ่งแตกต่างไปจากการทำโครงการสอนในปัจจุบันตรงที่ว่า ชุดการสอนมีการจัดเนื้อหาวิชาให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและวัยของผู้เรียนรายละเอียดต่าง ๆ ได้นำไปทดลองปรับปรุงจนมีคุณภาพเชื่อถือได้แล้วจึงนำมาใช้

ปัญญาภรณ์ อินจรรย์ (2549) มีแนวคิดว่าหลักการเรียนรู้โดยการให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ทำให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ตรง นักเรียนจะได้รับความรู้ที่คงทนมากกว่าการรับฟังคำสอนจากการบรรยายของครูเพียงอย่างเดียว นอกจากครูจะต้องทราบถึงทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ แล้วครูควรให้การเสริมแรงที่ถูกต้องแก่นักเรียนด้วย

สรุปได้ว่า แนวคิดเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมสำเร็จรูปที่เตรียมไว้สำหรับครูและนักเรียนโดยสร้างเป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อใช้ประกอบการสอนเป็นการเรียนรู้แบบให้เรียนรู้ด้วยตัวเอง จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ที่คงทนถาวร

2.4.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ทิสนา แคมมณี (2542) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ชื่อกิจกรรมประกอบด้วยหมายเลขกิจกรรม ชื่อของกิจกรรมและเนื้อหาของกิจกรรม
 2. คำชี้แจงเป็นส่วนที่อธิบายเป้าหมายหลักของกิจกรรม ลักษณะของกิจกรรมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายนั้น

3. จุดมุ่งหมายเป็นส่วนที่ระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรม

4. ความคิดรวบยอดเป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาส่วนนี้ได้รับการย้ำและเน้นเป็นพิเศษ

5. สื่อ เป็นส่วนที่ระบุถึงวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินกิจกรรม เพื่อช่วยให้ครูผู้สอนทราบว่าจะต้องเตรียมอะไรบ้าง

6. เวลาที่ใช้เป็นส่วนที่ระบุเวลาที่กิจกรรมนั้นควรใช้เวลาเพียงใด

7. ขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุในการจัดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นการอำนวยความสะดวกให้แก่ครูในการดำเนินการ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

7.1 ขั้นนำ เป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน

7.2 ขั้นกิจกรรม เป็นส่วนช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้เกิดผู้เรียนเกิดประสบการณ์นำไปสู่การเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

7.3 ขั้นอภิปราย เป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนจะได้มีโอกาสนำประสบการณ์ที่ได้รับจากขั้นกิจกรรมมาวิเคราะห์เพื่อให้เกิดความเข้าใจและอภิปราย

7.4 ขั้นสรุป เป็นส่วนที่ครูและผู้เรียนประมวลความรู้ที่ได้จากขั้นกิจกรรมและขั้นอภิปรายนำมาสรุปหาสาระสำคัญที่จะสามารถนำไปใช้ต่อไป

7.5 ขั้นฝึกปฏิบัติ เป็นส่วนช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากการเรียนในกิจกรรมไปฝึกปฏิบัติเพิ่ม

7.6 ขั้นประมวลผล เป็นส่วนที่วัดความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน หลังจากฝึกปฏิบัติกิจกรรมครบถ้วนทุกขั้นตอนแล้วโดยให้ทำแบบฝึกหัดทบทวนท้ายกิจกรรม

กฤษยา แสงเดช (2545) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ คู่มือและแบบฝึกหัดปฏิบัติสำหรับครูและนักเรียนที่จะใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ บัตรคำสั่ง หรือบัตรมอบงาน เพื่อกำหนดแนวทางแก่นักเรียน เนื้อหา อยู่ในรูปของสื่อการสอนแบบประสม และกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งแบบกลุ่มและรายบุคคล ซึ่งกำหนดไว้ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้

สุนันท์ สินธพานนท์ (2551) องค์กรประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน คือ

1. คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นคำชี้แจงให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์ของการเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้และส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น ประกอบด้วย บัตรคำสั่ง บัตรปฏิบัติการ บัตรเนื้อหา บัตรฝึกหัด และบัตรเฉลย บัตรปฏิบัติการ และบัตรเฉลย บัตรทดสอบ และบัตรเฉลยบัตรทดสอบ

2. บัตรคำสั่งเป็นการชี้แจงรายละเอียดของการศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าต้องปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างไร

3. บัตรกิจกรรมหรือบัตรปฏิบัติการบางชุดกิจกรรมการเรียนรู้อาจออกแบบให้มีบัตรกิจกรรมหรือบัตรปฏิบัติการ ซึ่งเป็นบัตรที่บอกให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ

4. บัตรเนื้อหาเป็นบัตรที่บอกเนื้อหาให้ผู้เรียนศึกษาสิ่งที่ควรมีในบัตรเนื้อหา คือ หัวเรื่อง สูตร นิยาม และคำอธิบาย

5. บัตรแบบฝึกหัดหรือบัตรงานเป็นแบบฝึกหัดที่ให้ผู้เรียนทำหลังจากได้ทำทุกกิจกรรมและศึกษาเนื้อหาจนเข้าใจแล้ว

6. บัตรเฉลยบัตรแบบฝึกหัดเมื่อผู้เรียนทำบัตรแบบฝึกหัดเสร็จแล้วสามารถตรวจสอบความถูกต้องจากบัตรเฉลยแบบฝึกหัด

7. บัตรทดสอบ เมื่อผู้เรียนได้ทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ในหัวข้อที่เรียนนั้น ๆ ต่อจากนั้นจึงให้ผู้เรียนทำบัตรทดสอบ

8. บัตรเฉลยบัตรทดสอบ เป็นบัตรที่มีคำเฉลยของบัตรทดสอบที่ผู้เรียนได้ทำไปแล้วเป็นการตรวจสอบ หรือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในการศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วยคู่มือครู และคู่มือนักเรียนซึ่งจะมีชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ คำชี้แจงเป็นส่วนที่อธิบายลักษณะของกิจกรรม ระบุจุดมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรม วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ ขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรม ใบกิจกรรม ข้อสอบ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2.4.4 ประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2545) ได้สรุปคุณค่าและประโยชน์ของชุดการสอนที่มีต่อการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

1. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้
2. จัดปัญหาการขาดแคลนครู ช่วยลดภาระของครูผู้สอน
3. ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกัน
4. ช่วยให้ครูสามารถดำเนินการสอนได้ตรงตามวัตถุประสงค์ด้วยความมั่นใจ
5. ช่วยให้กิจกรรมการเรียนมีประสิทธิภาพ
6. ช่วยให้ครูวัดผลเด็กได้ตามวัตถุประสงค์
7. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ความสามารถของตนเองได้อย่างเต็มที่
8. ช่วยสร้างเสริมการเรียนอย่างต่อเนื่อง
9. ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักเคารพนับถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น

บำรุงศักดิ์ บุระสิทธิ์ (2548) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนของครูผู้สอน และลดบทบาทครูลง
2. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนของผู้เรียน เนื่องจากสื่อผสมที่จัดไว้ช่วยรักษาระดับความสนใจของผู้เรียนได้ตลอดเวลา
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง ทำให้มีทักษะการแสวงหาความรู้ฝึกความรับผิดชอบและตัดสินใจ
4. เป็นการคำนึงถึงหลักจิตวิทยาและหลักความรู้ที่ทันสมัย

5. ช่วยลดปัญหาการขาดแคลนครู

6. ส่งเสริมการศึกษานอกระบบ เนื่องจากสามารถนำไปใช้ได้ตลอดเวลา

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2551) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถในการศึกษาความรู้ในการเรียนการสอนด้วยตนเอง เป็นการฝึกทักษะในการแสวงหาความรู้ ทักษะการอ่านและสรุปความรู้อย่างเป็นระบบ
2. การทำแบบฝึกหัด แบบทักษะการเรียนรู้และแบบทักษะการคิดท้ายชุดกิจกรรม ซึ่งให้ผู้เรียนฝึกการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษา
3. ผู้เรียนมีวินัยในตนเอง เนื่องจากผู้เรียนต้องทำตามคำสั่งในขั้นตอนต่าง ๆ ในชุดกิจกรรมการตรวจแบบฝึกหัด หรือใบงานด้วยตัวเองนั้นทำให้ผู้เรียนฝึกทำตามกติกา
4. ทำให้ผู้เรียนรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น รับฟังความคิดเห็นของกันและกัน ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการอยู่ร่วมกันในสังคมประชาธิปไตย
5. การใช้ชุดกิจกรรม สามารถศึกษานอกเวลาเรียนได้ขึ้นอยู่กับกรอบแบบของผู้สอนที่เอื้อต่อการศึกษาดด้วยตนเอง

สรุปได้ว่า ประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมสำเร็จรูปสำหรับการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถในการศึกษาความรู้ในการเรียนการสอนด้วยตนเอง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดหรือชิ้นงาน มีวินัยในตนเอง รู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และศึกษาเรียนรู้นอกเวลาเรียนได้

2.4.5 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2545) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างชุดการสอนไว้ 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาสาระของเนื้อหาวิชา ว่าสิ่งที่จะนำมาสร้างชุดกิจกรรมนั้นต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง และต้องศึกษาวิเคราะห์แบ่งหน่วยการเรียนรู้
2. ต้องพิจารณาตัดสินใจว่าจะสร้างชุดกิจกรรมแบบใด โดยคำนึงถึงข้อกำหนดผู้เรียนจัดกิจกรรมเพื่อเป็นเกณฑ์ในการกำหนดการเรียนรู้
3. กำหนดหน่วยการเรียนการสอน โดยกำหนดเนื้อหาที่จะถ่ายทอดให้กับนักเรียน
4. กำหนดความคิดรวบยอดที่ต้องสอดคล้องกับเรื่อง โดยสรุปแนวคิด สาระและหลักเกณฑ์ที่สำคัญ
5. จุดประสงค์การเรียนรู้จะต้องสอดคล้องความคิดรวบยอด
6. การวิเคราะห์งาน เป็นการนำจุดประสงค์แต่ละข้อมาทำการวิเคราะห์เพื่อหากิจกรรมการสอน จากนั้นจึงลำดับกิจกรรมการเรียนที่เหมาะสม
7. เรียงลำดับกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดความกลมกลืนของการเรียนการสอน

8. สื่อการเรียน เป็นวัสดุอุปกรณ์และกิจกรรมการเรียนที่ครูและนักเรียนต้องกระทำ เพื่อเป็นแนวทางการเรียนรู้ ซึ่งครูต้องจัดทำให้เรียบร้อย

9. การประเมินผล เป็นการตรวจสอบหลังการเรียนแล้ว ว่าผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่

10. การทดลองใช้ชุดการสอนเพื่อหาประสิทธิภาพ การหาประสิทธิภาพชุดการสอนเพื่อนำไปปรับปรุงให้เหมาะสม ก่อนนำไปใช้จริง

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2551) ให้ความหมายขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ว่า การที่ผู้สอนสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนนั้น ครูควรดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เลือกหัวข้อ (Topic) กำหนดขอบเขตและประเด็นสำคัญของเนื้อหาผู้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเลือกหัวข้อและประเด็นสำคัญ ได้จากการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานในระดับชั้นที่สอน ว่าหัวข้อใดที่เหมาะสมที่ควรนำไปสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสามารถศึกษาความรู้ได้ด้วยตนเอง

2. กำหนดเนื้อหาที่จะทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

3. เขียนจุดประสงค์ในการจัดกิจกรรมการสอน การเขียนจุดประสงค์ ควรเขียนเป็นลักษณะเฉพาะหรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อให้ผู้สอนและผู้เรียนทราบจุดประสงค์ว่าเมื่อศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้จบแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถอย่างไร

4. สร้างแบบทดสอบ การสร้างแบบทดสอบมี 3 แบบ คือ

4.1 แบบทดสอบวัดพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนเพื่อดูว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานก่อนที่จะเรียนเพียงพอหรือไม่ (เมื่อทดสอบแล้วถ้าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอผู้สอนควรแนะนำให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ โดยวิธีใด เป็นต้น หรือผู้สอนอาจอธิบายความรู้เพิ่มเติมแก่ผู้เรียนในเรื่องนั้น)

4.2 แบบทดสอบย่อยวัดความรู้ผู้เรียนหลังจากผู้เรียนเรียนจบแต่ละเนื้อหาย่อย

4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนใช้ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังจากการศึกษาชุดการเรียนการสอนจบแล้ว

5. จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย

5.1 บัตรคำสั่ง

5.2 บัตรปฏิบัติการและบัตรเฉลย (ถ้ามี)

5.3 บัตรเนื้อหา

5.4 บัตรฝึกหัด และบัตรเฉลยบัตรฝึกหัด

5.5 บัตรทดสอบ และบัตรเฉลยบัตรทดสอบ

6. วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนเตรียมออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยมีหลักการสำคัญ คือ

6.1 ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการทำกิจกรรมด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะและควบคุมการเรียนการสอน

6.2 เลือกกิจกรรมหลากหลายที่เหมาะสมกับชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

6.3 ฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยการคิดอย่างหลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

6.4 มีกิจกรรมที่ฝึกให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น

7. การรวบรวมและจัดทำสื่อการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียน สื่อการเรียนการสอนบางชนิดมีผู้จัดทำไว้แล้ว ผู้สอนอาจนำมา ปรับปรุงดัดแปลงใหม่ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ และจุดประสงค์ที่จะสอนครูผู้สอนต้องสร้างสื่อ การเรียนการสอนใหม่ ซึ่งต้องใช้เวลามาก

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2551) ได้สรุปขั้นตอนของการผลิตชุดกิจกรรมตามขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดเรื่องเพื่อทำชุดกิจกรรม ซึ่งอาจกำหนดตามเรื่องในหลักสูตรหรือกำหนดขึ้นใหม่

2. กำหนดเนื้อหาและประสบการณ์ ซึ่งอาจกำหนดเป็นวิชาหรือบูรณาการแบบสหวิทยาการตามความเหมาะสม

3. จัดหน่วยการสอนในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบ่งเป็นกี่หน่วย ใช้เวลาควรพิจารณาให้เหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน

4. กำหนดหัวเรื่อง ซึ่งแบ่งหน่วยสอนเป็นข้อย่อย ๆ เพื่อสะดวกต่อการเรียนรู้

5. กำหนดความคิดรวบยอดหรือหลักการต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าจะให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด หลักการแนวคิดอะไร หากไม่กำหนดให้ชัดเจนจะทำให้กิจกรรมเนื้อหาสาระ สื่อ และส่วนอื่น ๆ จะไม่ชัดเจนไปด้วย

6. มีการกำหนดจุดประสงค์การสอน หมายถึง จุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมรวมทั้งการกำหนดเกณฑ์การตัดสินผลไว้ให้ชัดเจน

7. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งต้องให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกสื่อและผลิตสื่อการสอน

8. กำหนดแบบประเมินผล ต้องออกแบบประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้การสอบแบบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ครูทราบว่าหลังจากจบกิจกรรมแล้ว ผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้มากน้อยเพียงใด

9. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุและวิธีการที่ครูใช้ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น ควรมีการจัดสื่อการสอนให้เป็นหมวดหมู่ ก่อนนำไปหาประสิทธิภาพเพื่อหาความตรง ความเที่ยงก่อนนำไปใช้

10. สร้างแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนพร้อมทั้งเฉลย ควรสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุม เนื้อหาและกิจกรรมโดยพิจารณาจากจุดประสงค์การเรียนรู้

11. หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เมื่อสร้างชุดกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้วต้องนำไปทดสอบโดยวิธีการต่าง ๆ ก่อนนำไปใช้จริง

สรุปได้ว่า ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย การกำหนดเรื่องเพื่อทำชุดกิจกรรม การกำหนดเนื้อหาและประสบการณ์ การจัดหน่วยการสอนในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การกำหนดจุดประสงค์การสอน การกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ การกำหนดแบบประเมินผล การเลือกและผลิตสื่อการสอน การสร้างคู่มือครู และคู่มือนักเรียน ซึ่งจะมีชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ คำชี้แจงเป็นส่วนที่อธิบายลักษณะของกิจกรรม จุดมุ่งหมายที่สำคัญของกิจกรรม วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ ทำกิจกรรม ขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรม ใบกิจกรรม นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำเพื่อทำฉบับสมบูรณ์ นำมาใช้จัดการเรียนรู้และหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม

2.5 ประสิทธิภาพ

2.5.1 ความหมายของประสิทธิภาพ

ปีเตอร์ ดรักเกอร์ (Peter Drucker, 1967) กล่าวว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการใช้ทรัพยากรในกระบวนการเปลี่ยนแปลงเพื่อบรรลุจุดหมายขององค์กรได้ดี

ประเวศ นมหารัตน์กุล (2542) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง การใช้คนน้อยกว่างาน แต่สามารถทำงานให้สำเร็จ ไม่ว่าจะเป็นการบรรลุความสำเร็จในรูปแบบของภารกิจ นโยบายเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ก็แล้วแต่ผลงานที่สำเร็จได้ใช้คนและทุนพอดีกับงานและยังผลงานที่สำเร็จได้ใช้คนและทุนต่ำมากเท่าใดยิ่งถือว่าเกิดประสิทธิภาพได้มากเท่านั้น

ราชบัณฑิตยสถาน (2546) ได้ให้ความหมายของคำว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถที่ทำให้เกิดผลในการทำงาน

ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มเป็นผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผ่านการทดลองแล้วนำไปใช้สอนทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.5.2 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2551) ได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพสื่อการเรียนการสอนไว้ว่า เป็นการประเมินสื่อการเรียนการสอนว่าเป็นการพิจารณาหาประสิทธิภาพ และคุณภาพของสื่อการเรียนการสอน

เผชิญ กิจกรรม (2551) ได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนไว้ว่า ความสามารถของบทเรียนในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวัง ประสิทธิภาพที่วัดออกมาจะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัด หรือกระบวนการกับเปอร์เซ็นต์การทำแบบทดสอบเมื่อจบบทเรียน

ชัยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ได้ให้ความหมายเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ว่า ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจโดยกำหนดให้ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด คือ E_1/E_2 สติภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง การวัดผลสัมฤทธิ์จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้หลังการเรียนรู้ เพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่คาดหวังไว้

2.5.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2546) ได้กำหนดเกณฑ์ประกันประสิทธิภาพไว้ว่า เป็นระดับประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตพอใจว่า ถ้าหากนวัตกรรมมีประสิทธิภาพถึงระดับที่กำหนดแล้วก็มีคุณค่านำไปใช้ได้ และมีคุณค่าแก่การลงทุนผลิตออกมา กำหนดเกณฑ์ ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรม (ผลลัพธ์)

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (transitional behavior หรือ E_1) คือ ประเมินผลต่อเนื่องประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยๆ พฤติกรรมนี้เรียกว่า “กระบวนการ” (process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม และรายบุคคล ซึ่งได้แก่ งานที่ได้รับมอบหมายและกิจกรรมอื่นที่ผู้สอนได้กำหนดไว้

2. การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (terminal behavior หรือ E_2) คือ ประเมินผลลัพธ์ของผู้เรียน (products) โดยพิจารณาจากการทดสอบหลังเรียน

การกำหนดค่าการหาประสิทธิภาพเป็น E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งการที่กำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 มีค่าเท่าใดนั้น ผู้ที่สอนเป็นผู้พิจารณา โดยเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ มักจะตั้งค่าไว้เป็น 80/80 , 85/85 และ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น ซึ่งเมื่อผลิตนวัตกรรมเสร็จแล้ว จะต้องนำนวัตกรรมไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอน ดังนี้

1. 1:1 (หรือแบบเดี่ยว) คือการทดลองกับผู้เรียน 1 คน โดยใช้เด็กก่อน ปาน

กลาง และเก่ง โดยทดลองกับเด็กก่อนก่อน ทำการปรับปรุงแล้วนำไปทดลองกับเด็กปานกลางแล้วจึงนำไปทดลองกับเด็กเก่ง

2. 1:10 (หรือแบบกลุ่ม) คือทดลองกับผู้เรียน 6 – 10 คน คณะผู้เรียนทั้งเก่ง และอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุง ซึ่งในแต่ละครั้งคะแนนจะเพิ่มขึ้นเกือบเท่าเกณฑ์ หรือห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือค่า E_1/ E_2 ประมาณ 70/70

3. 1:100 (หรือภาคสนาม) คือทดลองกับผู้เรียน 40 –100 คน คณะผู้เรียนทั้งเก่ง และอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุง ซึ่งในครั้งนี้นี้ผลที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เมื่อทดสอบนวัตกรรมแล้วให้เทียบกับค่า เพื่อดูว่าเรายอมรับประสิทธิภาพหรือไม่ ซึ่งการยอมรับประสิทธิภาพของนวัตกรรมมี 3 ระดับ

3.1 สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อนวัตกรรมของประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าไม่เกิน 2.5%

3.2 เท่ากับเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของนวัตกรรมเท่ากับหรือสูงกว่าที่ตั้งไว้มีค่าไม่เกิน 2.5%

3.3 ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ เมื่อประสิทธิภาพของนวัตกรรมต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าไม่เกิน 2.5%

เผชิญ กิจกรรม (2551) ได้กำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพไว้ว่า กระทำได้โดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพ ดังนี้

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

E_1 คือ การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (transition behavior) หมายถึง การประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบกิจกรรมกลุ่มและรายงานบุคคลหลายๆพฤติกรรม เรียกว่า กระบวนการของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม (รายงานของกลุ่ม) ได้แก่ งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

E_2 คือ การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (terminal behavior) หมายถึง การประเมินผลลัพธ์ (product) ของผู้เรียนโดยพิจารณาการสอบหลังเรียนและการสอบ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ได้ให้ความหมายในการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อไว้ว่า การที่จะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อการสอนนั้นเป็นขีดกำหนดที่ยอมรับว่า สิ่งใด หรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพ และปริมาณที่จะรับได้ การตั้งเกณฑ์ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียว เพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่มตั้งไว้ 70/70 ส่วนแบบ

สนามตั้งไว้ 80/80 ถือว่าเป็นการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีค่าหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับ เกณฑ์ขึ้นไปอีกขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบ ประสิทธิภาพ ใช้หลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด

สรุปได้ว่า การวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพไว้ที่ 70/70 หมายถึง ผล การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผ่านการทดลองแล้วนำไปใช้สอนทำให้นักเรียนเกิดการ เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ ดังนี้

70 ตัวแรก ประสิทธิภาพของกระบวนการ หมายถึง คะแนนรวมเฉลี่ยของนักเรียนจาก การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ประเมินจากใบกิจกรรมระหว่างเรียน และการทดสอบ ย่อยท้ายชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

70 ตัวหลัง ประสิทธิภาพของผลผลิต หมายถึง คะแนนการทำแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน หรือเมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

2.5.4 วิธีประเมินประสิทธิภาพ

เลิศ อานันทนนะ (2537) ได้กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับการทดสอบประสิทธิภาพของชุด การสอนไว้ว่า เป็นคำที่มาจากภาษาอังกฤษ Developmental Testing (การตรวจสอบพัฒนาการ เพื่อให้งานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ) หมายถึง การนำชุดการสอนไปทดลองใช้ (Try out) เพื่อ ปรับปรุงแล้วจึงนำไปสอนจริง (Trail run) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เสร็จแล้วจึงผลิตออกมาเป็นชุด การสอนที่มีประสิทธิภาพ

การทดลองใช้ หมายถึง การนำชุดการสอนที่ผลิตเป็นต้นแบบไปทดลองใช้ตาม ชั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของชุดการสอนให้เท่ากับเกณฑ์ที่ กำหนดไว้

การทดลองสอนจริง หมายถึง การนำชุดการสอนที่ทำการทดลองใช้และปรับปรุง แล้วของทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียน หรือในสถานการณ์เรียนที่แท้จริง ความจำเป็นที่ต้องการทดสอบประสิทธิภาพในระบบการผลิตทุกประเภทจะต้องมีการตรวจสอบ เสียก่อน เพื่อเป็นการประกันว่าจะมีประสิทธิภาพจริงตามที่มุ่งหวังไว้ การทดสอบประสิทธิภาพของ ชุดการสอนมีความจำเป็นสำหรับผู้ผลิต ผู้ใช้ ซึ่งแยกอธิบายได้ดังนี้

สำหรับหน่วยงานผลิตชุดการสอน เป็นการประกันคุณภาพของชุดการสอนว่าอยู่ในขั้นที่ พอเหมาะที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมากหรือไม่ หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพ เสียก่อนถ้าผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ดี ก็จำเป็นต้องทำใหม่ เป็นการสิ้นเปลืองเวลา แรงงาน และ เงินทุน

สำหรับผู้ที่ใช้ชุดการสอน ก่อนนำชุดการสอนไปใช้ ครูควรมั่นใจว่าชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้ชุดการสอนที่ค่าทางการสอนจริงตามที่เกณฑ์กำหนดไว้

สำหรับผู้ผลิตชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่าเนื้อหาที่บรรจุลงในชุดการสอนเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงงาน แรงสมอง เวลา และเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

รัตน์ะ บัวสนธ์ (2562) ได้กล่าวถึงการประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมไว้ว่า การประเมินส่วนนี้เป็นการพิจารณาว่า เมื่อนำนวัตกรรมการศึกษาภายหลังจากผ่านการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีลักษณะภูมิหลังคล้ายคลึงใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมายแล้วผลจะเป็นประการใดโดยที่การประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมมีลำดับขั้นตอนการประเมิน ดังนี้

1. การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) หมายถึง การนำนวัตกรรมไปทดลองใช้ กับบุคคลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยที่บุคคลดังกล่าวนี้จะคัดเลือกมาจากผู้ที่มีคุณลักษณะตัวแทนกลุ่มเป้าหมาย 3 คน ได้แก่ ผู้ที่คุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง การทดลองใช้นวัตกรรมที่เรียกว่าการประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่งมีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อตรวจสอบว่า นวัตกรรมนั้นมีความเกี่ยวข้องกับสร้างแรงจูงใจให้กับบุคคลที่มีลักษณะเป็นตัวแทนของกลุ่มเป้าหมายเพียงไร คำสั่ง คำชี้แจงและรายละเอียดที่มีอยู่ในนวัตกรรมนั้นบุคคลเหล่านี้มีความรู้และความเข้าใจหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงนวัตกรรมให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริงกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป การประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งนั้นจึงมุ่งไปที่การค้นหาข้อจากที่ได้จากคำแนะนำ บอกเล่าของบุคคลที่มีคุณลักษณะเป็นตัวแทนของคุณลักษณะกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เป็นสำคัญเพื่อที่จะนำคำแนะนำที่ได้นี้มาปรับปรุงนวัตกรรมตามที่กล่าวนั้นเอง

2. การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก หมายถึง นำนวัตกรรมที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายกับกลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมากขึ้น เช่น อาจจะใช้การประเมินแบบหนึ่งต่อสาม (1:3) หรือแบบหนึ่งต่อสี่ (1:4) ก็ได้ ซึ่งก็หมายถึงต้องใช้กลุ่มบุคคลจำนวน 9 คน แบ่งเป็นมีคุณลักษณะสูงกว่าปานกลาง 3 คน ปานกลาง 3 คน ต่ำกว่าปานกลาง 3 คน ในกรณีการประเมินแบบหนึ่งต่อสาม แต่ถ้าเป็นการประเมินแบบหนึ่งต่อสี่ก็ต้องใช้จำนวนกลุ่มบุคคลทั้งสิ้น 12 คน การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็กนี้จะมีการวิเคราะห์หาค่าบ่งบอกดัชนีหรือเกณฑ์ประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่เรียกว่าค่า E_1/E_2 โดยที่เกณฑ์ประสิทธิภาพของนวัตกรรม การศึกษาเท่าที่นิยมใช้จะมีสามเกณฑ์ได้แก่ 75/75 หรือ 80/80 และ 90/90 การจะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพนวัตกรรมการศึกษาเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งจากสามเกณฑ์นี้ มีหลักพิจารณาว่าด้านนวัตกรรมการศึกษาเน้น ๆ มุ่งแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของ

ผู้เรียนที่มีลักษณะซับซ้อน หรือมีเนื้อหาสาระค่อนข้างยากก็จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 แต่ถ้าเนื้อหาสาระไม่ยากมากนัก มุ่งแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะปานกลาง จะนิยมใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 มากที่สุด ในทำนองเดียวกันถ้าเป็นนวัตกรรมที่มีเนื้อหาสาระมุ่งปฏิบัติหรือมุ่งพัฒนาจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะการปฏิบัติหรือมุ่งพัฒนาจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะการปฏิบัติ (Psychomotor Domain) จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 90/90 นอกจากนี้จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพตามหลักการที่กล่าวแล้วสิ่งที่นำมาพิจารณาประกอบในการเลือกใช้เกณฑ์ ค. พื้นฐานความรู้เดิมหรือความสามารถทางการเรียนรู้ของกลุ่มผู้ได้รับการทดลองใช้และกลุ่มเป้าหมายด้วยเช่นกัน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ การประเมินหาประสิทธิภาพเป็นการประเมินแบบกลุ่ม โดยหลักการพิจารณาจะดูว่าจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะการปฏิบัติตามกระบวนการสะเต็มศึกษา การพัฒนาตามจุดประสงค์การเรียนรู้ การพัฒนาความสามารถของนักเรียน และวัดจากพื้นฐานความรู้เดิม โดยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 70/70

2.5.5 การตีความหมายผลการคำนวณ

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 ทำได้ 2 วิธี คือ

1) วิธีคำนวณโดยใช้สูตร

1) วิธีคำนวณโดยใช้สูตร

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_2 = \frac{\sum X}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนของผู้เรียนที่ได้จากการวัดระหว่างเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบวัด

N คือ จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

พหุบัน ปณ ทิโต ชิว

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน
 B คือ คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน
 N คือ จำนวนผู้เรียน

2) วิธีคำนวณธรรมดา

การหาค่า E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของนวัตกรรมนั้นกระทำได้โดยการนำคะแนนระหว่างเรียน (งานทุกชิ้น) ของผู้เรียนแต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยร้อยละ

การหาค่า E_2 คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์กระทำได้โดยการนำคะแนนสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมดรวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ย และหาค่าร้อยละ

การหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
 R คือ คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ
 $\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การกำหนดคะแนนของผู้เชี่ยวชาญอาจจะเป็น +1 หรือ 0 หรือ -1

+1 = แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดจุดประสงค์ตามที่ระบุไว้จริง

0 = ไม่แน่ว่าข้อสอบข้อนั้นวัดจุดประสงค์ที่ระบุไว้

-1 = แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่ได้วัดจุดประสงค์ที่ระบุไว้

ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

2.6 ความพึงพอใจ

2.6.1 ความหมายของความพึงพอใจ

อุทัยพรรณ สุดใจ (2545) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติของ บุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยอาจเป็นไปในเชิงประเมินค่าว่าความรู้สึก หรือทัศนคติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด นั้น เป็นไปในทางบวกหรือทางลบ

วิมลสิทธิ์ หรยางกูร (2549) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นการให้ค่าความรู้สึกของคนที่สัมผัสกับโลกทัศน์เกี่ยวกับการจัดการสภาพแวดล้อมค่าความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อการจัดการจัดการสภาพแวดล้อมจะแตกต่างกัน เช่น ความรู้สึกดี เลว พอใจ ไม่พอใจ สนใจ ไม่สนใจ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2556) ได้กล่าวถึงความหมายของความพึงพอใจ หมายถึง รักและชอบใจ เหมาะ

เฮอ์เบิร์ก (Herzberg F. et al., 1990) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า เป็นความพึงพอใจในการทำงาน ประกอบด้วย 2 แนวคิด คือ แนวคิดที่มีขอบเขตจากความพึงพอใจ (Satisfaction) และไม่พึงพอใจ (No Satisfaction)

ผู้วิจัยได้สรุปความหมายความพึงพอใจตามแนวคิดของของเฮอ์เบิร์ก (Herzberg F. et al., 1990) ว่าเป็นความพอใจเกิดจากแรงจูงใจในการทำสิ่งนั้น ๆ เป็นผลที่เกิดจากการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งแล้วเกิดผลทางจิตใจ เป็นความพึงพอใจหลังจากได้กระทำสิ่งนั้นไปแล้ว

2.6.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

คอตเลอร์ และอาร์มสตรอง (Kotler & Armstrong, 2002) ได้กล่าวว่า พฤติกรรมของมนุษย์เกิดขึ้นต้องมีสิ่งจูงใจ (Motive) หรือแรงขับเคลื่อน (Drive) เป็นความต้องการที่กดดัน จนมากพอที่จะจูงใจให้บุคคลเกิดพฤติกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการของตนเอง ซึ่งความต้องการของแต่ละคนไม่เหมือนกัน ความต้องการบางอย่างเป็นความต้องการทางชีววิทยา (Biological) เกิดขึ้นจากสภาวะตึงเครียด เช่น ความหิวกระหายหรือความลำบากบางอย่าง เป็นความต้องการทางจิตวิทยา (Psychological) เกิดจากความต้องการการยอมรับ (Recognition) การยกย่อง (Esteem) หรือการเป็นเจ้าของทรัพย์สิน (Belonging) ความต้องการส่วนใหญ่อาจไม่มากพอที่จะจูงใจให้บุคคลกระทำในช่วงเวลานั้น ความต้องการกลายเป็นสิ่งจูงใจ เมื่อได้รับการกระตุ้นอย่างเพียงพอจนเกิดความตึงเครียด โดยทฤษฎีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด มี 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีของอับราฮัม มาสโลว์ (A.H.Maslow), 1943) และทฤษฎีของซิกมันด์ ฟรอยด์ (S. M. Freud, 1943)

1. ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ (Maslow's theory motivation)

อับราฮัม มาสโลว์ (A.H.Maslow) ได้คิดค้นวิธีที่จะอธิบายว่าทำไมคนจึงถูกผลักดันโดยความต้องการบางอย่าง ณ เวลาหนึ่ง ทำไมคนหนึ่งจึงทุ่มเทเวลาและพลังงานอย่างมากเพื่อให้ได้มาซึ่งความปลอดภัยของตนเองแต่อีกคนหนึ่งกลับทำสิ่งเหล่านั้น เพื่อให้ได้รับการยกย่องนับถือจากผู้อื่น

คำตอบของมาสโลว์ (Maslow, 1943) คือ ความต้องการของมนุษย์จะถูกเรียงตามลำดับจากสิ่งที่กวดตันมากที่สุดไปถึงน้อยที่สุด ทฤษฎีของมาสโลว์ (Maslow, 1943) ได้จัดลำดับความต้องการตามความสำคัญ คือ

1.1 ความต้องการทางกาย (Physiological needs) เป็นความต้องการพื้นฐาน คือ อาหาร ที่พัก อากาศ ยารักษาโรค

1.2 ความต้องการความปลอดภัย (Safety needs) เป็นความต้องการที่เหนือกว่าความต้องการเพื่อความอยู่รอด เป็นความต้องการในด้านความปลอดภัยจากอันตราย

1.3 ความต้องการทางสังคม (Social needs) เป็นการต้องการการยอมรับจากเพื่อน

1.4 ความต้องการการยกย่อง (Esteem needs) เป็นความต้องการการยกย่องส่วนตัว ความนับถือและสถานะทางสังคม

1.5 ความต้องการให้ตนประสบความสำเร็จ (Self – Actualization needs) เป็นความต้องการสูงสุดของแต่ละบุคคล ความต้องการทำทุกสิ่งทุกอย่างได้สำเร็จ

บุคคลพยายามที่สร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกก่อน เมื่อความต้องการนั้นได้รับความพึงพอใจ ความต้องการนั้นก็จะหมดลงและเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลพยายามสร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดลำดับต่อไป ตัวอย่าง เช่น คนที่อดอยาก (ความต้องการทางกาย) จะไม่สนใจต่องานศิลปะชั้นล่าสุด (ความต้องการสูงสุด) หรือไม่ต้องการยกย่องจากผู้อื่น หรือไม่ต้องการแม้แต่อากาศที่บริสุทธิ์ (ความปลอดภัย) แต่เมื่อความต้องการแต่ละขั้นได้รับความพึงพอใจแล้วก็จะมีความต้องการในขั้นลำดับต่อไป

2. ทฤษฎีแรงจูงใจของ فروยด์

ซิกมันด์ فروยด์ (S. M. Freud) ได้ตั้งสมมุติฐานว่าบุคคลมักไม่รู้ตัวมากนักว่าพลังทางจิตวิทยามีส่วนช่วยสร้างให้เกิดพฤติกรรม فروยด์พบว่าบุคคลเพิ่มและ ควบคุมสิ่งเร้าหลายอย่าง สิ่งเร้าเหล่านี้อยู่นอกเหนือการควบคุมอย่างสิ้นเชิง บุคคลจึงมีความฝัน พูดคำที่ไม่ตั้งใจพูด มีอารมณ์อยู่เหนือเหตุผล และมีพฤติกรรมหลอกหลอนหรือเกิดอาการวิตกกังวลอย่างมาก

ทฤษฎีเฮอริเบิร์ก (Herzberg, 1959) ได้ทำการศึกษาถึงมูลเหตุในการสร้างแรงจูงใจในการทำงานสองลักษณะก่อกำเนิดทฤษฎีว่า ทฤษฎี 2 ปัจจัย (Two-Factor Theory of Motivation) หรือทฤษฎีปัจจัยจูงใจและทฤษฎีปัจจัยค้ำจุน ทฤษฎี 2 ปัจจัยของเฮอริเบิร์ก (Herzberg, 1959) นี้ได้ชี้ให้เห็นว่า ปัจจัยจูงใจจะมีผลกระทบต่อความพึงพอใจในขณะที่ปัจจัยค้ำจุนจะเป็นตัวกำหนดความไม่พึงพอใจของบุคคล

ปัจจัยการจูงใจ (Motivation Factors) เป็นปัจจัยที่ทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจในการทำงาน เกิดความชอบและรักงาน ซึ่งปัจจัยนี้เกี่ยวข้องกับการทำงานโดยตรง และเป็นตัวสร้างความพึงพอใจให้บุคคลในองค์กรปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่

1. ความก้าวหน้า (Advancement) หมายถึง การที่บุคคลได้รับการเลื่อนขั้นเลื่อนตำแหน่งให้สูงขึ้นในองค์กร การมีโอกาสได้ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม หรือได้รับการฝึกอบรม

2. การได้รับการยอมรับนับถือหรือการยกย่อง (Recognition) หมายถึง การได้รับการยอมรับนับถือจากผู้บังคับบัญชา จากเพื่อน จากผู้มาขอรับคำปรึกษาหรือจากบุคคลในหน่วยงานการยอมรับนับถืออาจอยู่ในรูปของการยกย่องชมเชย แสดงความยินดีการให้กำลังใจ หรือการแสดงออกอื่นใดที่ส่งผลให้เห็นการยอมรับในความสามารถเมื่อได้ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งบรรลุผลเสร็จสิ้น

3. ลักษณะงานที่ปฏิบัติ (The Work Itself) หมายถึง งานที่น่าสนใจ งานที่ต้องอาศัยความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทำทนายให้ต้องลงมือทำ หรือเป็นงานที่มีลักษณะสามารถทำตั้งแต่ต้นจนสิ้นสุดได้โดยลำพังผู้เดียว

4. ความรับผิดชอบ (Responsibility) หมายถึง ความพึงพอใจที่เกิดขึ้นจากการได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบงานที่มีความสำคัญ และมีอำนาจในการรับผิดชอบอย่างเต็มที่ไม่ต้องถูกตรวจสอบหรือควบคุมอย่างใกล้ชิด

5. ความสำเร็จในการทำงานของบุคคล (Achievement) หมายถึง การที่บุคคลสามารถทำงานได้เสร็จสิ้นและประสบความสำเร็จอย่างดีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ การรู้จักการป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น หากผลงานสำเร็จบุคคลนั้นก็จะเป็นความรู้สึกพึงพอใจและความปลื้มใจในผลสำเร็จของงานนั้น

ปัจจัยค้ำจุน หรือปัจจัยสุขอนามัย (Hygiene Factor) หมายถึง ปัจจัยค้ำจุนให้แรงจูงใจในการทำงานของบุคคลมีอยู่ตลอดเวลาถ้าไม่มี หรือมีในลักษณะที่ไม่สอดคล้องกับบุคคลในองค์กรจะนำไปสู่ความไม่พึงพอใจและไม่ชอบงาน ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่

1. เงินเดือน (Salary) หมายถึง เงินเดือนและการเลื่อนขั้นเงินเดือนในหน่วยงานนั้นให้เป็นที่พึงพอใจของบุคคลากรที่ปฏิบัติงาน

2. ความสัมพันธ์กับผู้บังคับบัญชา ผู้ใต้บังคับบัญชาและเพื่อนร่วมงาน (Interpersonnel Relations Supervisor, Peers) หมายถึง การติดต่อสื่อสารไม่ว่าจะเป็นกิริยาหรือวาจาที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์อันดีต่อกัน สามารถทำงานร่วมกันได้มีความเข้าใจซึ่งกันและกันเป็นอย่างดี

3. สถานะของอาชีพ (Status) หมายถึงอาชีพนั้นเป็นที่ยอมรับนับถือของสังคม มีเกียรติและศักดิ์ศรี

4. นโยบายและการบริหาร (Company Policy and Administration) หมายถึง การจัดการและการบริหารงานขององค์กร การติดต่อสื่อสารภายในองค์กร

5. สภาพการทำงาน (Working Conditions) หมายถึง สภาพทางกายภาพของงาน เช่น แสง เสียง อากาศ ชั่วโมงการทำงาน รวมทั้งลักษณะสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ วัสดุอุปกรณ์หรือเครื่องอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เป็นต้น

6. ความเป็นอยู่ส่วนตัว (Personal Life) หมายถึง ความรู้สึกที่ดีหรือไม่ดีอันเป็นผลที่ได้รับจากงานในหน้าที่ของเขา เช่น การที่บุคคลต้องถูกย้ายไปทำงานที่ตำแหน่งใหม่ซึ่งห่างไกลจากครอบครัว ทำให้เขาไม่มีความสุขและเกิดความไม่พึงพอใจกับงานในที่แห่งใหม่

7. ความมั่นคงในงาน (Job Security) หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อความมั่นคงในการทำงาน ความยั่งยืนของอาชีพหรือความมั่นคงขององค์กร

8. วิธีการปกครองบังคับบัญชา (Supervision Technique) หมายถึง ความสามารถของผู้บังคับบัญชาในการดำเนินงาน หรือความยุติธรรมในการบริหารงานสิ่งที่เฮร์ซเบิร์ก (Herzberg, 1959) ได้พบในงานวิจัยของเขา ทำให้เขาได้ทัศนะในเรื่องของอิทธิพลที่แตกต่างกันจากชุดปัจจัยที่แตกต่างกันสองปัจจัยที่จะมีอิทธิพลต่อความพึงพอใจ และไม่พึงพอใจแตกต่างกัน โดยเขาเสนอว่าควรมีแนวต่อเนื่องเกี่ยวกับความพึงพอใจและไม่พึงพอใจในงานที่ทำสองอันแทนที่จะเป็นแนวต่อเนื่องเพียงอันเดียวเหมือนรูปแบบในอดีต นั่นคือแนวความคิดของทฤษฎีสองปัจจัยตามเฮร์ซเบิร์ก (Herzberg, 1959) จะมีมิติหนึ่งของแนวต่อเนื่องจากมีความพึงพอใจไปจนถึงไม่พึงพอใจ และในอีกมิติหนึ่งของแนวต่อเนื่องจากมีความไม่พึงพอใจไปจนถึงไม่มีความไม่พึงพอใจ ซึ่งมิติของแนวต่อเนื่องทั้งสองนี้ก็จะเกี่ยวข้องกับชุดของปัจจัยที่แตกต่างกันสองชุด คือ ปัจจัยค้ำจุน (Hygiene Factors) และปัจจัยจูงใจ (Motivation Factors) กล่าวคือ ปัจจัยจูงใจจะเป็นสาเหตุเบื้องต้นของการเกิดความพึงพอใจ (Satisfaction) และการจูงใจ (Motivation) ในขณะที่ปัจจัยค้ำจุนจะเป็นสาเหตุการประยุกต์ใช้ทฤษฎี

จากทฤษฎีความพึงพอใจที่กล่าวมาผู้วิจัยได้สรุปปัจจัยที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการเพิ่มพูนความรู้ 2) ด้านการเป็นที่ยอมรับ 3) ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น และ 4) ด้านความรับผิดชอบในการทำงานให้สำเร็จลุล่วง

2.6.3 การวัดความพึงพอใจ

ภณิดา ชัยปัญญา (2541) ได้กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจนั้น สามารถทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

1. การใช้แบบสอบถาม เพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถกระทำได้ในลักษณะกำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าว อาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจทางตรง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดี จะได้ข้อมูลที่เป็นจริง

3. การสังเกต เป็นวิธีวัดความพึงพอใจโดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูดจา กริยา ท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2556) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจไว้ว่า เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ แบบสอบถามความพึงพอใจให้ความสำคัญต่อข้อความคำถามที่ต้องมีความครอบคลุมในช่วงของความพึงพอใจทั้งหมด แต่ละข้อความจะระบุความพึงพอใจที่มีอยู่วิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ ดังนี้

1. กำหนดเป้าหมายของความพึงพอใจว่า คืออะไร มีโครงสร้างลักษณะใด ซึ่งควรกำหนดเป้าหมายให้ชัดเจนเป็นเรื่อง ๆ ลงไปว่าจะประเมินความพึงพอใจด้านใดบ้าง จากนั้นให้ความหมายของความพึงพอใจว่าหมายถึงอะไรบ้าง ต่อไปจึงกำหนดโครงสร้างของความพึงพอใจว่าประกอบด้วยด้านใดบ้าง แต่ละด้านจะประกอบด้วยตัวแปรอะไรบ้าง ซึ่งอาจกำหนดประเด็นกว้าง ๆ เป็นข้อ ๆ

2. รวบรวมข้อความคำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจ ที่มีต่อเป้าหมายหลีกเลี่ยงข้อความกำกวมไม่น้อยกว่า 20 ข้อ โดยกำหนดข้อความจากโครงสร้างความพึงพอใจที่ได้กำหนดไว้แล้ว แบ่งเป็นด้าน ๆ แล้วสร้างและรวบรวมข้อความคำถามแต่ละด้านตามประเด็นที่กำหนดไว้

3. นำข้อความคำถามที่สร้างแล้วไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของข้อความคำถามว่า ตรงตามโครงสร้างของการประเมินความพึงพอใจตามที่ได้กำหนดไว้แล้วในแต่ละด้าน และในแต่ละประเด็นย่อยหรือไม่ หากมีความคลุมเครือหรือไม่ชัดเจนจะได้แก้ไขก่อนสร้างเป็นแบบสอบถาม จากนั้น ทดลองใช้กับผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 10 เท่า ของจำนวนข้อในพื้นที่ที่คล้ายคลึงกันหรือใกล้เคียงกับพื้นที่ในการเก็บข้อมูลจริง

4. กำหนดน้ำหนักในการตอบแต่ละตัวเลือกโดยกำหนดน้ำหนักคะแนนเป็น 5,4,3,2,1 ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดความพึงพอใจขึ้นเอง โดยคัดเลือกมาพิจารณา 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านรูปแบบการจัดกิจกรรม และด้านการประเมินผล

พรนภา เตียสุทธิกุล, พัฒนา พรหมณี, จานนท์ ศรีเกตุ, นาวิณ มินะภรณ์ และสุวิมล พงษ์วารินศาสตร์ (2561) ได้กล่าวว่า การประเมินความพึงพอใจมีการประเมินหลายวิธี ได้แก่ การสังเกต การสัมภาษณ์ และการใช้แบบสอบถาม ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. การสังเกต เป็นวิธีการสำหรับใช้ตรวจสอบบุคคลอื่นโดยการสังเกตพฤติกรรมและจดบันทึกความพึงพอใจที่แสดงออกมาในประเด็นที่ต้องการประเมินอย่างมีแบบแผน โดยผู้สังเกตจะไม่มีปฏิสัมพันธ์หรือมีส่วนร่วมกับผู้ถูกสังเกตต่อจากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ สรุปและตีความตามวัตถุประสงค์ของการประเมิน วิธีนี้เป็นวิธีการศึกษาที่เก่าแก่และเป็นที่ยอมรับใช้อย่างแพร่หลายที่ใช้สำหรับการศึกษาในกรณีศึกษาเท่านั้น

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ผู้ประเมินจะต้องออกไปพูดคุยกับบุคคลนั้นๆ โดยตรง มีการเตรียมแผนล่วงหน้าเป็นการถาม ให้ตอบปากเปล่าแต่อาจไม่ได้ข้อมูลที่แท้จริงจากผู้ตอบ เนื่องจากผู้ตอบอาจรู้สึกไม่อิสระในการตอบหรือไม่คุ้นเคยกับผู้ถามเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงมากที่สุด ควรเตรียมตัวให้พร้อมก่อนดำเนินการสัมภาษณ์ควรลงพื้นที่เพื่อทำความคุ้นเคยก่อนให้เกิดความสนิทสนมและความไว้วางใจ ซึ่งจะช่วยให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงมากที่สุด

3. การใช้แบบสอบถามประมาณค่า เป็นการประเมินโดยใช้เครื่องมือที่เป็นการสร้าง ประโยคข้อความต่างๆ ทั้งที่เป็นข้อความทางบวกและข้อความทางลบที่เกี่ยวข้องกับตัวแปร ที่ต้องการ ประเมินโดยให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อความแต่ละข้อนั้น โดยใช้ มาตรฐานประเมินแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert, 1961) เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวก สามารถเก็บข้อมูลได้รวดเร็ว

ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า ในการประเมินความพึงพอใจสามารถทำได้โดยใช้การสังเกต การสัมภาษณ์ และการใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบสอบถาม แบบมาตรา ประมาณค่า 5 ระดับ ในการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา

2.6.4 การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

บุญชม ศรีสะอาด (2546) ได้เสนอหลักเกณฑ์การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจไว้ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายให้แน่นอนว่า ต้องการถามอะไร
2. สร้างคำถามให้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้
3. เรียงข้อคำถามให้ต่อเนื่องสัมพันธ์กันตรงหัวข้อที่ได้วางโครงสร้างไว้
4. ไม่ควรให้ผู้ตอบตอบมากเกินไป เพราะจะทำให้เบื่อหน่าย
5. ให้ผู้ตอบแบบประเมินมีความลำบากน้อยที่สุดในการตอบ ดังนั้นควรใช้ข้อคำถาม

ปลายปิด

6. สร้างข้อคำถามให้มีลักษณะที่ดี

สุภมาส อังคุโชติ (2550) กล่าวถึงการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดเป้าหมาย จุดหมาย หรือวัตถุประสงค์ทั่วไป
2. จำแนกวัตถุประสงค์ทั่วไป แล้วเขียนวัตถุประสงค์โดยใช้คำกริยาแสดงพฤติกรรม หรือเรียกว่าวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. กำหนดเนื้อหาหรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่ต้องการให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

4. เลือกวิธีการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่กำหนดไว้

5. ประเมินผลโดยการเปรียบเทียบข้อมูลกับวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2556) ได้เสนอวิธีการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจไว้ดังนี้

1. กำหนดเป้าหมายของความพึงพอใจว่า คืออะไร มีโครงสร้างลักษณะใด ซึ่งควรกำหนดเป้าหมายให้ชัดเจนเป็นเรื่อง ๆ ลงไปว่าจะประเมินความพึงพอใจด้านใดบ้าง จากนั้นให้ความหมายของความพึงพอใจว่าหมายถึงอะไรบ้าง ต่อไปจึงกำหนดโครงสร้างของความพึงพอใจว่าประกอบด้วยด้านใดบ้าง แต่ละด้านจะประกอบด้วยตัวแปรอะไรบ้างซึ่งอาจกำหนดประเด็นกว้าง ๆ เป็นข้อ ๆ

2. รวบรวมข้อคำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อเป้าหมาย หลีกเลี่ยงข้อความกำกวม ข้อโดยกำหนดข้อคำถามจากโครงสร้างความพึงพอใจที่ได้กำหนดไว้แล้ว แบ่งเป็นด้าน ๆ แล้วสร้างและรวบรวมข้อคำถามแต่ละด้านตามประเด็นที่กำหนดไว้

3. นำข้อคำถามที่สร้างแล้วไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของข้อคำถามว่าตรงตามโครงสร้างของการประเมินความพึงพอใจตามที่ได้กำหนดไว้แล้วในแต่ละด้านและในแต่ละประเด็นย่อยหรือไม่ หากมีความคลุมเครือหรือไม่ชัดเจนจะได้แก้ไขก่อนสร้างเป็นแบบสอบถาม จากนั้นทดลองใช้กับผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 10 เท่าของจำนวนข้อในพื้นที่ที่คล้ายคลึงกันหรือใกล้เคียงกับพื้นที่ในการเก็บข้อมูลจริง

4. กำหนดน้ำหนักในการตอบแต่ละตัวเลือก โดยกำหนดน้ำหนักคะแนนเป็น 5, 4, 3, 2, 1

ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจนั้นควรกำหนดสิ่งเหล่านี้ ได้แก่ 1) เป้าหมายว่าเป็นเรื่องอะไร 2) รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจ จำแนกตามวัตถุประสงค์ 3) กำหนดเนื้อหาที่ต้องการสร้าง 4) สร้างคำถามตามตามประเด็นเป็นรายด้าน และ 5) นำข้อคำถามที่สร้างไว้ไปทดลองใช้ เพื่อประเมินผล

2.6.5 การตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินความพึงพอใจ

พรนภา เตียสุทธิกุล และคณะ (2561) ได้กล่าวถึงการตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินความพึงพอใจ เป็นการตรวจสอบแบบสอบถาม ทั้งฉบับ โดยตรวจสอบความตรง (Validity) และความเที่ยง (Reliability)

1. การตรวจสอบความตรง มีการตรวจสอบ 2 ลักษณะ ดังนี้

1.1 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence=IOC) โดยนำแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5-7 คน พิจารณาตรวจสอบ ให้คะแนนความตรงเชิงเนื้อหาเป็นรายข้อ แต่ละข้อต้องมีค่า IOC ระหว่าง 0.50-1.0 จากนั้นนำผลการตรวจสอบรายข้อมาหาค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบถามทั้งฉบับ ซึ่งต้องมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

วิธีนี้เป็นวิธีที่มีผู้นิยมนำไปใช้มากที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีที่ไม่ยาก แม้ว่าคำตอบที่ได้ จะน่าเชื่อถือน้อยที่สุดก็ตามซึ่งมักจะขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเป็นสำคัญ

1.2 การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง โดยนำแบบสอบถามความพึงพอใจไปทดลองใช้ประเมินในกลุ่มมีคุณลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มที่จะเก็บข้อมูลจริง 2 กลุ่ม ด้วยวิธีเทคนิคกลุ่ม รู้ชัด (Known group technique) กลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่ทราบว่ามีความพึงพอใจในงานที่ต้องการ ประเมินกับอีกกลุ่มหนึ่งไม่ทราบความพึงพอใจในงาน นำค่าเฉลี่ยของคะแนนของสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกันด้วยค่าสถิติที (t-test) หากผลการทดลองใช้แบบสอบถามมีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่ามีความตรงเชิงโครงสร้าง

2. การตรวจสอบความเที่ยง มีการตรวจสอบ 2 วิธีดังนี้

2.1 การตรวจสอบความเที่ยงด้วยการทดสอบซ้ำโดยนำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย 2 ครั้ง ห่างกัน 1 - 2 สัปดาห์ นำผลคะแนนมาหาค่าสหสัมพันธ์ตามสูตรของเพียร์สัน ซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป จึงจะเป็นแบบสอบถามที่สามารถนำไปใช้ได้

2.2 การตรวจสอบความเที่ยงด้วยวิธีของครอนบาค (Cronbach, 1990) โดยนำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย 1 ครั้ง นำผลคะแนนมาวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ซึ่งจะต้องมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป จึงจะเป็นแบบสอบถามที่สามารถนำไปใช้ได้

ณัฐพิชชาพร ทองเที่ยง (2564) ได้กล่าวถึงการตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินความพึงพอใจเป็นการตรวจแบบประเมินความพึงพอใจทั้งฉบับ โดยตรวจความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) และความเที่ยง (Reliability) ดังนี้

1. ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ซึ่งต้องมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปตรวจสอบเนื้อหาของแบบสอบถามว่าครอบคลุม วัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษาหรือไม่

2. นำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try out) จำนวน 30 คน

3. หาคความเที่ยง (Reliability) หรือหาความน่าเชื่อถือของแบบสอบถาม (Reliability)

แบบ

ครอนบาค (Cronbach, 1990)

รัตถนันท ศรีเจริญ และคณะ (2565) ได้กล่าวถึงการตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินความพึงพอใจเป็นการตรวจแบบประเมินความพึงพอใจทั้งฉบับ โดย

1. ทดสอบคุณภาพเครื่องมือแบบสอบถามใช้วิธีทดสอบความตรงของแบบสอบถาม โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน เพื่อทดสอบ Item Objective Congruence (IOC) พบว่าข้อที่มีค่า IOC มากกว่า .60 ถือว่าใช้ได้และการทดสอบความเชื่อถือได้ (Reliability) โดยนำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง

2. แล่นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความเชื่อถือได้ (Reliability) ของแบบสอบถาม โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-Coefficient) วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามรายด้าน

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสรุปว่า การตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินความพึงพอใจ ทำได้โดยโดย

1) ทดสอบคุณภาพเครื่องมือแบบประเมินความพึงพอใจ ได้แก่ ทดสอบความตรงของแบบประเมินความพึงพอใจ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งต้องมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป นำแบบประเมินความพึงพอใจไปทดลองใช้ (Try out) จากนั้นผลคะแนนที่ได้มาหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ตามสูตรของเพียร์สัน (r_{xy}) และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha-Coefficient) จึงจะสามารถนำแบบประเมินความพึงพอใจไปใช้กับกลุ่มทดลองได้

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยในประเทศ

ณัฐินี โมพันธ์ (2560) ได้ศึกษา ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

เสาวคนธ์ สกุลศรี (2560) ได้ศึกษาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากผลการศึกษาพบว่า 1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.10/76.04 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) นักเรียนที่เรียนโดยแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยนัยทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องไฟฟ้า มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยนัยทางสถิติที่ระดับ.05 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ.05

พิมพ์ อุ่นแก้ว (2562) ได้ศึกษา การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีโดยใช้วิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญาที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา และการสอนแบบปกติ ตามคู่มือครูของ สสวท. หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

ประเสริฐ แสงศรีเรือง (2563) ได้ศึกษา การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง พบว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หิน และการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 79.08/82.67

อโณทัย ใจเบอะ (2564) ได้ศึกษา การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 75.35/76.77 และสอดคล้องกับงานวิจัยของตรี

อรอนงค์ เมืองคง (2565) ได้ศึกษา การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้น

สาวตรี เถาว์โท (2563) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตาม แนวสะเต็มศึกษา เรื่อง ดินในท้องถิ่นของเรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความพึงพอใจโดย รวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 (S.D. = 0.16)

นุรอาซีกิน สา (2565) ได้ศึกษา ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในระดับมาก

2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Scott (2012) ได้ศึกษาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมในสหรัฐอเมริกา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบทบาทของ STEM ในโรงเรียนมัธยม 10 แห่งทั่วสหรัฐอเมริกาในการพยายามเพื่อเตรียมความพร้อมแก่นักเรียนสำหรับเข้าทำงานในสาขาที่เกี่ยวข้องกับ STEM ในหลาย ๆ โรงเรียนได้มีการออกแบบแผนและดำเนินการนำไปใช้แล้วแต่อีกหลาย ๆ แห่งยังอยู่ในขั้นดำเนินการวางแผน จากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมห้องเรียน STEM มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีกว่าเด็ก

นักเรียนระดับเดียวกันแต่ไม่ได้เข้าร่วม และนักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมนี้ยังให้บอกอีกว่าหากพวกเขาได้รับโอกาสและการสนับสนุนส่งเสริมให้สามารถเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิตและฝึกงานจริงหรือให้รับผิดชอบทำโครงการขึ้นมาสักชิ้น เพื่อใช้ขอสำเร็จการศึกษา พวกเขาจะสามารถสำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐานได้อย่างแน่นอน

Vasquez (2013) ได้ศึกษา การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาควรเน้นการบูรณาการความรู้ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ การให้ความสำคัญกับทักษะในศตวรรษที่ 21 และการให้โจทย์หรือปัญหาที่ท้าทายผู้เรียน

Liang & Fung (2023) ได้ทำการศึกษา เรื่องการออกแบบสะเต็มศึกษาในการสอนชั้นเรียนขนาดเล็ก: ฮ่องกง ตามแบบสะเต็มศึกษาให้ เข้ากับชั้นเรียนขนาดเล็ก แนวทางการปฏิบัติใช้ใน ห้องเรียนของฮ่องกง ได้ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จึงได้จัดทำแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาให้เข้ากับบทเรียน สามารถแก้ปัญหาและมีกลยุทธ์ที่เหมาะสมสำหรับผู้ทำงานด้านการศึกษา

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถแก้ปัญหา และเหมาะสมสำหรับนักเรียน และผู้ทำงานด้านการศึกษาทุกคน โดยการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาควรเน้นการบูรณาการความรู้ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และมีข้อจำกัด คือ ครูขาดความรู้ความเข้าใจในการออกแบบการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา เวลาในการจัดการเรียนการสอนไม่เพียงพอและขาดงบประมาณสนับสนุน



บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนการวิจัย โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

- 3.1 กลุ่มเป้าหมาย
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
- 3.4 วิธีการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านพันอำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 10 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ทั้งนี้เพราะนักเรียนที่สอนมีห้องเดียว มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบคละความสามารถ นักเรียนที่สอนมีสภาพปัญหาคล้ายกัน คือมีปัญหาด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 4 ชนิด คือ

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2 ชุดกิจกรรม รวมเป็น 12 ชั่วโมง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กล้องจุลทรรศน์ ใช้เวลา 6 ชั่วโมง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง จรวดของเรา ใช้เวลา 6 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เป็นแบบอัตนัย เลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3. แบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยข้อสอบ วัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 21 ข้อ ตามองค์ประกอบ

ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 3 ส่วน คือ 1) ทักษะการนิยาม เป็นการระบุจุดที่สำคัญหาเบื้องต้น 2) ทักษะการตัดสินใจข้อมูล เป็นการตัดสินใจความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลเพื่อพิจารณาความสอดคล้องกัน และ 3) ทักษะการสรุปเป็นการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผลสามารถทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ กำหนดเกณฑ์ให้คะแนน โดยให้คะแนนทุกตัวเลือก ได้แก่ ดีมาก 4 คะแนน ดี 3 คะแนน พอใช้ 2 คะแนน และควรปรับปรุง 1 คะแนน

4. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามระดับความพึงพอใจ เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 10 รายการ โดยประเมิน 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการเพิ่มพูนความรู้ 2) ด้านการเป็นที่ยอมรับ 3) ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น และ 4) ด้านความรับผิดชอบในการทำงานให้สำเร็จลุล่วง

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 2 ชุดกิจกรรม

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ศึกษาสาระมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.2 ศึกษาคู่มือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่าง สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

เรื่องที่	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
1	กล้องรูเข็ม	1. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดเงามืดและเงามัวได้ 2. นักเรียนสามารถเขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดและเงามัวได้ 3. นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองที่อธิบายการ	6 ชั่วโมง

เรื่องที่	สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
		<p>เกิด และเปรียบเทียบปรากฏการณ์สุริยุปราคาและจันทรุปราคาได้</p> <p>4. นักเรียนสามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูลได้</p> <p>5. นักเรียนสามารถนิยามปัญหาในการทำงานได้</p> <p>6. นักเรียนสามารถพิจารณา และตัดสินใจข้อมูลได้</p> <p>7. นักเรียนสามารถอ้างอิงเพื่อการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล</p>	
2	จรวดของเรา	<p>1. นักเรียนสามารถอธิบายพัฒนาการของเทคโนโลยีอวกาศได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถสร้างสรรค์จรวดได้</p> <p>3. นักเรียนสามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูล เกี่ยวกับความก้าวหน้าในเทคโนโลยีอวกาศได้</p> <p>4. นักเรียนสามารถนิยามปัญหาในการทำงานได้</p> <p>5. นักเรียนสามารถพิจารณา และตัดสินใจข้อมูลได้</p> <p>6. นักเรียนสามารถอ้างอิงเพื่อการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล</p>	6 ชั่วโมง
รวมเวลา			12

หมายเหตุ : เวลาเรียนในห้องเรียนคือ 12 ชั่วโมง ไม่รวมเวลาในการศึกษาเนื้อหาในห้องเรียน

1.3 ดำเนินการเขียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มาเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับการจัดกระบวนการเรียนรู้ จำนวน 2 ชุดกิจกรรม กิจกรรมละ 6 ชั่วโมง รวมเป็น 12 ชั่วโมง

1.4 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา สารการเรียนรู้สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ การวัดประเมินผลและนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.5 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและปรับปรุงแก้ไขเนื้อหาตามข้อเสนอแนะ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและประเมินชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1) ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ สิงห์สีโว กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) อาจารย์ประจำคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2) ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

รองศาสตราจารย์ ดร. กัญยรัตน์ สอนสุภาพ กศ.ด. (สาขาการศึกษา) มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ประเทศออสเตรเลีย

3) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

รองศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ สิงห์สีโว กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) อาจารย์ประจำคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ดร.วุฒิศักดิ์ บุญแน่น หัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)

4) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พิณฑุฑูธา ปร.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) อาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

1.6 ปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ให้ปรับปรุงดำเนินกิจกรรมตามวัตถุประสงค์ให้ลุล่วงตามเวลา และเขียนขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมให้สมบูรณ์ จากนั้นนำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณจากเกณฑ์แบบประเมินชนิด มาตรการส่วนประมาณค่าตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert scale) (บุญชม ศรีสะอาด. 2545) เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยแบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

จากการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง กล้องรูเข็ม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 มีระดับความเหมาะสมมาก และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง จรวดของฉันทน์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.90 มีระดับความเหมาะสมมาก (ภาคผนวก ข) จากนั้นนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้มาปรับปรุงด้านกิจกรรมการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะให้เหมาะสมกับเวลา ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.8 จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขเป็นฉบับสมบูรณ์ และนำชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินและตรวจสอบแล้วไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านตัน จำนวน 10 คน เพื่อหาประสิทธิภาพที่มีของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบอัตนัย จำนวน 20 ข้อ

2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา วิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 ศึกษาวิธีการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ เลือกใช้จริง 20 ข้อ และนำแบบวัดผลการเรียนรู้ เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสม ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ได้รับข้อเสนอแนะ

2.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบเพื่อกำหนดข้อสอบ ดังตารางที่ 4

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวน
ข้อสอบของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

เรื่อง ที่	สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา เรียน (ชั่วโมง)
1	กลักรูเข็ม	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดเงามืดและเงามัวได้ 2. นักเรียนสามารถเขียนแผนภาพรังสีของแสง แสดงการเกิดเงามืดและเงามัวได้ 3. นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิด และเปรียบเทียบปรากฏการณ์สุริยุปราคาและจันทรุปราคาได้ 4. นักเรียนสามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูลได้ 5. นักเรียนสามารถนิยามปัญหาในการทำงานได้ 6. นักเรียนสามารถพิจารณา และตัดสินใจข้อมูลได้ 7. นักเรียนสามารถอ้างอิงเพื่อการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล 	6 ชั่วโมง
2	จรวดของเรา	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถอธิบายพัฒนาการของเทคโนโลยีอวกาศได้ 2. นักเรียนสามารถสร้างสรรค์จรวดได้ 3. นักเรียนสามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูล เกี่ยวกับความก้าวหน้าในเทคโนโลยีอวกาศได้ 4. นักเรียนสามารถนิยามปัญหาในการทำงานได้ 5. นักเรียนสามารถพิจารณา และตัดสินใจข้อมูลได้ 6. นักเรียนสามารถอ้างอิงเพื่อการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล 	6 ชั่วโมง
รวมเวลา			12

2.5 นำเสนอแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ต่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

2.6 เสนอผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่

1) ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ สิงห์สีโว กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) อาจารย์ประจำ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2) ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

รองศาสตราจารย์ ดร. กัญยรัตน์ สอนสุภาพ กศ.ด. (การศึกษา) มหาวิทยาลัยวลลอง กอง ประเทศออสเตรเลีย

3) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

รองศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ สิงห์สีโว กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) อาจารย์ประจำ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ดร.วุฒิศักดิ์ บุญแน่น หัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัย(ฝ่ายมัธยม)

4) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พูลพุทธา ปร.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) อาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขตาม ข้อเสนอแนะ ได้แก่ กำหนดคำถามให้ชัดเจน

2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนที่แก้ไขเรียบร้อยแล้วไป ทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบค่าอำนาจ จำแนกเป็นรายข้อ

2.9 นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน โดยตอบ ถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน และนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ วิเคราะห์หาค่าความยาก คัดเลือกข้อสอบตามเกณฑ์ที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และ วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกโดยวิธีของ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2550) คัดเลือกข้อสอบตามเกณฑ์ที่มี ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 พบว่าผลวิเคราะห์ได้ค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.30 ถึง 0.75 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.29 ถึง 0.75 นำไปใช้จริง เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูล (ภาคผนวก ข)

2.10 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้ วิธีของ โลเวทท์ (Lovett) พบว่า ความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.62 (ภาคผนวก ข)

2.11 จัดทำข้อสอบที่เลือกไว้แล้วปรับปรุง เพื่อใช้เครื่องมือในการวิจัยกับกลุ่ม ตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านทัน จำนวน 10 คน

3. แบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยลักษณะของแบบวัดจะกำหนดสถานการณ์โดยแต่ละสถานการณ์จะมีคำถามตามขั้นตอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบทดสอบชนิดเลือกตอบตามความเหมาะสม 4 ตัวเลือก โดยกำหนดสถานการณ์ข่าวให้วิเคราะห์ห้องค์ประกอบ 3 ส่วน คือ 1) การนิยามปัญหา สิ่งที่เกี่ยวข้องและการทำให้กระจ่าง 2) การพิจารณาตัดสินข้อมูล 3) การอ้างอิงเพื่อการแก้ปัญหาและการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล เป็นข้อสอบชนิดอัตนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 สถานการณ์ จำนวน 30 ข้อ เลือกใช้จริง 7 สถานการณ์ จำนวน 21 ข้อ

3.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.2 ศึกษาวิธีการสร้างและกำหนดรูปแบบของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.3 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

3.4 จัดทำตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พฤติกรรม จุดประสงค์การเรียนรู้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	จำนวนข้อสอบ	
	สร้าง	ต้องการ
1. การนิยามปัญหา สิ่งที่เกี่ยวข้องและการทำให้กระจ่าง	10	9
2. การพิจารณาตัดสินข้อมูล	10	9
3. การอ้างอิงเพื่อการแก้ปัญหาและการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล	10	9
รวม	30	21

3.5 ดำเนินการสร้างแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นข้อสอบชนิด วัตน์ยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 สถานการณ์ จำนวน 30 ข้อ เลือกใช้จริง 7 สถานการณ์ จำนวน 21 ข้อ

3.6 นำแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วเสนอต่อ อาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อให้คำแนะนำและปรับปรุงแก้ไข ให้ปรับเนื้อหาและคำที่สอดคล้องกับเนื้อหา

3.7 เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาความเที่ยงตรงตามโครงสร้างเพื่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และภาษาที่ใช้แก้ไขปรับปรุงและนำมาวิเคราะห์ หาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ซึ่งพิจารณาความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 - 1.00 แล้วนำแบบวัดที่สร้างขึ้นไปหาคุณภาพดัชนี หาคุณภาพด้านความตรงเนื้อหาของแบบวัด ใช้ดัชนี IOC โดยมีเงื่อนไขให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาข้อคำถามและคำตอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและ พฤติกรรม โดยข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 - 1.00 ถือว่าข้อสอบข้อนั้นอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2553) ผลการวิเคราะห์ได้ค่า คือ 0.60 - 1.00 (ภาคผนวก ข) และผู้เชี่ยวชาญให้ ข้อเสนอแนะ ปรับแก้ไขข้อคำถามบางข้อให้มีความชัดเจน เหมาะสม ผ่านการพิจารณาจาก ผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try-out)

3.8 นำแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนนทุก ตัวเลือก และนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก คัดเลือกข้อสอบตามเกณฑ์ที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรของเคลลี (Kelly, 1939) คัดเลือกข้อสอบ ตามเกณฑ์ที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 พบว่าผล วิเคราะห์ได้ค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.30 ถึง 0.75 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.75 นำไปใช้จริง เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูล (ภาคผนวก ข)

3.9 นำแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาไปวิเคราะห์หา ความเชื่อมั่น สามารถคำนวณได้โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.86 (ภาคผนวก ข)

3.10 นำแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไปปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม ชัดเจน และ กำหนดสถานการณ์ในแต่ละข้อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นคัดเลือกข้อสอบแล้ว จัดทำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แล้วพิมพ์แบบวัดเป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 คน ต่อไป

4. แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้

แบบประเมินความพึงพอใจที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินความพึงพอใจตามแนวคิดของลิเคิร์ท (Likert Scale) โดยใช้มาตราประเมินแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ประเมินโดยให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อความแต่ละข้อนั้น

4.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

4.2 ศึกษาวิธีการสร้างและกำหนดรูปแบบของแบบวัดความพึงพอใจ

4.3 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

4.4 จัดทำตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พฤติกรรม จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อของความพึงพอใจ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พฤติกรรม จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อของความพึงพอใจ

รายการประเมิน	จำนวนข้อสอบ
1. ด้านการเพิ่มพูนความรู้	2
2. ด้านการเป็นที่ยอมรับ	3
3. ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น	3
4. ด้านความรับผิดชอบในการทำงานให้สำเร็จลุล่วง	2
รวม	10

4.5 ดำเนินการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 10 รายการ ประเมิน 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการเพิ่มพูนความรู้ 2) ด้านการเป็นที่ยอมรับ 3) ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น 4) ด้านความรับผิดชอบในการทำงานให้สำเร็จลุล่วง

4.6 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อให้คำแนะนำและปรับปรุง

4.7 นำแบบประเมินความพึงพอใจไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แนะนำ ได้แก่ ปรับข้อคำถามให้มีความเหมาะสม ให้ชัดเจนและกำหนดสถานการณ์ในแต่ละข้อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

4.8 จัดทำแบบประเมินความพึงพอใจ จำนวน 10 รายการ เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 10 คน ต่อไป

3.4 วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบแผนการวิจัยแบบการทดลองกลุ่มเดียว และวัดผลเฉพาะหลังการทดลอง (One group posttest – only design) (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2544)

ตารางที่ 7 แบบแผนการวิจัยแบบการทดลองกลุ่มเดียว และวัดผลเฉพาะหลังการทดลอง (One group posttest – only design)

Treatment	การทดสอบหลังเรียน
ดำเนินการเรียนการสอน	สอบหลังเรียน
X	○

สัญลักษณ์ที่ใช้

X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

○ แทน การทดสอบหลังเรียน

3.4.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 คน ซึ่งเป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง กล้องจุลทรรศน์ ใช้เวลาดำเนินกิจกรรม 6 ชั่วโมงและชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องจรรยาบรรณ ใช้เวลาดำเนินกิจกรรม 6 ชั่วโมง จำนวน 2 ชุดกิจกรรม รวมเป็น 12 ชั่วโมง

2) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ครบ 2 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียนรู้ (Post-test) โดยแบ่งได้ ดังนี้

1. ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 คน
2. ทดสอบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยใช้แบบวัดทักษะในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยกำหนดสถานการณ์ 7 สถานการณ์ จำนวน 21 ข้อ จำนวน 21 ข้อ กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 คน
- 3) ดำเนินการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 4) เก็บรวบรวมข้อมูลนำไปวิเคราะห์ผลต่อไป

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. นำคะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรม และการประเมินพฤติกรรมการเรียน จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 70/70 โดยใช้สูตรวิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ (E1/E2)
2. นำข้อมูลที่ได้รวบรวมโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ แล้วนำมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ร้อยละ 70
3. นำข้อมูลที่ได้รวบรวมโดยใช้แบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยและร้อยละของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน
4. นำข้อมูลที่ได้รวบรวมโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ มาวิเคราะห์หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ย เพื่อหาความพึงพอใจของนักเรียนหลังการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยเกณฑ์ในการแปลความหมายค่านำหน้าคะแนนเฉลี่ยโดยรวมของความพึงพอใจ มีดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

ค่าเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.51-5.00	หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
3.51-4.50	หมายถึง พึงพอใจมาก

2.51-3.50	หมายถึง ฟังพอใจปานกลาง
1.51-2.50	หมายถึง ฟังพอใจน้อย
1.00-1.50	หมายถึง ฟังพอใจน้อยที่สุด

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล

1) ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้ในการหาคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดการคิดคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่ม

2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้ในการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดการคิดคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยคำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

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

เมื่อ	$S. D.$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	คะแนนแต่ละตัว
	n	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม
	$\sum X$	แทน	ผลรวม

3) ร้อยละ (Percentage) ใช้ในการหาร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดการคิดคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยคำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

$$p = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ	p	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	n	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1) หาค่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร (กระทรวงศึกษาธิการ, 2550)

$$P = R/N \quad \text{หรือ} \quad P = R/N \times 100\%$$

เมื่อ	P	แทน	ระดับความยากง่ายของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่เข้าสอบ

ค่าความยากของวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$P = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ	P	แทน	ความยากง่าย
	R _H	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง
	R _L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ
	N _H	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนสูง
	N _L	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนต่ำ

2) หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (B) โดยใช้วิธีของ เบรนนัน (Brennan) โดยใช้สูตร ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	U	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
	N ₁	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
	N ₂	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้สูตรของเคลลี (Kelly, 1939) ดังนี้

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

เมื่อ	r	แทน	อำนาจจำแนกของข้อสอบ
	H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

3) การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์โดยใช้สูตรของโลเวตต์ (Lovett) (สมนึก ภัททิยธนี และคณะ, 2548) ดังนี้

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	$\sum S_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ
	$\sum S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) หรือ ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) (สมนึก ภัททิยธนี และคณะ, 2548) โดยใช้สูตร

$$\text{สูตร } r_{cc} = 1 - \frac{k \sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1) \sum (X_i - C)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์
	K	แทน	จำนวนข้อสอบ
	X_i	แทน	คะแนนของแต่ละคน
	C	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบวัดผลสัมฤทธิ์

4) หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) โดยใช้วิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence) โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

5) การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมโดยใช้สูตร (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556) ดังนี้

$E1$	คือ	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
$\sum X$	คือ	คะแนนรวมของแบบทดสอบระหว่างเรียน
A	คือ	คะแนนเต็มของแบบทดสอบทุกชั้นรวมกัน
N	คือ	จำนวนนักเรียน
$E2$	คือ	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$\sum F$	คือ	คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน
B	คือ	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
N	คือ	จำนวนนักเรียน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนการวิจัย โดยมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลเสนอเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

- 4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
- 4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
- 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายของข้อมูล เพื่อเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ในการนำเสนอข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
S. D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ตอนที่ 2 การศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 หลังจากที่นักเรียนเรียนจนครบทุกชุดกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว นำคะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนจากแผนการจัดการเรียนรู้ ประเมินใบกิจกรรมระหว่างเรียน การทดสอบย่อยท้ายชุดกิจกรรมจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มาวิเคราะห์ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยถือเกณฑ์ประสิทธิภาพ 70 ตัวแรก

เลข ที่	คะแนนระหว่างเรียน						รวมคะแนน ระหว่างเรียน			อัตราส่วนคะแนน 40 : 40 : 20				แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังเรียน
	ชุดที่ 1			ชุดที่ 2			ใบกิจกรรม (90)	พฤติกรรม (30)	ทดสอบย่อย (20)	ใบกิจกรรม (40)	พฤติกรรม (40)	ทดสอบย่อย (20)	รวม (100)	
	ใบกิจกรรม (90)	พฤติกรรม (30)	ทดสอบย่อย (20)	ใบกิจกรรม (90)	พฤติกรรม (30)	ทดสอบย่อย (20)								
1	77	23	14	81	22	15	158	45	29	63.2 0	18	5.8	87.0 0	16
2	76	21	14	77	22	13	153	43	27	61.2 0	17. 2	5.4	83.8 0	18
3	75	22	15	75	21	12	150	43	27	60.0 0	17. 2	5.4	82.6 0	15
4	77	17	15	76	23	17	153	40	32	61.2 0	16	6.4	83.6 0	18
5	78	21	14	77	22	14	155	43	28	62.0 0	17. 2	5.6	84.8 0	17
6	76	22	14	72	25	13	148	47	27	59.2 0	18. 8	5.4	83.4 0	15
7	76	21	15	70	23	16	146	44	31	58.4 0	17. 6	6.2	82.2 0	18
8	75	18	16	72	22	18	147	40	34	58.8 0	16	6.8	81.6 0	17
9	76	22	15	77	23	14	153	45	29	61.2 0	18	5.8	85.0 0	16

เลข ที่	คะแนนระหว่างเรียน						รวมคะแนน ระหว่างเรียน			อัตราส่วนคะแนน 40 : 40 : 20				แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังเรียน
	ชุดที่ 1			ชุดที่ 2			ใบกิจกรรม (90)	พฤติกรรม (30)	ทดสอบย่อย (20)	ใบกิจกรรม (40)	พฤติกรรม (40)	ทดสอบย่อย (20)	รวม (100)	
	ใบกิจกรรม (90)	พฤติกรรม (30)	ทดสอบย่อย (20)	ใบกิจกรรม (90)	พฤติกรรม (30)	ทดสอบย่อย (20)								
10	71	20	16	77	23	17	148	43	33	59.2	17.	6.6	83.0	19
รวม	770	217	152	754	226	149	1511	433	297	604	173	59	837.00	169
\bar{X}	77	21.7	15.2	75.40	22.60	14.90	151.1	43.30	29.70	60.44	17.32	5.94	83.70	16.9
S.D.	1.25	1.34	0.79	3.24	1.07	2.02	3.90	2.16	2.63	1.56	0.87	0.53	1.57	1.37
ร้อยละ	85.56	72.33	76	83.78	75.33	74.5	167.8	144.3	148.5	151.10	43.30	29.70	83.70	84.50

จากตารางที่ 8 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E1) เท่ากับ 83.70 และมีประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E2) เท่ากับ 84.50 ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา จึงมีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 83.70/84.50

ตอนที่ 2 การศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 21 ข้อ เต็ม 84 คะแนน จากนักเรียนจำนวน 10 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล โดยมีคะแนนทดสอบก่อนเรียน และทดสอบหลังเรียน ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	32	72
2	28	65
3	23	69
4	37	72
5	26	69
6	33	75
7	36	73
8	39	73
9	32	77
10	38	76
รวม	324	726
\bar{X}	32.40	72.60
S.D.	5.36	3.63
ร้อยละ	25.92	58.08

จากตาราง 9 พบว่า ผลการศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 32.40 คิดเป็นร้อยละ 25.92 (S.D. = 5.36) และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 72.60 คิดเป็นร้อยละ 58.08 (S.D. = 3.63)

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยได้หาคะแนนความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยวัดจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณ ค่า 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ แสดงผลดังตาราง 10

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

กิจกรรม	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการเพิ่มพูนความรู้			
1. ท่านมีความรู้และความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และการออกแบบเพิ่มขึ้น	5.00	2.89	มากที่สุด
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมมีความเหมาะสม สามารถทำให้ท่านทำงานสำเร็จ ลุล่วงได้	4.90	2.49	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.95	2.69	มากที่สุด
ด้านการเป็นที่ยอมรับ			
3. ความคิดเห็นของท่านเป็นที่ยอมรับในกลุ่ม	4.90	2.49	มากที่สุด
4. ท่านมีโอกาสตั้งคำถาม และตอบคำถามได้อย่างอิสระ	4.60	1.50	มากที่สุด
5. ท่านมีความคิดสร้างสรรค์ในการทำงาน	4.80	2.12	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.76	2.03	มากที่สุด
ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น			
6. ท่านสามารถทำงานร่วมกันในกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ	5.00	2.89	มากที่สุด
7. ท่านได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่ต่างๆ ภายในกลุ่มของท่าน	4.70	1.78	มากที่สุด
8. ท่านได้ปฏิบัติงานที่เหมาะสมกับความสามารถของตนเอง	4.30	1.83	มาก
เฉลี่ยรวม	4.66	2.16	มากที่สุด
ด้านความรับผิดชอบในการทำงานให้สำเร็จลุล่วง			
9. ท่านสามารถทำงานที่ได้รับมอบหมายให้ประสบผลสำเร็จได้ทันเวลาที่กำหนด	5.00	2.89	พึงพอใจมากที่สุด
10. แม้จะมีความขัดแย้งเกิดขึ้นระหว่างท่าน	4.80	2.12	มากที่สุด

กิจกรรม	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
กับเพื่อนในกลุ่ม แต่ในท้ายที่สุดก็จะมีการ ประสานงานเพื่อประโยชน์ร่วมกัน			
เฉลี่ยรวม	4.90	2.50	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	48.00	22.72	มากที่สุด
โดยรวม	4.80	2.41	มากที่สุด

จากตาราง 10 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อ
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.80 มีส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐาน เท่ากับ 2.41 แสดงว่า หลังจากได้รับการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็ม
ศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีคะแนนความพึงพอใจของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 เรียงลำดับระดับมากที่สุดตามลำดับด้านการเพิ่มพูนความรู้ อยู่ใน ด้านความ
รับผิดชอบในการทำงานให้สำเร็จลุล่วง ด้านการเป็นที่ยอมรับ ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

- 5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย
- 5.2 สรุปผล
- 5.3 อภิปรายผล
- 5.4 ข้อเสนอแนะ

5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

5.2 สรุปผล

การวิจัย การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E1) เท่ากับ 83.70 และมีประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E2) เท่ากับ 84.50 ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาจึงมีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 83.70/84.50
2. ผลการศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา 32.40 คิดเป็นร้อยละ 25.92 (S.D. = 5.36) และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 72.60 คิดเป็นร้อยละ 58.08 (S.D. = 3.63) ตามลำดับ พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.80 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.41 แสดงว่า หลังจากได้รับการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีคะแนนความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับมากที่สุด

5.3 อภิปรายผล

การวิจัย การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยสามารถนำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.70/84.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70 หมายความว่า นักเรียนที่เรียนโดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาได้คะแนนการทำกิจกรรมระหว่างเรียน ได้แก่ การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนจากชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ประเมินใบกิจกรรมระหว่างเรียน การทดสอบย่อยท้ายชุดกิจกรรม คิดเป็นร้อยละ 83.70 และได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 84.50 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้และเป็นไปตามความมุ่งหมายของการวิจัย โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้น ได้มีการบูรณาการระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยการนำจุดเด่นและวิธีการสอนมาผสมผสานกัน ซึ่งเหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบัน เพื่อให้ผู้เรียนความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และพัฒนาสิ่งต่างๆ ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามี 6 ชั้น ได้แก่ 1) ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบประเมินผลและปรับปรุง และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา ซึ่งในกิจกรรมมีการกระตุ้นความคิดนักเรียนด้วยคำถามปลายเปิดเพื่อให้เด็กเรียนคิด มีอิสระในการตอบ และเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและภายในกลุ่ม ระหว่างกลุ่ม รวมถึงครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ในเนื้อหาที่เรียน ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ให้เกิดทักษะการสังเคราะห์และการวิจารณ์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งทำให้ผลเป็นออกมาเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ โอนทัยใจเบอะ (2564) ได้ศึกษา การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 75.35/76.77 และสอดคล้องกับงานวิจัยของตรีประเสริฐ แสงศรีเรื่อง (2563) ได้ศึกษา การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หินและการเปลี่ยนแปลง พบว่า ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง หิน และการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 79.08/82.67

2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 32.40 คิดเป็นร้อยละ 25.92 และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 72.60 คิดเป็นร้อยละ 58.08 ปรากฏผลเช่นนี้ เนื่องจากว่ารูปแบบและวิธีการสอนโดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา จัดเป็นการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ซึ่งนำไปสู่การออกแบบการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติจริงสร้างองค์ความรู้ผ่านการคิดขั้นสูง (Higher-Order Thinking) การได้ปฏิบัติงานสร้างสรรค์งาน และนำเสนองานด้วยตัวเอง ผ่านการทำกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่สมบูรณ์ที่สุด และเนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีขั้นตอนและมีการจัดการเรียนรู้ที่กระชับ เข้าใจง่าย และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นกระบวนการทำงานที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักการวางแผน การแก้ปัญหา เข้าใจถึงกระบวนการที่ได้มา ซึ่งการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ทฤษฎี และสามารถนำองค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาบูรณาการกัน เพื่อคิดอย่างมีวิจารณญาณ แก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยที่พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนได้ สอดคล้องกับแนวคิดของ ภัทรรัตน์ แสงเดือน (2553) ที่กล่าวว่า แนวทางการฝึกการคิดที่ดี คือ เริ่มจากการหาตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้อง กับชีวิตประจำวันหรือเป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัว มาให้นักเรียนฝึกตอบคำถามจากสถานการณ์ปัญหา แต่การจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัยยังไม่เน้นให้นักเรียนทุกคนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับงานวิจัยของ พิมพร อุ่นแก้ว (2562) ได้ศึกษา การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีโดยใช้วิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญาที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา และการสอนแบบปกติ ตามคู่มือครูของ สสวท. หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรอนงค์ เมืองคง (2565) ได้ศึกษา การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนา

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้น

3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ปรากฏผลเช่นนี้ เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้จากสิ่งที่นักเรียนสนใจ โดยครูคอยให้คำชี้แนะอย่างใกล้ชิด อีกทั้งยังคอยเอื้ออำนวยความสะดวก ตลอดจนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเข้าใจง่ายขึ้น อีกทั้งเนื้อหาได้มีการเรียบเรียงจากง่ายไปยาก และนักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้จากการทดลองและการปฏิบัติจริง จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น และยังเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานเป็นกลุ่ม ศึกษาค้นคว้าด้วยตัวนักเรียนเอง ฝึกกระบวนการทำงานเป็นทีม นักเรียนมีอิสระในการคิด การวางแผนและออกแบบ จนนำไปสู่การสร้างสรรค์ชิ้นงาน นักเรียนสนุกกับการทำกิจกรรม มีแรงจูงใจในการคิดทำและการเรียนรู้ นักเรียนเรียนแล้วมีความสุข รู้จักการบูรณาการข้ามวิชาหรือสาขาวิชาต่างๆ ได้ อีกทั้งยังทำให้นักเรียนเรียนแล้วเกิดความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุไร ดอกคำ และ สาวิตรี เถาว์โท (2563) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตาม แนวสะเต็มศึกษา เรื่อง ดินในท้องถิ่นของเรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความพึงพอใจโดย รวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 (S.D. = 0.16) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐนิ โมพันธ์ (2560) ได้ศึกษา ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นูรออาซีกิน สาและคณะ (2565) ได้ศึกษา ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในระดับมาก

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่เห็นว่าน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป โดยผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การเตรียมความพร้อมผู้เรียนครูผู้สอนจำเป็นต้องตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียนที่จำเป็นต้องใช้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาให้มีความเชี่ยวชาญ

1.2 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ในแต่ละขั้นตอนจะมีกิจกรรมที่หลากหลาย มีความจำเป็นที่ต้องใช้สื่อนวัตกรรม และเทคโนโลยีร่วมด้วยเพื่อใช้ในการสืบค้นข้อมูลในการพิจารณาวิเคราะห์ สังเคราะห์ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วยเวลาที่จำกัด ครูควรศึกษาและจัดสรรเวลาในการทำกิจกรรมให้เหมาะสม

1.3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรจัดกลุ่มความสามารถ และเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มได้เสนอความคิดเห็น เพื่อให้ นักเรียนได้แสดงความสามารถของตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ และสามารถทำชิ้นงานที่ออกมา มีคุณภาพกิจกรรมเสร็จสิ้น เพื่อเป็นการวัดความรู้หลังเรียนได้อย่างแท้จริง

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2.1 ควรศึกษาและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในระดับชั้นเรียนอื่น ๆ ในเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

2.2 ควรมีการวิจัยที่เปรียบเทียบชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอนรูปแบบอื่น ๆ

2.3 ควรมีการวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในกลุ่มวิชาที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ออกแบบ เป็นต้น

พูน ปรณ ทิโต ชีเว

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กมลฉัตร กล่อมอิม และประมะ แก้วพวง. (2559). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา. วารสารวิชาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 3(2), 27-42.
- กุศยา แสงเดช. (2545). แบบฝึกคู่มือพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์แม็ค จำกัด
- จूरिพร ธรรมาวงค์ และวิชาญ เลิศลพ. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. สืบค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2566 จาก <http://journalgrad.ssu.ac.th/index.php/5-03/article/view/425>
- จาริณี อิศรากร ณ อยุธยา. (2559). ความพึงพอใจและพฤติกรรมการบริโภคขนมไทยของลูกค้าชาวไทยในจังหวัดกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- ชนาธิป พรกุล. (2544). แคนท์ รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จาริณี เดชจินดา. (2535). ความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อศูนย์กำจัดกากอุตสาหกรรมแขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2545). เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการศึกษา หน่วยที่ 1-5. กรุงเทพฯ: สำนักเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2551). การพัฒนาคอร์สแวร์และบทเรียนบนเครือข่าย. (พิมพ์ครั้งที่ 12). มหาสารคาม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ณัฐวุฒิ พงศ์สิริ. (2560). การคิดเชิงวิจารณ์ญาณ (Critical Thinking). วารสารการบริหารคน People Magazine. 4
- ณัฐินี โมพันธ์ และคณะ. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปัตตานี : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- พิมพ์พร อุ่นแก้ว. (2562). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมีโดยใช้วิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญาที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. สกลนคร : มหาวิทยาลัย ราชภัฏสกลนคร

ทีศนา แคมมณีและคณะ. (2542). ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการปฏิรูปการศึกษาแห่งชาติ.

เผชญิ กิจระการ. (2546). “ดัชนีประสิทธิผล” เอกสารประกอบการสอน. มหาสารคาม: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เผชญิ กิจระการ. (2551). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา E1/E2 การวัดผลการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 7, 49-51.

พรทิพย์ ศิริภัทรชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร, 33(2), 49 - 56.

พลศักดิ์ แสงพรมศรี และคณะ. (2558). “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ.” ศึกษาสารศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 9(พิเศษ), 401-418.

นฤมล สุ่นสวัสดิ์ .(2549). การพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงาน : สำนักพิมพ์วันทิพย์

นัสรินทร์ บือชา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

นุชนภา ราชนิยม. (2558). การศึกษาสภาพ ปัญหา และความพร้อมของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบสะเต็มศึกษา. ในระดับประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นุรออาซีกิน สาและคณะ. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ศึกษาที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจ ต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นปีที่ 4. วารสารมหาวิทยาลัยนาริวิชาสาขานครินทร์ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. 4 (1), 42-53.

บั่งอร ผงพาน. (2538). ความพึงพอใจของผู้รับบริการต่องานบริการของโรงพยาบาลก้นทรลักษณ์

จังหวัดศรีสะเกษ. ภาคนิพนธ์พ.ม.(พัฒนาสังคม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

บำรุงศักดิ์ บุระสิทธิ์. (2548). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2*. วิทยานิพนธ์การศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2545). *นวัตกรรมการศึกษา*. เอสอาร์พริตติ้ง : กรุงเทพฯ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). *การพัฒนาการคิด*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: 9119 เทคนิคพรีนติ้ง, 2551.

ประเวศน์ มหารัตน์กุล. (2542). *การบริหารทรัพยากรมนุษย์แนวใหม่*. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ปัญญาภรณ์ อินจรรย์. (2549). *ผลการใช้ชุดกิจกรรมการสอนภาษาอังกฤษโดยใช้รูปแบบชิปปา (CIPPAMODEL) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 อำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา.

ปราณี นันทะแสน. (2560). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ระหว่างผู้เรียนที่มีแบบการเรียนรู้แตกต่างกันวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. หลักสูตรและการสอน.

พรนภา เตียสุทธิกุล และคณะ. (2561). *การวัดระดับเจตคติในการดำเนินงานด้านการสาธารณสุข*. วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 8(4), 214-225.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). *STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21*. วารสารนักบริหาร, 2 (2), 49-56.

เพ็ญพิศุทธิ เนคมานุรักษ์. (2537). *การพัฒนารูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักศึกษาครูสาขาจิตวิทยาการศึกษา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภนิดา ชัยปัญญา. (2541). *การวัดความพึงพอใจ*. กรุงเทพฯ : แสงอักษร.

ภานุวัฒน์ เปรมปรี. (2556). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบนิเวศน้ำจืด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประเทียวิทยาทาน จังหวัดสระบุรี*. วิทยานิพนธ์การศึกษา มหาวิทยาลัย (สาขาการมัธยมศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ภัทรรัตน์ แสงเดือน. (2553). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบธรรมสากัจฉา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและ*

- ความตระหนักในการรู้คิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2556). การพัฒนาเครื่องมือวัดด้านเจตพิสัยและทักษะพิสัย. นนทบุรี:มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- มนตรี จุฬวัฒน์ทล. (2556). การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและ คณิตศาสตร์ หรือ “สะเต็ม”. สมาคมครุวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 19 (มกราคม-ธันวาคม 2556),3 -14.
- มะลิวัลย์ สมศักดิ์. (2540). รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน. ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เมริกา ตรรกาทนาการ และยศวีร์ สายฟ้า. (2557). การพัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษา. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, (มกราคม-มีนาคม 2557),9(1).
- รักษพล ธารานวงศ์. (2556). รายงานสรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ STEM Education. สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2566. จาก <http://www.slideshare.net/focusphysics/stem-work>
- รัตนะ บัวสนธ์. (2552). การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ริมปีงการพิมพ์.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2546. กรุงเทพมหานคร : นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่น.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2556). ความพึงพอใจ. ในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542(หน้า 775). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์นานมีบุ๊คส์.
- วชิร ศรีคุ้ม. (2559). การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2566 จาก <https://www.slideshare.net/wawachira/stem-education-62525207>
- วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2560). เรื่องหน้ารู้เกี่ยวกับ STEM Education(สะเต็มศึกษา). (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2546). การวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สุวีริยาสาสน์
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2545). พัฒนาหลักสูตรการสอนมิติใหม่. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วิมลสิทธิ์ หรยางกรู. (2526). พฤติกรรมของมนุษย์กับสภาพแวดล้อม . กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- วิชญ ทูมมี. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้น

ประถมศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). แบบทดสอบมาตรฐานเพื่อวัดความสามารถในการคิดจากต่างประเทศ. วิทยาการด้านการคิด. 180-192. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ .

ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ. (2557). คู่มือเครือข่ายส่งเสริมศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (STEM Education Thailand and STEM Ambassadors), นิตยสาร สสวท., 42(185), 14-18.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2558). หลักสูตรอบรมศึกษานิเทศก์. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.

สะเต็มศึกษา ประเทศไทย. (2557). สะเต็มศึกษาและการออกแบบเชิงวิศวกรรม. สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2566. จาก <http://www.stemedthailand.org/?knowstem=>

สมชาย รัตนทองคำ. (2556). ทฤษฎีการเรียนรู้ ของนักการศึกษาที่นำมาใช้พัฒนาการเรียนการสอน. สืบค้นเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2566. จาก <http://www.oknation.net/>

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2565). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2551). นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

สุณัชชา เดชสุภา และคณะ. (2559). การพัฒนาชุดการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารศึกษาศาสตร์, 27(3)

สุนันทา เลานันท์. (2551). การสร้างทีมงาน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: แชนด์เมตสติ๊กเกอร์แอนด์ดีไซน์.

สุภัทรา ต้นติวิทยมาศ. (2554). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณด้วยแผนผังมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิทย์ มูลคำและ อรทัย มูลคำ. (2553). 19 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษาวิทยาศาสตร์. (2562). นโยบายยุทธศาสตร์อุดมศึกษาวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม พ.ศ. 2563-2570 และแผนด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและ

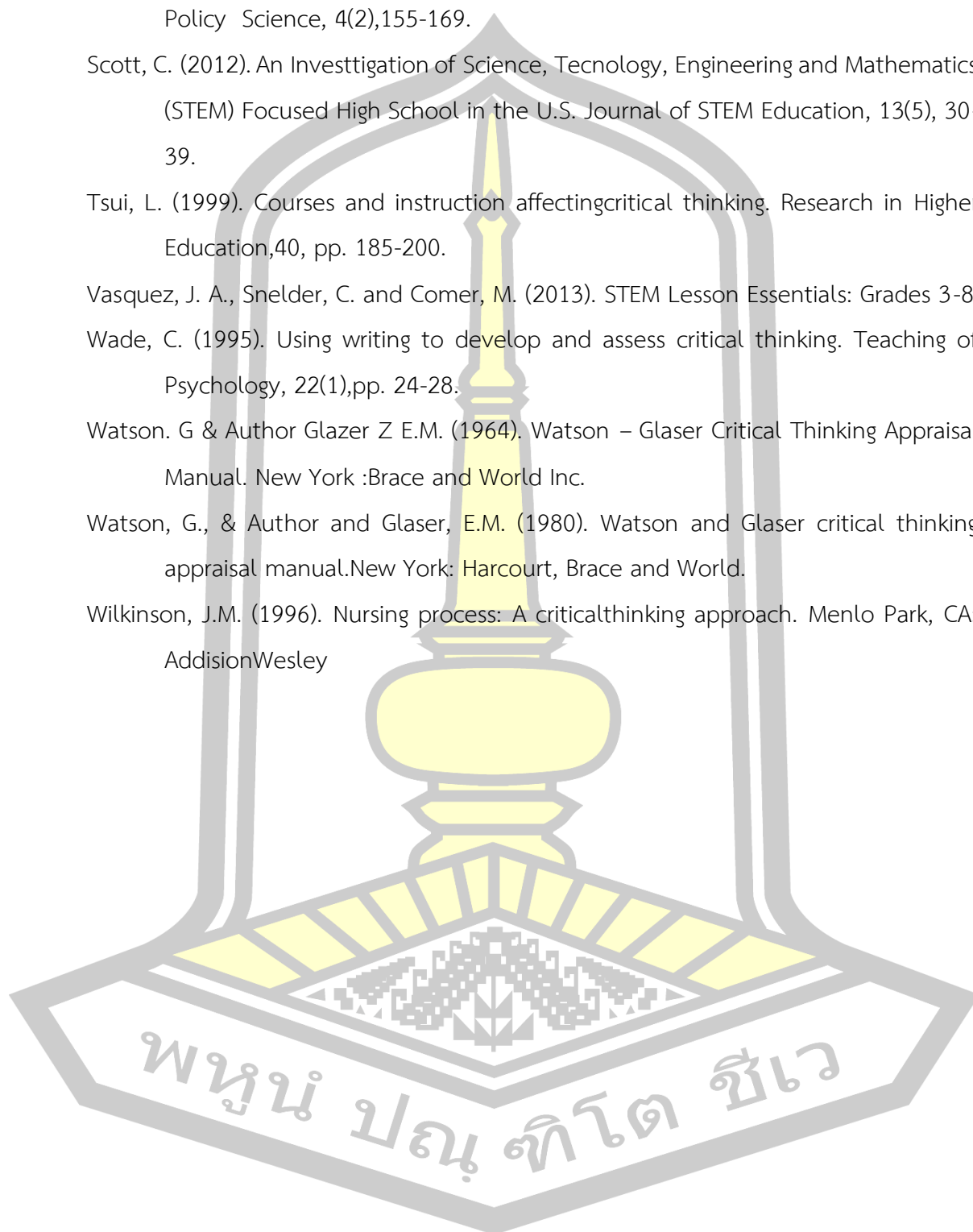
- นวัตกรรม พ.ศ. 2563-2565.สืบค้นเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2566. จาก [dhttps://backend.tsri.or.th/files/trf/2/docs/Policy_](https://backend.tsri.or.th/files/trf/2/docs/Policy_)
- สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์. (2562). นโยบายและจุดเน้นการจัดการศึกษาของ กระทรวงศึกษาธิการปีงบประมาณ 2562. สืบค้นเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2566 จาก <https://www.trueplookpanya.com/education/content/70412/-teanew->
- สำนักวิชาการ. (2559). สะเต็มศึกษา. สืบค้นเมื่อ 29 พฤษภาคม 2567. https://library2.parliament.go.th/ejournal/content_af/2559/jun2559-5.pdf.
- เสาวคนธ์ สุกุลศรี. (2560). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อาจารย์ สุวัฒน์พงษ์, (2554). กลยุทธ์การบริหารวิชาการเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียน ชั้นมัธยม. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ
- อโณทัย ใจเบอะ. (2564). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารเทคโนโลยีและการสื่อสาร
- อุทัยพรรณ สุดใจ. (2545). ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการที่มีต่อการให้บริการขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย จังหวัดชลบุรี . (วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต) . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สาขาสังคมวิทยาประยุกต์.
- อรอนงค์ เมืองคง. (2565). การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สุพรรณบุรี

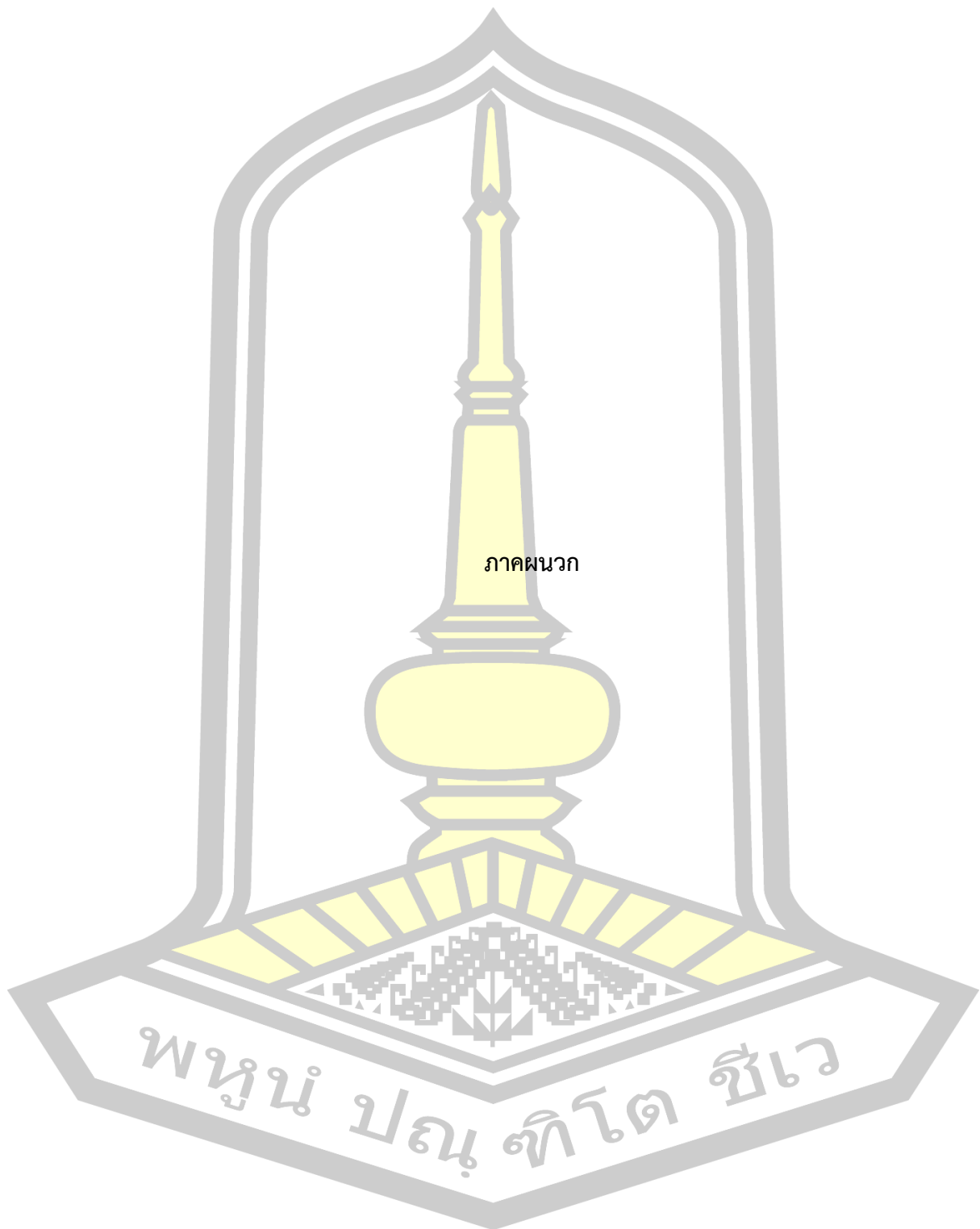
พูน ปรณ ทิโต ชีเว

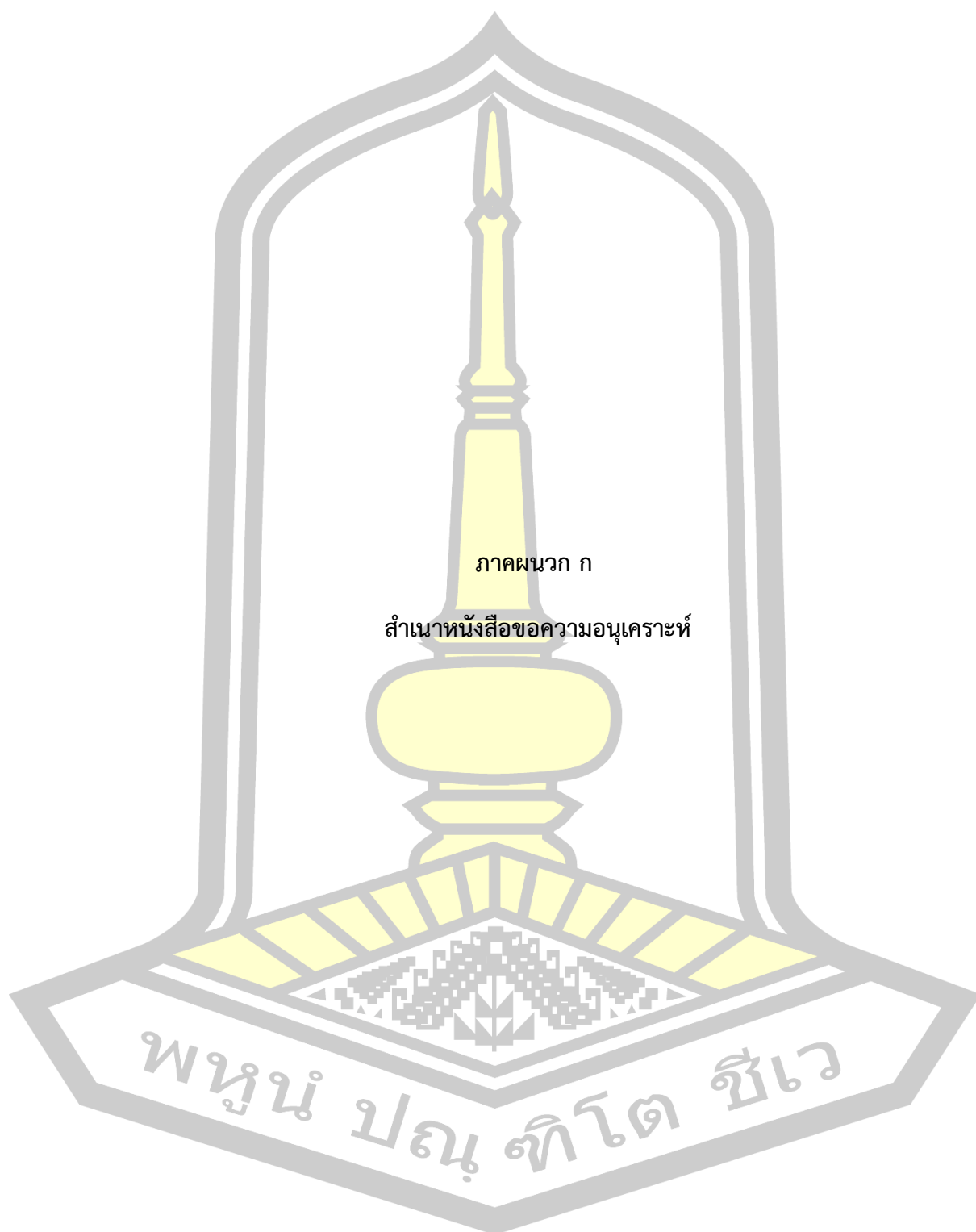
References

- Anwari, I., et al. (2015). Implementation of authentic learning and assessment through STEM education approach to Improve students metacognitive skills. K-12 STEM Education, 1(3), 123–136
- Bassham G & Author Irimin W, Nardone H, Wallace MJ. (2011). Criticalthinking .4th Ed. New York: McGraw Hill; 2011.
- 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 1973).
- Edward. M. Reeve. (2013). Implementings Science, Technology, Mathematics, and Engineering (STEM) Education in Thailand and ASEAN. A Report prepared for me the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).
- Kotler, P. (2003). Marketing Management. (11th ed). New Jersey : Prentice Hall International. Inc.
- Ennis, R.H. (1985). A logical Basic for Measuring Critical Thinking Skill, Educational Leadership. 43: 45-48.
- Feely, A.J. (1976). Argumentation and Debate : Rational Decision Making. 2d ed. Belmont : Wadsworth Publishing Co., Inc.
- Gagne, R. M. (1985). The Conditions of Learning and Theory of Instruction. New York: CBS College Publishing.
- Harnadek, A. (1998). Critical thinking book one. California, The Critical Thinking.
- Langrehr, J. (2008). Learn to think. New York, Routledge.
- Liang, W & Author Fung, D. (2023). Designing STAM Education in Small Class Teaching Environments: The Hong Kong Experience. Asin-Pacific Education.
- Marksub, V. (2012). Development of Science Learning Packages forSecondaryStudents by Utilizing the Ekkamai Science Center for Education [Master’s thesis]. SrinakharinwirotUniversity
- Marzano, R.J. (2007). The art and science of teaching.Alexandria: The Association of Supervisionand Curriculum Development.

- Rosson, M. & Author Carroll, J. (2009). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Science*, 4(2),155-169.
- Scott, C. (2012). An Investigation of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Focused High School in the U.S. *Journal of STEM Education*, 13(5), 30-39.
- Tsui, L. (1999). Courses and instruction affecting critical thinking. *Research in Higher Education*,40, pp. 185-200.
- Vasquez, J. A., Snelder, C. and Comer, M. (2013). *STEM Lesson Essentials: Grades 3-8*.
- Wade, C. (1995). Using writing to develop and assess critical thinking. *Teaching of Psychology*, 22(1),pp. 24-28.
- Watson, G & Author Glaser Z E.M. (1964). *Watson – Glaser Critical Thinking Appraisal Manual*. New York :Brace and World Inc.
- Watson, G., & Author and Glaser, E.M. (1980). *Watson and Glaser critical thinking appraisal manual*.New York: Harcourt, Brace and World.
- Wilkinson, J.M. (1996). *Nursing process: A critical thinking approach*. Menlo Park, CA: AddisonWesley









บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว345 วันที่ 26 มกราคม 2567
เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ สิงห์สีโว

ด้วย นางสาวศศิวิมล พรสิงห์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนดล ภูสีฤทธิ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้นำไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์





ที่ อว 0605.5(2)/ว345

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

26 มกราคม 2567

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.วุฒิศักดิ์ บุญแน่น

ด้วย นางสาวศศิวิมล พรสิงห์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนพล ภูสีฤทธิ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0637698686

พหุ อนุ ทิ โท ชี เว



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว485 วันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2567

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์กันยารัตน์ สอนสุภาพ

ด้วย นางสาวศศิวิมล พรสิงห์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนดล ภูสีฤทธิ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์





ที่ อว 0605.5(2) / 552

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

9 กุมภาพันธ์ 2567

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนหนองอุ่มหวายสามัคคี

ด้วย นางสาวศศิวิมล พรสิงห์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนดล ภูสีฤทธิ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ใคร่ขออนุมัติครุภัณฑ์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวศศิวิมล พรสิงห์ ทำการทดลอง ใช้เครื่องมือเพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0637698686



ที่ อว 0605.5(2)/651

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

15 กุมภาพันธ์ 2567

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านหัน

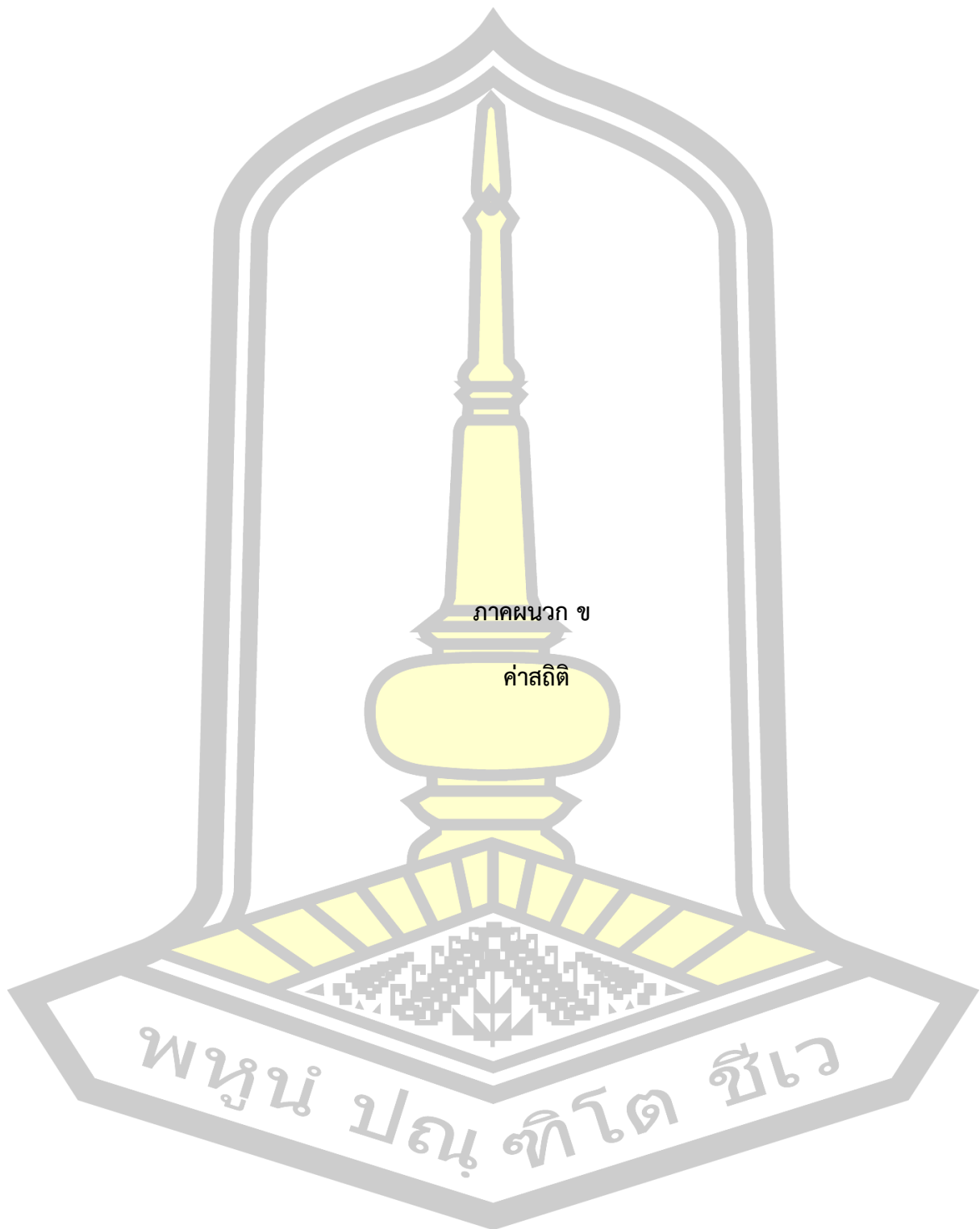
ด้วย นางสาวศศิวิมล พรสิงห์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทล ภูสีฤทธิ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้ เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางสาวศศิวิมล พรสิงห์ เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4374-3174
เบอร์โทรนิสิต 0637698686



ตาราง สรุปผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง กล้องรูเข็ม

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ผลสรุปการ ประเมิน
		1	2	3	4	5		
1	ชุดกิจกรรมมีความสอดคล้อง กับหน่วยการเรียนรู้	5	5	4	5	4	4.6	มากที่สุด
2	ชุดกิจกรรมมีองค์ประกอบ ครบถ้วน	5	5	5	3	3	4.2	มาก
3	เนื้อหาสาระสัมพันธ์กับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
4	จุดประสงค์การเรียนรู้ถูกต้อง	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
5	ใช้เวลาในการเรียนการสอน เหมาะสม	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
6	วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้จัดกิจกรรมมี ความเหมาะสม	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
7	ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/ นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา สัมพันธ์กับเนื้อหา	5	5	5	4	4	4.6	มากที่สุด
8	ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและ แนวคิดที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับ เนื้อหา	5	5	5	4	5	4.8	มากที่สุด
9	ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการ แก้ปัญหาสัมพันธ์กับเนื้อหา	5	5	5	3	4	4.4	มาก
10	ขั้นที่ 4 วางแผนและ ดำเนินการแก้ปัญหาสัมพันธ์ กับเนื้อหา	5	5	5	3	3	4.2	มาก
11	ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผล และปรับปรุงสัมพันธ์กับเนื้อหา	5	5	5	4	4	4.6	มากที่สุด
12	ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา สัมพันธ์กับเนื้อหา	5	5	5	4	4	4.6	มากที่สุด
13	การวัดและประเมินผลครบทุก	5	5	5	4	4	4.6	มากที่สุด

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ผลสรุปการ ประเมิน
		1	2	3	4	5		
	แนวคิดที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับ เนื้อหา							
9	ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการ แก้ปัญหาสัมพันธ์กับเนื้อหา	5	5	5	5	4	4.8	มากที่สุด
10	ขั้นที่ 4 วางแผนและ ดำเนินการแก้ปัญหาสัมพันธ์ กับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
11	ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผล และปรับปรุงสัมพันธ์กับเนื้อหา	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
12	ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา สัมพันธ์กับเนื้อหา	5	5	5	5	4	4.8	มากที่สุด
13	การวัดและประเมินผลครบทุก ด้าน สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
14	ใบกิจกรรมเหมาะสมกับชุด กิจกรรม เนื้อหาถูกต้อง ชัดเจน	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
15	สื่อการเรียนการสอนมีความ เหมาะสมกับชุดกิจกรรม เข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
	รวม						4.90	มากที่สุด

พหุบัณฑิต ชีวะ

ตาราง สรุปค่า IOC แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และความ
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	0	1	4	0.8	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	1	1	1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
7	1	1	1	1	0	4	0.8	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	1	1	1	1	1	5	1	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
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

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
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
31	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
32	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
33	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
34	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
35	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
36	1	1	1	1	0	5	1	ใช้ได้
37	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
38	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
39	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
40	1	1	0	1	1	5	1	ใช้ได้

หมายเหตุ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 0.60 – 1.00

ตาราง ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่า (p)	ค่า (B)	แปลผล
1	.75	.40	เลือกไว้
2	.65	.36	เลือกไว้
3	.55	.50	เลือกไว้
4	.30	.29	เลือกไว้
5	.60	.40	เลือกไว้
6	.60	.38	เลือกไว้
7	.65	.50	เลือกไว้
8	.50	.38	เลือกไว้
13	.70	.50	เลือกไว้
14	.70	.38	เลือกไว้
15	.65	.28	เลือกไว้

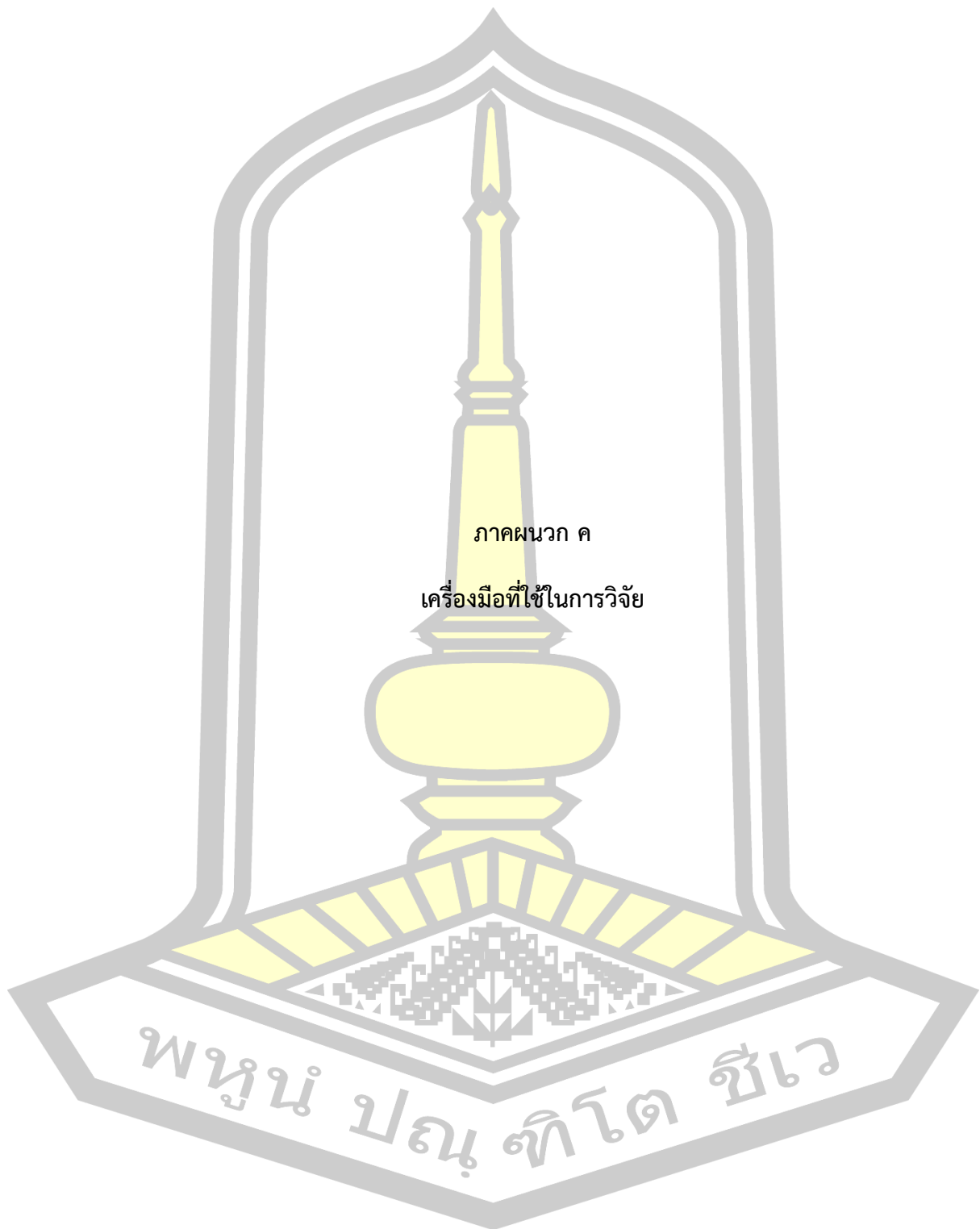
16	.45	.55	เลือกไว้
21	.65	.75	เลือกไว้
22	.50	.75	เลือกไว้
23	.50	.55	เลือกไว้
24	.60	.38	เลือกไว้
31	.65	.42	เลือกไว้
32	.45	.46	เลือกไว้
33	.45	.75	เลือกไว้
34	.70	.35	เลือกไว้

ตาราง สรุปค่า IOC แบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
2	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
3	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
4	1	1	1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
5	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
7	1	1	1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
8	1	1	1	0	1	4	0.8	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	0	0	3	0.6	ใช้ได้
14	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
16	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
18	1	1	1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
19	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
20	1	1	1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
21	1	1	1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
22	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
23	1	1	1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
24	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
25	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
27	1	1	1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
28	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
29	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
30	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
31	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
32	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
33	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
34	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
35	1	1	1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
36	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
37	1	1	1	0	0	3	0.6	ใช้ได้
38	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้
39	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
40	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้

หมายเหตุ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 0.60 – 1.00



ตัวอย่างชุดกิจกรรม

คู่มือสำหรับครู

กล้องรูเข็ม



ใช้เวลา 6 ชั่วโมง

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. สาระสำคัญ

เงาเกิดขึ้นจากการที่การปิดกั้นทางเดินของแสงโดยการกั้นของวัตถุ จะทำให้เกิดเงาปรากฏการณ์สุริยุปราคา และจันทรุปราคา เกิดขึ้นจากการที่โลก ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์โคจรมาอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน โลกหรือดวงจันทร์ ซึ่งเป็นวัตถุทึบแสงก็จะมากั้นทางเดินของแสงจากดวงอาทิตย์ ทำให้เกิดเงา

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

- นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดเงามืดและเงามัวได้(K)
- นักเรียนสามารถเขียนแผนภาพรังสีของแสง แสดงการเกิดเงามืดและเงามัวได้(P)
- นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิด และเปรียบเทียบปรากฏการณ์สุริยุปราคาและจันทรุปราคาได้(K)
- นักเรียนสามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูลได้(P)
- นักเรียนสามารถให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมได้(A)

3. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร
- ความสามารถในการคิด
- ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน



6. วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	ราคาต่อหน่วย
1	กระดาษแข็ง	12 บาท
2	กระดาษ	0.5 บาท
3	แผ่นโฟมเจอร์บรอด	12 บาท
4	กระดาษใส	2 บาท
5	กรรไกร	20 บาท
6	กระดาษล่อง	10 บาท
7	กระดาษสา	8 บาท
8	มีดคัดเตอร์	20 บาท
9	เทปใส	30 บาท
10	แปรงทาสี	20 บาท

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องพัฒนา (Problem Identification)

1. กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน

1) ครูอภิปรายสถานการณ์การเกิดปรากฏการณ์สุริยุปราคา และจันทรุปราคาในประเทศไทย

- ยกตัวอย่างเมื่อเกิดสุริยุปราคา และจันทรุปราคา
(แนวคำตอบ ตอบตามแนวคิดของตัวเอง)
- เราสามารถมองเห็นสุริยุปราคา และจันทรุปราคาได้อย่างไร
(แนวคำตอบ ตอบตามแนวคิดของตัวเอง)

2) ครูยกประเด็นเกี่ยวกับการเกิดเงา สุริยุปราคา และจันทรุปราคา ครูนำอภิปรายการทำงานของกล้องรูเข็มพร้อมกลไกการทำงานของกล้องรูเข็มมาประกอบการอภิปราย โดยใช้คำถามดังนี้

- เงาเป็นอย่างไร เกิดขึ้นได้อย่างไร
(แนวคำตอบ เงาเกิดขึ้นเมื่อมีวัตถุทึบแสง เงาเกิดจากการที่ตัวกลางทึบแสงมาขวางกั้นทางเดินของแสง โดยรูปร่างของเงาจะเป็นไปตามวัตถุที่ทึบแสง ช่วงกว้างของการเกิดเงามีตื้นเขิน ขึ้นอยู่กับขนาดของแหล่งกำเนิดแสง วัตถุทึบแสง และระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแสง กับวัตถุทึบแสงและฉากรับแสง)
- กล้องรูเข็มมีกลไกการทำงานแตกต่างจากกล้องดิจิทัลอย่างไร
(แนวคำตอบ กล้องรูเข็มใช้บันทึกภาพด้วยการปล่อยให้แสงจากวัตถุฉายผ่านรูขนาดเล็กให้ตกลงบนแผ่นฟิล์มไวแสง ไม่มีเลนส์เป็นส่วนประกอบ ส่วนกล้องดิจิทัล เป็นกล้องถ่ายรูปที่ใช้ระบบ ดิจิทัลโดยเก็บรูปภาพลงในสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เช่น เอสดีการ์ด หรือคอมแพคต์แฟลช เป็นกล้องที่เก็บบันทึกภาพโดยไม่ใช้ฟิล์ม หากแต่เป็นกล้องที่บันทึกภาพโดยอยู่ในรูปของข้อมูลดิจิทัล)
- องค์ประกอบสำคัญของกล้องรูเข็มคืออะไร
(แนวคำตอบ ไม่มีเลนส์เป็นส่วนประกอบ ใช้บันทึกภาพด้วยการปล่อยให้แสงจากวัตถุฉายผ่านรูขนาดเล็กให้ตกลงบนแผ่นฟิล์มไวแสง)

- ข้อดีของกล้องรูเข็ม

- (แนวคำตอบ ใช้ศึกษาธรรมชาติของแสงและเพื่อความปลอดภัยในการใช้ดู)

3) ครูชี้แจงประเด็นเกี่ยวกับการใช้กล้องรูเข็ม และข้อจำกัดของการใช้กล้องรูเข็ม ดังนั้น จึงต้องออกแบบกล้องรูเข็มให้ครอบคลุมต่อการใช้ให้ได้มากที่สุด

4) ครูชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรมว่านักเรียนจะได้สร้างกล้องรูเข็มให้ใช้งานได้ครอบคลุมที่สุด โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่อย่างจำกัด ครูทบทวนความรู้ที่เรียนมาแล้วเกี่ยวกับการเกิดเงา โดยใช้คำถามดังนี้

- ส่วนประกอบของกล้องรูเข็มมีอะไรบ้าง
(แนวคำตอบ กล้องทึบแสงที่เจาะรูรับแสงขนาดเล็กไว้ และแผ่นฟิล์มไวแสง หรือ ตัวรับภาพอิเล็กทรอนิกส์)
- ส่วนใดของกล้องรูเข็มที่ทำให้มองเห็นภาพ
(แนวคำตอบ กล้องทึบแสงที่เจาะรูรับแสงขนาดเล็กไว้ และแผ่นฟิล์มไวแสง)

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

11) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดแบบกล่องรูเข็ม และอธิบายการทำงาน พร้อมระบุอุปกรณ์ที่ใช้และต้นทุนที่ใช้ เพื่อคำนวณค่าใช้จ่าย แล้วให้แต่ละกลุ่มนำเสนอว่ามีปัญหาอะไร และมีแนวทางการแก้ปัญหา ปรับปรุงแก้ไขอย่างไร

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

12) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการทำงานก่อสร้างกล่องรูเข็ม จากนั้นให้สร้างกล่องรูเข็มตามที่ได้ออกแบบไว้ภายในเวลาที่กำหนด และนักเรียนทุกกลุ่มจะต้องประเมินความคุ้มค่าของวัสดุที่ได้ใช้ไป

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Testing Evaluation and Design Improvement)

13) เมื่อสร้างเสร็จแล้ว ให้แต่ละกลุ่มนำกล่องรูเข็มมาทดสอบการทำงาน หากกล่องรูเข็มมองภาพไม่ชัด หรือมองไม่เห็น ให้ปรับปรุงแก้ไข พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลการแก้ไขลงในใบกิจกรรม แล้วนำกล่องรูเข็มที่ได้รับการแก้ไขแล้วมาทดสอบอีกครั้ง จากนั้นให้นักเรียนประเมินต้นทุนที่ใช้ เพื่อประเมินชิ้นงานตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา (presentation)

14) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานในประเด็นต่อไปนี้

- กล่องรูเข็มมองเห็นชัดตามที่ต้องการหรือไม่ อย่างไร
- หลักการที่กลุ่มนำมาพิจารณา ในการสร้างกล่องรูเข็มให้มองเห็นภาพชัดที่สุด หลักการนั้นทำให้

กล่องรูเข็มให้มองเห็นภาพชัดตามที่ต้องการหรือไม่ อย่างไร

- ถ้าจะปรับปรุงแก้ไขให้กล่องรูเข็มมองเห็นภาพให้ชัดที่สุด จะทำอย่างไร

15) ครูให้นักเรียนสรุปประเด็นและความรู้ที่ได้จากการสร้างกล่องรูเข็ม โดยใช้คำถาม ดังนี้

- การมองเห็นภาพในกล่องรูเข็มเป็นอย่างไร

(แนวคำตอบ กล่องรูเข็มฉายภาพโดยการให้แสงจากตัวกล่องผ่านรูขนาดเล็ก แสงจะตกลงบนตัวรับแสงจึงทำให้มองเห็นภาพ)

- ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้กล่องรูเข็มมองเห็นภาพได้ชัดขึ้น

(แนวคำตอบ รูรับแสงที่มีขนาดเล็กจะทำให้ภาพที่ได้จะคมชัดมากยิ่งขึ้น เนื่องจากปริมาณแสงจะเข้าสู่กล่องน้อย)

การวัดและประเมินผล

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ระบุปัญหา	ระบุปัญหาได้ตรงกับหัวข้อที่กำหนด และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับปัญหาได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์	ระบุปัญหาได้ตรงกับหัวข้อที่กำหนด และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับปัญหาเป็นส่วนใหญ่	ระบุปัญหาได้ตรงกับหัวข้อที่กำหนด และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับปัญหาเป็นส่วนน้อย	ระบุปัญหาได้ไม่สมบูรณ์ และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาไม่สอดคล้องกับปัญหา
2. วิธีการแก้ปัญหา	เลือกวิธีการแก้ไขได้สอดคล้องกับปัญหา และความต้องการ สร้างได้จริง วัสดุที่เลือกใช้เหมาะสมกับชิ้นงาน	เลือกวิธีการแก้ไขได้สอดคล้องกับปัญหา และความต้องการ สร้างได้จริง วัสดุที่เลือกใช้เหมาะสมกับชิ้นงานเป็นส่วนใหญ่	เลือกวิธีการแก้ไขได้สอดคล้องกับปัญหา และความต้องการ เป็นบางส่วน สร้างได้จริง วัสดุที่เลือกใช้ไม่เหมาะสมกับชิ้นงาน	เลือกวิธีการแก้ไขไม่สอดคล้องกับปัญหา และความต้องการ เป็นบางส่วน สร้างได้จริง วัสดุที่เลือกใช้ไม่เหมาะสมกับชิ้นงานที่
3. การออกแบบ	ได้ภาพร่าง 3 มิติ สอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหา แสดงรายละเอียดรูปร่าง ความกว้าง ความยาว ความสูง ได้อย่างเหมาะสม	ได้ภาพร่าง 3 มิติ สอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหา แต่ขาดรายละเอียด รูปร่าง ความกว้าง ความยาว ความสูง	ได้ภาพร่าง 3 มิติ สอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหา เป็นบางส่วน ขาดรายละเอียด รูปร่าง ความกว้าง ความยาว ความสูง	ได้ภาพร่าง 3 มิติ ที่ไม่สอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหา
4. การวางแผนและการดำเนินงาน	สร้างชิ้นงานโดยมีการวางแผนการทำงาน และสามารถปฏิบัติงานตามกระบวนการทำงานได้อย่างเหมาะสม	สร้างชิ้นงานโดยมีการวางแผนการทำงานเป็นส่วนใหญ่ และสามารถปฏิบัติงานตามกระบวนการทำงานได้	สร้างชิ้นงานโดยไม่มีกระบวนการวางแผนการทำงาน และสามารถปฏิบัติงานตามกระบวนการทำงานได้บางส่วน	สร้างชิ้นงานโดยไม่มีกระบวนการวางแผนการทำงาน และปฏิบัติงานไม่ตามกระบวนการ

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
5. ทดสอบ และปรับปรุงแก้ไข	ใช้งาน วิธีการใช้งานได้ดี ไม่ต้องปรับปรุงแก้ไข	ใช้งาน วิธีการใช้ ต้องปรับปรุงแก้ไข จึงจะใช้งานได้ดี	ใช้งาน วิธีการใช้ ต้องปรับปรุงแก้ไขแล้ว จึงจะใช้งานได้เป็นบางส่วน	ใช้งาน วิธีการใช้ ต้องปรับปรุงแก้ไขแล้ว แต่ยังคงใช้งานไม่ได้
6. นำเสนอ	รูปแบบการนำเสนอสื่อความหมาย อธิบาย แนวคิดเรื่องการเมือง เห็นภาพของกล่อง รูเข็ม ถูกต้อง ชัดเจน ผู้อื่นเข้าใจ	รูปแบบการนำเสนอสื่อความหมาย อธิบาย แนวคิดเรื่องการเมือง เห็นภาพของกล่อง รูเข็ม ถูกต้อง ชัดเจน ผู้อื่นเข้าใจได้เป็นบางส่วน	รูปแบบการนำเสนอสื่อความหมาย อธิบาย แนวคิดเรื่องการเมือง เห็นภาพของกล่อง รูเข็ม ไม่ชัดเจน ผู้อื่นเข้าใจได้เป็นบางส่วน	รูปแบบการนำเสนอสื่อความหมาย อธิบาย แนวคิดเรื่องการเมือง เห็นภาพของกล่อง รูเข็ม ไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจน ผู้อื่นเข้าใจไม่ได้
7. ความคมชัดของกล่องรูเข็ม	สามารถมองเห็นภาพได้ และภาพมีความคมชัดที่สุด	สามารถมองเห็นภาพได้ และภาพมีความคมชัดปานกลาง	สามารถมองเห็นภาพได้ และภาพคมชัดน้อย	ไม่สามารถมองเห็นภาพได้
8. ต้นทุนในการสร้างกล่องรูเข็ม	ใช้ต้นทุนน้อยที่สุด	ใช้ต้นทุนปานกลาง	ใช้ต้นทุนมาก	ใช้ต้นทุนมากที่สุด

แบบการสังเกต

เกณฑ์การประเมินผล

คะแนนรวม 24 – 32 หมายถึง ดีมาก

คะแนนรวม 16 – 23 หมายถึง ดี

คะแนนรวม 8 – 15 หมายถึง ต้องปรับปรุง

หัวข้อ	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
1. ระบุปัญหา				
2. วิธีการแก้ปัญหา				
3. การออกแบบ				
4. การวางแผน และ การ ดำเนินงาน				
5. ทดสอบ และ ปรับปรุงแก้ไข				
6. นำเสนอ				
7. ความคมชัด ของสื่อรูขี้ผึ้ง				
8. ต้นทุนในการ สร้างสื่อรูขี้ผึ้ง				
คะแนนรวม				

กล้องจุลทรรศน์

ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 เวลา 6 ชั่วโมง

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

- นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดเงามืดและเงามัวได้(K)
- นักเรียนสามารถเขียนแผนภาพรังสีของแสง แสดงการเกิดเงามืดและเงามัวได้(P)
- นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิด และเปรียบเทียบปรากฏการณ์สุริยุปราคา และจันทรุปราคาได้(K)
- นักเรียนสามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาข้อมูลได้(P)
- นักเรียนสามารถให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมได้(A)

2. วัสดุอุปกรณ์

• กระดาษแข็ง	• กระดาษลิ่ง
• กระดาษ	• กระดาษสา
• แผ่นฟิวเจอร์บอร์ด	• มีดคัตเตอร์
• กระดาษสมุด	• เทปใส
• กรรไกร	• เทปกาว

วัสดุที่ใช้		
วัสดุที่ใช้	จำนวน	ราคารวม

วิธีการปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

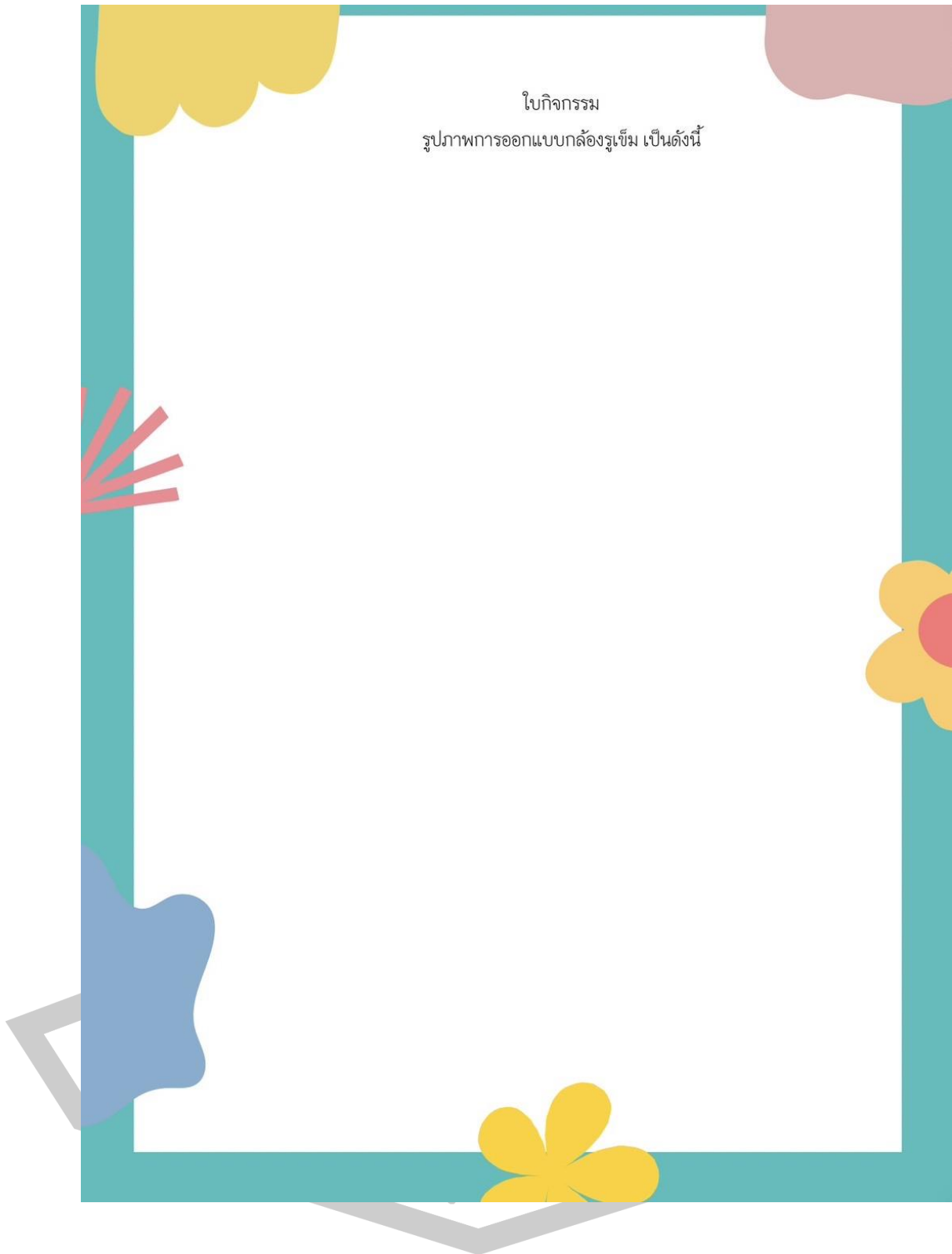
.....

3. วิธีดำเนินการกิจกรรม

1. ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นข้อมูล และศึกษาส่วนประกอบกล่องรูเข็ม ปัจจัยที่ทำให้กล่องมองเห็น ความสมดุลของตัวกล่อง แล้วนำมาอภิปรายในกลุ่ม เพื่อออกแบบกล่องรูเข็ม
2. แต่ละกลุ่มออกแบบกล่องรูเข็ม โดยมีข้อกำหนด คือ
 - ใช้งบประมาณในการสร้างกล่องรูเข็มน้อยที่สุด
 - กล่องมีความคงขั้ดที่สุด
3. นำเสนอแบบร่างกล่องรูเข็ม พร้อมวัสดุที่ใช้ พร้อมคำนวณต้นทุนที่ใช้
4. สร้างกล่องรูเข็มตามที่ได้ออกแบบไว้ ทดสอบ ปรับปรุงแก้ไขและบันทึกผล
5. คำนวณต้นทุนที่ใช้ทั้งหมด เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับประเมินชิ้นงานตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้
6. ให้แต่ละกลุ่มนำกล่องรูเข็มมาส่งแข่งขันกัน กล่องรูเข็มของกลุ่มใดมองเห็นภาพได้ชัดเจนที่สุดคือผู้ชนะ



ใบกิจกรรม
รูปภาพการออกแบบกล่องรูเข็ม เป็นดังนี้



คำถามท้ายกิจกรรม

1. อธิบายการเกิดภาพของกล้องรูเข็มเป็นอย่างไร

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

2. รูรับแสงของกล้องรูเข็ม มีผลต่อการมองเห็นภาพอย่างไร

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

3. นักเรียนคิดว่ากล้องรูเข็มรูปทรงแบบใดจึงจะมองเห็นภาพได้ชัดเจนที่สุด เพราะเหตุใด

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

4. นักเรียนใช้ความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมนี้ได้อย่างไร

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

5. นักเรียนใช้ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกิจกรรมนี้ได้อย่างไร

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

6. นักเรียนใช้อินเทอร์เน็ตในการสืบค้นเรื่องใดบ้าง

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

แบบทดสอบ

คำชี้แจง : เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ

- ก. สุริยุปราคาจะเกิดในเวลากลางวัน ช่วงวันแรม 15 ค่ำ
- ข. จันทรุปราคาจะเกิดในเวลากลางคืน ช่วงวันขึ้น 15 ค่ำ
- ค. ช้างขึ้น - ช้างแรม ใน 1 รอบ กินเวลา ประมาณ 30 วัน
- ง. ถูกทุกข้อ

2. การดูสุริยุปราคาให้ปลอดภัย ควรใช้อุปกรณ์ใด

- ก. ฟิล์มถ่ายรูปที่ใช้แล้ว
- ข. แว่นกันแดด
- ค. กระจกรมครว้น
- ง. แว่นตาสूरียะ

3. ข้อใดแสดงตำแหน่งของดวงดาวในการเกิดสุริยุปราคาได้ถูกต้อง

- ก. ดวงอาทิตย์ - ดวงจันทร์ - โลก
- ข. ดวงจันทร์ - ดวงอาทิตย์ - โลก
- ค. ดวงอาทิตย์ - โลก - ดวงจันทร์
- ง. โลก - ดวงอาทิตย์ - ดวงจันทร์

4. การเกิดจันทรุปราคาขึ้นอยู่กับสิ่งใด

- ก. ความแรงของลมสุริยะ
- ข. ความแปรปรวนของกลุ่มก๊าซในอวกาศ
- ค. ตำแหน่งของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ
- ง. ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์

5. จันทรุปราคาเต็มดวงจะเกิดในวันใด

- ก. วันขึ้น 8 ค่ำ
- ข. วันแรม 8 ค่ำ
- ค. วันขึ้น 15 ค่ำ
- ง. วันแรม 15 ค่ำ

6. ดวงจันทร์ใช้เวลาหมุนรอบตัวเองเกือบเท่ากับดวงจันทร์โคจรรอบโลกทำให้ 1 วัน บนดวงจันทร์เท่ากับที่วันบนโลก

- ก. 24 ชั่วโมงบนโลก
- ข. 15 วันบนโลก
- ค. 29 วันบนโลก
- ง. 30 วันบนโลก

7. เมื่อดวงจันทร์โคจรมายู่ในเงามืดของโลกจะเกิดปรากฏการณ์ใด

- ก. สุริยุปราคา
- ข. จันทรุปราคา
- ค. ดวงจันทร์วันเพ็ญ
- ง. ไม่เห็นดวงจันทร์ตลอดทั้งคืน

8. ข้อใดไม่ใช่ผลจากการที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก

- ก. สุริยุปราคา
- ข. จันทรุปราคา
- ค. เกิดฤดูกาล
- ง. ช้างขึ้น ช้างแรม

กลุ่ม ปณ. ที.โต ช.ง.

17. การส่งข้อมูลจากดาวเทียมมายังโลกในรูปแบบใด
- | | |
|---------------|------------------|
| ก. คลื่นแสง | ค. คลื่นไฟฟ้า |
| ข. คลื่นวิทยุ | ง. คลื่นความร้อน |
18. สถานีอวกาศนานาชาติมีจุดประสงค์หลักในด้านใด
- | | |
|-------------------------------------|---|
| ก. เป็นสถานีของยานอวกาศนานาชาติ | ข. เป็นห้องปฏิบัติการทดลองและวิจัยวิทยาศาสตร์ |
| ค. เป็นจุดศูนย์กลางการขนส่งทางอวกาศ | ง. ศูนย์กลางการควบคุมดาวเทียมนานาชาติ |
19. สิ่งใดที่มนุษย์ไม่สามารถทำได้เมื่ออยู่ในอวกาศ
- | | |
|---------|-------------------|
| ก. นอน | ข. ชั่งน้ำหนักตัว |
| ค. นั่ง | ง. อาบน้ำ |
20. หน้าที่ของยานขนส่งอวกาศคืออะไร
- | |
|--|
| ก. ขนอุปกรณ์และสัมภาระจากโลกไปยังสถานีอวกาศ |
| ข. นำดาวเทียมและยานอวกาศไปปล่อยในอวกาศ |
| ค. นำลูกเรือไปลัดเปลี่ยนการทำงานบนสถานีอวกาศ |
| ง. ถูกทุกข้อ |

พูน ปณ ทิโต ชีเว

แบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

สถานการณ์ที่ 1

ขณะที่ผู้คนในประเทศไทยกำลังกล่าวขวัญกันถึงการพบ ปลาออร์ฟิช หรือปลาพญานาค'ปลา ทะเลนํ้าลึก ว่ายขึ้นมาจากใต้ท้องทะเลลึก ระดับประมาณ 1,000 เมตร จนติดอวนชาวประมงใน จังหวัดสตูล จนเกิดความวิตกกังวลสมควรว่า จะเป็นลางบอกเหตุว่าจะเกิดภัยพิบัติแผ่นดินไหว ตาม ความเชื่อหรือไม่ แม้ไม่มีเหตุผลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มารองรับก็ตาม

1. ข้อใดเป็นประเด็นสำคัญของบทความนี้
 - ก. ผู้คนในประเทศไทย
 - ข. ปลาออร์ฟิช หรือปลาพญานาค
 - ค. ลางบอกเหตุว่าจะเกิดภัยพิบัติแผ่นดินไหว
 - ง. เหตุผลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์
2. จากบทความดังกล่าว ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง
 - ก. ความเชื่อมีความน่าเชื่อถือแม้ไม่มีเหตุผลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มารองรับ
 - ข. ปลาพญานาคเป็นปลาทะเลน้ำลึก
 - ค. ปลาทะเลน้ำลึก ว่ายขึ้นมาจากใต้ท้องทะเลลึก ระดับประมาณ 1,000 เมตร
 - ง. พบปลาพญานาคในประเทศไทย
3. ข้อใดคือสรุปของบทความนี้ได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. ปลาออร์ฟิช หรือปลาพญานาคเป็นเหตุทำให้เกิดแผ่นดินไหว
 - ข. ความเชื่อที่น่าเชื่อถือมากกว่าเหตุผลทางวิทยาศาสตร์
 - ค. ปลาพญานาคเป็นปลาทะเลน้ำลึก
 - ง. ปลาพญานาคเป็นปลาทะเลน้ำลึกปลาออร์ฟิชหรือปลาพญานาค ว่ายขึ้นมาจากใต้ท้องทะเลลึก เกิดความวิตกว่าจะเกิดภัยพิบัติ

สถานการณ์ที่ 2

มาตรการแก้ไขปัญหามลพิษ PM 2.5 ปี 2567 อย่างต่อเนื่อง โดยกำหนดพื้นที่มุ่งเป้า 11 ป่า อนุรักษ์ 10 ป่าสงวน พื้นที่เกษตรเผาไหม้ซ้ำซาก และการควบคุมฝุ่นละอองในเขตเมืองที่เป็นการ ควบคุมที่ต้นตอของฝุ่น ขณะนี้ได้ปรับกลยุทธ์การสื่อสารด้วยการให้ข้อมูลที่ชัดเจน ตรงประเด็น กลไก การบริหารจัดการด้วยการจัดตั้งศูนย์สื่อสารการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศจะสื่อสาร แจ้งเตือน

สถานการณ์ฝุ่น และแนะนำการปฏิบัติตนแก่ประชาชน ซึ่งเป่าต้นตอหรือแหล่งกำเนิดฝุ่นของพื้นที่ เช่น การเผาในพื้นที่ป่า นาข้าว อ้อย ข้าวโพด

4. ข้อใดเป็นประเด็นสำคัญของบทความนี้
 - ก. การแก้ปัญหาฝุ่น PM2.5 ในประเทศไทย
 - ข. พื้นที่เกษตรเผาไหม้ซ้ำซาก
 - ค. การควบคุมฝุ่นละอองในเขตเมืองที่เป็นการควบคุมที่ต้นตอของฝุ่น
 - ง. ภัยของฝุ่น PM2.5 ในประเทศไทย
5. ข้อใดคือข้อเท็จจริง
 - ก. มาตรการแก้ไขปัญหาฝุ่น PM2.5 มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา
 - ข. การควบคุมฝุ่นละอองในเขตเมืองควรเริ่มจากการควบคุมที่ต้นตอของฝุ่น
 - ค. ปัญหาฝุ่นละอองสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา
 - ง. ปัญหาฝุ่นละอองไม่สามารถแก้ปัญหาได้
6. ข้อใดเป็นข้อสรุปของบทความนี้
 - ก. การแก้ไขปัญหาฝุ่น เกิดจากการเผาไหม้ทางการเกษตรซ้ำซาก
 - ข. การควบคุมฝุ่นละอองในเขตเมืองที่เป็นการควบคุมที่ต้นตอของฝุ่น
 - ค. แจ้งเตือนสถานการณ์ฝุ่นเป็นการแนะนำให้ประชาชนตระหนักถึงสถานการณ์ฝุ่นในปัจจุบัน
 - ง. การแก้ไขปัญหาฝุ่นจะต้องทำที่ต้นตอ และต้องมีความต่อเนื่องกัน

สถานการณ์ที่ 3

ฝนดาวตกเจมินิดส์ หรือฝนดาวตกกลุ่มดาวคนคู่ จะเกิดในช่วงระหว่างวันที่ 4 - 20 ธ.ค. ของทุกปี มีศูนย์กลางการกระจายบริเวณกลุ่มดาวคนคู่ เกิดจากโลกเคลื่อนผ่านสายธารของเศษหิน และฝุ่น ขนาดน้อยใหญ่ที่ดาวเคราะห์น้อย 3200 เฟธอน หลงเหลือทิ้งไว้เมื่อครั้งเคลื่อนผ่านเข้ามาในระบบสุริยะชั้นใน แรงโน้มถ่วงของโลกจะดึงดูดเศษหินและฝุ่นเหล่านั้นเข้ามาในชั้นบรรยากาศ เกิดการเสียดสีและเผาไหม้ ปรากฏให้ผู้สังเกตการณ์บนโลกเห็นเป็นลำแสงคล้ายลูกไฟสว่างวาบเคลื่อนผ่านท้องฟ้า

7. ข้อใดเป็นประเด็นสำคัญของบทความนี้
 - ก. ฝนดาวตกเป็นการเสียดสีและเผาไหม้ของดวงดาว ทำให้สังเกตการณ์เห็นเป็นลำแสงคล้ายลูกไฟ
 - ข. ฝนดาวตกมีศูนย์กลางอยู่บนกลุ่มดาวคนคู่
 - ค. ปรากฏการณ์ฝนดาวตกกลุ่มดาวคนคู่
 - ง. ฝนดาวตก เกิดขึ้นในช่วงเดือนธันวาคมของทุกปี
8. จากบทความดังกล่าว ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง
 - ก. ฝนดาวตกคือกลุ่มดาวคนคู่ที่ตกลงสู่โลก

- ข. ฝนดาวตก เกิดขึ้นในช่วงเดือนธันวาคม
 - ค. เรามองเห็นฝนดาวตกเป็นลำแสง ลูกไฟสว่างวาบ
 - ง. แรงแม่เหล็กของโลกจะดึงดูดเศษหินและฝุ่นข้อใดเป็นข้อเท็จจริง
9. ข้อใดคือข้อสรุปของบทความนี้
- ก. ฝนดาวตกเกิดจากเศษหินและฝุ่น
 - ข. ฝนดาวตกเป็นกลุ่มดาวที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์
 - ค. ฝนดาวตกมากจะทำให้เกิดฝนดีทั้งปี
 - ง. ฝนดาวตกเกิดจากก้อนอุกกาบาตยักษ์

สถานการณ์ที่ 4

กรมอุตุนิยมวิทยาสหรัฐฯ เผยว่า เกิดลมแรงและคลื่นสูง 12 เมตร ชัดชายฝั่งในบางพื้นที่ และอาจเกิดน้ำท่วมชายฝั่ง บริเวณชายฝั่งส่วนใหญ่ ตั้งแต่ทางเหนือของซานดิเอโก จนถึงบริเวณอ่าวซานฟรานซิสโก โดยทางกรมอุตุนิยมวิทยา ได้ประกาศเตือนให้ระวังคลื่นสูงเมื่อวานนี้ ตามเวลาท้องถิ่น พร้อมรายงานว่าจะมีคลื่นลูกใหญ่ และฝนตกหนักอีกภายในวันนี้ ทั้งนี้ เหตุุน้ำท่วมดังกล่าวเกิดจากพายุมรสุมในมหาสมุทรแปซิฟิก ส่งผลให้เกิดฝนตกหนักในพื้นที่ใกล้เคียงอีกด้วย

10. ข้อใดเป็นประเด็นสำคัญของบทความนี้
- ก. พายุมรสุมในมหาสมุทรแปซิฟิกทำให้เกิดฝนตกหนัก และน้ำท่วม
 - ข. การประกาศเตือนคลื่นสูง
 - ค. เกิดน้ำท่วมบริเวณชายฝั่งเป็นส่วนใหญ่
 - ง. ลมแรงและคลื่นสูงชัดชายฝั่ง และฝนตกหนัก ทำให้เกิดน้ำท่วม
11. จากบทความดังกล่าว ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง
- ก. เหตุุน้ำท่วมเกิดจากพายุมรสุมในมหาสมุทรแปซิฟิก
 - ข. ฝนตกหนักในพื้นที่ใกล้เคียงมหาสมุทรแปซิฟิก
 - ค. เกิดลมแรงและคลื่นสูง 12 เมตร ชัดชายฝั่ง
 - ง. เกิดคลื่นยักษ์ส่งผ่านทะเลทั่วโลก
12. ข้อใดคือข้อสรุปของบทความนี้
- ก. จะมีคลื่นลูกใหญ่ และฝนตกหนักอีกภายในวันนี้
 - ข. เกิดน้ำท่วมชายฝั่งและบริเวณข้างเคียง เกิดจากพายุมรสุมในมหาสมุทรแปซิฟิก
 - ค. เกิดลมแรงและคลื่นสูง 12 เมตร
 - ง. ประกาศเตือนให้ระวังคลื่นสูงเมื่อวานนี้

สถานการณ์ที่ 5

ผู้ป่วยที่มีภาวะรุนแรงอาจต้องพบแพทย์หรือนักกายภาพบำบัด ที่คอยวางแผนกิจกรรมในชีวิตประจำวัน โดยการฝึกกินอาหาร การออกกำลังกาย ซึ่งผู้เชี่ยวชาญจะพิจารณาตามปัจจัยของคนที่ใช้แต่ละบุคคล เช่น ค่าดัชนีมวลสาร ประวัติความเจ็บป่วย ธรรมเนียม และพฤติกรรมบริโภคอาหาร ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอาหารเจริญเติบโตมากยิ่งขึ้น ผู้คนสามารถเลือกบริโภคได้หลากหลาย แต่ถ้าหากไปรับประทานจำพวกมันฝรั่งทอด เนื้อสัตว์แปรรูป ข้าวกล่องแช่แข็ง บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป และน้ำอัดลม จะมีความเสี่ยงขาดสารอาหาร เพราะ สิ่งเหล่านี้มีวิตามิน โปรตีน โยอาหารน้อย

13. ข้อใดเป็นประเด็นสำคัญของบทความนี้

- ก. อาหารที่มีประโยชน์
- ข. อาหารที่ทำให้เกิดโทษแก่ร่างกาย
- ค. โรคขาดสารอาหาร
- ง. การบริโภคตามปัจจัยของผู้บริโภค

14. จากบทความดังกล่าว ข้อใดเป็นข้อคิดเห็น

- ก. ฝรั่งทอด เนื้อสัตว์แปรรูป ข้าวกล่องแช่แข็ง บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป และน้ำอัดลมจะมีความเสี่ยงทำให้ขาดสารอาหาร
- ข. ธรรมเนียมมีผลต่อร่างกายของผู้ป่วย
- ค. พฤติกรรมบริโภคอาหารมีผลทำให้เกิดโรคขาดสารอาหาร
- ง. อุตสาหกรรมอาหารเจริญเติบโตมากยิ่งขึ้น ผู้คนสามารถเลือกบริโภคได้หลากหลาย

15. ข้อใดคือข้อสรุปของบทความนี้

- ก. อาหารแปรรูปทุกอย่างมีอันตราย
- ข. โรคขาดสารอาหารสามารถเกิดขึ้นได้กับทุกคน
- ค. การรับประทานอาหารที่ดีจะทำให้หายจากโรคได้
- ง. การรับประทานอาหาร มีความเสี่ยงทำให้เกิดโรค

สถานการณ์ที่ 6

ชายหาดพัทยา ซึ่งตั้งอยู่อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี ตลอดเส้นทางชายหาด จะเต็มไปด้วยบรรดานักท่องเที่ยว ทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ จับจองเปลตามริมชายหาด เพื่อนอนพักผ่อนสบาย ๆ หลายคนใช้เวลาอยู่นานสองนาน เพื่อให้ได้สัมผัสกับธรรมชาติที่สวยงาม นั่นอาจเป็นเพราะการได้พักผ่อนท่ามกลางทะเล คือการพักผ่อนอย่างหนึ่ง ที่สามารถปล่อยใจ ปล่อยความคิดให้ลอยละล่องไป ซึ่งจะทำให้นักท่องเที่ยวรู้สึกดีกับการมาเที่ยวในรูปแบบนี้

16. ข้อใดเป็นประเด็นสำคัญของบทความนี้
- การพักผ่อน
 - ชายหาดพัทยา
 - นักท่องเที่ยว
 - การพักผ่อน
17. จากบทความดังกล่าว ข้อใดเป็นข้อคิดเห็น
- นักท่องเที่ยวจำนวนมากที่ชายหาดพัทยา
 - ชายหาดในประเทศไทยเป็นที่นิยมของนักท่องเที่ยว
 - การพักผ่อนท่ามกลางชายหาด
 - นักท่องเที่ยวต่างชาติชอบชายหาดพัทยา
18. ข้อใดคือข้อสรุปของบทความนี้
- การสัมผัสธรรมชาติชายทะเล
 - หลายคนใช้เวลาอยู่กับทะเล
 - ชายหาดพัทยาเต็มไปด้วยนักท่องเที่ยว
 - ความสบายใจเมื่อได้เที่ยวทะเล

สถานการณ์ที่ 7

วิกฤตสภาพภูมิอากาศนี้เองทำให้ปีที่ผ่านมาหลายประเทศเผชิญกับหายนะทางสภาพอากาศ และภัยพิบัติที่รุนแรง เช่น น้ำท่วมในตอนเหนือของอินเดีย สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น สเปน เกาหลีใต้ บราซิลรวมทั้งในภาคใต้ของไทยเมื่อเดือนธันวาคมที่ผ่านมา นอกจากนี้ยังมีคลื่นความร้อนในจีน และไฟป่าในแคนาดาอย่างไรก็ดี แม้ว่าจะมีนักกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมทั่วโลกออกมาแสดงเจตจำนงถึงความต้องการให้ผู้นำแต่ละประเทศต้องลงมือแก้ไขวิกฤตนี้อย่างเร่งด่วน แต่ผู้ก่อมลพิษหลักที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณมหาศาลยังไม่ดำเนินการตามมาตรการของรัฐบาลทั้งหมด

19. ข้อใดเป็นประเด็นสำคัญของบทความนี้
- ภูมิอากาศ
 - หายนะทางสภาพอากาศ
 - คลื่นความร้อน
 - ก๊าซเรือนกระจก
20. ข้อใดเป็นข้อเท็จจริง
- ภัยพิบัติที่รุนแรงเกิดจากฝีมือของมนุษย์
 - ก๊าซเรือนกระจกสามารถจัดงานได้

ค. ก๊าซเรือนกระจกทำให้เกิดหายนะได้

ง. ผู้ปล่อยมลพิษไม่ดำเนินการตามมาตรการของรัฐบาล

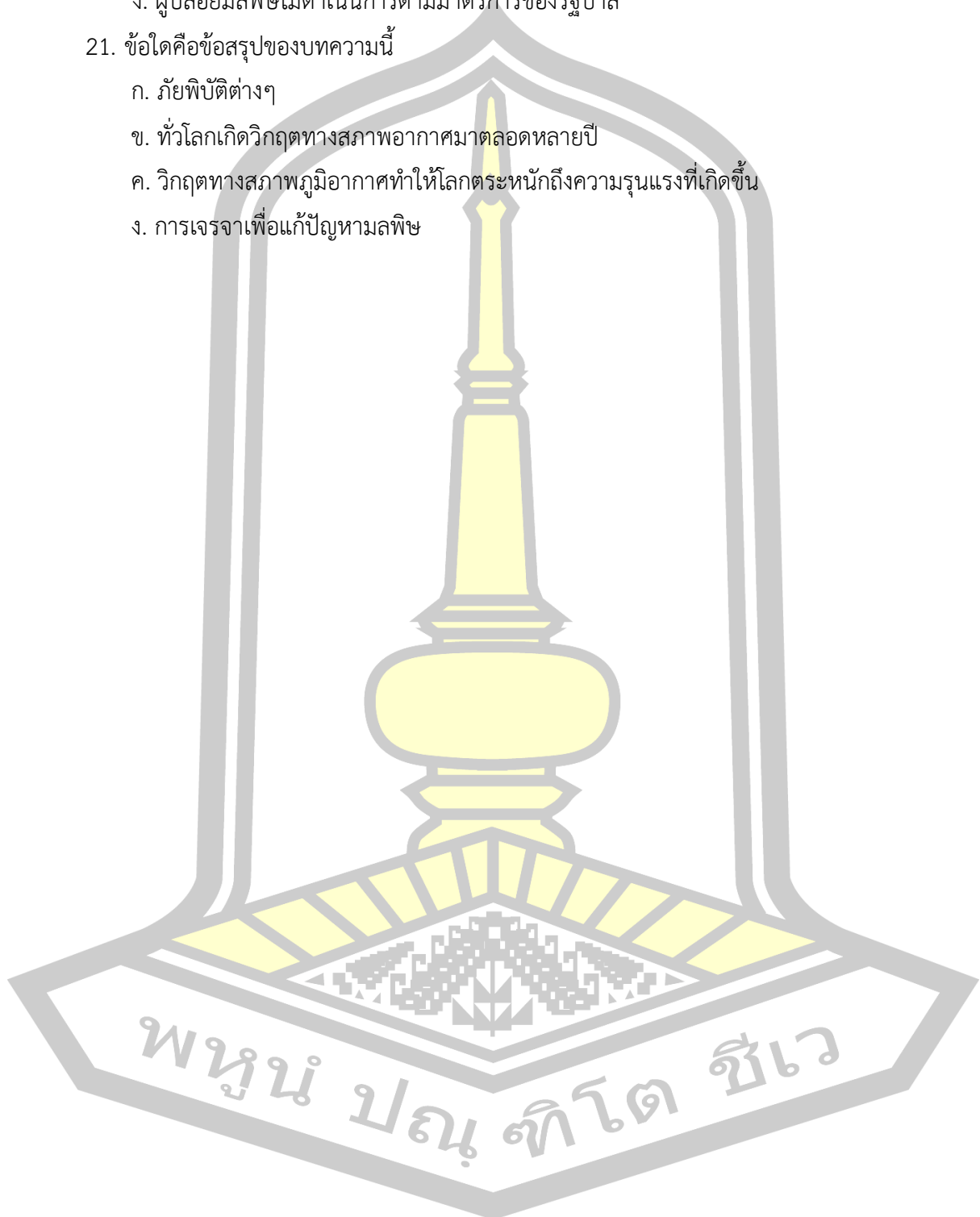
21. ข้อใดคือข้อสรุปของบทความนี้

ก. ภัยพิบัติต่างๆ

ข. ทั่วโลกเกิดวิกฤตทางสภาพอากาศมาตลอดหลายปี

ค. วิกฤตทางสภาพภูมิอากาศทำให้โลกตระหนักถึงความรุนแรงที่เกิดขึ้น

ง. การเจรจาเพื่อแก้ปัญหามลพิษ



แบบประเมินความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

คำชี้แจง

แบบประเมินความพึงพอใจนี้สร้างขึ้นมาเพื่อถามความรู้สึกพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาโดยการประเมินนี้ไม่มีผลต่อคะแนนแต่อย่างใด ซึ่งมีเกณฑ์อยู่ 5 ระดับ ได้แก่

- 5 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
- 4 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมาก
- 3 คะแนน หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อย
- 1 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

กิจกรรม		ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านการเพิ่มพูนความรู้						
1	ท่านมีความรู้และความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และการออกแบบเพิ่มขึ้น					
2	อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมมีความเหมาะสม สามารถทำให้ท่านทำงานสำเร็จลุล่วงได้					
ด้านการเป็นที่ยอมรับ						
3	ความคิดเห็นของท่านเป็นที่ยอมรับในกลุ่ม					
4	ท่านมีโอกาสตั้งคำถาม และตอบคำถามได้อย่างอิสระ					
5	ท่านมีความคิดสร้างสรรค์ในการทำงาน					
ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น						
6	ท่านสามารถทำงานร่วมกันในกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ					
7	ท่านได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่ต่างๆ ภายในกลุ่มของท่าน					
8	ท่านได้ปฏิบัติงานที่เหมาะสมกับความสามารถของตนเอง					
ด้านความรับผิดชอบในการทำงานให้สำเร็จลุล่วง						

กิจกรรม		ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
9	ท่านสามารถทำงานที่ได้รับมอบหมายให้ประสบผลสำเร็จได้ ทันเวลาที่กำหนด					
10	แม้จะมีความขัดแย้งเกิดขึ้นระหว่างท่านกับเพื่อนในกลุ่ม แต่ใน ท้ายสุดก็จะมีกระบวนการประสานงานเพื่อประโยชน์ร่วมกัน					

ข้อเสนอแนะ

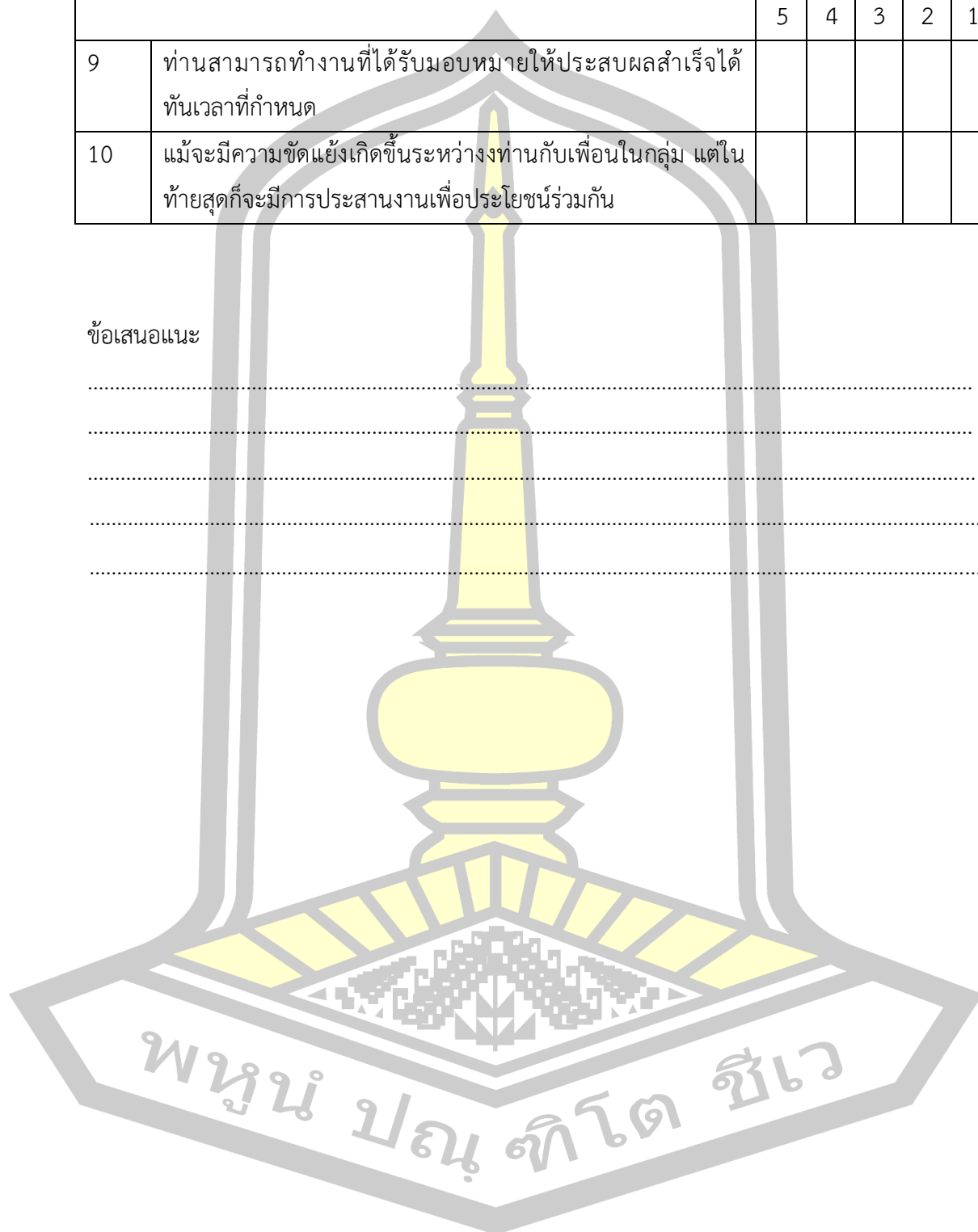
.....

.....

.....

.....

.....



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	ศศิวิมล พรสิงห์
วันเกิด	18 พฤษภาคม 2539
สถานที่เกิด	เมืองมหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	60 หมู่ 5 บ้านทัน ตำบลนาสีนวน อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2557 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2563 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2567 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม) สาขาวิชาหลักสูตรและ การสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนุ่ ปณุ่ ทีโตะ ชีเว