

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์  
เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ปิยวรรณ ทศกาญจน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาหลักสูตรและการสอน วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

พ.ศ. 2561

**Integrated STEM Education Learn Management on Weather  
Forecasting House to Enhance Learning and Product Creating Skills  
of 7th Grade Students**

**Piyawan Thodsagarn**



**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Education  
Department of Curriculum and Instruction  
College of Education Science, Dhurakij Pundit University  
2018**

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ชื่อผู้เขียน	ปิยวรรณ ทศกาญจน์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.ธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
ปีการศึกษา	2560

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ใน 3 ด้าน คือ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน และทักษะการสื่อสารและความร่วมมือก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนการเคหะท่าทราย สังกัดสำนักงานเขตหลักสี่ กรุงเทพมหานครที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ แบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ แบบประเมินการออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน แบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ และแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ แบบแผนการทดลองเป็นแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน และการทดสอบค่าที่

#### ผลการวิจัยพบว่า

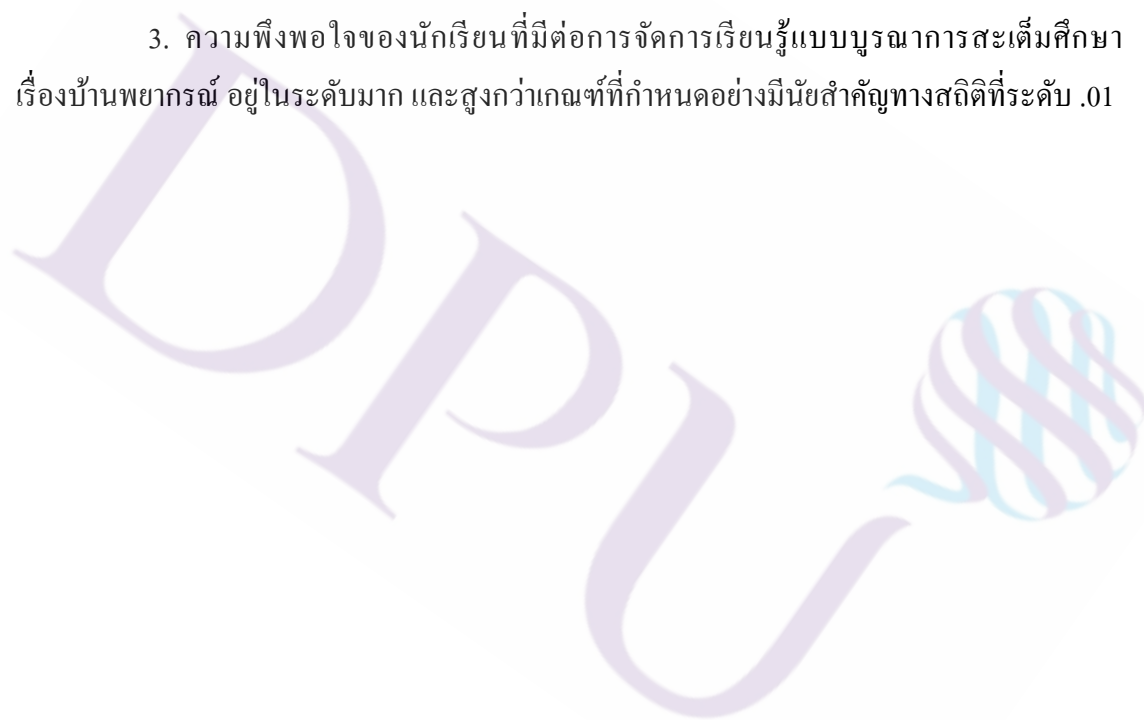
1. ความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยพิจารณา 3 ด้านคือ

2.1 ทักษะการแก้ปัญหาหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้าน พยากรณ์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 ทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังการจัดการเรียนรู้แบบ บูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้าน พยากรณ์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

2.3 ทักษะการสื่อสารและความร่วมมือหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ สะเต็มศึกษา เรื่องบ้าน พยากรณ์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้าน พยากรณ์ อยู่ในระดับมาก และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



Thesis Title	Integrated STEM Education Learn Management on Weather Forecasting House to Enhance Learning and Product Creating Skills of 7th Grade Students
Author	Piyawan Thodsagarn
Thesis Advisor	Dr. Thunyakorn Chuaytukpuan
Department	Curriculum and Instructions
Academic Year	2017

### ABSTRACT

The purposes of this research were: 1) to compare the knowledge and comprehension between pre and post integrated STEM Education learn management; 2) to compare learning and product creating skills in three topics; problem solving skills, creative thinking and product creating skills, and communication and collaboration skills between pre and post integrated STEM Education learn management; and 3) to study the student satisfaction to towards in integrated STEM Education learn management. The sampling group of this study consisted a class of 32 students studying in the second semester in academic year 2017 of 7th Grade students of Kankheha Thasai school under Lak Si District office, Bangkok by cluster random sampling. The research instruments consisted of integrated STEM Education learn management in learning plan, knowledge and comprehension test, problem solving skills test, problem solving skills trend evaluation, creative thinking test, design and product creating trend evaluation, communication and collaboration skills test and the student satisfaction towards in integrated STEM Education learn management on weather forecasting house evaluation papers. This research is one group pre-test, post-test design. The tools for data analysis were basic statistics, t-test dependent sample, one sample t-test.

The results of found that

1. The knowledge and comprehension result of the student after learning by STEM education on weather forecasting house was undertaken were higher at the statistical significance at .01 level.

2. The learning and product creating skills result of the student after integrated STEM Education learn management on weather forecasting house was undertaken were higher at the statistical significance at .01 level by consider three topics;

2.1 The problem solving skills after integrated STEM Education learn management on weather forecasting house was undertaken were higher at the statistical significance at .01 level.

2.2 The creative Thinking and product creating skills after integrated STEM Education learn management on weather forecasting house was undertaken were higher at the statistical significance at .01 level.

2.3 The communication and collaboration skills after integrated STEM Education learn management on weather forecasting house was undertaken were higher at the statistical significance at .01 level.

3. The student satisfaction on integrated STEM Education learn management on weather forecasting house was a high level and higher than the standard at the statistical significance at .01 level.

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนร่วมต่อความสำเร็จของวิทยานิพนธ์เรื่อง “การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1” ดังนี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.ธัญยากร ช่วยทุกข์เพื่อน สำหรับการทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จสมบูรณ์ อาจารย์มีความทุ่มเทให้กับงานของผู้วิจัยเป็นอย่างมาก ทั้งการเสียสละเวลาของอาจารย์ในการตรวจงานวิจัย ให้คำปรึกษา คำแนะนำตลอดการทำวิจัย ในครั้งนี้ อาจารย์เป็นมากกว่าที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คำสอนของอาจารย์ในการดำเนินชีวิต และการทำงาน ยึดมั่นในจรรยาบรรณ ความซื่อสัตย์ ความถูกต้องดีงาม ทำให้ผู้วิจัยมีจิตวิญญาณความเป็น “ครู” ที่แน่วแน่ในการประพฤติตนที่ดีตามแบบอย่างที่ดี

ขอกราบขอบพระคุณประธานกรรมการสอบ ศ.กิตติคุณ ดร.ไพฑูรย์ สินลารัตน์และคณะกรรมการสอบร่วม รศ.ดร.ทัศนีย์ ชาติไทย และรศ.ดร.ณสรรงค์ ผลโกล สำหรับความอนุเคราะห์ในการสอบวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัย และการให้คำแนะนำเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณผศ.ดร.บุญล้อม ดั่งวิเศษ ดร.สุนิษา สาลีพวง ผศ.ดร.ธีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ ดร.ธานีวิทย์ กิตติพิงศ์ และดร.สกวรัตน์ จรุงนนทกาล สำหรับความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือทำวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัยฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณครูอัจฉรา ทองสังข์ ครูประจำวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนการเคหะท่าทราย สังกัดสำนักงานเขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร สำหรับความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยและคอยให้คำปรึกษาแก่ผู้วิจัยในการทำวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวของผู้วิจัย “แม่” นางนภสวรรค์ ทศกาญจน์ และ “พี่ชาย” นายรังสิต ทศกาญจน์ สำหรับการสนับสนุนทุนทรัพย์และคอยเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยในทุกช่วงเวลา ขอบพระคุณ “พ่อ” นายสุจิต ทศกาญจน์ ถึงแม้ว่าจะท่านจะล่วงลับไปแล้ว แต่ก็ยังเป็นกำลังใจสำคัญของผู้วิจัยเสมอมา ครอบครัวเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท หลักสูตรและการสอน วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตในครั้งนี้

ปิยวรรณ ทศกาญจน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	๘
กิตติกรรมประกาศ .....	๙
สารบัญ .....	๙
สารบัญตาราง .....	๑๐
สารบัญภาพประกอบ .....	๑๑
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	4
1.3 สมมติฐานของการวิจัย .....	4
1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ .....	7
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
2.1 การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา.....	12
2.2 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม .....	26
2.3 ความพึงพอใจ.....	66
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	71
3 ระเบียบวิธีวิจัย .....	78
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	78
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	79
3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	81
3.4 รูปแบบการวิจัย .....	89
3.5 การดำเนินการวิจัย .....	90
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล .....	91



สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	92
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	96
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	96
4.2 ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ .....	97
4.3 ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ ชิ้นงานของ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ .....	97
4.4 ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ .....	110
5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ .....	111
5.1 สรุปผลการวิจัย .....	113
5.2 อภิปรายผลการวิจัย .....	113
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	118
บรรณานุกรม .....	120
ภาคผนวก .....	134
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ .....	135
ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือ .....	141
ภาคผนวก ค ภาพกิจกรรมการเรียนรู้ .....	181
ภาคผนวก ง การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	187
ประวัติผู้เขียน .....	220

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 แบบแผนการทดลอง .....	92
4.1 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์.....	97
4.2 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหา ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ .....	98
4.3 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์.....	102
4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ .	109
4.5 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจที่มีต่อ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ โดยเทียบกับเกณฑ์...110	

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	5
4.1 ชั้นที่ 1 การตั้งปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	99
4.2 ชั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	99
4.3 ชั้นที่ 3 การเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	100
4.4 ชั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผน การจัดการเรียนรู้.....	100
4.5 พัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	101
4.6 ข้อที่ 1 การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการ ออกแบบทางวิศวกรรมของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	103
4.7 ข้อที่ 2 ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	104
4.8 ข้อที่ 2.1 ความคิดคล่องตัวของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	104
4.9 ข้อที่ 2.2 ความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	105
4.10 ข้อที่ 2.3 ความคิดริเริ่มของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	105
4.11 ข้อที่ 2.4 ความคิดละเอียดลออของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	106
4.12 ข้อที่ 3 ความสำเร็จของงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	107
4.13 ข้อที่ 4 ประสิทธิภาพของงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	107
4.14 คะแนนรวมของการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	108

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดเป็นเหตุเป็นผล สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน มีความคิดสร้างสรรค์ รวมถึงสามารถวางแผนและตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ยังทำให้เกิดการพัฒนาด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆอย่างไม่หยุดยั้ง ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจและการแข่งขันกับนานาประเทศได้ จึงกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge-Based Society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นและสามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (สุพรรณิ ชาญประเสริฐ, 2557)

จากสังคมโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการสื่อสาร รวมถึงการแข่งขันทางเศรษฐกิจ ทำให้ทุกประเทศจะต้องเร่งพัฒนาคุณภาพของประชากรให้มีคุณภาพที่สูงขึ้น เพื่อที่จะสามารถดำรงชีวิตและแข่งขันกับในตลาดแรงงานได้ การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันจึงจะต้องพัฒนานักเรียนในศตวรรษที่ 21 ให้มีความพร้อมทั้งด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ความก้าวหน้าต่อเทคโนโลยีสารสนเทศ รวมถึงทักษะชีวิตและอาชีพที่สามารถปรับตัวและยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกได้ ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 สาระวิชามีความสำคัญ แต่ไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้เพื่อดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ปัจจุบันการเรียนรู้สาระวิชา ควรเป็นการเรียนจากการค้นคว้าของนักเรียนเอง โดยมีครูช่วยแนะนำ (Coach) ช่วยออกแบบกิจกรรม รวมถึงการอำนวยความสะดวกให้นักเรียน (Facilitator) ในการเรียนการสอน การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน และทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ ซึ่งทักษะเหล่านี้ครูสามารถฝึกฝนให้แก่เด็กนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ได้ (วิจารณ์ พานิช, 2555)

กระทรวงศึกษาธิการมีการปรับปรุงแก้ไขการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์มาโดยตลอด แต่พบว่าการปฏิรูปการศึกษายังไม่เป็นผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายเท่าที่ควร ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนของไทย ยังเน้นการสอนที่เป็นแบบการท่องจำ (Passive Learning) ทำให้นักเรียนขาดทักษะในการเรียนรู้ และการสร้างสรรค์ชิ้นงานใหม่ๆ เช่น ทักษะในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ รวมถึงการสื่อสารและความร่วมมือ จะเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนที่เน้นแบบบรรยาย ส่งผลให้นักเรียนไม่ได้ฝึกฝนการใช้ทักษะในการค้นคว้าข้อมูล การเรียนรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนขาดการแสดงออกทางความคิด ความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ จนเป็นเหตุให้นักเรียนนิยมการเลียนแบบ และคล้อยตามความคิดเห็นของผู้อื่น (ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์, 2546) จากที่กล่าวมา มีความสอดคล้องกับผลการทดสอบของโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Program for International Student Assessment หรือ PISA) พบว่าในปีพ.ศ. 2558 ผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในภาพรวมทั้งประเทศ มีนักเรียนที่สามารถตอบข้อสอบวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงร้อยละ 36.1 ซึ่งมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2555 และผลการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในปีพ.ศ. 2558 พบว่านักเรียนสามารถทำข้อสอบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้ถูกต้องเพียงร้อยละ 45.1 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) ทั้งนี้การศึกษาในศตวรรษที่ 21 จึงควรเป็นการส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงานที่เน้นนักเรียนมีส่วนร่วมและได้ลงมือปฏิบัติด้วยตัวของตัวเอง (Active Learning) ซึ่งการเรียนการสอนแบบลงมือปฏิบัติ ทำให้นักเรียนแสวงหาความรู้ผ่านการลงมือทำกิจกรรม สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้อย่างมีปฏิสัมพันธ์ เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย ฝึกทักษะการสื่อสารและการทำงานร่วมกับผู้อื่น จนเกิดความเข้าใจ นำไปประยุกต์ใช้ สามารถวิเคราะห์ ประเมินค่าและสร้างสรรค์ผลงานจนเกิดเป็นนวัตกรรมได้ (สถาพร พุทธิพิศกุล, 2555) อีกทั้งยังทำให้นักเรียนสามารถรักษาผลการเรียนรู้ให้อยู่คงทนได้มากและนานกว่ากระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นฝ่ายรับความรู้เพียงอย่างเดียว (วิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2558) ปัจจุบันจึงควรส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม เพื่อสามารถอยู่ในสังคมได้เป็นอย่างดี

ในการพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงานในศตวรรษที่ 21 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต้องการพัฒนาคุณภาพของการศึกษาไทย โดยการดำเนินการ โครงการสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งสะเต็มศึกษาจะสามารถช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ด้านความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม รวมถึงการสื่อสารและความร่วมมือได้เป็นอย่างดี เนื่องจากสะเต็มศึกษามีแนวคิดมาจากทฤษฎีคอนสตรัคชันนิซึม (Constructionism) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างพลังความรู้ด้วยตนเองของนักเรียน หากนักเรียนมีโอกาสได้สร้าง

ความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน (ทวีป แซ่ฉิน, 2556, น. 11) และส่งเสริมศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2558) โดยมี จุดเด่นและธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละวิชามาสผสมผสานกัน เพื่อให้ให้นักเรียนนำความรู้ มาใช้ในการแก้ปัญหา ค้นคว้าความคิดสร้างสรรค์และการสร้างชิ้นงาน โดยมีกระบวนการการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ขั้นตอน คือ การระบุปัญหา การค้นหาแนวคิด ที่เกี่ยวข้อง การวางแผนและพัฒนา การทดสอบและประเมินผล และการนำเสนอผลลัพธ์ (สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) สิ่งสำคัญคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม นักเรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นต่อการเรียนรู้และการทำกิจกรรม สามารถพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ ฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี นักเรียนมีโอกาสนำความรู้มา ออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมถึง สามารถพัฒนากระบวนการหรือพัฒนาสิ่งใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบ อาชีพในอนาคตได้อย่างแท้จริง (ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ, 2557)

ในปัจจุบันจะเห็นว่าโลกมีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่างๆ มากมาย ซึ่งปรากฏการณ์ทางธรรมชาติมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตของมนุษย์ การเข้าใจความสัมพันธ์ ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มี รูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลา นั้นๆจะทำให้เข้าใจและสามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้นการที่จะอธิบายการเกิด ปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆได้ จะต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจเรื่องบรรยากาศมาประกอบการ อธิบายกับสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อให้สามารถเข้าใจการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่างๆได้เป็นอย่างดี (จริยา เชิญชัยภูมิ, 2558)

จากหลักการและเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการจัดการ เรียนรู้แบบบูรณาการส่งเสริมศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ ซึ่งบ้านพยากรณ์สามารถบูรณาการทั้ง วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และ การสร้างสรรค์ชิ้นงาน ในด้านทักษะการแก้ปัญหา ทักษะความคิดสร้างสรรค์และทักษะการสื่อสาร และความร่วมมือได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 โดยเชื่อว่าการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการส่งเสริมศึกษาให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้มากกว่าการ

รับรู้และจดจำ อีกทั้งนักเรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้เชื่อมโยงกับในชีวิตประจำวัน พัฒนาตนเอง สังคมและประเทศชาติต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงานก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ พิจารณา 3 ด้าน คือ
  - 2.1 ด้านทักษะการแก้ปัญหา
  - 2.2 ด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน
  - 2.3 ด้านทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

## 1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ มีความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ มีทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยพิจารณา 3 ด้านคือ
  - 2.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ มีทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
  - 2.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ มีทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
  - 2.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ มีทักษะการสื่อสารและความร่วมมือหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ อยู่ในระดับมาก

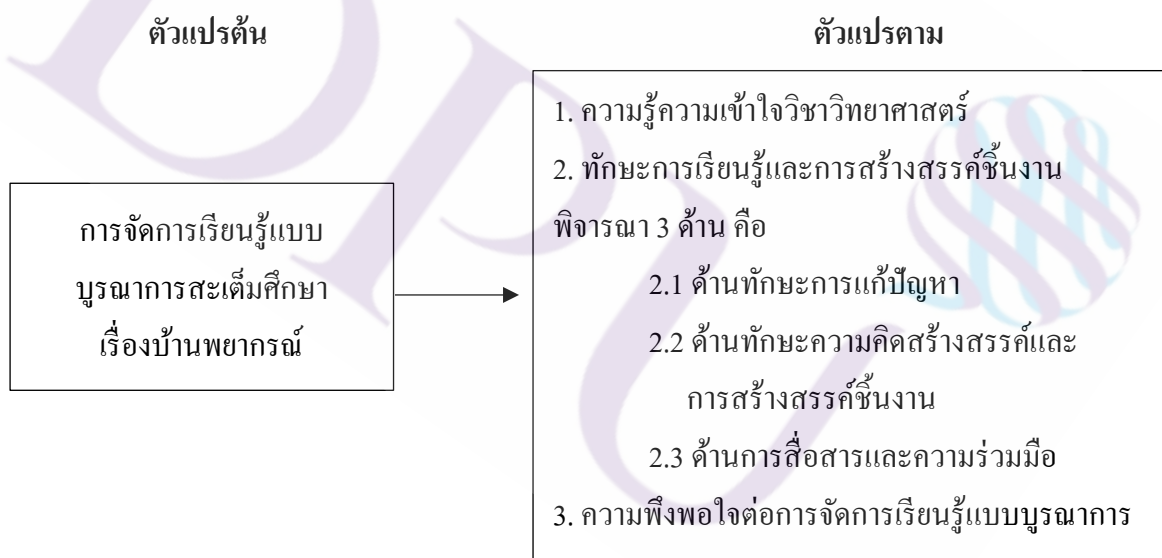
## 1.4 กรอบแนวความคิดของการวิจัย

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการท่องจำ ทำให้นักเรียนขาดทักษะการแก้ปัญหา ทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน รวมถึงทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 (สถาพร พุทธิพิบูล, 2555 : 4) และยังส่งผลต่อความสามารถด้านการคิดของนักเรียน (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2541) ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบ



บูรณาการสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ทำความเข้าใจกับปัญหา ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา วางแผนและดำเนินการ มีการประเมินผล และนักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาและการสร้างสรรค์ชิ้นงานได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สามารถแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย ฝึกทักษะการสื่อสารและการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่าและสร้างสรรค์ผลงาน

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยไว้ ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

### 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ ดังต่อไปนี้

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนการเคหะท่าทราย สังกัดสำนักงานเขตหลักสี่ กรุงเทพมหานครที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 3 ห้อง รวม 103 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนการเคหะท่าทราย สังกัดสำนักงานเขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2



ปีการศึกษา 2560 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 32 คน ซึ่งแต่ละห้องมีการจัดการเรียนเป็นแบบผลของการเรียนและคุณลักษณะของนักเรียนในแต่ละห้องคล้ายคลึงกัน

## 2. ตัวแปร

2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 ความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์

2.2.2 ทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน พิจารณา 3 ด้าน คือ

2.2.2.1 ด้านทักษะการแก้ปัญหา

2.2.2.2 ด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

2.2.2.3 ด้านทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ

2.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

## 3. เนื้อหา

เนื้อหาตามสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนการเคหะท่าทราย สังกัดสำนักงานเขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 เป็นเนื้อหาในหนังสือเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศของสถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำนวน 6 เรื่อง แบ่งออกได้ดังนี้

3.1 ส่วนประกอบของอากาศ

3.2 อุณหภูมิของอากาศและชั้นบรรยากาศ

3.2.1 อุณหภูมิของอากาศ

3.2.2 ชั้นบรรยากาศ

3.3 สมบัติของอากาศ

3.3.1 ความดันอากาศ

3.3.2 ความชื้นของอากาศ

3.4 ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศ

3.4.1 การเกิดลม

3.4.2 พายุฝนฟ้าคะนอง

3.4.3 มรสุม

3.4.4 พายุหมุนเขตร้อน

3.4.5 น้ำในบรรยากาศ

### 3.5 อุตุนิยมวิทยาและการพยากรณ์อากาศ

### 3.6 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก

#### 3.6.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก

#### 3.6.2 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก

#### 3.6.3 วิธีป้องกันแก้ไขเพื่อรักษาสมดุลธรรมชาติ

## 4. ระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ รวม 19 ชั่วโมง โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 2 ชั่วโมง ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 15 ชั่วโมง และทดสอบหลังเรียน 2 ชั่วโมง

### 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้เรื่องบรรยากาศผ่านกิจกรรมที่บูรณาการการเรียนรู้ 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) คณิตศาสตร์ (Mathematics: M) เทคโนโลยี (Technology: T) ผสมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) โดยนักเรียนทำกิจกรรมจากเรื่องบรรยากาศ นำความรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศมาบูรณาการกับวิชาคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ทำการออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงานเชิงวิศวกรรมจนเป็นบ้านพยากรณ์ ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา หมายถึง นักเรียนทำความเข้าใจกับปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา

ขั้นที่ 2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง หมายถึง นักเรียนทำการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา และประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา หมายถึง นักเรียนกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงาน วิธีการทำงานและระยะเวลาในการดำเนินงาน แล้วลงมือสร้างชิ้นงาน

ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล หมายถึง นักเรียนทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงาน โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ หมายถึง นักเรียนนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานให้กับผู้อื่นเข้าใจ โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่าย น่าสนใจและให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

**ทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน** หมายถึง ทักษะที่มีความพร้อมสำหรับการดำรงชีวิตและการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในการทำงาน เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งเน้นทักษะ 3 ด้าน คือ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน รวมถึงทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ

**ด้านทักษะการแก้ปัญหา** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ รวมถึงพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหของนักเรียน โดยใช้ความรู้และทักษะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ ตามขั้นตอนของเวียร์ (Weir, 1974, p. 18) คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นตั้งปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้มากที่สุดภายในขอบเขตข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา โดยพิจารณาจากข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวางแผนหรือเสนอแนวทางในการคิดแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุของปัญหา และลงมือปฏิบัติตามที่ระบุไว้อย่างสมเหตุสมผล

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหานั้นสอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่

**ด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหา จนนำไปสู่การออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ซึ่งทักษะความคิดสร้างสรรค์สามารถวัดได้จากแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของกิลฟอร์ด (Guildford, 1967) ซึ่งกำหนดประเด็นในการวัด 4 หัวข้อ คือ

1) ความคิดคล่องตัว หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วว่องไว มีคำตอบได้จำนวนมากในเวลาจำกัด

2) ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทหลายแนวทาง

3) ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการหาคำตอบที่มีความแปลกใหม่ และเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกับนักเรียนคนอื่น

4) ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดเกี่ยวกับรายละเอียดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เห็นภาพชัดเจน หรือเป็นแผนงานที่สมบูรณ์ขึ้น

สำหรับการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียน สามารถวัดได้จากแบบประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ซึ่งสร้างขึ้นตามแนวทางการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยกำหนดประเด็นในการวัด 4 หัวข้อ คือ

1) การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม หมายถึง นักเรียนนำหลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมาใช้ในการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

2) ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง นักเรียนสามารถใช้ความคิดของตนเองที่มีความแปลกใหม่ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน พัฒนาและปรับปรุงชิ้นงาน

3) ความสำเร็จของงาน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสร้างสรรค์ชิ้นงานจนสำเร็จ

4) ประสิทธิภาพของผลงาน หมายถึง ชิ้นงานของนักเรียนมีการออกแบบวิธีการทดสอบการใช้งานของชิ้นงานได้อย่างเหมาะสม

**ด้านทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ** หมายถึง การสนทนา สื่อสาร การแลกเปลี่ยนทัศนะและประสบการณ์ของนักเรียนกับสมาชิกในกลุ่ม รวมถึงความร่วมมือในการทำงานของนักเรียนในการจัดการเรียนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามแนวคิดของปาร์คเกอร์ (Parker, 1990) โดยกำหนดประเด็นในการวัด 6 หัวข้อ ดังต่อไปนี้ คือ

1) การกำหนดภารกิจและเป้าหมาย หมายถึง นักเรียนในกลุ่มเข้าใจวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการทำงานที่ชัดเจน ร่วมกันกำหนดภารกิจและเป้าหมายในการทำงานไปในทิศทางเดียวกัน

2) การมอบหมายงานตามบทบาทหน้าที่ หมายถึง นักเรียนในกลุ่มมีการแบ่งงานกันทำอย่างเสมอภาค รวมถึงทำงานตามที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จและได้ปฏิบัติงานที่ตนเองรับผิดชอบอย่างชัดเจน

3) การกระจายความเป็นผู้นำ หมายถึง นักเรียนในกลุ่มมีความสามารถในการเป็นผู้นำและเป็นผู้ตามที่ดี หมุนเวียนสลับเปลี่ยนไปตามสถานการณ์

4) การรับฟังซึ่งกันและกัน หมายถึง นักเรียนตั้งใจฟังการแสดงความคิดเห็นของสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม รวมถึงร่วมแสดงความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม และยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างของสมาชิกในกลุ่ม

5) การมีส่วนร่วม หมายถึง นักเรียนในกลุ่มร่วมมือกันปฏิบัติงาน รวมถึงการตัดสินใจร่วมกันในการดำเนินงาน

6) การสื่อสารที่เปิดเผย หมายถึง นักเรียนในกลุ่มมีความเชื่อมั่นและวางใจซึ่งกันและกัน การให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและอภิปรายปัญหาระหว่างกันด้วยความจริงใจและเปิดเผย

**ความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในด้านความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ วัดได้จากคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการทำแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ 2 ด้านตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม (Bloom's Taxonomy) คือ 1) ความรู้ และ 2) ความเข้าใจ

**ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ** หมายถึง ความรู้สึกพอใจต่อสิ่งที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ วัดได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้, การประเมินผลและประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ เป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 20 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยกำหนดความพึงพอใจเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านกิจกรรม 2) ด้านการประเมินผล และ 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ

### 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้นและสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองจากประสบการณ์ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ
2. นักเรียนมีทักษะการคิดและการสร้างชิ้นงานใหม่ๆที่ใช้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมได้เป็นอย่างดี
3. นักเรียนมีทักษะด้านการแก้ปัญหามากขึ้นและสามารถวิเคราะห์ผลหลังจากการเสนอวิธีแก้ปัญหาได้
4. นักเรียนมีทักษะด้านการสื่อสารและความร่วมมือที่ดีและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

#### 2.1 การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

2.1.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

2.1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

2.1.3 องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา

2.1.4 แนวคิดของสะเต็มศึกษา

2.1.5 แนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

2.1.6 การวัดและประเมินผลของสะเต็มศึกษา

2.1.7 ประโยชน์ของสะเต็มศึกษา

#### 2.2 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

2.2.1 ความหมายของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

2.2.2 องค์ประกอบของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

#### 2.3 ความพึงพอใจ

2.3.1 ความหมายของความพึงพอใจ

2.3.2 ทฤษฎีความพึงพอใจ

2.3.3 องค์ประกอบของความพึงพอใจ

2.3.4 การประเมินผลความพึงพอใจ

#### 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

### 2.1.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

ศูนย์สะเต็มแห่งชาติ (2557) ได้ให้ความหมายสะเต็มศึกษาว่า เป็นแนวทางการจัดการศึกษาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผนวกกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยนักเรียนจะได้ทำกิจกรรม เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยี ซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 5 ประการ ได้แก่

- 1) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษาในระหว่างการเรียนรู้
- 2) มีการท้าทายนักเรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด
- 3) มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (Active learning) ของนักเรียน
- 4) ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้
- 5) สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน

อภิสัทธ์ ธงชัยและคณะ (2556) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า เป็นการบูรณาการความรู้ทั้ง 4 วิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยทั้ง 4 วิชามีความสำคัญเท่ากัน เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้เพื่อแก้ปัญหา ค้นคว้าสร้างสรรค์และพัฒนาสิ่งต่างๆในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

แลนซ์ (Lantz, 2009) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า เป็นการบูรณาการความรู้ทั้ง 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน



เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากโรงเรียนสู่โลกแห่งความเป็นจริง

โอแนล (O'Neil et al., 2012) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า เป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของแต่ละวิชาที่บูรณาการและสามารถนำไปใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง

จากการศึกษาเอกสารที่กล่าวมา สรุปได้ว่าสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผสมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยนักเรียนจะได้ทำกิจกรรม และนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

### 2.1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ได้แก่

1. ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคชันนิสซึม (Constructionism) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองและด้วยตนเองของนักเรียน หากนักเรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน (ทวีป แซ่ฉิน, 2556, น. 11) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคชันนิสซึม (Constructionism) ได้แก่

1) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกตามความสนใจ จะทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการคิดทำและการเรียนรู้ต่อไป

2) เป็นการจัดสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกันอันจะเป็นประโยชน์ต่อการสร้างองค์ความรู้ เช่น ความถนัด ความสามารถและประสบการณ์แตกต่างกัน ซึ่งจะเอื้อให้มีการช่วยเหลือกันและกัน การสร้างสรรค์ผลงานและความรู้ รวมทั้งพัฒนาทักษะทางสังคมด้วย

3) เป็นบรรยากาศที่มีความเป็นมิตร เป็นกันเองที่ทำให้นักเรียนรู้สึกอบอุ่น ปลอดภัยสบายใจ จะเอื้อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความสุข

2. ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวนักเรียนจุดเน้นของการเรียนแบบมีส่วนร่วม คือ การให้นักเรียนมีส่วนร่วมทางด้านจิตใจ การได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการฝึกฝนทักษะชีวิตต่างๆ การแสวงหาความรู้ การคิด การจัดการความรู้ การแสดงออก การสร้างความรู้ใหม่ และการทำงาน (จิราณี เมืองจันทร์, 2557, น. 3) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ได้แก่



1) นักเรียนแต่ละคน มีส่วนร่วมทำให้เกิดการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม อาศัยหลักการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ และการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการฝึกฝนทักษะการแสวงหาออก ทักษะการสร้างความรู้ใหม่ และทักษะการทำงานกลุ่ม

2) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ตัดสินใจเลือกบทเรียนที่ต้องการเรียนรู้ในลักษณะกลุ่มหรือศึกษาด้วยตนเอง นักเรียนจะร่วมกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอนฝึกปฏิบัติการวางแผนการทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันและทำรายงานผลการเรียนรู้

3) นักเรียนได้รับผิชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติ ทำกิจกรรมกลุ่ม ฝึกฝนทักษะการเรียนรู้ทักษะการบริหาร การจัดการ การเป็นผู้นำผู้ตามและที่สำคัญเป็นการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน

4) ครูมีบทบาทกระตุ้นให้นักเรียนได้เล่าประสบการณ์ของตนเอง ผู้สอนอาจใช้ใบชี้แจงกำหนดกิจกรรม ของนักเรียน ในการนำเสนอประสบการณ์ ในกรณีที่นักเรียนไม่มีประสบการณ์ในเรื่องที่จะสอนหรือมีน้อย ผู้สอนอาจจะยกกรณีตัวอย่าง หรือสถานการณ์ก็ได้

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) บรูเนอร์เชื่อว่ามนุษย์เลือกจะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ และการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (discovery learning) (วารุณี หนองห้าง, 2553, น. 35) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) ได้แก่

1) ผู้สอนควรจัดประสบการณ์ให้นักเรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดี มีความหมายต่อนักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

2) ก่อนสอนผู้สอนต้องมีการวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน

3) ผู้สอนควรจัดความคิดรวบยอด เนื้อหาสาระ วิธีการสอนและกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการสติปัญญาของนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

4) ผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างอิสระให้มากที่สุดเพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

5) ผู้สอนสร้างแรงจูงใจภายในให้แก่ นักเรียน

6) ผู้สอนควรสอนความคิดรวบยอดให้แก่ นักเรียน

4. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful verbal Learning) เน้นความสำคัญของการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจและความหมาย การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนได้เรียนรวมหรือเชื่อมโยง (Subsume) สิ่งที่ยังใหม่หรือข้อมูลใหม่ ซึ่งอาจจะเป็นความคิดรวบยอด (Concept) หรือ

ความรู้ที่ได้รับใหม่ ในโครงสร้างสติปัญญาเกี่ยวกับความรู้เดิมที่อยู่ในสมองของนักเรียนอยู่แล้ว (สุมาลี ชัยเจริญ, 2557) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful verbal Learning) ได้แก่

1) ผู้สอนควรมีการแนะนำทเรียนก่อนการเรียนการสอน และก่อนที่จะสอนสิ่งใดใหม่มีการสำรวจความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเสียก่อนว่ามีพอที่จะทำความเข้าใจเรื่องที่จะเรียนใหม่หรือไม่ ถ้ายังไม่มีต้องจัดให้ก่อนสอนเรื่องใหม่

2) ผู้สอนควรสอนโดยไม่เน้นการท่องจำ แต่สอนให้เกิดการสร้างเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่มีมาก่อนกับข้อมูลใหม่หรือความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียน

3) ผู้สอนควรใช้ Advance organizer เป็นเทคนิคที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนอย่างมีความหมายจากการสอนหรือการบรรยายของผู้สอน

4) ผู้สอนควรช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยการจัดเรียงเรียงข้อมูลข่าวสารที่ต้องการให้เรียนรู้ออกเป็นหมวดหมู่

5) ผู้สอนควรนำเสนอกรอบหลักการกว้างๆก่อนที่จะให้เรียนรู้ในเรื่องใหม่

จากการศึกษางานวิจัยและเอกสาร พบว่าทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว คอนสตรัคชันนิสซึม, ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม, ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์และทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย จากทฤษฎีทั้งหมดดังกล่าวเน้นตัวนักเรียนเป็นสำคัญ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง ได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ มีส่วนร่วมในการเรียนร่วมกับผู้อื่น ทั้งนี้การสอนผู้สอนควรให้อิสระทางความคิดกับนักเรียนให้คิดได้อย่างอิสระ ไม่เน้นให้นักเรียนท่องจำเนื้อหา ส่งเสริมให้นักเรียนจัดระบบ และสร้างความคิดรวบยอด ทำให้ความคิดของนักเรียนนั้นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

### 2.1.3 องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของสะเต็มศึกษาว่าเป็นการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับวิชาการหรือวิทยาการที่เป็นหลัก 4 วิชาด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) เทคโนโลยี (Technology) และวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) สะเต็มศึกษามีความเกี่ยวข้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้ 3 กลุ่มสาระฯ กับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้แก่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีนั้น มีเป้าหมายหลักในการพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Science literate) ผู้รู้คณิตศาสตร์ (Math literate) และผู้รู้เทคโนโลยี (Technology literate) ซึ่งเป้าหมายของการเรียนรู้ในวิชาการที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาประกอบด้วย

1) เป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหา (หลัก กฎ และทฤษฎี) วิชาวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และโลก อวกาศ ดาราศาสตร์) สามารถเชื่อมโยงความเกี่ยวเนื่องเนื้อหาาระหว่างสาระวิชา และมีทักษะในการปฏิบัติการเชิงวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล สามารถค้นหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

2) เป้าหมายของการสอนคณิตศาสตร์ คือการพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ ให้เหตุผลและการประยุกต์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้บริบทที่แตกต่างกันรวมถึงตระหนักถึงบทบาทของคณิตศาสตร์และสามารถใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการวินิจฉัยและการตัดสินใจที่ดี

3) เป้าหมายของการสอนเทคโนโลยี คือ การพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจ และความสามารถในการใช้งาน จัดการ และเข้าถึงเทคโนโลยี (กระบวนการหรือสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์)

4) เป้าหมายของการสอนวิศวกรรมศาสตร์ คือ การพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะในออกแบบและสร้างเทคโนโลยี โดยประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า

จากการศึกษาเอกสารที่กล่าวมา สรุปได้ว่าองค์ประกอบของสะเต็มศึกษา เป็นการบูรณาการของ 4 วิชา คือ วิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) เทคโนโลยี (Technology) และวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) โดยแต่ละวิชามุ่งเน้นที่จะพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหา สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาาระหว่างสาระวิชา มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอน มีทักษะในออกแบบในเชิงวิศวกรรม จากการประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า สามารถค้นหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบได้

#### 2.1.4 แนวคิดของสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กล่าวถึงแนวคิดของสะเต็มศึกษาว่าเป็นการผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของนักเรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้

ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี นักเรียนต้องมีโอกาสความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (NRC, 2012) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การระบุปัญหา (Identify a challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดี และข้อด้อยและความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

2.1 การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมี เขาแก้ปัญหายังไง และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

2.2 การค้นหาแนวคิด คือ การค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาคควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหาแล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจนรวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Proto type) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนของการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน และประเมินประสิทธิภาพเพื่อแก้ปัญหา โดยผลจากการแก้ปัญหาอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังจากการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานจนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว นักเรียนจะต้องนำเสนอผลลัพธ์รวมถึงวิธีการปรับปรุงต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและมีความน่าสนใจ (สสวท., 2558, น. 38)

ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ (2557) ได้กล่าวถึงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราจะระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหามองพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาคำถามเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับผู้แก้ปัญหามองมีการดำเนินการ ดังนี้

2.1 การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหายังไง และมีข้อเสนอแนะอะไรบ้าง

2.2 การค้นหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหามองพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการกำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหามองต้องอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหามองต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

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

แก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

จากการศึกษาเอกสาร ผู้วิจัยจึงเลือกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นกระบวนการที่เข้าใจได้ง่าย และสอดคล้องกับบริบทของกิจกรรม ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุปัญหา, การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง, การวางแผนและพัฒนา, การทดสอบและประเมินผลและการนำเสนอผลลัพธ์

#### 2.1.5 แนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

สำหรับแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) ได้เสนอไว้ ดังนี้

1. จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน ซึ่งกิจกรรมสะเต็มศึกษา ที่จะนำเข้าไปสอดแทรกในคาบเรียนนั้น มักจะเป็นกิจกรรมที่มีจำนวนชั่วโมงที่เหมาะสมที่จะสามารถจัดกิจกรรม ได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน โดยผู้สอนแต่ละรายวิชาอาจพิจารณาจากตัวชี้วัดของกิจกรรมนั้นๆ เป็นเกณฑ์ หรือพิจารณาจากจุดประสงค์ของกิจกรรมก็ได้ว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใดบ้าง จากนั้นเมื่อถึงคาบของการเรียนการสอน ในเนื้อหานั้นๆ ก็สามารถนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาเข้าไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

2. จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่างๆ โดยการสอนในรูปแบบนี้อาจทำได้ในรายวิชา ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาพิเศษ หรือการทำโครงงาน เป็นต้น รูปแบบการสอนโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างมากหรือมีความซับซ้อนและยากและมีข้อดีที่ทางผู้สอนสามารถจัดหาอาจารย์ที่ปรึกษาให้นักเรียน ได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาหรือออกแบบและสร้างชิ้นงานของนักเรียนได้

3. จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่างๆ เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบนี้ มักเป็นกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่มีหัวข้อหรือหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาต่างๆ เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การสร้าง



นวัตกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆของส่วนรวม การจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้มีข้อดีที่นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้ตลอดเวลาและต่อเนื่อง

มานะ อินทรสว่าง (2556, น. 11-13) ได้ให้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด สะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

1. เชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีสู่โลกจริง คือ นักเรียนมองเห็นว่าแนวคิดหลักหรือกระบวนการที่เรารู้มันสามารถเกิดขึ้นได้ในธรรมชาติ ใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริงก็เป็นก้าวแรกสู่การบูรณาการความรู้สู่การเรียนรู้ที่มีความหมายเนื่องจากปรากฏการณ์ใดๆรอบตัวเราไม่ได้เป็นผลของความรู้จากศาสตร์หนึ่งศาสตร์ได้เพียงศาสตร์เดียว การประยุกต์ความรู้ง่ายๆ เช่น การคำนวณพื้นที่ของกระดาษชำระแบบม้วนเชื่อมโยงสู่ความรู้ ความสงสัยด้านวัสดุศาสตร์เทคโนโลยีการผลิตและการใช้กระบวนการทางวิศวกรรมวิเคราะห์ปัญหาและสร้างสรรค์วิธีแก้ไขได้อย่างหลากหลาย

2. การสืบเสาะหาความรู้การจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนได้ศึกษาประเด็นปัญหาหรือตั้งคำถามแล้วสร้างคำอธิบายด้วยตนเองโดยการรวบรวมประจักษ์พยานหลักฐานที่เกี่ยวข้อง สื่อสารแนวคิด และเหตุผลเปรียบเทียบแนวคิดต่างๆ โดยพิจารณาความหนักแน่นของหลักฐานก่อนการตัดสินใจไปในทางใดทางหนึ่งนั้น เป็นกระบวนการเรียนรู้สำคัญที่ไม่เพียงแต่สนับสนุนการเรียนรู้ในประเด็นที่ศึกษาเท่านั้น แต่เป็นช่องทางให้มีการบูรณาการความรู้ในศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำถาม นับเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนจุดเน้นของสะเต็มศึกษาได้เป็นอย่างดี

3. การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การทำโครงงานเป็นการสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบหนึ่ง แต่ผู้เขียนได้แยกโครงงานออกมาเป็นหัวข้อเฉพาะ เนื่องจากเป็นแนวทางที่สามารถส่งเสริมการบูรณาการความรู้สู่การแก้ปัญหาได้ชัดเจน การสืบเสาะหาความรู้บางครั้งครูเป็นผู้กำหนดประเด็นปัญหาหรือให้ข้อมูล สำหรับศึกษาวิเคราะห์หรือกำหนดวิธีการในการสำรวจตรวจสอบตามข้อจำกัดของเวลาเรียนวัสดุอุปกรณ์หรือปัจจัยแวดล้อมต่างๆ แต่การทำโครงงานนั้นเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดประสบการณ์การเรียนรู้สำคัญในทุกขั้นตอนด้วยตนเอง ตั้งแต่การกำหนดปัญหา ศึกษาความรู้ที่เกี่ยวข้อง ออกแบบวิธีการรวบรวมข้อมูล ดำเนินการลงข้อสรุปและสื่อสารสิ่งที่ค้นพบโครงงานในรูปแบบสิ่งประดิษฐ์ จะมีการบูรณาการกระบวนการทางวิศวกรรมได้อย่างโดดเด่น แต่โครงงานในรูปแบบอื่นทั้งโครงงานเชิงทดลอง เชิงสำรวจหรือเชิงทฤษฎีก็มีคุณค่าควรแก่การสนับสนุนไม่แพ้กัน แม้นักเรียนจะมีบทบาทหลักในการเรียนรู้ผ่านการทำโครงงาน แต่บทบาทของครูในการให้คำปรึกษาระหว่างนักเรียนทำโครงงานนั้นเป็นบทบาทที่สำคัญและท้าทาย เนื่องจากครูมีความรับผิดชอบในการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความรู้

ความสามารถตามเป้าหมายการจัดการเรียนรู้ โดยครูต้องเตรียมพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ไปพร้อมๆกับนักเรียนในทุกหัวข้อ eworkงาน

4. การสร้างสรรค์ชิ้นงาน ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานเป็นการสร้างทักษะการคิด การออกแบบ การตัดสินใจ การแก้ปัญหาเฉพาะหน้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งชิ้นงานที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างอิสระและสร้างสรรค์การสร้างสรรค์ชิ้นงานเหล่านี้จะประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์อย่าง ไม้รู้ตัว บางครั้งครูอาจจัดให้นักเรียนสะท้อนความคิดว่าได้เกิดประสบการณ์หรือเรียนรู้อะไรบ้างจากงานที่มอบหมายให้ทำ เพราะเป้าหมายของการเรียนรู้อยู่ที่กระบวนการทำงานด้วยเช่นกัน หากนักเรียนมองเพียงเป้าหมายชิ้นงานที่สำเร็จอย่างเดียวอาจไม่ตระหนักว่าตนเองได้เรียนรู้บทเรียนสำคัญมากมายระหว่างทาง

5. การบูรณาการเทคโนโลยี เพียงครูบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมสู่กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ครูก็ได้ก้าวเข้าไปเป้าหมายการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอีกก้าวหนึ่งแล้ว เทคโนโลยีที่ครูสามารถใช้ประโยชน์ในชั้นเรียนปัจจุบันมิได้ตั้งแต่การสืบค้นข้อมูล ลักษณะต่างๆ การบันทึกและนำเสนอข้อมูลด้วยภาพนิ่งวีดิทัศน์และมัลติมีเดีย การใช้อุปกรณ์ Sensor/Data logger บันทึกข้อมูลในการสำรวจตรวจสอบการใช้ซอฟต์แวร์จัดกระทำข้อมูลและ เทคโนโลยีอื่นๆอีกมากมาย การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเหล่านี้กระตุ้นให้นักเรียนสนใจการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ประยุกต์ใช้ความรู้แก้ปัญหาและทำงานร่วมกัน รวมทั้งสร้างทักษะสำคัญในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพต่อไปในอนาคต

6. การมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดี ยกตัวอย่างทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ตามกรอบแนวคิดของ Partnership for 21st Century Skills ที่ครอบคลุม 4C คือ การคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking) การสื่อสาร (Communication) การทำงานร่วมกัน (Collaboration) และการคิดสร้างสรรค์ (Creativity) จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบ eworkงานหรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น สามารถสร้างเสริมทักษะเหล่านี้ได้มาก อย่างไรก็ตามในบริบทของโรงเรียนทั่วไป ครูอาจไม่สามารถให้นักเรียนรู้ด้วยการทำ eworkงานหรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานเท่านั้น ดังนั้นในบทเรียนอื่นๆ ถ้าครูมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในทุกโอกาสที่เอื้ออำนวยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นทำงานร่วมกัน เรียนรู้การหาที่ติ (ฝึกคิดเชิงวิพากษ์) หาที่ชมหรือเสนอวิธีการใหม่ (ฝึกคิดเชิงสร้างสรรค์) ก็นับว่าครูจัดการเรียนการสอนเข้าใกล้สะเต็มศึกษามากขึ้นตามสภาพจริงของชั้นเรียน



7. การสร้างการยอมรับและการมีส่วนร่วมจากชุมชน ครูหลายท่านอาจเคยมีประสบการณ์กับผู้ปกครองที่ไม่เข้าใจแนวคิดการศึกษาที่พัฒนานักเรียนให้เป็นคนเต็มคน แต่มุ่งหวังให้สอนเพียงเนื้อหา ตัวข้อสอบ อยากให้ครูสร้างเด็กที่สอบเรียนต่อได้ แต่อาจใช้ชีวิตไม่ได้ในสังคมจริงของการเรียนรู้และการทำงาน เมื่อครูมอบหมายให้นักเรียนสืบค้น สร้างชิ้นงานหรือทำโครงการ ผู้ปกครองไม่ให้การสนับสนุนหรืออีกด้านหนึ่งผู้ปกครองรับหน้าที่ทำให้ทุกอย่าง อย่างไรก็ตามผลงานจากความสามารถของเด็กเป็นอาวุธที่สำคัญที่ครูจะนำมาเผยแพร่จัดแสดงเพื่อชนะใจผู้ปกครองและชุมชนให้ได้ การสนับสนุนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ครูสามารถนำนักเรียนไปศึกษาในแหล่งเรียนรู้ของชุมชน สำรวจสิ่งแวดล้อมธรรมชาติในท้องถิ่น ศึกษาและรายงานสภาพมลพิษหรือการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในพื้นที่ให้ชุมชนรับทราบตลอดจนศึกษาและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในชุมชน กิจกรรมการเรียนรู้เหล่านี้เกิดประโยชน์สำหรับนักเรียนเอง อาจเป็นประโยชน์สำหรับชุมชนและสามารถสร้างการมีส่วนร่วม ความภาคภูมิใจและที่สำคัญอย่างยิ่งคือความรู้สึกร่วมรับผิดชอบคุณภาพการจัดการศึกษาในท้องถิ่นตัวเองให้เกิดขึ้นได้

8. การสร้างการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่น การให้นักเรียนศึกษาปัญหาปลายเปิดตามความสนใจของตนเองในลักษณะโครงการตลอดจนเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่การใช้ประโยชน์ในบริบทจริงนั้น บางครั้งนำไปสู่คำถามที่ซับซ้อนจนต้องอาศัยความรู้ความชำนาญเฉพาะทาง ครูไม่ควรกลัวจะยอมรับกับนักเรียนว่าครูไม่รู้คำตอบหรือครูช่วยไม่ได้ แต่ควรใช้เครือข่ายที่มีเชื่อมโยงให้ผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่นมาช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน เครือข่ายดังกล่าวอาจเป็นได้ทั้งศิษย์เก่า ผู้ปกครอง ปราชญ์ชาวบ้าน เจ้าหน้าที่รัฐหรืออาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาในท้องถิ่น ครูสามารถเชิญวิทยากรภายนอกมาบรรยายหรือสาธิตในบางหัวข้อหรือใช้เทคโนโลยีเช่น ประชุมผ่านวิดีโอทัศน์เอื้ออำนวยให้ผู้เชี่ยวชาญสามารถพูดคุย ให้ความคิดเห็นหรือวิพากษ์ผลงานนักเรียน เป็นต้น

9. การเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการ (Informal learning) เด็กๆนั้นรักความสนุก หากเราจำกัดความสนุกในห้องเรียน ความสุขคงอยู่ห่างไกลจากครูและจากเด็กๆไปเรื่อยๆ แต่จะบูรณาการความสนุกการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีผ่านกระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ของครูในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำท่าย เพลิดเพลิน ให้การเรียนรู้เหมือนเป็นการเล่นแต่ในขณะเดียวกันก็ต้องอาศัยความรู้และความสามารถตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรด้วยการเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการ ที่ได้รับความนิยมคือการจัดกิจกรรมค่ายการเรียนรู้จากเพลง เกมส์ ละครหรือการประกวดแข่งขัน กิจกรรมเหล่านี้เป็น โอกาสดีที่จะสร้างการมีส่วนร่วมจากชุมชน เช่น อาจเชิญผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่นเป็นวิทยากรในค่าย เป็นกรรมการ

ผู้ทรงคุณวุฒิหรือให้การสนับสนุนของรางวัล

10. การเรียนรู้ตามอัธยาศัย (Non-formal learning) เมื่อครูได้ดำเนินการ 9 ข้อข้างต้นแล้ว อาจมองออกนอกขอบเขตตัวโรงเรียน สร้างนิสัยการเรียนรู้ตลอดชีวิตให้เป็นวัฒนธรรมของชุมชน ร่วมกันสร้างแหล่งเรียนรู้ด้านสะเต็มศึกษาในห้องถิ่น เช่น เส้นทางศึกษาธรรมชาติหรือประยุกต์ความรู้สะเต็มเพื่อสนับสนุนแหล่งเรียนรู้วิถีชุมชน เช่น ส่งเสริมให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม นำเสนอข้อมูลภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ และวัฒนธรรมชุมชน

จากการศึกษาเอกสาร สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษานั้น ทำได้หลากหลายแนวทาง แนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะนำเสนอเป็นส่วนหนึ่งของวิธีการที่หลากหลายที่จะปรับการเรียนเปลี่ยนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในห้องเรียนมีดังนี้ คือ การเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีสู่โลกจริง การสืบเสาะหาความรู้การจัดการเรียนการสอน รูปแบบการจัดการเรียนรู้ต่างๆ เช่น โครงงานเป็นฐาน ปัญหาเป็นฐาน มาตรฐานการระหว่าง 4 วิชาต่างๆ เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ จนสามารถสร้างสรรค์เป็นชิ้นงานได้

#### 2.1.6 การวัดและประเมินผลของสะเต็มศึกษา

แนวทางการวัดและประเมินผลของสะเต็มศึกษา มีการวัดและประเมินผลในสภาพจริง นักเรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ การสะท้อนถึง ความรู้ ความคิด เจตคติทาง วิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน ซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผลมีดังนี้ (สสวท., 2558, น. 18-19)

1) การประเมินจากสภาพจริง (Authentic assessment) หมายถึง การประเมินความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน จากการแสดงออกการกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่นักเรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงานและความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลายๆด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่างๆที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน

2) การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance assessment) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่างๆจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริงและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติจริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้

ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงานผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมิน ความสามารถที่แสดงออกของนักเรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของนักเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1) การมอบหมายงานให้ทำงานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชาและชีวิตจริงของนักเรียน นักเรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงานและการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

2) การกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้นักเรียนวิเคราะห์องค์ประกอบ และกระบวนการทำงานและเสนอแนวทาง เพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

การประเมินผลด้านความสามารถประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงาน จะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงานกระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน

การมอบหมายชิ้นงานให้นักเรียน ควรจะประชุมปรึกษาหารือและทำความเข้าใจร่วมกันระหว่างครูและ นักเรียนในการวางแผนการปฏิบัติงาน เพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรมของนักเรียน และการติดตามความก้าวหน้าของครู

1) การกำหนดตัวอย่างงานให้และให้นักเรียนศึกษาแล้วปฏิบัติตามขั้นตอนให้เหมือนหรือดีกว่า เช่น การทำสไลด์ถาวรศึกษาเนื้อเยื่อพืช การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นต้น

2) การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของนักเรียน เมื่อกำหนดสถานการณ์แล้วให้นักเรียน ลงมือ ปฏิบัติ แก้ปัญหาหรือใช้ความคิดระดับสูงในการแก้ปัญหา

3) การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน การประเมินตามสภาพจริงจะลดความสำคัญของการทดสอบเนื่องจากจะมีการใช้แบบทดสอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามข้อสอบข้อเขียนก็ยังมีความจำเป็น เนื่องจากใช้ความความสามารถทางด้านความรู้ความเข้าใจในหลักการต่างๆ ได้ ดังนั้น ในการะบวนการประเมินจึงยังคงใช้ แบบทดสอบข้อเขียนร่วมด้วยโดยจะลดบทบาทของแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรม ด้านความรู้ ความจำ แต่จะมุ่งเน้น

จากการศึกษาเอกสารที่กล่าวมา สรุปได้ว่าการวัดและประเมินผลของสะเต็มศึกษาสามารถวัดได้จากการประเมินจากสภาพจริงและประเมินผลด้านความสามารถ ซึ่งความสามารถที่แสดงออกของนักเรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของนักเรียน เช่น การมอบหมายงานให้ทำ, การกำหนดชิ้นงานหรืออุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ให้นักเรียนวิเคราะห์องค์ประกอบ สำหรับการติดตามความก้าวหน้าของครู สามารถทำ

ได้โดยการกำหนดตัวอย่างงานให้และให้นักเรียนศึกษางานแล้วปฏิบัติตามขั้นตอน, การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของนักเรียน และการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน

### 2.1.7 ประโยชน์ของสะเต็มศึกษา

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2557, น. 5) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีดังต่อไปนี้

1) นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมใหม่ๆที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรม เป็นฐาน

2) นักเรียนเข้าใจและสนใจการประกอบอาชีพด้านสะเต็มศึกษามากขึ้น

3) นักเรียนเข้าใจสาระวิชา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น

4) หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษา

5) ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงระหว่าง 8 กลุ่มสาระวิชา

6) สร้างกำลังคนด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจ แลนซ์ (Lantz, 2009) สรุปการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาว่าเป็นการส่งเสริมคุณภาพการสอน ดังนี้

1) นักเรียนสามารถที่จะสร้างแรงกระตุ้นในการพัฒนาตนเอง มีแรงจูงใจในการพัฒนาความรู้และเพิ่มความเชื่อมั่นในตนเองในการทำงานในช่วงเวลาและสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้

2) นักเรียนสามารถที่จะเข้าใจเหตุและผล และตรรกะผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมต่างๆได้

3) นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อกำหนดกรอบหรือขอบเขตที่จะศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานสู่การออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ เพื่อสนองความต้องการของโลกปัจจุบัน

4) นักเรียนมีความเข้าใจและสามารถอธิบายธรรมชาติของเทคโนโลยี การพัฒนาทักษะที่จำเป็น และสามารถนำความรู้ไปใช้ประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม

5) นักเรียนสามารถที่จะกำหนดคำถามและปัญหา ออกแบบและค้นคว้า เพื่อรวบรวมข้อมูล ลงข้อสรุป และสามารถประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ๆได้ โดยใช้ทักษะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ร่วมด้วย

6) นักเรียนสามารถออกแบบอย่างสร้างสรรค์ ทำการทดลอง และออกแบบซ้ำโดยการนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อนำไปสู่การนำไปใช้ในชีวิตจริงเพื่อตอบสนองความต้องการของสังคม

บายบี (Bybee, 2013) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของสะเต็มศึกษา ดังนี้

- 1) การได้เรียนรู้ถึงความรู้ด้านสะเต็มศึกษาและใช้ความรู้เหล่านั้นมาระบุปัญหา ได้เรียนรู้องค์ความรู้ใหม่และประยุกต์ใช้ความรู้ที่สัมพันธ์กับสะเต็มศึกษาในประเด็นปัญหาต่างๆ
- 2) เข้าใจลักษณะของสาขาทางด้านสะเต็มศึกษาว่าเป็นความพยายามของมนุษย์ที่ได้รวมเอากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ความรู้ทางเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มาใช้ในการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์
- 3) ตระหนักถึงรูปแบบของสะเต็มศึกษา ทั้งด้านเนื้อหา การใช้ปัญญาและเป็นวัฒนธรรมหนึ่งของโลก
- 4) เข้าร่วมในประเด็นที่สัมพันธ์กับสะเต็มศึกษา สามารถใช้แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาว่าเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับพลเมืองโลก

จากการศึกษาเอกสารที่กล่าวมา สรุปได้ว่าสะเต็มศึกษาเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างสรรค์ชิ้นงาน นักเรียนที่ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมหรือได้ทำโครงการสะเต็มศึกษาจะมีความพร้อมที่จะใช้องค์ความรู้ และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี รวมถึงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถพัฒนาประเทศต่อไป

## 2.2 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

### 2.2.1 ความหมายของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

ภาคีเพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21<sup>st</sup> Century Skills, 2009) ได้กล่าวว่า ทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงานเป็นทักษะที่ใช้แยกแยะหว่างนักเรียนที่มีทักษะในการดำรงชีวิตที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในศตวรรษที่ 21 และนักเรียนที่ไม่มีทักษะเหล่านั้นโดยจะจูงไปที่ทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทักษะการสื่อสาร (Communication) และทักษะความร่วมมือ (Collaboration)

วิจารณ์ พานิช (2555) ได้ให้ความหมายของทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงานไว้ว่า เป็นทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่สอดแทรกเข้าไปในวิชาหลัก โดยเป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกของการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน ซึ่งทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน แบ่งออกเป็น 3 ทักษะ ดังนี้ คือ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา, ทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม และทักษะการสื่อสารและการร่วมมือ



จากการศึกษาเอกสาร สามารถสรุปความหมายของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมได้ว่าเป็นทักษะที่เป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### 2.2.2 องค์ประกอบของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

วิจารณ์ พานิช (2555) ได้ให้ความหมายของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมไว้ว่า เป็นทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่สอดแทรกเข้าไปในวิชาหลัก โดยเป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกของการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน ซึ่งทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน แบ่งออกเป็น 3 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา หมายความว่ารวมถึงการคิดอย่างมีเหตุผล การคิดเชิงระบบ การคิดตัดสินใจและการ คิดแก้ปัญหา
2. ทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ซึ่งครอบคลุมไปถึงการคิดแบบสร้างสรรค์การทำงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับผู้อื่น และการนำความคิดนั้นไปใช้อย่างสร้างสรรค์
3. ทักษะการสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งเน้นการสื่อสารโดยใช้สื่อรูปแบบต่างๆที่มีประสิทธิภาพ ชัดเจน และการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ

ศูนย์ประกันคุณภาพการศึกษามหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (2557) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมไว้ว่า เป็นทักษะที่สำคัญในการเตรียมความพร้อมของนักเรียน ในการเข้าสู่โลกของการทำงานในระบบเศรษฐกิจที่มีซับซ้อนและมีเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการทำงานมากขึ้น ทักษะเหล่านี้มีองค์ประกอบ ได้แก่

1. ทักษะการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ประกอบด้วย การคิดสร้างสรรค์ (Think Creativity) รู้จักการใช้เทคนิคการสร้างความคิดที่หลากหลาย สร้างแนวคิดใหม่และมีคุณค่า และสามารถอธิบาย ชัดเจน วิเคราะห์ ประเมิน และพัฒนาการสร้างสรรค์ให้มากขึ้น

1.1 การทำงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับผู้อื่น (Work Creativity with Others) สามารถพัฒนานำไปและสื่อสาร ความคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมองหรือโลกทัศน์ใหม่ๆ ที่มีความหลากหลาย ให้ความเห็นต่อกลุ่มในการทำงาน แสดงถึงความ เป็นผู้นำ ในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน และเข้าใจสภาพการณ์ที่อาจเป็นข้อจำกัดในการรับความคิดใหม่ๆ และสามารถนำความผิดพลาดให้เป็นโอกาสในการเรียนรู้ เข้าใจว่าการสร้างสรรค์และนวัตกรรม เป็นกระบวนการที่ต้องใช้เวลาเป็นกระบวนการที่มีวัฏจักรของความสำเร็จและความผิดพลาด

1.2 การนำนวัตกรรมการปฏิบัติ (Implement Innovations) สามารถดำเนินการให้เกิดการสืบสนทนนำนวัตกรรมไปใช้

## 2. ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

2.1 การมีเหตุผล (Reason Effectively) สามารถใช้แบบของการใช้เหตุผลที่หลากหลายได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์

2.2 การคิดอย่างเป็นระบบ (Use Systems Thinking) สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแต่ละส่วนย่อย และผลต่อภาพรวมทั้งระบบ

2.3 การตัดสินใจ (Make Judgments and Decisions) วิเคราะห์และประเมินหลักฐาน ข้อโต้แย้ง ข้อร้องเรียน และ ความเชื่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ วิเคราะห์ และเชื่อมโยงข้อมูลสารสนเทศต่างๆ ตีความข้อมูลสารสนเทศและลงข้อสรุปบนฐานการวิเคราะห์ นำเชื่อถือและสามารถสะท้อนผลได้อย่างมีวิจารณญาณจากประสบการณ์และการเรียนรู้

## 3. ทักษะการสื่อสารและการร่วมมือ ประกอบด้วย

3.1 การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ (Communicate Clearly) สื่อสารถ่ายทอดความคิดได้อย่างชัดเจนทั้งการพูด การเขียน และทักษะการสื่อสารทางอวัจนภาษา (Non-verbal) หลากหลายรูปแบบและบริบท การฟังอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อเข้าใจความหมาย ความรู้ คำนิยามทัศนคติและเจตนาของผู้พูด ใช้การสื่อสารเพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ที่หลากหลาย ทั้งการให้ข้อมูล การสอน การกระตุ้น สามารถใช้ประโยชน์จากสื่อและเทคโนโลยีที่หลากหลาย เลือกใช้สื่อได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งสามารถประเมินผลที่จะเกิดขึ้นจาก การใช้สื่อเหล่านั้น และสามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน รวมทั้งการสื่อสารได้หลายภาษา

3.2 การทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaborate with Others) ความสามารถในการทำงานเป็นทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพและ เกิดการยอมรับในทีมงานที่หลากหลาย มีความยืดหยุ่นและประนีประนอมเพื่อให้เกิดประโยชน์และบรรลุเป้าหมายร่วมกัน มีความรับผิดชอบในการทำงานร่วมกันและเห็นคุณค่าของ ผู้ร่วมงานในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของทีมงาน

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับองค์ประกอบของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 สรุปได้ว่า สามารถแบ่งออกเป็น 3 ทักษะ คือ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา, ทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม และทักษะการสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ที่นักเรียนจะต้องพัฒนาทักษะในการคิดแก้ปัญหา ทักษะความคิดสร้างสรรค์ สามารถที่จะสร้างสรรค์เป็นชิ้นงานในเชิงวิศวกรรมได้ และในการทำงานเป็นกลุ่มนักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่น รวมถึงให้ความร่วมมือในการทำงานเป็นกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 ที่ได้กล่าวมาข้างต้น ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยพิจารณา 3 ด้าน คือ

1. ด้านทักษะการแก้ปัญหา
2. ด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม
3. ด้านทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ

#### 2.2.2.1 ด้านทักษะการแก้ปัญหา

1. ความหมายของทักษะการแก้ปัญหา

สำหรับความหมายของทักษะการแก้ปัญหา มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายอย่างกว้างขวางดังนี้

เพียร์เจย์ (Piaget, 1962, p.10) ได้อธิบายถึง ทักษะในการแก้ปัญหาตามทฤษฎีทางด้านพัฒนาการในแง่ที่ว่า ทักษะในด้านนี้เริ่มพัฒนามาตั้งแต่ขั้นที่ 3 คือ Stage of Concrete Operation เมื่อเด็กมีอายุประมาณ 7-8 ปี จะเริ่มแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ ภายในขอบเขตจำกัด ต่อมาถึงระดับพัฒนาขั้นที่ 4 คือ Stage of Formal Operation เด็กมีอายุประมาณ 11-14 ปี จะมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลดีขึ้นและสามารถคิดแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ โดยเด็กสามารถเรียนรู้ในสิ่งที่เป็นนามธรรมชนิดสลับซับซ้อนได้

กู๊ด (Good, 1973) ได้ให้ความหมายไว้ว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การแก้ปัญหา การแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินซึ่งอยู่ในสถานะที่มีความยากลำบากยุ่งยากหรืออยู่ในสถานะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่สามารถได้ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมุติฐาน และมีการตรวจสอบสมมุติฐานภายใต้การควบคุม มีการรวบรวมเก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ที่จะทดแทนสมมุติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

อุษณีย์ โภธิสุขและคณะ (2544, น. 43) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการแก้ปัญหว่าเป็นกระบวนการทำงานที่สลับซับซ้อนของสมองที่ต้องอาศัยสติปัญญา ทักษะ ความรู้ ความเข้าใจ ความคิด การรับรู้ ความชำนาญ รูปแบบ พฤติกรรมต่าง ๆ ประสบการณ์เดิมทั้งทางตรง (มีผู้อบรมสั่งสอน) และทางอ้อม (เรียนรู้ด้วยตนเอง) มโนคติ กฎเกณฑ์ ข้อสรุป การพิจารณา การสังเกต และการใช้กลยุทธ์และจินตนาการ เพื่อหาแนวปฏิบัติให้ปัญหานั้นหมดสิ้นไป บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ และการได้มาซึ่งความรู้ใหม่

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, น. 145) ได้ให้ความหมายของทักษะการแก้ปัญหาว่า หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์สิ่งต่างๆ ที่เป็นประเด็นสำคัญของเรื่องหรือสิ่งต่างๆ ที่คอยก่อกวน สร้างความรำคาญ สร้างความยุ่งยากสับสนและความวิตกกังวล พยายามหา



หนทางคลี่คลายสิ่งเหล่านั้นให้ปรากฏ และหาหนทางขจัดปิดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาต่อความรำคาญ วิตกกังวล ความยุ่งยาก สับสนให้หมดไปอย่างมีขั้นตอน

อังคณา ลังกางศ์ (2552, น. 30) กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการในการใช้ความรู้ ความคิดประสบการณ์ในการหาทางออกของปัญหา โดยมีขั้นตอนหรือกระบวนการในการศึกษาทำความเข้าใจกับปัญหาจนสามารถค้นพบทางออกของปัญหาได้

สุภารัตน์ ไชยเลิศ (2553, น. 10) ได้กล่าวถึง ทักษะในการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นแบบแผน วิธีดำเนินการหรือพฤติกรรมที่ต้องอาศัยความรู้ ความคิด วิธีขั้นตอนที่ต้องอาศัยกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ตลอดจนประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมมาใช้เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553, น. 186) กล่าวว่า ทักษะในการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาให้ถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์และกำหนดรายละเอียดของปัญหา การเลือกเครื่องมือ และการออกแบบขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบและปรับปรุง

จากแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ทักษะการแก้ปัญหาเป็นความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหา โดยอาศัยการคิดแก้ปัญหาจากการเรียนรู้ จากประสบการณ์เดิม และความสามารถทางสติปัญญาด้านการคิด ในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการดำเนินการที่มีแบบแผนและขั้นตอนตามหลักการของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหา

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหา มีนักการศึกษาได้ให้ไว้แตกต่างกัน ดังนี้

พันธ์ ทองชุมนุม (2547, น. 74-104) ได้กล่าวถึงทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหา ไว้ดังนี้

1. ทฤษฎีสนาม (Field theory) ผู้ตั้งทฤษฎีการเรียนรู้นี้เป็นนักจิตวิทยาชาวเยอรมันชื่อ โคห์เลอร์ (Kohler) ทฤษฎีการเรียนรู้นี้กล่าวว่า การเรียนรู้หรือการแก้ปัญหาใดๆ ก็ตาม นักเรียนจะพิจารณาสิ่งเร้าหรือ โครงสร้างของปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ทุกๆ ส่วนก่อนเป็นลำดับแรก จากนั้นนักเรียนจะแยกปัญหาดังกล่าวออกเป็นชิ้นๆ หรือเป็นส่วนๆ เพื่อหาความสัมพันธ์ของส่วนย่อยต่างๆ เหล่านั้นซึ่งความสัมพันธ์ที่ค้นพบที่หลังนี้ จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยหาช่องทางที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการค้นพบนั้นจะเป็นการหยั่งรู้ (Insight) เกิดการเรียนรู้และความเข้าใจต่อ

ปัญหาดังกล่าวอย่างชัดเจนแจ่มแจ้ง บางครั้งมีผู้เรียกทฤษฎีนี้ว่า ทฤษฎีแห่งความเข้าใจ (Cognitive theory)

2. แนวคิดของเพียเจต์ (Piaget) หลักการสำคัญตามแนวคิดของเพียเจต์ คือ มนุษย์เป็นผู้สร้างความรู้และการได้มาของความรู้ขึ้นอยู่กับปรากฏการณ์ของความรู้และความรู้ที่มนุษย์มีมาก่อนแล้ว โดยที่ความรู้ที่มนุษย์มีมาก่อนจะช่วยให้การแปลความหมายของความรู้ใหม่ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งความรู้ตามแนวคิดของเพียเจต์ มี 3 ชนิด คือ

2.1 ความรู้ทางกายภาพ (Physical knowledge) เป็นความรู้ที่ได้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสมบัติหรือธรรมชาติของสารต่าง ๆ เช่น ดอกมะลิมีกลิ่นหอม มะขามมีรสเปรี้ยว โลหะเงินมีความวาว

2.2 ความรู้ทางสังคม (Social knowledge) เป็นความรู้ที่ได้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลในสังคม ซึ่งปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นเป็นสิ่งที่เกิดเป็นกระบวนการ ในการใช้ชีวิตอยู่ร่วมกันของคนในสังคมนั้นๆ โดยปฏิสัมพันธ์ดังกล่าวอาจจะเป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากการร่วมมือในการแก้ปัญหาาร่วมกันหรือปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น เมื่อเกิดความขัดแย้งขึ้นมาได้

2.3 ความรู้เชิงเหตุและผล (Logical knowledge) เป็นความรู้ที่ได้จากการใช้ความคิดทางตรรกศาสตร์หรือคิดเชิงเหตุและผล ความรู้ชนิดนี้ถือว่าเป็นความรู้ที่สูงกว่าความรู้ 2 ชนิดแรก และมีเฉพาะกับบุคคลที่มีการพัฒนาทางสติปัญญาในขั้นปฏิบัติการรูปธรรมและนามธรรม

3. แนวคิดของบรูเนอร์ (Bruner) บรูเนอร์เป็นนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน เสนอแนวคิดดังนี้

3.1 การเรียนรู้มโนคติและทฤษฎีมโนคติ

3.1.1 การเรียนรู้มโนคติ บรูเนอร์กล่าวว่า ทุกสิ่งทุกอย่างในโลกนี้มีอยู่มากมาย มนุษย์เราไม่สามารถจดจำและเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นได้ทั้งหมด ในการเรียนรู้สิ่งเหล่านั้นจึงจำเป็นต้องลดความยุ่งยากซับซ้อนให้น้อยลง โดยการจัดหมวดหมู่เข้าด้วยกัน ด้วยการใช้เกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งอย่างเหมาะสม วิธีดังกล่าวเรียกว่าวิธีการจำแนกประเภท (Categorizing process) ผลของการใช้วิธีนี้จะทำให้นักเรียนเกิดมโนคติของการเรียนรู้สิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ง่ายขึ้น และสามารถเกิดมโนคติได้ในปริมาณที่มากขึ้น

3.1.2 ทฤษฎีมโนคติ บรูเนอร์ ได้กล่าวไว้ว่า มโนคติทุกมโนคติจะมีองค์ประกอบ 5 ด้าน ดังนี้

3.1.2.1 ชื่อ (Name) จะเป็นคำหรือข้อความที่ใช้ในการเรียก กลุ่มของสิ่งของหรือประสบการณ์ที่ใช้ลักษณะร่วมกันเป็นเกณฑ์ในการจำแนก ตัวอย่าง เช่น สิ่งมีชีวิต

สิ่งไม่มีชีวิต จากตัวอย่างที่กล่าวในขั้นต้น เป็นมโนคติที่ใช้เกณฑ์ของการมีชีวิตและไม่มีชีวิตเป็นเกณฑ์ในการแบ่งขณะที่ในกลุ่มแต่ละกลุ่มย่อยยังมีรายละเอียดเพิ่มเติมอีกมากมายและมีมโนคติย่อย

3.1.2.2 ตัวอย่างของมโนคติ (Example) หมายถึง สิ่งของหรือประสบการณ์ที่เป็นตัวอย่างของมโนคตินั้น ถ้านักเรียนมีความเข้าใจในมโนคตินั้นแล้ว นักเรียนสามารถที่จะยกตัวอย่างสิ่งของหรือประสบการณ์ของมโนคตินั้นได้ และสามารถ บอกได้ว่าสิ่งของหรือประสบการณ์บ้างที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนคตินั้น

3.1.2.3 คุณลักษณะเฉพาะ (Attribute) คุณลักษณะเฉพาะเป็นสิ่งที่เราใช้เป็นเกณฑ์หรือลักษณะร่วมในการจัดสิ่งของหรือประสบการณ์เหล่านั้น ให้อยู่ในกลุ่มหรือหมวดเดียวกัน

3.1.2.4 คุณค่าของลักษณะเฉพาะ (Attribute value) การใช้ลักษณะเฉพาะในการจำแนกสิ่งของต่าง ๆ เราต้องพิจารณาคุณค่าของลักษณะเหล่านั้นด้วย เพราะลักษณะเฉพาะบางอย่างมีหลายระดับ

3.1.2.5 กฎเกณฑ์หรือนิยาม (Rule) เป็นการให้ข้อความที่สรุปลักษณะที่จำเป็นหรือสำคัญของมโนคตินั้น การใช้นิยามของมโนคติกมักจะปรากฏในขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการเกิดมโนคติ ซึ่งผู้สอนมักใช้เป็นเครื่องมือให้นักเรียนสรุปลักษณะเฉพาะที่สำคัญของมโนคติที่นักเรียนได้ค้นพบการให้มโนคติที่ถูกต้อง จะแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความเข้าใจในองค์ประกอบอื่นๆ ของมโนคติเป็นอย่างดี

4. แนวคิดของการ์เย่ (Gagne) การ์เย่เป็นนักจิตวิทยาและนักการศึกษาชาวอเมริกันได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการสอนไว้ว่า ในการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนต้องสอนให้นักเรียนได้ทั้งเนื้อหาและกระบวนการโดยการจัดสภาพหรือเงื่อนไขของการเรียนรู้ (Condition of learning) ให้มีลักษณะเป็นขั้นของงานการเรียนรู้ (Learning task) ที่นักเรียนต้องกระทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ผู้สอนได้วางไว้ตามแนวคิดของการ์เย่นั้น นักเรียนจะมีลำดับของการเรียนรู้ 8 ขั้น ดังนี้

4.1 การเรียนรู้โดยสัญญาณ (Signal learning) ถือเป็นการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานและง่ายที่สุด เป็นวิธีการเรียนรู้ที่เกิดจากการโต้ตอบโดยอัตโนมัติต่อสิ่งเร้าที่มากกระทำ โดยไม่มีการคิดหรือไตร่ตรองล่วงหน้า

4.2 การเรียนรู้แบบตอบสนองต่อสิ่งเร้า (Stimulus- response learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการใช้ปัจจัยอื่นๆ เป็นสิ่งเร้า เพื่อให้ได้พฤติกรรมหรือการเรียนรู้ที่ต้องการออกมา

4.3 การเรียนรู้แบบลูกโซ่ (Chaining) การเรียนรู้แบบลูกโซ่เกี่ยวข้องกับ การตอบสนองซึ่งเป็นการกระทำที่ไม่ใช้คำพูด เป็นการกระทำที่ประกอบด้วยลำดับความสัมพันธ์ต่อเนื่องอย่างเป็นลูกโซ่ของสิ่งเร้าและการตอบสนองหลายคู่ ซึ่งการตอบสนองครั้งแรกจะทำหน้าที่

เป็นสิ่งเร้าของการตอบสนองครั้งที่ 2 และการตอบสนองครั้งที่ 2 จะทำหน้าที่เป็นสิ่งเร้าทำให้เกิดการตอบสนองครั้งที่ 3 ในครั้งต่อมาก็จะเป็นไปในทำนองเดียวกันเป็นทอด ๆ ต่อกันไปเรื่อย ๆ จนกระทั่ง การกระทำดังกล่าวเสร็จสิ้น การเรียนรู้ในขั้นนี้ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการกระทำที่เป็น การเคลื่อนไหว การฝึกทักษะต่าง ๆ ที่ไม่ใช่ภาษาพูด

4.4 การเรียนรู้แบบเชื่อมโยงด้วยคำพูด (Verbal association) เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถ กระทำด้วยลำดับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองติดต่อกันแบบลูกโซ่แต่เป็นการกระทำที่แสดงลำดับของการกระทำด้วยการใช้คำพูด

4.5 การเรียนรู้แบบจำแนก (Multiple discrimination) การเรียนรู้ในระดับนี้ เด็กจะสามารถ จำแนกความแตกต่างของสิ่งของหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้โดยอาศัยความเหมือนหรือความแตกต่างของเหตุการณ์หรือวัตถุต่าง ๆ นั้นได้

4.6 การเรียนรู้มโนคติ (Concept learning) เป็นการเรียนรู้ที่มีลักษณะคล้ายกับการเรียนรู้ในขั้นที่ 5.5 แต่มีรายละเอียดมากกว่า เป็นการเชื่อมโยงโดยนำเอาความรู้จากการจำแนกวัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาผสมผสานกันเกิดเป็นการเรียนรู้และเข้าใจในสิ่งที่พบใหม่

4.7 การเรียนรู้หลักการ (Principle learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการนำเอาการเรียนรู้ในมโนคติข้อที่ 4.6 มาอย่างน้อย 2 มโนคติเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน แล้วทำเป็นหลักการใหม่ ขึ้นมาบนพื้นฐานของมโนคติเหล่านั้น หลักการนี้บางครั้งอาจจะเรียกว่าเป็นกฎได้ โดยหลักการหรือกฎนี้สามารถนำไปอ้างอิงได้

4.8 การเรียนรู้แบบแก้ปัญหา (Problem solving) เป็นการเรียนรู้ที่จะนำเอาความรู้จากทุกระดับที่เรียนรู้มาก่อนหน้านี้มาใช้ เพื่อแก้ปัญหาที่ประสบอยู่ การสร้างอุปกรณ์เครื่องมือที่อำนวยความสะดวกทุกอย่างเป็นการเรียนรู้ในระดับสูงสุดของมนุษย์

จากการศึกษาเอกสารมีหลายทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหา ได้แก่ ทฤษฎีสนาม, แนวคิดของเพียเจต์, แนวคิดของบรูเนอร์ และแนวคิดของการ์เย จากทฤษฎีทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น มนุษย์จะเรียนรู้จากการความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง และมีการแก้ปัญหาโดยการแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อยๆ และนำความรู้จากที่ได้เรียนรู้มาก่อนนี้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

### 3. กระบวนการทักษะการแก้ปัญหา

ทักษะการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่มีหลักการและขั้นตอนอย่างมีระบบระเบียบ ต้องใช้ความคิดอย่างซับซ้อน เพื่อมองปัญหาได้หลายแง่มุม หลายวิธีการ แล้วเลือกวิธีการที่ดีที่สุดที่ทุกคนยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้ผลที่เกิดขึ้นมีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง (จัททอง เบ้าจรรยา,

2527 อ้างถึงใน วรรณภา โพธิ์สะอาด, 2542) ซึ่งขั้นตอนและกระบวนการทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นั้นนักการศึกษาหลายท่านได้แสดงทัศนะไว้แตกต่างกันดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545, น. 151-152) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการทักษะการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหามustทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบให้ถ่องแท้ในประเด็นต่าง ๆ คือ ปัญหาถามว่าอย่างไร, มีข้อมูลใดแล้วบ้างและมีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่ การวิเคราะห์แก้ปัญหอย่งดี จะช่วยให้ขั้นตอนต่อไป ดำเนินอย่างราบรื่น การจะประเมินว่าเด็ก เข้าใจปัญหามากน้อยเพียงใด ทำได้โดยกำหนดให้นักเรียนเขียนถึงประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2. วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการคิดหาวิธีวางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น และนำมาใช้ประกอบการวางแผนการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยการตั้งสมมุติฐาน กำหนดวิธี ทดลอง หรือตรวจสอบ และอาจรวมทั้งแนวทางในการประเมินผลการแก้ปัญหา

3. ดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหาและประเมินว่าวิธีการแก้ปัญหาและผลที่ได้ถูกต้องหรือได้ผลเป็นอย่างไร ถ้าการแก้ปัญหาทำได้ถูกต้องก็จะมีประเมินต่อไปว่า วิธีการนั้นน่าจะยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ ได้หรือไม่ แต่ถ้าพบว่าการแก้ปัญหานั้นไม่ประสบผลสำเร็จ ก็จะต้องย้อนกลับไปเลือกวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่ได้กำหนดไว้ในข้อที่ 2 และถ้ายังไม่ประสบความสำเร็จ นักเรียนจะต้องย้อนกลับไปทำความเข้าใจปัญหาใหม่ว่ามีข้อบกพร่องประการใด เช่น ข้อมูลที่กำหนดให้ไม่เพียงพอ เพื่อจะได้เริ่มต้นการแก้ปัญหาใหม่

4. ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหาทั้งในด้านวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ รวมทั้งการนำไปประยุกต์ใช้ ทั้งนี้ในการแก้ปัญหาใด ๆ ต้องตรวจสอบถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมด้วย

เวียร์ (Weir, 1974, p. 18) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นระบุปัญหา (Statement of the Problem) หมายถึง ความสามารถในการระบุประเด็นปัญหาที่สำคัญที่สุดภายในขอบเขตของสถานการณ์ที่กำหนดให้

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Defining the Problem or Distinguishing Essential Features) หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์

3. **ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Searching for and Formulating a Hypothesis)** หมายถึงความสามารถในการหาวิธีการคิดแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญห

4. **ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (Verifying the Solution)** หมายถึง ความสามารถบอกได้ถึงผลที่เกิดจากการแก้ปัญหา ตามวิธีที่เสนอรวม ไปถึงข้อมูลหลักฐานที่ใช้ประกอบการพิจารณาแนวทางดังกล่าว

บลูม (Bloom, 1956, p. 62) ได้กล่าวว่าขั้นตอนของการคิดแก้ปัญหา มีอยู่ 6 ขั้นตอน ดังนี้  
ขั้นที่ 1 เมื่อนักเรียนได้ตอบปัญหา นักเรียนจะคิดถึงประสบการณ์ที่ตนเองเคยพบ เคยเห็น ที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 นักเรียนจะใช้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาใหม่

ขั้นที่ 3 นักเรียนจะแยกแยะปัญหาต่างไป

ขั้นที่ 4 นักเรียนเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด รวมถึงวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 นักเรียนจะใช้ข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 นักเรียนจะได้ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

บรูเนอ (Boone, 1965, p. 93) กล่าวถึงขั้นตอนการแก้ปัญหามี 7 ขั้นตอนดังนี้

1. การค้นหาปัญหา
2. รวบรวมข้อมูล
3. วางแผนการณ
4. สังเกต
5. บันทึกผลจากขั้นที่ 4
6. ลงความคิดเห็นเพื่อเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา
7. คิดแนวทางการแก้ปัญหาแบบใหม่

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967) เห็นว่ากระบวนการในการแก้ปัญหานั้นประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ 5 ขั้นตอน คือ

1. **ขั้นเตรียมการ (Preparation)** เป็นขั้นตอนในการตั้งปัญหาหรือค้นหาปัญหาว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้น ๆ คืออะไร

2. **ขั้นในการวิเคราะห์ (Analysis)** เป็นขั้นตอนในการพิจารณาว่าสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุที่สำคัญที่สุดของปัญหา และสิ่งใดที่ไม่ใช่สาเหตุที่สำคัญของปัญหา แล้วนำสาเหตุดังกล่าวมาวิเคราะห์

3. **ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production)** เป็นขั้นตอนในการหาวิธีการแก้ปัญหา ให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา แล้วนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาเหล่านั้น



4. ขั้นตรวจสอบ (Verification) เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบวิธีการที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าเห็นว่าผลลัพธ์จากการแก้ปัญหานั้นยังไม่ใช่ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง ก็จะต้องมีการเสนอวิธีการแก้ปัญหาลักษณะใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) เป็นการนำวิธีการแก้ปัญหานั้นไปใช้ในสถานการณ์หน้า เมื่อพบกับปัญหาที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว ก็จะสามารถประยุกต์รวมถึงมีวิธีการแก้ปัญหานั้น

โพลยา (Polya, 1957, p. 6-22) ได้เสนอขั้นตอนสำหรับการคิดแก้ปัญหาสรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา พยายามเข้าใจสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในปัญหา สรุปวิเคราะห์แปลความ ทำความเข้าใจให้ได้ว่าโจทย์ถามหาอะไร ข้อมูลที่โจทย์ให้มามีอะไรบ้าง ข้อมูลมีเพียงพอหรือไม่

ขั้นที่ 2 การวางแผนในการแก้ปัญหา แยกแยะปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อสะดวกต่อการลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และวางแผนว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา เช่น การลองผิดลองถูก การหารูปแบบ การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ตลอดจนความคล้ายคลึงของปัญหาเดิมที่เคยทามา

ขั้นที่ 3 การลงมือทำตามแผน เป็นขั้นที่ดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ ถ้าขาดทักษะใดจะต้องเพิ่มเติม เพื่อนำไปใช้ให้เกิดผลดี ขั้นนี้รวมถึงการแก้ปัญหานั้นด้วย

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบวิธีการและคำตอบ เพื่อให้แน่ใจว่าแก้ปัญหานั้นถูกต้อง

บาร์บา (Barba, 1990) กล่าวว่า การแก้ปัญหานั้นประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้น ดังนี้

1. เข้าใจปัญหา
2. คิดวางแผนในการแก้ปัญหา
3. แก้ปัญหตามแผนให้สำเร็จ
4. หาแนวทางใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหา

จากแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับหลักการและขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว จะพบว่าทักษะการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหรือกระบวนการที่เป็นระบบระเบียบ แบบแผน มีเหตุผล มีขั้นตอนที่เหมาะสม รวมถึงต้องอาศัยการคิดอย่างซับซ้อน ประสบการณ์และความถนัดเพื่อที่จะหาวิธีการแก้ปัญหตามสาเหตุจากข้อมูลที่มีอยู่ และสามารถวิเคราะห์ผลที่จะเกิดจากการใช้วิธีการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้

จะเห็นได้ว่าขั้นตอนทักษะการแก้ปัญหานั้นของเวียร์ เป็นขั้นตอนการแก้ปัญหานั้นที่สั้นชัดเจน เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมต้นและครอบคลุมขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้น



ของผู้อื่นที่เสนอไว้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำขั้นตอนดังกล่าวมาใช้ในการสร้างเครื่องมือวัดทักษะการแก้ปัญหา

#### 4. การประเมินผลทักษะการแก้ปัญหา

สำหรับการประเมินผลทักษะการแก้ปัญหา เป็นลักษณะของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา เพื่อใช้ประเมินทักษะการแก้ปัญหา มีดังนี้

##### 1. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choices)

ข้อสอบแบบเลือกตอบเป็นข้อสอบปรนัยที่นิยมใช้กันมากกว่าข้อสอบปรนัยแบบอื่น ข้อสอบประเภทนี้มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ส่วน คือ (ชวาล แพรัตกุล, 2516)

##### 1. ตัวคำถาม (Stem)

##### 2. ตัวเลือก (Choices หรือ Options) ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

- ตัวถูก (Correct Choice)

- ตัวลวง (Decoys หรือ Distracters)

##### รูปแบบของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choices)

ข้อสอบแบบเลือกตอบจะมีคุณภาพมากหรือน้อย มักเกิดจากการเขียนตัวคำถามและตัวเลือก นอกจากนี้ควรเขียนคำถามที่วัดพฤติกรรมขั้นสูง ๆ โดยใช้รูปแบบคำถามที่เหมาะสม รูปแบบ ซึ่งที่นิยมใช้มีอยู่ 3 รูปแบบคือ แบบคำถามโดด (Single Question) และแบบใช้สถานการณ์ (Situational Test) และแบบตัวเลือกคงที่ (Constant Choices)

1. ประเภทคำถามเดี่ยว (single question) เป็นข้อสอบเลือกตอบที่แต่ละข้อมุ่งถามเพียงเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ และสมบูรณ์ในตัวเอง โดยไม่เกี่ยวพันกับข้ออื่น ๆ เลย ซึ่งแต่ละข้อจะเป็นอิสระต่อ

2. ประเภทตัวเลือกคงที่ (constant choice) ข้อสอบประเภทนี้ ในแต่ละตอนจะมีตัวเลือกอยู่ชุดหนึ่งให้นักเรียนพิจารณาตัวเลือกเหล่านี้ แล้วนำไปตอบคำถามที่กำหนดมาให้หลายคำถาม หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นข้อสอบที่มีคำถามหลายข้อแต่มีตัวเลือกอยู่ชุดเดียว ซึ่งข้อสอบชนิดนี้พัฒนามาจากข้อสอบแบบจับคู่ แต่มีลักษณะที่แตกต่างไปจากข้อสอบแบบจับคู่ คือ (สมนึก ภัททิยธนี, 2551)

2.1 สามารถใช้ตัวเลือกซ้ำกันได้

2.2 ตัวเลือกมีเพียง 4-5 ตัว ส่วนตัวคำถามมีกี่ข้อก็ได้ แต่นิยมใช้ 2-10 ข้อ

3. ประเภทสถานการณ์ (situational test) คำถามชนิดนี้จะประกอบด้วยข้อความ รูปภาพ ของจริง หรือเรื่องราวอะไรสักอย่างหนึ่งมาเสนอเร้าใจให้เด็กเกิดความคิดก่อนเป็นตอนนำ จากนั้นจึงตั้งคำถามหลาย ๆ ข้อ หลาย ๆ แง่มุมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น คำถามชนิดนี้มีคุณค่าตรงที่สามารถ

วัดผลสัมฤทธิ์เบ็ดเสร็จของการศึกษาได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังสามารถวัดสมรรถภาพสมองขั้นสูงได้ง่ายกว่าข้อสอบประเภทอื่น ๆ

## 2. แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (MEQ)

แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified Essay Question test : MEQ) แบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาได้ชนิดหนึ่ง โดยเริ่มต้นพัฒนามาจากการจัดการศึกษาทางการแพทย์ที่พัฒนาแบบทดสอบดังกล่าว รวมทั้งเกิดความไม่เชื่อมั่นในการใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบที่มีการเดา และมีการแนะนำคำตอบโดยตัวเลือกที่กำหนดในตัวข้อคำถามเอง และข้อคำถามอัตนัยแบบบรรยายทั่วไปก็มีจุดอ่อนที่มักจะถามกว้างๆ ไม่เฉพาะเจาะจง โดยเฉพาะถ้าคำถามถามไม่ชัดเจนจะทำให้นักเรียนตอบไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดที่เน้นการวัดกระบวนการในการแก้ปัญหา ลักษณะของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์

แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะคล้ายคลึงแบบทดสอบประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัย ในลักษณะของการกำหนดสถานการณ์ให้แก้ปัญหา แต่แทนที่จะให้ข้อมูลที่เป็นกรณีศึกษาทั้งหมดเพียงครั้งเดียวเท่านั้น ก็เปลี่ยนเป็นการแบ่งข้อมูลของสถานการณ์ทั้งหมดออกเป็นส่วนย่อยๆ และให้นักเรียนพิจารณาทีละส่วนย่อยที่ต่อเนื่องกันตามลำดับ แล้วกำหนดให้นักเรียนพิจารณาทีละส่วนย่อยพร้อมแทรกข้อคำถามแบบอัตนัยที่เฉพาะเจาะจงตามกระบวนการของการแก้โจทย์ปัญหา ตั้งแต่ต้นจนถึงขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์จึงมีลักษณะที่เรียกว่า Serial question test

สุกัญญา ยุติธรรมนันท์ (2539, น. 12) ได้กล่าวว่า การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาควรมีลักษณะดังนี้

1. ปัญหาที่นำมาใช้ถามควรเป็นปัญหาที่สำคัญและเกิดขึ้นได้บ่อยๆ
2. กำหนดปัญหาที่มีทางเลือกหรือวิธีการแก้หลายๆวิธี
3. กำหนดรูปแบบคำถามที่ให้นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลได้
4. กำหนดคำถามให้มีความเชื่อมโยงความคิดและสรุปได้ทั่วไป

ทิพย์วรรณ มูลทองชุน (2535) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่เรียกว่า แบบทดสอบเอ็ม อี คิว เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาในกรณีที่ใช้สถานการณ์จริงไม่ได้ๆ โดยเสนอเป็นกรณีศึกษาตามลำดับเหตุการณ์แล้วมีคำถามที่เป็นปลายเปิดแทรกเป็นระยะๆ โดยผู้ตอบต้องตอบในหน้านั้นและไม่อนุญาตให้เปิดไปดูในหน้าถัดไปหรือกลับไปทำหน้าเดิม ซึ่งลักษณะของแบบสอบเอ็ม อี คิวของมหาลัษณินวิภาสเชล มี 3 ประการดังต่อไปนี้

1. เป็นคำถามปลายเปิด โดยให้ผู้ตอบให้เหตุผลสนับสนุน
2. การบริหารเวลาในการตอบจะต้องทำอย่างดี เพื่อที่จะได้ทำข้อสอบทุกข้อ และไม่กลับไปทำในข้อที่ผ่านมาแล้ว
3. ตรวจให้คะแนนยึดโมเดลคำตอบและเกณฑ์ความสามารถในการเรียนรู้ (Mandatory Level of Competence : MLC)

โดยกำหนดว่าตอบอย่างไรให้ผ่านได้ 1 คะแนน ตอบอย่างไรไม่ผ่านได้ 0 คะแนน รวมทั้งหมดก็คะแนน จึงถือว่าผ่านวิชานั้นๆ

นวลอนงค์ หาญนาดี (2549, น. 72) ได้ทำการศึกษาปัจจัยบางประการที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งยกตัวอย่างสถานการณ์ สถานการณ์ละ 5 ข้อ แต่ละสถานการณ์จะครอบคลุมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน เก็บรวบรวมข้อมูล ทดลอง และสรุปผล

สุภาวดี แก้วงาม (2549, น. 59-60) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม วัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก โดยมีการยกตัวอย่างสถานการณ์จำลองแต่ละสถานการณ์มีคำถาม 5 ข้อตามขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้ ขั้นสืบค้น ขั้นแก้ปัญหา ขั้นสร้างสรรค์ ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ และขั้นนำไปปฏิบัติจริง

เขาวเรศ ปรามต (2550, น. 43-44) ได้ทำการศึกษาผลกระทบแบบใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านเครือข่ายเรื่อง งานและพลังงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอนุบาลกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ ทำการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถ แบบอัตนัยในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จุไรรัตน์ สุริยงค์ (2551, น. 42-44) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหตามรูปแบบการเรียน โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของโฮและลิน (Hmelo and Lin) โดยยกตัวอย่างสถานการณ์และตั้งคำถาม ลักษณะข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

เหมือนฝัน ศรีศึกษา (2551, น. 67) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีรูปแบบการเรียนรู้ต่างกันวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก โดยมีการยกสถานการณ์จำลอง แต่ละสถานการณ์จะมีชุดคำถาม 4 ข้อ ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของเวียร์ (Weir, 1974, p. 18) ได้แก่ การระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา วิธีการแก้ปัญหา และผลที่เกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหา

จากการศึกษาการประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาดังกล่าวพบว่า เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบอัตนัย มีการยกตัวอย่างสถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีชุดคำถาม 4 ข้อ ตามขั้นตอนในทฤษฎี และมีรูปแบบในการประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาลักษณะเลือกตอบ และแบบอัตนัย สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกการประเมินแบบข้อสอบอัตนัย กำหนดสถานการณ์ให้กับนักเรียน เนื่องจากสามารถประเมินทักษะการแก้ปัญหานักเรียนได้เป็นอย่างดี และสามารถวัดความสามารถในระดับสูง เช่น การวิเคราะห์ การแก้ปัญหานักเรียนผ่านการเขียนได้

#### 2.2.2.2 ด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

ทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ถือว่าเป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ซึ่งการจัดการเรียนรู้จะต้องส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมให้กับนักเรียน ทั้งกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ค้นคว้าหาคำตอบ จนนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งใหม่ (วิจารณ์พานิช, 2555) ซึ่งในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แยกเนื้อหาออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เพื่อเกิดความเข้าใจการเรียนรู้ตามทักษะอย่างละเอียด ดังนี้

##### 1. ทักษะความคิดสร้างสรรค์

###### 1.1 ความหมายของทักษะความคิดสร้างสรรค์

ออสบอร์น (Osborn, A.F. 1957, p. 14) ได้ให้ความหมายของทักษะความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า เป็นจินตนาการประยุกต์ ที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหายุ่งยากที่มนุษย์ประสบอยู่มิใช่เป็นจินตนาการที่ฟุ้งซ่าน เลือยลอยทั่วไป ความคิดจินตนาการจึงเป็นลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ในการนำไปสู่ผลผลิตที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์

ทอเรนซ์ (Torrance, 1969, p. 76) ได้ให้คำจำกัดความว่าทักษะความคิดสร้างสรรค์เป็นความรู้สึกที่ไวต่อปัญหาหรือข้อบกพร่องหรือสิ่งที่ขาดหายไป แล้วรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐานแล้วเผยแพร่ผลผลิตที่ได้

แอนเดอร์สัน (Anderson, 1970, p. 90 – 93) ได้ให้ความหมายของทักษะความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นกระบวนการทางความคิดใหม่ เป็นการกระบวนการความคิดที่หลอมรวมความรู้จากประสบการณ์เพื่อเสนอแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหาหรือวิธีการใหม่ในการทำงาน

โรเมย์ (Romay, 1970, p. 4) กล่าวว่า ทักษะความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถที่จะรวบรวมความคิด สิ่งของ เทคนิค หรือวิธีการต่างๆ ในแนวทางใหม่

กิลฟอร์ด (Guilford, 1971, p. 470) ได้ให้ความหมายของทักษะความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทางหรือที่เรียกว่าลักษณะของการคิดออกนอกนัย (Divergent thinking) หรือความคิดแบบกระจาย ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดริเริ่ม, ความคิดคล่องตัว, ความคิดยืดหยุ่นและความคิดละเอียดลออ

พีซและซุนด์ (Pitz; & Sund, 1974) ได้กล่าวถึงทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการคิดการกระทำเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ส่วนผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เน้นถึงความริเริ่ม โดยมุ่งเน้นที่การพัฒนาความคิดเพื่อให้ได้ผลิตของความคิดสร้างสรรค์ที่มีความแปลกใหม่ มีศิลปะ นอกจากนี้บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ควรจะสามารถ คือ

- 1) ความสามารถในการจดจำปัญหา
- 2) ความสามารถในการผลิตความคิดใหม่
- 3) ความสามารถในการจัดระเบียบความคิด
- 4) ความสามารถในการประเมินผล

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาธรรม (2544, น. 7) ได้ให้ความหมายของทักษะความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นกระบวนการเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งของหรือความคิดที่มีความแตกต่างกันมากเข้าด้วยกัน โดยบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะต้องมีความแปลกเป็นตัวของตัวเอง (Originality) เป็นผู้ที่มีความคิดคล่อง มีความคิดยืดหยุ่น และสามารถให้รายละเอียดในความคิดนั้น ๆ ได้

อารี พันธุ์ณี (2547, น. 84) ได้ให้ความหมายของทักษะความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นกระบวนการที่คิดในลักษณะออกนอกนัย นำไปสู่การคิดค้นสิ่งแปลกใหม่ด้วยการดัดแปลงปรุงแต่งจากความคิดเดิมให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งต่างๆ ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎีหลักการได้สำเร็จ คือ มีความคิดคล่อง มีความยืดหยุ่น ซึ่งเป็นประเภทหรือแบบของความคิดและสามารถให้รายละเอียดในความคิดนั้นๆ ได้ เป็นลักษณะของความคิดละเอียดลออ

จากความหมายของทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้สามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการคิดระดับสูงที่บุคคลสามารถจะคิดได้หลายแบบไม่ว่าจะเป็นการคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่ม การคิดคล่อง การคิดละเอียดลออ ซึ่งความคิดเหล่านี้จะนำไปสู่การคิดค้นพบสิ่งแปลกใหม่ ด้วยการคิดค้นดัดแปลง ปรุงแต่งจากความคิดเดิม ผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎี หลักการได้สำเร็จ

## 1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ศึกษาเกี่ยวกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ได้มีทัศนะเกี่ยวกับเรื่องนี้แตกต่างกันออกไป ดังนี้

ทฤษฎีของฟรอยด์ (Freud, 1938) มีทัศนะเกี่ยวกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เริ่มต้นจากความขัดแย้งซึ่งถูกขับออกมาโดยพลังจิตใต้สำนึก ขณะที่มีความขัดแย้งเกิดขึ้น คนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีความคิดอิสระขึ้นมากมาย แต่คนที่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์จะไม่มีในส่วนนี้

ทฤษฎีของเทย์เลอร์ (Tyler R.W., 1950) ได้ให้ข้อคิดของทฤษฎีที่น่าสนใจว่า ผลงานของความคิดสร้างสรรค์ของคนนั้นไม่จำเป็นต้องเป็นขั้นสูงสุดเสมอไป คือไม่จำเป็นต้องคิดค้นคว้าประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อนเลย หรือสร้างทฤษฎีที่ต้องใช้ความคิดด้านนามธรรมสูงยิ่ง แต่ความคิดสร้างสรรค์ของคนนั้น อาจเป็นขั้นใดขั้นหนึ่งใน 6 ขั้นต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นต้นที่สุด เป็นสิ่งสามัญธรรมดา คือ เป็นพฤติกรรมหรือการแสดงออกของตนอย่างอิสระ ซึ่งพฤติกรรมนั้นไม่จำเป็นต้องอาศัยความคิดริเริ่มและทักษะแต่อย่างใด คือให้แต่เพียงกล้าแสดงออกอย่างเป็นอิสระเท่านั้น

ขั้นที่ 2 เป็นผลงานซึ่งผลิตออกมาโดยผลงานนั้นจำเป็นต้องอาศัยทักษะบางประการ แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่

ขั้นที่ 3 ขึ้นสร้างสรรค์ เป็นขั้นที่แสดงถึงความคิดใหม่ของบุคคล ไม่ได้ลอกเลียนแบบมาจากใครแม้ว่างานนั้นจะมีคนอื่นคิดแล้วก็ตาม

ขั้นที่ 4 เป็นขั้นความคิดสร้างสรรค์ ขั้นประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ โดยไม่ซ้ำแบบใคร เป็นขั้นที่ผู้กระทำได้แสดงให้เห็นความสามารถที่แตกต่างกันไปจากผู้อื่น

ขั้นที่ 5 เป็นขั้นพัฒนาปรับปรุงผลงานในขั้นที่สี่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ขั้นที่ 6 เป็นขั้นความคิดสร้างสรรค์สุดยอด สามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมสูงสุดได้ เช่น ชาร์ล ดาร์วิน คิดตั้งทฤษฎีวิวัฒนาการขึ้น

ทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์ในรูปของการ โยงสัมพันธ์ (Associative theory) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยการสร้างแนวคิดใหม่ โดยการรวมสิ่งที่สัมพันธ์กัน เข้าด้วยกัน ซึ่งการรวมกันนี้จะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขเฉพาะอย่าง หรือรวมกันแล้วต้องเกิดประโยชน์ทางใดทางหนึ่ง หรือเมื่อระลึกสิ่งใดได้ก็เป็นแนวทางในการระลึกถึงสิ่งอื่น ๆ ต่อ ๆ กันไป สัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่ เช่น เมื่อนึกถึงโต๊ะ ก็ทำให้นึกถึงเก้าอี้ไปใช้วางของ เป็นต้น

ทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (The structure of Intellect theory) ทฤษฎีนี้สร้างโดยกิลฟอร์ด (Guilford) นักจิตวิทยาชาวอเมริกา เป็นผู้สนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมอง



ความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นประโยชน์ โดยการศึกษาและวิจัย การวิเคราะห์ตัวประกอบของสติปัญญา ในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ควรมีเหตุผลและการแก้ปัญหา ได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างทางสมอง หรือโครงสร้างทางสติปัญญา ซึ่งครอบคลุมสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ ได้อธิบายโครงสร้างทางสมองในรูปแบบจำลองสามมิติ (Guilford , 1967) ดังนี้

มิติที่ 1 วิธีการคิด (Operations) แบ่งออกเป็น 5 ด้าน คือ การรู้จักและเข้าใจ (Cognition) การจำ (Memory) การคิดออกนอกนัย (Divergent production) การคิดเอกลัทธิ (Convergent production) และการประเมินค่า (Evaluation)

มิติที่ 2 เนื้อหา (Contents) แบ่งออกเป็น 5 แบบ คือ ภาพ (Figural) สัญลักษณ์ (Symbolic) ภาษา (Semantic) พฤติกรรม (Behavioral) และเสียง (Auditory)

มิติที่ 3 ผลการคิด (Products) แบ่งออกเป็น 6 แบบ คือ หน่วย (Units) จำพวก (Classes) ความสัมพันธ์ (Relation) ระบบ (System) การแปลงรูป (Transformation) และการประยุกต์ (Implications)

ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของทอเรนซ์ (Torrance, 1973, pp. 91-95) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์จะแสดงออกตลอดกระบวนการของความรู้สึกหรือการเห็นปัญหา การรวบรวมความคิด เพื่อก่อตั้งสมมติฐาน การทดสอบ และการแปลงสมมติฐาน ตลอดจนการเผยแพร่ถึงผลผลิตที่ได้รับ ซึ่งทฤษฎีของทอเรนซ์ (Torrance) อาจขยายความได้ว่า ผู้ที่มีความคิดริเริ่มเพื่อแสวงหาวิธีใหม่ในการเผชิญปัญหาหรือแก้ปัญหา

ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของวัลลัส (Wallas, 1965) ได้กล่าวว่า การคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นมาได้มันจะต้องมีขั้นตอนต่างดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นระยะของการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เมื่อพบปัญหา เช่น กรณีก่อนที่คาร์ลิมิตีจะคิดหาส่วนผสมของเงินในมงกุฎทองได้สำเร็จนั้นก็ได้อพยพชั่งเงินชั่งทองที่มีขนาดต่าง ๆ กัน แต่ก็ยังคิดไม่ออก

ขั้นที่ 2 ขั้นฟักตัว (Incubation) เมื่อรวบรวมตามขั้นที่ 1 แล้วผู้คิดยังคิดไม่ออก ได้แต่ครุ่นคิดอยู่ ระยะเวลาผลงานยังไม่เกิด จนบางครั้งผู้คิดค้นต้องไปทำงานอื่น

ขั้นที่ 3 ขั้นคิดออก (Illumination or Insight) เป็นระยะที่คิดคำตอบออกทันที ทั้งที่ดูเหมือนเป็นระยะที่กำลังไม่คิดอยู่

ขั้นที่ 4 ขั้นพิสูจน์ (Verification) เมื่อคิดคำตอบออกแล้วก็จะพิสูจน์ทดลองซ้ำ ๆ เพื่อให้เกิดความมั่นใจ ได้ผลแน่นอนตั้งเป็นเกณฑ์ต่อไป

วัลลัส (Wallas) กล่าวถึงการเกิดความคิดสร้างสรรค์ว่าต้องมีขั้นตอนตามลำดับของการเกิดได้แก่ ขั้นเตรียมด้วยการรวบรวมข้อมูล ที่นำไปสู่ขั้นฟักตัวของการคิด จนกว่าถึงขั้นต่อไปคือ



ขั้นคิดออกสามารถหาคำตอบได้ และจะไปสู่ขั้นสุดท้ายคือขั้นพิสูจน์เพื่อทำให้เกิดความมั่นใจถึงความถูกต้องนำไปใช้ได้ต่อไป

ทฤษฎีของวัลลัส, และโคแกน (Wallas, & Kogan) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เกิดจากการ โยงสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่บุคคลสร้างสมมาจากการเรียนรู้ตนเอง ดังนั้นการที่บุคคลจะมีความคิดสร้างสรรค์มากน้อยเพียงใด ย่อมขึ้นอยู่กับความสามารถในการเชื่อมโยงมโนทัศน์เข้ากับสิ่งใหม่ให้มากที่สุดแสดงว่าประสบการณ์และการเรียนรู้มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์

ทฤษฎีการคิดนอกกรอบของเอ็ดเวิร์ด ดีโบโน (Edward De Bono, 1990 อ้างถึงในชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์, 2546, น.15) นักจิตวิทยาของกลุ่มปัญญานิยมมีแนวคิดเกี่ยวกับการคิดได้เสนอไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่จะคิดนอกกรอบ ความคิดเดิมซึ่งปิดกั้นความคิดอยู่ ก่อให้เกิดแนวคิดอย่างอื่น ๆ ที่ถือว่าเป็นแนวคิด เพื่อจะนำมาพัฒนาในการแก้ปัญหาที่ต้องการได้ การวัดความคิดสร้างสรรค์จะต้องวัดที่ผลผลิตของความคิดที่สามารถใช้แก้ปัญหาได้ และการคิดสามารถเรียนรู้ ฝึกหัดและสอนกันได้เหมือนทักษะอื่น ดีโบโนเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของโลกและการเจริญก้าวหน้าทางศิลปะวิทยาการด้านต่าง ๆ เป็นผลมาจากความคิดของคน โดยเขาได้ตั้งศัพท์และจำแนกความคิดออกเป็น 2 ด้านที่สำคัญคือ การคิดในกรอบ (Vertical thinking) เป็นการดำเนินการเชิงตรรกะ (Logical thinking) การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ (Critical thinking) ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ (Scientific method) การคิดนอกกรอบ (Lateral thinking) เป็นการคิดออกไปจากกรอบความคิดเดิมที่ครอบงำอยู่ ทำให้เกิดแนวคิดใหม่ ๆ ดีโบโน เสนอไว้ว่าทฤษฎีการคิดนอกกรอบจะทำให้มนุษย์เกิดการสร้างสรรค์แนวคิดหลากหลายแนวคิดซึ่งจะทำให้ได้แนวคิดแปลกใหม่ ที่จะนำไปสร้างผลผลิตที่มีความคิดสร้างสรรค์ เขาถือว่าขบวนการคิดทั้ง 2 ลักษณะแยกออกจากกันเด็ดขาด แต่การคิดทั้ง 2 ลักษณะนั้นมีการสนับสนุนกัน และความคิดสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ มีกระบวนการคิด 2 ระยะ ดังนี้

การคิดระยะที่ 1 (First stage thinking) เป็นกระบวนการคิดเพื่อให้เกิดแนวคิดในการพิจารณาปัญหา ที่จะได้กำหนดให้ชัดเจนว่าปัญหาที่แท้จริงนั้น คืออะไร และสามารถมองหา มโนทัศน์สร้างแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา

การคิดระยะที่ 2 (Second stage thinking) เป็นกระบวนการคิดในกรอบ เมื่อใช้การคิดระยะที่ 1 แล้ว ซึ่งจะเกิดการสร้างแนวคิดที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา การคิดระยะที่ 2 จะเป็นการทดสอบแนวคิดเหล่านั้นว่าแนวคิดใดเหมาะสม แล้วจึงดำเนินการพัฒนาให้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาตามที่ต้องการได้

จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาทั้งหมด จะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่มีอยู่ในตัวของบุคคลทุกคน และการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพหรือส่งเสริมความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ได้นั้นต้องอาศัยการเรียนรู้ กระบวนการฝึกฝนอย่างเต็มที่และการได้อยู่ภายใต้สิ่งแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเกิดความคิดสร้างสรรค์ด้วย ผู้วิจัยได้ยึดทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด นำมาพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

### 1.3 กระบวนการของทักษะความคิดสร้างสรรค์

โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงทักษะความคิดสร้างสรรค์มักเข้าใจและมุ่งเน้นไปที่ความคิดริเริ่ม ซึ่งที่จริงแล้วความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะความคิดอื่น ๆ ด้วย มิใช่เพียงแต่ความคิดริเริ่มเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม ความคิดริเริ่มเป็นลักษณะสำคัญที่ทำให้เกิดการเริ่มต้นขึ้น แต่ความสำเร็จของการสร้างสรรค์ก็จำเป็นต้องอาศัยลักษณะความคิดอื่น ๆ ประกอบด้วย (สุวิทย์ มูลคำ, 2547)

กิลฟอร์ด (Guilford, 1971, p.145) ได้อธิบายทักษะความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดเดิมหรือความคิดแบบง่าย ๆ ซึ่งมีประโยชน์ต่อตนเองและสังคม เป็นความคิดที่อาจเกิดจากการนำเอาความคิดเดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น

2. ความคล่องตัว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน นับว่าเป็นความสามารถของบุคคลในการค้นหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็วในเวลาอันจำกัด แบ่งเป็น 3 แบบ คือ

2.1 ความคล่องทางแนวความคิด (Ideational fluency)

2.2 ความคล่องทางความสัมพันธ์ (Associational fluency)

2.3 ความคล่องทางการแสดงออก (Expressional fluency)

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการหาคำตอบได้หลายประเภทหรือหลายแบบ คิดนอกกรอบของความคิดที่ไม่อยู่ภายใต้กฎเกณฑ์หรือความคุ้นเคยเดิม ทำให้มองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้หลายแง่มุม และเป็นมุมใหม่ ๆ จนเกิดเป็นสิ่งที่เสริมคุณภาพความคิดให้ดียิ่งขึ้น

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง เป็นความคิดตกแต่งในรายละเอียดเพื่อขยายความคิดหลักให้ครบถ้วน สมบูรณ์ ซึ่งความละเอียดลออนี้จะสัมพันธ์กับความสามารถในการสังเกต ไม่ละเลยหรือมองข้ามรายละเอียดเล็ก ๆ น้อย ๆ

หลักทักษะความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด (เพอร์วีย์ ทักมิด, 2523, น. 3; อ้างอิงจาก Guilford, 1971) มุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้รวดเร็วกว้างขวาง และมีความคิดริเริ่มถ้ามี สิ่งเร้ามากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้นๆ สิ่งเร้าที่จะมากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้นมีอยู่ด้วยกัน 4 ชนิด คือ

1. รูปภาพ
2. สัญลักษณ์
3. ภาษา
4. พฤติกรรม

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542, น. 217–218) ได้กล่าวถึงบุคคลที่จะมีทักษะความคิดสร้างสรรค์ จะต้องมีความสามารถในเรื่องต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. ความคิดคล่องตัว (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาแนวทางที่คล้ายกัน ในการแก้ปัญหาได้หลายแนวทางในเวลาที่กำหนด เช่น ให้คิดหาประโยชน์ของก้อนอิฐมาให้ ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด ซึ่งอาจเป็น 5 นาที

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาแนวทางที่ไม่ซ้ำกัน ได้หลายแนวทางในการแก้ปัญหา เช่น ให้คิดว่าจะสามารถนำหอยไปใช้ทำอะไร ได้บ้างในเวลา 5 นาที

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ เป็นต้นคิดเป็น ความคิดที่แตกต่างจากความคิดเดิม ซึ่งไม่เหมือนใคร ความคิดริเริ่มอาจเกิดจากการนำเอา ความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น เช่น การคิดเครื่องบินได้สำเร็จก็จะได้ แนวคิดจากการทำเครื่องร่อน

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับความเป็นไปได้ที่จะนำความคิดนั้น ไปสู่การปฏิบัติ การสร้างการกระทำให้เป็น ผลสำเร็จ ทำให้เกิดเป็นผลงานหรือผลิตผลสร้างสรรค์ขึ้นมา

5. ความคิดหลากหลาย (Sensitivity) หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาได้หลาย ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้สถานการณ์หนึ่ง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2542, น. 61–62) กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์จัดเป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง ซึ่งประกอบด้วยลักษณะ ของการคิด 4 แบบ คือ

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าให้ได้ มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ หรือความสามารถคิดหาคำตอบที่เด่นชัดและตรงประเด็นมากที่สุด

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการปรับสภาพของความคิดในสถานการณ์ต่างๆ ได้ความคิดยืดหยุ่นเน้นในเรื่องของปริมาณที่เป็นประเภทใหญ่ๆ ของความคิดแบบคล่องแคล่วนั่นเอง เป็นตัวเสริมและเพิ่มคุณภาพของความคิดคล่องแคล่วให้มากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่และมีหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถในการคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มอาจจะเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาคิดตัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น และยังรวมถึงการเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ

ทิสนา แจมมณี (2544, น. 41-47) ได้ให้ความหมายของลักษณะการคิดและตัวบ่งชี้ลักษณะการคิดแต่ละแบบไว้ ซึ่งในการคิดนั้นเป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

1. คิดคล่อง เป็นการคิดอย่างรวดเร็วให้ได้ข้อมูลจำนวนมาก โดยตัวบ่งชี้ลักษณะการคิดคือ สามารถให้ข้อมูลจำนวนมากจากการคิดอย่างรวดเร็ว

2. คิดหลากหลาย เป็นการคิดให้ได้ข้อมูลหลายประเภท โดยตัวบ่งชี้ลักษณะการคิดคือ สามารถให้ข้อมูลที่มีประเภท / ชนิด / แบบ / ลักษณะที่แตกต่างกันได้จำนวนมาก

3. คิดละเอียด เป็นการคิดให้ได้ข้อมูลที่เป็รายละเอียดของสิ่งที่ต้องการคิดโดยตัวบ่งชี้ลักษณะการคิดคือ สามารถขยายข้อมูลของประเด็นที่คิดให้ได้รายละเอียดเพิ่มมากขึ้น

ทอร์เรนซ์ (Torrance, 1973, pp. 91-95) ได้ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้พอสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์นั้นประกอบด้วยความคิด 3 องค์ประกอบดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็วและสามารถสร้างคำตอบได้ในปริมาณมากในเวลาจำกัด

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง หลายรูปแบบ

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะของความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดา และไม่ซ้ำกับความคิดที่มีอยู่ทั่วไป

จากที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงกระบวนการของทักษะความคิดสร้างสรรค์ สามารถสรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์นั้นแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ซึ่งในการทำการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 4 ด้านของกิลฟอร์ด คือ ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

#### 1.4 การประเมินผลทักษะความคิดสร้างสรรค์

อารี พันธุ์ณี (2537, น. 203-250) ได้ศึกษาถึงลักษณะของแบบทดสอบความคล่องแคล่วของกิลฟอร์ด และคริสเตนเสน ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 4 ชุด 11 ฉบับ โดยแบ่งออกเป็นด้านภาษาเขียน 7 ฉบับ ด้านรูปภาพ 3 ฉบับ และโจทย์ปัญหา 1 ฉบับ แบบทดสอบนี้เหมาะกับนักเรียนระดับมัธยมและผู้ใหญ่ตัวอย่างแบบทดสอบมีดังนี้

1. ความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word fluency, DSU) ให้เขียนคำประกอบด้วยตัวอักษรที่กำหนดให้ เช่น ป: ปด ปัด ปาด เป็นต้น

2. ความคล่องแคล่วทางความคิด (Ideational fluency, DMU) ให้เขียนชื่อที่อยู่ในพวกหรือประเภทเดียวกันเช่น ของเหลวที่เป็นเชื้อเพลิง ได้แก่ น้ำมันก๊าด แก๊สโซลีน และแอลกอฮอล์ เป็นต้น

3. ความคล่องแคล่วด้านการเชื่อมโยง (Associational fluency, DMR) ให้คำต่างๆที่มีความหมายคล้ายคลึงกับคำที่กำหนดให้เช่น หน้า ย า แข็ง เป็นต้น

4. ความคล่องแคล่วในการแสดงออก (Expressional fluency, DSS) ประกอบด้วยคำ 4 คำ ในแต่ละคำเริ่มด้วยตัวอักษรที่กำหนดให้ เช่น “K-U-Y-I” (keep up your interest kill useless yellow insects)

5. การใช้ประโยชน์อย่างอื่น (Alternate use, DMC) ให้บอกประโยชน์ อย่างอื่นของสิ่งของเฉพาะที่กำหนดให้ มิใช่เป็นการใช้ประโยชน์โดยทั่วไป เช่น หนังสือพิมพ์ใช้ทำประโยชน์อย่างไรได้บ้าง

6. การสรุปผล (Consequence, DMU, DMC) ให้บอกเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น อันเป็นผลเนื่องจากเหตุการณ์สมมติฐานที่กำหนดให้ เช่น ถ้าคนไม่จำเป็นต้องนอนพักผ่อนจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง : คนทำงานได้มากขึ้น ไม่จำเป็นต้องใช้นาฬิกาปลุก เป็นต้น

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2549, น. 45-48) ได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่ามีหลักการเดียวกันกับแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาหรือด้านศิลปะ คือ ให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบได้หลายรูปแบบให้มากที่สุด

7. ประเภทของงานอาชีพ (Possible jobs, DMI) ให้บอกรายชื่อของงานอาชีพต่างๆที่เกี่ยวข้องกับคำที่กำหนดให้ เช่น หลอดไฟฟ้า : วิศวกรไฟฟ้า เจ้าของโรงเรียนทำหลอดไฟฟ้าและอื่นๆ เป็นต้น

8. การวาดรูป (Making objects, DFS) ให้วาดรูปสิ่งของเฉพาะ โดยใช้เซตของรูปที่กำหนดให้ เช่น รูปวงกลม และรูปสามเหลี่ยม เป็นต้น ในการวาดรูปสิ่งของหนึ่ง อาจใช้รูปที่กำหนดให้ซ้ำกันได้ และเปลี่ยนแปลงขนาดได้ แต่จะต้องไม่เติมรูปทรง หรือเส้นอื่นๆเพิ่มขึ้นอีก

9. การสเก็ตช์รูป (Sketches, DFU) ให้ต่อเติมให้รูปจากภาพร่างที่กำหนดให้ เช่น วงกลมสามเหลี่ยม และต่อเติมภาพให้สมบูรณ์ และแตกต่างกันให้มากที่สุด

10. การแก้ปัญหา (Match problem, DFT) จากโจทย์ที่กำหนดให้ เช่น ปัญหาไม้ขีดไฟให้อาจจำนวนก้อนไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่งออก โดยให้ก้อนไม้ขีดไฟที่เหลือประกอบกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือรูปสามเหลี่ยมที่มีจำนวนรูปตามต้องการ

11. การตกแต่ง (Decoration, DFI) ให้ตกแต่งรูปวาดเกี่ยวกับสิ่งของทั่วไปที่ร่างเอาไว้แล้วด้วยแบบที่แตกต่างกัน

สำนักทดสอบทางการศึกษา (2529 , น. 105) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ โดยให้ถือเกณฑ์พิจารณาคำตอบที่อยู่ลักษณะเป็นการคิดหลายทาง (Divergent Thinking) ตามแบบของกิลฟอร์ด (Guilford) คือ

1. ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) หมายถึง คะแนนที่ได้จากการนับจำนวนคำตอบทั้งหมดที่แตกต่างกันให้คะแนนคำตอบละหนึ่งคะแนน และไม่คำนึงถึงว่าคำตอบเหล่านี้จะไปซ้ำกับคำตอบของคนอื่นหรือไม่

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง คะแนนที่ได้จากการนับจำนวนคำตอบที่ไม่อยู่ในทิศทางเดียวกัน หรือคำตอบที่อยู่ในประเภทที่แตกต่างกัน โดยให้คะแนนคำตอบละหนึ่งคะแนน และไม่คำนึงถึงว่าคำตอบเหล่านี้จะไปซ้ำกับคนอื่นหรือไม่

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) ให้คะแนนตามสัดส่วนของความถี่ของคำตอบตามวิธีการครอบพลัย คำตอบใดที่กลุ่มตัวอย่างตอบซ้ำกันมาก ๆ ก็ให้คะแนนน้อยหรือไม่ได้เลย ถ้าคำตอบยังซ้ำกับคนอื่นน้อยหรือไม่ซ้ำคนอื่นเลย ก็จะได้คะแนนมากขึ้น เกณฑ์การให้คะแนนยึดหลักดังนี้

คำตอบซ้ำ ร้อยละ 12 ขึ้นไปให้ 0 คะแนน

คำตอบซ้ำ ร้อยละ 6-11 ให้ 1 คะแนน

คำตอบซ้ำ ร้อยละ 3-5 ให้ 2 คะแนน

คำตอบซ้ำ ร้อยละ 2 ให้ 3 คะแนน

คำตอบซ้ำ ไม่เกินร้อยละ 1 ให้ 4 คะแนน

ฉะนั้นถ้าจะให้คะแนนความคิดริเริ่มก็ต้องใช้วิธีนับความถี่ของคำตอบของกลุ่ม โดยจัดเป็นรอยความถี่จนครบทุก ๆ คน จึงตรวจสอบความถี่นั้นเทียบกับเกณฑ์ข้างต้นแล้วให้คะแนน



จากการศึกษาเอกสาร สามารถสรุปได้ว่าการประเมินผลทักษะความคิดสร้างสรรค์นั้น สามารถวัดได้จากแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ โดยเป็นแบบอัตนัย และครูสามารถให้คะแนนตามความคิดของนักเรียนทั้ง 4 หัวข้อได้ตามรูปรีดิกส์คะแนนที่ต้งขึ้น

## 2. การสร้างสรรค์ชิ้นงาน

### 2.1 ความหมายของการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

สำหรับความหมายของการสร้างสรรค์ชิ้นงาน มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้  
 บุปผชาติ ทัพทิกรณ์ (2551) ได้กล่าวถึงความหมายของการสร้างสรรค์ชิ้นงานไว้ว่า เป็นการให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างชิ้นงานจากความคิด จินตนาการของตนเอง ผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมเครื่องมือสร้างที่เหมาะสม เพื่อนักเรียนจะสามารถนำเครื่องมือชิ้นนั้น ๆ ไปใช้สร้างความรู้หรือชิ้นงานที่มีความหมายต่อตนเอง ถึงแม้ว่านักเรียนจะได้รับเครื่องมือชนิดเดียวกัน แต่ชิ้นงานแตกต่างกันตามจินตนาการ ความคิด และความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละคนที่แตกต่างกันไป เป็นการส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ การสร้างชิ้นงานของนักเรียนจะนำไปสู่การสร้างความรู้ได้นั้น ยังขึ้นอยู่กับบรรยากาศและสภาพแวดล้อมหรือบริบททางสังคม เช่น การให้นักเรียนได้มีทางเลือกหลายทางเลือก ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสสร้างชิ้นงานที่ตนเองสนใจ ส่งผลให้นักเรียนเต็มใจที่จะสร้างชิ้นงานให้สำเร็จแม้ต้องเผชิญกับปัญหาหรือความยากลำบากมากมาย ความหลากหลายในกลุ่มนักเรียน ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้การมีปฏิสัมพันธ์ การช่วยเหลือ การแบ่งปัน และการเรียนรู้จากกันและกัน และห้องเรียนที่มีบรรยากาศความเป็นกันเอง ช่วยให้นักเรียนรู้สึกผ่อนคลาย อบอุ่น และปลอดภัย ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนสามารถสอบถามหรือปรึกษาเพื่อนและครูได้ตลอดเวลา

จากการศึกษา สามารถสรุปการสร้างสรรค์ชิ้นงานได้ว่าเป็นการนำความคิด จินตนาการของนักเรียน มาสร้างสรรค์เป็นผลงานที่เป็นนามธรรม ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ และยังเป็นส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสรรค์ชิ้นงาน มีนักการศึกษาได้ให้ไว้ ดังนี้  
 ลักขณา สิริวัฒน์ (2557, น.188-192) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) และได้พัฒนาโดยศาสตราจารย์ซีมีวัวร์ เพพิร์ท (Papert, 1980) แห่งสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (Massachusetts Institute of Technology : M.I.T.) ที่ได้มีโอกาสร่วมงานกับเพียเจต์และได้พัฒนาทฤษฎีนี้มาใช้ในวงการศึกษา โดยมีแนวคิดว่าการเรียนรู้ที่ดีและทรงประสิทธิภาพเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนจะต้องมีกระบวนการสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียน จะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งที่น่าสนใจนั้นด้วยตนเองและอยู่ในบริบทที่แท้จริงของนักเรียนเอง จากนั้นนักเรียนได้มีโอกาสนำความรู้ที่สร้างสรรค์ชิ้นมานั้น



ไปสร้างสรรค์ชิ้นงานขึ้นมา เป็นการทำให้เห็นความคิดเห็นที่เป็นรูปธรรม เพราะเมื่อนักเรียนสร้างสิ่งใดขึ้นมาในโลกก็หมายถึงการสร้างความรู้ในตนเองขึ้นมานั่นเอง หากสังเกตให้ดีจะเห็นว่า ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองด้วยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) จะเป็นการคิดจากทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ด้วยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Work Piece Construction) ที่เป็นผลผลิตจากองค์ความรู้ ดังนั้นผู้สอนจึงควรพิจารณาในการใช้สื่อ เทคโนโลยี วัสดุและอุปกรณ์การเรียนรู้ต่างๆ ที่เหมาะสมในการให้นักเรียนได้สร้างสรรค์การเรียนรู้และผลงานของนักเรียนเอง จนเกิดประจักษ์พยานขององค์ความรู้ ทั้งนี้เพื่ิพริทได้ให้แนวคิดว่สื่อธรรมชาติและวัสดุทางศิลปะส่วนมากสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุในการสร้างสรรค์ความรู้ได้ดี เช่นกัน เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ เศษไม้ ขวดน้ำพลาสติก หรือของเหลือใช้ต่างๆ เป็นต้น เนื้อหาสาระที่เกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน หลักการในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน และการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้

1. แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน จำแนกได้ ดังนี้

1.1 สามารถสร้างการเรียนรู้ที่ทรงประสิทธิภาพแก่นักเรียนได้เป็นอย่างดี คือ สามารถสร้างกลไกการเรียนรู้จนนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ (Body of Knowledge) พร้อมทั้งเกิดประจักษ์พยานขององค์ความรู้

1.2 แนวคิดทฤษฎีนี้มีความคล้ายคลึงกับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) คือทั้งสองทฤษฎีส่งผลต่อการจัดการศึกษาและเป็นพื้นฐานในการขับเคลื่อนการปฏิรูปการศึกษาในวงกว้าง จึงควรมีการศึกษาเพื่อความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีดังกล่าวในส่วนที่เป็นพื้นฐานความคิดและการนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดผลในทางปฏิบัติ

1.3 การเรียนรู้อยู่บนกระบวนการสร้าง 2 กระบวนการ ได้แก่

1.3.1 นักเรียนเรียนรู้ด้วยการสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาด้วยตนเอง ไม่ใช่รับแต่ข้อมูลที่หลั่งไหลเข้ามาในสมองของนักเรียนเท่านั้น โดยความรู้จะเกิดขึ้นจากการแปลความหมายของประสบการณ์ที่ได้รับ สังเกตว่าในขณะที่เราสนใจทำอะไรสิ่งหนึ่งอย่างตั้งใจ เราจะไม่ลดละความพยายามและจะคิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่นั้นจนสำเร็จ

1.3.2 กระบวนการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดหากกระบวนการนั้นมีความหมายกับนักเรียนคนนั้น

2. หลักการในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน จำแนกได้ดังนี้

2.1 หลักการที่นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนลงมือประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือได้ปฏิบัติสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอกที่มีความหมายการเรียนรู้จะได้ผลดีถ้าหากนักเรียนเข้าใจในตนเอง มองเห็นความสำคัญในสิ่งที่เรียนรู้และสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เก่า รู้ว่าตนเองได้เรียนรู้อะไรบ้างและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา

2.2 หลักการที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ โดยครูควรพยายามจัดบรรยากาศการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีทางเลือกในการเรียนรู้ที่หลากหลาย และเรียนรู้อย่างมีความสุข สามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เก่าได้ ส่วนครูเป็นผู้ช่วยเหลือและคอยอำนวยความสะดวก

2.3 หลักการเรียนรู้จากประสบการณ์และสิ่งแวดล้อม หลักการนี้ชี้ให้เห็นความสำคัญของการเรียนรู้ร่วมกัน (Social Value) ทำให้นักเรียนเห็นว่าเป็นแหล่งความรู้อีกแหล่งหนึ่งที่สำคัญ การสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) เป็นการจัดประสบการณ์เพื่อเตรียมคนออกไปเผชิญโลกในสังคมกว้างขึ้น ถ้านักเรียนเห็นว่าตนเองเป็นแหล่งความรู้ที่สำคัญและสามารถแลกเปลี่ยนความรู้กันได้ ซึ่งเมื่อเขาออกไปก็จะปรับตัวได้ง่ายขึ้นและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพ

2.4 หลักการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือ การรู้จักแสวงหาคำตอบจากแหล่งความรู้ต่างๆ ด้วยตนเองเป็นผลให้เกิดพฤติกรรมที่พึงเน้น เมื่อนักเรียนสามารถเรียนรู้ว่าจะเรียนรู้ได้อย่างไร (Learn How to Learn)

3. บทบาทของผู้สอนและนักเรียนตามแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานจำแนกอธิบายได้ดังนี้

3.1 บทบาทของผู้สอน ครูมีบทบาทสำคัญมากในการที่จะควบคุมกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนให้บรรลุผลตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งครูควรเข้าใจบทบาทของตนเองและคุณสมบัติที่ควรจะมีรวมถึงเจตคติที่ดีต่ออาชีพครู สำหรับบทบาทครูในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

3.1.1 จัดบรรยากาศการเรียนรู้ให้เหมาะสม โดยควบคุมกระบวนการเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมายตามที่กำหนดไว้ และคอยอำนวยความสะดวกให้แก่นักเรียนดำเนินงานไปได้อย่างรวดเร็ว

3.1.2 แสดงความคิดเห็นและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่นักเรียนตามโอกาสที่เหมาะสม

3.1.3 สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่มีทางเลือกที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเลือกได้ตามความสนใจ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการคิด การลงมือทำและเกิดการเรียนรู้

3.1.4 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามแนวทางของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยเน้นให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองด้วยการจดประกายความคิดและกระตุ้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างทั่วถึงตลอดจนรับฟังและสนับสนุนส่งเสริมให้กำลังใจแก่นักเรียนจนสร้างสรรค์ผลงานของตนออกมาได้สำเร็จ

3.1.5 ช่วยเชื่อมโยงความคิดเห็นของนักเรียนและสรุปผลการเรียนรู้ตลอดจนส่งเสริมและนำทางให้นักเรียนได้รู้วิธีวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนจะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

3.2 บทบาทของนักเรียน การเรียนรู้ตามทฤษฎีนี้ นักเรียนมีบทบาทในฐานะเป็นผู้ปฏิบัติและสร้างความรู้ไปพร้อมๆ กันด้วยตัวของเขาเอง สำหรับบทบาทที่นักเรียนควรจะแสดงออกให้เห็นอย่างชัดเจนซึ่ง ได้แก่

3.2.1 มีความยินดีร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ทุกครั้งด้วยความสมัครใจและเต็มใจ แสดงให้เห็นได้จากการร่วมมือและมีส่วนร่วมทุกครั้งในการทำกิจกรรมต่างๆ

3.2.2 สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง รู้จักแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่ด้วยตนเอง

3.2.3 ตัดสินปัญหาต่างๆ ด้วยเหตุและผลด้วยความมั่นใจ

3.2.4 มีความรู้สึกและความคิดเป็นของตนเอง

3.2.5 สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมของตนเองและผู้อื่นได้

3.2.6 มีความกระตือรือร้นและมีความอยากรู้อยากเห็นสิ่งใหม่ๆ เสมอ

4. การประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองและด้วยตนเองของนักเรียนหากนักเรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและพัฒนาความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะทำให้ความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนและเมื่อนักเรียนสร้างสิ่งมดสิ่งหนึ่งขึ้นมาในโลกจึงเป็นการสร้างความรู้ขึ้นในตนเอง โดยจะมีความหมายต่อนักเรียนจะอยู่คงทนทำให้นักเรียนไม่ลืมน่าจะสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตนได้ดีเป็นฐานให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่มีการสิ้นสุด

ณัชชากัญญา วิรัตน์ชัยวรรณ ได้กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน(Constructionism) แนวคิดของทฤษฎีนี้ คือ การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลัง

ความรู้ในตนเอง หากนักเรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์  
ชิ้นงาน โดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้ความคิดเห็นนั้นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

วุทธิศักดิ์ โภชนกุล ได้กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์  
ชิ้นงาน ไว้ว่าหลักการในการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน มีดังนี้

1. การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองด้วยตนเองของนักเรียน
2. นักเรียนที่มีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างชิ้นงานโดย  
อาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะได้เห็นความคิดเห็นนั้นเป็นรูปธรรม
3. การสร้างความรู้ในตนเองของนักเรียน เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมา
4. ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้น จะเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อนักเรียน มีความคงทน ไม่  
ลืมง่าย และสามารถถ่ายทอดให้คนอื่นเข้าใจความคิดของตนเองได้ดี
5. ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้น จะเป็นฐานให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่าง  
ไม่สิ้นสุด

โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สามารถประยุกต์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ ดังนี้

1. การใช้สื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการให้นักเรียนสร้างสาระการเรียนรู้และ  
ผลงานต่าง ๆ ด้วยตนเอง
2. การสร้างสภาพแวดล้อมที่มีบรรยากาศที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียน ได้เลือก  
ตามความสนใจ
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำในสิ่งที่สนใจ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการคิด  
การทำ และการเรียนรู้ต่อไป
4. จัดสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกัน เพื่อประโยชน์ในการเรียนรู้ เช่น วัย ความ  
ถนัด ความสามารถ และประสบการณ์
5. สร้างบรรยากาศที่มีความเป็นมิตร
6. ครูต้องทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แก่นักเรียน
7. การประเมินผลการเรียนรู้ต้องประเมินทั้งผลงานและกระบวนการ
8. ใช้วิธีการที่หลากหลายในการประเมิน เช่น การประเมินตนเอง การประเมินโดยครู  
และเพื่อน การสังเกต การประเมินโดยแฟ้มสะสมงาน

สุขุมพร ศรีมุงคุณ ได้กล่าวว่าทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้เป็นแนวความคิดที่ได้รับการ  
ยอมรับว่าสามารถใช้อธิบายลักษณะของการเกิดการเรียนรู้ หรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้  
ส่วนหลักการสอนก็คือ แนวคิดที่เป็นหลักของการปฏิบัติทางการสอนที่สอดคล้องกับทฤษฎีการ  
เรียนรู้ต่างๆ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ช่วงก่อนคริสต์ศตวรรษที่ 20
2. ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 20
3. ทฤษฎีการเรียนรู้และการสอนร่วมสมัย

โดยที่ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้และการสอนร่วมสมัย เป็นการเรียนรู้ที่ติดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเอง หากนักเรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้ความคิดเห็นนั้นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น หลักการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีนี้ คือ ครูจะต้องทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แก่นักเรียน ให้คำปรึกษาชี้แนะแก่นักเรียนเกื้อหนุนการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นสำคัญ ในการประเมินผลนั้นต้องมีการประเมินทั้งทางด้านผลงานและกระบวนการซึ่งสามารถใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น การประเมินตนเอง การประเมินโดยครูและเพื่อน การสังเกต การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมงาน

จากการศึกษาทฤษฎีในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สามารถสรุปได้ว่าแนวคิดของทฤษฎีนี้เป็นการเรียนรู้เกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองด้วยตนเองของนักเรียน หากนักเรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยสามารถอาศัยสื่อสารสนเทศและเทคโนโลยี ซึ่งจะทำให้ความคิดนั้นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นสามารถสรุปทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงานได้ว่าเป็นการนำความคิด จินตนาการมาสร้างสรรค์เป็นชิ้นงานที่เป็นรูปธรรม อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมให้กับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ให้มีความพร้อมในการแข่งขันกับนานาประเทศ และดำเนินชีวิตท่ามกลางสังคมโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ในการทำวิจัยครั้งนี้ นักเรียนจะได้สร้างสรรค์ชิ้นงานทางวิทยาศาสตร์ ที่เกิดจากรู้ของนักเรียนผสมผสานกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาสู่นวัตกรรมต่อไป

#### 2.2.2.3 ด้านทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ

##### 1. ความหมายของทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ

การดำเนินงานให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น การสื่อสารและความร่วมมือ มีส่วนสำคัญอย่างมาก หากทุกคนในองค์กรรู้สึกว่าคุณอยู่ในทีมงานเดียวกันและร่วมแรงร่วมใจปฏิบัติงานให้สำเร็จร่วมกัน งานก็จะบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ มีผู้กล่าวถึงความหมายของการสื่อสารและความร่วมมือ ไว้ดังนี้

นงนุช เอกตระกูล (2558) ได้ให้ความหมายของทักษะการสื่อสารและความร่วมมือไว้ว่า ทักษะการสื่อสาร (Communication) ตั้งคมในอนาคตมีการเชื่อมโยงและสื่อสารกันได้ง่าย ด้วย

รูปแบบการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ การพัฒนาทักษะการใช้ภาษา การพูด การฟัง การเขียน และการใช้เทคโนโลยีสื่อสารสมัยใหม่จึงมีความสำคัญและจะมีประโยชน์อย่างมาก

ทักษะการทำงานเป็นทีม (Teamwork) การทำงานในอนาคตมีความจำเป็นต้องมีการทำงานร่วมกันเป็นทีม ลักษณะงานจะมีการเชื่อมโยง เกี่ยวเนื่องกัน ใช้ความสามารถในแต่ละด้านมาร่วมกันทำงานที่มีความยุ่งยากซับซ้อนได้มากขึ้น

อนุชา โสมาบุตร (2556) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการสื่อสารและความร่วมมือไว้ว่า

1. การสื่อสารได้ชัดเจนมีประสิทธิภาพ (Communication Clearly) มีดังนี้

1.1 สร้างความถูกต้องชัดเจนในการสื่อความหมายทั้งการพูด การเขียน หรือการใช้ทักษะอื่นๆในทางอวัจนภาษา (Non-verbal) ในรูปแบบต่างๆ

1.2 มีประสิทธิภาพทางการรับฟังที่สามารถสร้างทักษะสำหรับการถอดรหัสความหมาย การสรุปเป็นความรู้ สร้างคุณค่า ทักษะคิด และเกิดความสนใจใฝ่รู้

1.3 ใช้การสื่อสารในการกำหนดจุดมุ่งหมายเฉพาะทั้งการรายงาน การสอน การสร้างแรงจูงใจ

1.4 ใช้สื่อเทคโนโลยีหลากหลายและรู้วิธีการใช้สื่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.5 สื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพท่ามกลางสภาพแวดล้อมหรือบริบทที่ต่างกัน

2. การทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaborate with Others) มีดังนี้

2.1 มีความสามารถในการเป็นผู้นำในการทำงานและเกิดการยอมรับในทีมงาน

2.2 มีกิจกรรมการทำงานที่สร้างความรับผิดชอบและก่อให้เกิดความสุขในการทำงานเพื่อให้บรรลุผลตามที่มุ่งหวัง

2.3 สร้างการมีส่วนร่วมในความรับผิดชอบในภารกิจงาน และแต่ละคนมองเห็นคุณค่าของการทำงานเป็นหมู่คณะ

สุนันทา เลาพันธ์ (2551) ได้ให้ความหมายว่าเป็นกลุ่มของบุคคลที่ทำงานร่วมกัน มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ช่วยกันทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ และผู้ร่วมทีมต่างมีความพอใจในการทำงานนั้น

มัลลิกา วิชชูกรอิงครัด (2553) ให้ความหมายไว้ว่า การทำงานเป็นทีม หมายถึง การที่บุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไปมาร่วมทำกิจกรรม โดยมีวัตถุประสงค์เดียวกัน สนับสนุนช่วยเหลือ ใช้ทักษะประสบการณ์ร่วมกันอย่างเต็มความสามารถ และมีการประสานงานอย่างดี เพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ และพัฒนาองค์การให้บรรลุเป้าหมายสูงสุดของทีมได้



ทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ นั้น มีข้อมูลเชิงประจักษ์ที่แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาทีมงานให้ทำงานได้คล่องตัวช่วยให้ผลการปฏิบัติงานดีขึ้นหลายประการ ดังนี้

สุนทร พลวงค์ (2551) ได้กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับการทำงานเป็นทีมว่า การทำงานเป็นทีมให้เกิดประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลนั้น ต้องมีการแบ่งทีมงาน หน้าที่และความรับผิดชอบ ใ้บุคลากรตามความรู้ความสามารถ รวมทั้งความถนัดของแต่ละบุคคล ผู้บริหารต้องตระหนักว่าบุคลากรมีความสามารถแตกต่างกัน ถนัดหรือเชี่ยวชาญคนละด้าน การประสานความร่วมมือร่วมใจ การทุ่มเทกำลังความคิดและสติปัญญาเข้ามาซึ่งความสำเร็จของงาน การทำงานเป็นทีมจึงเกิดขึ้น ผู้บริหารจะต้องสร้างเงื่อนไขให้กลุ่มบุคคลภายในองค์กรตระหนักว่าพวกตนต้องปฏิบัติงานร่วมกัน ต้องพึ่งพาอาศัยประสบการณ์ ความสามารถและความยินยอมพร้อมใจของ ทุกคน และสมาชิกของกลุ่มต้องยอมรับความคิดเห็นเรื่องการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มหรือเป็นทีม จึงสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกันได้

จากการศึกษาเอกสาร สรุปได้ว่า ความร่วมมือในการทำงานเป็นทีม ทำให้พัฒนาทั้งการสื่อสาร การปฏิสัมพันธ์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ พึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน ร่วมกันแก้ไข ปัญหา นอกจากนี้ยังช่วยให้การดำเนินงานประสบผลสำเร็จและมีประสิทธิภาพ

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ มีการทำงานร่วมกันเป็นทีม จะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติพื้นฐานของมนุษย์ในองค์กรเป็นเบื้องต้น โดยนำทฤษฎีที่สำคัญมาประกอบการอธิบายและประยุกต์เข้ากับการทำงาน นูตรี จารุโรจน์ (2549) ได้รวบรวมทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของ (Maslow's Hierarchy of Need Theory) ความต้องการของมนุษย์มีลำดับขั้นความต้องการอยู่ 5 ประการ ดังนี้ คือ

1.1 ความต้องการทางด้านร่างกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการขั้นพื้นฐานของมนุษย์ เช่น ความต้องการอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค เป็นต้น

1.2 ความต้องการด้านความมั่นคงปลอดภัย (Security and Safety Needs) ภายหลังจากที่ร่างกายได้รับการตอบสนองในสิ่งจำเป็นต่าง ๆ แล้วคนก็นึกถึงความต้องการด้านความมั่นคงปลอดภัยนี้

1.3 ความต้องการเป็นที่ยอมรับของสังคม (Social Belongingness Needs) ได้แก่ ความต้องการเป็นที่ยอมรับของกลุ่มหรือสังคม ความต้องการอยากเป็นสมาชิกขององค์กร ความต้องการความรักจากเพื่อนร่วมงาน



1.4 ความต้องการเกียรติยศชื่อเสียง (Self-esteem Needs) เช่น ความต้องการเคารพในตนเอง และความอยากมีเกียรติในสังคม

1.5 ความต้องการความสมหวังในชีวิต (Self-actualisation Needs) เช่น ความต้องการที่จะใช้ความสามารถอย่างเต็มที่ และความเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง ซึ่งความต้องการส่วนสุดท้ายนี้จะเน้นที่การพัฒนาส่วนบุคคล

2. ทฤษฎีสองปัจจัยของเฮิร์ตซ์เบิร์ก (Herzber : Two-Factor Theory) ปัจจัยที่มีผลต่อการจูงใจในการดำเนินการของทีมมี 2 ประเภท คือ

2.1 ปัจจัยจูงใจ (Motivation Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความพอใจในงานที่ทำ

2.2 ปัจจัยอนามัยหรือบำรุงรักษา (Hygiene / Maintenance Factors) คือปัจจัยแตกต่างจากปัจจัยจูงใจโดยสิ้นเชิง เพราะเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความไม่พอใจในงานที่ทำเช่น ถ้าสมาชิกทีมได้รับเงินเดือนน้อยไม่เพียงพอกับการใช้สอยในชีวิตประจำวัน ก็จะเกิดความไม่พอใจในงานที่ทำอยู่ แต่ไม่จำเป็นที่ว่ามีสมาชิกบางคนได้รับเงินเดือนสูงแล้วจะพอใจในการทำงานที่ทำ

3. ทฤษฎีจูงใจสู่ความสำเร็จของ (McClelland : Achievement Motivation Theory) การจูงใจที่มีอิทธิพลต่อความต้องการที่สำคัญที่สุดแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือ ความสำเร็จ (Achievement) การมีส่วนร่วม (Affiliation) และอำนาจ (Power) หรืออาจกล่าวในแง่ที่สัณฐานก็คือ

3.1 ความต้องการสู่ความสำเร็จ (Achievement Needs) ในการดำเนินการ เช่น สมาชิกทีมถูกจูงใจให้ดำเนินการจนบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ก็เท่ากับว่าเขาต้องการความสำเร็จในงาน คนงานที่มีความต้องการความสำเร็จในงานสูงต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

3.1.1 มีความรับผิดชอบ

3.1.2 มักตั้งเป้าหมายที่ยาก ๆ สำหรับตนเอง

3.1.3 ต้องการปฏิภริยาโต้ตอบหรือผลสำเร็จที่เจาะจงหรือโดยทันที

3.1.4 มุ่งมั่นต่อการการปฏิบัติงาน

3.2 ความต้องการมีส่วนร่วม (Affiliation Needs) เป็นเรื่องเกี่ยวกับการยอมรับมิตรภาพ สมาชิกทีมมีความต้องการประเภทนี้จะมีผลการดำเนินงานที่ดีที่สุดของทีม ซึ่งทำให้เกิดความสัมพันธ์ในสังคมและมิตรภาพขึ้นในทีม

3.3 ความต้องการอำนาจ (Power Needs) คือ ความต้องการที่จะทำการควบคุม และมีอิทธิพลต่อผู้อื่น ถ้าบุคคลใดมีความต้องการอำนาจสูงก็จะมีแนวโน้มที่จะกลายเป็นผู้นำทีมซึ่งมีผลการดำเนินการดีกว่าบุคคลอื่น ๆ ในทีม

4. ทฤษฎีความยุติธรรม (Equity Theory) สมาชิกทีมมักจะพิจารณาถึงระบบการให้รางวัลว่าได้รับความยุติธรรมหรือไม่ ทฤษฎีความยุติธรรมนี้ตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าสมาชิกทีม

โดยทั่วไปต้องการได้รับการปฏิบัติจากทีมงานอย่างยุติธรรมและมักจะเปรียบเทียบผลงานและรางวัลที่ได้รับกับสมาชิกทีมคนอื่น ๆ เสมอ ทฤษฎีนี้ตั้งอยู่บนฐานของหลักการที่ซึ่งได้รับข้อมูลมาจากองค์กรโดยทั่วไป และนำมาปรับใช้กับการทำงานเป็นทีม ดังนี้

4.1 ถ้าสมาชิกทีมรู้ว่าพวกเขาได้รับรางวัลซึ่งไม่เหมาะสมจากทีม พวกเขาก็จะไม่พอใจและก็จะทำงานอย่างไม่เต็มความสามารถและก็จะพยายามออกจากทีม

4.2 ถ้าสมาชิกทีมมีความเชื่อว่าพวกเขาได้รับรางวัลไม่เหมาะสมกับงานที่พวกเขาได้ทำ พวกเขาก็จะรักษาระดับการทำงานของพวกเขา คือไม่มีความพยายามที่จะทำให้เกิดผลงานที่มีระดับสูงขึ้น

4.3 ถ้าสมาชิกทีมรู้ว่ารางวัลที่พวกเขาได้รับมากกว่าที่เขาคาดคิดบนพื้นฐานของความยุติธรรม พวกเขาก็จะทำงานหนักขึ้น เป็นที่แน่นอนว่าทฤษฎีนี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจ สมาชิกทีมอาจจะประเมินผลงานของเขาสูงเกินไป หรือเขาอาจประเมินรางวัลที่สมาชิกคนอื่นได้รับผิดพลาด ไม่ว่าจะทฤษฎีนี้ จะเป็นที่ยอมรับหรือไม่ก็ตามก็ยังพบว่าทฤษฎีนี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้นำทีมที่จะระวัง ถึงความเข้าใจของสมาชิกทีมที่จะว่าผู้นำทีมไม่ยุติธรรม เพราะว่าพวกเขามักมีพฤติกรรมที่อยากได้รางวัลเพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา

5. ทฤษฎีเสริม (Reinforcement Theory) ทฤษฎีนี้ให้ข้อเสนอเกี่ยวกับพฤติกรรมทำให้ความสนับสนุนต่อเงื่อนไขต่าง ๆ และอาจกล่าวได้ว่าสิ่งแวดล้อมเป็นต้นเหตุที่ ก่อเกิดพฤติกรรมต่อเงื่อนไขต่าง ๆ เหล่านั้น ทฤษฎีนี้ทำให้ความต้องการที่แท้จริงของสมาชิกลดลง นำเข้าสู่พฤติกรรมแบบต่าง ๆ โดยเน้นหนักที่ว่าอะไร จะเกิดขึ้นเมื่อเขาเริ่มดำเนินการบางสิ่งบางอย่าง ทฤษฎีนี้ถ้าหากทำให้เกิดขึ้นในทีมจะทำให้สมาชิกทีมได้พัฒนาตัวเอง และนำไปให้เกิดความร่วมมือขึ้นในทีมด้วย

6. ทฤษฎีเป้าหมาย (Goal-Setting Theory) เป็นทฤษฎีที่เชื่อว่าพฤติกรรมต่าง ๆ สามารถทำความเข้าใจได้ในรูปแบบของการตั้งเป้าหมาย โดยมีประเด็น 3 เรื่อง คือ คุณลักษณะเฉพาะของเป้าหมาย (Goal Specificity), อุปสรรคของเป้าหมาย (Goal Difficulty) และการยอมรับในเป้าหมาย (Goal Acceptance) องค์ประกอบทั้งสามนี้มีอิทธิพลต่อการดำเนินการ การแข่งขัน การมีส่วนร่วม และสิ่งย้อนกลับ สมาชิกจะปรับปรุงการดำเนินงาน ถ้าหากมีคุณลักษณะเฉพาะของเป้าหมายมากกว่าวัตถุประสงค์ที่ผู้บังคับบัญชากำหนดให้ทำ

ปาร์คเกอร์ (Parker, 1990) ได้อธิบายคุณลักษณะ 12 ประการของทีมงานที่มีประสิทธิภาพแนวใหม่ ดังนี้

1. มีความชัดเจนของวัตถุประสงค์ (Clear Sense of Purpose) สมาชิกของทีมงานจะต้องกำหนดวิสัยทัศน์ร่วมกัน เพื่อจะได้กำหนดแนวทางในการปฏิบัติงานให้เหมาะสมที่สุด และ

ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อองค์กร โดยสมาชิกของทีมงานควรจะมีบทบาทสำคัญในการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนร่วมกัน ดังนี้

1.1 สนับสนุนให้สมาชิกของทีมงานกำหนดวิสัยทัศน์ร่วมกัน รวมไปถึงการกำหนดพันธกิจ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามที่ต้องการ โดยจะต้องทำงานทบทวนวิสัยทัศน์นั้นเป็นระยะ ๆ

1.2 จัดทำตารางกิจกรรม และภารกิจหลัก เพื่อเป็นกรอบในการทำงาน

1.3 มั่นใจว่า สมาชิกของทีมงานทุกคนได้มีส่วนร่วมอย่างแท้จริง

1.4 จูงใจและผลักดันให้ทีมงานปฏิบัติงานที่มุ่งมั่น ไปสู่วัตถุประสงค์และเป้าหมาย

2. บรรยากาศการทำงานที่ปราศจากพิธีรีตอง (Informal Climate) การทำงานเป็นไปอย่างเรียบง่ายไม่เป็นทางการบรรยากาศอบอุ่น สบาย เป็นกันเอง ไม่มีที่ท่าว่าจะเบื่อหน่ายการทำงาน เมื่อถึงเวลาประชุมทุกคนมาพร้อมเพรียงกันด้วยใบหน้าที่ยิ้มแย้มแจ่มใส มีความกระตือรือร้น สมาชิกของทีมงานสามารถช่วยเสริมสร้างบรรยากาศการทำงานที่ ไม่เป็นทางการได้ ดังนี้

2.1 เตรียมสิ่งของจำเป็นสำหรับทีมงานโดยไม่ต้องร้องขอ

2.2 แสดงความยินดีด้วยความเต็มใจ/จริงใจ เมื่อทีมงานทำงานประสบความสำเร็จ

2.3 แนะนำให้สมาชิกของทีมงานทุกคนรู้จักกัน และมีการทำกิจกรรมร่วมกันเพื่อสร้างความใกล้ชิดสนิทสนม

2.4 ใช้อารมณ์ขัน เพื่อช่วยลดความเครียด เวลาบรรยากาศตึงเครียด

3. การมีส่วนร่วม (Participation) สมาชิกของทีมงานควรมีบทบาท ในการมีส่วนร่วมในการทำงาน โดยเข้าร่วมในกิจกรรมและการอภิปรายต่าง ๆ อย่างมีคุณภาพ ซึ่งการมีส่วนร่วมนี้อาจแสดงออกให้รับรู้ทางวาจา หรือท่าทาง เช่น การพยักหน้า การจดบันทึก หรือทีมงานมีการเตรียมการประชุมร่วมกัน โดยแบ่งหน้าที่การทำงาน เช่น สมาชิกของทีมงานบางคนจัดเตรียมห้องประชุมด้านอุปกรณ์ ไมโครโฟน เทปบันทึกเสียง ฯลฯ ทั้งนี้ การมีส่วนร่วมของทีมงานสามารถปรับปรุงให้มีประสิทธิผลเพิ่มขึ้น ดังนี้

3.1 จัดการมีส่วนร่วมเฉพาะกิจกรรม หรือเรื่องที่กำลังพิจารณาเท่านั้น

3.2 แทรกแซงเมื่อการมีส่วนร่วมไม่เกี่ยวข้องกับงานที่ดำเนินการ

3.3 สนับสนุนและช่วยย้่าให้สมาชิกทีมงานที่นิ่งเฉยได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น

3.4 กล่าวพูดและกล้าแสดงออกเมื่อความคิดเห็นที่แตกต่างจากสมาชิกส่วนใหญ่ของทีมงาน

4. การรับฟังซึ่งกันและกัน (Listening) สมาชิกตั้งใจฟังการแสดงความคิดเห็นของคนอื่นอย่างตั้งใจพิจารณาไตร่ตรองถึงสิ่งที่ได้รับฟังและสงวนท่าทีที่จะวิพากษ์วิจารณ์ในการนี้ สมาชิกของทีมงานสามารถส่งเสริมการรับฟัง ซึ่งกันและกันได้ สรุปได้ดังนี้

4.1 สวงวนคำวิพากษ์วิจารณ์และความคิดเห็นต่าง ๆ ไว้ก่อน จนกว่าจะมีการนำเสนอ และวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดแล้ว

4.2 เต็มใจรับรู้ข้อมูลและความคิดเห็นต่าง ๆ แม้อาจจะไม่สอดคล้องกับภารกิจและพันธกิจของทีมงาน

4.3 อธิบายความหมาย หรือ แปลความหมายเรื่องที่รับฟังให้สมาชิกของทีมงานเข้าใจ

4.4 สรุปและยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างกันของสมาชิกทีมงาน

5. ความไม่เห็นด้วยในทางบวก (Civilized Disagreement) ในการทำงานร่วมกันสมาชิกของทีมงานทุกคนควรมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นของตนเอง แม้จะเป็นความคิดเห็นที่แตกต่างกับสมาชิกคนอื่นก็ตาม ฉะนั้น เพื่อให้การทำงานเป็นทีมประสบความสำเร็จ สมาชิกของทีมงานจะต้องสามารถสื่อสารความคิดเห็นที่แตกต่างกันเหล่านี้ ให้สมาชิกคนอื่น ๆ ของทีมงานได้รับรู้ การรับรู้ของสมาชิกเป็นลักษณะการยอมรับจุดต่างและแสดงจุดร่วม มีการมองว่าความหลากหลายต่าง ๆ เป็นจุดแข็งของทีมงาน สมาชิกต้องแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในทางบวก ทุกคนคิดตรงกันว่ากรณีมีโอกาสแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกัน จะนำไปสู่ความเป็นปึกแผ่นของทีมงานได้ในที่สุด โดยสมาชิกทีมงานสามารถสร้างบรรยากาศของการแสดงความคิดเห็นในทางบวกได้โดยวิธีต่อไปนี้

5.1 ใช้วิธีการวิเคราะห์ความคิดเห็นที่แตกต่างกันอย่างมีระบบ

5.2 สมาชิกมีความยืดหยุ่นและเปิดกว้างรับฟังความคิดเห็นทุกประเด็น

5.3 ใช้อารมณ์ขันแทรกแซงการแสดงปฏิกิริยาที่เป็นศัตรู

5.4 ยอมรับท่าทีที่สงบถ้าความคิดเห็นที่นำเสนอไม่ได้รับการยอมรับจากทีมงาน

6. ความเห็นพ้องกัน (Consensus)

เป็นเทคนิคการหาข้อยุติเกี่ยวกับปัญหา ความคิดหรือการตัดสินใจซึ่งแสดงออกถึงความมีสมานฉันท์และความมีเอกภาพของทีมงาน แต่ต้องไม่ได้มาจากการออกคะแนนเสียง สมาชิกไม่จำเป็นต้องเห็นพ้องด้วยกับเรื่องต่าง ๆ อย่างเป็นเอกฉันท์ อาจจะมีสมาชิกบางคนอาจไม่เห็นด้วยกับข้อสรุปสุดท้าย แต่สามารถยอมรับได้และเต็มใจที่จะรับกติกาปฏิบัติตามมติของทีมงาน ความเห็นพ้องจะทำได้ง่ายขึ้นถ้าสมาชิกทีมงานมีลักษณะดังนี้

6.1 รับฟังเหตุผลและแสวงหาข้อมูลในการตัดสินใจ

6.2 ไม่สนับสนุนการใช้เสียงข้างมากโดยวิธีลงคะแนนเสียง

6.3 สรุปและทดสอบการตัดสินใจของกลุ่มเป็นระยะๆ

6.4 เต็มใจที่จะปฏิบัติตามความเห็นพ้องกันของทีมงาน ถึงแม้ว่าจะไม่เห็นด้วยก็ตาม

7. การสื่อสารที่เปิดเผย (Open Communication) เป็นการเจรจาติดต่อระหว่างทีมงาน ที่บรรยากาศจะเต็มไปด้วยความเปิดเผย จริงใจต่อกันมีความเชื่อมั่นและไว้วางใจซึ่งกันและกัน สมาชิกทีมงานสามารถสนับสนุนให้มีการสื่อสารที่เปิดเผยโดย

7.1 แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันด้วยความจริงใจและเปิดเผย

7.2 เต็มใจและพร้อมที่จะช่วยเหลือสมาชิกผู้ต้องการความช่วยเหลือ

7.3 รับรู้ความรู้สึกที่อึดอัดใจของสมาชิก และตอบสนองความรู้สึกนั้นในทางบวก

7.4 มีการฟังพาทอภัยกัน และสมาชิกมีความผูกพันและรับผิดชอบต่องาน

8. บทบาทและการมอบหมายงานที่ชัดเจน (Clear Roles and Work Assignments) เป็นการมอบหมายงานที่ระบุไว้ในคำพรรณนาลักษณะงาน บทบาทในที่นี้ไม่จำกัดเฉพาะภารกิจของงานเท่านั้น แต่จะรวมถึงความคาดหวังของบุคคลอื่นที่มีต่องานนั้นด้วย เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาของความขัดแย้งด้านบทบาท ทีมงานต้องมีกระบวนการวิเคราะห์ความชัดเจนของบทบาท เพื่อให้ทุกคนทุกฝ่ายได้มีความเข้าใจตรงกัน การกำหนดบทบาทและการมอบหมายงานที่ชัดเจนที่มีประสิทธิภาพจะเกิดขึ้นเมื่อสมาชิกปฏิบัติดังนี้

8.1 ผลักดันให้ทีมงานกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงานไว้ในระดับสูง

8.2 มีความเต็มใจปฏิบัติงานที่อยู่นอกเหนือบทบาทที่กำหนดไว้ในบางโอกาสเมื่อมีความจำเป็น

8.3 มั่นใจว่ามีการมอบหมายงานให้แก่ทีมงานอย่างเสมอภาค

8.4 มีการอภิปรายและต่อรองด้านบทบาทที่คาดหวังของสมาชิกแต่ละคนอย่างเปิดเผย

9. ภาวะผู้นำร่วม (Shared Leadership) ภาวะผู้นำของทีมงานจะไม่จำกัดอยู่เฉพาะผู้นำที่เป็นทางการเท่านั้น แต่ทุกคนจะต้องมีภาวะผู้นำร่วมกล่าวคือ สมาชิกจะต้องแสดงออก ซึ่งพฤติกรรมที่ส่งเสริมการทำงาน และพฤติกรรมที่ธำรงรักษาความสัมพันธ์ของทีมงาน ซึ่งพฤติกรรมทั้งสองด้านจะช่วยให้การทำงานของทีมประสบผลสำเร็จบรรลุวัตถุประสงค์หรือสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

10. ความสัมพันธ์กับภายนอก (External Relations) สมาชิกต้องการความร่วมมือจากสมาชิกภายนอก เพราะบุคคลภายนอกจะให้ข้อมูลย้อนกลับด้านการปฏิบัติงานที่มีคุณค่าให้กับ

ทีมงาน นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งทรัพยากรที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน เช่น งบประมาณ บุคลากร และการประชาสัมพันธ์ สมาชิกทีมงานสามารถช่วยทีมงานสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับภายนอกได้โดย

10.1 ปฏิบัติงานที่อยู่ในความรับผิดชอบของสายงานให้สมบูรณ์

10.2 ให้เกียรติและยกย่องความร่วมมือจากฝ่ายต่าง ๆ ที่ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลืองานต่าง ๆ จนประสบความสำเร็จ

11. รูปแบบการทำงานที่หลากหลาย (Style Diversity) ทีมงานที่มีประสิทธิภาพควรประกอบด้วยสมาชิกของทีมงานที่มีความสามารถ หรือมีแนวคิดในการทำงานที่แตกต่างกันออกไปอย่างน้อย 4 รูปแบบ คือ สมาชิกที่ยึดการทำงานเป็นหลัก สมาชิกที่ยึดเป้าหมายเป็นหลัก สมาชิกที่เน้นกระบวนการเป็นหลัก และสมาชิกที่มุ่งวิธีการเป็นหลัก จุดเน้นที่หลากหลายช่วยเสริมสร้างความแข็งแกร่งของทีม

12. การประเมินผลตนเอง (Self-Assessment) เป็นการตรวจสอบว่าผลการปฏิบัติงานอยู่ในระดับใด และมีอะไรบ้างที่เป็นอุปสรรคต่อประสิทธิผลของงาน อาจดำเนินการโดยแบบที่เป็นทางการหรือไม่เป็นทางการก็ได้ เป้าหมายหลักเพื่อค้นหาจุดแข็ง จุดอ่อน และแสวงหาแนวทางปรับปรุงหรือเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน วิธีการที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป คือ

12.1 ให้สมาชิกกรอกแบบฟอร์มให้สมบูรณ์

12.2 อภิปรายเกี่ยวกับแต่ละหัวข้อให้ชัดเจน

12.3 แสวงหาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

จากการศึกษาเอกสาร สรุปได้ว่า ทักษะการสื่อสารและความร่วมมือที่มีประสิทธิภาพนั้น สมาชิกในทีมต้องมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน มีบรรยากาศการทำงานที่ไม่มีพิธีรีตอง สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมและรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน การแสดงความไม่เห็นด้วยในทางบวก ความเห็นพ้องต้องกัน มีการสื่อสารที่เปิดเผย สมาชิกแสดงบทบาทและการมอบหมายงานที่ชัดเจน มีภาวะผู้นำร่วม มีความสัมพันธ์กับภายนอก มีรูปแบบการทำงานที่หลากหลาย และมีการประเมินผลตนเอง สิ่งเหล่านี้จะสามารถทำให้การทำงานของทีมงานประสบความสำเร็จได้เป็นอย่างดี

3. กระบวนการของทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ

นักการศึกษาได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการของทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ ไว้ดังนี้

วาริ ธีระจิตร (2534, น. 105-106) กล่าวว่า แนวทางในการฝึกฝนการทำงานกลุ่มประกอบด้วยสิ่งสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. การเตรียมแผนงานทำงานของกลุ่ม

2. การมีส่วนร่วมในการอภิปราย



3. ความรับผิดชอบในหน้าที่
4. การมีส่วนร่วมในการทำงาน
5. การประเมินผล

สำหรับการเตรียมแผนงานทำงานของกลุ่ม, การมีส่วนร่วมในการอภิปรายและความรับผิดชอบในหน้าที่ จะต้องพิจารณาในแง่ต่างๆ ดังนี้

1. การเตรียมแผนงานทำงานของกลุ่ม จะต้องดูสมาชิกในกลุ่มว่ามีวิธีการทำงานอย่างไร ต่างคนต่างทำ หรือช่วยกันทำงาน สมาชิกให้ความร่วมมือหรือช่วยเหลือกันหรือไม่ และดูเวลาในการทำงานเสร็จเร็วหรือช้าอย่างไร

2. พฤติกรรมของสมาชิกในกลุ่มเป็นอย่างไร เช่น การไม่ยอมช่วยเหลือใคร หรือช่วยเหลือผู้อื่น เสนอแนะความเห็นหรือนิ่งเฉยๆ

3. การแสดงความคิดเห็น ตลอดจนการให้เหตุผลว่า ในการทำงานกลุ่มมีวิธีการทำงานอย่างไร รู้สึกต่อเพื่อน ต่องาน ความต้องการและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการทำงาน ความต้องการและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเพื่อนสมาชิก มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่อย่างไร

การประเมินผลการทำงานเป็นกลุ่มนั้น ให้ความสำคัญความสำเร็จของกลุ่ม มิใช่ดูความสำเร็จของสมาชิกคนใดคนหนึ่งในกลุ่ม ผลสำเร็จที่ดีต้องมาจากสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งมีการประเมินผลในแง่ต่างๆ ดังนี้

1. ผลของงานว่าบรรลุจุดมุ่งหมายหรือไม่
2. สังเกตการณ์แสดงพฤติกรรมในกลุ่ม ดูในแง่จริยธรรมของกลุ่ม
3. สำนึกความสามัคคี หรือความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของกลุ่ม ซึ่งจะปรากฏเป็นความพอใจ หรือตอบสนองความต้องการของสมาชิกในกลุ่ม

ทิสนา เขมมณีและคณะ (2543, น. 10) ได้กล่าวถึงกระบวนการทำงานกลุ่ม ดังนี้

1. เลือกรวบรวมหัวข้อกลุ่ม
2. กำหนดวัตถุประสงค์การทำงาน
3. การวางระเบียบในการทำงาน
4. การวางแผน
5. การวางขั้นตอนในการทำงาน
6. ความสำคัญของการแบ่งงาน
7. หลักการแบ่งงานและมอบหมายงาน
8. การทำงานตามแบบ
9. การติดตามและปฏิบัติงาน

## 10. การตรวจสอบผลงานเป็นระยะ

### 11. การให้ข้อคิดชมในการทำงาน

### 12. การแก้ปัญหา

### 13. การประเมินผลงานและปรับปรุงงาน

กระบวนการทำงานกลุ่ม อาจมีหลายขั้นตอนแตกต่างกัน แต่โดยส่วนใหญ่แล้วพบว่าจะเริ่มจากการวางแผน ไปสู่ขั้นการดำเนินการและลงมือปฏิบัติ และขั้นตอนการประเมินผล การดำเนินงานต่างๆจะเป็นไปอย่างมีลำดับขั้นตอน เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ของการทำงานกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 4. การประเมินผลทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ

ปริญดา เลิศศรีมงคล (2554, น. 21-25) กล่าวถึงการประเมินผลทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ มีหลายวิธี ได้แก่ การวัดการทำงานเป็นกลุ่ม มีทั้งการใช้แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกต หรือแบบวัดแบบประเมิน

1. การวัดโดยการสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถามหรือแบบประเมินเป็นแบบมาตราวัดประมาณค่า (Rating Scale) โดยแบ่งโครงสร้างการวัดทักษะเป็นด้านต่างๆ

2. แบบสังเกต เป็นเครื่องมือในการวัดการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งโครงสร้างของแบบวัดพัฒนาจากโครงสร้างพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เช่น แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานของผู้นำและสมาชิก แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานโดยผู้วิจัย แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักศึกษา การสังเกตดำเนินการโดยผู้วิจัย โดยทำการสังเกตการณ์ทำงานเป็นกลุ่มของนักเรียน หรือประเมินพฤติกรรมของนักเรียนโดยรวมทั้งชั้น ทำการสังเกตไม่แบ่งช่วงเวลา อาจทำการวัด เป็นระยะเวลา 15-30 นาที หรือการสังเกตระหว่างชั่วโมงเรียน

สรุปการประเมินผลทักษะการสื่อสารและความร่วมมือมีหลายรูปแบบขึ้นกับวัตถุประสงค์ของผู้วิจัย แบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ ได้แก่ การสัมภาษณ์ แบบสอบถามหรือแบบประเมินเป็นแบบมาตราวัดประมาณค่า แบบสังเกตพฤติกรรม สำหรับในงานวิจัยผู้วิจัยใช้แบบประเมินเป็นแบบมาตราวัดประมาณค่า (Rating Scale)

## 2.3 ความพึงพอใจ

### 2.3.1 ความหมายของความพึงพอใจ

สมิธและเวคาลี (Smith & Wakeley, 1972) ได้ให้ความหมายว่าเป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีต่องานที่ทำอันบ่งถึงระดับความพอใจในการที่ได้รับการตอบสนองทั้งทางร่างกาย จิตใจและสภาพแวดล้อมของบุคคลเหล่านั้นว่ามีมากน้อยเพียงใด

วอลแมน (Wolman, 1973) ได้ให้ความหมายว่า ในการปฏิบัติงานว่าสภาพความรู้สึกของบุคคลที่มีความสุข ความอึดใจ เมื่อต้องการแรงจูงใจหรือได้รับการตอบสนอง

กู๊ด (Good, 1973) ได้ให้ความหมายว่า คุณภาพสภาพหรือระดับความพึงพอใจ ซึ่งเป็นผลจากความพึงพอใจต่างๆและทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

เคนเดอร์ (Kendler, 1974) ได้ให้ความหมายว่า ความพร้อมของแต่ละบุคคลที่จะแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งเร้าใจสังคมหรือครอบครัว การแสดงออกในลักษณะที่พอใจเรียกว่า เจตคติทางบวก การแสดงออกในลักษณะที่ต่อต้านไม่พอใจเรียกว่าเจตคติทางลบ เมื่อบุคคลมีเจตคติต่อสิ่งใดแล้วก็จะแสดงออกด้วยพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง

ดี แอลเลีย (D'Elia, 1979) ได้ให้ความหมายว่า เป็นความรู้สึกของบุคคลที่สนองตอบต่อสภาพแวดล้อมของด้านความพึงพอใจ หรือเป็นสภาพ จิตใจของบุคคลที่สนองตอบต่องานว่า มีความชอบงานนั้นมากน้อยเพียงไร

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542) ได้ให้ความหมายว่า ความพอใจ ความชอบ พฤติกรรมเกี่ยวกับความพึงพอใจของมนุษย์ที่จะพยายามขจัดความตึงเครียดหรือความกระวนกระวายหรือสภาวะที่ไม่สมดุลในร่างกาย ซึ่งเมื่อมนุษย์สามารถขจัดสิ่งต่างๆดังกล่าวได้แล้ว มนุษย์ย่อมได้รับความพึงพอใจในสิ่งที่ตนต้องการ

นพรัตน์ เตชะวณิช (2544) ได้กล่าวถึงความพึงพอใจว่า หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความรู้สึกพึงพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลได้รับในสิ่งที่ต้องการ หรือบรรลุจุดหมายในระดับหนึ่ง ซึ่งความรู้สึกดังกล่าวจะลดลงหรือไม่นั้น เกิดขึ้นจากความต้องการหรือจุดมุ่งหมายนั้นได้รับการตอบสนอง

นงลักษณ์ ต้นอิม (2554) ได้กล่าวถึง ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ หรือไม่ชอบในงาน หรือกิจกรรมที่ทำของบุคคล ซึ่งส่งผลให้งานหรือกิจกรรมที่ทำนั้น ประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวได้ ดังนั้นความพึงพอใจในเนื้อหาวิชาที่เรียน และกิจกรรมการเรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเกิด

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่ดีส่วนตัวของบุคคลหรือเป็นการแสดงความชื่นชอบที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ ซึ่งแสดงออกได้ทั้งทางกาย วาจา และจิตใจถึงเหล่านี้จะมีผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกิจกรรมต่างๆ ให้เกิดความสำเร็จตามเป้าหมาย

### 2.3.2 ทฤษฎีความพึงพอใจ

โคชเลอร์และอาร์มสตรอง (Kotler and Armstrong, 2001) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมของมนุษย์ไว้ว่า พฤติกรรมที่เกิดขึ้นต้องมีสิ่งจูงใจ (Motive) หรือแรงขับเคลื่อน (Drive) เป็นความต้องการที่กดดันจนมากพอที่จะจูงใจให้บุคคลเกิดพฤติกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการของตนเอง ซึ่งความ

ต้องการของแต่ละคนไม่เหมือนกัน ความต้องการบางอย่างเป็นความต้องการทางชีววิทยา (Biological) เกิดขึ้นจากสภาวะตึงเครียด เช่น ความหิวกระหายหรือความลำบากบางอย่าง เป็นความต้องการทางจิตวิทยา (Psychological) เกิดจากความต้องการการยอมรับ (Recognition) การยกย่อง (Esteem) หรือการเป็นเจ้าของทรัพย์สิน (Belonging) ความต้องการส่วนใหญ่อาจไม่มากพอที่จะจูงใจให้บุคคลกระทำในช่วงเวลานั้น ความต้องการกลายเป็นสิ่งจูงใจ เมื่อได้รับการกระตุ้นอย่างเพียงพอจนเกิดความตึงเครียด โดยทฤษฎีที่ได้รับการนิยมนมากที่สุด มี 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีของอับราฮัม มาสโลว์ และทฤษฎีของซิกมันด์ ฟรอยด์

### 1. ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ (Maslow's theory motivation)

อับราฮัม มาสโลว์ (A.H.Maslow) ค้นหาวีธีที่จะอธิบายว่าทำไมคนจึงถูกผลักดัน โดยความต้องการบางอย่าง ณ เวลาหนึ่ง ทำไมคนหนึ่งจึงทุ่มเทเวลาและพลังงานอย่างมากเพื่อให้ได้มาซึ่งความปลอดภัยของตนเองแต่อีกคนหนึ่งกลับทำสิ่งเหล่านั้น เพื่อให้ได้รับการยกย่องนับถือจากผู้อื่น คำตอบของมาสโลว์ คือ ความต้องการของมนุษย์จะถูกเรียงตามลำดับจากสิ่งที่กดดันมากที่สุด ไปถึงน้อยที่สุด ทฤษฎีของมาสโลว์ได้จัดลำดับความต้องการตามความสำคัญ คือ

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

1.2 ความต้องการความปลอดภัย (Safety needs) เป็นความต้องการที่เหนือกว่า ความต้องการเพื่อความอยู่รอด เป็นความต้องการในด้านความปลอดภัยจากอันตราย

1.3 ความต้องการทางสังคม (Social needs) เป็นการต้องการการยอมรับจากเพื่อน

1.4 ความต้องการการยกย่อง (Esteem needs) เป็นความต้องการการยกย่องส่วนตัว ความนับถือและสถานะทางสังคม

1.5 ความต้องการให้ตนประสบความสำเร็จ (Self – actualization needs) เป็นความต้องการสูงสุดของแต่ละบุคคล ความต้องการทำทุกสิ่งทุกอย่างได้สำเร็จบุคคลพยายามที่สร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกก่อนเมื่อความต้องการนั้นได้รับความพึงพอใจ ความต้องการนั้นก็จะหมดลงและเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลพยายามสร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดลำดับต่อไป ตัวอย่าง เช่น คนที่อดอยาก (ความต้องการทางกาย) จะไม่สนใจต่องานศิลปะชั้นล่าสุด (ความต้องการสูงสุด) หรือไม่ต้องการยกย่องจากผู้อื่น หรือไม่ต้องการแม้แต่อากาศที่บริสุทธิ์ (ความปลอดภัย) แต่เมื่อความต้องการแต่ละขั้นได้รับความพึงพอใจแล้วก็จะมีความต้องการในขั้นลำดับต่อไป

### 2. ทฤษฎีแรงจูงใจของฟรอยด์

ซิกมันด์ ฟรอยด์ (S. M. Freud) ตั้งสมมุติฐานว่าบุคคลมักไม่รู้ตัวมากนักว่าพลังทางจิตวิทยามีส่วนช่วยสร้างให้เกิดพฤติกรรม ฟรอยด์พบว่าบุคคลเพิ่มและควบคุมสิ่งเร้าหลายอย่าง สิ่งเร้าเหล่านี้อยู่นอกเหนือการควบคุมอย่างสิ้นเชิง บุคคลจึงมีความฝัน พูดคำที่ไม่ตั้งใจพูด มีอารมณ์อยู่เหนือเหตุผลและมีพฤติกรรมหลอกหลอนหรือเกิดอาการวิตกกังวลอย่างมาก

สรุปได้ว่าทฤษฎีความพึงพอใจ แบ่งออกเป็น 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ และทฤษฎีแรงจูงใจของฟรอยด์ เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับพฤติกรรมความต้องการด้านต่างๆ เช่น ความต้องการทางกาย ความต้องการความปลอดภัย ความต้องการทางสังคม ความต้องการการยกย่อง และความต้องการให้ตนประสบความสำเร็จ แต่เมื่อความต้องการแต่ละขั้นได้รับความพึงพอใจแล้ว ก็จะมีความต้องการในขั้นลำดับต่อไป

### 2.3.3 องค์ประกอบของความพึงพอใจ

แครธวูลและคณะ (Krathwohl et. al, 1964, p. 130-132) กล่าวถึงองค์ประกอบของความพึงพอใจ ประกอบด้วย

1. การระบุพฤติกรรมที่บ่งชี้ความพึงพอใจ
2. วิธีการบันทึกพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความพึงพอใจอย่างเป็นระบบ

แนวคิดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยสมยศ นาวิกาน (2536, p. 155) ได้ให้แนวคิดว่า ความพึงพอใจเป็นสิ่งสำคัญที่จะกระตุ้นให้นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายหรือต้องการปฏิบัติกิจกรรมให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ของครูผู้สอน อาจสรุปองค์ประกอบของความพึงพอใจ

1. ผลตอบแทนที่ได้รับ หมายถึง การตอบสนองต่อความต้องการของผู้ปฏิบัติงานให้เกิดความพึงพอใจ โดยได้รับการตอบสนองในรูปแบบของรางวัลหรือผลตอบแทน
2. ความพึงพอใจของผู้ปฏิบัติงาน หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจและผลการปฏิบัติงาน
3. แรงจูงใจ หมายถึง การปฏิบัติกิจกรรมให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ของครูผู้สอน โดยนำไปสู่ความพึงพอใจที่จะทำให้เกิดแรงจูงใจ
4. การปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ หมายถึง การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานที่สูงกว่า โดยครูผู้สอนต้องการให้กิจกรรมบรรลุผลสำเร็จ ต้องคำนึงถึงบรรยากาศ รวมทั้งสื่ออุปกรณ์ในการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของความพึงพอใจ ประกอบด้วย 1. ผลตอบแทนที่ได้รับ 2. ความพึงพอใจของผู้ปฏิบัติงาน 3. แรงจูงใจ และ 4. การปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ

### 2.3.4 การประเมินผลความพึงพอใจ

แครทซ์วูลและคณะ (Krathwohl et, al, 1964, p. 95) กล่าวถึงความพึงพอใจเป็นภาวะอารมณ์ของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติในสิ่งที่สนใจ ส่งผลให้เกิดความพึงพอใจเป็นผลที่เกิดขึ้นหลังจากการทำกิจกรรมต่างๆ อาจแสดงในรูปของความสนุกสนาน และความยินดี

อารี พันธุ์ณี (2546) กล่าวว่า มาตราวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระคำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การบริหาร การควบคุมงานและเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจึงจะทำให้ได้ข้อมูลที่แท้จริงได้

3. การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทาง วิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

ศุมาลี จันทร์ชลอ (2547) อธิบายว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวัดด้านความรู้สึกมีหลายชนิด เช่น แบบทดสอบโดยใช้สถานการณ์ บันทึกการสังเกต และเครื่องมือหนึ่งที่น่าสนใจก็คือ แบบวัดทัศนคติรูปแบบมาตรวัดทัศนคติของลิเคิร์ต Likert มาตรานี้ประกอบด้วยข้อความทัศนคติซึ่งเป็นความรู้สึกต่อสิ่งที่จะวัด ข้อความดังกล่าวจะมีทั้งในทางบวกและทางลบ การสร้างมาตรวัดทัศนคติ มีวิธีการดังนี้

1. กำหนดคุณลักษณะที่ต้องการประเมิน โดยระบุว่าวัดคุณลักษณะใดต่อสิ่งใด

2. นิยามความหมายของทัศนคติให้ชัดเจนว่าประกอบด้วยลักษณะใดบ้างซึ่งจะใช้เป็นกรอบสำหรับวัด

3. รวบรวมข้อความที่แสดงทัศนคติในระดับต่างๆของบุคคลข้อความนี้ควรครอบคลุมคุณลักษณะทั้งหมดที่ต้องการวัด โดยการเขียนข้อคำถามมากกว่าจำนวนข้อที่ต้องการใช้ ข้อความควรแสดงทัศนคติในทางที่ดี (บวก) และในทางที่ไม่ดี (ลบ) จำนวนที่ใกล้เคียงกัน

4. ตรวจสอบข้อความที่สร้างขึ้นโดยพิจารณาเกี่ยวกับความครอบคลุมครบถ้วนตามคุณลักษณะทั้งหมดที่ต้องการวัดตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของภาษาแต่ละข้อความกับระดับของความเห็น โดยปกติมาตรวัดทัศนคติของลิเคิร์ต (Likert) จะแบ่งเป็น 5 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างมาก เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างมาก

5. ทดลองใช้ข้อความที่ผ่านการตรวจสอบเบื้องต้นอาจมีบางข้อความที่ยังไม่ชัดเจนหรือกำกวมจึงควรนำไปทดลองใช้ในกลุ่มตัวอย่างจำนวนหนึ่งเพื่อตรวจสอบความเป็นปรนัยของข้อคำถามตรวจสอบว่ายังมีข้อความใดต้องแก้ไข



6. กำหนดน้ำหนักคะแนนแต่ละตัวเลือก วิธีที่ง่ายคือ กำหนดตามน้ำหนักสมมติ เช่น กำหนดให้แต่ละตัวเลือกมีน้ำหนักเป็น 5 4 3 2 และ 1 สำหรับข้อความในทางบวก ส่วนข้อความในทางลบให้น้ำหนักกลับกัน

7. ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด โดยวิเคราะห์ความตรงของแบบทดสอบ หรืออาจใช้วิธีให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบก็ได้

บุญธรรม กิจปริดาปริสุทธิ์ (2547) ได้กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจมีหลักเบื้องต้นไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. เนื้อหา คือการวัดความพึงพอใจต้องมีสิ่งเร้าไปกระตุ้นให้แสดงกริยาท่าที่แสดงออกสิ่งเร้า โดยทั่วไป ได้แก่ สิ่งเร้าที่ต้องการทำ

2. การวัดความพึงพอใจ คือการวัดโดยทั่วไปกำหนดให้ความพึงพอใจมีทิศทางเป็นเส้นตรงและต่อเนื่องกันในลักษณะเป็นซ้ายหรือขวา และบวกหรือลบ

3. ความเข้ม คือกริยาท่าที่ความพึงพอใจและความรู้สึกที่แสดงออกต่อสิ่งเร้า นั้น มีปริมาณมากหรือน้อยแตกต่างกัน ถ้ามีความเข้มสูงไม่ว่าจะเป็นไปในทิศทางใดก็ตาม จะรู้สึกหรือทำที่รุนแรงมากกว่าที่มีความเข้มปานกลาง

นงลักษณ์ ดันอิม (2554) การวัดความพึงพอใจสามารถทำได้ 3 วิธี คือ วิธีการใช้แบบสอบถาม ในลักษณะของการกำหนดคำตอบให้เลือกหรือคำถามอิสระ วิธีการสัมภาษณ์เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจทางตรงและวิธีการสังเกต

สรุปได้ว่าการประเมินความพึงพอใจ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดด้านเนื้อหา ทิศทาง หรืออารมณ์ความรู้สึก โดยใช้แบบทดสอบ แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกต ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การเลือกใช้ที่เหมาะสม มาตรวัดเจตคติแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เจิง (Tseng , 2011) ได้ศึกษาเจตคติต่อการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (STEM) ในการเรียนรู้แบบโครงงาน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถาม และแบบสัมภาษณ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ ผู้ที่เริ่มทำงานใหม่ในสถาบันเทคโนโลยีในไต้หวัน จำนวน 5 แห่ง รวม 30 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยโครงงานเป็นฐาน มีเจตคติต่อวิศวกรรมเปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ จากการสัมภาษณ์เกือบทั้งหมดแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของ STEM คือ ความรู้ ทักษะและประสบการณ์ทางด้าน STEM จะเป็นประโยชน์ในการประกอบอาชีพในอนาคต สามารถนำมาใช้เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ร่วมกับการใช้โปรแกรม (ER & P) มีผลการเรียนรู้ดีขึ้น

ไดอาน่า (Diana, 2012) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยใช้นักเรียนเกรด 3-8 เป็นกรณีศึกษาให้ทำโครงงานในหัวข้อเรื่อง ดาวอังคารในจินตนาการ โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบความพื้นฐานให้จินตนาการศึกษาค้นคว้า สำรวจ ตรวจสอบ สร้างสรรค์ออกแบบโมเดลดาวอังคาร และแลกเปลี่ยนความคิดการออกแบบของตัวเองให้เพื่อนๆ ได้รู้จัก ผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้บูรณาการ STEM ในการให้นักเรียนได้ทำโครงงานส่งผลทำให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้และทักษะสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เผชิญหน้าและประยุกต์ใช้กับปัญหาใหม่ๆ

โบว์โรว์ (Burrows, 2014) ได้ศึกษากรอบแนวคิดหลักในการบูรณาการระหว่าง 2 รายวิชา คือ ชีววิทยาและเคมี ในหัวข้อเรื่อง การผลิตเชื้อเพลิงไบโอดีเซลสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยครูจากสองวิชาได้ดำเนินการสร้างบทเรียนไบโอดีเซล โดยบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยา (เน้นไปที่ชีวเคมีสาหร่าย) และวิชาเคมี (เน้นไปที่ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (Transesterification)) และทำการวัดทักษะและเจตคติต่อวิชา STEM (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์) จากการวิจัยพบว่านักเรียนมีทักษะในวิชา STEM และเจตคติที่ดีขึ้น โดยพิจารณาจากการตอบคำถามของนักเรียนในห้องเรียน แบบบันทึกหลังแผนการสอนของครู และผลงานของนักเรียนในกิจกรรมการผลิตเชื้อเพลิงไบโอดีเซล

ดิลลิแวน (Dillivan, 2014) ได้ศึกษาผลจากการเข้าค่ายภาคฤดูร้อนต่อความสนใจในสาขาวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้เข้าร่วมกิจกรรมเป็นนักเรียนในโรงเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามนักเรียน แบบสอบถามพ่อแม่และผู้ปกครอง จากผลการวิจัยพบว่า การเข้าร่วมค่ายภาคฤดูร้อนมีผลต่อความสนใจทางด้านวิทยาศาสตร์ ผลการเรียนรู้ การเลือกวิชาเอก วิทยาลัยและการประกอบอาชีพในอนาคตของนักเรียน ผลการสอบถามแสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีทัศนคติในเชิงบวกต่อวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และยังพบว่าค่ายสะเต็มศึกษาสามารถเพิ่มเจตคติและกระตุ้นความสนใจในสาขาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

ซาฮิน (Sahin, 2014) ได้ศึกษาผลของกิจกรรมสะเต็มศึกษาต่อการจัดหลักสูตรสำหรับเด็กหลังเลิกเรียนและศึกษาผลที่เกิดขึ้นกับการเรียนรู้ของนักเรียน โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนในเขตตะวันออกเฉียงใต้ ของสหรัฐอเมริกา งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพ เพื่อทำความเข้าใจมุมมองของนักเรียนและความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมสะเต็มศึกษาและวิถีการเรียนรู้ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรม การเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย การสังเกตอย่างเป็นทางการ การสัมภาษณ์

แบบกึ่งโครงสร้างและการจัดบันทึกข้อมูล จากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมสะเต็มศึกษา มีศักยภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้ การทำงานร่วมกัน และการสืบเสาะหาความรู้ตลอดจนนำไปสู่การพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21

ชวง (Quang, 2015) ได้ศึกษาการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) ผ่านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคของนักเรียนในโรงเรียนของเวียดนาม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสะเต็มศึกษา 2) ศึกษา กิจกรรมสะเต็มศึกษากับความคิดสร้างสรรค์และการเสริมสร้างประสบการณ์ 3) แนะนำการประยุกต์ใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคสำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ ใช้การบูรณาการการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา และนำไปใช้กับการเรียนการสอนในสาขาเทคโนโลยี ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ในประเทศเวียดนาม ในเดือนเมษายน ปี ค.ศ. 2015 ผลการวิจัยพบว่า การบูรณาการสะเต็มศึกษาผ่านการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคสำหรับนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาของเวียดนาม ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเห็นประโยชน์ที่เป็นรูปธรรม และแนวทางการบูรณาการสะเต็มศึกษาผ่านการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคมีความเป็นไปได้และมีความสอดคล้องกันกับการพัฒนาความสามารถของนักเรียน

จาริพร ผลมุล (2557, น. บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและความพึงพอใจของนักเรียน และศึกษาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้แบบแผนการวิจัย คือ One-Group Pretest-Posttest Design กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนเมืองหลวงสวน จำนวน 33 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ระดับดี (เฉลี่ย 3.51) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และหน่วยการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 81.65/78.33 ตามเกณฑ์ 80/80

นงนุช เอกตระกูล (2557, น. บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี เขตบางแค กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1

ห้องเรียน เนื้อหาที่ใช้ได้แก่ เรื่อง ไฟฟ้า เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน นักเรียนมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม เรียนรู้ด้วยความสนุกสนานโดยการลงมือปฏิบัติ รู้จักแก้ปัญหาโดยการสืบเสาะหาความรู้

ประดิษฐ์ ประสิทธิ์ศิลป์ชัย (2557, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหานักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนลำปางวิทยาคม อำเภอขงตลาด สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดกาฬสินธุ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อ 1) เปรียบเทียบ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ 2) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อ การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและวิธีสอนแบบปกติประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวน 85 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 54 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 27 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 5 แผน ระยะเวลา 15 ชั่วโมง 2. แผนการสอนตามปกติ เรื่อง แรงและการ เคลื่อนที่ จำนวน 5 แผน ระยะเวลา 15 ชั่วโมง 3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 4. แบบวัดความสามารถใน การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 5. แบบสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางตามสะเต็มศึกษา ผลการศึกษามีดังนี้ 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษาและ กลุ่มควบคุม ที่สอนโดยวิธีสอนแบบปกติ พบว่า ค่าเฉลี่ยหลังเรียนกลุ่มที่สอนโดยการจัดการ เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่สอนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติ 2. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ กลุ่มควบคุมที่สอน โดยวิธีสอนแบบปกติ กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีค่าเฉลี่ย สูงกว่ากลุ่มควบคุม ที่สอนโดยวิธีสอนแบบปกติ 3. คะแนนเฉลี่ยของความคิดเห็นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มทดลอง มีคะแนน เฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่สอนโดยวิธีสอนแบบปกติ

ชนกนันท์ พะสุโร (2558, น.บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบ่อหิน จังหวัดยะลา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา

ยะลา เขต 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 23 คน ซึ่งมีวัตถุประสงค์ เพื่อจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 80.00/ 80.22 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21

ภัสสร ดิธมา (2558, น. บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 48 คนของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย ที่ได้จากการสุ่มอย่างเฉพาะเจาะจง วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1) เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่อง ระบบของร่างกายมนุษย์ 2) เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระหว่างเรียนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่อง ระบบของร่างกายมนุษย์เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education 2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ 3) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ของชิ้นงานนักเรียน 4) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 2) นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ระหว่างเรียนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เพิ่มขึ้น



อาทิตยา พูนเรือง (2558, น. บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ที่ชักตัวอย่างแบบเจาะจงจากโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ บทปฏิบัติการ (รวมทั้งเรื่องกรดโฟลิก) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติที่แบบกลุ่มที่ศึกษาที่ไม่เป็นอิสระต่อกันผลการวิจัย พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิตยา ภูผาบาง (2559, น. บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่องการใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพของแผ่นฟิล์มพลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลัง เพื่อสร้างกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระหว่างกิจกรรมที่ 1 (คาบเรียนที่ 1-4) และกิจกรรมที่ 2 (คาบเรียนที่ 5-6) โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลัง โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชลกันยานุกูล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 52 คนผลการวิจัยพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก แผ่นฟิล์มจะมีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดและค่ามอดูลัสของยังสูงขึ้น แต่จะมีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวลดลง และเมื่อเพิ่มกลีเซอรอลในปริมาณที่มากขึ้น จะทำให้แผ่นฟิล์มมีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดและค่ามอดูลัสของยังลดลงแต่จะมีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวสูงขึ้น และแผ่นฟิล์มที่ผ่านการเคลือบผิวจะมีเปอร์เซ็นต์การบวมน้ำที่ต่ำกว่าแผ่นฟิล์มที่ไม่ผ่านการเคลือบผิว จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า กิจกรรมเรื่องพลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องตามแนวทางสะเต็มศึกษาและส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการผ่านการทำกิจกรรม และนักเรียนที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่องพลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังในกิจกรรมที่ 2 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่ากิจกรรมที่ 1



ปริยานุช มานูจำ (2559, น. บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษาต่อการคิดไตร่ตรอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการคิดไตร่ตรองของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษา และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษา โดยใช้การวิจัยแบบ กึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย จังหวัดนครพนม ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 71 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน การทดสอบที (t-test) และ ANOVA ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษามีการคิดไตร่ตรองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก

สุพัตรา โคตะวงศ์ (2559, บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการวิจัยการส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมแพศึกษา การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์เมกุยแกนส์ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลการประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมก่อนเรียนกับหลังเรียน 3) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการทำงานเป็นทีมกับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/13 โรงเรียนชุมแพศึกษา จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ 1) กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ 2) แผนจัดการเรียนรู้ จำนวน 9 แผน 3) แบบประเมินทักษะการทำงานเป็นทีม 4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 5) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบสมมติฐาน t-test(Dependent samples) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์เมกุยแกนส์ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานเป็นทีมสูงขึ้นตามลำดับ วงรอบที่ 1 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 53.67 วงรอบที่ 2 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 63.33 และวงรอบที่ 3 มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 80.33 ผู้เรียนมีผลการประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะการทำงานเป็นทีมมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

อินดาชัย รัชเวทย์ (2560) ศึกษาการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 โดยชุดการเรียนรู้การสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องการแยกสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนมีทักษะการสื่อสารและความร่วมมือหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดี

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาพบว่า การสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการสอนแบบบูรณาการระหว่างสาขาวิชาและมีความเชื่อมโยงกับชีวิตจริงให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดทักษะแห่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อาทิเช่น ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ และจากการศึกษาแนวทางการประเมินผลการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่าใช้การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ และสามารถกล่าวได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ และเจตคติต่อการเรียนดีขึ้น ดังนั้นควรสนับสนุนให้ครูผู้สอนได้นำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาต่อไป

## บทที่ 3

### ระเบียบวิธีวิจัย

การดำเนินการวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยขอเสนอขั้นตอนการวิจัยดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 รูปแบบการวิจัย
- 3.5 การดำเนินการวิจัย
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนการเคหะท่าทราย สังกัดสำนักงานเขตหลักสี่ กรุงเทพมหานครที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 3 ห้องเรียน รวม 103 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนการเคหะท่าทราย สังกัดสำนักงานเขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 32 คน ซึ่งแต่ละห้องมีการจัดการเรียนเป็นแบบผลการเรียนรู้และคุณลักษณะของนักเรียนในแต่ละห้องคล้ายคลึงกัน

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ จำนวน 5 สัปดาห์ รวม 15 ชั่วโมง แบ่งเป็น 5 แผนการจัดการเรียนรู้

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ

3.2.2.1 แบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 29 ข้อซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแบ่งพฤติกรรมผลการเรียนรู้ออกเป็น 2 ด้าน ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม (Bloom's Taxonomy) คือ

- 1) ความรู้
- 2) ความเข้าใจ

3.2.2.2 แบบวัดทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยพิจารณา 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านทักษะการแก้ปัญหา ผู้วิจัยแบ่งเป็น 2 แบบวัด คือ 1) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา และ 2) แบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหานักเรียน

1.1 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา เป็นแบบอัตนัย โดยมีข้อคำถามเรียงกันเป็นชุด โดยแต่ละชุดจะมีการกำหนดสถานการณ์และให้ผู้เรียนเขียนตอบการแก้ปัญหา จำนวน 3 สถานการณ์ โดยกำหนดประเด็นในการวัด 4 ด้าน ตามขั้นตอนของ เวียร์ (Weir, 1974, p. 18) คือ

- 1) ขึ้นตั้งปัญหา
- 2) ขึ้นวิเคราะห์ปัญหา
- 3) ขึ้นเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหา
- 4) ขึ้นตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา

1.2 แบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา เป็นแบบประเมินพัฒนาการในด้านทักษะการแก้ปัญหานักเรียนตามขั้นตอนของเวียร์ โดยการสังเกตพฤติกรรมหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ค่า 5 ระดับ ตามวิธีของเคิร์ท (Likert Scale)

2. ด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ผู้วิจัยแบ่งเป็น 2 แบบวัด คือ 1) แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน และ 2) แบบประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

2.1 แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ โดยสร้างขึ้นตามแนวคิดของกิลฟอร์ด (Guildford, 1967) ซึ่งกำหนดประเด็นในการวัด 4 ด้าน คือ

- 1) ความคิดคล่องตัว
- 2) ความคิดยืดหยุ่น
- 3) ความคิดริเริ่ม
- 4) ความคิดละเอียดลออ

2.2 แบบประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เป็นแบบประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ สะเต็มศึกษา โดยพิจารณา 4 ด้าน คือ

- 1) การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม
- 2) ความคิดสร้างสรรค์
- 3) ความสำเร็จของงาน
- 4) ประสิทธิภาพของงาน

ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ค่า 5 ระดับ ตามวิธีของเคิร์ท (Likert Scale)

3. ด้านทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ เป็นแบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือของนักเรียนในการทำกิจกรรมกลุ่มในห้องเรียน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ค่า 5 ระดับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 14 ข้อ ตามแนวคิดของปาร์คเกอร์ (Parker, 1990) โดยมีการกำหนดประเด็น 6 ด้าน ดังต่อไปนี้ คือ

- 1) การกำหนดภารกิจและเป้าหมาย
- 2) การมอบหมายงานตามบทบาทหน้าที่
- 3) การกระจายความเป็นผู้นำ
- 4) การรับฟังซึ่งกันและกัน
- 5) การมีส่วนร่วม
- 6) การสื่อสารที่เปิดเผย

3.2.2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้, การประเมินผลและประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ เป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 20 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยกำหนดความพึงพอใจเป็น 3 ด้าน คือ

- 1) ด้านกิจกรรม
- 2) ด้านการประเมินผล
- 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ

### 3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องบ้านพยากรณ์

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3.3.1.2 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

3.3.1.3 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ จำนวน 5 สัปดาห์ รวม 15 ชั่วโมง แบ่งเป็น 5 แผนการจัดการเรียนรู้ คือ

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อุณหภูมิของอากาศ จำนวน 3 ชั่วโมง
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความดันอากาศ จำนวน 3 ชั่วโมง
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเกิดลม จำนวน 3 ชั่วโมง
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง น้ำในบรรยากาศ จำนวน 3 ชั่วโมง
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง อุตุนิยมวิทยาและการพยากรณ์อากาศ

จำนวน 3 ชั่วโมง

โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

- 1) การระบุปัญหา
- 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง
- 3) การวางแผนและพัฒนา
- 4) การทดสอบและประเมินผล



### 5) การนำเสนอผลลัพธ์

3.3.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทั้ง 5 แผนการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม จากนั้นดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

3.3.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทั้ง 5 แผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ใช้การเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67-1.00 (ภาคผนวก ง หน้า 188-193)

3.3.1.6 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ที่มีคุณภาพ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

### 3.3.2 แบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์

3.3.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3.3.2.2 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบปรนัย

3.3.2.3 วิเคราะห์เนื้อหาสาระ ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของเนื้อหาและกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

3.3.2.4 สร้างแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

3.3.2.5 นำแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม จากนั้นดำเนินการแก้ไขปรับปรุงแบบตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.3.2.6 นำแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ใช้การเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเนื้อหาของแบบทดสอบ จากนั้นนำ

ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) เกณฑ์การพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยถือเกณฑ์ความสอดคล้องตั้งแต่ .50 – 1.00 (สมนึก ภัททิยธนี, 2551 : 220) พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67-1.00 จำนวน 36 ข้อ (ภาคผนวก ง หน้า 194 – 195)

3.3.2.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.3.2.7 นำแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้ (Try -out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนการเคหะท่าทราย สังกัดสำนักงานเขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร ที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 28 คน

3.3.2.8 นำแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ซึ่งกำหนดค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป พบว่าแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.29 – 0.68 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.37 - 0.59 จำนวน 29 ข้อ (ภาคผนวก ง หน้า 201 - 202)

3.3.2.9 นำแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์- ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น. 200 - 201) พบว่าข้อสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.90 (ภาคผนวก ง หน้า 202)

3.3.2.10 นำแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการทดสอบนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบวัดความรู้ความเข้าใจชุดเดียวกัน

3.3.3 แบบวัดทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

3.3.3.1 ด้านทักษะการแก้ปัญหา

1. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

1) ศึกษาความหมาย ทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

2) สร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ตามนิยามเชิงปฏิบัติการ โดยให้มีความสอดคล้องกับขั้นตอนการแก้ปัญหาของ เวียร์ (Weir, 1974, p. 18) ซึ่งแบบวัดทักษะเป็นแบบอัตนัย ผู้วิจัย

กำหนดประเด็นการประเมิน 4 ด้าน คือ 1) ขั้นตอนปัญหา 2) ขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหา 3) ขั้นตอนแนววิธีการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตอนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา

4) นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม จากนั้นดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

5) นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ใช้การเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) พบว่าแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67-1.00 (ภาคผนวก ง หน้า 196) จากนั้นปรับปรุงแก้ไขแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6) นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนการเคหะท่าทราย สังกัดสำนักงานเขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร ที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 28 คน

7) นำคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการประเมินโดยครูวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สูตรหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของ เพียร์สัน (Pearson) (สมนึก กัททิษณี, 2551, น.85) พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 (ภาคผนวก ง หน้า 203)

8) นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาที่พัฒนาคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการวัดทักษะการแก้ปัญหานักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบวัดชุดเดียวกัน

## 2. แบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา

1) ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทักษะการแก้ปัญหา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา

2) ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินจากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3) สร้างแบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งสร้างขึ้นตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของ เวียร์ (Weir, 1974, p. 18) เป็นแบบสังเกตพฤติกรรมแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ค่า 5 ระดับ ตามวิธีของเคิร์ท (Likert Scale) โดยผู้วิจัยกำหนดประเด็นการประเมิน 4 หัวข้อ คือ 1) ขั้นตอนปัญหา 2) ขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหา 3) ขั้นตอนแนววิธีการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตอนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา

4) นำแบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม จากนั้นดำเนินการแก้ไขปรับปรุงแบบตามคำแนะนำ

5) นำแบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ใช้การเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence : IOC) พบว่าแบบประเมินมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67-1.00 (ภาคผนวก ง หน้า 196)

6) นำแบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาที่มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

### 3.3.3.2 ด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

#### 1. แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

1) ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด (Guilford, 1967)

2) สร้างแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 1 ชุด โดยสร้างขึ้นตามแนวคิดของกิลฟอร์ด (Guilford, 1967) ผู้วิจัยกำหนดประเด็นในการวัด 4 ด้าน คือ 1) ความคิดคล่องตัว 2) ความคิดยืดหยุ่น 3) ความคิดริเริ่ม และ 4) ความคิดละเอียดลออ มีทั้งหมด 4 ตอน

3) นำแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม จากนั้นดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

4) นำแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ใช้การเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและภาษา จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) พบว่าแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 - 1.00 (ภาคผนวก ง หน้า 197) จากนั้นปรับปรุงแก้ไขแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5) นำแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ไปทดลองใช้ (Try -out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนการเคหะท่าทราย สังกัดสำนักเขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร ที่เคยเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 28 คน โดยพิจารณาคะแนนจากเกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น

6) นำคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการประเมินโดยครูวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สูตรหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของ เพียร์สัน (Pearson) (สมนึก กัททิษณี, 2551, น.85) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทั้งฉบับ พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97 (ภาคผนวก ง หน้า 203)

7) นำแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่พัฒนาคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบวัดชุดเดียวกัน

## 2. แบบประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

1) ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

2) ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินจากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3) สร้างแบบประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ซึ่งสร้างขึ้นตามแนวทางการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (2558) โดยกำหนดประเด็นการประเมิน 4 ด้าน คือ

1) การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

2) ความคิดสร้างสรรค์

3) ความสำเร็จของงาน

4) ประสิทธิภาพของผลงาน

กำหนดเกณฑ์การประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ค่า 5 ระดับตามวิธีของเคิร์ท (Likert Scale) โดยกำหนดให้มีระดับการประมาณค่าดังนี้ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง มีคะแนนเป็น 5 , 4 , 3 , 2 และ 1 ตามลำดับ

4) นำแบบประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงานเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม จากนั้นดำเนินการแก้ไขปรับปรุงแบบตามคำแนะนำ

5) นำแบบประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงานเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ใช้การเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence : IOC) พบว่าแบบประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67-1.00 (ภาคผนวก ง หน้า 197 - 198) จากนั้นนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข

6) นำแบบประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงานที่มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

### 3.3.3.3 ด้านทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ

#### 1. แบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ

1) ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ  
2) สร้างแบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือที่สร้างตามแนวคิดของปาร์คเกอร์ (Parker, 1990) โดยกำหนดประเด็นมี 6 ด้านได้แก่

- 1) การกำหนดภารกิจและเป้าหมาย
- 2) การมอบหมายงานตามบทบาทหน้าที่
- 3) การกระจายความเป็นผู้นำ
- 4) การรับฟังซึ่งกันและกัน
- 5) การมีส่วนร่วม
- 6) การสื่อสารที่เปิดเผย

โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ค่า 5 ระดับ ตามวิธีของเคิร์ท (Likert Scale) โดยกำหนดให้มีระดับการประมาณค่าดังนี้ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง มีคะแนนเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ

3) นำแบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม จากนั้นดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

4) นำแบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ใช้การเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและภาษา จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) พบว่าแบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67-1.00 (ภาคผนวก ง หน้า 198) และนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข



5) นำแบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือไปทดลองใช้ (Try -out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนการเคหะท่าทราย สังกัดสำนักงานเขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร ที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 28 คน

6) นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น.200 – 201) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82

7) นำแบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือที่พัฒนาคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการวัดทักษะความร่วมมือของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบวัดชุดเดียวกัน

3.3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

3.3.4.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

3.3.4.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้, การประเมินผล และประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ มีมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 20 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยกำหนดความพึงพอใจเป็น 3 ด้าน คือ

- 1) ด้านกิจกรรม
- 2) ด้านการประเมินผล
- 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ

สำหรับเกณฑ์ค่าเฉลี่ยแบบสอบถามความพึงพอใจ มีดังนี้ คือ

5	คะแนนเฉลี่ย	4.50 – 5.00	ความคิดเห็น มากที่สุด
4	คะแนนเฉลี่ย	3.50 – 4.49	ความคิดเห็น มาก
3	คะแนนเฉลี่ย	2.50 – 3.49	ความคิดเห็น ปานกลาง
2	คะแนนเฉลี่ย	1.50 – 2.49	ความคิดเห็น น้อย
1	คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.49	ความคิดเห็น น้อยที่สุด

3.3.4.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม จากนั้นดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

3.3.4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ใช้การเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาวิทยาศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัด และประเมินผล เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) พบว่ามีค่าดัชนี ความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ (ภาคผนวก ง หน้า 199 - 200) และนำข้อเสนอแนะของ ผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข

3.3.4.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม ศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ไปทดลองใช้ (Try -out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนการ เเคะท่าทราย สังกัดสำนักงานเขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร ที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาค การศึกษาที่ 2 การศึกษา 2559 จำนวน 28 คน

3.3.4.6 นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ทั้งฉบับ โดยใช้สูตรหาค่า สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ถ้วน สายยศและ อังคณา สาย ยศ, 2538, น. 200 – 201) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80

3.3.4.7 นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม ศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ที่พัฒนาคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยทำ การสอบถามความพึงพอใจกับนักเรียนหลังเรียน

### 3.4 รูปแบบการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามแบบแผนการวิจัยแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียว One - Group Pretest - Posttest Design (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น. 247) แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ดำเนินการ	สอบหลัง
E	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

E	แทน	กลุ่มตัวอย่าง
T <sub>1</sub>	แทน	การสอบก่อนเรียน
X	แทน	การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์
T <sub>2</sub>	แทน	การสอบหลังเรียน

### 3.5 การดำเนินการวิจัย

3.5.1 นำแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์และแบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนการเคหะท่าทราย สังกัดสำนักงานเขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร จำนวน 32 คน ใช้เวลาทดสอบ 2 ชั่วโมง แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนก่อนเรียน (Pre – test)

3.5.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนการเคหะท่าทราย สังกัดสำนักงานเขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร จำนวน 32 คน ผู้วิจัยประเมินทักษะการแก้ปัญหของนักเรียนด้วยแบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 5 สัปดาห์ รวม 15 ชั่วโมง หลังจากเสร็จสิ้นแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน ผู้วิจัยประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาและการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียน ด้วยแบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาและแบบประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

3.5.3 นำแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ แบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ และแบบสอบถามความพึงพอใจ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนการเคหะท่าทราย สังกัดสำนักงานเขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร จำนวน 32 คน ใช้เวลาทดสอบ 2 ชั่วโมง แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนหลังเรียน (Post – test)

### 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 เปรียบเทียบคะแนนความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ โดยการทดสอบค่าที (t-test for Dependent Sample)

#### 3.6.2 ทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

##### 3.6.2.1 ด้านทักษะการแก้ปัญหา

- เปรียบเทียบคะแนนทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ด้านทักษะการแก้ปัญหา ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ โดยการทดสอบค่าที (t-test for Dependent Sample)

- แบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา โดยพิจารณาจากคะแนนรวมในภาพรวมและรายด้าน เพื่อดูแนวโน้มพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหของผู้เรียน

##### 3.6.2.2 ด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

- เปรียบเทียบคะแนนทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงานก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ โดยการทดสอบค่าที (t-test for Dependent Sample)

- แบบประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยพิจารณาจากคะแนนรวมในภาพรวมและรายด้าน เพื่อดูแนวโน้มพัฒนาการทักษะความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

##### 3.6.2.3 ด้านทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ

- เปรียบเทียบคะแนนทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ด้านทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ โดยการทดสอบค่าที (t-test for Dependent Sample)

3.6.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์กับเกณฑ์ที่กำหนด โดยการทดสอบค่าที (One Sample t-test)

### 3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.7.1 สถิติพื้นฐาน

3.7.1.1 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) โดยใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศและ อังคณา สายยศ, 2538, น.197 – 198)

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

เมื่อ $\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
N	แทน	จำนวนนักเรียน

3.7.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น.197 – 198)

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

เมื่อ S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
x	แทน	คะแนนส่วนตัวของนักเรียน
N	แทน	จำนวนนักเรียน
$\sum$	แทน	ผลรวม

#### 3.7.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

3.7.2.1 ค่าความเที่ยงตรง (Validity) โดยใช้สูตรการหาค่าความสอดคล้อง IOC (สมนึก ภัททิยธนี, 2546, น.166 – 167)

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

เมื่อ IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1
$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3.7.2.2 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น.209 – 211)

1) ค่าความยากง่าย

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	$P$	แทน	ค่าความยากง่าย
	$R$	แทน	จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก
	$N$	แทน	จำนวนคนทั้งหมดที่ทำข้อนั้น

2) ค่าอำนาจจำแนก

$$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	$D$	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	$R_U$	แทน	จำนวนคนกลุ่มเก่งที่ตอบข้อนั้นถูก
	$R_L$	แทน	จำนวนคนกลุ่มอ่อนที่ตอบข้อนั้นถูก
	$N$	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

3.7.2.3 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรของ Kuder – Richardson 20 หรือ KR – 20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น.197 – 198)

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\}$$

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$K$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	$p$	แทน	สัดส่วนของผู้ทำถูกในแต่ละข้อ
	$q$	แทน	สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ ( $q = 1 - p$ )
	$S^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ



3.7.2.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น.200 – 201)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด
	$k$	แทน	จำนวนข้อคำถาม
	$S_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	$S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

3.7.2.5 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตร ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของเพียร์สัน (Pearson) (สมนึก ภัททิยธนี, 2551, น.85)

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

เมื่อ	$r_{xy}$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$N$	แทน	จำนวนผู้เรียน
	$X$	แทน	คะแนนของ $X$
	$Y$	แทน	คะแนนของ $Y$

### 3.7.3 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.7.3.1 เปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ โดยการทดสอบค่าที (t-test for Dependent sample) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น.104)

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

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติทดสอบที
	$D$	แทน	ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
	$N$	แทน	จำนวนคู่
	$df$	แทน	ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ $N - 1$

3.7.3.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความพึงพอใจกับคะแนนเกณฑ์ โดยใช้การทดสอบค่าที (One Sample t-test) (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2553, น.72)

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

เมื่อ	$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยของเกณฑ์ที่ตั้งขึ้น
	$S$	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	$n$	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้มาวิเคราะห์ และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนนักเรียน
$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
S.D.	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
D	แทน	ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
$\Sigma D$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
$\Sigma D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนกำลังสอง
df	แทน	ชั้นความเป็นอิสระ
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของผลการทดสอบสมมติฐาน
*	แทน	ค่านัยสำคัญทางสถิติ .01

**ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์**

ผู้วิจัยวัดความรู้ความเข้าใจของนักเรียนด้วยแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยข้อสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 29 ข้อ โดยทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 โดยใช้ค่าที (t – test for Dependent Sample) แสดงผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	$\Sigma D$	$\Sigma D^2$	df	t	p
ก่อนเรียน	32	29	10.41	5.22	388	5556	31	13.09*	.00
หลังเรียน	32	29	22.53	5.40					

\*p < .01

จากตารางที่ 4.1 พบว่า หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ นักเรียนมีคะแนนความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

**ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์**

ตอนที่ 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

ตอนที่ 2.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

ผู้วิจัยวัดทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบอัตนัย มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Analytic Rubric) กำหนดเกณฑ์ในการประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนปัญหา 2) ขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหา 3) ขั้นตอนเสนอแนะ

วิธีการแก้ปัญหา และ 4) ชั้นตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา โดยทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.1 โดยใช้ค่าที (t – test for Dependent Sample) แสดงผลดังตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2** แสดงการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหา ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

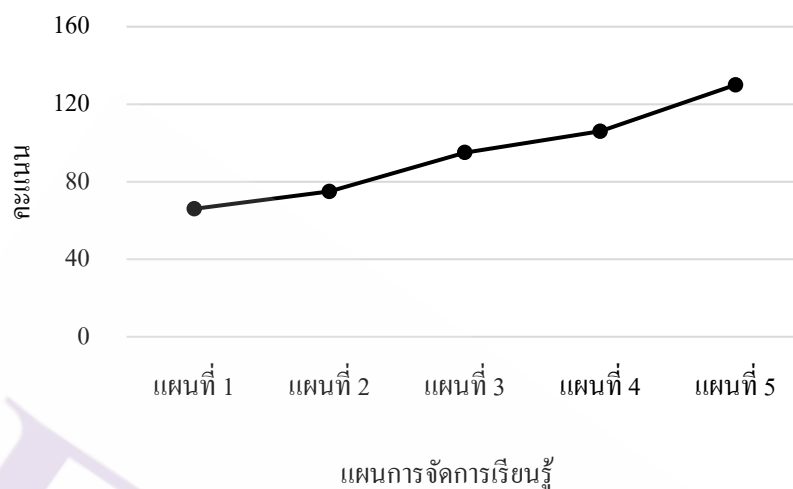
คะแนน	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	$\Sigma D$	$\Sigma D^2$	df	t	p
ก่อนเรียน	32	36	16.41	4.17	191	1409	31	11.46*	.00
หลังเรียน	32	36	22.38	5.17					

\*p < .01

จากตารางที่ 4.2 พบว่า หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ นักเรียนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

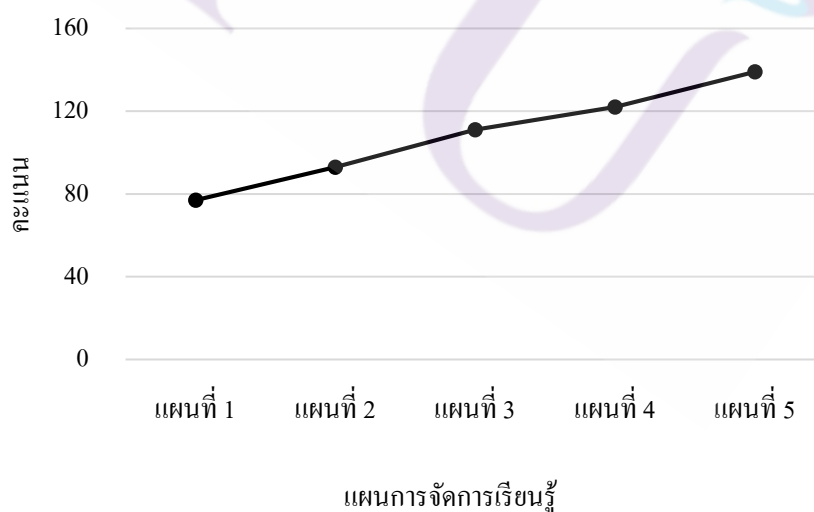
ตอนที่ 2.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหานักเรียนด้วยแบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีค (Analytic Rubric) กำหนดเกณฑ์ในการประเมินทักษะการแก้ปัญหานักเรียน 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตั้งปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3) ขั้นเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหา และ 4) ชั้นตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา โดยทำการประเมินนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ภาคผนวก ง, น. 208 - 209) เพื่อยืนยันสมมติฐานข้อที่ 2.1 แสดงผลดังภาพที่ 4.1 - 4.5



ภาพที่ 4.1 ชั้นที่ 1 การตั้งปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

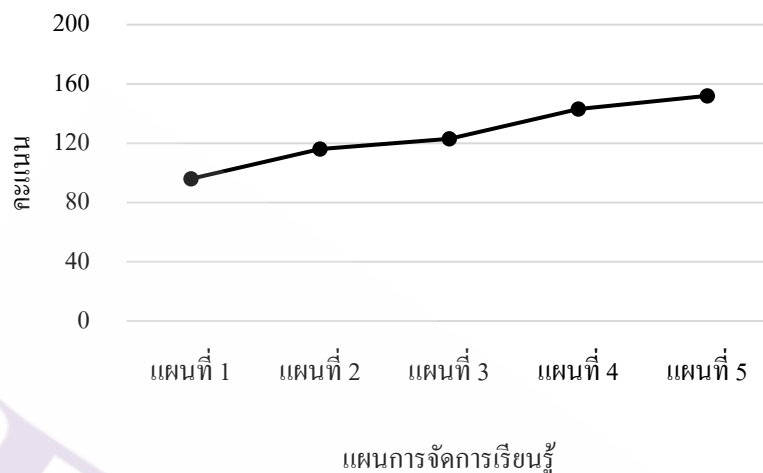
จากภาพที่ 4.1 แสดงคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นที่ 1 การตั้งปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นการตั้งปัญหาสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น. 208-209)



ภาพที่ 4.2 ชั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

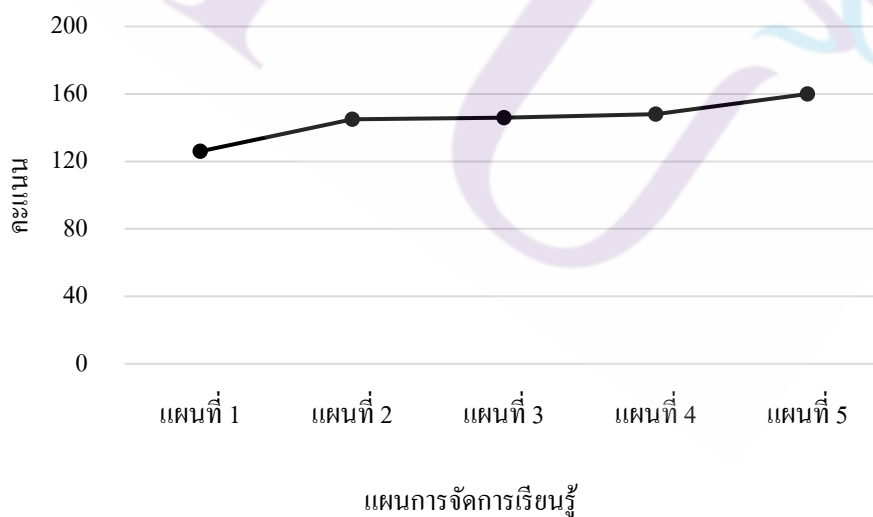
จากภาพที่ 4.2 แสดงคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นการวิเคราะห์ปัญหาสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น. 208-209)





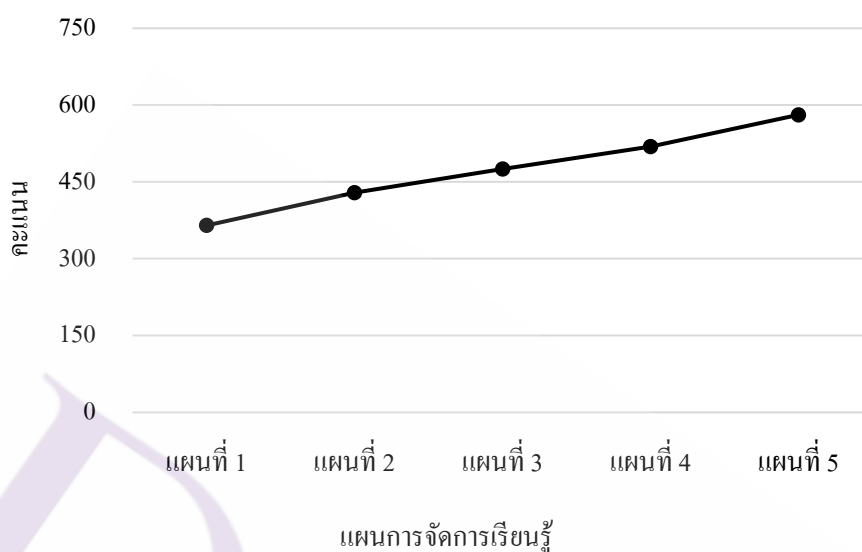
ภาพที่ 4.3 ชั้นที่ 3 การเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.3 แสดงคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นที่ 3 การเสนอแนะวิธีการปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นการเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหาสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น. 208-209)



ภาพที่ 4.4 ชั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.4 แสดงคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น. 208-209)



ภาพที่ 4.5 พัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.5 แสดงคะแนนภาพรวมพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง หน้า 210)

ตอนที่ 2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

ตอนที่ 2.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

ผู้วิจัยวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ด้วยแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์แบบอัตนัย มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Analytic Rubric) กำหนดเกณฑ์ในการประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน 4 หัวข้อ คือ 1) ความคิดคล่องตัว 2) ความคิดยืดหยุ่น 3) ความคิดริเริ่ม และ 4) ความคิดละเอียดลออ โดยทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.2 โดยใช้ค่าที่ (t – test for Dependent Sample) แสดงผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

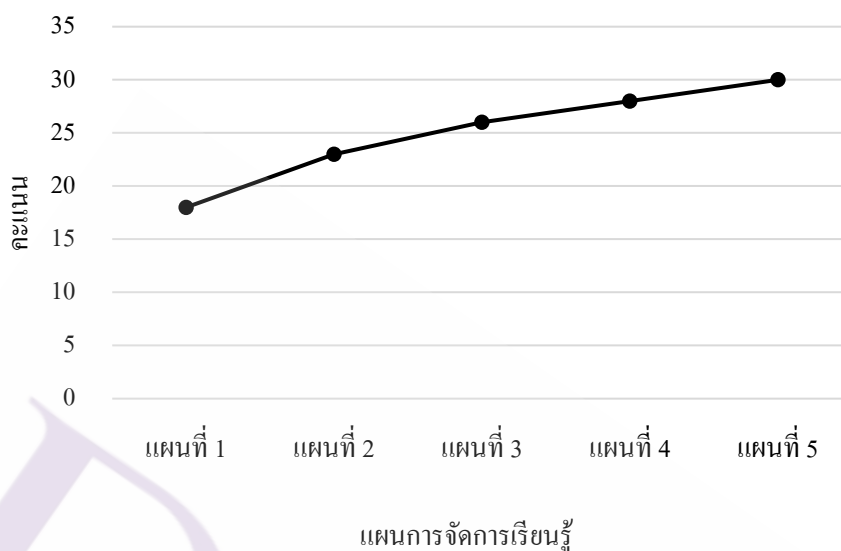
คะแนน	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	$\Sigma D$	$\Sigma D^2$	df	t	p
ก่อนเรียน	32	50	15.03	7.93	297	3671	31	9.67*	.00
หลังเรียน	32	50	24.31	9.37					

\*p < .01

จากตารางที่ 4.3 พบว่า หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ นักเรียนมีคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

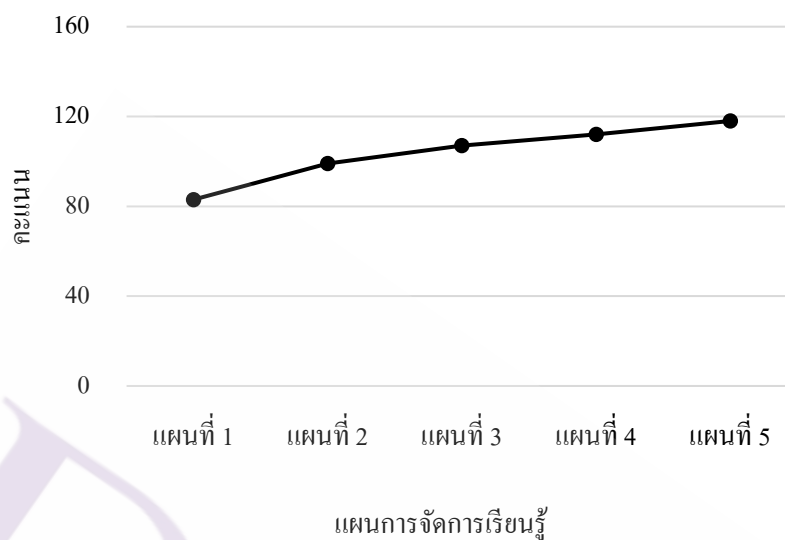
ตอนที่ 2.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

ผู้วิจัยประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนด้วยแบบประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Analytic Rubric) กำหนดเกณฑ์ในการประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน 4 หัวข้อใหญ่ คือ 1) การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม 2) ความคิดสร้างสรรค์ 3) ความสำเร็จของงานและ 4) ประสิทธิภาพของงาน โดยหัวข้อความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้ประเมิน 4 ข้อย่อย คือ 1) ความคิดคล่องตัว 2) ความคิดยืดหยุ่น 3) ความคิดริเริ่ม และ 4) ความคิดละเอียดลออ โดยทำการประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ภาคผนวก ง, น. 212) เพื่อยืนยันสมมติฐานข้อที่ 2.2 แสดงผลดังแผนภาพที่ 4.6 - 4.14



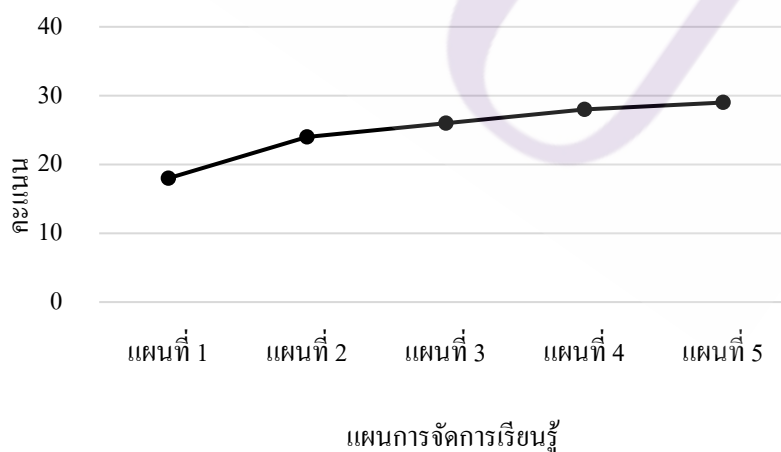
**ภาพที่ 4.6** ข้อที่ 1 การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.6 แสดงคะแนนการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ข้อที่ 1 การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้สูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น. 212)



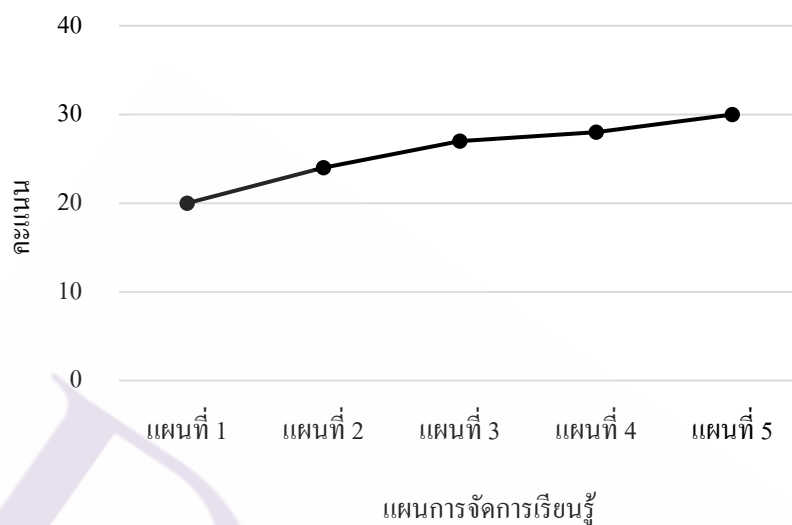
**ภาพที่ 4.7** ข้อที่ 2 ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.7 แสดงคะแนนภาพรวมการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ข้อที่ 2 ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ชิ้นงานสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น.213)



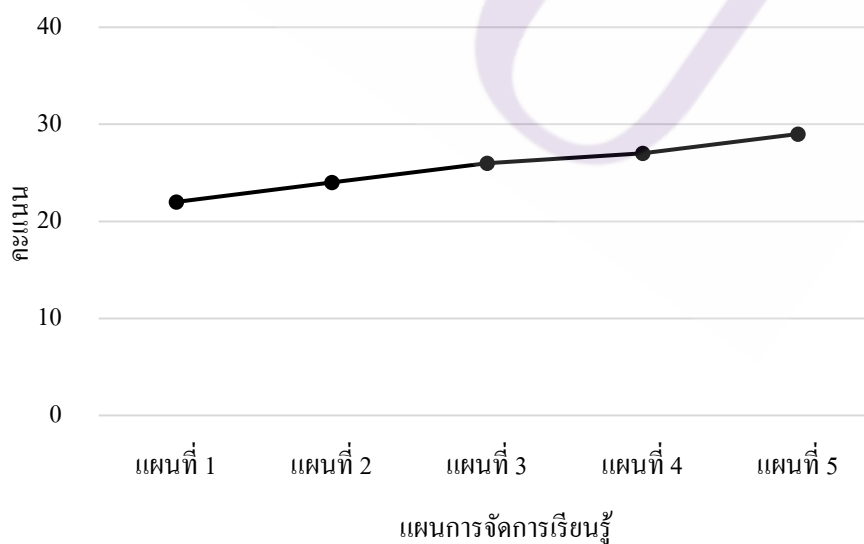
**ภาพที่ 4.8** ข้อที่ 2.1 ความคิดค่องตัวของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.8 แสดงคะแนนการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ข้อที่ 2.1 ความคิดค่องตัวของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนความคิดค่องตัวสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น. 213)



ภาพที่ 4.9 ข้อที่ 2.2 ความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

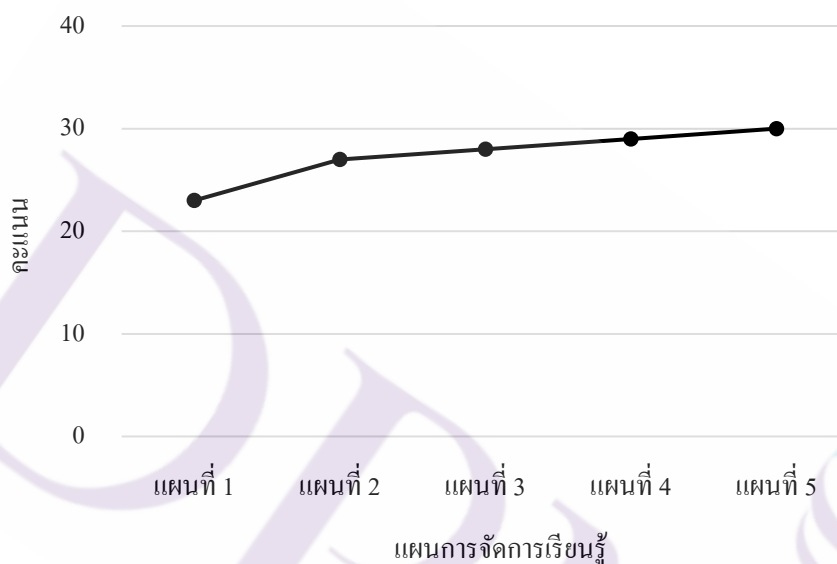
จากภาพที่ 4.9 แสดงคะแนนการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ข้อที่ 2.2 ความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนความคิดยืดหยุ่นสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น. 213)



ภาพที่ 4.10 ข้อที่ 2.3 ความคิดริเริ่มของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

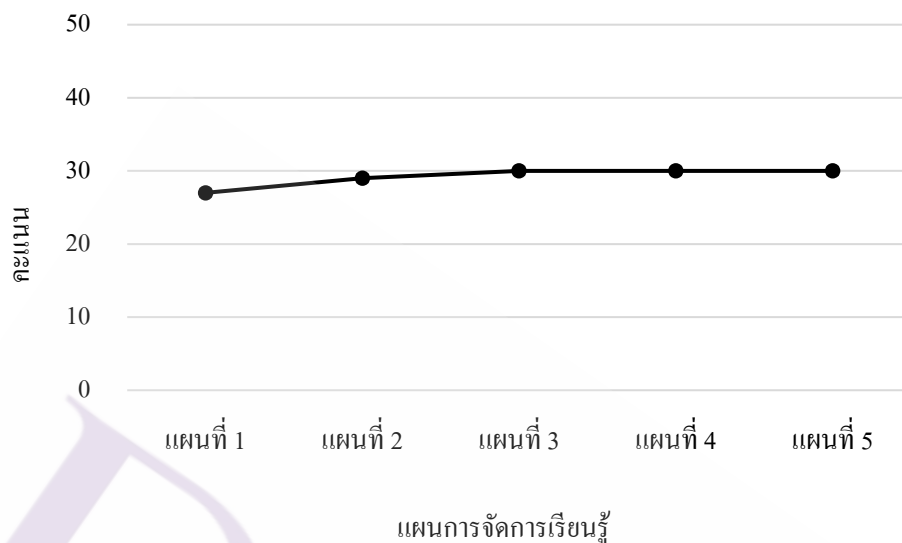


จากภาพที่ 4.10 แสดงคะแนนการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ข้อที่ 2.3 ความคิดริเริ่มของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนความคิดริเริ่มสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง หน้า 213)



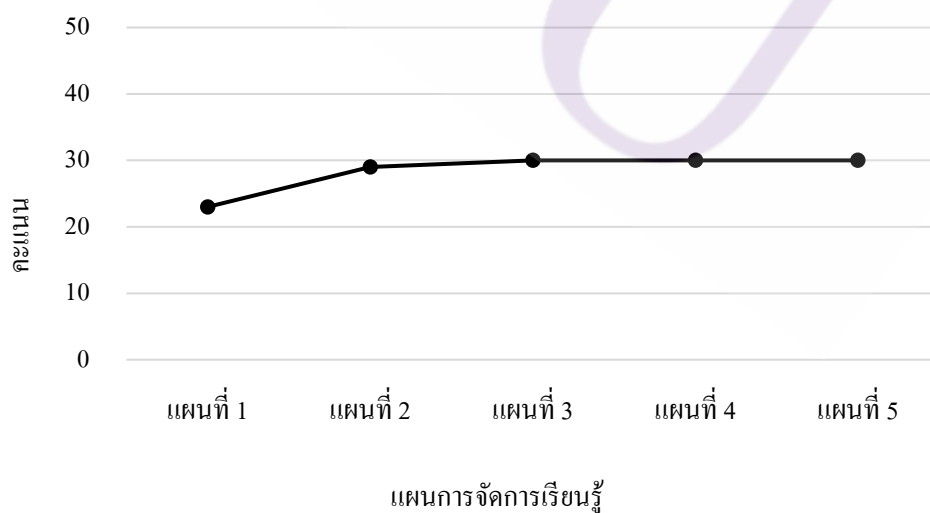
ภาพที่ 4.11 ข้อที่ 2.4 ความคิดละเอียดลออของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.11 แสดงคะแนนการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ข้อที่ 2.4 ความคิดละเอียดลออของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนความคิดละเอียดลออสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง , น.213)



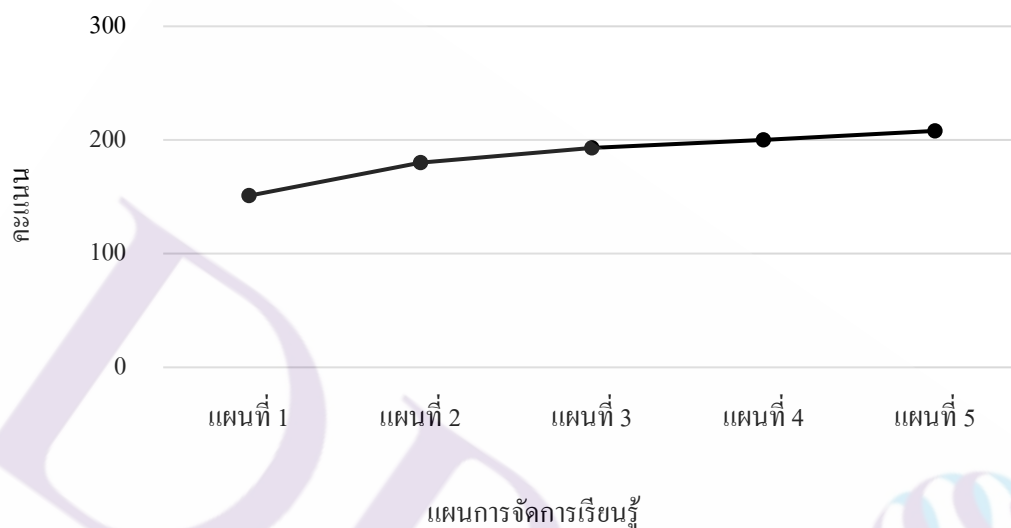
ภาพที่ 4.12 ข้อที่ 3 ความสำเร็จของงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.12 แสดงคะแนนการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ข้อที่ 3 ความคิดริเริ่มของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนความสำเร็จของงานสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น. 212)



ภาพที่ 4.13 ข้อที่ 4 ประสิทธิภาพของงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.13 แสดงคะแนนการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ข้อที่ 4 ประสิทธิภาพของงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนประสิทธิภาพของงานสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น. 212)



**ภาพที่ 4.14** แสดงคะแนนรวมของการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากภาพที่ 4.14 แสดงคะแนนรวมของการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละแผนจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงานสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง , น.212)

2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารและความร่วมมือของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

ผู้วิจัยวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ ด้วยแบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 14 ข้อ โดยกำหนดประเด็นในการวัด 6 หัวข้อ ดังต่อไปนี้ คือ 1) การกำหนดภารกิจและเป้าหมาย 2) การมอบหมายงานตามบทบาทหน้าที่ 3) การกระจายความเป็นผู้นำ 4) การรับฟังซึ่งกันและกัน 5) การมีส่วนร่วม และ 6) การสื่อสารที่เปิดเผย โดยทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.3 โดยใช้ค่าที (t – test for Dependent Sample) แสดงผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการสื่อสารและความร่วมมือก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	$\Sigma D$	$\Sigma D^2$	df	t	p
ก่อนเรียน	32	70	42.13	9.38	652	14080	31	22.75*	.00
หลังเรียน	32	70	62.50	5.86					

\*p < .01

จากตารางที่ 4.4 พบว่า หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ นักเรียนมีคะแนนทักษะการสื่อสารและความร่วมมือหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

### ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ สะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

ผู้วิจัยวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 20 ข้อ โดยทำการทดสอบหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 โดยใช้ค่าที (One Sample t – test) แสดงผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ โดยเทียบกับเกณฑ์

องค์ประกอบของความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในแต่ละด้าน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความเห็น	คะแนน เกณฑ์	t	p
1. ด้านกิจกรรม	3.90	0.62	มาก	3.50	3.67*	.00
2. ด้านการประเมินผล	3.77	0.54	มาก	3.50	2.86*	.00
3. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	3.87	0.67	มาก	3.50	3.12*	.00
รวม	3.87	0.58	มาก	3.50	3.58*	.00

\*p < .01

จากตารางที่ 4.5 พบว่า หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## บทที่ 5

### สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงานก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ พิจารณา 3 ด้าน คือ
  - 2.1 ด้านทักษะการแก้ปัญหา
  - 2.2 ด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน
  - 2.3 ด้านทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

#### สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ มีความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ มีทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยพิจารณา 3 ด้านคือ
  - 2.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ มีทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
  - 2.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ มีทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้าน พยากรณ์ มีทักษะการสื่อสารและความร่วมมือหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้าน พยากรณ์ มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้าน พยากรณ์ อยู่ในระดับมาก

### วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนการ เตะท่าทราย สังกัดสำนักงานเขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2560 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 32 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้าน พยากรณ์, แบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา, แบบประเมิน พัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ แบบประเมินการออกแบบและ สร้างสรรค์ชิ้นงาน แบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ และแบบสอบถามความพึงพอใจที่ มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้าน พยากรณ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียน 2 ชั่วโมงกับกลุ่มตัวอย่างก่อน จัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบวัด ทักษะความคิดสร้างสรรค์และแบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ จากนั้นดำเนินการจัดการ เรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้าน พยากรณ์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วย ตนเอง ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 5 สัปดาห์ รวม 15 ชั่วโมง หลังจากเสร็จสิ้นแผนการ จัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน ผู้วิจัยประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยแบบประเมิน พัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาและประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียน ด้วยแบบประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน และทำการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบ วัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบวัดทักษะความคิด สร้างสรรค์และแบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ และแบบสอบถามความพึงพอใจ มา คำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดสอบสมมติฐานด้วยการทดสอบค่าทีแบบ ไม่อิสระต่อกันและการเปรียบเทียบกับเกณฑ์



## 5.1 สรุปผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปรากฏผลดังนี้

5.1.1 ความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.1.2 ทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยพิจารณา 3 ด้านคือ

5.1.2.1 ทักษะการแก้ปัญหาหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.1.2.2 ทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.1.2.3 ทักษะการสื่อสารและความร่วมมือหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.1.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ อยู่ในระดับมาก และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถอภิปรายได้ดังนี้

5.2.1 ความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้จากการลงมือปฏิบัติ นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ไปออกแบบเป็นชิ้นงานหรือนวัตกรรมที่สามารถใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้จากแต่ละวิชา ทำให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์และเข้าใจกระบวนการของแต่ละวิชามากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาความคิดขั้นสูง, ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียน และยัง

ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับเลนซ์ (2009) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการส่งเสริมนักเรียนให้มีความเข้าใจในเหตุและผล และตระหนักกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ได้ และสอดคล้องกับสภาพพฤกษศาสตร์ (2555) ที่กล่าวถึงการส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมว่า จะต้องให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ผ่านการลงมือทำกิจกรรม จนเกิดความเข้าใจ นำไปประยุกต์ใช้ สามารถวิเคราะห์และประเมินค่าได้สอดคล้องกับงานวิจัยของอาทิตยา พูนเรือง (2558, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์เรื่อง เคมิที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของจารีพร ผลมุล (2557, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ มีทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยพิจารณา 3 ด้านคือ

5.2.2.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ มีทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2.1 ที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมโดยที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังเป็นการเน้นให้นักเรียนนำความรู้จากวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์มาใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา นักเรียนจะต้องใช้ทักษะการแก้ปัญหา และพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการฝึกให้นักเรียนมีการแก้ปัญหอย่างต่อเนื่อง ทำให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นอีกด้วย ซึ่งรู้ได้จากแนวโน้มจากที่ผู้วิจัยประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหสูงขึ้นตามลำดับ สอดคล้องกับโอเนล (2012) ที่กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาไว้ว่าเป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของแต่ละวิชาที่บูรณาการและสามารถนำไปใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์

เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง และสอดคล้องกับสูตรรัตน์ ไชยเลิศ (2553, น. 10) ได้กล่าวถึงทักษะการแก้ปัญหาไว้ว่าต้องอาศัยกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ตลอดจนประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมมาใช้ เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมาย สอดคล้องกับงานวิจัยของประดิษฐ์ ประดิษฐ์ศิลป์ชัย (2557, บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และกลุ่มควบคุมที่สอนโดยวิธีสอนแบบปกติ กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่สอนโดยวิธีสอนแบบปกติ

5.2.2.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ มีทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2.2 ที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมโดยที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ โดยเน้นให้นักเรียนนำความรู้จากวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา จนนำไปสู่การสร้างสรรค์ชิ้นงาน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา นักเรียนจะต้องใช้ทักษะความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบชิ้นงาน ตลอดจนการสร้างสรรค์ชิ้นงาน อีกทั้งยังเป็นการฝึกให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นอีกด้วย ซึ่งดูได้จากแนวโน้มจากที่ผู้วิจัยประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงานสูงขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับแลนซ์ (2009) ที่กล่าวว่าจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการส่งเสริมคุณภาพการสอน นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อกำหนดกรอบหรือขอบเขตที่จะศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานสู่การออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ เพื่อนำไปสู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง เพื่อตอบสนองความต้องการของสังคม และสอดคล้องกับพีชและชูด (1974) ได้กล่าวถึงทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการคิดการกระทำเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ส่วนผลิตผลของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เน้นถึงความริเริ่มโดยมุ่งเน้นที่การพัฒนาความคิด เพื่อให้ได้ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ที่มีความแปลกใหม่ อีกทั้งยังสอดคล้องกับอภิสิทธิ์ ชงชัยและคณะ (2556) ที่กล่าวว่าสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการความรู้ทั้ง 4 วิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยทั้ง 4 วิชามีความสำคัญเท่ากัน เพื่อให้ให้นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้เพื่อแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้างสรรค์และ

พัฒนาสิ่งต่างๆในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชวง (Quang, 2015) ที่ได้ศึกษาการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) ผ่านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคของนักเรียนในโรงเรียนของเวียดนาม พบว่า การบูรณาการสะเต็มศึกษาผ่านการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคสำหรับนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาของเวียดนาม ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเห็นประโยชน์ที่เป็นรูปธรรม และแนวทางการบูรณาการสะเต็มศึกษาผ่านการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคมีความเป็นไปได้และมีความสอดคล้องกันกับการพัฒนาความสามารถของนักเรียน อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ กัสสร ติดมา (2558, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และนักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ระหว่างเรียนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพิ่มสูงขึ้น

5.2.2.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ มีทักษะการสื่อสารและความร่วมมือหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2.3 ที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นให้ผู้เรียนนั้นได้ทำกิจกรรมร่วมกับนักเรียนคนอื่นๆ สร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดี มีการช่วยเหลือ การแสดงความคิดเห็น การปรึกษาหารือ เกิดภาวะผู้นำและผู้ตาม และการระดมความคิดร่วมกันกับเพื่อนของนักเรียน จากการทำกิจกรรมร่วมกันนั้น สามารถทำให้นักเรียนประสบผลสำเร็จบรรลุตามวัตถุประสงค์ และยังเป็นการส่งเสริมทักษะการสื่อสารและความร่วมมือของนักเรียนให้สูงขึ้น สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) ได้กล่าวไว้คือ การจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้มีข้อดีที่ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้ตลอดเวลาและต่อเนื่อง ผู้เรียนเรียนรู้กระบวนการทำงานกลุ่มและการปรับตัวในการทำงาน บทบาทของสมาชิกภายในกลุ่ม การทำงานเป็นทีม เพื่อที่จะขับเคลื่อนงานให้ประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ อีกทั้งสอดคล้องกับมัลลิกา วิชชูกรอิงครัต (2553) ที่กล่าวถึงการทำงานเป็นทีมไว้ว่า การร่วมทำกิจกรรมโดยมีวัตถุประสงค์เดียวกัน สนับสนุนช่วยเหลือ ใช้ทักษะประสบการณ์ร่วมกันอย่างเต็มความสามารถ และมีการประสานงานอย่างดี เพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ และสามารถพัฒนาองค์การให้บรรลุเป้าหมายสูงสุดของทีมได้ สอดคล้องกับสุนทร พลวงศ์ (2551) ที่ได้กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับการทำงานเป็นทีมว่าการทำงานเป็นทีมให้เกิดประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลนั้น ต้องมีการแบ่งทั้งงาน หน้าที่และความรับผิดชอบให้กับบุคลากรตามความรู้ความสามารถ รวมทั้งความถนัดของแต่ละบุคคล ผู้บริหารต้องตระหนักว่าบุคลากรมี

ความสามารถแตกต่างกัน ถนัดหรือเชี่ยวชาญคนละด้าน การประสานความร่วมมือร่วมใจ การทุ่มเทกำลังความคิดและสติปัญญาเข้ามาซึ่งความสำเร็จของงาน การทำงานเป็นทีมจึงเกิดขึ้นผู้บริหารจะต้องสร้างเงื่อนไขให้กลุ่มบุคคลภายในองค์กรตระหนักว่าพวกตนต้องปฏิบัติงานร่วมกัน ต้องพึ่งพาอาศัยประสบการณ์ ความสามารถและความยินยอมพร้อมใจของ ทุกคน และสมาชิกของกลุ่มต้องยอมรับความคิดเรื่องการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มหรือเป็นทีม จึงสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกันได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของสุพัตรา โคตะวงศ์ (2559, บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการวิจัยการส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์เมกุยแกนส์ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานเป็นทีมสูงขึ้นตามลำดับ วงรอบที่ 1 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 53.67 วงรอบที่ 2 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 63.33 และวงรอบที่ 3 มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 80.33 ผู้เรียนมีผลการประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของอโนดาษฎ์ รัชเวทย์ (2560) ที่ศึกษาการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 โดยชุดการเรียนรู้การสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องการแยกสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนมีทักษะการสื่อสารและความร่วมมือหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดี

5.2.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ อยู่ในระดับมาก และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง นักเรียนมีอิสระในการคิด การวางแผนงานและการออกแบบจนนำไปสู่การสร้างสรรค์ชิ้นงาน นักเรียนสนุกกับการทำกิจกรรม มีแรงจูงใจในการคิดทำและการเรียนรู้ต่อไป ตัวอย่างเช่น “...ชอบประดิษฐ์สิ่งของมากกว่าการนั่งเรียนทฤษฎี...” “...สนุกกับการทำกิจกรรมทำให้เรียนรู้...” “...อยากให้มีส่วนเรียนเพิ่มขึ้น...” “...อยากให้มีการฝึกปฏิบัติแบบนี้มากขึ้น...” นอกจากนี้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งเป็นการส่งเสริมทักษะในการสื่อสารและความร่วมมือได้เป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนนักเรียนคนอื่นๆ และเรียนรู้ที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ตัวอย่างเช่น “...สามารถวางแผนและทำกิจกรรมกลุ่มกับนักเรียนคนอื่นได้ดี...”จึงส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับสมยศ นาวิการ (2536, น. 155) ที่ได้กล่าวว่าความพึงพอใจเป็นสิ่งสำคัญที่กระตุ้นให้นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายหรือการปฏิบัติกิจกรรมให้บรรลุผลตามจุดประสงค์ของครู



สอนและยังสอดคล้องกับแคธูล และคณะ (1964, p. 95) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ในสิ่งที่นักเรียนสนใจส่งผลให้เกิดความพึงพอใจ ซึ่งเป็นผลที่เกิดขึ้นหลังจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ อาจแสดงในรูปของความสนุกสนาน และความยินดี โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของจารีพร ผลมูล (2557, บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ระดับดี (เฉลี่ย 3.51) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณชนะ ปัดชา (2558, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ พบว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้สำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 จากผลการวิจัย พบว่าความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียน สูงกว่าก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการเรียนรู้ที่ดีขึ้น และยังรวมถึงทักษะการเรียนรู้ และการสร้างสรรค์ชิ้นงานที่มีแนวโน้มสูงขึ้นตามลำดับ ดังนั้นผู้บริหารและครูผู้สอนควรให้การ สนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาในชั้นเรียนให้เพิ่มมากขึ้นและอย่าง สม่าเสมอ

5.3.1.2 การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณา การของ 4 กลุ่มสาระวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์และกระบวนการออกแบบ ทางวิศวกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ทำความเข้าใจกับปัญหา ค้นหา แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา วางแผนและดำเนินการ มีการประเมินผล และนำเสนอผลลัพธ์จากการ แก้ปัญหา ดังนั้นครูอาจเป็นเพียงผู้ให้คำชี้แนะมากกว่าผู้ที่สอนให้นักเรียนปฏิบัติ

5.3.1.3 ครูผู้สอนควรจัดสภาพแวดล้อมให้มีความเอื้ออำนวยกับนักเรียนในการทำ กิจกรรม

5.3.1.4 ครูผู้สอนควรดูแลนักเรียนในการทำกิจกรรมอย่างใกล้ชิดและทั่วถึงทั้งชั้นเรียน รวมถึงให้คำแนะนำกับนักเรียนที่มีข้อซักถาม สงสัยหรือมีปัญหาในการทำกิจกรรม

5.3.1.5 เมื่อจบแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ควรให้นักเรียนมีการเปลี่ยนกลุ่ม เพื่อให้ นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนคนอื่นๆ ภายในห้อง นักเรียนได้ฝึกภาวะความเป็นผู้นำ อีกทั้งยัง เป็นการสร้างความสัมพันธ์และส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นทีมได้ดียิ่งขึ้น

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรนำการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาไปทดลองนักเรียนใน ระดับชั้นอื่นๆ และประยุกต์ใช้กับกลุ่มสาระวิชาอื่นๆ

5.3.2.2 ควรมีการศึกษากิจการการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับการพัฒนา ทักษะในด้านอื่นๆที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

5.3.2.3 ควรมีการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการ จัดการเรียนรู้ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง





## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

- กมลฉัตร กล่อมอ้อม. (2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สืบค้น 10 ธันวาคม 2560, จาก [https://www.tci-thaijo.org/index.php/edujournal\\_nu/article/view/17543/15674](https://www.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/17543/15674)
- กมลฉัตร กล่อมอ้อม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. เพชรบูรณ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- กรมวิชาการ. (2544). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2545). ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: ชักเชสมิเดีย.
- จริยา เชิญชัยภูมิ. (2558). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบซัดแองและการสะท้อนความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จัททอง เป้าจรรยา. (2527). กระบวนการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสระบุรี (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จารีพร ผลมุล. (2557). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 : กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จรัส อินทลาภาพร. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จิราณี เมืองจันทร์. (2557). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD แบบผสมผสานเรื่องคำสั่ง ควบคุมการทำงานของโปรแกรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- จิราวรรณ สอนสวัสดิ์. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จุไรรัตน์ สุริยงค์. (2551). ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชนกนันท์ พะสุโร. (2558). ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบ่อหิน จังหวัดยะลา (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชวาล แพรัตกุล. (2546). เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์. (2546). ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชลธิชา ศรีหงษา. (2559). การประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาในชั้นเรียนฟิสิกส์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ณัชชากาญญ์ วิรัตน์ชัยวรรณ. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน. สืบค้น 22 กุมภาพันธ์ 2561, จาก <http://www.learners.in.th/blogs/posts/386486>.
- ทวีป แซ่ฉิน. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Constructionism เพื่อพัฒนาทักษะการเขียน โปรแกรมด้วยโปรแกรม App Inventor สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ทิตนา แยมมณี. (2543). การคิดและการสอนคิด. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แยมมณี. (2544). 14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แยมมณี. (2545). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน. (2556). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ ระดับอุดมศึกษา โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (ปริญญาโทบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ชันวา วิริยะประสิทธิ์. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ชั่ง ตวง วัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). ลพบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- นฤนาถ จันทกล้า. (2555). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เรื่อง คอนกรีตสำหรับนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาที่เรียน โดยใช้ การเรียนแบบร่วมมือ. พระนครศรีอยุธยา: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- นงนุช เอกตระกูล. (2558). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. สืบค้น 22 กุมภาพันธ์ 2561, จาก [http://swis.act.ac.th/html\\_edu/act/temp\\_emp\\_research/2605.pdf](http://swis.act.ac.th/html_edu/act/temp_emp_research/2605.pdf)
- นงลักษณ์ ต้นอ้อม. (2554). การใช้หนังสือส่งเสริมการอ่านชุดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดกระท่อมเสื่อปลา สำนักงานเขตประเวศ. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- นพรัตน์ เตชะวณิช. (2544). ความพึงพอใจของพนักงานธนาคารกสิกรไทยที่มีต่อวารสารกิจการสัมพันธ์ (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นวลอนงค์ หาญนาดี. (2549). ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นารีรัตน์ เรื่องจันทร์. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดย ชุดกิจกรรมการเผชิญสถานการณ์ (สารนิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- น้ำเพชร สีนทอง. (2541). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความวิตกกังวล ระหว่างการอบรมเลี้ยงดูแบบเข้มงวดกวดขันและมีเหตุผลและแบบปล่อยปละละเลยของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยนนทบุรี (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

- นิตยา ภูผาบาง. (2559). การใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลัง เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ใน การประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2547). ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จามจุรีโปรดักท์.
- บุตรี จารุโรจน์. (2549). ภาวะผู้นำและการทำงานเป็นทีม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. (2551). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.
- ประดิษฐ์ ประสิทธิ์ศิลป์ชัย. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนลำปางวิทยาคม. สืบค้น 10 ธันวาคม 2560, จาก <http://www.lampao.ac.th/Downloads/published/บทคัดย่อสะเต็มลงเว็บไซต์%20อ.ประดิษฐ์.pdf>
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). การพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.
- ปรีธดา เลิศศรีมงคล. (2554). ผลของโปรแกรมฝึกการกำกับอารมณ์ที่มีทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปริญญช มาณจำ. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษาต่อการคิดไตร่ตรอง. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปารมี สัมฤทธิ์สุทธิ. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปาริชาติ ประเสริฐสังข์. (2555). การพัฒนาความรับผิดชอบต่อสังคมของนักศึกษาวิชาชีพครูโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน โดยบริการสังคม (ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- เพชรวิ ทักษิณ. (2523). การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบฝึกอย่างสร้างสรรค์ที่นักเรียนเขียนได้อย่างอิสระกับแบบฝึกที่ครูกำหนด เนื้อเรื่องให้ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). *STEM Education* กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พลศักดิ์ แสงพรหมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์.
- ภัสสร ดิธมา. (2558). การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง *STEM Education* เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- มนตรี จุฬวัฒน์ทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม. นิตยสาร สสวท.
- มัลลิกา วิชชุกรองครัด. (2553). การศึกษาการทำงานเป็นทีมของพนักงานครูเทศบาล สังกัดเทศบาล ชลบุรี (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- มัสยา แสนสม. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (สารนิพนธ์ปริญญาโท). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มานะ อินทรสว่าง. ( 2556 ). รายงานการใช้นวัตกรรมชุดทดลองสำหรับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้ากระแสตรง. สืบค้น 22 ตุลาคม 2560, จาก [http://swis.act.ac.th/html\\_edu/act/temp\\_emp\\_research/2605.pdf](http://swis.act.ac.th/html_edu/act/temp_emp_research/2605.pdf).
- เยาวเรศ ปราเมต. (2550). ผลการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านเครือข่าย เรื่องพลังงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอนุบาลกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.



- รักษพล ชนานูวงศ์. (2556). รายงานสรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ *STEM Education*. สืบค้น 22 ตุลาคม 2560, จาก <http://www.slideshare.net/focusphysics/stemworkshopsummary>.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ 2542. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2536). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- ลักขณา สริวัฒน์. (2557). จิตวิทยาสำหรับครู. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮ้าส์.
- ลักขณา สริวัฒน์. (2538). เทคนิควิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณชนะ ปัดชา. (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบสสวท. เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน วัดห้วยจรเข้มหาวิทยาลัย (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วรรณภา ชื่นนอก. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- วรรณภา โพธิ์สอาด. (2542). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์ญาณกับ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จังหวัดปทุมธานี (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- วาริ ธีระจิต. (2534). การพัฒนาการสอนสังคมศึกษาระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- วารุณี หนองห้าง. (2553). ทักษะการคิดพื้นฐานวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนอง ห้างพิทยา จังหวัดกาฬสินธุ์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนเพื่อให้เกิดมโนคติของบรูเนอร์ (การศึกษาค้นคว้าอิสระ). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิภาดา บรรทมพร. (2553). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานที่มีต่อการพัฒนานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วุทธิศักดิ์ โภชนุกุล. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน. สืบค้น 22 กุมภาพันธ์ 2561, จาก <http://www.pochanukul.com/?p=156>.



- ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ. (2557). *คู่มือเครือข่ายส่งเสริมศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงศึกษาธิการ.
- ศูนย์ประกันคุณภาพการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ม.ป.ป. *การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2560, จาก [http://www.qa.kmitnb.ac.th/qa\\_edu.php](http://www.qa.kmitnb.ac.th/qa_edu.php).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2542). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2545). *คู่มือการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2552). *คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2553). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2556). *หลักสูตรอบรมศึกษานิเทศก์*. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2557). *หลักสูตรอบรมศึกษานิเทศก์*. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2558). *หลักสูตรอบรมศึกษานิเทศก์*. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2560). *หลักสูตรอบรมศึกษานิเทศก์*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาพร พงษ์พิบูล. (2555). *คุณภาพผู้เรียนเกิดจากกระบวนการเรียนรู้. วารสารการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา*.
- สุขุมพร ศรีมุงคุณ. *ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้*. สืบค้นเมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2561. จาก <https://www.gotoknow.org/posts/341272>.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2551). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กอสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.
- สมยศ นาวิการ. (2536). *การบริหาร*. กรุงเทพฯ : ดอกหญ้า.

- สมศักดิ์ วิภาดาวรรณ. (2544). *การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการประเมินตามสภาพจริง* (พิมพ์ครั้งที่ 4). เชียงใหม่ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด เชียงใหม่โรงพิมพ์แสงศิลป์.
- สัมมนา สีหมุย. (2553). *การศึกษาประสิทธิภาพของการทำงานเป็นทีมของบุคลากร องค์การบริหารส่วนตำบลในเขตอำเภอ โนนไทย จังหวัดนครราชสีมา* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). นครราชสีมา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). *มาตรฐานการศึกษาเพื่อการประเมินคุณภาพภายนอก ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2529). *ความรู้ด้านหลักสูตรการเรียนการสอนและทักษะการใช้หลักสูตร*. กรุงเทพฯ: กรมสามัญศึกษา.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2549). *เอกสารแนวทางการดำเนินการปฏิรูปการเรียนการสอนตามเจตนารมณ์กระทรวงศึกษาธิการ “2549 ปีแห่งการปฏิรูปการเรียนการสอน” แนวทางการบริหารหลักสูตรและการเรียนการสอน ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). *สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)*. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สุกัญญา ชูดิธรรมนันท์. (2539). *กระบวนการคิดแก้ปัญหาในอนาคตตามแนวคิดของทอเรนซ์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา*. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์.
- สุดารัตน์ ไชยเลิศ. (2553). *การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุนทร พลวงค์. (2551). *การพัฒนาการทำงานเป็นทีมของบุคลากรในสังกัดกองการศึกษา เทศบาลตำบลท่าสะอาด อำเภอเซกา จังหวัดหนองคาย* (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- สุนันทา เลานันท์ . (2551). *การสร้างทีมงาน* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: แชนด์เมคสติกเกอร์แอนด์ดีไซน์.

- สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2558). การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. นิตยสาร สสวท.
- สุภาวดี แก้วงาม. (2549). ความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัย เชียงใหม่.
- สุพัตรา โคตะวงศ์. (2559). การส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมชนแพศึกษา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สุมาลี จันทร์ชลอ. (2547). การวัดและประเมินผล. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อส่งเสริม กรุงเทพมหานคร.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2557). การออกแบบการสอน:หลักการทฤษฎีสู่การปฏิบัติ. ขอนแก่น: โรงพิมพ์แอนนาออฟเซต.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ: ดวงกมลสมัย.
- เหมือนฝัน ศรีศึกษา. (2551). ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีรูปแบบการเรียนรู้ต่างกัน (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อนุชา โสมาบุตร. (2556). แนวคิดการจัดการเรียนรู้สำหรับครูในศตวรรษที่ 21. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2560 จาก <https://teacherweekly.wordpress.com>.
- อนิชา รัชเวทย์. (2560). การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 โดยชุดการเรียนรู้การสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องการแยกสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น.
- อภิสิทธิ์ ชงชัย. (2556). เทคโนโลยีและวิศวกรรมคืออะไรในสะเต็มศึกษา. นิตยสาร สสวท.
- อังคณา ลังกางศ์. (2552). ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยเสริมเกมวิทยาศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อาทิตยา พูนเรือง. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อารี พันธุ์ณี. (2537). ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ 1412.

- อารี พันธุ์ณี. (2546). *จิตวิทยาสร้างสรรค์การเรียนรู้การสอน*. กรุงเทพมหานคร : ไชยโหมเอ็ดดูเคท.
- อารี พันธุ์ณี. (2547). *ฝึกให้คิดเป็น คิดให้สร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ : ไชยโหม.
- อุษณีย์ โพธิ์สุข. (2544). *การปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด*. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

### ภาษาต่างประเทศ

- Anderson, R.D., et al. (1970). *Developing children's thinking through science*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Bloom, Benjamin S. (1956). *Taxonomy of Education Objective Handbook I : Cognitive*. New York: David Mackey Company, Inc.
- Boone, L. (1965). *Scientific Problem Solve and Water Watching*. Science Education.
- Breiner, J. M., Carla, C. J., Harkness, S. S. & Koehler, C.M. (2012). *What is STEM? A discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships*. *School Science and Mathematics*.
- Burrows, A., Breiner, J., Keiner, J., & Behm, C. (2014). *Biodiesel and integrated STEM: Vertical alignment of high School biology/biochemistry and chemistry*. *Journal of Chemical Education*.
- Bybee, Rodger W. (2013). *The case for STEM Education: Challengers and Opportunities*. Arlington : National Science Teachers Association.
- Capraro , R. M., Capraro ,M. M., & Morgan , J.R. (2013). *STEM project-based learning : An integrated science , technology , engineering , and mathematics(STEM) approach*. Rotterdam , The Netherlands : Sense.
- Claymier, Bob. (2014). *Integrating STEM into the Elementary Curriculum, (Message from the Children's Council President)*.
- Clemm, D. (2012.). *Maryland State Department of Education : Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) education*. Retrieved from [www.Marylandpublicschools.org/MSDE/programs/stem](http://www.Marylandpublicschools.org/MSDE/programs/stem).
- D'Elia, G. P.M. (1979). *The Determinants of Job Satisfaction among Beginning Librarians*. *Library Quarterly*.
- Dewey, J. (1976). *Moral Principle in Education*. Boston : Houghton Mifflin Co.

- Diana, L. R. (2012). *Integrated STEM Education through Project-Based Learning*. Retrieved on October 25, 2017 from <http://www.rondout.k12.ny.us/-commonpages/DisplayFile.aspx?itemId=16466975>.
- Dillivan, K. D., & Dillivan, M. N. (2014). *Student interest in STEM disciplines: Results from a summer day camp*. Journal of Extension.
- Freud, S. (1938). *The Interpretation of Dreams*. " *The Basic Writing of Sigmund Freud*. New York: The Modern Library.
- Gagne, R.M. (1970). *The Conditions of Learning*. 2nd ed. New York : Holt Rinehartand Winston.
- Gagne, R. M. and Driscoll, M. P. (1988) . *Essentials of Learning for Instruction*. 2d ed. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice – Hall.
- Good, Carter V. (1973) . Dictionary of Education. Edited DY Carter V. Good. New York : McGraw – Hill Book Company.
- Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. McGraw-Hill, Book Company.
- Guilford and Hoepfner, R. (1971). *The Analysis of Intelligence*. New York : McGraw-Hill Book Company.
- Kendler, Howard H. (1974). *Basic Psychology*. California : W.A. Benjamin, Inc.
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2001). *Principles of marketing*. (9th ed.). New Jersey: Prentice-Hall.
- Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., & Masia, B. B. (1964). *Taxonomy of Educational Objectives Book II: Affective Domain*. New York : Longman.
- Lantz, H. B. (2009). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education What Form? What Function?*. Retrieved on October 22, 2017 from <http://www.currtechintegrations.com/pdf/STEMEducationArticle.pdf>.
- Mishra, P. & Kereliik, K. (2015). *What 21st Century Learning? A Review and a Synthesis 2012*. Retrieved October 22, 2017 from <http://www.punya.Edu.msu.edu/publications/21stCenturyKnowledge-PM-KK.pdf>.

- National Research Council, NRC. (2012). *A framework for k-12 science education: practices, crosscutting concept, and core ideas*. Committee on New Science Education Standards, Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Science and Education. Washington, DC: National Academy Press. Retrieved from <http://www.nap.edu/catalog/21740/identifying-and-supporting-productive-stemprograms-in-out-of-school-settings>.
- National STEM Education Center. (2014). *STEM Education and design Engineer*. Retrieved October 22, 2017, from <http://www.stemedthailand.org> (in Thai).
- O'Neil, T. L., Yamagata, J. Y. & Togioka, S. (2012). *Teaching STEM Means Teacher Learning*. Phi Delta Kappan.
- Osborn, A.F. (1957). *Applied Imagination*. New York.: Scribner.
- Parker. G.M. (1990). *Team players and team work : The new competitive business strategy*. San Francisco, Calif : Jossey – Bass.
- Partnership for 21st Century Skills. (2009). *Framework for 21st Century Learning*. P21 Retrieved October 25, 2017, from [http://www.21stcenturyskills.org/document/framework\\_flyer\\_updated\\_april\\_2009.pdf](http://www.21stcenturyskills.org/document/framework_flyer_updated_april_2009.pdf).
- Piaget, J. (1962). *The Origins of Intelligence in Children*. New York: W.W. Norton.
- Piltz Albert; & Robert Sund. (1974) . *Creative Teaching of Science in the Elementary School*. Englewood Cliff N.J.: Prentice Hall.
- Polya, George. 1957. *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method* New York: Doubleday and Company Garden City.
- Quang, L. T., Hoang, L. H., Chaun, V. D., Nam, N. H., Anh, N. T., & Nhung, V. T. (2015). *Integrated Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) education through active experience of designing technical toys in vietnamese schools*. doi:10.9734/BJESBS/2015/19429.
- Romay, William D. (1970). *Inquiry technique for teaching Science*. New Jercy: Prentice–Hall, Inc., Englewood Cliffs.
- Sahin, A., Ayar, M., & Adiguzel, T. (2014). *STEM related after-school program activities and associated outcomes on student learning*. Educational Sciences: Theory & Practice.



- Smith, H.C. And J.H. Wakeley. (1972). *Psychology of Industrial Behavior*. Tokyo : McCraw-Hill.
- Torrance, E.P. (1962). *Guiding Creative Talent*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Torrance, E.P. (1969). *Guiding Creative Talent*. New Delhi: Prentice-Hall of India.
- Torrance, E.P. (1972). *Creative Learning and Teaching*. New York: Mead.
- Torrance, E.P. (1973). *Encouraging Creativity in the Classroom*. Iowa : WMC. Brown.
- Tseng, K. , Chang, C. , Lou, S. & Chen, W. (2011) . *Attitudes toward science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment*. International Journal of Science and Mathematics Education.
- Tyler, Ralph W. (1950). *Basic Principles of curriculum and Instruction*. Chicago: The University of Chicago press.
- Taylor, F.W. (1964). *Scientific Management*. New York: Harper and Row.
- Vasquez, J. A., Snelder, C. and Comer, M. (2013). *STEM Lesson Essentials: Grades 3-8*.
- Wallach, M. A. and Kogen, N. (1965). *Modes of Thinking in Young Children*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Weir, John Joseph. (1974). *Problem Solving is Everybody's Problem*. *Science Teacher*. (4): 16-18.
- Wolman, B. B. (1973). *Dictionary of Behavioral Science*. London: Litton Educational.







ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

### 1. ผศ. ดร. บุญล้อม ต้วงวิเศษ

วุฒิการศึกษา

ครุศาสตรบัณฑิต การศึกษาพิเศษ

การศึกษามหาบัณฑิต การศึกษาพิเศษ

การศึกษาคุศฎบัณฑิต หลักสูตรและการสอน

สถาบันการศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ตำแหน่งวิชาการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

สถานที่ทำงาน

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

### 2. ดร. สุนิษา สาลีพวง

วุฒิการศึกษา

กศ.บ. วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

กศ.ม. การบริหารการศึกษา

กศ.ด. การทดสอบและวัดผลการศึกษา

สถาบันการศึกษา

มหาวิทยาลัยบูรพา

มหาวิทยาลัยบูรพา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ตำแหน่งวิชาการ

รองผู้อำนวยการโรงเรียน

สถานที่ทำงาน

โรงเรียนเขาคกรรจวิทยาคม ตำบลเขาคกรรจ

อำเภอเขาคกรรจ จังหวัดสระแก้ว

### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ(ต่อ)

#### 3. ผศ. ดร. ชีรพงษ์ แสงประดิษฐ์

วุฒิการศึกษา

วท.บ. ฟิสิกส์

ปร.ด. วิทยาศาสตร์ศึกษา

สถาบันการศึกษา

มหาวิทยาลัยมหิดล

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตำแหน่งวิชาการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

สถานที่ทำงาน

ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

#### 4. ดร. ชานีวิทย์ กิตติพิพงค์

วุฒิการศึกษา

วท.บ. เคมี

กศ.ด. วิทยาศาสตร์ศึกษา (English Program)

สถาบันการศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ตำแหน่งวิชาการ

ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา

สถานที่ทำงาน

โรงเรียนวิเชียรกลิ่นสุคนธ์อุปถัมภ์

### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ(ต่อ)

#### 5. ดร. สกาวรัตน์ จรุงนันทกาล

วุฒิการศึกษา

กศ.บ. วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์

ศษ.บ. วัฒนประเมินผลระดับมัธยมศึกษา

วท.ม. สถิติประยุกต์

กศ.ด. การทดสอบและวัดผลการศึกษา

สถาบันการศึกษา

มหาวิทยาลัยบูรพา

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ตำแหน่งวิชาการ

อาจารย์

สถานที่ทำงาน

โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี

## รายการเครื่องมือที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

### 1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

- ดร. สกาวรัตน์ จรุงนนท์ทกาล
- ผศ. ดร. บุญล้อม ค้วงวิเศษ
- ดร. ธานีวิทย์ กิตฺธิติพงศ์

### 2. แบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์

- ผศ. ดร. ชีรพงษ์ แสงประดิษฐ์
- ดร. สกาวรัตน์ จรุงนนท์ทกาล
- ดร. ธานีวิทย์ กิตฺธิติพงศ์

### 3. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

- ผศ. ดร. บุญล้อม ค้วงวิเศษ
- ดร. สุนิษา สาลีพวง
- ผศ. ดร. ชีรพงษ์ แสงประดิษฐ์

### 4. แบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา

- ผศ. ดร. บุญล้อม ค้วงวิเศษ
- ดร. สุนิษา สาลีพวง
- ผศ. ดร. ชีรพงษ์ แสงประดิษฐ์

### 5. แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์

- ผศ. ดร. บุญล้อม ค้วงวิเศษ
- ดร. สกาวรัตน์ จรุงนนท์ทกาล
- ดร. ธานีวิทย์ กิตฺธิติพงศ์

### 6. แบบประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

- ผศ. ดร. บุญล้อม ค้วงวิเศษ
- ดร. สกาวรัตน์ จรุงนนท์ทกาล
- ดร. ธานีวิทย์ กิตฺธิติพงศ์

### 7. แบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ

- ผศ. ดร. บุญล้อม ค้วงวิเศษ
- ดร. สุนิษา สาลีพวง
- ดร. ธานีวิทย์ กิตฺธิติพงษ์

### 8. แบบสอบถามความพึงพอใจ

- ผศ. ดร. บุญล้อม ค้วงวิเศษ
- ดร. สุนิษา สาลีพวง
- ผศ. ดร. ชีรพงษ์ แสงประดิษฐ์





ภาคผนวก ข  
ตัวอย่างเครื่องมือ

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา
2. ตัวอย่างแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์
3. ตัวอย่างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา
4. ตัวอย่างแบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา
5. ตัวอย่างแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์
6. ตัวอย่างแบบประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน
7. ตัวอย่างแบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ
8. ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจ



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

วิชาวิทยาศาสตร์ 2 (ว21102)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยที่ 6 บรรยากาศ

เรื่อง อุณหภูมิของอากาศ

เวลาการสอน 3 ชั่วโมง

### มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

- วิทยาศาสตร์

#### สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 6.1 ม.1/2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศที่มีผลต่อปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ

- การงานอาชีพและเทคโนโลยี

#### สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่าและใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงานและอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด ง 3.1 ม.1/3 ประมวลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศ

- คณิตศาสตร์

#### สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆและมีความคิดสร้างสรรค์

#### ตัวชี้วัด

ค 6.1 ม.1-3/1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

ค 6.1 ม.1-3/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม.1-3/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

**ค.6.1 ม.1-3/4** ใช้ภาษาละสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

**ค.6.1 ม.1-3/5** เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์อื่น ๆ

#### การบูรณาการความรู้วิศวกรรมศาสตร์

##### ● วิศวกรรมศาสตร์

การบูรณาการความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์สำหรับระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จะเกี่ยวกับการออกแบบ (Design) วางแผน (Planning) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ผลงาน ภายใต้ข้อจำกัดและเงื่อนไข (Constraints and Criteria) ที่กำหนด

#### 1. ตารางการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
- การวัดอุณหภูมิเป็นการวัดระดับความร้อนของสาร สามารถวัดด้วยเทอร์มอมิเตอร์ - เมื่อวัตถุสองสิ่งอยู่ในสมดุล ความร้อนวัตถุทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากัน - การขยายตัวของวัตถุ เป็นผลจากความร้อนที่วัตถุได้รับเพิ่มขึ้น - การนำความรู้เรื่องการขยายตัวของวัตถุเมื่อได้รับความร้อนไปใช้ประโยชน์ - การพยากรณ์อากาศอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิของอากาศ นำมาแปลความหมายเพื่อใช้ในการทำนายสภาพอากาศ	- การกำหนดมาตราส่วน และเปรียบเทียบอัตราส่วน - การบันทึกข้อมูลและการเปรียบเทียบข้อมูล - การเขียนกราฟและแปลความหมายจากกราฟ	- การเลือกใช้วัสดุให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานและควรพิจารณาปัจจัยในด้านต่างๆ เช่น รูปร่าง ขนาด สี - การสร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามกระบวนการเทคโนโลยี ควรมีการฝึกความคิดสร้างสรรค์ - การจัดการสารสนเทศ ประกอบด้วย การเตรียมข้อมูล การประมวลผลข้อมูล การเก็บข้อมูล การแสดงผล

## 2. กรอบแนวคิด



## 3. สารสำคัญ

อุณหภูมิของอากาศ คือ ค่าที่ใช้บอกถึงระดับความร้อนหรือเย็นของอากาศ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัด

อุณหภูมิของอากาศ เปลี่ยนแปลงตามผลของพลังงานแสงและพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบโลก มีการเปลี่ยนแปลงตามระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ละติจูดของพื้นที่ต่างๆ ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์และปริมาณเมฆที่ปกคลุมท้องฟ้า

## 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

- 4.1 บอกความหมายของอุณหภูมิของอากาศได้
- 4.2 บอกปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิของอากาศได้
- 4.3 บอกเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิของอากาศได้
- 4.4 อธิบายหลักการทำงานของเทอร์โมมิเตอร์ได้
- 4.5 เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเทอร์โมมิเตอร์อย่างเหมาะสมได้
- 4.6 ระดมความคิดเพื่อหาทางแก้ไขปัญหาได้

- 4.7 นำเสนอแนวทางของการแก้ปัญหาได้
- 4.8 ออกแบบเทอร์มอมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิของอากาศได้
- 4.9 สร้างเทอร์มอมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิของอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 4.10 ใช้เทอร์มอมิเตอร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นวัดอุณหภูมิของอากาศได้
- 4.11 ทำงานร่วมกันเป็นทีมได้
- 4.12 สื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับสมาชิกในทีม

## 5. วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวนต่อ กลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวนต่อ กลุ่ม
1.	ขวดน้ำพลาสติก	1 ขวด	7.	แอลกอฮอล์	0.5 ลิตร
2.	สีผสมอาหาร	1 ซอง	8.	หลอดหยด	1 หลอด
3.	ไม้บรรทัด	1 อัน	9.	ดินน้ำมัน	1 ก้อน
4.	น้ำเปล่า	0.5 ลิตร	10.	จุกยาง	1 อัน
5.	หลอดคาแฟ	1 หลอด	11.	ขวดแก้วปากกว้าง	1 ขวด
6.	สายยางแบบใส	1 เส้น	12.	ขวดแก้วปากแคบ	1 ขวด

## 6. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

### 6.1 ชั้นระบุปัญหา (20 นาที)

1) ครุณาเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนรู้จักและเห็นความสำคัญของเทอร์มอมิเตอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิของอากาศ โดยครุณาเสนอสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับตัวอย่าง

“อุณหภูมิของอากาศในแต่ละช่วงของปีมีความแตกต่างกัน ยกตัวอย่างในเดือนธันวาคม อากาศจะค่อยๆเย็นลง เมื่อเปรียบเทียบกับเดือนอื่นๆ ตัวอย่างที่นักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย คือเดือนเมษายน จะรู้สึกที่อากาศร้อนมาก และในเดือนธันวาคม จะรู้สึกที่อากาศเย็นลง นอกจากอุณหภูมิอากาศในแต่ละช่วงของปีแตกต่างกันแล้ว นักเรียนจะสังเกตได้ว่าในเวลา 1 วัน อุณหภูมิของอากาศก็มีความแตกต่างกันเช่นกัน นักเรียนจะเห็นว่าในเวลาตอนเช้า ตอนเที่ยง และตอนเย็น เราจะรู้สึกว่ารระดับของอุณหภูมิมีความแตกต่างกัน จากอากาศที่เย็นในตอนเช้า ก็เริ่มร้อนขึ้น และก็ค่อยๆเย็นลงในช่วงเวลาตอนเย็น นักเรียนสามารถสัมผัสได้ถึงความร้อนความเย็น แต่ไม่สามารถระบุได้ว่ามีระดับของความร้อนความเย็นนั้น มีอุณหภูมิเท่าใด จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือในการวัดระดับของอุณหภูมิ เพื่อที่จะสามารถระบุค่าอุณหภูมินั้นได้อย่างถูกต้อง”

2) ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้ประเด็นคำถามดังตัวอย่าง

- จากสถานการณ์ที่กำหนดให้มีปัญหาหรือความต้องการในเรื่องใด  
(อุณหภูมิใน 1 วันมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เราต้องการที่จะวัดระดับของอุณหภูมิให้มีความถูกต้อง โดยจะต้องใช้อุปกรณ์ที่สามารถวัดระดับของอุณหภูมิได้ คือ เทอร์มอมิเตอร์)

- ควรมีความรู้ที่เกี่ยวข้องเรื่องใดบ้าง  
(เรื่องพลังงานความร้อน หลักการทำงานของเทอร์มอมิเตอร์ การหดตัวและขยายตัวของของเหลว รวมถึงการเลือกใช้อุปกรณ์ให้มีความเหมาะสม)

3) นักเรียนออกแบบและสร้างอุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิเพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยใช้อวัสดุที่เหมาะสมและได้ประสิทธิผล

#### 6.2 ขั้นการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (30 นาที)

1) ครูผู้สอนจัดกลุ่มนักเรียน ออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน และให้แต่ละกลุ่มกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคนให้มีความชัดเจน โดยแต่ละกลุ่มจะต้องมีประธาน เลขานุการ และสมาชิก

2) นักเรียนแต่ละกลุ่ม ส่งตัวแทนมารับเอกสารแจกให้เพื่อนในกลุ่ม ได้แก่

- ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง อุณหภูมิของอากาศ
- ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง เทอร์มอมิเตอร์
- ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง ประสิทธิภาพ ความเที่ยงตรง ความแม่นยำ
- ใบบันทึกกิจกรรมเรื่อง เทอร์มอมิเตอร์ของเรา

3) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาจากใบความรู้ที่ 1, 2 และ 3 เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ถึงปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิของอากาศ, หลักการทำงานของเทอร์มอมิเตอร์ที่ใช้วัดอุณหภูมิของอากาศ และการทดสอบประสิทธิภาพ ความเที่ยงตรง ความแม่นยำของเครื่องมือที่นักเรียนสร้างขึ้น

4) ครูนำเข้าสู่กิจกรรมโดยแสดงการใช้งานเทอร์มอมิเตอร์สำเร็จรูปให้นักเรียนได้สังเกต โดยให้นักเรียนได้ทดลองใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิต่างๆ

5) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการใช้งานของเทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิและครูถามคำถาม เพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียนโดยการสุ่มเรียกแต่ละกลุ่มเพื่อตอบคำถาม

- ขณะวัดอุณหภูมิ นักเรียนสังเกตเทอร์มอมิเตอร์ จะพบว่ามีอะไรที่เปลี่ยนแปลงบ้าง  
(ของเหลวในกระเปาะของเทอร์มอมิเตอร์เกิดการเปลี่ยนแปลง โดยจะเคลื่อนขึ้น-ลงตามอุณหภูมิของสิ่งที่เราวัด เช่น น้ำร้อน น้ำเย็น)



- เทอร์มอมิเตอร์ที่นักเรียนใช้งาน มีสเกลของอุณหภูมิอย่างไร  
(เทอร์มอมิเตอร์จะมีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส มีจำนวนช่อง 100 ช่อง โดยอุณหภูมิสูงสุด คือ 100 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดคือ 0 องศาเซลเซียส)

- นักเรียนสามารถอ่านค่าอุณหภูมิได้อย่างไร  
(อ่านที่ระดับสายตา รอนจของเหลวผสมสีในกระเปาะหยดหนึ่งที่ตัวเลข อ่านค่าอุณหภูมิโดยมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส)

- นักเรียนคิดว่าของเหลวด้านในกระเปาะของเทอร์มอมิเตอร์คืออะไร แล้วทำไมถึงใช้ของเหลวชนิดนั้น

(ของเหลวด้านในกระเปาะ คือ แอลกอฮอล์ ซึ่งผสมสี ที่ใช้แอลกอฮอล์ เพราะแอลกอฮอล์ไม่เกาะติดหลอดแก้วด้านใน สามารถขยายและหดตัวได้ดี เมื่อได้รับและคายความร้อน)

6) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิของอากาศ เช่น พื้นดินและพื้นน้ำ, ระดับความสูงของพื้นที่, ละติจูด, ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ รวมถึงปริมาณเมฆปกคลุม โดยครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน โดยการสุ่มเรียกแต่ละกลุ่มเพื่อตอบคำถาม

- อุณหภูมิของอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (อุณหภูมิของอากาศเปลี่ยนแปลงตามพลังงานแสง และพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบ โลก พื้นดินและพื้นน้ำ, ระดับความสูงของพื้นที่, ละติจูด, ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ รวมถึงปริมาณเมฆปกคลุม)

7) หลังจากการตอบคำถาม ครูกำหนดเงื่อนไขในการทดสอบวัดอุณหภูมิของอากาศด้วยการใช้เทอร์มอมิเตอร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นและเทอร์มอมิเตอร์สำเร็จรูป โดยวางไว้ที่กลางสนามหน้าอาคารเรียน ทำการทดลองวัดอุณหภูมิใน 1 วัน โดยเก็บผลเป็นรายชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00 - 16.00 น. บันทึกผลของอุณหภูมิลงในใบบันทึกกิจกรรม พร้อมทั้งเขียนแผนภูมิแสดงอุณหภูมิของอากาศใน 1 วัน

### 6.3 ขั้นตอนการวางแผนและพัฒนา (80 นาที)

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบเทอร์มอมิเตอร์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิของอากาศ รวมถึงการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ พร้อมบอกเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์, แนวคิดในการสร้างชิ้นงาน และร่างลงในใบบันทึกกิจกรรม

2) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองการวัดอุณหภูมิของอากาศลงในใบบันทึกกิจกรรม

3) นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการทำงาน โดยเขียนเป็นผังขั้นตอน (Flow chart)

4) นักเรียนลงมือสร้างเทอร์มอมิเตอร์จากอุปกรณ์ที่นักเรียนเตรียมไว้ และลงมือสร้างเทอร์มอมิเตอร์ตามขั้นตอนที่นักเรียนวางแผนไว้

#### 6.4 ขั้นการทดสอบและประเมินผล (30 นาที)

1) นักเรียนทดสอบเทอร์มอมิเตอร์ที่สร้างขึ้นและเทอร์โมมิเตอร์สำเร็จรูปไปทำการทดลอง โดยนักเรียนทดลองวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์มอมิเตอร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นเปรียบเทียบกับเทอร์มอมิเตอร์สำเร็จรูป บันทึกลงในตารางบันทึกผลที่นักเรียนออกแบบ

2) ในกรณีที่เทอร์มอมิเตอร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นไม่สามารถวัดอุณหภูมิของอากาศได้ ให้วิเคราะห์สาเหตุ หาแนวทางการปรับปรุงเทอร์มอมิเตอร์ และบันทึกการปรับปรุงในแต่ละครั้ง ทดสอบการทำงานซ้ำ จนกระทั่งได้ประสิทธิผลตามต้องการ

ในขณะที่นักเรียนทำการปรับปรุงเทอร์มอมิเตอร์ ครูอาจช่วยเหลือและสนับสนุนนักเรียนให้สร้างเทอร์มอมิเตอร์จนสำเร็จ โดยครูอาจใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน เพื่อให้เกิดแนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เกิดขึ้น ปัญหาที่อาจจะพบและแนวทางปรับปรุง แสดงดังตาราง

ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่เป็นไปได้	แนวทางแก้ไข
ของเหลวสีแดงในขวดไม่เคลื่อนที่เมื่อทำการทดลอง	ปิดฝาขวดไม่สนิท ทำให้มีอากาศเข้าไปในขวด	- ปิดฝาขวดให้สนิท - เปลี่ยนวัสดุที่ใช้บรรจุของเหลวหรือวัสดุที่ใช้ปิดฝาขวด

3) นักเรียนเก็บผลการทดลองเป็นเวลา 1 วัน บันทึกลงในบันทึกกิจกรรม พร้อมทั้งเขียนแผนภูมิแสดงผลอุณหภูมิของอากาศได้จากเทอร์มอมิเตอร์ที่สร้างขึ้นและเทอร์มอมิเตอร์สำเร็จรูป

#### 6.5 ขั้นการนำเสนอผลลัพธ์ (20 นาที)

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกนำเสนอเทอร์มอมิเตอร์ที่นักเรียนสร้างขึ้น พร้อมแผนภูมิแสดงอุณหภูมิของอากาศที่ได้จากเทอร์มอมิเตอร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นกับผลอุณหภูมิของอากาศที่ได้จากเทอร์มอมิเตอร์สำเร็จรูป รวมถึงการนำเสนอวิธีการปรับปรุงจนได้เครื่องมือดังกล่าว

2) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม

3) ครูเน้นย้ำให้นักเรียนตระหนักว่าความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมเป็นการบูรณาการ 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์, คณิตศาสตร์, เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ และให้นักเรียนสรุปสาระที่ได้จากการทำกิจกรรม

### 7. สื่อการเรียนรู้

7.1 ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง อุณหภูมิของอากาศ

7.2 ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง เทอร์มอมิเตอร์

7.3 ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง ประสิทธิภาพ ความแม่นยำ ความเที่ยงตรง

7.4 ใบบันทึกกิจกรรม เรื่อง เทอร์มอมิเตอร์ของเรา

### 7.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงาน ประกอบด้วย

- ขวดน้ำพลาสติก
- สีสผสมอาหาร
- ไม้บรรทัด
- น้ำเปล่า
- หลอดกาแฟ
- สายยางแบบใส
- แอลกอฮอล์
- หลอดหยด
- ดินน้ำมัน
- จุกยาง
- ขวดแก้วปากกว้าง
- ขวดแก้วปากแคบ

### 8. การวัดและการประเมินผล

8.1 วิธีการวัดและประเมินผลการใช้การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

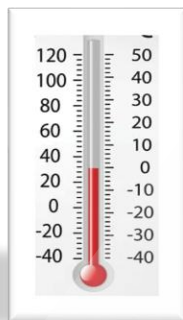
#### 8.2 เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย

- 8.2.1 แบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์
- 8.2.2 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา
- 8.2.3 แบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา
- 8.2.4 แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์
- 8.2.5 แบบประเมินการออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน
- 8.2.6 แบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ

#### 8.3 เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินจากแบบวัด

### 9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 9.1 ห้องสมุดของโรงเรียน
- 9.2 หนังสือและตำราที่เกี่ยวข้อง
- 9.3 เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง
  - <https://www.tmd.go.th/index.php>
  - [www.lesa.biz/earth/atmosphere/air-temperature](http://www.lesa.biz/earth/atmosphere/air-temperature)



## เทอร์มอมิเตอร์ของเรา

### จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

1. ออกแบบเทอร์มอมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิของอากาศได้
2. สร้างเทอร์มอมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิของอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. วัดอุณหภูมิของอากาศโดยใช้อุปกรณ์การวัดที่นักเรียนสร้างขึ้นได้

### วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวนต่อ กลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวนต่อ กลุ่ม
1.	ขวดน้ำพลาสติก	1 ขวด	7.	แอลกอฮอล์	0.5 ลิตร
2.	สีผสมอาหาร	1 ซอง	8.	หลอดหยด	1 หลอด
3.	ไม้บรรทัด	1 อัน	9.	ดินน้ำมัน	1 ก้อน
4.	น้ำเปล่า	0.5 ลิตร	10.	จุกยาง	1 อัน
5.	หลอดกาแฟ	1 หลอด	11.	ขวดแก้วปากกว้าง	1 ขวด
6.	สายยางแบบใส	1 เส้น	12.	ขวดแก้วปากแคบ	1 ขวด

### วิธีการดำเนินกิจกรรม

1. ศึกษาสถานการณ์จากที่ครูได้ยกตัวอย่าง

อุณหภูมิของอากาศในแต่ละช่วงของปีมีความแตกต่างกัน ยกตัวอย่างในเดือนธันวาคม อากาศจะค่อยๆเย็นลง เมื่อเปรียบเทียบกับเดือนอื่นๆ ตัวอย่างที่นักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย คือ เดือนเมษายน จะรู้สึกที่อากาศร้อนมาก และในเดือนธันวาคม จะรู้สึกที่อากาศเย็นลง นอกจากนี้ อุณหภูมิอากาศในแต่ละช่วงของปีแตกต่างกันแล้ว นักเรียนจะสังเกตได้ว่าในเวลา 1 วัน อุณหภูมิของอากาศก็มีความแตกต่างกันเช่นกัน นักเรียนจะเห็นว่าในเวลาตอนเช้า ตอนเที่ยง และตอนเย็น

เราจะรู้ดีว่าระดับของอุณหภูมิมีความแตกต่างกัน จากอากาศที่เย็นในตอนเช้า ก็เริ่มร้อนขึ้น และก็ค่อยๆเย็นลงในช่วงเวลาตอนเย็น นักเรียนสามารถสัมผัสได้ถึงความร้อนความเย็น แต่ไม่สามารถระบุได้ว่ามีระดับของความร้อนความเย็นนั้น มีอุณหภูมิเท่าใด จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมือในการวัดระดับของอุณหภูมิ เพื่อที่จะสามารถระบุค่าอุณหภูมินั้นได้อย่างถูกต้อง

## 2. วิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้ประเด็นคำถามดังนี้

- จากสถานการณ์ที่กำหนดให้มีปัญหาหรือความต้องการในเรื่องใด
- ควรมีความรู้ที่เกี่ยวข้องเรื่องใดบ้าง

3. ศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง อุณหภูมิของอากาศ, ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง เทอร์มอมิเตอร์และใบความรู้ที่ 3 เรื่อง ประสิทธิภาพ ความเที่ยงตรง ความแม่นยำ แล้วอภิปรายถึงการใช้งานของเทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิ รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิของอากาศ

4. ออกแบบเทอร์มอมิเตอร์ และเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการสร้างเทอร์มอมิเตอร์ตามที่ได้ออกแบบไว้จากวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ พร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์, แนวคิดในการสร้างชิ้นงานภายในกลุ่ม, ตารางบันทึกผลการทดลองการวัดอุณหภูมิของอากาศ และร่างภาพการออกแบบเทอร์มอมิเตอร์

## 5. ลงมือสร้างเทอร์มอมิเตอร์ที่ได้ออกแบบไว้

## 6. ทดสอบการทำงานของเทอร์มอมิเตอร์ และบันทึกผล

7. ในกรณีที่เทอร์มอมิเตอร์ไม่สามารถวัดอุณหภูมิของอากาศได้ ให้วิเคราะห์สาเหตุ หาแนวทางการปรับปรุงเทอร์มอมิเตอร์ และบันทึกการปรับปรุงในแต่ละครั้ง ทดสอบการทำงานซ้ำจนกระทั่งได้ประสิทธิภาพตามต้องการ

8. นักเรียนเก็บผลการทดลองเป็นเวลา 1 วัน พร้อมทั้งเขียนแผนภูมิแสดงผลของอุณหภูมิของอากาศที่ได้จากเทอร์มอมิเตอร์ที่นักเรียนสร้างขึ้น

9. นำเสนอเทอร์มอมิเตอร์ที่สร้างขึ้นพร้อมแผนภูมิอุณหภูมิอากาศ รวมถึงการนำเสนอวิธีการปรับปรุงจนได้เครื่องมือดังกล่าว

### ใบบันทึกกิจกรรม เรื่อง เทอร์มอมิเตอร์ของเรา

วันที่ทำกิจกรรม .....

ชื่อผู้ทำการทดลอง ..... ชั้น..... เลขที่ ..... (ประธาน)  
 ชื่อผู้ทำการทดลอง ..... ชั้น..... เลขที่ ..... (สมาชิก)  
 ชื่อผู้ทำการทดลอง ..... ชั้น..... เลขที่ ..... (สมาชิก)  
 ชื่อผู้ทำการทดลอง ..... ชั้น..... เลขที่ ..... (สมาชิก)  
 ชื่อผู้ทำการทดลอง ..... ชั้น..... เลขที่ ..... (เลขานุกร)



1. เทอร์มอมิเตอร์มีหลักการทำงานอย่างไร

.....  
 .....

2. วาดภาพการออกแบบเทอร์มอมิเตอร์และระบุอุปกรณ์ที่ใช้

3. ระหว่างการสร้างเทอร์มอมิเตอร์ พบปัญหาอะไรบ้าง และมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

.....  
 .....

4. ให้นักเรียนสร้างตารางบันทึกผลการวัดอุณหภูมิของอากาศจากเทอร์มอมิเตอร์ที่นักเรียนสร้างขึ้น และเทอร์มอมิเตอร์สำเร็จรูป พร้อมบันทึกผลการวัดอุณหภูมิของอากาศ

บริเวณที่ทำการศึกษ .....

5. ให้นักเรียนเขียนแผนภูมิแสดงผลของอุณหภูมิอากาศที่วัดได้จากเทอร์มอมิเตอร์ที่สร้างขึ้นและเทอร์มอมิเตอร์สำเร็จรูป พร้อมทั้งสรุปผลที่ได้จากการวัดอุณหภูมิจากเทอร์มอมิเตอร์ที่สร้างขึ้นและเทอร์มอมิเตอร์สำเร็จรูป

6. จากการทำกิจกรรม เทอร์มอมิเตอร์ที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์สำเร็จรูป มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....  
 .....

7. นักเรียนคิดว่าเทอร์มอมิเตอร์ที่สร้างขึ้นสามารถวัดอุณหภูมิของอากาศได้จริงหรือไม่ อย่างไร

.....  
 .....





## ใบความรู้ที่ 1

### อุณหภูมิของอากาศ (Air temperature)

**อุณหภูมิของอากาศ** หมายถึง ระดับความร้อนเย็นของอากาศ และสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบๆตัวเรา ดังนั้นอุณหภูมิอากาศเป็นปัจจัยพื้นฐานในการศึกษาสภาพอากาศ (weather) เนื่องจากอุณหภูมิอากาศมีเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา เช่น ปี ฤดูกาล เดือน วัน หรือแม้กระทั่งรายชั่วโมง นักอุตุนิยมวิทยาจึงศึกษาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ ดังนี้

- อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละวัน (Daily mean temperature) ใช้ค่าอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดรวมกันหารสอง
- อุณหภูมิเฉลี่ยของเดือน (Monthly mean temperature) ใช้ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของแต่ละวันรวมกันหารด้วยจำนวนวัน
- อุณหภูมิเฉลี่ยของปี (Yearly mean temperature) ใช้ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของแต่ละเดือนรวมกันหารด้วยสิบสอง

**การวัดอุณหภูมิของอากาศและสิ่งแวดล้อมรอบตัวเราทำได้ 2 วิธี คือ**

1. **ใช้ประสาทสัมผัสของร่างกาย** โดยทั่วไปอุณหภูมิร่างกายของเราประมาณ 37 องศาเซลเซียส ถ้าวัดอุณหภูมิของอากาศและสิ่งแวดล้อมสูงกว่าตัวเรา ความร้อนก็จะถูกถ่ายโอนสู่ร่างกายเราทำให้รู้สึกร้อน แต่ถ้าอุณหภูมิลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิของร่างกาย ร่างกายก็จะถ่ายโอนความร้อนให้กับอากาศและสิ่งแวดล้อมให้ร่างกายเรารู้สึกเย็น แต่การวัดระดับความร้อน-เย็นหรือการวัดอุณหภูมิโดยใช้ประสาทสัมผัสนั้นไม่แน่นอน เพราะความรู้สึของแต่ละคนอาจไม่เหมือนกัน

2. **การใช้เครื่องมือในการวัดอุณหภูมิ** เครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิเรียกว่า เทอร์มอมิเตอร์ ซึ่งทำมาจากหลอดแก้วสุญญากาศภายในบรรจุของเหลวที่ขยายตัวได้ ซึ่งได้แก่ปรอท แอลกอฮอล์ กลิเซอริน เป็นต้น

## ปัจจัยที่ส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศ

### 1. พื้นดินและพื้นน้ำ

พื้นดินและพื้นน้ำมีคุณสมบัติในการดูดกลืนและคายความร้อนแตกต่างกัน เมื่อรับความร้อนพื้นดินจะร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นน้ำ เมื่อคายความร้อนพื้นดินจะเย็นตัวอย่างรวดเร็ว และมีอุณหภูมิต่ำกว่าพื้นน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากพื้นน้ำมีความร้อนจำเพาะสูงกว่าพื้นดินถึง 3 เท่าตัว

### 3. ละติจูด

เนื่องจากโลกเป็นทรงกลมรี แสงอาทิตย์จึงตกกระทบพื้นโลกเป็นมุมไม่เท่ากัน ในเวลาเที่ยงวันพื้นผิวบริเวณศูนย์สูตรได้รับรังสีจากแสงอาทิตย์เป็นมุมชันแต่พื้นผิวบริเวณขั้วโลกได้รับรังสีจากแสงอาทิตย์เป็นมุมลาดส่งผลให้เขตศูนย์สูตรมีอุณหภูมิสูงกว่าเขตขั้วโลก ประกอบกับรังสีที่ตกกระทบพื้นโลกเป็นมุมลาด เดินทางผ่านความหนาชั้นบรรยากาศเป็นระยะทางมากกว่า รังสีที่ตกกระทบเป็นมุมชัน ความเข้มของแสงจึงถูกบรรยากาศกรองให้ลดน้อยลง ยังผลให้อุณหภูมิลดต่ำลงไปอีก

### 5. ปริมาณเมฆปกคลุม

เมฆทำให้อุณหภูมิอากาศเวลากลางวันและกลางคืนไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากในเวลากลางวัน เมฆจะกั้นพลังงานที่ส่องผ่านลงมา และสะท้อนรังสีจากอาทิตย์บางส่วนกลับคืนสู่อวกาศ ส่วนในเวลากลางคืน ความร้อนจากผิวโลกจะส่องผ่านกลับไปในบรรยากาศได้ไม่สะดวกเพราะมีเมฆมากกั้นไว้เหมือนผ้าห่ม

### 2. ระดับความสูงของพื้นที่

อากาศมีคุณสมบัติเป็นตัวนำความร้อนที่ไม่ดี เนื่องจากอากาศมีความโปร่งใส และมีความหนาแน่นต่ำ พื้นดินจึงดูดกลืนพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้ดีกว่า อากาศถ่ายเทความร้อนจากพื้นดิน ด้วยการพาความร้อน ไปตามการเคลื่อนที่ของอากาศ ในสภาพทั่วไปเราจะพบว่ายิ่งสูงขึ้นไป อุณหภูมิของอากาศในชั้นบรรยากาศใกล้ผิวโลกจะลดต่ำลงด้วยอัตรา  $6.5^{\circ}\text{C}$  ต่อกิโลเมตร

### 4. ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์

พื้นผิวโลกมีสภาพภูมิประเทศแตกต่างกัน มีทั้งที่ราบ ทิวเขา หุบเขา ทะเล มหาสมุทร ทะเลสาบ ทะเลทราย ที่ราบสูงสภาพภูมิประเทศมีอิทธิพลส่งผลกระทบต่อสภาพลมฟ้าอากาศโดยตรง เช่น พื้นที่ทะเลทรายจะมีอุณหภูมิแตกต่างระหว่างกลางวันกลางคืนมากกว่าพื้นที่ชายทะเล โดยส่วนใหญ่พื้นที่รับลมจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าพื้นที่อับลมเนื่องจากไม่มีการถ่ายเทความร้อน

### แหล่งอ้างอิง

<http://www.lesa.biz/earth/atmosphere/air-temperature>  
โครงการการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ



## ใบความรู้ที่ 2

### เทอร์มอมิเตอร์ (Thermometer)

#### ลักษณะของเทอร์มอมิเตอร์

เทอร์มอมิเตอร์มีลักษณะเป็นแท่งแก้วใสมีรูเล็ก ๆ เป็นหลอดตรงกลาง ส่วนปลายล่างของเทอร์มอมิเตอร์ทำเป็นกระเปาะ

เป็นเครื่องมือสำหรับวัดระดับความร้อนหรืออุณหภูมิ



#### หลักการทำงานของเทอร์มอมิเตอร์

แอลกอฮอล์หรือปรอทบรรจุลงในเทอร์มอมิเตอร์เพราะของเหลวทั้งสองนี้ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และไม่เกาะผิวของหลอดแก้ว แต่ถ้าเป็นของเหลวชนิดอื่น เช่น

- น้ำจะเกาะผิวหลอดแก้ว เมื่อขยายตัวหรือหดตัว จะติดค้างอยู่ในหลอดแก้ว ไม่ยอมกลับมาที่กระเปาะ เมื่อของเหลวที่อยู่ภายในได้รับความร้อนจะขยายตัวและหดตัวเมื่ออุณหภูมิลดลง

#### การอ่านเทอร์มอมิเตอร์

ต้องให้ระดับของของเหลวในหลอดแก้วอยู่ในระดับสายตา ถ้าเป็นเทอร์โมมิเตอร์ชนิดบรรจุด้วยปรอท ให้อ่านตัวเลขบริเวณฐานของส่วนนูน ส่วนเทอร์โมมิเตอร์ชนิดแอลกอฮอล์ ให้อ่านตัวเลขบริเวณส่วนที่เว้าที่สุด

แหล่งอ้างอิง <https://th.wikipedia.org/wiki/เทอร์มอมิเตอร์>  
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### ใบความรู้ที่ 3

#### ประสิทธิผล ความเที่ยงตรง ความแม่นยำ

ประสิทธิผล คือ ลักษณะการดำเนินงานที่สามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ได้สำเร็จ  
เกณฑ์ในการใช้วัดประเมินผล คือ ศักยภาพของผลผลิตที่สามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ  
ได้ ถ้าผลผลิตสามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ได้ ถือว่าผลผลิตนั้นมีประสิทธิภาพ แต่ถ้าผลผลิตนั้น  
ไม่สามารถทำงานตามวัตถุประสงค์ได้ ถือว่าผลผลิตนั้นไม่มีประสิทธิภาพ

ประสิทธิผล แตกต่างจาก ประสิทธิภาพ (Efficiency) โดยประสิทธิภาพเป็นการเปรียบเทียบ  
อัตราส่วนระหว่างปริมาณผลลัพธ์ที่ได้ต่อปริมาณทรัพยากรที่ใช้ ยิ่งกระบวนการทำงานได้ผลลัพธ์  
สูงโดยใช้ทรัพยากรน้อย กระบวนการนั้นถือว่า มีประสิทธิภาพสูง

#### ความเที่ยงตรง (Accuracy)

ความเที่ยงตรง คือ คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่สามารถแสดงค่าการวัดต่างๆ ได้ใกล้เคียงค่า  
จริงมากที่สุด

#### ความแม่นยำ (Precision)

ความแม่นยำ คือ คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่สามารถแสดงค่าการวัดหนึ่งๆ ภายใต้  
สถานการณ์และสภาพแวดล้อมเดียวกันหลายๆครั้ง แล้วได้ผลลัพธ์เป็นค่าเดียวกัน

#### แหล่งอ้างอิง

บุญเลิศ อรุณพิบูลย์. (2557). *ประสิทธิภาพและประสิทธิผล*. สืบค้นจาก

<http://www.thailibrary.in.th/2014/12/11/effectiveness/>.



ตัวอย่างแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์

## แบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ - นามสกุล ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับช่องว่างที่กำหนดให้ชัดเจน
2. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 29 ข้อ รวมคะแนน 29 คะแนน เวลาในการทำแบบวัด 40 นาที
3. ให้นักเรียนอ่านคำถามในแต่ละข้อ แล้วพิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยให้ทำเครื่องหมาย X ให้ตรงกับตัวเลือกในกระดาษคำตอบ
4. ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนคำตอบให้นักเรียนลบให้สะอาด แล้วเขียนเครื่องหมายใหม่ให้ชัดเจน
5. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายใดๆลงในข้อสอบ

### จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

1. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับอุณหภูมิของอากาศ
  - ก. แรงที่อากาศกดลงบนผิวของวัตถุในทุกทิศทาง
  - ข. ระดับความร้อน-เย็นของอากาศและสิ่งแวดล้อมรอบตัวเรา
  - ค. การเคลื่อนที่ของมวลอากาศเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ
  - ง. น้ำหนักของอากาศที่กดลงสู่พื้นโลกด้วยแรงดึงดูดของโลกในแนวตั้งฉาก
2. ข้อใดคือปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศ
  - ก. ปริมาณเมฆปกคลุมบนท้องฟ้า
  - ข. ระดับความสูงของพื้นที่
  - ค. พื้นดินและพื้นน้ำ
  - ง. ถูกทุกข้อ
3. เราสามารถใช้เครื่องมือใดในการวัดอุณหภูมิของอากาศ
  - ก. บารอมิเตอร์
  - ข. ไฮโกรมิเตอร์
  - ค. เทอร์มอมิเตอร์
  - ง. แอนนิมอมิเตอร์

4. เหตุใดกระเปาะของเทอร์มอมิเตอร์จึงนิยมใช้แอลกอฮอล์ผสมสี
- ก. สามารถหดและขยายตัวได้ดีเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ
  - ข. ไม่เกาะที่ผิวของกระเปาะของเทอร์มอมิเตอร์
  - ค. ทึบแสง มองเห็นง่าย
  - ง. ถูกทุกข้อ
5. ลมจะพัดจากบริเวณใดไปบริเวณใด
- ก. บริเวณความกดอากาศต่ำ ไปยัง บริเวณความกดอากาศต่ำ
  - ข. บริเวณความกดอากาศสูง ไปยัง บริเวณความกดอากาศต่ำ
  - ค. บริเวณความกดอากาศต่ำ ไปยัง บริเวณความกดอากาศสูง
  - ง. บริเวณความกดอากาศสูง ไปยัง บริเวณความกดอากาศสูง
- 6.....







ตัวอย่างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

## แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

---

### คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้วัดทักษะการแก้ปัญหา ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจำนวน 3 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์จะมีคำถาม 4 ข้อ ใช้เวลาทำแบบวัดทั้งหมด 20 นาที
  2. ให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วเขียนการแก้ปัญหาสถานการณ์ลงในข้อสอบ
- 



ชื่อ-นามสกุล..... ชั้นม.1/... เลขที่ .....

### สถานการณ์ที่ 1

ตลอดหลายปีที่ผ่านมายังพบว่า การลักลอบทิ้งกากอุตสาหกรรมลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือในพื้นที่ชุมชนเกษตรกรรมได้เกิดขึ้นบ่อยครั้ง จนเป็นสาเหตุสำคัญต่อการเกิดมลพิษและปนเปื้อนสารเคมีอันตรายในแหล่งน้ำชุมชน ซึ่งนอกจากจะทำให้ไม่สามารถใช้แหล่งน้ำเหล่านั้นเพื่อการดำรงชีวิตได้แล้ว สารเคมีอันตรายยังสามารถสะสมในสิ่งแวดล้อมแพร่กระจายสู่ห่วงโซ่อาหาร ก่อให้เกิดการปนเปื้อนและส่งผลกระทบต่อมนุษย์ในที่สุด ปัญหาการลักลอบทิ้งกากอุตสาหกรรมนี้เกิดขึ้นบ่อยครั้งในภาคกลางและภาคตะวันออก ซึ่งเป็นแหล่งอุตสาหกรรมหลักของประเทศ

ที่มา : Greenpeace Thailand (2013)

1. นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นี้คืออะไร

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหานี้คืออะไร

.....

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่าจะสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ได้อย่างไร

.....

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่าผลที่เกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาแล้วจะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

ตัวอย่างแบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา

แบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการเรียนรู้ที่..... เรื่อง .....ห้อง ม.1/3 กลุ่ม.....วันที่ทำการประเมิน ...../...../.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในตารางที่ตรงกับทักษะการแก้ปัญหานักเรียนมากที่สุด โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละด้าน ดังนี้

ระดับมากที่สุด ให้ 5 คะแนน                      ระดับน้อย ให้ 2 คะแนน  
 ระดับมาก ให้ 4 คะแนน                      ระดับน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน  
 ระดับปานกลาง ให้ 3 คะแนน

ชื่อ - นามสกุล		เกณฑ์การประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา																				
		การตั้งปัญหา					การวิเคราะห์ปัญหา					การเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหา					การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา					รวม (คะแนน)
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	20
1.																						
2.																						
3.																						

เกณฑ์การตัดสิน

คะแนน 16-20 คะแนน หมายถึง ดีเยี่ยม                      คะแนน 6-10 คะแนน หมายถึง ผ่านการประเมิน  
 คะแนน 11-15 คะแนน หมายถึง ดี                      คะแนน 1-5 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนในการประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา (เต็ม 20 คะแนน)

รายการประเมิน	คะแนนและคำอธิบายประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา				
	5 คะแนน	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
1. การตั้งปัญหา	ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ตรงประเด็น ถูกต้อง ชัดเจนทั้งหมด	ส่วนใหญ่ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ตรงประเด็น ถูกต้อง ชัดเจน	ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ตรงประเด็น และถูกต้อง แต่ยังไม่ชัดเจน	ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ตรงประเด็น	ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ตรงประเด็น บ้างบางส่วน
2. การวิเคราะห์ปัญหา	วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น และระบุปัญหาที่สำคัญที่สุดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ รวมถึงระบุสาเหตุที่เกิดขึ้นได้ถูกต้อง และตรงประเด็น	ส่วนใหญ่สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น และระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ รวมถึงระบุสาเหตุที่เกิดขึ้นได้ถูกต้อง และตรงประเด็น	สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น และระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ รวมถึงระบุสาเหตุที่เกิดขึ้นได้ถูกต้อง	สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น และระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ ถูกต้อง	ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น รวมถึงการระบุสาเหตุที่เกิดขึ้นได้ถูกต้อง และตรงประเด็น
3. การเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหา	สามารถเสนอแนะทางแก้ไขปัญหาได้ตรงประเด็น ถูกต้อง ชัดเจนทั้งหมด	ส่วนใหญ่เสนอแนะทางแก้ไขปัญหาได้ตรงประเด็น ถูกต้อง ชัดเจน	สามารถเสนอแนะทางแก้ไขปัญหาได้ตรงประเด็นและถูกต้อง แต่ยังไม่ชัดเจน	สามารถเสนอแนะทางการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็น	สามารถเสนอแนะทางการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็น บ้างบางส่วน

เกณฑ์การให้คะแนนในการประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา (เต็ม 20 คะแนน) (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนและคำอธิบายประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา				
	5 คะแนน	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
4. การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา	นำแนวทางการแก้ไขปัญหามาใช้แก้ปัญหาได้ทั้งหมด สามารถนำไปใช้ได้จริง	นำแนวทางการแก้ไขปัญหามาใช้แก้ปัญหาได้เป็นจำนวนมาก สามารถนำไปใช้ได้จริง	นำแนวทางการแก้ไขปัญหามาใช้แก้ปัญหาได้เพียงบางส่วน สามารถนำไปใช้ได้จริง	นำแนวทางการแก้ไขปัญหามาใช้แก้ปัญหาได้เพียงบางส่วน และไม่สามารถนำไปใช้ได้จริง	นำแนวทางการแก้ไขปัญหามาใช้แก้ปัญหาไม่ได้ และไม่สามารถนำไปใช้ได้จริง





ตัวอย่างแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์

**แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์**  
**สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

---

**คำชี้แจง**

1. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 1 ข้อใหญ่ ประกอบด้วย 4 ข้อย่อย โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 4 ด้าน โดยใช้เวลาการทำแบบวัดแต่ละด้าน ดังนี้

- |                      |           |
|----------------------|-----------|
| 1. ความคิดคล่องตัว   | (5 นาที)  |
| 2. ความคิดยืดหยุ่น   | (5 นาที)  |
| 3. ความคิดริเริ่ม    | (10 นาที) |
| 4. ความคิดละเอียดลออ | (10 นาที) |

2. ให้นักเรียนอ่านแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์และเขียนคำตอบได้อย่างอิสระเท่าที่นักเรียนสามารถจะตอบได้ลงในกระดาษข้อสอบ

---





**ตัวอย่างแบบประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน**

แบบประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการเรียนรู้ที่ ..... เรื่อง .....

ห้อง ม.1/.... กลุ่ม.....วันที่ทำการประเมิน ...../...../.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางที่ตรงกับการประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงานที่สุด โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละรายการประเมิน ดังนี้

5 คะแนน หมายถึง มากที่สุด

2 คะแนน หมายถึง น้อย

4 คะแนน หมายถึง มาก

1 คะแนน หมายถึง น้อยที่สุด

3 คะแนน หมายถึง ปานกลาง

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	มากที่สุด → น้อย				
	5	4	3	2	1
1. การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม					
2. ความคิดสร้างสรรค์					
2.1 ความคิดคล่องตัว					
2.2 ความคิดยืดหยุ่น					
2.3 ความคิดริเริ่ม					
2.4 ความคิดละเอียดลออ					
3. ความสำเร็จของงาน					
4. ประสิทธิภาพของงาน					
<b>รวมคะแนน (35 คะแนน)</b>					

เกณฑ์การตัดสินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

คะแนน 27-35 คะแนน หมายถึง ดีเยี่ยม

คะแนน 18-26 คะแนน หมายถึง ดี

คะแนน 9-17 คะแนน หมายถึง ผ่านการประเมิน

คะแนน 1-8 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง

ตัวอย่างแบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ

### แบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น ม.1/.... เลขที่..... วันที่ทำการประเมิน ...../...../.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของนักเรียนมากที่สุด โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละด้าน ดังนี้

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมสม่ำเสมอ ให้ 5 คะแนน ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 4 คะแนน  
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง ให้ 3 คะแนน ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมน้อยครั้ง ให้ 2 คะแนน  
ไม่เคยปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม ให้ 1 คะแนน

คำถาม	ระดับของพฤติกรรม				
	มากที่สุด —————> น้อยที่สุด				
	5	4	3	2	1
<b>1. ด้านการกำหนดภารกิจและเป้าหมาย</b>					
1.1 เข้าใจวัตถุประสงค์เป้าหมายของการทำงาน					
1.2 ร่วมกันกำหนดภารกิจและเป้าหมายให้มีความชัดเจน					
<b>2. ด้านการมอบหมายงานตามบทบาทหน้าที่</b>					
2.1 มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย					
2.2 ทำงานที่ได้รับมอบหมายส่งทันเวลาที่กำหนด					
<b>3. ด้านการกระจายความเป็นผู้นำ</b>					
3.1 มีการแสดงออกถึงความเป็นผู้นำ					
3.2 เมื่อเป็นผู้ตามมีพฤติกรรมที่สนับสนุนการทำงานกลุ่ม					
<b>4. ด้านการรับฟังซึ่งกันและกัน</b>					
4.1 มีความใส่ใจข้อเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม					
4.2 รับฟังความคิดเห็นของสมาชิกกลุ่มก่อนนำเสนอความคิดเห็นตนเอง					
<b>5. ด้านการมีส่วนร่วม</b>					
5.1 มีส่วนร่วมในการทำงานอย่างเต็มที่					
5.2 ให้ความสนใจกับการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม					
5.3 มีความเต็มใจในการช่วยเหลือสมาชิกในการทำงานกลุ่ม					



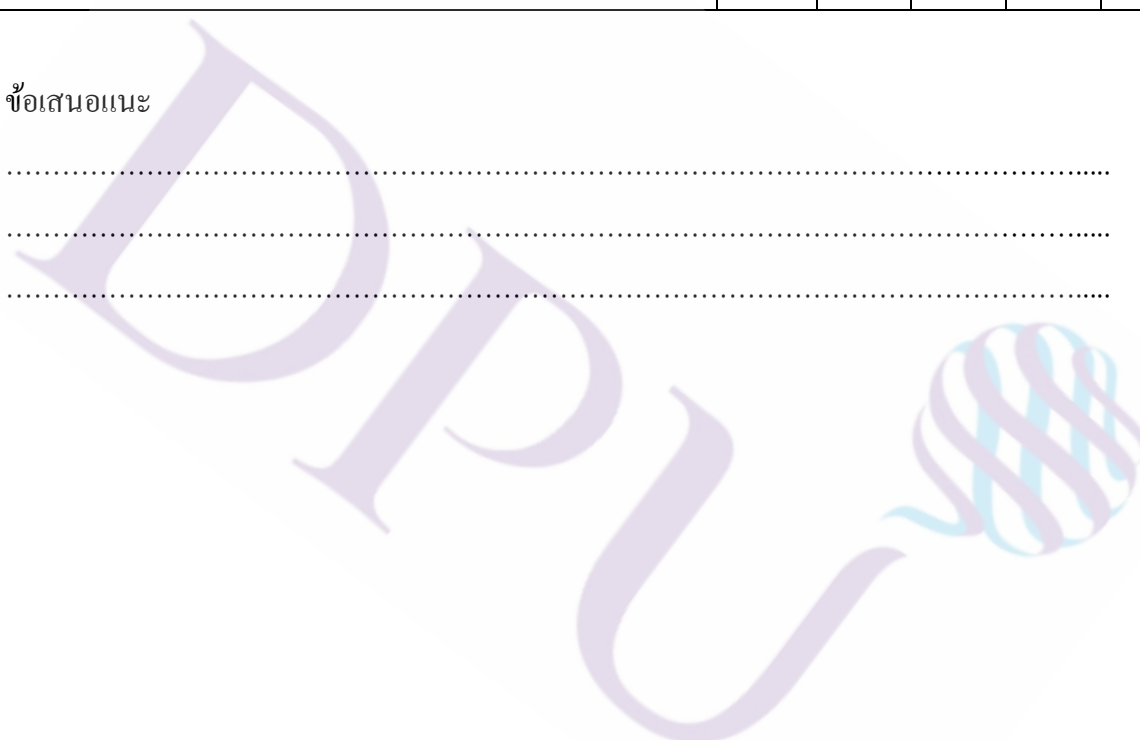
คำถาม	ระดับของพฤติกรรม				
	มากที่สุด $\longrightarrow$ น้อยที่สุด				
	5	4	3	2	1
<b>6. ด้านการสื่อสารที่เปิดเผย</b>					
6.1 มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันด้วยความจริงใจ					
6.2 มีการอภิปรายปัญหาระหว่างกันด้วยความจริงใจและเปิดเผย					
6.3 การใช้ถ้อยคำที่สุภาพ ไม่ใช่คำหยาบคายต่อสมาชิกในกลุ่ม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....





ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจ

**แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเรื่องบ้านพยากรณ์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

**คำชี้แจง**

แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการทราบความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเรื่องบ้านพยากรณ์ พิจารณา 3 ด้าน คือ 1) ด้านกิจกรรม 2) ด้านการประเมินผล และ 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ จึงขอความร่วมมือนักเรียน โปรดตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อตามความเป็นจริง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นขอให้นักเรียนตอบให้ตรงกับความคิดเห็นและความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนมากที่สุด

แบบสอบถามฉบับนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

1. สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม
2. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

**ตอนที่ 1** สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ  ชาย  หญิง

**ตอนที่ 2** ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์

คำชี้แจง ให้กาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็น

คำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด		น้อยที่สุด		
	5	4	3	2	1
<b>ด้านกิจกรรม</b>					
1. กิจกรรมไม่มีความน่าสนใจ ทำทนายให้อายนักเรียน					
2. กิจกรรมช่วยให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมและเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง					
3. กิจกรรมนี้ไม่ได้เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติงานจริง					
4. กิจกรรมนี้ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ					

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้าน  
พยากรณ์

คำชี้แจง ให้กาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็น (ต่อ)

คำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด → น้อยที่สุด				
	5	4	3	2	1
5. กิจกรรมเน้นการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีผ่านกระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรม					
6. นักเรียนมีความสุขที่ได้ออกแบบและสร้างสรรค์ออกมา เป็นชิ้นงาน					
7. นักเรียนได้ฝึกค้นหาปัญหาและสาเหตุของปัญหาด้วย ตนเอง					
8. นักเรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนานและความสุข					
9. เนื้อหาในบทเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ในชีวิตประจำวัน					
<b>ด้านการประเมินผล</b>					
10. นักเรียนไม่มีส่วนร่วมในการประเมินผลของตนเอง					
11. มีการประเมินผลการทำกิจกรรมเป็นไปตามเกณฑ์ที่ กำหนดไว้					
12. นักเรียนมีการติดตามประเมินผลการกิจและเป้าหมาย ร่วมกัน					
13. การประเมินผลการทำกิจกรรมสอดคล้องกับทักษะด้าน สะเต็มศึกษา					
<b>ด้านประโยชน์ที่ได้รับ</b>					
14. นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และสร้างชิ้นงานใหม่ๆที่ ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมเป็น พื้นฐาน					
15. นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้					

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้าน  
พยากรณ์

คำชี้แจง ให้กาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็น (ต่อ)

คำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด → น้อยที่สุด				
	5	4	3	2	1
16. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้และมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่น					
17. นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงสาระของวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ได้					
18. นักเรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น					
19. นักเรียนสามารถวางแผน ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้าได้ด้วยตนเอง					
20. นักเรียนมีทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการค้นคว้าข้อมูลหรือการนำเสนอผลงานมากยิ่งขึ้น					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค  
ภาพการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา  
เรื่องบ้านพยากรณ์

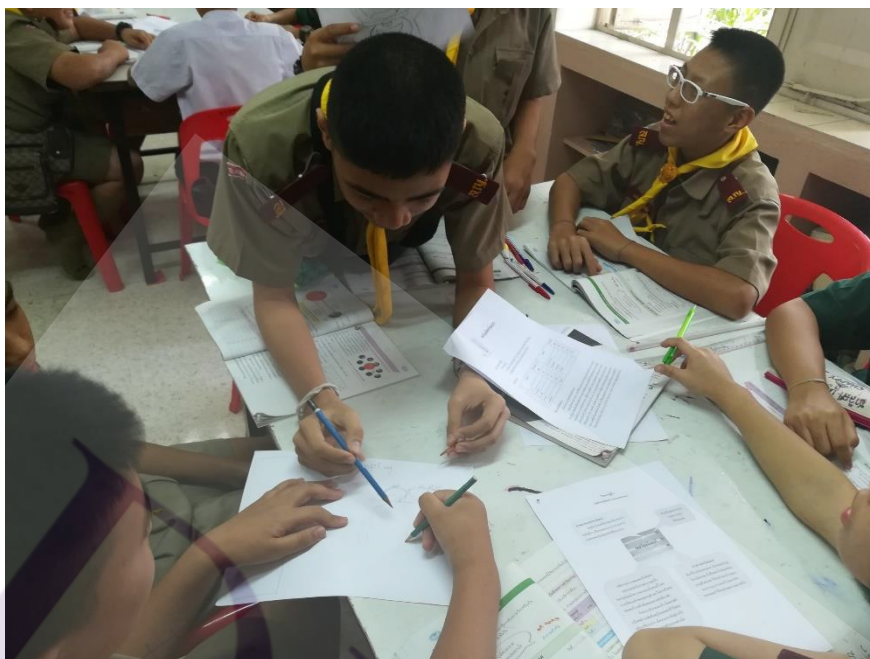


ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา



ขั้นที่ 2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง





ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา



ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล



ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์

ตัวอย่างแบบวัดทักษะของนักเรียน



ชื่อ-นามสกุล เด็กหญิง ณิชกานต์ พูลสวัสดิ์ ชั้นม.1/๑ เลขที่ ๒๔

### สถานการณ์ที่ 1

ตลอดหลายปีที่ผ่านมายังพบว่า การลักลอบทิ้งกากอุตสาหกรรมลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือในพื้นที่ชุมชนเกษตรกรรมได้เกิดขึ้นบ่อยครั้ง จนเป็นสาเหตุสำคัญต่อการเกิดมลพิษและปนเปื้อนสารเคมีอันตรายในแหล่งน้ำชุมชน ซึ่งนอกจากจะทำให้ไม่สามารถใช้แหล่งน้ำเหล่านั้นเพื่อการดำรงชีวิตได้แล้ว สารเคมีอันตรายยังสามารถสะสมในสิ่งแวดล้อมแพร่กระจายสู่ห่วงโซ่อาหาร ก่อให้เกิดการปนเปื้อนและส่งผลกระทบต่อมนุษย์ในที่สุด ปัญหาการลักลอบทิ้งกากอุตสาหกรรมนี้เกิดขึ้นบ่อยครั้งในภาคกลางและภาคตะวันออก ซึ่งเป็นแหล่งอุตสาหกรรมหลักของประเทศ

ที่มา : Greenpeace Thailand (2013)

1. นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นี้คืออะไร

การเกิดมลพิษและปนเปื้อนสารเคมีอันตรายในแหล่งน้ำชุมชน.

2. นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหานี้คืออะไร

การลักลอบทิ้งกากอุตสาหกรรมลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

3. นักเรียนคิดว่าจะสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ได้อย่างไร

ควรใช้วิธีการใช้ประโยชน์จากกฏาภิเษมคือออกจากโรงงานให้สุด

4. นักเรียนคิดว่าผลที่เกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาแล้วจะเป็นอย่างไร

ลดการปนเปื้อนของสารพิษที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำ.

ภาคผนวก ง  
การเก็บรวบรวมข้อมูล





ตารางที่ 1 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา	1	0	1	0.67	ใช้ได้
3. บทบาทของครูผู้สอนมีความสอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา	1	1	0	0.67	ใช้ได้
4. บทบาทของนักเรียนมีความสอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเหมาะสมแก่การนำไปใช้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีความสะดวกต่อการนำไปใช้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีความชัดเจน	1	1	0	0.67	ใช้ได้
8. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการนี้สามารถส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9. แต่ละชั้นของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10. มีการวัดผลและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 2 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. สารการเรียนรู้มีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. กรอบแนวคิดมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. สารสำคัญมีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	1	0	1	0.67	ใช้ได้
6. วัสดุอุปกรณ์มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67	ใช้ได้



ตารางที่ 3 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. สารการเรียนรู้มีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. กรอบแนวคิดมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. สารสำคัญมีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	1	0	1	0.67	ใช้ได้
6. วัสดุอุปกรณ์มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 4 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. สารการเรียนรู้มีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. กรอบแนวคิดมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. สารสำคัญมีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	1	0	1	0.67	ใช้ได้
6. วัสดุอุปกรณ์มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 5 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. สารการเรียนรู้มีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. กรอบแนวคิดมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. สารสำคัญมีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	1	0	1	0.67	ใช้ได้
6. วัสดุอุปกรณ์มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 6 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. สารการเรียนรู้มีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. กรอบแนวคิดมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. สารสำคัญมีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	1	0	1	0.67	ใช้ได้
6. วัสดุอุปกรณ์มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 7 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์โดย  
ผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	1	0	-1	0.00	ตัดทิ้ง
3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7	1	-1	1	0.33	ตัดทิ้ง
8	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9	1	1	0	0.67	ใช้ได้
10	1	0	1	0.67	ใช้ได้
11	1	1	1	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	1.00	ใช้ได้
13	1	1	1	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	1.00	ใช้ได้
15	1	0	1	0.67	ใช้ได้
16	1	1	1	1.00	ใช้ได้
17	0	1	1	0.67	ใช้ได้
18	1	1	1	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	1.00	ใช้ได้
20	1	1	1	1.00	ใช้ได้
21	1	1	1	1.00	ใช้ได้
22	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
23	1	1	0	0.67	ใช้ได้
24	1	1	1	1.00	ใช้ได้
25	1	0	0	0.33	ตัดทิ้ง
26	1	1	1	1.00	ใช้ได้
27	1	1	1	1.00	ใช้ได้
28	1	1	1	1.00	ใช้ได้
29	0	0	1	0.33	ตัดทิ้ง
30	1	1	1	1.00	ใช้ได้
31	1	0	1	0.67	ใช้ได้
32	1	1	1	1.00	ใช้ได้
33	1	1	1	1.00	ใช้ได้
34	1	1	1	1.00	ใช้ได้
35	1	1	1	1.00	ใช้ได้
36	1	0	1	0.67	ใช้ได้
37	1	1	1	1.00	ใช้ได้
38	1	1	1	1.00	ใช้ได้
39	1	1	1	1.00	ใช้ได้
40	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 8 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบอัตโนมัติ  
โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1.1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	1.2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	1.3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	1.4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	2.1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	2.2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	2.3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	2.4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	3.1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	3.2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	3.3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	3.4	1	1	1	1.00	ใช้ได้



ตารางที่ 9 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ แบบอัตนัย โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่		ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1.1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	1.2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	2.1	1	1	0	0.67	ใช้ได้
	2.2	1	1	0	0.67	ใช้ได้
3	3.1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	4.1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	4.2	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 10 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของเกณฑ์การประเมินแบบประเมินการออกแบบ และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. ความคิดสร้างสรรค์					
2.1 ความคิดคดลองตัว	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2.2 ความคิดยืดหยุ่น	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2.3 ความคิดริเริ่ม	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2.4 ความคิดละเอียดลออ	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC	แปลผล
	1	2	3		
3. ความสำเร็จของงาน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. ประสิทธิภาพของผลงาน	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 11 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ คนที่			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1.1 เข้าใจวัตถุประสงค์เป้าหมายของการทำงาน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
1.2 ร่วมกันกำหนดภารกิจและเป้าหมายให้มีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2.1 มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2.2 ทำงานที่ได้รับมอบหมายส่งทันเวลาที่กำหนด	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3.1 มีการแสดงออกถึงความเป็นผู้นำ	1	1	0	0.67	ใช้ได้
3.2 เมื่อเป็นผู้ตามมีพฤติกรรมที่สนับสนุนการทำงานกลุ่ม	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4.1 มีความใส่ใจข้อเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4.2 รับฟังความคิดเห็นของสมาชิกกลุ่มก่อนนำเสนอความคิดเห็นตนเอง	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5.1 มีส่วนร่วมในการทำงานอย่างเต็มที่	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5.2 ให้ความสนใจกับการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6.1 มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันด้วยความจริงใจ	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6.2 มีการอภิปรายปัญหาระหว่างกันด้วยความจริงใจและเปิดเผย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6.3 การใช้ถ้อยคำที่สุภาพ ไม่ใช้คำหยาบคายต่อสมาชิกในกลุ่ม	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 12 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. กิจกรรมไม่มีความน่าสนใจทำท่ายให้อายนักเรียน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. กิจกรรมช่วยให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมและเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. กิจกรรมนี้ไม่ได้เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติงานจริง	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. กิจกรรมนี้ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. กิจกรรมเน้นการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6. นักเรียนมีความสุขที่ได้ออกแบบและสร้างสรรค์ออกมาเป็นชิ้นงาน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7. นักเรียนได้ฝึกค้นหาปัญหาและสาเหตุของปัญหาคด้วยตนเอง	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8. นักเรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนานและความสุข	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9. เนื้อหาใบบทเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10. นักเรียนไม่มีส่วนร่วมในการประเมินผลของตนเอง	1	1	1	1.00	ใช้ได้
11. มีการประเมินผลการทำกิจกรรมเป็นไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
12. นักเรียนมีการติดตามประเมินผลการกิจและเป้าหมายร่วมกัน	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่			IOC	แปลผล
	1	2	3		
13. การประเมินผลการทำกิจกรรมสอดคล้องกับทักษะด้านสะเต็มศึกษา	1	1	1	1.00	ใช้ได้
14. นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และสร้างชิ้นงานใหม่ๆที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมเป็นพื้นฐาน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
15. นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ในชีวิตประจำวันได้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
16. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้และมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่น	1	1	1	1.00	ใช้ได้
17. นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงสาระของวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ได้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
18. นักเรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น	1	1	1	1.00	ใช้ได้
19. นักเรียนสามารถวางแผน ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้าได้ด้วยตนเอง	1	1	1	1.00	ใช้ได้
20. นักเรียนมีทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการค้นคว้าข้อมูลหรือการนำเสนอผลงานมากยิ่งขึ้น	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 13 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ (N = 28)

ข้อ	H	L	p	r	แปลผล
1	9	2	0.39	0.52	คัดเลือกว่า
2	11	5	0.57	0.43	คัดเลือกว่า
3	10	4	0.50	0.50	คัดเลือกว่า
4	11	8	0.68	0.40	คัดเลือกว่า
5	10	5	0.54	0.37	ตัดทิ้ง
6	11	3	0.50	0.48	คัดเลือกว่า
7	6	6	0.43	-0.02	ตัดทิ้ง
8	12	4	0.57	0.44	คัดเลือกว่า
9	13	5	0.64	0.41	คัดเลือกว่า
10	13	6	0.68	0.46	คัดเลือกว่า
11	11	7	0.64	0.43	คัดเลือกว่า
12	10	6	0.57	0.29	ตัดทิ้ง
13	12	7	0.68	0.46	คัดเลือกว่า
14	13	6	0.68	0.50	คัดเลือกว่า
15	10	5	0.54	0.48	คัดเลือกว่า
16	10	5	0.54	0.39	คัดเลือกว่า
17	10	6	0.57	0.20	ตัดทิ้ง
18	9	2	0.39	0.48	คัดเลือกว่า
19	12	7	0.68	0.38	คัดเลือกว่า
20	12	4	0.57	0.59	คัดเลือกว่า
21	9	3	0.43	0.36	ตัดทิ้ง

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อ	H	L	p	r	แปลผล
22	11	6	0.61	0.38	คัดเลือกว่า
23	9	3	0.43	0.46	คัดเลือกว่า
24	10	4	0.50	0.46	คัดเลือกว่า
25	10	4	0.50	0.45	คัดเลือกว่า
26	10	4	0.50	0.50	คัดเลือกว่า
27	6	2	0.29	0.38	คัดเลือกว่า
28	12	8	0.71	0.15	ตัดทิ้ง
29	11	4	0.54	0.46	คัดเลือกว่า
30	10	5	0.54	0.47	คัดเลือกว่า
31	11	6	0.61	0.41	คัดเลือกว่า
32	11	5	0.57	0.37	คัดเลือกว่า
33	9	5	0.50	0.46	คัดเลือกว่า
34	8	0	0.29	0.63	คัดเลือกว่า
35	8	6	0.50	0.25	ตัดทิ้ง
36	10	1	0.39	0.59	คัดเลือกว่า

## หมายเหตุ

- ข้อสอบที่มีคุณภาพทั้งหมด 29 ข้อมีความยากง่าย (p) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ 0.20 – 0.80  
ค่าอำนาจจำแนก (r) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป
- ข้อสอบมีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.29 - 0.68  
มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.37 – 0.59
- แบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90

ตารางที่ 14 แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบอัตนัย

	teacher1	teacher2
Pearson Correlation	1	.910**
teacher1 Sig. (2-tailed)		.000
N	28	28
Pearson Correlation	.910**	1
teacher2 Sig. (2-tailed)	.000	
N	28	28

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

หมายเหตุ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบอัตนัย มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91

ตารางที่ 15 แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ แบบอัตนัย

	teacher1	teacher2
Pearson Correlation	1	.975**
teacher1 Sig. (2-tailed)		.000
N	28	28
Pearson Correlation	.975**	1
teacher2 Sig. (2-tailed)	.000	
N	28	28

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

หมายเหตุ แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ แบบอัตนัย มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97



ตารางที่ 16 แสดงคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน เพื่อหาผลต่าง (D) และผลต่างกำลังสอง (D<sup>2</sup>) ของความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์

คนที่	ก่อนเรียน (29)	หลังเรียน (29)	D	D <sup>2</sup>
1	6	23	17	289
2	16	22	6	36
3	13	23	10	100
4	3	17	14	196
5	8	12	4	16
6	6	14	8	64
7	18	29	11	121
8	3	13	10	100
9	9	26	17	289
10	3	19	16	256
11	3	25	22	484
12	14	26	12	144
13	19	26	7	49
14	20	29	9	81
15	8	15	7	49
16	10	16	6	36
17	13	27	14	196
18	7	15	8	64
19	12	28	16	256
20	12	29	17	289
21	12	29	17	289
22	8	29	21	441
23	20	23	3	9
24	12	24	12	144

ตารางที่ 16 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (29)	หลังเรียน (29)	D	D <sup>2</sup>
25	15	22	7	49
26	10	26	16	256
27	7	16	9	81
28	9	24	15	225
29	1	25	24	576
30	11	24	13	169
31	8	17	9	81
32	17	28	11	121
รวม	333	721	388	5556
$\bar{x}$	10.41	22.53	12.13	173.63
S.D.	5.22	5.40	5.24	140.43

การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1

## Paired Samples Statistics

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair	ก่อนเรียน	32	10.41	5.22	0.92
1	หลังเรียน	32	22.53	5.40	0.96

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

เมื่อ  $t$  แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ $D$  แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

$N$  แทน จำนวนคู่  
 $df$  แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ  $N - 1$

$$\text{แทนค่าสูตร} \quad t = \frac{388}{\sqrt{\frac{(32 \times 5556) - (388)^2}{(32-1)}}$$

$$t = 13.09$$

ตารางที่ 17 แสดงคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน เพื่อหาผลต่าง (D) และผลต่างกำลังสอง (D<sup>2</sup>) ของทักษะการแก้ปัญหา

คนที่	ก่อนเรียน (36)	หลังเรียน (36)	D	D <sup>2</sup>
1	21	27	6	36
2	19	27	8	64
3	17	23	6	36
4	15	20	5	25
5	15	21	6	36
6	17	18	6	36
7	26	29	3	9
8	15	13	3	9
9	15	16	6	36
10	22	21	6	36
11	22	27	5	25
12	17	14	4	16
13	16	20	4	16
14	21	27	6	36
15	18	22	4	16
16	15	15	3	9
17	17	24	7	49

ตารางที่ 17 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (36)	หลังเรียน (36)	D	D <sup>2</sup>
18	19	19	0	0
19	20	24	4	16
20	22	25	6	36
21	25	28	7	49
22	22	27	5	25
23	21	23	6	36
24	18	20	6	36
25	19	26	7	49
26	19	19	5	25
27	15	14	4	16
28	21	31	13	169
29	19	16	4	16
30	19	28	13	169
31	18	25	9	81
32	19	29	14	196
<b>รวม</b>	<b>525</b>	<b>716</b>	<b>191</b>	<b>1409</b>
$\bar{x}$	16.41	22.38	5.97	44.03
<b>S.D.</b>	<b>4.17</b>	<b>5.17</b>	<b>2.95</b>	<b>47.04</b>

การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.1

Paired Samples Statistics

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ก่อนเรียน	32	16.41	4.17	0.736
	หลังเรียน	32	22.38	5.17	0.914

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

เมื่อ $t$	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ
$D$	แทน	ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
$N$	แทน	จำนวนคู่
df	แทน	ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ $N-1$

แทนค่าสูตร

$$t = \frac{191}{\sqrt{\frac{(32 \times 1409) - (191)^2}{(32-1)}}}$$

$t = 11.46$

ตารางที่ 18 แสดงคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

คนที่	แผนที่ 1 (20)	แผนที่ 2 (20)	แผนที่ 3 (20)	แผนที่ 4 (20)	แผนที่ 5 (20)
1	12	14	17	18	19
2	10	12	13	15	17
3	10	12	13	15	16
4	10	11	13	14	16
5	10	11	12	14	16
6	10	12	12	15	16
7	14	15	17	18	20
8	10	12	14	14	18
9	8	12	13	15	16
10	11	14	16	17	18
11	14	15	17	18	20

ตารางที่ 18 (ต่อ)

คนที่	แผนที่ 1 (20)	แผนที่ 2 (20)	แผนที่ 3 (20)	แผนที่ 4 (20)	แผนที่ 5 (20)
12	10	12	14	14	18
13	12	15	16	18	19
14	14	15	17	18	20
15	11	14	16	17	18
16	8	12	13	15	16
17	11	13	15	16	18
18	11	14	16	17	18
19	12	14	15	16	18
20	14	15	17	19	20
21	15	16	17	18	20
22	14	15	17	19	20
23	14	15	16	18	20
24	11	12	14	14	18
25	11	14	15	15	18
26	11	12	14	16	19
27	10	12	13	14	18
28	14	15	17	19	20
29	11	14	14	16	18
30	11	14	14	16	18
31	11	14	14	16	17
32	10	12	14	15	18
<b>รวม</b>	365	429	475	519	581
$\bar{x}$	11.41	13.41	14.84	16.22	18.16
<b>S.D.</b>	1.83	1.43	1.67	1.68	1.39

ตารางที่ 19 แสดงคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ด้านที่	แผนที่ 1 (640)	แผนที่ 2 (640)	แผนที่ 3 (640)	แผนที่ 4 (640)	แผนที่ 5 (640)
1	66	75	95	106	130
2	77	93	111	122	139
3	96	116	123	143	152
4	126	145	146	148	160
รวม	365	429	475	519	581

ตารางที่ 20 แสดงคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน เพื่อหาผลต่าง (D) และผลต่างกำลังสอง (D<sup>2</sup>) ของทักษะความคิดสร้างสรรค์

คนที่	ก่อนเรียน (50)	หลังเรียน (50)	D	D <sup>2</sup>
1	23	39	16	256
2	22	35	13	169
3	1	18	17	289
4	2	21	19	361
5	7	22	15	225
6	1	9	8	64
7	22	25	3	9
8	8	15	7	49
9	4	7	3	9
10	25	37	12	144
11	17	25	8	64
12	10	20	10	100
13	12	24	12	144



ตารางที่ 20 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (50)	หลังเรียน (50)	D	D <sup>2</sup>
14	22	36	14	196
15	9	21	12	144
16	3	11	8	64
17	25	27	2	4
18	19	22	3	9
19	14	23	9	81
20	20	39	19	361
21	33	47	14	196
22	14	28	14	196
23	18	26	8	64
24	13	22	9	81
25	20	25	5	25
26	15	18	3	9
27	9	12	3	9
28	19	23	4	16
29	15	17	2	4
30	18	24	6	36
31	20	22	2	4
32	21	38	17	289
<b>รวม</b>	481	778	297	3671
$\bar{x}$	15.03	24.31	9.28	114.72
<b>S.D.</b>	7.93	9.37	5.43	109.73

## การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.2

## Paired Samples Statistics

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair	ก่อนเรียน	32	15.03	7.93	1.402
1	หลังเรียน	32	24.31	9.37	1.656

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

เมื่อ  $t$  แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ

$D$  แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

$N$  แทน จำนวนคู่

df แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ  $N - 1$

แทนค่าสูตร

$$t = \frac{297}{\sqrt{\frac{(32 \times 3671) - (297)^2}{(32-1)}}}$$

$$t = 9.67$$

ตารางที่ 21 แสดงคะแนนการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ด้านที่	แผนที่ 1 (210)	แผนที่ 2 (210)	แผนที่ 3 (210)	แผนที่ 4 (210)	แผนที่ 5 (210)
1	18	23	26	28	30
2	83	99	107	112	118
3	27	29	30	30	30
4	23	29	30	30	30
รวม	151	180	193	200	208

ตารางที่ 22 แสดงคะแนนการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านความคิดสร้างสรรค์รายข้อ

ด้านที่	แผนที่ 1 (120)	แผนที่ 2 (120)	แผนที่ 3 (120)	แผนที่ 4 (120)	แผนที่ 5 (120)
2.1	18	24	26	28	29
2.2	20	24	27	28	30
2.3	22	24	26	27	29
2.4	23	27	28	29	30
รวม	83	99	107	112	118

ตารางที่ 23 แสดงคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน เพื่อหาผลต่าง (D) และผลต่างกำลังสอง (D<sup>2</sup>) ของทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ

คนที่	ก่อนเรียน (70)	หลังเรียน (70)	D	D <sup>2</sup>
1	46	65	19	361
2	32	58	26	676
3	32	59	27	729
4	29	56	27	729
5	29	63	34	1156
6	27	57	30	900
7	56	70	14	196
8	34	51	17	289
9	30	54	24	576
10	51	69	18	324
11	55	70	15	225
12	37	53	16	256
13	43	61	18	324
14	55	70	15	225
15	47	66	19	361

ตารางที่ 23 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (70)	หลังเรียน (70)	D	D <sup>2</sup>
16	29	50	21	441
17	43	62	19	361
18	43	61	18	324
19	42	63	21	441
20	55	70	15	225
21	56	70	14	196
22	53	67	14	196
23	51	66	15	225
24	42	64	22	484
25	42	63	21	441
26	41	63	22	484
27	27	55	28	784
28	52	70	18	324
29	44	64	20	400
30	42	61	19	361
31	40	65	25	225
32	43	64	21	441
<b>รวม</b>	1348	2000	625	14080
$\bar{x}$	42.13	62.50	20.38	440.00
<b>S.D.</b>	9.38	5.86	5.07	228.78

## การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.3

Paired Samples Statistics

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair	ก่อนเรียน	32	42.13	9.38	1.658
1	หลังเรียน	32	62.50	5.86	1.036

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

เมื่อ  $t$  แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ

$D$  แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

$N$  แทน จำนวนคู่

df แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ  $N - 1$

แทนค่าสูตร

$$t = \frac{652}{\sqrt{\frac{(32 \times 14080) - (652)^2}{(32-1)}}}$$

$$t = 22.75$$

การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3

ด้านกิจกรรม

One - Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
หลังเรียน	32	3.90	0.621	0.110

One - Sample Test

	Test Value = 3.5					
	t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	99% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
หลังเรียน	3.667	31	0.001	0.403	0.179	0.627

ด้านการประเมินผล

One - Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
หลังเรียน	32	3.77	0.540	0.095

One - Sample Test

	Test Value = 3.5					
	t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	99% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
หลังเรียน	2.864	31	0.007	0.273	0.79	0.468

## ด้านประโยชน์ที่ได้รับ

## One - Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
หลังเรียน	32	3.87	0.671	0.119

## One - Sample Test

	Test Value = 3.5					
	t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	99% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
หลังเรียน	3.122	31	0.004	0.371	0.045	0.696

## ภาพรวม

## One - Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
หลังเรียน	32	3.87	0.577	0.102

## One - Sample Test

	Test Value = 3.5					
	t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	99% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
หลังเรียน	3.583	31	0.001	0.366	0.157	0.574



### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกหลังการเรียนรู้ ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ ผู้วิจัยได้นำเสนอการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียน
2. ความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้

#### 1. ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียน

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียน โดยใช้สถิติเบื้องต้นด้วยวิธีการแจกแจงความถี่ และร้อยละ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เป็นเพศหญิง แสดงผลดังตารางที่ 18

ตารางที่ 24 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	19	59.37
หญิง	13	40.63
รวม	32	100.00

#### 2. ความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้จัดแยกข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ ทั้ง 5 แผนการเรียนรู้ โดยพิจารณาในด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับ ผู้วิจัยสามารถจัดแยกความคิดเห็นได้ดังนี้

##### 2.1 ด้านกิจกรรมการเรียนรู้

“...ชอบประดิษฐ์สิ่งของมากกว่าการนั่งเรียนทฤษฎี...”

“...สนุกกับการทำกิจกรรมทำทนายให้เรียนรู้...”

“...อยากให้มีส่วนชั่วโมงเรียนเพิ่มขึ้น...”

“...อยากให้มามีกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติแบบนี้มากขึ้น...”

จากความคิดเห็นเกี่ยวกับด้านกิจกรรม พบว่า นักเรียนรู้สึกสนุกกับกิจกรรม  
กิจกรรมมีความท้าทายให้เรียนรู้

## 2.2 ด้านประโยชน์ที่ได้รับ

“...ได้ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและการ  
ออกแบบเชิงวิศวกรรม...”

“...สามารถวางแผนและทำกิจกรรมกลุ่มกับนักเรียนคนอื่นได้ดี...”

จากความคิดเห็นเกี่ยวกับด้านประโยชน์ที่ได้รับ พบว่า นักเรียนสามารถใช้ความรู้  
ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการทำกิจกรรม รวมถึง  
นักเรียนยังสามารถวางแผนและทำกิจกรรมกลุ่มกับนักเรียนคนอื่นได้ดี

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล

นางสาวปิยวรรณ ทศกาญจน์

ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ. 2557

วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

