



การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
วิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ปญญิสสา สัมพันธ์


วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

มกราคม 2565



การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
วิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5



ปริญญานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน  
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

มกราคม 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Learning Management through STEM Education to  
Develop Learning Achievement on Sound and Hearing in  
Science Class for Prathomsuksa 5 Students



Punyisa Sampan

A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements  
for Master of Education Program (Curriculum and Instruction)  
faculty of Education Uttaradit Rajabhat University

January 2022

Copyright of Uttaradit Rajabhat University

วิทยานิพนธ์ เรื่อง  
การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง  
กับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ของ

ปญญา สัมพันธ์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจากคณะกรรมการที่ปรึกษาและคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์  
ให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

เมื่อวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาณี เส็งศรี )

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา รุจิเมธากาส)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(อาจารย์ ดร.เชาวฤทธิ์ จันจัน)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(อาจารย์ ดร.จริยา พิชัยคำ )

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์และเลขานุการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม คำขาด)

ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษาประจำหลักสูตร

(อาจารย์ ดร.เชาวฤทธิ์ จันจัน)

คณบดีคณะครุศาสตร์

(อาจารย์ ดร.เชาวฤทธิ์ จันจัน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาวดี สัตยาภรณ์)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

## บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ผู้วิจัย	ปุกัญญา สัมพันธ์
ปริญญา	หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน)
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	อาจารย์ ดร.จริยา พิชัยคำ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร.เชาวฤทธิ์ จั่นจิ้น

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ จำนวน 168 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 41 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบ แบบประเมินทักษะกระบวนการ แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที

ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทั้ง 5 แผน ได้แก่ แตรเชียร์บอล โทรศัพท์แก้วพลาสติก การเกิดเสียงดังเสียงค่อย การเกิดเสียงสูงเสียงต่ำ และหูฟังป้องกันเสียง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : สะเต็มศึกษา, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, วิทยาศาสตร์

## Abstract

Title	Learning Management through STEM Education to Develop Learning Achievement on Sound and Hearing in Science Class for Prathomsuksa 5 Students
Author	Punyisa Sampan
Degree	Master of Education Program (Curriculum and Instruction)
Advisor	Dr. Jariya Pichaikum
Co-Advisor	Dr. Chaowarit Chancheen

The purposes of this research were to develop a lesson plan, to find out the learning achievement, and to examine Prathomsuksa 5 students' satisfaction of learning management through STEM education on sound and hearing in science class. The population used was 168 Prathomsuksa 5 students in the second semester of 2020 academic year of Uttaradit Rajabhat University Demonstration School, Muang District, Uttaradit Province. The sample selected by the cluster sampling method was 41 Prathomsuksa 5/2 students. The research instrument were a learning managements plan, a test, a process skill assessment form, a desirable characteristics evaluation form and a satisfaction questionnaire. The statistics used for data analysis were frequency, percentage, mean, standard deviation and t-test.

The results revealed that the learning management plan by STEM education on sound and hearing for Prathomsuka 5 students consisted of 5 plans as follow: Football Cheer Horns, String Telephones, Producing Loud and Soft Sounds, Producing High and Low Sounds, and Noise Reduction Headphones, which were appropriate at a high level. The students' lerning achievement was higher than 75 percent criteria with a 0.05 level of significance. In addition, the student satisfaction was at a high level.

Keyword : STEM Education, Learning Achievement, Science





## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงสมบูรณ์ได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร.จรียา พิชัยคำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และอาจารย์ ดร.เชาวฤทธิ์ จันจัน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาสละเวลาในการแก้ไข รวมทั้งให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ ข้อคิดต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อผลงานเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง มา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา รุจิเมธาภาส ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ อาจารย์ ดร.ชลายุทธ คุรุทเมือง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ และอาจารย์คชาภรณ์ อุดเลิศ อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบเครื่องมือ และให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ นายสัตวแพทย์สุทิน ฉากมงคล ที่เป็นแรงใจช่วยส่งเสริมสนับสนุนและเอาใจใส่ต่อผู้วิจัยตลอดระยะเวลาของการศึกษา

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัวของผู้วิจัย ที่เป็นแรงใจช่วยส่งเสริมสนับสนุนและเอาใจใส่ต่อผู้วิจัย รวมทั้งผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องและเพื่อนร่วมรุ่นที่ได้มอบกำลังใจให้กับผู้วิจัยตลอดระยะเวลาของการศึกษา

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ที่สนับสนุนทุนการศึกษาสำหรับผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหารและคณะครูโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ที่อำนวยความสะดวกในการทำวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5/1 ห้อง 5/3 และห้อง 5/4 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือ

ขอขอบคุณ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5/2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้ ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ หากจะพึงมีต่อการพัฒนาการศึกษาของไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการเรียนการสอน ขอมอบแต่บิดามารดา ครอบครัวและคณาจารย์ทุกท่าน

ปญญิสสา สัมพันธ์



## สารบัญ

บทที่	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย.....	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
สมมุติฐานการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
สาระสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	8
การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education).....	11
แผนการจัดการเรียนรู้.....	31
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	42
ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้.....	48

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	50
บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย .....	53
ประชากร.....	53
กลุ่มตัวอย่างและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง .....	53
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	53
การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	54
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	61
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	62
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	64
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 .....	64
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียงกับการได้ยิน โดยการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 .....	66
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง ศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 .....	69
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	71
สรุปผลการวิจัย.....	72
อภิปรายผล.....	73
ข้อเสนอแนะ .....	76
บรรณานุกรม.....	78
ภาคผนวก.....	84
ภาคผนวก ก รายงานผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย .....	85
ภาคผนวก ข หนังสือราชการ.....	87
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ .....	92

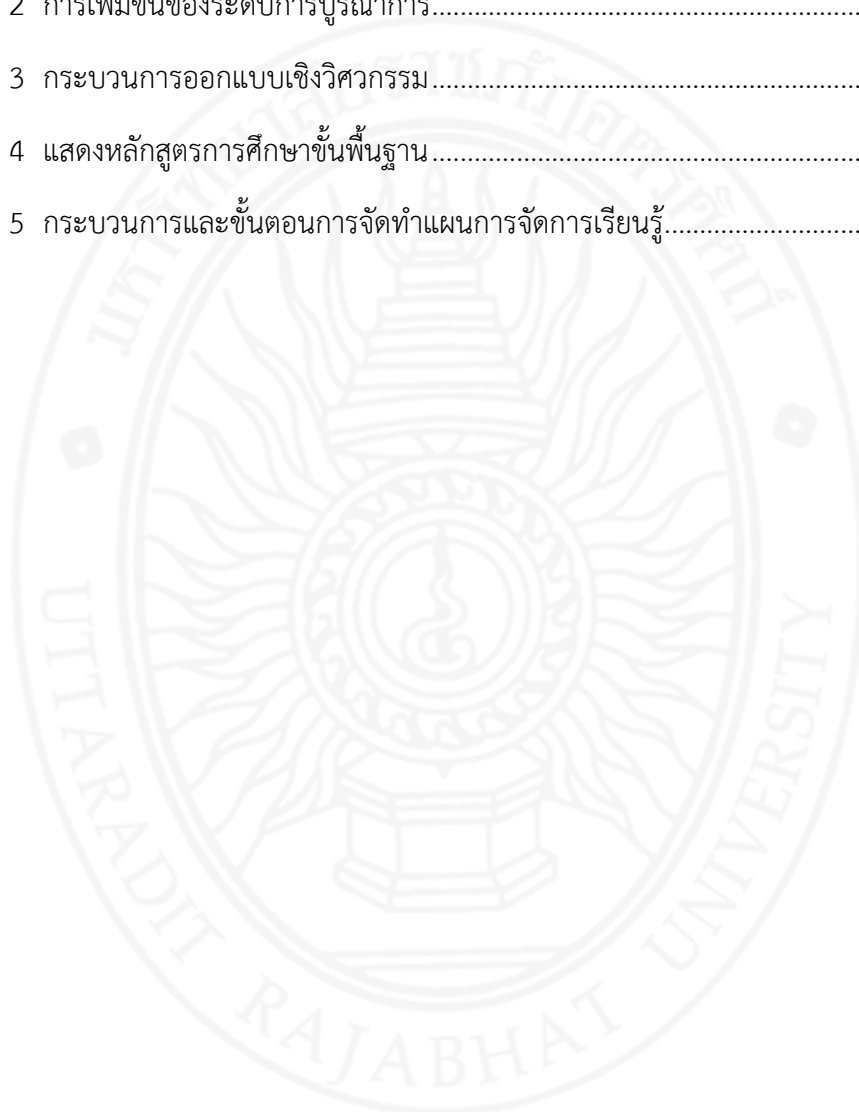
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย - แบบทดสอบ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 - ตัวอย่างแบบประเมินทักษะกระบวนการ - ตัวอย่างแบบประเมิน คุณลักษณะที่พึงประสงค์ .....	108
ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน .....	117
ภาคผนวก ฉ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ .....	119
ภาคผนวก ช เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ .....	123
ภาคผนวก ซ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นที่ ต้องการวัด ของแบบสอบถามความพึงพอใจ .....	143
ภาคผนวก ฌ ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	146
ภาคผนวก ฎ คะแนนจากการจัดการเรียนรู้ .....	171
ประวัติย่อผู้วิจัย .....	178

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงโครงสร้างเนื้อหา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	65
ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 .....	66
ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คะแนนด้านความรู้ (K) จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 .....	66
ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คะแนนด้านทักษะกระบวนการ (P) จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ...	67
ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คะแนนด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A) จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ....	67
ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 (N=41).....	68
ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ....	69

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
ภาพที่ 2 การเพิ่มขึ้นของระดับการบูรณาการ.....	20
ภาพที่ 3 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม.....	24
ภาพที่ 4 แสดงหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.....	39
ภาพที่ 5 กระบวนการและขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้.....	41



# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเตรียมผู้เรียนให้สามารถดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเจริญพัฒนาอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมปัจจุบันและต่อไปในอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน และการทำงานเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล ความคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น.92) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หลักที่อยู่ในโครงสร้างหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ซึ่งมีเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน นำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต พัฒนาการกระบวนกรคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อย่างสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น.2)

สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education: STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ และทักษะกระบวนกรด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการ นักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และได้นำ



ความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, น.4) แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น ครูผู้สอนต้องผนวกองค์ประกอบสำคัญของการเรียนการสอน 2 ด้าน คือ ด้านบริบท (Context) ซึ่งเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนเองและด้านเนื้อหา (Content) ซึ่งเกี่ยวข้องกับความรู้พื้นฐานที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น (พลศักดิ์ แสงพรหมศรี, ประสาท เนืองเฉลิม, และปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล, 2558, น.405) นอกจากนี้ สะเต็มศึกษายังช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี (กมลฉัตร กลุ่มอ้อม, 2559, น.343) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจึงเหมาะสมที่จะสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมสะเต็มศึกษา จะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในภาคการผลิตและการบริการที่สำคัญต่ออนาคตของประเทศ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558, น.5)

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ มีการจัดการศึกษาโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในส่วนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มุ่งเน้นที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเต็มศักยภาพและสามารถนำเนื้อหาความรู้ไปใช้เชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และจากการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน เป็นเรื่องที่มีเนื้อหาซับซ้อน มีลักษณะเป็นนามธรรม ยากต่อการเข้าใจ รูปแบบการสอนไม่น่าสนใจ ส่งผลให้นักเรียนไม่อยากเรียน และไม่สามารถนำเนื้อหาความรู้ไปใช้เชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ด้วยความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน ให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้นจากผู้สอนได้กำหนดสถานการณ์ ทำให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะการเรียนรู้ต่าง ๆ จากการได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง สามารถพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนในหลาย ๆ ด้าน เช่น การทำงานเป็นกลุ่ม การคิดแก้ปัญหา การออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานด้วยตัวผู้เรียนเอง มีความสนุกกับการเรียน เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นและช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ดียิ่งขึ้น และสามารถนำผลการวิจัยที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

## คำถามการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีลักษณะอย่างไร
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นอย่างไร
3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน อยู่ในระดับใด

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน

## สมมุติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

## ขอบเขตของการวิจัย

1. พื้นที่ที่ศึกษา  
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง  
ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 4 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 168 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ จำนวน 41 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

### 3. เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้เนื้อหาหน่วยที่ 4 เรื่อง เสียงกับการได้ยิน ใช้เวลาในการดำเนินการรวม 16 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ และเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีเนื้อหาสาระดังนี้

3.1 เรื่อง แตรเซียร์บอล จำนวน 1 แผน เวลา 4 ชั่วโมง

สาระสำคัญ คือ เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงและเสียงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดเสียงทุกทิศทางโดยอาศัยตัวกลาง

3.2 เรื่อง โทรศัพทแก้วพลาสติก จำนวน 1 แผน เวลา 3 ชั่วโมง

สาระสำคัญ คือ การได้ยินเสียงต้องอาศัยตัวกลาง โดยอาจเป็นของแข็ง ของเหลว หรืออากาศ เสียงจะส่งผ่านตัวกลางมายังหู เสียงเคลื่อนที่ในของแข็งได้ดีกว่าในของเหลว และเสียงเคลื่อนที่ในของเหลวได้ดีกว่าแก๊ส

3.3 เรื่อง การเกิดเสียงดัง เสียงค่อย จำนวน 1 แผน เวลา 3 ชั่วโมง

สาระสำคัญ คือ เสียงดัง เสียงค่อยที่ได้ยินขึ้นอยู่กับพลังงานการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง โดยเมื่อแหล่งกำเนิดเสียงสั่นด้วยพลังงานมากจะเกิดเสียงดัง แต่เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงสั่นด้วยพลังงานน้อยจะเกิดเสียงค่อย

3.4 เรื่อง การเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ จำนวน 1 แผน เวลา 3 ชั่วโมง

สาระสำคัญ คือ เสียงสูง เสียงต่ำ เรียกว่าระดับเสียง ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงมีความเร็วในการสั่นมาก (ความถี่สูง) จะทำให้เกิดเสียงสูงหรือเสียงแหลม ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงมีความเร็วในการสั่นน้อย (ความถี่ต่ำ) จะทำให้เกิดเสียงต่ำหรือเสียงทุ้ม

3.5 เรื่อง หูฟังป้องกันเสียง จำนวน 1 แผน เวลา 3 ชั่วโมง

สาระสำคัญ คือ มลพิษทางเสียง คือเสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญ การฟังเสียงที่มีความดังมากติดต่อกันเป็นเวลานาน เช่น เสียงซูดเจาะถนน เสียงวิทยุต่าง ๆ จะเป็นอันตรายต่อการได้ยินหรือหูของเราได้ อาจทำให้เยื่อแก้วหูฉีกขาด หรือเกิดอาการหูตึงหรือหูหนวกได้ เสียงที่ปลอดภัยต้องมีความดังไม่เกิน 85 เดซิเบล และต้องฟังไม่เกินวันละ 8 ชั่วโมง

#### 4. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

4.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน  
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

4.2.2 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้  
ตามแนวสะเต็มศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน

#### 5. ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

#### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หมายถึง รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน หรือปัญหาที่นักเรียนสนใจเชื่อมโยงกับเนื้อหา เพื่อกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ โดยนักเรียนจะต้องร่วมกันคิดหาทางแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานจากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นนั้น ด้วยการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ และเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ในภาคทฤษฎีมาใช้ในการเชื่อมโยง และแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้น มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นขั้นที่ครูผู้สอน กำหนดสถานการณ์จากเหตุการณ์หรือสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน ให้นักเรียนร่วมกันทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

1.2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา โดยการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ จากนั้นนำข้อมูล แนวคิดหรือวิธีการที่สืบค้นมาได้ มาแบ่งปันกับสมาชิกในกลุ่ม แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานที่เหมาะสมกับแนวทางการแก้ปัญหา รวมทั้งประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

1.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มต้องร่วมกัน ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ที่ได้สืบค้น

มาผ่านการวาดภาพหรือการแสดงรายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็น โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

1.4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและกำหนดลำดับขั้นตอนการดำเนินการ แล้วลงมือปฏิบัติในการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงาน ตามที่ได้ออกแบบไว้

1.5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทดสอบและประเมินผลของวิธีการแก้ปัญหาหรือนำชิ้นงานที่ได้ร่วมกันสร้างขึ้น ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพหรือสามารถแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้หรือไม่ และดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ให้มีประสิทธิภาพอย่างเหมาะสมที่สุดหรือมีข้อบกพร่องน้อยที่สุด

1.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอแนวคิด ขั้นตอนการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานให้ทุกคนในชั้นเรียนได้เข้าใจภายในเวลาที่ครูกำหนด จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการทำกิจกรรมเพื่อแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงกับความรู้ที่ได้รับ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนที่สามารถวัดออกมาเป็นคะแนน ดังนี้

2.1 ด้านความรู้ (Knowledge) จากการทำใบกิจกรรม ใบงานหรือชิ้นงานในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบ เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถใช้การเชื่อมโยงเข้ากับเนื้อหาสาระสำคัญซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.2 ด้านทักษะกระบวนการ (Process Skill) จากการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills) โดยประเมินตามจุดประสงค์ของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบ Rubric Scale ให้เป็นคะแนน จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยทักษะที่จำเป็นสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปกและสเปกกับเวลา ทักษะการใช้จำนวน ทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายของข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์

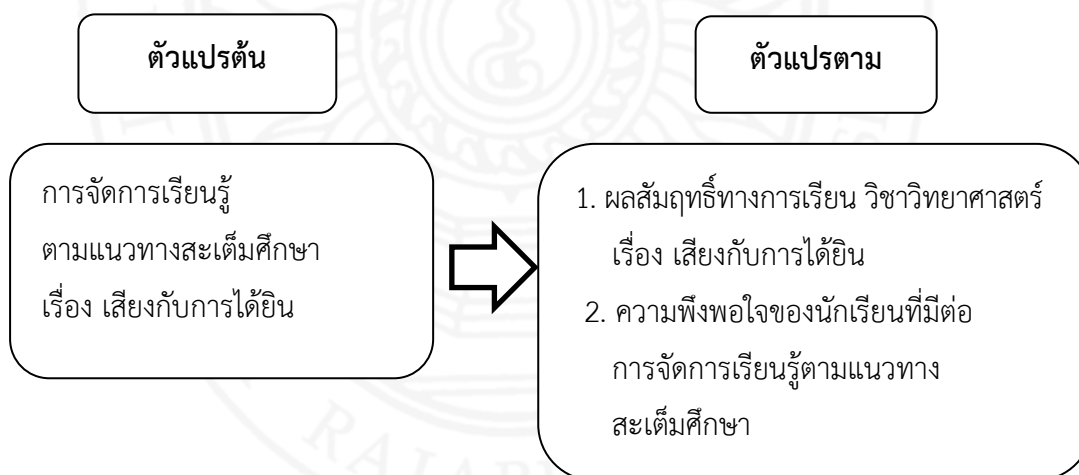
2.3 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (Attribute) จากการประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบ Rubric Scale ให้เป็นคะแนน จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในชั้นเรียนระหว่างการจัดกิจกรรม ได้แก่ การใฝ่เรียนใฝ่รู้ การมุ่งมั่นในการทำงาน และการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

3. ความพึงพอใจ หมายถึง ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ ด้านจุดประสงค์ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับและการนำไปใช้ จำนวน 10 ข้อ

### ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับครูผู้สอนในการบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 วิชา
2. ยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนผ่านการเรียนรู้แบบองค์รวมและการลงมือปฏิบัติตามแนวทางสะเต็มศึกษา
3. นักเรียนสามารถพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนในหลายด้านด้วยกัน เช่น การทำงานเป็นกลุ่ม การคิดแก้ปัญหา การออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานด้วยตัวผู้เรียนเอง

### กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัย ดังนี้

1. สาระสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)
3. แผนการจัดการเรียนรู้
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### สาระสำคัญของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, น.92) วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบัน และอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวก ในชีวิตและการทำงานเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยาน ที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-Based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจ ในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, น.3) ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมวลมนุษย และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการ สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำ กิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
2. วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น
3. วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
4. เทคโนโลยี
  - 4.1 การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคม ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์ อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม



4.2 วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา เป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น.3)

1. เข้าใจโครงสร้าง ลักษณะเฉพาะการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ การทำหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ของพืช และการทำงานของระบบย่อยอาหารของมนุษย์

2. เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะและการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การละลาย การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้และการแยกสารอย่างง่าย

3. เข้าใจลักษณะของแรงโน้มถ่วงของโลก แรงแล้วยึดเหนี่ยว แรงไฟฟ้าและผลของแรงต่าง ๆ ผลที่เกิดจากแรงกระทำต่อวัตถุความดัน หลักการที่มีต่อวัตถุวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ปรากฏการณ์เบื้องต้นของเสียง และแสง

4. เข้าใจปรากฏการณ์การขึ้นและตก รวมถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างปรากฏของดวงจันทร์ องค์ประกอบของระบบสุริยะ คาบการโคจรของดาวเคราะห์ความแตกต่างของดาวเคราะห์และดาวฤกษ์ การขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์การใช้แผนที่ดาว การเกิดอุปราคา พัฒนาการและประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ

5. เข้าใจลักษณะของแหล่งน้ำ วัฏจักรน้ำ กระบวนการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง น้ำค้างแข็ง หยาดน้ำฟ้า กระบวนการเกิดหิน วัฏจักรหิน การใช้ประโยชน์หินและแร่ การเกิดซากดึกดำบรรพ์ การเกิดลมบก ลมทะเล มรสุม ลักษณะและผลกระทบของภัยธรรมชาติธรณีพิบัติภัย การเกิดและผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก

6. ค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพและประเมินความน่าเชื่อถือ ตัดสินใจเลือกข้อมูล ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการทำงานร่วมกัน เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพสิทธิของผู้อื่น

7. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่จะสำรวจ ตรวจสอบ วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ

8. วิเคราะห์ข้อมูล ลงความเห็น และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มาจากการสำรวจ ตรวจสอบในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบได้อย่างมีเหตุผล และหลักฐานอ้างอิง

9. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง แสดงความคิดเห็นของตนเอง ยอมรับในข้อมูลที่มีหลักฐานอ้างอิง และรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

10. แสดงความรับผิดชอบด้วยการทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์จนงานลุล่วงเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

11. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

12. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้การดูแลสุขภาพ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตเนื้อหาตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง เสียงกับการได้ยิน ในสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 2.3 ป.5/1 อธิบายการได้ยินเสียงผ่านตัวกลางจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.3 ป.5/2 ระบุตัวแปร ทดลอง และอธิบายลักษณะและการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ

ว 2.3 ป.5/3 ออกแบบการทดลองและอธิบายลักษณะและการเกิดเสียงดัง เสียงค่อย

ว 2.3 ป.5/4 วัดระดับเสียงโดยใช้เครื่องมือวัดระดับเสียง

ว 2.3 ป.5/5 ตระหนักในคุณค่าของความรู้เรื่องระดับเสียง โดยเสนอแนะแนวทาง

ในการหลีกเลี่ยงและลดมลพิษทางเสียง

## การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)

### ความหมายของสะเต็มศึกษา

นักการศึกษาให้ความหมายของสะเต็มแตกต่างกัน ดังนี้

พรทิพย์ ศิริภทราชัย (2556, น.49) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า คือการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจน

วิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

มนตรี จุฬาวัดมณฑล (2556, น.16) ได้ให้ความหมายของของสะเต็มศึกษาไว้ว่า คือวิธีการ จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่อนุบาล ประถมศึกษา มัธยมศึกษา ไปจนถึงอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา โดยไม่เน้นเพียงการท่องจำสูตร เพียงอย่างเดียว แต่สะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะการหา ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการกัน เพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญ ๆ ที่พบในชีวิตจริง

ชลธิศ สมานิติ (2557, น.1) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นรูปแบบการจัดการ การศึกษาที่บูรณาการกลุ่มสาระและทักษะกระบวนการของทั้ง 4 สาระอันได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ โดยนำลักษณะธรรมชาติของแต่ละสาขาวิชา และกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนมาผสมผสานกันเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนา ทักษะที่สำคัญและจำเป็นอีกทั้งยังตอบสนองต่อการดำรงชีวิตอยู่ในยุคปัจจุบันและโลกอนาคต

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น.4) ได้ให้ความหมาย ของสะเต็มศึกษาไว้ว่าเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้ องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และนำความรู้มา ออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ในอนาคต

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557, น.4) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่าเป็นแนวทาง การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ขณะเดียวกัน ก็ต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับการเรียนรู้เนื้อหา รวมถึง การกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุมีผล ในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ

สิรินภา กิจเกื้อกุล (2558, น.201) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นการจัดการ เรียนรู้แบบบูรณาการกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ที่เน้นส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคน สามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีทักษะในการออกแบบและคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริง ตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม

คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา (2559) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นแนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้ และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21

Tsupros, Kohler, and Hallinen (2009) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า คือ แนวทางการจัดการ เรียนรู้แบบสหวิทยาการ ที่ผนวกแนวคิดทางวิชาการกับความเป็นจริงที่เกิดขึ้นบน โลก โดยนักเรียน สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ภายใต้บริบทที่มี ความสัมพันธ์กับโรงเรียน ชุมชน ที่ทำงาน และบริษัทต่าง ๆ ในระดับโลก ทำให้นักเรียนสามารถที่จะ พัฒนาความรู้และความเข้าใจด้านสะเต็ม และสามารถที่จะแข่งขันในเศรษฐกิจ ยุคใหม่ได้

Koehler, Faraclas, Giblin, Moss and Kazerounian (2013, อ้างถึงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2558, น.202) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า คือ การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิด การรู้เรื่องทางเทคนิค สามารถนำเนื้อหา ความรู้ และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและ สามารถตัดสินใจในสถานการณ์ปัญหาอย่างผู้มีความรู้ ความเข้าใจในเทคโนโลยี

Roberts (2013, น.22-27) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า คือวิธีการหลอม รวม 4 ศาสตร์วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เป็นหนึ่งเดียว การหลอมรวมทำได้โดยจัดการเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนฐานของการปฏิบัติการออกแบบ (Design-Based) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การค้นพบ (Discovery) และการใช้ยุทธวิธีการสำรวจ (Exploratory Learning Strategies)

สรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา คือ เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยการเรียนรู้จากการทำงานกิจกรรมหรือโครงการที่มุ่งแก้ไขปัญหามที่พบเห็นในชีวิตจริง ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ ได้ผลผลิตหรือชิ้นงานที่เกิดจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม นำไปสู่การสร้างนวัตกรรมต่อไป

#### **จุดเริ่มต้นของแนวทางสะเต็มศึกษา**

จุดเริ่มต้นของแนวคิด STEM มาจากสหรัฐอเมริกา ที่ประสบปัญหาเรื่องผลการทดสอบ PISA ของสหรัฐอเมริกา ที่ต่ำกว่าหลายประเทศและส่งผลต่อขีดความสามารถ ด้านวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีและวิศวกรรม รัฐบาลจึงมีนโยบายส่งเสริมการศึกษาโดยพัฒนา STEM ขึ้นมาเพื่อหวังว่า จะช่วยยกระดับผลการทดสอบ PISA ให้สูงขึ้นและจะเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมทักษะที่จำเป็น

สำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์, 2556, น.49) การพัฒนาประเทศเพื่อให้สามารถอยู่รอดได้ในยุคศตวรรษที่ 21 ผู้นำประเทศต่าง ๆ มีเป้าหมายพัฒนาให้เยาวชนในประเทศมีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ จึงได้ดำเนินการปฏิรูปการศึกษา วิทยาศาสตร์โดยตั้งเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ว่า ต้องพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ ควบคู่กับความรู้และทักษะทางวิศวกรรมศาสตร์ สามารถประยุกต์ใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบันและอนาคต

### แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556, น.50) ได้กล่าวถึง แนวคิดและลักษณะที่สำคัญของการจัดการ เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ ดังนี้

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

1.1 วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักศึกษามักใช้แนวทางให้อาจารย์ ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียน ระดับ มัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึก ทำทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน

1.2 เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการ วารสาร นักบริหาร 50 Executive Journal ทำงานทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึง คอมพิวเตอร์ หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

1.3 วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ให้กับนิสิตนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี

1.4 คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มีได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่น ๆ ที่สำคัญ ประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่ การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูปและการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ประการที่สอง ภาษาคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจ ความคิดรวบยอด

(Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ ประการต่อมาคือการส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็ก หรือ การทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาลจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลายโดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำ STEM Education มาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่า ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based Learning, Problem-based Learning, Design-based Learning ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้สะเต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าใด ก็ยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกามีการนำสะเต็มศึกษาไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Preschool) ด้วย

นอกจาก STEM Education จะเป็นการบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 สาขาดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังเป็นการบูรณาการด้านบริบท (Context Integration) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอีกด้วย ซึ่งจะทำให้การสอนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้น ๆ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะเพิ่มโอกาสการทำงาน การเพิ่มมูลค่าและสามารถสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจได้

3. เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วนและสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

3.1 ด้านปัญญา ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชา

3.2 ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

3.3 ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำ ตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

จะเห็นได้ว่าจากแนวคิดข้างต้น นักการศึกษาที่ยังมีการบูรณาการศาสตร์อื่น ๆ ประกอบ เพื่อให้การจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นครอบคลุมและพัฒนาผู้เรียนได้อย่างแท้จริงแบบรอบด้าน เช่น การจัดการศึกษา STEAM Education ที่มีการบูรณาการศิลปะ (A) ผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดหรือประยุกต์ใช้แนวคิดสำคัญ (Concept) ด้วยความคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถสื่อสารความคิดของตนเองในรูปแบบของดนตรีและการเคลื่อนไหว การสื่อสารด้วยภาษาท่าทางหรือการวาดภาพหรือการสร้างโมเดลจำลองทำให้ชิ้นงานนั้นมีความสวยงามเพิ่มขึ้น เกิดเป็นชิ้นงานที่มีความสมบูรณ์ทั้งการใช้งานและความสวยงาม (ยศวีร์ สายฟ้า, 2555 อ้างถึงใน ปารีชาติ ประเสริฐสังข์ และธีรศาสตร์ คณาศรี, 2560, น.10)

นอกจากนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2559, น.13) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 5 ประการ ได้แก่

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษา ในระหว่างการเรียนรู้
2. มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด
3. มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบแอคทีฟ (Active Learning) ของผู้เรียน
4. ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้
5. สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความ เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน หรือการประกอบอาชีพในอนาคต

#### เป้าหมายของสะเต็มศึกษา

ความหมายของสะเต็มศึกษาอาจมีความแตกต่างกัน แต่เมื่อกล่าวถึงสะเต็มศึกษา ในแต่ละท้องถิ่นก็มักจะอ้างอิงถึง STEM Literacy (การรับรู้สะเต็ม) ที่เป็นแกนหลักหรือเป้าหมายที่สำคัญในการพัฒนาผู้เรียน กล่าวคือ เป็นคุณลักษณะที่ผู้เรียนต้องได้เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานี้ ซึ่ง Honey and Kanter (2013, น.3-5) เสนอแนะรายละเอียดเกี่ยวกับ STEM literacy ของผู้เรียนว่าผู้เรียนควรมี ดังนี้

1. ความตระหนักต่อบทบาทของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในสังคมหรือในชีวิตประจำวัน กล่าวคือ ผู้เรียนมีเข้าใจและสามารถอธิบายความสำคัญขององค์ความรู้ด้านสะเต็มที่มีผลต่อการใช้ชีวิตประจำวันในด้านต่าง ๆ
2. ความคุ้นเคยหรือคุ้นชินต่อหลักการหรือแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ นั่นคือ ผู้เรียนสามารถแสดงความเชื่อมโยงของแนวคิดทางสะเต็มกับปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
3. ความสามารถในการประยุกต์ใช้ทักษะกระบวนการ แนวความคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือในการทำงาน (อาชีพ) ต่าง ๆ ได้ นั่นคือ ผู้เรียนสามารถแสดงความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะด้านสะเต็ม ในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นเหตุและเป็นผล รวมทั้งเข้าใจความสำคัญของความรู้ด้านสะเต็มต่อการประกอบอาชีพ

นอกจากนี้ National Governor's Association (2009, อ้างถึงใน อับดุลยามีน หะยีชาเดร์, 2560, น.16) ได้กล่าวถึงเป้าหมายหลักของสะเต็มศึกษา คือ การที่ผู้เรียนมีการรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM literacy) ซึ่งหมายถึงความสามารถในการ

ประยุกต์ความเข้าใจของตนเองในการศึกษาความเป็นไปของโลกโดยใช้การบูรณาการความรู้จากทั้งสี่รายวิชาซึ่งความหมายของการรู้ด้านต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

1. การรู้วิทยาศาสตร์ (Science Literacy) ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหา (หลัก กฎ และทฤษฎี) วิชาวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และโลก อวกาศ ดาราศาสตร์) สามารถเชื่อมโยงความเกี่ยวเนื่องเนื้อหาสาระหว่างสาระวิชา และมีทักษะในการปฏิบัติการเชิงวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล สามารถค้นหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

2. การรู้เทคโนโลยี (Technology Literacy) ความเข้าใจและความสามารถในการใช้งานจัดการและเข้าถึงเทคโนโลยี (กระบวนการหรือสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์)

3. การรู้วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Literacy) ความเข้าใจการพัฒนาหรือการได้มาของเทคโนโลยีโดยการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีอยู่กับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อสร้างเครื่องใช้หรือวิธีการเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต

4. การรู้คณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) ความสามารถในการวิเคราะห์ ให้เหตุผล และการประยุกต์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ภายใต้บริบทที่แตกต่างกัน รวมถึงตระหนักถึงบทบาทของคณิตศาสตร์และสามารถใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการวินิจฉัยและการตัดสินใจที่ดี

เป้าหมายหลักของสะเต็มศึกษาข้างต้นเป็นเพียงเป้าหมายกว้าง ๆ ส่วนเป้าหมายที่เฉพาะเจาะจงนั้น นักการศึกษาได้พยายามกำหนดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูนำไปใช้ในการกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน ซึ่งมอร์ริสัน (Morrison, 2006, อ้างถึงใน อับดุลยามีน หะยีชาเดร์, 2560, น.16) ได้รวบรวมและสรุปเกี่ยวกับเป้าหมายด้านผู้เรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ STEM ไว้ว่า ผู้เรียนมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. เป็นนักแก้ปัญหา โดยผู้เรียนสามารถตั้งคำถามและระบุปัญหา ออกแบบ แนวทางการรวบรวม จัดระบบข้อมูล ลงข้อสรุปและประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ในสถานการณ์ใหม่

2. เป็นนักสร้างสรรค์นวัตกรรม (Innovators) ในการประยุกต์ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีกับกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างสร้างสรรค์

3. เป็นนักประดิษฐ์ รู้ถึงความต้องการของสังคมเพื่อเป็นพื้นฐานในการออกแบบ ตรวจสอบ ปรับปรุงและแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ เพื่อตอบสนองความต้องการที่แท้จริง



4. เป็นนักพึ่งพาตนเอง (Self-Reliant) ที่สามารถนำความคิดที่ริเริ่มและแรงจูงใจภายในมาใช้ในการสร้างและพัฒนาความเชื่อมั่นในตนเองให้สามารถให้สามารถทำงานได้

5. เป็นนักคิดอย่างมีเหตุผล (Logical Thinkers) คือเข้าใจและอธิบายธรรมชาติของเทคโนโลยี การพัฒนาทักษะที่จำเป็นและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม

จะเห็นได้ว่าเป้าหมายในภาพรวมของสะเต็มศึกษานั้นคือมุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ถึงความสัมพันธ์ ผลกระทบทั้งแง่บวกและแง่ลบของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้เหล่านั้นไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์หรือใช้ในการ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันในฐานะของพลเมืองที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมผ่านกระบวนการ คิดอย่างสร้างสรรค์ เป็นเหตุเป็นผล มีระบบและเป็นลำดับขั้นตอนโดยคำนึงถึงผลที่จะเกิดต่อสังคม ทั้งในระดับปัจเจกบุคคล ชุมชนและระดับโลก

#### **ความสำคัญของสะเต็ม (STEM) และสะเต็มศึกษา (STEM Education)**

ในสังคมโลกในขณะนี้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วด้วยความก้าวหน้าเทคโนโลยี การสื่อสารก่อให้เกิดปรากฏการณ์ที่มีข้อมูลข่าวสารจำนวนมากไหลเวียนอยู่ในแหล่งต่าง ๆ รวมถึงการที่ต้องแข่งขันกันเพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจการค้า ทำให้ทุกประเทศต้องเร่งพัฒนาประชากรของตน ให้มีคุณภาพสูงขึ้น เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตและแข่งขันในตลาดแรงงานกับนานาอารยประเทศได้ เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการปรับหลักสูตรโดยบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคต ส่วนของผู้สอนและผู้เรียนก็ต้องมีปรับเปลี่ยนตนเองให้มีทักษะที่จำเป็นในการเป็นผู้สอนและผู้เรียนสำหรับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ซึ่งกำลังเป็นหัวข้อที่ได้รับความสนใจ กล่าวถึงกันอย่างมากในวงวิชาการ สำหรับประเทศไทย คณะกรรมการการศึกษาธิการสื่อสารมวลชน การวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สารสนเทศ สภานิติบัญญัติแห่งชาติ (2558, น.6-7) ได้กล่าวถึงความสำคัญของสะเต็ม (STEM) และสะเต็มศึกษา (STEM Education) ว่าประเทศไทยยังให้ความสำคัญกับการสร้างความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมน้อยมาก ทำให้ขาดองค์ประกอบที่สำคัญต่อการพัฒนาสังคม และเศรษฐกิจที่เป็นรูปธรรม และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางนวัตกรรม และความรู้ที่ยั่งยืน สังคมไทยไม่ได้ใช้ความรู้และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการตัดสินใจแก้ปัญหาด้านเศรษฐกิจและสังคม หรือภัยพิบัติต่าง ๆ โครงสร้างพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ไม่เพียงพอและเชื่อมโยง ขาดช่องทางการเข้าถึงที่มีประสิทธิภาพ การผลิตและพัฒนา กำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมไม่เพียงพอทั้งปริมาณและคุณภาพ ขาดการมีส่วนร่วมของภาคการผลิต ทำให้มีข้อจำกัดในการพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ ระบบข้อมูลไม่ครบถ้วน ไม่ถูกต้อง ไม่บูรณาการ และเข้าไม่ถึง จึงจำเป็นต้องมีการปฏิรูปแนวทางการผลิตและพัฒนา กำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมอย่างเร่งด่วน โจทย์ที่สำคัญและท้าทายรัฐบาลในปัจจุบัน

และอนาคตคือการก้าวพ้นกับดักประเทศรายได้ปานกลาง (Middle Income Trap) ในขณะเดียวกัน ประเทศไทยที่กำลังจะเข้าสู่ สังคมผู้สูงอายุ ทำให้มีสัดส่วนของประชากรในวัยทำงานลดลง การออกจากกับดักที่ต้องเพิ่มรายได้ต่อหัวประชาชาติด้วยจำนวนแรงงานลดลงนี้ จำเป็นต้องเพิ่มทักษะและคุณภาพของแรงงาน ด้านสะเต็มศึกษา น่าจะเป็นคำตอบที่จะสามารถช่วยเพิ่มการสร้างผลผลิต (Productivity) ของประเทศขึ้นได้ เพราะสะเต็มศึกษาจะสามารถช่วยสร้างทักษะด้านสะเต็มให้แก่เยาวชนในระบบการศึกษา ผลิตกำลังคนที่มีทักษะด้านสะเต็ม (STEM Workforce) ตลอดจนช่วยยกระดับทักษะขีดความสามารถทางเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมของประชากรในวัยทำงาน (Career Development) อีกด้วย โดยเฉพาะแรงงานในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม เพื่อให้บริษัทเหล่านี้สามารถพัฒนาไปสู่บริษัทที่มีทักษะและความสามารถที่จะผลิตสินค้าคุณภาพสูงได้ ประเทศไทยจำเป็นต้องยกระดับการลงทุนทางด้านการวิจัยและพัฒนา จะต้องยกระดับขึ้นไปอีกระดับ จึงจำเป็นต้องพัฒนาระบบการผลิตกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อรองรับการลงทุนนี้ ไม่เพียงแต่ในสถาบันอุดมศึกษาหรืออาชีวศึกษา แต่จำเป็นต้องเริ่มพัฒนากำลังคนในการสร้างความรู้ความเข้าใจ และแรงบันดาลใจให้แก่ผู้เรียนระดับประถมศึกษา จะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนรู้ โดยครูจะต้องสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ ตั้งคำถามแล้วหาคำตอบด้วยตนเอง รวมทั้งสามารถทำงานเป็นกลุ่มในระดับมัธยมศึกษาจะต้องนำสะเต็มศึกษามาใช้มากขึ้น ดังนั้น การเรียนการสอน วิธีการวัดผลสำหรับสะเต็มศึกษาจะต้องปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนจากการเรียนทฤษฎีเพียงอย่างเดียวเป็นการเรียนที่มีการลงมือปฏิบัติมากขึ้น ในระดับอุดมศึกษาก็ต้องมีการเปลี่ยนแปลงเช่นกัน ตัวอย่างเช่น การผลิตวิศวกรในปัจจุบันมุ่งเน้นการทำงานในโรงงานนั้น พบปัญหาว่าวิศวกรเหล่านี้ ทำงานได้เพียงระดับปฏิบัติการทั่วไป แต่ความสามารถในการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ ยังไม่มากนัก อาจเนื่องมาจากความรู้พื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอหรือเหมาะสม การใช้สะเต็มศึกษาน่าจะช่วยให้วิศวกรเข้าใจและมีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นในการนำไปสร้างพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ หรือสรรค์สร้างนวัตกรรมต่าง ๆ เนื่องจากสะเต็มศึกษาเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาคือการเชื่อมต่อองค์ความรู้และการนำงานวิจัยไปสู่การใช้จริงได้

### **การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน**

การนำแนวคิดแบบสะเต็มศึกษาลงสู่ภาคปฏิบัติในชั้นเรียน สามารถทำได้ในรูปแบบของการบูรณาการด้านเนื้อหา ทักษะปฏิบัติการ กิจกรรมการเรียนรู้ หรือการประยุกต์ความรู้ที่สามารถปฏิบัติได้ทั้งแบบแยกรายวิชา และแบบรวมรายวิชา ตามข้อเสนอแนะของเขมวดี พงศานนท์ (อ้างถึงในสิรินภา กิจเกื้อกูล, 2558, น.155) ดังนี้

1. ระดับการบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่ชั้นเรียน การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary) หมายถึง ผู้สอนจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหา (Contents) และทักษะปฏิบัติการของ 4 สาขาวิชาในสะเต็มศึกษาแยกกันเป็นวิชาทางวิทยาศาสตร์ วิชาทางเทคโนโลยี วิชาทางวิศวกรรมศาสตร์และวิชาทางคณิตศาสตร์

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary) หมายถึง ผู้สอนจัดการเรียนรู้ ด้านเนื้อหาและทักษะปฏิบัติการของ 4 สาขาวิชาในสะเต็มศึกษาแยกกันเป็นวิชาทางวิทยาศาสตร์ วิชาทางเทคโนโลยี วิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาทางคณิตศาสตร์ แต่ได้มีการกำหนดหัวข้อหลัก (Theme) หรือหัวข้อเรื่องที่จะจัดการเรียนรู้เหมือนกัน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นความเชื่อมโยง ระหว่างกันได้

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) หมายถึง ผู้สอนจับคู่หรือตั้งทีมงาน ช่วยกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหาและทักษะปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกัน เป็นการรวมกันมากกว่า 1 สาขาวิชาของสะเต็มศึกษา ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นความสอดคล้อง และสัมพันธ์กันของวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary) หมายถึง ผู้สอนทั้ง 4 สาขาวิชา ของสะเต็มศึกษา ร่วมมือกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะต่าง ๆ ของทั้ง 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ สำหรับการแก้ไขปัญหาในชีวิตจริง และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น การจัดการเรียนรู้ แบบโครงงาน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนสะเต็ม ศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่ การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary), การบูรณาการ แบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration), การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) และการบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration)



ภาพที่ 2 การเพิ่มขึ้นของระดับการบูรณาการ  
ที่มา: Vasquez, Snelder and Comer, (2013)

## แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จำรัส อินทลาภพร (2558, น.64) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่

1. จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและท้าทายการคิดของผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้ ซึ่งมี 7 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 Clarifying Unfamiliar Terms กลุ่มผู้เรียนทำความเข้าใจคำศัพท์ ข้อความที่ปรากฏอยู่ในปัญหาให้ชัดเจน โดยอาศัยความรู้พื้นฐานของสมาชิกในกลุ่มหรือการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารตำราหรือสื่ออื่น ๆ

1.2 Problem Definition กลุ่มผู้เรียนระบุปัญหาหรือข้อมูลสำคัญร่วมกัน โดยทุกคนในกลุ่มเข้าใจปัญหา เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ใดที่กล่าวถึงในปัญหานั้น

1.3 Brainstorm กลุ่มผู้เรียนระดมสมองวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ และหาเหตุผลมาอธิบาย โดยอาศัยความรู้เดิมของสมาชิกกลุ่ม เป็นการช่วยกันคิดอย่างมีเหตุมีผล สรุปรวบรวมความรู้และแนวคิดของกลุ่มเกี่ยวกับกลไกการเกิดปัญหา เพื่อนำไปสู่การสร้างสมมติฐานที่สมเหตุสมผลเพื่อใช้แก้ปัญหา

1.4 Analyzing the Problem กลุ่มผู้เรียนอธิบายและตั้งสมมติฐานที่เชื่อมโยงกันกับปัญหาตามที่ได้ระดมสมองกัน แล้วนำผลการวิเคราะห์มาจัดลำดับความสำคัญ โดยใช้พื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน การแสดงความคิดอย่างมีเหตุผล

1.5 Formulating Learning Issues กลุ่มผู้เรียนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อค้นหาข้อมูลที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ที่ตั้งไว้ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าความรู้ส่วนใดรู้แล้ว ส่วนใดต้องกลับไปทบทวน ส่วนใดยังไม่รู้หรือจำเป็นต้องไปค้นคว้าเพิ่มเติม

1.6 Self-Study ผู้เรียนค้นคว้ารวบรวมสารสนเทศจากสื่อและแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning)

1.7 Reporting จากรายงานข้อมูลสารสนเทศใหม่ที่ได้เข้ามา กลุ่มผู้เรียนนำมาอภิปราย วิเคราะห์ สังเคราะห์ ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ แล้วนำมาสรุปเป็นหลักการและแนวทางเพื่อนำไปใช้อีกต่อไป

2. จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทำโครงงานที่ตนเองสนใจโดยร่วมกันสำรวจสังเกตและกำหนดเรื่องที่ตนเองสนใจมีการวางแผนในการทำโครงงานร่วมกันโดยศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลงมือ

ปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่แล้วเขียนรายงานและนำเสนอต่อสาธารณชนและนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด ซึ่งมี 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน ครูให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำโครงการก่อนการเรียนรู้ เนื่องจากการทำโครงการมีรูปแบบและขั้นตอนที่ชัดเจนและรัดกุม ดังนั้นผู้เรียนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงการไว้เป็นพื้นฐาน เพื่อใช้ในการปฏิบัติขณะทำงานโครงการจริงในขั้นแสวงหาความรู้

2.2 ขั้นกระตุ้นความสนใจ ครูเตรียมกิจกรรมที่จะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน โดยต้องคิดหรือเตรียมกิจกรรมที่ดึงดูดให้ผู้เรียนสนใจ ใฝ่รู้ ถึงความสนุกสนานในการทำโครงการหรือกิจกรรมร่วมกัน โดยกิจกรรมนี้อาจเป็นกิจกรรมที่ครูกำหนดขึ้น หรืออาจเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนมีความสนใจต้องการจะทำอยู่แล้ว ทั้งนี้ในการกระตุ้นของครูจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเสนอจากกิจกรรมที่ได้เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ของครูที่เกี่ยวข้องกับชุมชนที่ผู้เรียนอาศัยอยู่หรือเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

2.3 ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ ครูให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มกันแสวงหาความรู้ ใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผน ดำเนินกิจกรรม โดยนักเรียนเป็นผู้ร่วมกันวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง โดยระดมความคิดและหารือ แบ่งหน้าที่เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติร่วมกัน หลังจากที่ได้ทราบหัวข้อสิ่งที่ตนเองต้องเรียนรู้ในภาคเรียนนั้น ๆ เรียบร้อยแล้ว

2.4 ขั้นแสวงหาความรู้ ในขั้นแสวงหาความรู้ มีแนวทางปฏิบัติสำหรับผู้เรียนในการทำกิจกรรม ดังนั้น นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมโครงการตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจผู้เรียนปฏิบัติหน้าที่ของตนตามข้อตกลงของกลุ่ม พร้อมทั้งร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรม โดยขอคำปรึกษาจากครูเป็นระยะ เมื่อมีข้อสงสัยหรือปัญหาเกิดขึ้นผู้เรียนร่วมกันเขียนรูปเล่ม สรุปรายงานจากโครงการที่ตนปฏิบัติ

2.5 ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ ครูให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถาม ถามผู้เรียนนำไปสู่การสรุปสิ่งที่เรียนรู้

2.6 ขั้นนำเสนอผลงาน ครูให้ผู้เรียนนำเสนอผลการเรียนรู้ โดยครูออกแบบกิจกรรมหรือจัดเวลาให้ผู้เรียนได้เสนอสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้น และผู้เรียนอื่น ๆ ในโรงเรียนได้ชมผลงานและเรียนรู้กิจกรรมที่ผู้เรียนปฏิบัติในการทำโครงการ

3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน จุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็ม คือ การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, น.4) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 การระบุปัญหา (Identify Problem) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

3.2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับผู้แก้ปัญหา อาจมีการดำเนินการ ซึ่งได้แก่

3.2.1 การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่และหากมีเขาแก้ปัญหาอย่างไรและมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

3.2.2 การค้นหาแนวคิด คือ การค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหาคควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจัดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อนและความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การวางแผนการดำเนินงาน โดยผู้แก้ปัญหาคต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน ในขั้นตอนของการพัฒนา ผู้แก้ปัญหาคต้องวาดแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

3.4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไปคือ การพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาคต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

3.5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบ เพื่อแก้ปัญหาผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้ง ในกระบวนการแก้ปัญหา

3.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Present the Solution) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์ จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ (ภาพที่ 3)

อย่างไรก็ตาม การแก้ปัญหตามขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม อาจมีลำดับขั้นตอนที่แตกต่างกัน โดยอาจมีการสลับขั้นตอนหรือย้อนกลับขั้นตอนได้ และโดยทั่วไปการสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือการแก้ปัญหาเรื่องใดเรื่องหนึ่งนั้น มักเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำ และต่อเนื่องจนกว่าจะสามารถแก้ปัญหาได้ (มนตรี จุฬาววัฒนทล, 2559, น.4)



ภาพที่ 3 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น.17)

จากแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีแนวความคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้นำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้เป็นขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีทั้งสิ้น 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นขั้นที่ครูผู้สอน กำหนดสถานการณ์จากเหตุการณ์หรือสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน ให้นักเรียนร่วมกันทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา โดยการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ จากนั้นนำข้อมูล แนวคิดหรือวิธีการที่สืบค้นมาได้ มาแบ่งปันกับสมาชิกในกลุ่ม แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานที่เหมาะสมกับแนวทางการแก้ปัญหา รวมทั้งประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มต้องร่วมกันออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ที่ได้สืบค้นมาผ่านการวาดภาพหรือการแสดงรายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็น โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและกำหนดลำดับขั้นตอนการดำเนินการ แล้วลงมือปฏิบัติในการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงาน ตามที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทดสอบและประเมินผลของวิธีการแก้ปัญหาหรือนำชิ้นงานที่ได้ร่วมกันสร้างขึ้น ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพหรือสามารถแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้หรือไม่ และดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ให้มีประสิทธิภาพอย่างเหมาะสมที่สุดหรือมีข้อบกพร่องน้อยที่สุด



ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอแนวคิด ขั้นตอนการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานให้ทุกคนในชั้นเรียน ได้เข้าใจภายในเวลาที่ครูกำหนด จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการทำกิจกรรม เพื่อแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงกับความรู้ที่ได้รับ

#### **บทบาทของผู้สอนต่อการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา**

จาร์ส อินทลาภพร (2558, น.64-65) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาดังนี้

1. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นตื้นน่านสนใจสนุกสนานมีชีวิตชีวา เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง
2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ท้าทายความรู้ ความสามารถ กระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียนโดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน
3. จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ
4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีโดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม
5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง
6. เป็นผู้โค้ช (Coach) หรือเป็นที่เลี้ยงทางวิชาการ (Mentor)
7. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด
8. ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลายและให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างและหลังจากปฏิบัติการทดลองโดยใช้การสื่อสารเชิงบวก

จากบทบาทของผู้สอนต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ครูเป็นผู้นำกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นวิธีการแก้ปัญหาในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีการจัดระบบความคิดเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ และใช้ทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางการเรียนให้บรรลุผลสำเร็จของจุดมุ่งหมายที่ตั้งใจไว้

#### **การวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา**

การวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น เน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริง และที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผล

ยังเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนและผู้สอนที่จะได้รับทราบพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้ และความสำเร็จของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด มีจุดเด่นที่ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพ และมีจุดอ่อนใดที่ควรได้รับการแก้ไข รวมทั้งผู้สอนจะได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครองที่จะได้ใช้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้พัฒนาเต็มตาม ศักยภาพตามความถนัดและความสนใจของแต่ละบุคคลซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผล ตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น.17-20) มีดังนี้

### 1. การประเมินจากสภาพจริง

1.1 ความหมายของการประเมินจากสภาพจริง คือ การประเมินความสามารถที่แท้จริง ของผู้เรียนจากการแสดงออกการกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเองในขณะที่ผู้เรียน แสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงานซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิด ชั้นระดับสูง กระบวนการทำงานและความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การ ประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมิน หลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องในชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

#### 1.2 ลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริง

1.2.1 การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอนและต้องประเมิน อย่างต่อเนื่องโดยใช้ประเมินหลายวิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลายๆด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

1.2.2 สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อนความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียน สามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง

1.2.3 เป็นการประเมินที่มุ่งเน้นประเมินศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้ พื้นฐานความคิดระดับสูงความสามารถในการแก้ปัญหาการสื่อสารเจตคติ ลักษณะนิสัย ทักษะในด้านต่าง ๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

1.2.4 เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียนข้อมูลที่ได้จาก การประเมินหลาย ๆ ด้านและหลากหลายวิธี สามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควร จะให้การส่งเสริมและวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไขเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนา เต็มตามศักยภาพ ตามความสนใจและความสามารถของแต่ละบุคคล

1.2.5 ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอน และการวางแผนการสอนของครูว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ ครูสามารถ

นำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอเนื้อหากิจกรรมและตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอนต่อไป

1.2.6 เป็นการประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเองและสามารถพัฒนาตนเองได้

1.2.7 เป็นการประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมายและเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

1.3 วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้เพื่อให้การวัดและการประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริง ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.3.1 สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม

1.3.2 ชิ้นงานผลงานรายงาน

1.3.3 การสัมภาษณ์

1.3.4 บันทึกของผู้เรียน

1.3.5 การประชุมหรือปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู

1.3.6 การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ

1.3.7 การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ

1.3.8 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มสะสมงาน

1.3.9 การทดสอบ

1.4 แนวการประเมินตามสภาพจริง จากที่กล่าวมาแล้วว่าการประเมินตามสภาพจริงให้ความสำคัญต่อการประเมินโดยใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบน้อยมากแต่ให้ความสำคัญต่อการแสดงออกที่แท้จริงของผู้เรียนขณะทำกิจกรรมงานหรือกิจกรรมที่กำหนดให้ผู้เรียนทำ ซึ่งมีแนวทางไปสู่ความสำเร็จของงานและมีวิธีการหาคำตอบหลายแนวทาง คำตอบที่ได้อาจมิใช่แนวทางที่กำหนดไว้เสมอไปจึงทำให้การตรวจให้คะแนนไม่สามารถให้ได้อย่างชัดเจนแน่นอนเหมือนการตรวจให้คะแนนแบบข้อสอบเลือกตอบ ดังนั้น การประเมินตามสภาพจริงจึงต้องมีการกำหนดแนวทางการให้คะแนนอย่างชัดเจน การกำหนดแนวทางอาจจัดทำโดยครู คณะครูหรือครูและผู้เรียนกำหนดร่วมกัน แนวทางการประเมินนั้นจะต้องมีมาตรวัดว่าผู้เรียนทำอะไรได้สำเร็จและระดับความสำเร็จอยู่ในระดับใด แนวทางการประเมินที่มีมาตรวัดนี้เรียกว่า รูบริก (Rubric)

1.5 การประเมินโดยอิงรูบริกนี้โดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ

1.5.1 การประเมินเป็นภาพรวม (Holistic Score) เป็นการประเมินภาพรวมของงานจะไม่เก็บเป็นคะแนนแม้ว่าจะใช้การให้คะแนนในการประเมินก็ต้องให้ความหมายของภาพรวมให้ได้

1.5.2 การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (Analysis Score) เป็นการประเมิน

เพื่อวิเคราะห์ว่าผลงานของผู้เรียนสามารถประเมินอะไรได้บ้าง แต่ละประเด็นผู้เรียนมีความสามารถอยู่ในระดับใด

## 2. การวัดและการประเมินผลด้านความสามารถ (Performance Assessment)

2.1 ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้

2.2 การประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงาน และผลผลิตของงานจะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงาน มากกว่าผลสำเร็จของงาน

2.3 ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์และความสนใจของผู้เรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

2.3.1 การมอบหมายงาน ให้ทำงานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชาและชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถ สะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

2.3.2 การกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น การมอบหมายชิ้นงานให้ผู้เรียน ควรจะประชุมปรึกษาหารือและทำความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียนในการวางแผนการปฏิบัติงาน เพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรมของผู้เรียน และการติดตามความก้าวหน้าของผู้สอน

2.3.3 การกำหนดตัวอย่างงานให้และให้ผู้เรียนศึกษางานแล้วปฏิบัติตามขั้นตอนให้เหมือนหรือดีกว่า เช่น การทำสไลด์ถาวรศึกษาเนื้อเยื่อพืช การทำเฮอร์บาเรียม การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

2.3.4 การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน เมื่อกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาหรือใช้ความคิดระดับสูงในการแก้ปัญหา

2.3.5 การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน การประเมินตามสภาพจริงจะลดความสำคัญของการทดสอบ เนื่องจากจะมีการใช้แบบทดสอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามข้อสอบข้อเขียนก็ยังมีค่าเป็น เนื่องจากใช้วัดความสามารถทางด้านความรู้ ความเข้าใจในหลักการต่าง ๆ ได้ ดังนั้น ในกระบวนการประเมินจึงยังคงใช้แบบทดสอบข้อเขียนร่วมด้วยโดยจะลดบทบาทของแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรม ด้านความรู้ ความจำ แต่จะมุ่งเน้นประเมินด้านความเข้าใจ การนำไปใช้

และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการคิดระดับสูง แบบทดสอบในลักษณะนี้จะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนตอบและสถานการณ์ที่นำมาใช้ควรสัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน

นอกจากนี้ Edward (2013, น.12-15) ได้เสนอวิธีการวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

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

- 1.1 การตั้งคำถามในแบบทดสอบ 20 ข้อ
- 1.2 การปฏิบัติการทดลอง
- 1.3 การรายงานผลการทดลอง
- 1.4 การศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

2. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียนดังนี้ คือ

- 2.1 การระดมความคิด
- 2.2 การพัฒนาโมเดลต้นแบบ
- 2.3 การทำงานเป็นทีม

สรุปได้ว่า ในการวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรใช้การประเมินที่สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน จากการแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน

#### **ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา**

ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว (2558, น.45) ได้อธิบายข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาต่อประเทศและผู้เรียนในสังคมต่าง ๆ ดังนี้

1. สะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมความเท่าเทียมกันทางการศึกษา เนื่องจากมีข้อมูลที่ได้รับ การพิสูจน์แล้วว่าตลอดระยะเวลามากกว่า 25 ปีที่ผ่านมา ระบบการศึกษาโดยทั่วไปจะส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย เนื่องจากแนวคิดของเนื้อหาในรายวิชาต่าง ๆ จะเน้นที่เป็น ภาคนามธรรมมากกว่า (Verbal Concepts) แต่สะเต็มศึกษาได้รับการออกแบบมาโดยมีเป้าหมายการสอน ให้เกิดความเท่าเทียมกันทั้งสองเพศโดยมีเป้าหมายสูงสุดคือการเป็นสมาชิกของสังคมที่ประสบความสำเร็จ

2. สะเต็มศึกษาเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาเชิงลึกได้มากขึ้นจากการบูรณาการ เนื้อหา ทักษะ กระบวนการที่สัมพันธ์กันทั้ง 4 รายวิชาเข้าด้วยกันอย่างเป็นองค์รวมแทนการเรียนรู้ แบบแยกส่วน ซึ่งความสามารถที่เกิดจากเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานี้เป็นสิ่งที่จำเป็น

ในการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพในอนาคต โดยผู้เรียนที่จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาทางด้าน STEM นั้นมีโอกาสเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาและโอกาสในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับ STEM สูงโดยที่มีการคาดการณ์กันว่าประมาณร้อยละ 80 ของอาชีพในทศวรรษหน้าจะเป็นอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

3. สะเต็มศึกษาช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดเชิงระบบ (System Thinking) การรู้วิทยาศาสตร์ตลอดจนสร้างนวัตกรรมรุ่นใหม่ในการสร้างสรรค์และกระบวนการใหม่ ๆ อย่างยั่งยืนภายใต้ระบบเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งนวัตกรรมที่เกิดขึ้นล้วนมีพื้นฐานมาจากความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะการเรียนรู้เนื้อหา STEM ผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ซึ่งช่วยพัฒนาคุณลักษณะ ค่านิยม (Habits of Mind) ที่พึงประสงค์สอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นสำหรับทศวรรษที่ 21 สอดคล้องกับคำที่กล่าวว่า กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นตัวเร่งให้เกิดการบูรณาการเนื้อหา STEM ที่ช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาประเทศ

4. สะเต็มศึกษาช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการพัฒนาประเทศในอนาคต ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบความพร้อมในการศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยและความพร้อมในการประกอบอาชีพ (ACT College and Career Readiness) ประจำปี ค.ศ.2010 พบว่า มีนักเรียนเพียงร้อยละ 29 ที่มีความพร้อมที่จะเข้าศึกษาต่อทางด้านวิทยาศาสตร์ในระดับอุดมศึกษาและร้อยละ 43 ที่มีความพร้อมที่จะเข้าศึกษาในด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งหากภาครัฐไม่เร่งพัฒนาสะเต็มศึกษา สหรัฐอเมริกาก็มีแนวโน้มที่จะขาดแคลนแรงงานด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ในอนาคตอันใกล้นี้ จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา อาจจะมีข้อจำกัดในเรื่องความไม่ชัดเจนเกี่ยวกับรูปแบบที่จะนำไปใช้และเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน แต่หากพิจารณาข้อดีภายใต้ ข้อจำกัดนี้แล้วจะพบว่า ความไม่ชัดเจนนี้เปิดโอกาสให้ครูผู้สอนสามารถนำแนวคิดไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ตามความเข้าใจของตนเอง โดยไม่มีกรอบใด ๆ มาบังคับ ทั้งนี้ เพื่อบรรลุเป้าหมายสูงสุดร่วมกัน คือ การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นพลเมืองของชาติที่มีการรู้ด้านสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นความสามารถที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตอย่างมีประสิทธิภาพในศตวรรษที่ 21 ต่อไป

## แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้เป็นเครื่องมือสำคัญที่ได้วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้า เป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อเป็นแนวทางให้กับผู้สอนสอนด้วยความมั่นใจ ในการจัดการเรียนรู้ นั้นจำเป็นต้องศึกษา วิเคราะห์ วางแผนและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้มาใช้ในการจัดการชั้นเรียน

เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่หลากหลาย เกิดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับวัย คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้สอนจัดกิจกรรมได้อย่างเป็นระบบ และสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน สร้างแนวทางการสอนที่เป็นขั้นตอน และตอบสนองวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

### ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

วันชัย แยมจันทร์ฉาย (2554, น.26) กล่าวสรุปไว้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การวางแผนล่วงหน้าเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยจัดทำเป็นเอกสาร เนื้อหาความรู้ สื่อการเรียนการสอน กิจกรรมและการประเมินผล

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, น.204) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ คือ การเตรียมการสอนอย่างเป็นลายลักษณ์อักษรไว้ล่วงหน้า เพื่อเป็นแนวทางการสอนสำหรับครู อันจะช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพได้

ชนาธิป พรกุล (2552, น.85) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เขียนไว้ล่วงหน้า ทำให้ผู้สอนมีความพร้อม และมั่นใจว่าสามารถสอนได้บรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้และดำเนินการสอนได้ราบรื่น

สุวิทย์ มูลคำและคณะ (2549, น.58) กล่าวว่าแผนการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการเตรียมการสอนหรือการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบและจัดทำไว้เป็นลายลักษณ์อักษรโดยมีการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มากำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านใด (สติปัญญา/เจตคติ/ทักษะ) จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิธีใด ใช้สื่อการสอนหรือแหล่งการเรียนรู้ใด และจะประเมินอย่างไร

สมนึก ภัททิยธนี (2549, น.160) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ว่า การเตรียมการสอน หมายถึง การทำโครงการสอนและแผนการสอน (หรือที่เรียกว่าแผนการจัดการเรียนรู้) ประจำบทเรียนควบคู่กันครั้งละ 1 บท โดยครูผู้สอนทำล่วงหน้าก่อนถึงการสอนบทนั้น จะช่วยให้ครูวางแผนและทำการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ การทำโครงการสอนถือเป็นเรื่องสำคัญของการวางแผนการเรียนการสอนและการสร้างแบบทดสอบ เปรียบได้กับพิมพ์เขียวของการสร้างอาคาร

จากความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง กรอบหรือทิศทางในการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ดำเนินการเป็นไปตามลำดับขั้นตอน โดยมีการเตรียมข้อมูลต่าง ๆ ไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบ จัดทำไว้เป็นลายลักษณ์อักษร และนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ อันจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์

### ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ มีส่วนสำคัญที่ทำให้การจัดการเรียนรู้ประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว นักวิชาการศึกษา ได้กล่าวถึงความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

ศิริวรรณ วณิชวัฒน์วรชัย (2558, น.347-348) ได้อธิบายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดสำคัญ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นหลักฐานที่แสดงถึงการเป็นครูมืออาชีพ มีการเตรียมล่วงหน้า แผนการจัดการเรียนรู้จะสะท้อนให้เห็นถึงการใช้เทคนิคการสอน สื่อนวัตกรรม และจิตวิทยาการเรียนรู้ มาผสมผสานกันหรือประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพของนักเรียนที่ตนเองสอนอยู่

2. แผนการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้สอนได้ศึกษาค้นคว้า หาความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร เทคนิคการสอน สื่อนวัตกรรมและวิธีการวัดและประเมินผล

3. แผนการจัดการเรียนรู้ทำให้ครูผู้สอนและครูที่จะปฏิบัติการสอนแทน สามารถปฏิบัติการสอนแทนได้อย่างมั่นใจและมีประสิทธิภาพ

4. แผนการจัดการเรียนรู้ที่เป็นหลักฐานที่แสดงข้อมูลด้านการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

5. แผนการจัดการเรียนรู้เป็นหลักฐานที่แสดงถึงความเชี่ยวชาญในวิชาชีพครู ซึ่งสามารถนำไปเสนอเป็นผลงานทางวิชาการ เพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะหรือตำแหน่งได้

วันชัย แยมจันทร์ฉาย (2554, น.27) กล่าวสรุปไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนการสอน เพราะจะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนของครู จะทำให้ครูดำเนินการสอนไปตามลำดับ ไม่หลงทาง มีระยะเวลาในการทำกิจกรรมของนักเรียนที่ชัดเจน อันจะทำให้การเรียนการสอนเป็นไปตามที่คาดหวัง

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, น.20) ได้อธิบายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญหลายประการดังนี้

1. ทำให้ผู้สอนสอนด้วยความมั่นใจ เมื่อเกิดความมั่นใจในการสอนย่อมจะสอนด้วยความคล่องแคล่ว เป็นไปตามลำดับขั้นตอนอย่างราบรื่น ไม่ติดขัด การสอนจะดำเนินไปสู่จุดหมายปลายทางอย่างสมบูรณ์

2. ทำให้เป็นการสอนที่มีคุณค่าคุ้มกับเวลาที่ผ่านไป เพราะผู้สอนอย่างมีแผนมีเป้าหมาย และมีทิศทางในการสอน มิใช่สอนอย่างเลื่อนลอย ผู้เรียนจะได้รับความรู้ ความคิด เกิดเจตคติ เกิดทักษะ เกิดประสบการณ์ใหม่ตามที่ผู้สอนวางแผนไว้ ทำให้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีคุณค่า

3. ทำให้เป็นการสอนที่ตรงตามหลักสูตร ทั้งนี้เพราะในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตรทั้งด้านจุดประสงค์ เนื้อหาสาระที่จะสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอนและการวัดผลและประเมินผล แล้วจัดทำออกมาเป็นแผนการจัดการเรียนรู้หลักสูตร



4. ทำให้การสอนบรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากผู้สอนต้องวางแผนการจัดการเรียนรู้ อย่างเป็นระบบในทุกองค์ประกอบของ รวมทั้งการจัดเวลาเวลา สถานที่ และสิ่งอำนวยความสะดวก ต่าง ๆ ดังนั้น เมื่อมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่รอบคอบและปฏิบัติตามแผนการจัดการ เรียนรู้ที่วางไว้ ผลของการสอนย่อมสำเร็จได้ดีกว่าการไม่ได้วางแผนการจัดการเรียนรู้

5. ทำให้ผู้สอนมีเอกสารเตือนความจำ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการสอนต่อไป ทำให้ไม่เกิดความซ้ำซ้อนและเป็นแนวทางในการทบทวนหรือการออกข้อสอบเพื่อวัดผล และประเมินผลผู้เรียนได้ นอกจากนี้ ทำให้ผู้สอนมีเอกสารไว้เป็นแนวทางแก่ผู้ที่เข้าสอนในกรณีจำเป็น เมื่อผู้สอนไม่สามารถเข้าสอนเองได้ ผู้เรียนจะได้รับความรู้และประสบการณ์ที่ต่อเนื่องกัน

6. ทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อผู้สอนและต่อวิชาที่เรียน ทั้งนี้เพราะผู้สอนสอนด้วยความพร้อม เป็นความพร้อมทั้งทางด้านจิตใจคือ ความมั่นใจในการสอนและความพร้อมทางด้านวัตถุคือ การที่ผู้สอน ได้เตรียมเอกสารหรือสื่อการสอนไว้อย่างพร้อมเพรียง เมื่อผู้สอนมีความพร้อมในการสอน ย่อมสอน ด้วยความกระฉับกระเฉง ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างชัดเจนในบทเรียน อันจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดี ต่อผู้สอนและต่อวิชาที่เรียน

สุวิทย์ มูลคำและคณะ (2549, น.58) กล่าวถึงความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีสอนที่ดี วิธีเรียนที่ดี ที่เกิดจากการผสมผสานความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์การศึกษา
2. ช่วยให้ผู้สอนมีคู่มือการจัดการเรียนรู้ที่ทำไว้ล่วงหน้าด้วยตนเอง และทำให้ครู มีความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้ได้ตามเป้าหมาย
3. ช่วยให้ผู้สอนทราบว่าการสอนของตนได้เดินไปในทิศทางใด หรือทราบว่าจะสอน อะไร ด้วยวิธีใด สอนทำไม สอนอย่างไร จะใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อะไร และจะวัดและประเมินผล อย่างไร
4. ส่งเสริมให้ครูผู้สอนใฝ่ศึกษาหาความรู้ทั้งเรื่องหลักสูตร วิธีจัดการเรียนรู้จะจัดหาและใช้สื่อ แหล่งเรียนรู้ตลอดจนการวัดและประเมินผล
5. ใช้เป็นคู่มือสำหรับครูที่มาสอน (จัดการเรียนรู้) แทนได้
6. แผนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้และพัฒนาแล้วจะเกิดประโยชน์ต่อวงการศึกษ
7. เป็นผลงานทางวิชาการที่แสดงถึงความชำนาญและความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน สำหรับ ประกอบการประเมินเพื่อขอเลื่อนตำแหน่งและวิทยฐานะครูให้สูงขึ้น

จากความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า แผนการ จัดการเรียนรู้นี้มีความสำคัญต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก เพราะมีส่วนสำคัญที่ทำให้ การจัดการเรียนรู้ประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว ทำให้ผู้สอนสอนด้วยความมั่นใจ การสอนได้ตรง

ตามหลักสูตร ทำให้การสอนบรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ และทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อผู้สอน และต่อวิชาที่เรียน

### ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี

สำลี รักสุทธี (2553, น.16) กล่าวว่า iva แผนการจัดการเรียนรู้หรือแผนการสอนที่ดีจะต้องประกอบด้วย องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วน มีกิจกรรม สื่อ การวัดและประเมินผล ที่สอดคล้องกันตลอดแนว ที่สำคัญต้องให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติมากที่สุด ทุกขั้นตอน ทุกกระบวนการ ต้องลงสู่ผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ ซึ่งสรุปเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1. เป็นแผนการสอนที่มีกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้ได้ลงมือปฏิบัติให้มากที่สุด โดยครูเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะ ส่งเสริมหรือกระตุ้นให้กิจกรรมที่ผู้เรียนดำเนินการไปตามความมุ่งหมาย
2. เป็นแผนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบคำตอบหรือทำสำเร็จด้วยตนเอง โดยครูพยายามลดบทบาทของผู้ออกคำตอบ มาเป็นผู้คอยกระตุ้นด้วยคำถาม หรือปัญหาให้ผู้เรียนคิดเองหรือหาแนวทางไปสู่ความสำเร็จในการทำกิจกรรมเอง
3. เป็นแผนการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการมุ่งให้ผู้เรียนรับรู้และนำกระบวนการไปใช้จริง
4. เป็นแผนการสอนที่ส่งเสริมให้ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สามารถจัดหาได้ในท้องถิ่น หลีกเลี่ยงการใช้วัสดุอุปกรณ์สำเร็จรูปราคาสูง

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550, น.213) กล่าวว่า iva แผนการสอนที่ดีจะช่วยให้การเรียนการสอน ประสบผลสำเร็จได้ดี ดังนั้น ผู้สอนจึงควรทราบถึงลักษณะของแผนการสอนที่ดี ซึ่งมีดังนี้

1. สอดคล้องกับหลักสูตร และแนวการสอนของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
2. นำไปใช้สอนได้จริงและมีประสิทธิภาพ
3. เขียนอย่างถูกต้องตามหลักวิชา เหมาะสมกับผู้เรียนและเวลาที่กำหนด
4. มีความกระจ่างชัดเจน ทำให้ผู้อ่านเข้าใจง่ายและเข้าใจได้ตรงกัน
5. มีรายละเอียดมากพอที่ทำให้ผู้อ่านสามารถนำไปใช้สอนได้
6. ทุกหัวข้อในแผนการสอนมีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน

สุวิทย์ มูลคำและคณะ (2549, น.59) กล่าวถึง iva แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ควรมีลักษณะ ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้ชัดเจน (ในการสอนเรื่องนั้น ๆ ต้องการให้ผู้เรียนเกิดคุณสมบัติอะไร หรือด้านใด)
2. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ชัดเจน และนำไปสู่ผลการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ได้จริง (ระบุบทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนไว้อย่างชัดเจนว่าจะต้องทำอะไรถึงจะทำให้การเรียนการสอนบรรลุผล)

3. กำหนดสื่ออุปกรณ์หรือแหล่งเรียนรู้ไว้ชัดเจน (จะใช้สื่อ อุปกรณ์หรือแหล่งเรียนรู้อะไร ช่วยบ้าง และจะใช้อย่างไร)

4. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลไว้ชัดเจน (จะใช้วิธีการและเครื่องมือในการวัด และประเมินผลใด เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์เรียนรู้นั้น)

5. ยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนได้ (ในกรณีที่มีปัญหา เมื่อมีการนำไปใช้หรือไม่สามารถ กำหนดการจัดการเรียนรู้ตามแผนนั้นได้ก็สามารถปรับเปลี่ยนเป็นอย่างอื่นได้โดยไม่กระทบต่อการเรียน การสอนและผลการเรียนรู้)

6. มีความทันสมัย ทันต่อเหตุการณ์ ความเคลื่อนไหวต่าง ๆ และสอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริง ที่ผู้เรียนดำเนินชีวิตอยู่

7. แปลความได้ตรงกัน แผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนขึ้นจะต้องสื่อความหมายได้ตรงกัน เขียนให้อ่านเข้าใจง่าย กรณีมีการสอนแทนหรือเผยแพร่ ผู้นำไปใช้สามารถเข้าใจและใช้ได้ตรงตาม จุดประสงค์ของผู้เขียนแผนการจัดการเรียนรู้

8. มีการบูรณาการ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี จะสะท้อนให้เห็นการบูรณาการแบบองค์รวม ของเนื้อหาสาระความรู้และวิธีการจัดการเรียนรู้เข้าด้วยกัน

9. มีการเชื่อมโยงความรู้ไปใช้อย่างต่อเนื่อง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำความรู้และประสบการณ์ เดิมเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์ใหม่ และนำไปใช้ในชีวิตจริงกับการเรียนในเรื่องต่อไป

จากลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ลักษณะของแผนการ จัดการเรียนรู้ที่ดีควรมีลักษณะ เป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีความชัดเจน สอดคล้อง กับเนื้อหาสาระ มีความยืดหยุ่นและสามารถปรับเปลี่ยนได้ มีความทันสมัยทันต่อการเปลี่ยนแปลง เทคโนโลยี มีสื่อการสอนที่หลากหลายรูปแบบ ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากที่สุด ทำให้บรรลุจุดประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนได้

### **องค์ประกอบที่สำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้**

บัณฑิต ฉัตรวิโรจน์ (2555, น.359) กำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ส่วนนำ ประกอบด้วยรายละเอียดทั่วไป ได้แก่ ชื่อหลักสูตร ประเภทวิชา สาขาวิชา รหัสวิชา ชื่อวิชา หน่วยกิต จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ จุดประสงค์รายวิชา มาตรฐานรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา

2. โครงสร้างการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย ตารางวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา และการกำหนด หน่วยการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้

3. แผนการเรียนรู้ ประกอบด้วย สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และบันทึกผลหลังการจัดการ เรียนรู้

สุวิทย์ มูลคำและคณะ (2551, น.63-64 ) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการเรียนรู้ ดังนี้  
 แผนการจัดการเรียนรู้มีหลายรูปแบบ อาจอยู่ในรูปของความเรียงหรือตารางหรือทั้งความเรียง  
 และตารางรวมกันก็ได้ ซึ่งผู้สอนสามารถเลือกรูปแบบได้ตามความเหมาะสม จะเห็นว่าแผนการจัดการ  
 เรียนรู้ควรประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ส่วนนำหรือหัวแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนประกอบที่แสดงให้เห็นภาพรวม  
 ของแผนการจัดการเรียนรู้ว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ใด ใช้กับผู้เรียน  
 ในระดับชั้นใด เรื่องอะไร ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมนานเท่าใด

ส่วนที่ 2 ตัวแผนการจัดการเรียนรู้(องค์ประกอบที่สำคัญ)

1. สาระ
2. มาตรฐานการเรียนรู้
3. มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น
4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
5. สาระสำคัญ
6. จุดประสงค์การเรียนรู้ประกอบด้วย
  - 6.1 จุดประสงค์ปลายทาง
  - 6.1 จุดประสงค์นำทาง
7. สาระการเรียนรู้/เนื้อหา
8. กิจกรรม/กระบวนการ
9. สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้
10. การวัดและประเมินผล ประกอบด้วย
  - 10.1 วิธีการประเมิน
  - 10.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน
  - 10.3 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
11. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้
12. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ส่วนที่ 3 ท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย บันทึกผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้  
 ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้สอนบันทึกข้อสังเกตที่พบจากการนำไปใช้ เช่น ปัญหาและแนวทางแก้ไข กิจกรรม  
 เสนอแนะ และข้อมูลอื่น ๆ เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในการนำไปใช้ต่อไป  
 อีกส่วนหนึ่งของท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ เอกสารประกอบการสอน เช่น ใบงาน แบบทดสอบ  
 ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแผนนั้น ๆ เป็นต้น

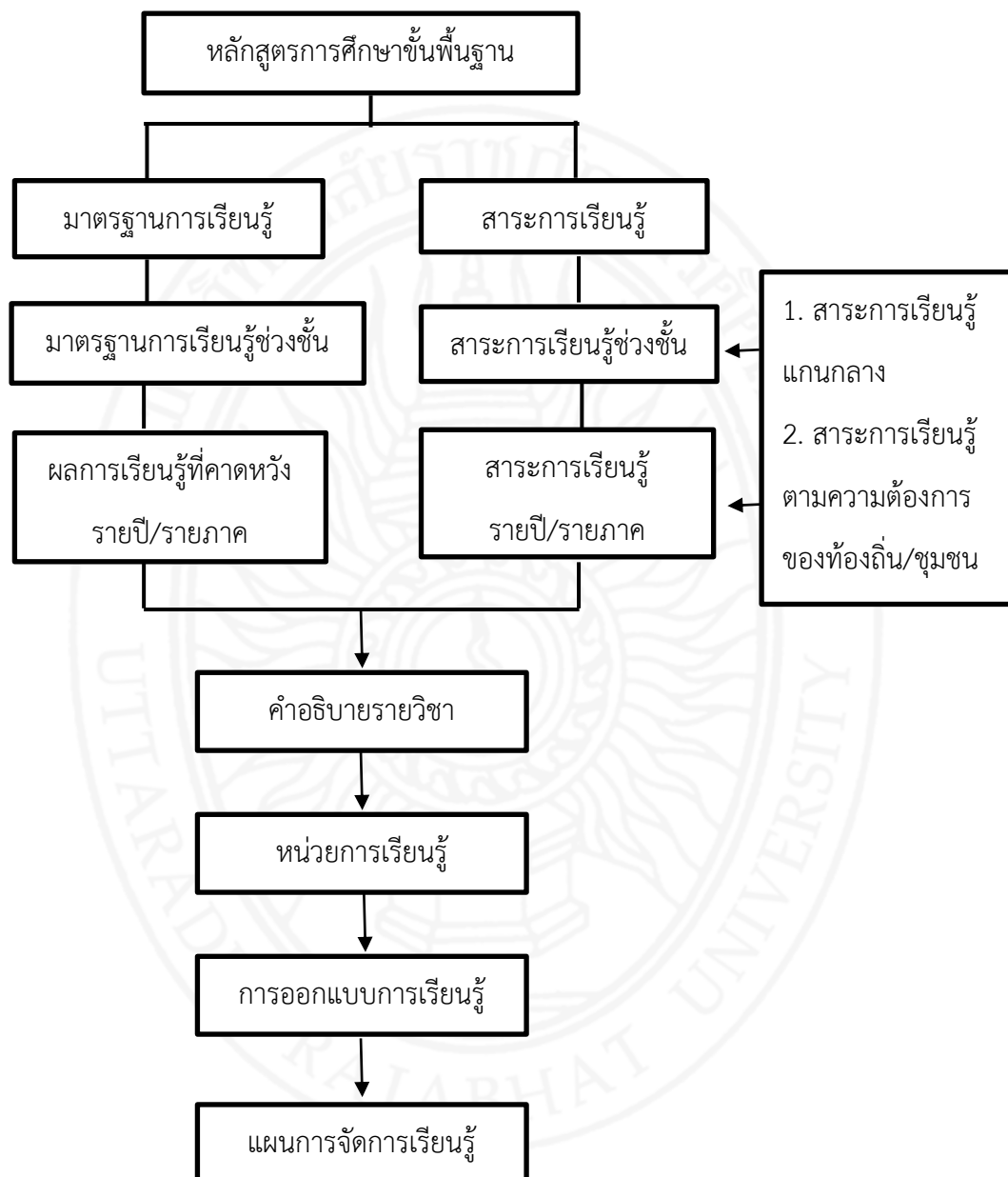
สมนึก ชาติทอง (2548, น.245-246) กล่าวว่า องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย สิ่งต่อไปนี้

1. แบบกระบวนการ ประกอบด้วย
  - 1.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
  - 1.2 สารการเรียนรู้
  - 1.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้
  - 1.4 สื่อและแหล่งการเรียนรู้
  - 1.5 การวัดและประเมินผล
2. แบบบรรยาย ประกอบด้วย
  - 2.1 สารสำคัญ
  - 2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้
  - 2.3 จุดประสงค์ปลายทาง
  - 2.4 จุดประสงค์นำทาง
  - 2.5 เนื้อหาสาระ
  - 2.6 สื่อ อุปกรณ์การเรียนการสอน
  - 2.7 กิจกรรมการเรียนรู้
  - 2.8 การวัดและประเมินผล
  - 2.9 กิจกรรมเสนอแนะ
  - 2.10 บันทึกผลหลังการสอน
  - 2.11 ปัญหา/อุปสรรค
  - 2.12 แนวทางแก้ไข
  - 2.13 ข้อเสนอแนะ

จากองค์ประกอบที่สำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนนำหรือส่วนหัวของแผนการจัดการเรียนรู้ บอกถึง รายละเอียดที่จำเป็นในภาพรวม เช่น กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิชาที่เรียน ในระดับชั้นใด เรื่องอะไร ใช้เวลา ในการจัดกิจกรรมนานเท่าใด ส่วนตัวแผนการจัดการเรียนรู้ จะบอกรายละเอียดขั้นตอนต่าง ๆ ประกอบด้วย มาตรฐาน ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ สื่อแหล่งการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ส่วนท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นการสรุปการสอน และเอกสารประกอบการสอนและแบบประเมิน แบบทดสอบและบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

### ขั้นตอนการทำแผนการจัดการเรียนรู้

ในการจัดทำแผนการเรียนรู้มีรูปแบบหลายรูปแบบที่ใช้ในการเรียนการสอน สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2551, น.8) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรากฏในแผนภาพ ดังนี้



ภาพที่ 4 แสดงหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

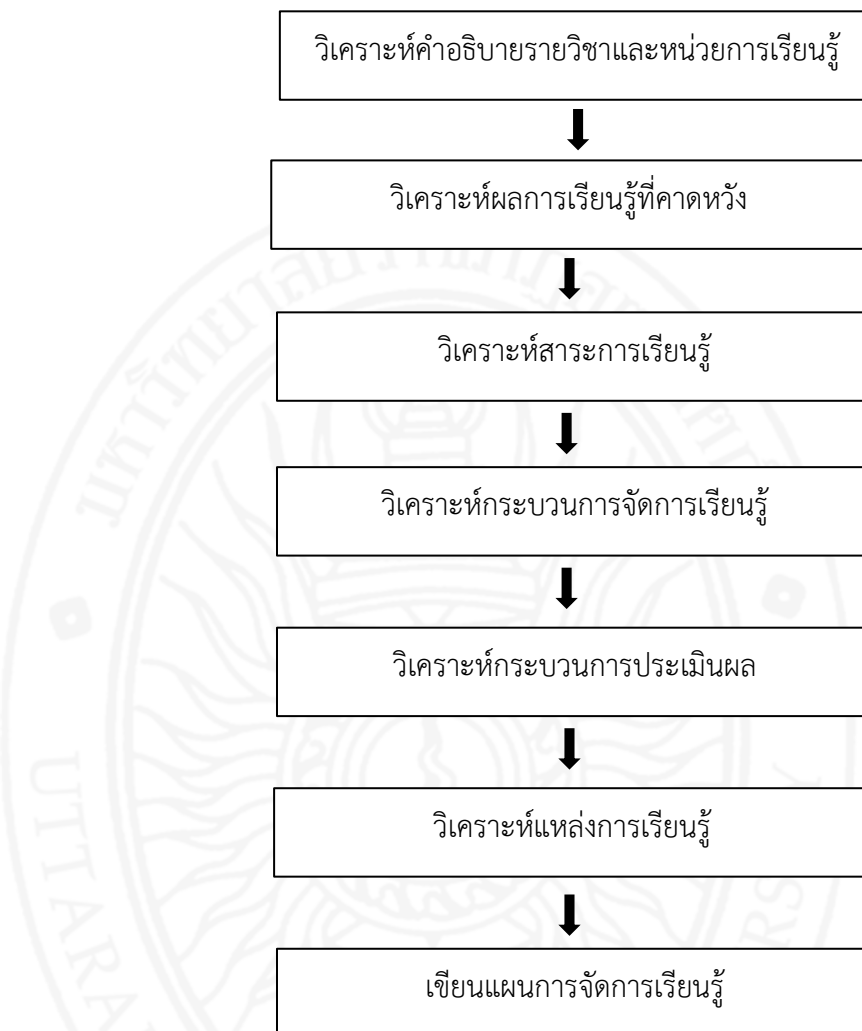
อารมณ์ ใจเที่ยง (2550, น.218) กล่าวไว้ว่า การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา รายชั้นหรือรายภาค และหน่วยการเรียนรู้ที่สถานศึกษาจัดทำขึ้น เพื่อประโยชน์ในการเขียนรายละเอียดของแต่ละหัวข้อของแผนการจัดการเรียนรู้
2. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเพื่อนำมาเขียนเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้ครอบคลุมพฤติกรรมทั้งด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการ เจตคติ และค่านิยม
3. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้โดยเลือกและขยายสาระที่เรียนรู้ให้สอดคล้องกับผู้เรียน ชุมชนและท้องถิ่น
4. วิเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
5. วิเคราะห์กระบวนการประเมินผล โดยเลือกใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้
6. วิเคราะห์แหล่งการเรียนรู้โดยคัดเลือกสื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียน ให้เหมาะสมสอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้

สำลี รักษุทธิ (2545, น.114) ได้กล่าวสรุปขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ตามที่ผู้รู้ได้เสนอไว้ ดังต่อไปนี้

1. กำหนดหรือเลือกรูปแบบ ตัดสินใจว่าจะเอารูปแบบใด
2. กำหนดชื่อสาระการเรียนรู้ (ชื่อเรื่อง)
3. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ แล้วเขียนเป็นจุดประสงค์หรือจะใช้ชื่อมาตรฐานการเรียนก็ได้
4. กำหนดมาตรฐานหรือจุดประสงค์ที่วิเคราะห์ไว้แล้วที่มีความสัมพันธ์กับสาระการเรียนรู้ที่กำหนด เพื่อนำไปเขียนลงในแผนการจัดการเรียนรู้
5. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้เป็นรายละเอียดสำหรับนำไปจัดการเรียนรู้ต่อไป
6. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ กำหนดเทคนิควิธีการถ่ายทอดที่ดี
7. กำหนดเรื่องให้เหมาะสมกับสาระ
8. จัดทำลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมโดยคำนึงถึง
  - 8.1 ธรรมชาติวิชา
  - 8.2 ผู้เรียนเป็นสำคัญ
  - 8.3 การเชื่อมโยงการเรียนรู้
  - 8.4 การเรียนรู้แบบองค์รวม 1 บูรณาการ
9. กำหนดวิธีการวัดผลประเมินผล

สมนึก ธาตุทอง (2548, น.244) กล่าวว่า กระบวนการและขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียน ที่แสดงตามแผนภาพ ดังนี้



ภาพที่ 5 กระบวนการและขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

จากขั้นตอนการทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ขั้นตอนการทำแผน การจัดการเรียนรู้ เริ่มจากการวิเคราะห์สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดให้สอดคล้องกับหลักสูตร ที่กำหนดให้ชัดเจน วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา โครงสร้างรายวิชา โครงสร้างเวลาเรียน ระดับการศึกษา วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดผลประเมินผล สื่อและแหล่งการเรียนรู้ ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเลือกรูปแบบให้สอดคล้องกับบริบท ของสถานศึกษา ความถนัดและความแตกต่างของผู้เรียน ความเหมาะสมของแต่ละสาระวิชา จากนั้น จึงเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้



## ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากกระบวนการเรียนการสอนของครู โดยครูต้องศึกษาแนวทางในการวัดและประเมินผล โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปป์ และพะเยาว์ ยินดีสุข (2548, น.125) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

ปราณี กองจินดา (2549, น.42) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

เพ็ญฤดี รอดโต (2549, น.38) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้หรือมวลประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นหรือประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ ทำให้บุคคลเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม โดยสามารถตรวจสอบความสามารถของบุคคลหรือสัมฤทธิ์ผลของบุคคลว่าเรียนรู้ได้เท่าไร

กัญญาพร แก้วรักษา, (2552, น.39) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรม หรือการจัดการเรียนรู้ ซึ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะเป็นการตรวจสอบความสามารถของบุคคล ที่แสดงออกในลักษณะพฤติกรรมต่าง ๆ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของรายวิชาที่ได้เรียนรู้ โดยอาจวัดด้านการปฏิบัติหรือวัดด้านเนื้อหาก็ได้

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือความสำเร็จของผู้เรียนที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และสามารถวัดได้โดยการแสดงออก คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัยและด้านจิตพิสัย

### การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการพิจารณาผลที่เกิดจากการวัดการเรียนรู้อยู่ในภาพรวมการประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงประกอบด้วย การประเมินความเข้าใจกระบวนการวิทยาศาสตร์ เจตคติวิทยาศาสตร์ ทักษะการใช้ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และความรับผิดชอบในการปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ซึ่งความก้าวหน้าด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนจะส่งผลต่อจุดประสงค์ของรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและมาตรฐานการเรียนรู้ที่สถานศึกษากำหนดไว้

การวัดและประเมินผลตาม พิศิษฐ์ ตัณฑวณิช (2558, น.19) ได้กล่าวว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ ที่ต้องการทำการวัดและประเมินมีดังนี้

1. การจำ (Remembering) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถจดจำสาระต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ มาไว้ในสมอง พฤติกรรมการเรียนรู้ในส่วนนี้มุ่งวัดความสามารถในการจัดเก็บข้อความรู้ (Retention) ไว้ในตัวผู้เรียน สามารถแยกย่อยได้เป็น 2 ส่วนคือ

1.1 การจำได้ (Recognizing) หมายถึงการที่ผู้เรียนสามารถจดจำสาระต่าง ๆ ในลักษณะ ของการระบุแยกได้ว่า สิ่งเร้าที่เข้ามากระตุ้นตนเองนั้น หมายถึงหรือมีความหมายอย่างไร

1.2 การระลึกได้ (Recalling) หมายถึงการที่บุคคลสามารถย้อนระลึกนึกไปถึงสาระต่าง ๆ ที่ตนเคยประสบมาโดยไม่มีสิ่งเร้าใด ๆ มาเป็นตัวช่วยกระตุ้นความจำทันทีในขณะนั้น เป็นส่วนความจำ ระยะยาวในสมองของนักเรียน

2. ความเข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสื่อสารข้อความรู้ ที่ตนได้รับรู้มาให้บุคคลอื่นได้รับทราบถึงข้อความรู้นั้นด้วยวิธีการสื่อสารที่เป็นของตนเอง โดยอาจนำเสนอ เป็นถ้อยคำ ภาษาเขียน ท่าทาง สัญลักษณ์ รูปภาพหรือวิธีการอื่นใดด้วยวิธีการที่เป็นของตนเอง ความเข้าใจถือได้ว่าเป็นจุดตั้งต้นของพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้านพุทธิพิสัยที่กระบวนการจัดการศึกษา คาดหวังว่าควรเกิดขึ้นกับผู้เรียน พฤติกรรมของความเข้าใจเน้นตรงการที่ผู้เรียนต้องสามารถสื่อ ความหมายของสารบทเรียนที่ตนได้รับรู้มา ให้ปรากฏออกในลักษณะของการสื่อสารในลักษณะต่าง ๆ เพื่อถ่ายทอดสาระที่ตนรับรู้ได้ไปยังบุคคลซึ่งเป็นผู้รับให้สามารถรับสารดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง ตรงตามความหมายของสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเข้าใจแบ่งออกได้ เป็น 7 ส่วนย่อยคือ

2.1 การตีความ (Interpreting) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสื่อความหมาย เรื่องใดเรื่องหนึ่งในรูปแบบใหม่ที่ต่างออกไปจากเดิมแต่คงความหมายเท่าเดิม เช่น อาจเปลี่ยนแปลง จากถ้อยคำเป็นถ้อยคำใหม่ ถ้อยคำเป็นสัญลักษณ์ สัญลักษณ์เป็นถ้อยคำ ถ้อยคำเป็นภาพหรือภาพเป็น ถ้อยคำ เป็นต้น

2.2 การยกตัวอย่าง (Exemplifying) หมายถึง ความสามารถที่บุคคลยกตัวอย่าง หรือกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับสิ่งที่เรียนรู้มาเพื่อให้บุคคลอื่นรับรู้ได้

2.3 การจัดประเภท (Classifying) หมายถึงการที่ผู้เรียนสามารถจัดประเภท สิ่งของ ปรากฏการณ์ใด ๆ ตามเกณฑ์การจัดประเภทที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง

2.4 การสรุปความ (Summarizing) หมายถึงการที่ผู้เรียนสามารถจัดหาข้อความสั้น ๆ เพื่อแทนถ้อยคำหรือสาระเรื่องราวใด ๆ ที่มีเป็นจำนวนมาก ๆ โดยคงเนื้อความเดิมที่สำคัญไว้

2.5 การอ้างพาดพิง (Inferring) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถจับรูปแบบหรือแบบแผน การเปลี่ยนแปลงของสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้และใช้รูปแบบหรือแบบแผนดังกล่าวในการอธิบายปรากฏการณ์ ดังกล่าวเป็นการเพิ่มเติม

2.6 การเปรียบเทียบ (Comparing) หมายถึง การที่บุคคลสามารถจับประเด็นเทียบเคียง ความเหมือนและความแตกต่างของวัตถุ เหตุการณ์ปรากฏการณ์หรือพฤติกรรมใด ๆ จากส่วนหนึ่ง ไปยังอีกส่วนหนึ่งซึ่งอยู่ในภาวะสามารถเทียบเคียงกันได้

2.7 การอธิบาย (Explaining) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะถ่ายทอดเรื่องราว ปรากฏการณ์ เหตุการณ์หรือความเห็นใด ๆ ให้บุคคลอื่นได้รับรู้โดยวิธีการสื่อสารทางใดทางหนึ่ง เช่น การพูด การเขียน การใช้ท่าทาง หรือภาษาสัญลักษณ์ โดยการนำเสนอถ่ายทอดดังกล่าวนั้น โดยผู้นำเสนอ ใช้วิธีการถ่ายทอดที่เป็นของตนเอง

3. การปรับใช้ (Applying) หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ที่ตนได้เรียนรู้ ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ตนต้องเผชิญหรือในชีวิตจริง ทั้งนี้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นนั้นจะต้อง เป็นสถานการณ์ที่มีความใหม่หรือต่างไปจากเดิม (หากสถานการณ์ที่กำหนดหรือเกิดขึ้นเป็นสถานการณ์ ที่บุคคลคุ้นเคยแล้วเป็นอย่างมาก ก็จะเป็นลักษณะของพฤติกรรมการจำและความรู้ที่เป็นขั้นตอน การดำเนินการ) การปรับใช้แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนย่อยดังนี้

3.1 การลงมือกระทำการตามขั้นตอน (Executing) หมายถึง การกระทำที่บุคคลลงมือ ปฏิบัติ แก้ปัญหาใด ๆ ไปตามขั้นตอนการดำเนินการที่ตนเรียนรู้มา โดยมีลักษณะบางส่วนของปัญหา ที่ผู้เรียนคุ้นเคย (Familiar Task) มาก่อน ลักษณะการดำเนินการมุ่งเน้นไปในทางด้านทักษะและโครงสร้าง ขั้นตอนการดำเนินการ (Skills and Algorithms) เป็นสำคัญ

3.2 การประยุกต์ (Implementing) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่คิดดำเนินการ แก้ปัญหาที่ตนต้องประสบโดยปัญหานั้นเป็นปัญหาที่ตนไม่คุ้นเคย (Unfamiliar Tasks) หรือมีลักษณะ บางส่วนแตกต่างไปจากสภาพที่ตนเคยเรียนรู้มา และสภาพการแก้ปัญหาดังกล่าวไม่มีแบบแผน ของคำตอบที่แน่นอนตายตัวหรืออาจมีแบบแผนการแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งแบบ แต่วิธีการที่เลือก นำเสนอนั้นควรจะต้องเป็นวิธีการที่มีประสิทธิผล ประสิทธิภาพ และสามารถดำเนินการได้จริง (Effectiveness, Efficiency and Affordability)

4. การวิเคราะห์ (Analyzing) เป็นความสามารถของบุคคลในการที่จะพิจารณา แยกแยะ เรื่องราวหรือปรากฏการณ์ใด ๆ แล้วสามารถหยั่งถึงเบื้องหลัง ความเป็นมาเป็นไปหรือ ส่วนประกอบ ที่เป็นรายละเอียดที่ประกอบด้วยกันเข้าเป็นเช่นนั้น โดยการพิจารณาดังกล่าวเกิดจาก บุคคลใช้ปัญญา ของตนคิดหาเหตุผลหรือคำตอบด้วยตนเองโดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานที่ตนสามารถ รับรู้ได้ การวิเคราะห์ เป็นความสามารถด้านสมองที่มีความจำเป็นมากในกรณีที่ต้องการสอนให้คนรู้จักคิด รู้จักหาเหตุผล มาอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถแยกย่อยได้เป็น 3 ลักษณะ

4.1 การชี้ระบุลักษณะสำคัญ (Differentiating) หมายถึง การที่บุคคลสามารถระบุเรื่องราวหรือปรากฏการณ์ใด ๆ ที่มุ่งศึกษานั้นว่า มีสาระใดบ้างเป็นส่วนสำคัญ หรือการชี้ระบุปัจจัยประเด็นที่สำคัญของสิ่งนั้นให้เห็นได้ชัดเจน

4.2 การชี้ระบุระบบความสัมพันธ์ (Organizing) หมายถึง การที่บุคคลสามารถมองเห็นความเชื่อมโยง ความต่อเนื่องของเรื่องราว ปรากฏการณ์หรือการใช้เหตุผลใด ๆ ว่าสิ่งดังกล่าวนั้นมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร

4.3 การชี้ระบุคุณสมบัติภายใน (Attributing) หมายถึง การที่บุคคลสามารถหยั่งเห็นถึงแนวคิด เจตนา หรือความตั้งใจที่ซ่อนอยู่ภายในของปรากฏการณ์ใด ๆ ที่เกิดขึ้น

5. การประเมิน (Evaluating) หมายถึง การลงข้อตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าให้กับกิจกรรม สิ่งของ การกระทำ หรือปรากฏการณ์ใด ๆ ไปตามเกณฑ์และมาตรฐานที่กำหนด ทั้งนี้ การประเมินจะเกิดขึ้นนั้นต้องเป็นการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับคุณค่า ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนย่อย

5.1 การตรวจสอบ (Checking) หมายถึง การพิจารณาว่า ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมใด ๆ กับผลลัพธ์ที่ได้ หรือขั้นตอนการดำเนินงานนั้น ๆ มีความสอดคล้องคงที่ภายในหรือไม่ รวมทั้งมีคุณสมบัติหรือเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่

5.2 การลงข้อตัดสิน (Critiquing or Judging) หมายถึง การลงข้อประเมินให้กับผลผลิตหรือกระบวนการใด ๆ ว่าเป็นไปตามเกณฑ์และมาตรฐานภายนอกที่ได้รับการกำหนดล่วงหน้าหรือไม่อย่างไร

6. การสร้างสรรค์ (Creating) เป็นความสามารถของบุคคลในการที่จะคิด พัฒนา ประดิษฐ์ สร้างหรือจัดกระทำสิ่งใหม่ ๆ ให้เกิดขึ้น โดยผลงานดังกล่าวนั้นเกิดจากความคิดของตัวผู้สร้างเอง โดยมิได้ลอกเลียนงานของบุคคลใด ๆ มาในลักษณะของการลอกทั้งชิ้นงาน หรือการสร้างสรรค์ หมายถึงการนำเอาสิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะเป็นส่วนย่อยมาผูกพันประสานให้เกิดขึ้นเป็นผลงานชิ้นใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม ซึ่งสามารถแยกย่อยออกได้เป็น 3 ส่วนย่อย

6.1 การจัดกระทำใหม่ (Generating or Hypothesizing) หมายถึง การที่บุคคลสามารถให้ข้อเสนอแนะ ชี้แนะในแนวทางการพัฒนา สร้างสรรค์หรือเห็นแนวทาง ขั้นตอนในการจัดกระทำใหม่ให้กับปัญหาหรือ ขั้นตอนการดำเนินการใด ๆ ที่มีอยู่ โดยอาศัยแนวทางพื้นฐานวิธีการเดิมที่มีอยู่เป็นฐาน และแนวคิดในการแก้ไข พัฒนาต่อยอดเพื่อให้ได้สิ่งใหม่ที่ต่างออกไปจากเดิม

6.2 การวางแผน (Planning) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการจัดลำดับขั้นตอนหรือสามารถกำหนดสิ่งที่จะต้องดำเนินการ เพื่อแก้ปัญหาหรือกระทำการบางอย่างให้ลุล่วงไป เพื่อให้เกิดผลตามที่ต้องการในกาลข้างหน้า

6.3 การสร้างและพัฒนา (Producing) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการที่ใช้ความสามารถทางสมองของตนในการคิดค้น เขียน สร้าง วาด หรือพัฒนาสิ่งใหม่ให้เกิดขึ้น โดยการกระทำดังกล่าว ผู้สร้างใช้ความสามารถความคิดของตนเองเป็นสำคัญ มิได้เกิดจากการลอกหรือเลียนแบบผลงานของบุคคลอื่นมาทั้งหมด หรือลอกมาแทบทุกส่วน

#### แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สิริพร ทิพย์คง (2545, น.193) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดคำถามที่มุ่งวัดพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนว่ามีความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้วมากน้อยเพียงใด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และเขียนข้อคิดเห็นของแต่ละคน
2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด (True-False Test) คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น
3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยค หรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ตอบเติมคำหรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้ นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง
4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) เป็นข้อสอบที่คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำ เป็นประโยค หรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง
5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิดหนึ่งโดยมีคำ หรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่งจะคู่กับคำ หรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่งซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้
6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนั้นจะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้พิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน

สมพร เชื้อพันธ์ (2547, น.59) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบหรือชุดของข้อสอบที่ใช้วัดความสำเร็จหรือความสามารถในการทำกิจกรรมการเรียนรู้

ของนักเรียนที่เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอนว่าผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้เพียงใด

### ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เครื่องมือที่สำคัญในการตรวจสอบความรู้ความสามารถของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยได้มีนักการศึกษาได้จำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังต่อไปนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2550, น.96) ได้จำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด คือ แบบทดสอบแบบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถาม หรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่ และแบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบคือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำตอบ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐานกล่าวคือมีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน

### ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2550, น.97) ได้กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การสร้างแบบทดสอบควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ตารางวิเคราะห์หลักสูตรจะใช้ในการออกข้อสอบโดยระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดไว้

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะเกิดขึ้นกับผู้เรียนซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีการสร้าง โดยการศึกษาดารางวิเคราะห์หลักสูตร และจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้ว่า จะเป็นแบบใด โดยต้องอ้างอิงให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลัก และวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบที่ได้มาแล้วในขั้นที่ 3

5. ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นตอนที่ 4 มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาบทวนตรวจทางข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจสอบข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมดจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพโดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อ ๆ ไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบไม่มีคุณภาพ หรือมีคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

สรุป ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน ทั้งด้านความรู้ (Knowledge) ด้านทักษะกระบวนการ (Process Skill) และด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (Attribute)

## ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

### ความหมายของความพึงพอใจ

การจัดการเรียนรู้ให้ประสบความสำเร็จนั้นผู้สอนต้องคำนึงถึงความพึงพอใจของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญ เพราะหากผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แล้วย่อมส่งผลถึง ประสิทธิภาพในการเรียนและความสุขในการเรียนด้วย ซึ่งจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ดังนี้

ธีรพงศ์ แก่นอินทร์ (2545, น.36) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนว่าเป็นความรู้สึกพึงพอใจต่อการปฏิบัติของนักศึกษาในระหว่างการเรียนการสอน การปฏิบัติของอาจารย์ผู้สอนและสภาพบรรยากาศโดยทั่วไปของการเรียนการสอน

ปริญญา จเรรัชต์, วิโรจน์ ฤทธิฤชัย, อานุกาฬ เส็งสายและแพรวพรรณ ชูช่วย (2546, น.3) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ท่าที ความรู้สึกหรือทัศนคติ ในทางที่ดีของบุคคลที่มีต่อสิ่งที่ปฏิบัติร่วมปฏิบัติหรือได้รับมอบหมายให้ ปฏิบัติโดยผลตอบแทนที่ได้รับรวมทั้ง สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นปัจจัยทำให้เกิดความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจ

Good (1973, น.518) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง คุณภาพ สภาพหรือระดับความพึงพอใจซึ่งเป็นผลของความสนใจต่าง ๆ และทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ท่าทีความรู้สึกหรือทัศนคติ ในแง่ดีที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ เช่น วิธีการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ เป็นต้น ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้

#### **การวัดความพึงพอใจ**

การวัดความพึงพอใจสามารถวัดได้หลายวิธี ดังนี้ อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ (2535, น. 44)

1. การสังเกต เป็นการวัดความพึงพอใจโดยผู้สอบถามจะสังเกต พฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะเป็นการแสดงออกทางการพูด การแสดงออกทางกิริยาท่าทาง วิธีนี้ผู้สอบถามต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

2. การสัมภาษณ์ เป็นการวัดความพึงพอใจซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดี ซึ่งจะส่งผลให้ผู้สอบถามได้รับข้อมูลที่เป็นจริงได้

3. การใช้แบบสอบถาม เป็นการวัดความพึงพอใจโดยผู้สอบถามจะต้องออกแบบ สอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นจากบุคคลเป้าหมาย ซึ่งสามารถทำได้โดยรูปแบบได้แก่ ลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ โดยคำถามดังกล่าวอาจเป็นคำถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การควบคุมงาน การบริการ และเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกวิธีการวัดความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ ด้านจุดประสงค์ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับและการนำไปใช้



## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โสภา มั่นเรือง และจรินทร์ อุ่มไกร (2559) การพัฒนาสื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการศึกษาแบบ STEM Education กรณีศึกษาโรงเรียนสุพรรณภูมิ พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การศึกษาแบบ STEM Education กรณีศึกษา โรงเรียนสุพรรณภูมิ มีค่าเท่ากับ 86.00/81.33 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีความพึงพอใจของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเฉลี่ย 4.473 อยู่ในระดับดี และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56

อุไรวรรณ ภูจำพล และวาสนา กิรติจำเริญ (2560) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษาผลการศึกษา พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสูงกว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และด้านคุณภาพของชิ้นงาน หลังการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีกระบวนการในการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เป็นผู้ค้นพบปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ด้วยตนเอง ทำความเข้าใจในปัญหาและทำการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา รวมทั้งประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา วางแผนและแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้เน้น การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

กมลฉัตร กล่อมอิม (2560) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกระดาศเงิน ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 50 คน แบ่งเป็น 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 25 คน โดยกลุ่มทดลอง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.01

วันชัย แซ่มตระกูล (2560) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการจัดการ

เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โรงเรียนทับทอง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 คน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง ดาราศาสตร์ และอวกาศ จำนวน 6 แผน พบว่า ผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผลการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ดาราศาสตร์ และอวกาศ ด้วยวิธีการสอนแบบสะเต็มศึกษา พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผนมีความเหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างช่วง 4.11-4.28)

ภิญโญ วงษ์ทอง (2562) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดอย่าง มีวิจารณญาณ และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยแผนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 32 คน โรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่ง ในจังหวัดนครนายก พบว่า 1. ผลคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนร้อยละ 38.05 (SD =4.85) และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนร้อยละ 74.92 (SD = 4.71) มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.60 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 60 คิดเป็นร้อยละ 84.37 2. นักเรียน มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยรวมอยู่ในระดับดี มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการคิดอย่าง มีวิจารณญาณคิดเป็นร้อยละ 68.56 และ 3. นักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมต่อการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education สามารถระบุประเด็นปัญหา รวบรวมข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูล และสรุปผล ได้อย่าง เป็นขั้นตอน แสดงว่าผู้เรียนมีกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Diana (2012) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยใช้นักเรียน เกรด 3-8 เป็นกรณีศึกษา ให้ทำโครงงานในหัวข้อเรื่อง ดาวอังคารในจินตนาการ โดยมีขั้นตอน การจัดกิจกรรม เริ่มต้นด้วยการตรวจสอบความพื้นฐาน ให้จินตนาการศึกษาค้นคว้าสำรวจ ตรวจสอบ สร้างสรรค์ ออกแบบโมเดลดาวอังคาร และแลกเปลี่ยนความคิด การออกแบบของกับเพื่อน ๆ ร่วมชั้น จากผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้บูรณาการ STEM ในการให้นักเรียนได้ทำโครงงานส่งผล ทำให้นักเรียน สามารถถ่ายโอนความรู้และทักษะสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เผชิญหน้าและประยุกต์ใช้ กับปัญหาใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นในภายภาคหน้าได้ เพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น และมีผลทดสอบ ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นด้วย

Scott (2012) ได้ศึกษาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมในสหรัฐอเมริกา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบทบาท ของ STEM ในโรงเรียนมัธยม 10 แห่งทั่วสหรัฐอเมริกา ในการพยายามเพื่อเตรียมความพร้อม แก่นักเรียน สำหรับเข้าทำงานในสาขาที่เกี่ยวข้องกับ STEM ในหลาย ๆ โรงเรียนได้มีการออกแบบแผน และดำเนินการนำไปใช้แล้ว แต่อีกหลาย ๆ แห่งยังอยู่ในขั้นดำเนินการวางแผนอยู่เลย จากการศึกษา

ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมห้องเรียน STEM มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีกว่าเด็กนักเรียนระดับเดียวกันแต่ไม่ได้เข้าร่วม และนักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมนี้ยังบอกอีกว่า หากพวกเขาได้รับโอกาสและการสนับสนุนส่งเสริมให้สามารถเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิตและฝึกงานจริง หรือให้รับผิดชอบทำโครงการขึ้นมาสักชิ้น เพื่อใช้ขอสำเร็จการศึกษา พวกเขาก็สามารถสำเร็จการศึกษาขั้นพื้นฐานได้อย่างแน่นอน

Mayasari (2016) ได้ทำการศึกษาระดับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ผ่านการสร้างสรรค์ชิ้นงาน “พลังงานทดแทน (พลังงานจากแสงอาทิตย์)” กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนที่ลงทะเบียน เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 29 คน ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods) และประเมินระดับความคิดสร้างสรรค์โดยใช้ 4P ผลการวิจัยพบว่า ชิ้นงานที่ได้จากการ จัดการเรียนรู้อบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์สามารถส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์ของนักเรียนได้ และนักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้และทักษะเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อีกด้วย

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกในการเรียน มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ใส่ใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น ส่งผลทำให้ระดับผลการเรียนของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น การประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ การใช้ในการเรียนการสอนจะช่วยให้นักเรียน เรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ และสามารถมองหาเหตุผลที่เกิดจากการเชื่อมโยง มองเห็นประโยชน์ของเทคโนโลยีและวิศวกรรม สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้นำการแก้ไขปัญหในชีวิตจริงที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## บทที่ 3

### ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากร
2. กลุ่มตัวอย่างและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### ประชากร

ประชากรสำหรับวิจัยนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ จำนวน 4 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 168 คน

#### กลุ่มตัวอย่างและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ จำนวน 41 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 แผน ระยะเวลา 16 ชั่วโมง
2. แบบวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่
  - 2.1 แบบทดสอบ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.2 แบบประเมินทักษะกระบวนการ เป็นแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างทำกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

2.3 แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ เป็นแบบประเมินพฤติกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ

### การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 แผน ระยะเวลา 16 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาแนวคิด หลักการและวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-ป.6)

1.3 ศึกษาและทำความเข้าใจรายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เสียงกับการได้ยิน ด้านสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ พฤติกรรมการเรียนรู้ เนื้อหาการจัดการเรียนรู้ แหล่งเรียนรู้ สื่อและการวัดผลการเรียนรู้จากหนังสือเรียน และจากคู่มือการจัดการเรียนรู้สำหรับครู

1.4 วิเคราะห์เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียงกับการได้ยิน หาความเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรือปัญหาจากสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เพื่อนำสู่การกำหนดเป็นรายละเอียดในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน ใช้ระยะเวลา 16 ชั่วโมง ดังนี้

1.5.1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แตรเชียร์บอล เวลา 4 ชั่วโมง

ตัวชี้วัด ป.5/1 อธิบายการได้ยินเสียงผ่านตัวกลางจากหลักฐานเชิงประจักษ์ สาระสำคัญ คือ เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงและเสียงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดเสียงทุกทิศทางโดยอาศัยตัวกลาง

- 1.5.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โทรศัพท์แก้วพลาสติก เวลา 3 ชั่วโมง  
ตัวชี้วัด ป.5/1 อธิบายการได้ยินเสียงผ่านตัวกลางจากหลักฐานเชิงประจักษ์  
สาระสำคัญ คือ การได้ยินเสียงต้องอาศัยตัวกลาง โดยอาจเป็นของแข็ง

ของเหลวหรืออากาศ เสียงจะส่งผ่านตัวกลางมายังหู เสียงเคลื่อนที่ในของแข็งได้ดีกว่าในของเหลว และเสียงเคลื่อนที่ในของเหลวได้ดีกว่าแก๊ส

- 1.5.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเกิดเสียงดัง เสียงค่อย เวลา 3 ชั่วโมง  
ตัวชี้วัด ป.5/2 ระบุตัวแปร ทดลอง และอธิบายลักษณะและการเกิดเสียงสูง

เสียงต่ำ

สาระสำคัญ คือ เสียงดัง เสียงค่อยที่ได้ยินขึ้นอยู่กับพลังงานการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง โดยเมื่อแหล่งกำเนิดเสียงสั่นด้วยพลังงานมากจะเกิดเสียงดัง แต่เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงสั่นด้วยพลังงานน้อยจะเกิดเสียงค่อย

- 1.5.4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ เวลา 3 ชั่วโมง  
ตัวชี้วัด ป.5/3 ออกแบบการทดลองและอธิบายลักษณะและการเกิดเสียงดัง

เสียงค่อย

สาระสำคัญ คือ เสียงสูง เสียงต่ำ เรียกว่าระดับเสียง ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงมีความเร็วในการสั่นมาก (ความถี่สูง) จะทำให้เกิดเสียงสูงหรือเสียงแหลม ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงมีความเร็วในการสั่นน้อย (ความถี่ต่ำ) จะทำให้เกิดเสียงต่ำหรือเสียงทุ้ม

- 1.5.5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง หูฟังป้องกันเสียง เวลา 3 ชั่วโมง  
ตัวชี้วัด ป.5/4 วัดระดับเสียงโดยใช้เครื่องมือวัดระดับเสียง

ป.5/5 ตระหนักในคุณค่าของความรู้เรื่องระดับเสียงโดยเสนอแนะแนวทางในการหลีกเลี่ยงและลดมลพิษทางเสียง

สาระสำคัญ คือ มลพิษทางเสียง คือเสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญ การฟังเสียงที่มีความดังมากติดต่อกันเป็นเวลานาน เช่น เสียงชุดเจาะถนน เสียงวิทยุต่าง ๆ จะเป็นอันตรายต่อการได้ยินหรือหูของเราได้ อาจทำให้เยื่อแก้วหูฉีกขาด หรือเกิดอาการหูตึงหรือหูหนวกได้ เสียงที่ปลอดภัยต้องมีความดังไม่เกิน 85 เดซิเบล และต้องฟังไม่เกินวันละ 8 ชั่วโมง

ผู้วิจัย จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มี 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย

1. ส่วนหัวของแผนการจัดการเรียนรู้ จะระบุรายละเอียด ได้แก่ กลุ่มสาระการเรียนรู้ ระดับชั้น เรื่อง ระยะเวลา

2. ส่วนตัวแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล สื่อ และแหล่งการเรียนรู้

3. ส่วนท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และแบบวัด และประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้ง 3 ด้าน ซึ่งต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

3.1 ด้านความรู้ (Knowledge) ได้แก่ ใบกิจกรรม ใบงานหรือการทำชิ้นงาน

3.2 ด้านทักษะกระบวนการ (Process Skill) ได้แก่ แบบประเมินทักษะกระบวนการ

3.3 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (Attribute) ได้แก่ แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบถูกต้อง ความครอบคลุม ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาการสอนวิทยาศาสตร์ ได้พิจารณา ตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ภายในแผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของ Likert โดยกำหนดการให้คะแนน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553 น.99-100)

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

1.8 นำความเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ระดับคุณภาพ คือ ถ้าได้ค่าเฉลี่ยมากกว่า 3.5 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 จึงจะนำไปใช้ โดยกำหนดเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น.99-100)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ทั้ง 5 แผน มีระดับคุณภาพอยู่ในระดับเหมาะสมมากทุกแผน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.17–4.44

และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.22–0.52 สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินและปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้ (Try-Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 3 ครั้ง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 5/3 และ 5/4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามขั้นตอน โดยศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และคู่มือตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐานมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน เพื่อรวบรวมเนื้อหาที่นักเรียนต้องศึกษาในบทเรียนแล้วนำมาเป็นข้อมูลในการสร้างแบบวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่

2.1 แบบทดสอบ เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยมีขั้นตอนในดำเนินการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

2.1.1 วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้กับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน พร้อมทั้งวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยจำแนกพฤติกรรมเรียนรู้ที่มีต้องการวัดพุทธิพิสัยตามแนวคิด Bloom

2.1.2 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบ เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ โดยให้ครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้

2.1.3 นำแบบทดสอบ เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาความถูกต้อง ตรวจสอบแก้ไข ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับผลการเรียนรู้



ที่คาดหวัง ความถูกต้องทางภาษา ตัวเลือก ตัวลวง การใช้คำถาม และให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นนำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไข

2.1.4 นำแบบทดสอบ เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Index of Item Objective Congruence: IOC) และความถูกต้องด้านภาษา ตัวเลือก และการใช้คำถาม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง มากกว่า 0.5 ขึ้นไป ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้คะแนนตามเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น.67) ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตามจุดประสงค์นั้นจริง

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตามจุดประสงค์นั้นหรือไม่

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่วัดตามจุดประสงค์นั้น

จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย พบว่า ค่า IOC เท่ากับ 1.00 แสดงว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.1.5 นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว จำนวน 50 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ที่ผ่านการเรียน เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน แล้ว จำนวน 50 คน

2.1.6 นำผลคะแนนของแบบทดสอบที่ได้จากการทดลองใช้มาวิเคราะห์ หาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแต่ละข้อ เลือกเฉพาะข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งเป็นข้อสอบที่นำไปใช้ได้ ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบจำนวน 50 ข้อ ได้ทำการคัดเลือกไว้ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.29 - 0.71 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.29 - 0.79

2.1.7 นำผลคะแนนของแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 30 ข้อ วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของ Kuder - Richardson (KR-20) พบว่า ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 ดังนั้น สามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบได้

2.1.8 นำแบบทดสอบ เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน จำนวน 30 ข้อ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

## 2.2 แบบประเมินทักษะกระบวนการ

2.2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skill)

2.2.2 กำหนดรายการพฤติกรรมการทำกิจกรรมของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้สอดคล้องและครอบคลุมกับจุดประสงค์ของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

2.2.3 กำหนดเกณฑ์การประเมินเป็นแบบ Rubric Scale ให้เป็นคะแนน โดยกำหนดน้ำหนักคะแนนให้กับรายการประเมินต่าง ๆ ในสัดส่วนที่เหมาะสม

2.2.4 สร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการฉบับร่าง สำหรับใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดรายการประเมินให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.2.5 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการฉบับร่าง เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความครอบคลุม ความเหมาะสม จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.2.6 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความครอบคลุม ความเหมาะสม จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.2.7 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ที่ผ่านการเรียนเรื่อง เสียงกับการได้ยิน แล้ว

2.2.8 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการที่ผ่านการทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

### 2.3 แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์

2.3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์

2.3.2 กำหนดรายการพฤติกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้สอดคล้องและครอบคลุมกับจุดประสงค์ของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ การใฝ่เรียนใฝ่รู้ การมุ่งมั่นในการทำงาน และการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2.3.3 กำหนดเกณฑ์การประเมินเป็นแบบ Rubric Scale ให้เป็นคะแนน โดยกำหนดน้ำหนักคะแนนให้กับรายการประเมินต่าง ๆ ในสัดส่วนที่เหมาะสม

2.3.4 สร้างแบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ฉบับร่าง สำหรับใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดรายการประเมินให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.3.5 นำแบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ฉบับร่าง เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความครอบคลุม ความเหมาะสม จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.3.6 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความครอบคลุม ความเหมาะสม จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.3.7 นำแบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ที่ผ่านการเรียนเรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน แล้ว

2.3.8 นำแบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ผ่านการทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

3.2 วิเคราะห์ลักษณะของข้อมูลที่ต้องการ โดยพิจารณาจากวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขอบเขตด้านเนื้อหาและนิยามศัพท์เฉพาะ

3.3 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ยีน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 ข้อ ต้องการใช้จริงจำนวน 10 ข้อ แบบประมาณค่า (Rating Scale) โดยกำหนดระดับคะแนนของความพึงพอใจออกเป็น 5 ระดับ คือ 5 4 3 2 1 ตามความหมาย ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

และกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายความพึงพอใจ จากค่าเฉลี่ยที่ได้มาจากการทำแบบสอบถามของนักเรียน ดังต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น.82-83)

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ มาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

3.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างเสร็จแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของข้อคำถาม จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตาม ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ ที่ปรึกษาแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกคำถามความพึงพอใจที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง มากกว่า 0.5 ขึ้นไป ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตามจุดประสงค์นั้นจริง

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตามจุดประสงค์นั้นหรือไม่

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่วัดตามจุดประสงค์นั้น

3.6 นำแบบสอบถามที่ได้รับจากการตรวจประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ท่าน นำมาหา ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่าได้ค่าเท่ากับ 1.00 สามารถนำไปใช้ได้ทุกข้อ

3.7 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ มาปรับปรุงแก้ไข แล้วคัดเลือกคำถามความพึงพอใจ จำนวน 10 ข้อ นำไปจัดทำแบบสอบถาม ความพึงพอใจฉบับสมบูรณ์

3.8 นำแบบสอบถามความพึงพอใจ ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราช ภัฏอุดรดิตถ์ ที่ทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยหาค่าความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ด้วยสูตรครอนบาค (Cronbach) บัญชึม ศรีสะอาด, 2545, น.101) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81 ซึ่งมีค่าสูงสามารถนำมาใช้วิจัยได้

3.9 นำแบบสอบถามความพึงพอใจ ไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โดยมีขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

1. ผู้วิจัย ติดต่อขออนุญาตทำการวิจัย โดยนำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์ ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์ ซึ่งเป็นโรงเรียนที่ผู้วิจัย ใช้นักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย
2. ผู้วิจัย ดำเนินการทดลองโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 แผน โดยใช้ระยะเวลา 16 ชั่วโมง โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 41 คน โดยระหว่างการจัดการเรียนรู้ ในแต่ละแผนการเรียนรู้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นคะแนนจากการทำกิจกรรม ใบงานหรือชิ้นงาน การประเมินทักษะกระบวนการและการประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียน
3. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามกำหนด ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน จำนวน 30 ข้อ
4. ผู้วิจัย ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในสัปดาห์สุดท้ายของการเรียน
5. ผู้วิจัย นำคะแนนที่ได้จากแต่ละแผนการเรียนรู้ที่เก็บรวบรวมจากการทำกิจกรรม ใบงานหรือชิ้นงาน การประเมินทักษะกระบวนการและการประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียน จากการทำแบบทดสอบ และผลจากการทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติต่อไป

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยใช้สถิติสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และการทดสอบค่าที (One Sample t-test)
3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ค่าความยาก (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability)



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัย ได้นำเสนอ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล เป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียงกับการได้ยิน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน

#### ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 แผน ระยะเวลา 16 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างขึ้นโดยมีโครงสร้างของเนื้อหาตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจ ความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ดังตารางที่ 1 และผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน หรือปัญหาที่นักเรียนสนใจเชื่อมโยงกับเนื้อหา เพื่อกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ โดยนักเรียนจะต้องร่วมกันคิดหาทางแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานจากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นนั้น ด้วยการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ และเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ในภาคทฤษฎีมาใช้ในการเชื่อมโยง และแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้น มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ระบุปัญหา 2. รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ตารางที่ 1 แสดงโครงสร้างเนื้อหา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แตรเชียร์บอล	ป.5/1 อธิบายการได้ยินเสียงผ่านตัวกลางจากหลักฐานเชิงประจักษ์	เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงและเสียงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดเสียงทุกทิศทางโดยอาศัยตัวกลาง	4
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โทรศัพท์แก้วพลาสติก		การได้ยินเสียงนั้น ต้องอาศัยตัวกลาง โดยอาจเป็นของแข็งของเหลว หรืออากาศ เสียงจะส่งผ่านตัวกลางมายังหู	3
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ	ป.5/2 ระบุตัวแปรทดลอง และอธิบายลักษณะและการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ	เสียงที่ได้ยินมีระดับสูงต่ำของเสียงต่างกัน ขึ้นกับความถี่ของการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง โดยเมื่อแหล่งกำเนิดสั่นด้วยความถี่ต่ำจะเกิดเสียงต่ำ แต่ถ้าสั่นด้วยความถี่สูงจะเกิดเสียงสูง	3
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเกิดเสียงดัง เสียงค่อย	ป.5/3 ออกแบบการทดลองและอธิบายลักษณะและการเกิดเสียงดัง เสียงค่อย	เสียงดัง เสียงค่อยที่ได้ยิน ขึ้นกับพลังงานการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง โดยเมื่อแหล่งกำเนิดสั่นด้วยพลังงานมากจะเกิดเสียงดัง แต่ถ้าแหล่งกำเนิดเสียงสั่นด้วยพลังงานน้อย จะเกิดเสียงค่อย	3
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง หูฟังป้องกันเสียง	ป.5/4 วัดระดับเสียงโดยใช้เครื่องมือวัดระดับเสียง ป.5/5 ตระหนักในคุณค่าของความรู้เรื่องระดับเสียงโดยเสนอแนะแนวทางในการหลีกเลี่ยงและลดมลพิษทางเสียง	เสียงดังมาก ๆ เป็นอันตรายต่อการได้ยิน และเสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญเป็นมลพิษทางเสียง เดซิเบลเป็นหน่วยที่บอกถึงความดังของเสียง	3



ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลวิเคราะห์		แปลผล
	$\bar{X}$	S.D.	
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แตรเชียร์บอล	4.22	0.30	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โทรศัพทแก้วพลาสติก	4.17	0.22	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การเกิดเสียงดัง เสียงค่อย	4.31	0.43	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ	4.44	0.52	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 หูฟังป้องกันเสียง	4.26	0.44	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทั้ง 5 แผน ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีคุณภาพอยู่ในระดับเหมาะสมมากทุกแผน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.17-4.44 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.22-0.52

## ตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียงกับการได้ยิน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คะแนนด้านความรู้ (K) จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คะแนนด้านความรู้ (K)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
แผนการจัดการเรียนรู้อื่นที่ 1	10	6.66	1.20	66.60
แผนการจัดการเรียนรู้อื่นที่ 2	10	7.59	1.45	75.90
แผนการจัดการเรียนรู้อื่นที่ 3	10	8.15	1.13	81.50
แผนการจัดการเรียนรู้อื่นที่ 4	10	7.63	1.44	76.30
แผนการจัดการเรียนรู้อื่นที่ 5	10	7.78	1.42	77.80
ทดสอบหลังเรียน	30	24.22	3.06	80.73
รวมคะแนน	80	62.02	7.35	77.53

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คะแนนด้านความรู้ (K) จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง  
สะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่าได้คะแนนเฉลี่ย  
62.02 คะแนน จากคะแนนเต็ม 80 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 7.35

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คะแนนด้านทักษะกระบวนการ (P) จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง  
สะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คะแนนด้านทักษะกระบวนการ (P)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	8	6.02	1.06	75.25
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	8	6.12	0.78	76.50
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	8	6.34	0.91	79.25
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	8	6.41	0.95	80.13
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	8	6.22	0.88	77.75
รวมคะแนน	40	31.12	3.23	77.80

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คะแนนด้านทักษะกระบวนการ (P) จากการจัดการเรียนรู้  
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5  
พบว่าได้คะแนนเฉลี่ย 31.12 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.80  
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.23

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คะแนนด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A) จากการจัดการเรียนรู้  
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คะแนนด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	8	6.20	0.75	77.50
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	8	6.32	0.79	79.00
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	8	6.29	0.75	78.63
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	8	6.44	0.90	80.50
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	8	6.39	0.77	79.88
รวมคะแนน	40	31.63	2.56	79.08

จากตารางที่ 5 ผลคะแนนด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A) จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่าได้คะแนนเฉลี่ย 31.63 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.56

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 (N=41)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนน เต็ม	คะแนน เกณฑ์ (ร้อยละ 75)	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	t-test	Sig.
ด้านความรู้ (K)	80	60	62.02	7.35	77.53	1.76	0.04*
ด้านทักษะกระบวนการ (P)	40	30	31.12	3.23	77.80	2.22	0.01*
ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A)	40	30	31.63	2.56	79.08	4.09	0.00*
รวม	160	120	124.78	11.31	77.99	2.70	0.00*

\*ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

จากตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 75 พบว่าด้านความรู้ (K) มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 62.02 คิดเป็นร้อยละ 77.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.35 และค่า  $t = 1.76$  ด้านทักษะกระบวนการ (P) มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.12 คิดเป็นร้อยละ 77.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.23 และค่า  $t = 2.22$  ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A) มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.63 คิดเป็นร้อยละ 79.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.56 และค่า  $t = 4.09$  ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวมพบว่า มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 124.78 คิดเป็นร้อยละ 77.99 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.31 และค่า  $t = 2.70$

### ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้  
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. ด้านจุดประสงค์			
1.1 นักเรียนทราบจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน	4.39	0.63	มาก
1.2 การจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	4.54	0.60	มากที่สุด
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สนุกและน่าสนใจ	4.61	0.54	มากที่สุด
2.2 นักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นและ รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	4.39	0.67	มาก
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้มุ่งส่งเสริมให้นักเรียน ได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา	4.32	0.69	มาก
2.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเกิด การบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์	4.54	0.55	มากที่สุด
2.5 การจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา ได้ง่าย	4.34	0.66	มาก
3. ด้านประโยชน์ที่ได้รับและการนำไปใช้			
3.1 นักเรียนได้เรียนอย่างมีความสุข	4.66	0.62	มากที่สุด
3.2 นักเรียนมีความตั้งใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ มากขึ้น	4.46	0.67	มาก
3.3 นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.27	0.74	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.45	0.13	มาก

จากตารางที่ 7 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง  
สะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยภาพรวม  
มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.45$ , S.D. = 0.13) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อมีค่าเฉลี่ย  
โดยเรียงจากมากไปหาน้อย คือ นักเรียนได้เรียนอย่างมีความสุข ( $\bar{X} = 4.66$ , S.D. = 0.62)  
รองลงมา คือ กิจกรรมการเรียนสนุกและน่าสนใจ ( $\bar{X} = 4.61$ , S.D. = 0.54) และค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด  
คือ นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ( $\bar{X} = 4.27$ , S.D. = 0.74)

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อค้นพบ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยคิดจากสถานการณ์  
ที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันให้เชื่อมโยงกับเนื้อหา ทำให้การเรียน เรื่อง เสียงกับการได้ยิน ผู้เรียนเห็น  
เป็นรูปธรรมมากขึ้น ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากสถานการณ์ ได้ลงมือปฏิบัติจริงจากการทำกิจกรรมหรือ  
ชิ้นงาน สนุกในการเรียนและได้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความคงทนของความรู้และได้พัฒนา  
ทักษะกระบวนการ
2. บางครั้งในการจัดกิจกรรมมีเวลาไม่เพียงพอ เนื่องจากในบางกิจกรรมนักเรียนเกิดความสุข  
และอยากทำกิจกรรมซ้ำ ในบางกิจกรรมนักเรียนบางคนทำได้เร็ว บางคนทำได้ช้า จึงทำให้มีผลกับ  
เวลาในการจัดกิจกรรม ดังนั้น ผู้สอนควรต้องมีการวางแผนกำหนดกิจกรรมให้ชัดเจนและเหมาะสม  
กับเวลา

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัย ได้สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียงกับการได้ยิน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ จำนวน 4 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 168 คน

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ นักเรียน จำนวน 41 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

#### เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 แผน ระยะเวลา 16 ชั่วโมง
2. แบบวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่
  - 2.1 แบบทดสอบ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
  - 2.2 แบบประเมินทักษะกระบวนการ เป็นแบบประเมินพฤติกรรมการทำงาน ของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

2.3 แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ เป็นแบบประเมินพฤติกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยใช้สถิติสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 คือ ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 คือ ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และการทดสอบค่าที (One Sample t-test)
3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 คือ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
4. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ค่าความยาก (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

#### สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 16 ชั่วโมง ซึ่งแยกตามเนื้อหา ได้แก่ แผนเรื่องที่ 1 แตรเชียร์บอล แผนเรื่องที่ 2 โทรศัพท์แก้วพลาสติก แผนเรื่องที่ 3 การเกิดเสียงดัง เสียงค่อย แผนเรื่องที่ 4 การเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ แผนเรื่องที่ 5 หูฟังป้องกันเสียง โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการ

แก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ซึ่งผลการตรวจและประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีความเห็นว่า แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทั้ง 5 แผน มีระดับคุณภาพอยู่ในระดับเหมาะสมมากทุกแผน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.17 – 4.44 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.22 – 0.52 ซึ่งทำให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 124.78 คิดเป็นร้อยละ 77.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.31 และค่า  $t = 2.70$

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยภาพรวม มีค่าเฉลี่ยซึ่งอยู่ในระดับมาก เท่ากับ 4.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.13

## อภิปรายผล

จากการดำเนินการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประเด็นที่น่าสนใจที่ควรนำมาอภิปรายผล ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 แผน มีระดับคุณภาพอยู่ในระดับเหมาะสมมากทุกแผน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.17 – 4.44 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.22 – 0.52 ซึ่งทำให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ ทั้งนี้เนื่องจากได้ผ่านกระบวนการจัดทำอย่างมีระบบ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้ารายละเอียด ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด เทคนิคการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพัฒนาแผนโดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน หรือ ปัญหาที่นักเรียนสนใจเชื่อมโยงกับเนื้อหา เพื่อกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ โดยได้ผ่านการตรวจและแก้ไขตาม



ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้จริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชไมพร ก้อนอาทร, ชลายุทธ์ ครุฑเมือง, และจิริยา พิชัยคำ (2563, น.343) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง พลังงานในชุมชนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โรงเรียนบ้านหาดรั้ว อำเภอวังซัน จังหวัดแพร่ ได้สร้างแผนการเรียนรู้ที่มีกระบวนการสร้างตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ โดยได้ศึกษาค้นคว้ารายละเอียดหลักสูตรสถานศึกษา วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตามตัวชี้วัด หน่วยการเรียนรู้ เทคนิคการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล จากเอกสารที่เกี่ยวข้องแล้วทำการออกแบบแผน และได้ผ่านการตรวจและแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา รวมถึงผ่านการตรวจสอบความถูกต้องที่ครอบคลุมเนื้อหา โครงสร้างการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลจากผู้เชี่ยวชาญ จึงทำให้ได้ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 11 แผนจากผู้เชี่ยวชาญ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการองค์ความรู้และทักษะของวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในระหว่างการเรียนรู้ มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบแอคทีฟ (Active Learning) ของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ และสถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559, น.13) โดยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เน้นที่ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสามารถเชื่อมโยงความเกี่ยวเนื่องของเนื้อหาระหว่างสาระวิชาและมีทักษะในการปฏิบัติการเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านคณิตศาสตร์ให้ตระหนักถึงบทบาทของคณิตศาสตร์และสามารถใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการวินิจฉัยและการตัดสินใจที่ดี ด้านเทคโนโลยีทำให้มีความเข้าใจและสามารถใช้งาน จัดการและเข้าถึงเทคโนโลยีและการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ได้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไม่เน้นการท่องจำทฤษฎี แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริง ควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด การแก้ไขปัญหาที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน จากการสังเกตพฤติกรรมในระหว่างการเรียนรู้ นักเรียนได้ช่วยกันระดมความคิดและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกขั้นตอน ระบุปัญหา รวบรวมข้อมูล ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ทำให้นักเรียนได้เกิดความร่วมมือ ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เกิดความสนุกในระหว่างเรียน ทำให้นักเรียนสนใจและตั้งใจเรียนมากขึ้น อีกทั้ง

ส่งผลให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประยูร บุญใช้, ญัฐพงศ์ เชื้อเพชร, เบญจนาศิริรัตน์ ไกรทิพย์, ธาชินี ศิวะศิลป์ชัย, ญัฐพล ปรีงกลางและพันธิภา นามวิจิตร (2563, น.11) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 โรงเรียนชุมชน วัดพิชิตพิทยาราม จังหวัดปทุมธานี พบว่านักเรียนมีค่าเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับร้อยละ 83.40 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ เพชรรัตน์ พูลเพิ่ม, เจริญวิษณุ สมพงษ์ธรรม, วิวัฒน์ เพชรศรี, และชลิลา บุขบงค์ (2563, น.550) ที่ได้ศึกษาผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ลม ฟ้า อากาศ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนตามแนวสะเต็มศึกษา พบว่านักเรียนมีผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงขึ้น เห็นได้จากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ไม่น้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ นักเรียน เรียนได้อย่างมีความสุข มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระทางความคิด มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น การสืบค้นข้อมูลความรู้จากแหล่งต่าง ๆ เช่น สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทั้งภายในกลุ่มและในห้องเรียน ทำให้นักเรียนมีความกล้าในการแสดงออก เกิดความมั่นใจ มีความสนุกสนานในการทำกิจกรรม นักเรียนได้เรียนอย่างมีความสุข ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิชณุ ทุมมี (2562, น.40) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจ ต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยรวมอยู่ในระดับมาก

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรต้องคิดเตรียมสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชา เพื่อนำมาจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน จึงจะทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 8 ด้านได้

1.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรต้องมีการวางแผนและกำหนดกิจกรรมให้ชัดเจนและมีความเหมาะสมกับเวลา เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้

### 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องมือในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้ครอบคลุมในทุกทักษะ

2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับเทคนิคการสอนอื่น ๆ เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพในการเรียนการสอนต่อไป



บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กมลฉัตร กล่อมอ้อม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 18 (4), 334-348.
- กมลฉัตร กล่อมอ้อม. (2560). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น* 40 (2), 41-51.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนุสสทกรณการเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนุสสทกรณการเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กัญญาพร แก้วรักษา. (2552). *การพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมสาระการเรียนรู้ภาษาไทย เรื่อง สระแก้วเมืองน่าอยู่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชัยม่วงวิทยา อำเภอดาพระยา จังหวัดสระแก้ว*. สารนิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา. (2559). *ผลประชุมคณะกรรมการนโยบาย "สะเต็มศึกษา" กระทรวงศึกษาธิการ*. สืบค้น 10 สิงหาคม 2562 จาก <https://www.moe.go.th/websm/2016/may/218.html>
- คณะกรรมการธิการการสื่อสารมวลชน การวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สารสนเทศ สภานิติบัญญัติแห่งชาติ. (2558). *ข้อเสนอเชิงนโยบาย STEM*. สืบค้น 2 สิงหาคม 2562 จาก <http://web.senate.go.th/w3c/senate/pictures/comm/1547>
- จำรัส อินทลาภาพร. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal*, 8 (1), 62-74.
- ชนาธิป พรกุล. (2552). การสอน กระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้. กรุงเทพฯ: วี. พรินท์ (1991) จำกัด.
- ชไมพร ก้อนอาทร, ชลายุทธ์ คุรุเมือง, และจรรยา พิชัยคำ. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง พลังงานชุมชน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา. รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ ครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ครั้งที่ 2, พิษณุโลก.

- ชลาริป สมิติโต. (2557). *การจัดกิจกรรมบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ สำหรับปฐมวัย เมื่อวันที่ 18 มกราคม และ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557*. [เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ]. กรุงเทพฯ: สมาคมอนุบาลแห่งประเทศไทย.
- ธีรพงศ์ แก่นอินทร์. (2545). ผลของวิธีสอนแบบโครงการต่อเจตคติ ความพึงพอใจ คุณลักษณะ อื่นและระดับผลการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 8 (1), 33-45.
- บัณฑิต ฉัตรวิโรจน์. (2555). *การจัดการเรียนรู้*. กำแพงเพชร: คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏ กำแพงเพชร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สิริวิริยาสาน.
- ประยูร บุญใช้, ณัฐพงศ์ เชื้อเพชร, เบญจนาทิวรัตน์ ไกรทิพย์, ธาชีนี ศิวะศิลป์ชัย, ณัฐพล ปรีงกลางและ พันธิภา นามวิจิตร. (2563). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 โรงเรียนชุมชนวัดพิชิตปิตยาราม จังหวัดปทุมธานี. *วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 12 (33), 11-17.
- ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2556). *วิจัยการเรียนการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2) กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปราณี กองจินดา. (2549). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการคิดเลขในใจ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบชิปปาโดยใช้แบบฝึกหัดที่เน้นทักษะการคิดเลขในใจกับ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คู่มือครู*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏ พระนครศรีอยุธยา.
- ปริญญา จเรรัชต์, วิโรจน์ ฤทธิ์ฤชัย, อานุกาพ เสี่ยงสายและแพรวพรรณ ชูช่วย. (2546). *ความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ผลิตและผู้บริโภคเลี้ยงสัตว์จังหวัดสุพรรณบุรี* [รายงานวิจัย ในการฝึกอบรมหลักสูตร พัฒนานักวิจัยกรมปศุสัตว์เบื้องต้น รุ่นที่ 1].
- ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ และธีรศาสตร์ คณาศรี. (2560). การบริการสังคมกับการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 11 (2), 7-16.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). STEM Educationกับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร*, 33 (2), 49-56.
- พลศักดิ์ แสงพรหมศรี, ประสาธน์ เนื่องเฉลิม และปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล. (2558). การเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. *วารสาร*

- ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 9 (ฉบับพิเศษ), 401-418.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2550). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: เฮาสออฟ เคนรมิสท์.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข. (2548). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- พิศิษฐ์ ตัฒทวนิช. (2558). แนวคิดการจำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์การจัดการศึกษาด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของบลูมและคณะฉบับปรับปรุง. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง*, 3 (2), 13-25.
- เพชรรัตน์ พูลเพิ่ม, เจริญวิษญ์ สมพงษ์ธรรม, วิวัฒน์ เพชรศรี และชลลลา บุชบงค์. (2563). การศึกษาผลการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลม ฟ้า อากาศ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM). ใน *การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 5 “การวิจัยเพื่อการเปลี่ยนแปลง (Research to Make A CHANGE)”*, (น.550-558). อุบลราชธานี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชธานี.
- เพ็ญฤดี รอดโต. (2549). *การสร้างหนังสือส่งเสริมการอ่านกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่อง ถิ่นนี้ดีกล้วยเล็บมือนาง สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี*.
- ภิญญา วงษ์ทอง. (2562). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 10 (1), 81-99.
- มนตรี จุฬาวฒนทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็มSTEM Education Thailand and STEM Ambassadors. *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท*, 42 (185), 14-18.
- มนสิข สิริสมบุญ. (2554). *ชุดฝึกอบรมการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วันชัย แซ่มตระกูล. (2560). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนทับทอง เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา*. สืบค้น 2 สิงหาคม 2562 จาก <http://www.edujournal.ru.ac.th/index.php/abstractData/viewIndex/1246.ru>
- วันชัย แยมจันทร์ฉาย. (2554). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานกับการเรียนตามปกติ*. สำนักงานเขตพื้นที่

- การศึกษามัธยมศึกษา เขต 42. จังหวัดนครสวรรค์.
- วิชัญ ทูมมี. (2562). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*. (รายงานการวิจัย). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว. (2558). *การพัฒนาหลักสูตรตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อ้อย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศิริวรรณ วณิชวัฒน์วรชัย. (2558). *วิธีสอนทั่วไป*. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *สะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *คู่มือหลักสูตรอบรมครูสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: องค์การค้ำของ สกสศ.
- สมนึก ธาตุทอง. (2548). *เทคนิคการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา*. นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมพร เชื้อพันธ์. (2547). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองกับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- สำลี รักสุทธี. (2545). *แนวการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา*. กรุงเทพฯ: เรื่องแสงการพิมพ์.
- สำลี รักสุทธี. (2553). *การจัดทำสื่อนวัตกรรมและแผนฯประกอบสื่อนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). *สะเต็มศึกษา (ตอนที่ 2): การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 17 (3), 154-160.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21*. *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)* 42 (185), 49-51.
- สุวิทย์ มูลคำและคณะ. (2549). *การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด*. กรุงเทพฯ: อี เค บুক.
- สุวิทย์ มูลคำและคณะ. (2551). *การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- โสภา มั่นเรือง, และจรินทร์ อุ่มไกร. (2559). *การพัฒนาสื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบ*



ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการศึกษาแบบ *STEM Education* กรณีศึกษาโรงเรียนสุพรรณภูมิ. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ "การจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม" ครั้งที่ 2* (น.236-243). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ. (2535). *ความพึงพอใจของสมาชิกที่มีต่อบทบาทของสหกรณ์การเกษตรสารภี จำกัด*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สถาบันเทคโนโลยีแม่โจ้.

อับดุลยามีน หะยีซาเดร์. (2560). *ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2550). *หลักการสอน*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). *หลักการสอน (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

อุไรวรรณ ภูจำพล, และวาสนา กิรติจำเริญ. (2560). *การศึกษาผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้า และแม่เหล็กไฟฟ้าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 12 (1), 243-250.*

Diana, L. R. (2012). *Integrated STEM Education through Project-Based Learning*. Retrieved 9 August 2019.

from [http://girlsrisenet.org/sites/all/modules/resource/resource\\_doc/106\\_integrated\\_stem\\_education\\_through\\_project-based\\_learning.pdf](http://girlsrisenet.org/sites/all/modules/resource/resource_doc/106_integrated_stem_education_through_project-based_learning.pdf)

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

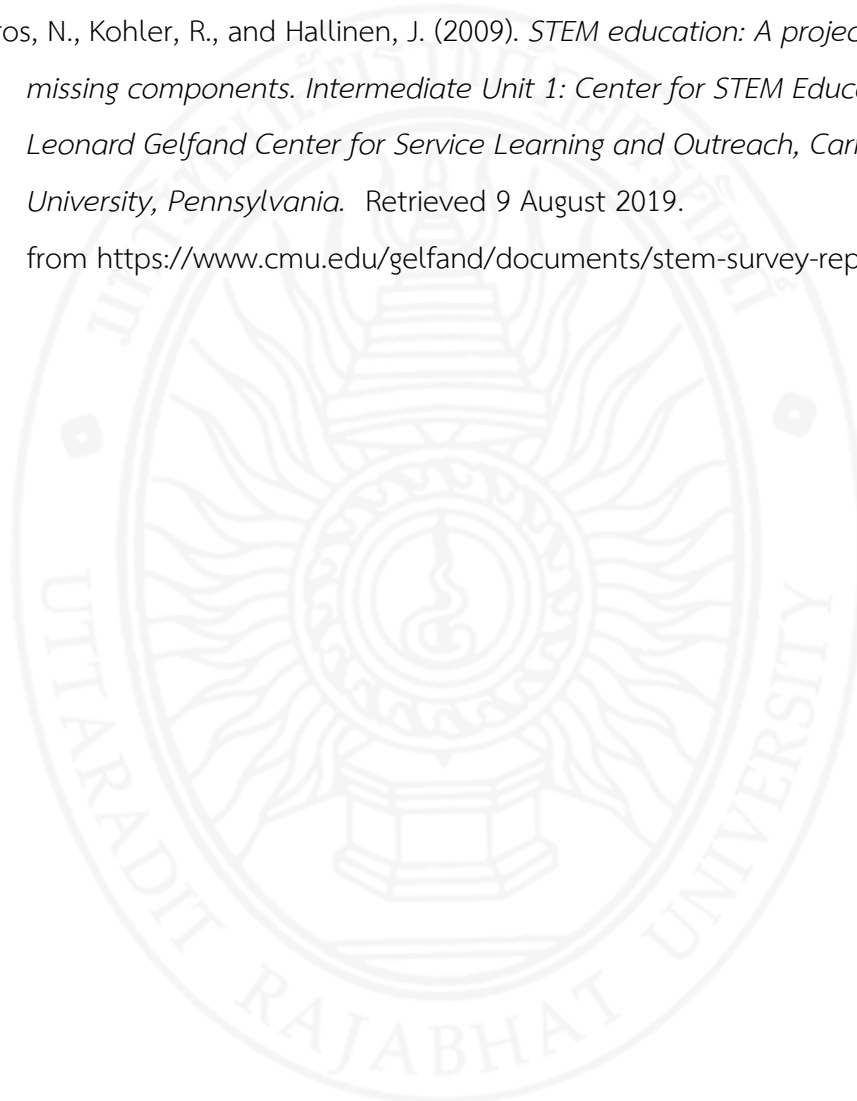
Retrieved 9 August 2019. from <https://docplayer.net/17179389-Implementing-science-technology-mathematics-and-engineering-stem-education-in-thailand-and-in-asean.html>

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

Honey, M., and Kanter, D. E. (2013). *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators*. New York: Routledge.

Mayasari, T., Kadarohman, A., Rusdiana, D. and Kaniawati, I.,. (2016). *Exploration of student's creativity by integrating STEM knowledge into creative products. AIP conference*.

- Roberts, A. (2013). STEM Is Here. Now What? *Technology and Engineering Teacher*, 73 (1), 22-27.
- Scott, C. (2012). An Investigation of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Focused High School in the U.S. *Journal of STEM Education*,. 13 (5 ), 30–39.
- Tsupros, N., Kohler, R., and Hallinen, J. (2009). *STEM education: A project to identify the missing components. Intermediate Unit 1: Center for STEM Education and Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach, Carnegie Mellon University, Pennsylvania*. Retrieved 9 August 2019.  
from <https://www.cmu.edu/gelfand/documents/stem-survey-report-cmu-iu1.pdf>





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

### รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์ ดร.ชลายุทธ์ ครุฑเมือง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์  
ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา รุจิเมธภาส ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย ราชภัฏอุตรดิตถ์  
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
3. อาจารย์คชาภรณ์ อุดเลิศ อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์  
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาการสอนวิทยาศาสตร์



ภาคผนวก ข  
หนังสือราชการ



ที่ อว ๐๖๑๔.๑๐/ว๔๙๐

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์  
อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ ๕๓๐๐๐

๑๔ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน อาจารย์ ดร.ชลายุทธ์ ครุฑเมือง

สิ่งที่ส่งมาด้วย	๑. เนื้อหาบทที่ ๑ - ๓	จำนวน ๑ ชุด
	๒. ร่างแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์	จำนวน ๑ ชุด
	๓. แบบประเมินความถูกต้องของแบบสอบถาม	จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวปญญาสา สัมพันธ์ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา  
หลักสูตรและการสอน กำลังดำเนินการวิจัยเพื่อเสนอเป็นวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการเรียนรู้ตาม  
แนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน สำหรับ  
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕” ซึ่งมี อาจารย์ ดร.จรรยา พิษย์คำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
หลักในการควบคุมการจัดทำวิทยานิพนธ์

เพื่อความถูกต้องสมบูรณ์เชิงวิชาการของวิทยานิพนธ์ดังกล่าว บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง  
มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.เชาวฤทธิ์ จันจิ้น)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๕๕๔๑ ๖๖๐๑-๓๑ ต่อ ๑๖๔๘, ๑๖๔๙

โทรสาร ๐ ๕๕๔๑ ๖๖๐๑-๓๑ ต่อ ๑๖๔๘

นางสาวปญญาสา สัมพันธ์ ๐ ๘๐๕๒ ๑๑๗๘ ๒



ที่ อว ๐๖๑๔.๑๐/ว๔๙๐

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์  
อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ ๕๓๐๐๐

๑๔ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา รุจิเมธากาส

สิ่งที่ส่งมาด้วย	๑. เนื้อหาบทที่ ๑ - ๓	จำนวน ๑ ชุด
	๒. ร่างแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์	จำนวน ๑ ชุด
	๓. แบบประเมินความถูกต้องของแบบสอบถาม	จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวปญญา สัมพันธ์ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน กำลังดำเนินการวิจัยเพื่อเสนอเป็นวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕” ซึ่งมี อาจารย์ ดร.จริยา พิชัยคำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในการควบคุมการจัดทำวิทยานิพนธ์

เพื่อความถูกต้องสมบูรณ์เชิงวิชาการของวิทยานิพนธ์ดังกล่าว บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง  
มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.เชาวฤทธิ์ จันจิ้น)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๕๕๔๑ ๖๖๐๑-๓๑ ต่อ ๑๖๔๘, ๑๖๔๙

โทรสาร ๐ ๕๕๔๑ ๖๖๐๑-๓๑ ต่อ ๑๖๔๘

นางสาวปญญา สัมพันธ์ ๐ ๘๐๕๒ ๑๑๗๘ ๒





ที่ อว ๐๖๑๔.๑๐/ว๔๙๐

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์  
อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ ๕๓๐๐๐

๑๔ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน อาจารย์คชาภรณ์ อุดเลิศ

สิ่งที่ส่งมาด้วย	๑. เนื้อหาบทที่ ๑ - ๓	จำนวน ๑ ชุด
	๒. ร่างแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์	จำนวน ๑ ชุด
	๓. แบบประเมินความถูกต้องของแบบสอบถาม	จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวปญญา สัมพันธ์ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน กำลังดำเนินการวิจัยเพื่อเสนอเป็นวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสี่ยงกับการไต่ขึ้น สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕” ซึ่งมี อาจารย์ ดร.จริยา พิษย์คำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในการควบคุมการจัดทำวิทยานิพนธ์

เพื่อความถูกต้องสมบูรณ์เชิงวิชาการของวิทยานิพนธ์ดังกล่าว บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.เชาวฤทธิ์ จันจิ้น)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๕๕๔๑ ๖๖๐๑-๓๑ ต่อ ๑๖๔๘, ๑๖๔๙

โทรสาร ๐ ๕๕๔๑ ๖๖๐๑-๓๑ ต่อ ๑๖๔๘

นางสาวปญญา สัมพันธ์ ๐ ๘๐๕๒ ๑๑๗๘ ๒

ที่ อว ๐๖๑๔.๑๐/๕๐๑



บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์  
อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ ๕๓๐๐๐

๒๑ ธันวาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์  
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย	๑. แผนการสอน	จำนวน ๕ แผน
	๒. แบบทดสอบ	จำนวน ๔๓ ชุด
	๓. แบบวัดความพึงพอใจ	จำนวน ๔๓ ชุด

ด้วย นางสาวปญญิสสา สัมพันธ์ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา  
หลักสูตรและการสอน กำลังดำเนินการวิจัยเพื่อเสนอเป็นวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการเรียนรู้ตาม  
แนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน สำหรับ  
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕” ซึ่งมี อาจารย์ ดร.จริยา พิษย์คำ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
หลักในการควบคุมการจัดทำวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน  
อนุญาตให้ นางสาวปญญิสสา สัมพันธ์ เข้าดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยกับนักเรียนชั้น  
ประถมศึกษาปีที่ ๕ ตามสิ่งที่ส่งมาด้วยที่แนบมาพร้อมหนังสือนี้ ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดทำ  
วิทยานิพนธ์ของนักศึกษาในชั้นต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง  
มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.เซาวฤทธิ จันจัน)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๕๕๔๑ ๖๖๐๑-๓๑ ต่อ ๑๖๔๘, ๑๖๔๙

โทรสาร ๐ ๕๕๔๑ ๖๖๐๑-๓๑ ต่อ ๑๖๔๘

นางสาวปญญิสสา สัมพันธ์ ๐ ๘๐๕๒ ๑๑๗๘ ๒



ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์    ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5    ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563  
เรื่อง แตรเซียร์บอล    เวลา 4 ชั่วโมง

.....

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.3    เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลง  
และการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน  
พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น  
ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า  
รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ว 2.3 ป.5/1    อธิบายการได้ยินเสียงผ่านตัวกลางจากหลักฐานเชิงประจักษ์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (Knowledge: K)

นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดเสียงได้

3.2 ด้านทักษะกระบวนการ (Process Skill: P)

3.2.1 นักเรียนสามารถการสังเกต ตั้งคำถาม ศึกษาค้นคว้า การวางแผนได้

3.2.2 นักเรียนสามารถใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม และบันทึกผลด้วยวิธีต่างๆได้

3.2.3 นักเรียนสามารถจัดกลุ่มข้อมูลที่ได้จากการทดลองและนำเสนอผลได้

3.2.4 นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นในการทำกิจกรรมได้

3.2.5 นักเรียนสามารถบันทึกและอธิบายผลการสังเกตการทำกิจกรรมได้

3.2.6 นักเรียนสามารถนำเสนอผลงานด้วยวาจาให้ผู้อื่นเข้าใจได้

3.2.7 นักเรียนสามารถทำชิ้นงานที่มีความคิดสร้างสรรค์ได้

3.2.8 นักเรียนดูแลและเก็บอุปกรณ์เมื่อใช้เสร็จเรียบร้อย

3.3 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (Attribute: A)

3.3.1 ใฝ่เรียนรู้

3.3.2 มุ่งมั่นในการทำงาน

#### 4. สารการเรียนรู้

##### วิทยาศาสตร์

1. เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงและเสียงเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดเสียงทุกทิศทางโดยอาศัยตัวกลาง
2. การได้ยินเสียงต้องอาศัยตัวกลาง โดยอาจเป็น ของแข็ง ของเหลว หรืออากาศ เสียงจะส่งผ่าน ตัวกลางมายังหู

##### เทคโนโลยี

1. อินเทอร์เน็ต เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์หลายๆ เครือข่ายที่เชื่อมโยงกันทั่วโลก ซึ่งให้บริการต่างๆ เช่น สืบค้นข้อมูล ติดต่อสื่อสาร
2. การค้นหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ควรให้คำที่สอดคล้องกับข้อมูลที่ต้องการ และเลือกแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ
3. ก่อนนำข้อมูลไปใช้หรือเผยแพร่ ควรตรวจสอบข้อเท็จจริงด้วยการวิเคราะห์แยกแยะ เปรียบเทียบข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

##### วิศวกรรม

ไม่ได้ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน แต่กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถเทียบเคียงได้จากกระบวนการเทคโนโลยี ในตัวชี้วัดสาระ การออกแบบและเทคโนโลยีกระบวนการออกแบบวัสดุที่นำมาทดลองให้สอดคล้อง กับเนื้อหาที่ปฏิบัติ

##### คณิตศาสตร์

การอ่านและการเขียนบันทึกกิจกรรมที่ระบุเวลา การกำหนดความยาว มาตรการวัด

#### 5. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

##### ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

##### กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
2. ครูสร้างสถานการณ์ ปัญหา หรือกิจกรรมที่เป็นสาเหตุของปัญหาที่ใกล้ตัว สามารถเห็นและพบได้ในชีวิตประจำวัน เรื่อง การเกิดเสียง เช่น ครูเดินเข้ามา ทักทายนักเรียนโดยการพูดคุย ครูตีโต๊ะให้เกิดเสียงดัง หรือให้นักเรียนแต่ละคน ลองปรบมือ เป็นต้น จากนั้นครูก็ถามคำถามชวนคิดให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ว่าเสียงที่เราได้ยินจากการที่ครูยกตัวอย่างกิจกรรมในข้างต้นนั้น เกิดขึ้นได้อย่างไร แนวคำถามจะเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่

3. ครูจัดกลุ่มผู้เรียน กลุ่มละ 5 คน คละเพศ และความสามารถ

4. ครูนำอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

ครูยกประเด็นเกี่ยวกับเสียงต่าง ๆ รอบตัว ครูให้นักเรียนดูภาพการเกิดเสียง ได้แก่ ตีตกกีตาร์ สีไวโอลิน ตีกลอง เป่าขลุ่ย เป็นต้น จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันคิดว่าภาพต่าง ๆ นี้เกิดเสียงหรือไม่ เสียงของแต่ละภาพเป็นอย่างไร และถ้าจำแนกเสียงที่เกิดขึ้นเป็นกลุ่ม นักเรียนจะจำแนกได้อย่างไร และใช้เกณฑ์อะไร

4.1 ยกตัวอย่างสิ่งของหรือเครื่องดนตรีที่ทำให้เกิดเสียง

(แนวคำตอบ เครื่องดนตรีพวกเครื่องสายจะสังเกตได้ง่าย)

4.2 สิ่งของหรือเครื่องดนตรีที่นักเรียนยกตัวอย่าง เกิดเสียงได้อย่างไร

(แนวคำตอบ ให้นักเรียนสังเกตแหล่งกำเนิดเสียงนั้นขณะที่เกิดเสียง)

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเสียง แล้วนำมาอภิปรายกันในกลุ่มเพื่อน

6. ครูชี้แจงและกำหนดสถานการณ์ ดังนี้

“วางไม้บรรทัดบนโต๊ะ และให้ยื่นออกมานอกโต๊ะ จากนั้นใช้มือกดที่ปลายไม้บรรทัด แล้วปล่อยหลายๆ ครั้ง สังเกตการเปลี่ยนแปลงของไม้บรรทัดและเสียงที่เกิดขึ้น”

7. ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเกิดเสียง

8. ครูให้นักเรียนอภิปรายกันในกลุ่ม จากการสังเกตในการทำกิจกรรม จากนั้นครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันโดยใช้คำถามดังต่อไปนี้

“การเกิดเสียงที่นักเรียนสืบค้นมาสอดคล้องกับสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ได้อย่างไร”

9. ครูตั้งประเด็นคำถาม

“ถ้าต้องการสร้างชิ้นงานที่ทำให้เกิดเสียง ได้แก่ แตรเซียร์บอล เราจะทำอย่างไร”

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

10. ครูชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แตรเซียร์บอล โดยเน้นให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญในการออกแบบชิ้นงานที่สามารถทำให้เกิดเสียงได้ โดยเขียนรายละเอียดลงในแบบบันทึกกิจกรรม ดังนี้

10.1 เลือกวัสดุที่จะนำมาประกอบทำชิ้นงาน “แตรเซียร์บอล” ที่สามารถทำให้เกิดเสียงได้ เช่น ลูกโป่ง ยางรัด ถ้วยโยเกิร์ต ขวดน้ำพลาสติกทรงกระบอก ปริมาตร 600 ml. แก้วกระดาษปริมาตร 400 ml. และสก็อตเทป

10.2 วิธีการทำ “แตรเซียร์บอล”

11. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการออกแบบในแบบบันทึกกิจกรรม
- ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
12. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการทำงานโดยวางแผนการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ แบ่งหน้าที่การทำงาน ครูเน้นให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการเลือกวัสดุ การออกแบบการทำกิจกรรม การสังเกต
13. ให้นักเรียนดำเนินการทำชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยครูติดตามการทำงาน ของแต่ละกลุ่มอย่างใกล้ชิด
- ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน
14. เมื่อนักเรียนทำ “แตรเชียร์บอล” เสร็จแล้ว ให้นักเรียนตรวจสอบว่าการออกแบบ ของนักเรียนสามารถเป่าแตร แล้วทำให้เกิดเสียงหรือไม่ โดยครูตั้งคำถามเพื่อช่วย นักเรียนแต่ละกลุ่มในการตรวจสอบ เช่น
- วัสดุที่เลือกมาใช้ในการสร้าง “แตรเชียร์บอล” เหมาะสมหรือไม่
  - การออกแบบ และวิธีการทำ เหมาะสมหรือไม่
- ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน
15. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอชิ้นงาน “แตรเชียร์บอล” หน้าชั้นเรียน
16. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการทำกิจกรรม และความรู้ที่ได้ จากการทำ กิจกรรม จนได้ข้อสรุป ดังนี้
- เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ
  - ขณะที่เกิดเสียง วัตถุที่เป็นต้นกำเนิดเสียงจะสั่นสะเทือน เช่น เมื่อเราเป่าลม เข้าไปในแตรเชียร์บอล สังเกตการสั่นสะเทือนของลูกโป่งที่ขึงตึงจะมีการสั่นและมีเสียงเกิดขึ้น แต่ถ้าหยุดเป่าลูกโป่งที่ขึงตึงจะหยุดสั่น ก็จะไม่มีการสั่นและมีเสียงเกิดขึ้น
17. ครูสรุปเพิ่มเติมให้นักเรียนฟังว่า เสียงที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวเราจะเกิดการสั่นสะเทือน ของแหล่งกำเนิดเสียง เช่น เสียงกระดิ่งเกิดจากกระดิ่งสั่นสะเทือน เสียงกลองเกิด จากผิวหน้าของกลองสั่นสะเทือน เสียงคนพูดเกิดจากการสั่นสะเทือนของเส้นเสียง ที่อยู่ในกล่องบริเวณลำคอ

## 6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่าน
ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถอธิบายการเกิดเสียงได้	การทำใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ ที่คะแนน ร้อยละ 75
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 1. นักเรียนสามารถ การสังเกต ตั้งคำถาม ศึกษาค้นคว้า การวางแผนได้ 2. นักเรียนสามารถ ใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการทำกิจกรรม และบันทึกผลด้วยวิธีง่าย ๆ ได้ 3. นักเรียนสามารถ จัดกลุ่ม ข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม และนำเสนอผลได้ 4. นักเรียนสามารถ แสดงความคิดเห็นในการทำกิจกรรมได้ 5. นักเรียนสามารถ บันทึกและ อธิบายผลการสังเกตการทำ กิจกรรมได้ 6. นักเรียนสามารถ นำเสนอ ผลงานด้วยวาจาให้ผู้อื่นเข้าใจได้ 7. ชิ้นงานของนักเรียนมีความคิด สร้างสรรค์ 8. นักเรียนดูแลและเก็บอุปกรณ์ เมื่อใช้เสร็จเรียบร้อย	สังเกตพฤติกรรม การทำกิจกรรม	แบบประเมินทักษะ กระบวนการ	ผ่านเกณฑ์ ที่คะแนน ร้อยละ 75
ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A) 1. ใฝ่เรียนใฝ่รู้ 2. มุ่งมั่นในการทำงาน	การสังเกต พฤติกรรม ในชั้นเรียน	แบบประเมิน คุณลักษณะ ที่พึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ ที่คะแนน ร้อยละ 75



## เกณฑ์การประเมินตามสภาพจริง (รูบริกส์)

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
<p>ด้านทักษะกระบวนการ (P)</p> <p>1. นักเรียนสามารถ การสังเกต ตั้งคำถาม ศึกษาค้นคว้า การวางแผนได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถ ใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม และบันทึกผลด้วยวิธีง่ายๆ ได้</p> <p>3. นักเรียนสามารถ จัดกลุ่มข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม และนำเสนอผลได้</p> <p>4. นักเรียนสามารถ แสดงความคิดเห็นในการทำกิจกรรมได้</p>	<p>มีการปฏิบัติครบทั้ง 4 ข้อ</p>	<p>มีการปฏิบัติ 3 ข้อ</p>	<p>มีการปฏิบัติ 2 ข้อ</p>	<p>มีการปฏิบัติ 1 ข้อ</p>
<p>5. นักเรียนสามารถ บันทึกและอธิบายผลการสังเกตการทำกิจกรรมได้</p> <p>6. นักเรียนสามารถ นำเสนอผลงานด้วยวาจาให้ผู้อื่นเข้าใจได้</p> <p>7. ชิ้นงานของนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์</p> <p>8. นักเรียนดูแลและเก็บอุปกรณ์เมื่อใช้เสร็จเรียบร้อย</p>	<p>มีการปฏิบัติครบทั้ง 4 ข้อ</p>	<p>มีการปฏิบัติ 3 ข้อ</p>	<p>มีการปฏิบัติ 2 ข้อ</p>	<p>มีการปฏิบัติ 1 ข้อ</p>
<p>ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A)</p> <p>1. ใฝ่เรียนใฝ่รู้</p> <p>1.1 เข้าเรียนตรงต่อเวลา</p> <p>1.2 ตั้งใจ เอาใจใส่ในการเรียน</p> <p>1.3 แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ</p> <p>1.4 บันทึกความรู้ วิเคราะห์</p>	<p>มีการปฏิบัติครบทั้ง 4 ข้อ</p>	<p>มีการปฏิบัติ 3 ข้อ</p>	<p>มีการปฏิบัติ 2 ข้อ</p>	<p>มีการปฏิบัติ 1 ข้อ</p>

ตรวจสอบจากสิ่งที่เรียนรู้ สรุปลงเป็นองค์ความรู้				
2. มุ่งมั่นในการทำงาน	มีการ	มีการ	มีการ	มีการ
2.1 มีความตั้งใจในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย	ปฏิบัติครบ ทั้ง 4 ข้อ	ปฏิบัติ 3 ข้อ	ปฏิบัติ 2 ข้อ	ปฏิบัติ 1 ข้อ
2.2 เอาใจใส่และรับผิดชอบในการทำงานให้สำเร็จ				
2.3 พยายามแก้ไขปัญหาและอุปสรรคในการทำงานให้สำเร็จ				
2.4 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ				

#### 7. สื่อและแหล่งเรียนรู้

- 7.1 หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ป.5 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 พลังงานเสียง
- 7.2 ภาพการเกิดเสียง ได้แก่ ดิดกีตาร์ สีไวโอลิน ตีกลอง เป่าขลุ่ย เป็นต้น
- 7.3 วัสดุ-อุปกรณ์ ในการทำกิจกรรม เช่น ลูกโป่ง ยางรัด ถ้วยโยเกิร์ต ขวดน้ำพลาสติกทรงกระบอกปริมาตร 600 ml. แก้วกระดาษปริมาตร 400 ml. และสก็อตเทป
- 7.4 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเกิดเสียง
- 7.5 ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แตรเชียร์บอล

#### 8. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

(นางสาวปุกฤษา สัมพันธ์)

ครูผู้สอน

### ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเกิดเสียง (5 คะแนน)

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง การเกิดเสียง ตามขั้นตอนที่กำหนด แล้วบันทึกผล

**อุปกรณ์** ไม้บรรทัดพลาสติก 1 อัน

#### วิธีทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนใช้มือแตะที่ลำคอด้านหน้าของตนเองขณะที่พูดและขณะหยุดพูด จากนั้นสังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล
2. วางไม้บรรทัดบนโต๊ะ และให้ยื่นออกมานอกโต๊ะ จากนั้นใช้มือกดที่ปลายไม้บรรทัด แล้วปล่อยหลายๆ ครั้ง สังเกตการเปลี่ยนแปลงของไม้บรรทัดและเสียงที่เกิดขึ้น แล้วบันทึกผล

#### ตารางบันทึกผล

กิจกรรม	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็น ( 5 คะแนน)
1. ใช้มือแตะที่ลำคอขณะพูด	_____
2. ใช้มือแตะลำคอขณะหยุดพูด	_____
3. ใช้มือกดไม้บรรทัดแล้วปล่อย	_____

#### สรุปผลการทำกิจกรรม

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง แตรเชียร์บอล (15 คะแนน)

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำตอบนี้ใช้ตอบคำถามของ 1 - 4

ลมที่เป่าไปดันลูกโป่งทำให้ลูกโป่งสั้น      การวัดขนาดของวัสดุที่นำมาทำแตร  
สาเหตุของการเกิดเสียง      การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่ทำทางอินเทอร์เน็ต  
พลังงานลม      พลังงานไฟฟ้าสถิต      ซิมเปิลฮาโมนิก

1. เมื่อเป่าแตรเชียร์บอลแล้วเกิดเสียง เกิดจากหลักการเกิดเสียงอย่างไร

ตอบ.....

2. หลักการ เกี่ยวข้องกับ คณิตศาสตร์

คือ.....

3. หลักการ เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์

คือ.....

4. หลักการ เกี่ยวข้องกับ เทคโนโลยี

คือ.....

5. หากต้องการหยุดเสียงแตร จะต้องทำอย่างไร

ตอบ.....เพราะเหตุใดจึงทำอย่างนั้น.....

6. ขนาดของรูที่เป่าแตร มีผลต่อการเกิดเสียงอย่างไร (ก. เสียงต่ำ ข. เสียงสูง ค. เสียงสะท้อน

6.1 ถ้าเจาะรูขนาดใหญ่      ตอบ.....

6.2 ถ้าเจาะรูขนาดเล็ก      ตอบ.....

7. หากต้องการให้เสียงดังขึ้นต้องทำให้แหล่งกำเนิดเสียง สั่นในลักษณะใด

(ก. สั่นมาก      ข. สั่นน้อย      ค. ไม่มีการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง)

ตอบ.....

8. ถ้าหากนักเรียนทำแตรแล้ว แต่เป่าไม่ดัง สันนิษฐานน่าจะเกิดจากสาเหตุใด

ตอบ.....

9. จากคำตอบข้อ 8. นักเรียนจะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างไร

ตอบ.....

10. การเกิดเสียงสามารถทำได้หลายวิธีการทำให้วัตถุเหล่านี้เกิดเสียง

10.1 กลอง เกิดเสียงได้โดยการ      ตอบ      .....

10.2 กิ่งไม้ เกิดเสียงได้โดยการ      ตอบ      .....

10.3 ไวโอลิน เกิดเสียงได้โดยการ      ตอบ      .....

10.4 เสียงคนพูด เกิดเสียงได้โดยการ      ตอบ      .....



## STEM การทำชิ้นงาน

### “แตรเชียร์บอล”

ผู้สอน...ครูปัญญานิสิต สัมพันธ์

ชื่อสมาชิก 1.ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....  
 2.ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....  
 3.ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....  
 4.ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

กระบวนการคิดโดยใช้หลักการของ STEM เรื่อง แตรเชียร์บอล

สถานการณ์ นักเรียนต้องการประดิษฐ์เครื่องดนตรีที่เป่าแล้วเกิดเสียง เพื่อใช้ในการเชียร์ฟุตบอลในกิจกรรมกีฬาสีของโรงเรียน

นักเรียนจะช่วยกัน “ออกแบบแตรเชียร์บอล” จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างไร

วัสดุและอุปกรณ์

1. แก้วโยเกิร์ต
2. ขวดน้ำพลาสติกขนาด 600 ml.
3. แก้วกระดาษขนาด 400 ml.
4. สก็อตเทปใส
5. กรรไกร
6. ลูกโป่ง
7. อุปกรณ์ตกแต่งต่างๆ เช่น กระดาษสี ลูกปัด ไหมพรม ริบบิ้น เป็นต้น

### Big Idea

S เสียง เกิดจาก การสั่นสะเทือนของวัตถุ

M รูปร่าง และรูปทรง เป็นลักษณะของวัตถุที่มองเห็นได้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (4 คะแนน)

สิ่งที่ต้องการ

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

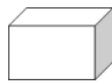
### ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิด

สืบค้นความรู้ และรวบรวมข้อมูลที่จะนำไปแก้ปัญหาแล้วสรุปข้อมูลความรู้ที่ได้มาโดยสังเขป เกี่ยวกับเรื่องการเกิดเสียงของแตรเซียร์บอลเมื่อเป่าแล้วบริเวณใดที่เกิดการสั่นสะเทือน

#### **รูปร่าง และรูปทรง**

**รูปร่าง (Shape)** หมายถึง เส้นรอบนอกทางกายภาพของวัตถุ สิ่งของ เครื่องใช้ คน สัตว์ และพืช ที่มีลักษณะเป็น 2 มิติ คือ มีความกว้าง และความยาว

**รูปทรง (Form)** หมายถึง โครงสร้างทั้งหมดของวัตถุที่ปรากฏแก่สายตาในลักษณะ 3 มิติ คือ มีส่วนกว้าง ส่วนยาว และส่วนหนา (หรือลึก) โดยจะให้ความรู้สึกเป็นแท่ง มีเนื้อที่ภายใน มีปริมาตร และมีน้ำหนัก



ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก



ทรงกระบอก



ทรงกลม



รูปทรงกลม

หัวข้อที่สืบค้น.....

จากอินเทอร์เน็ต    จากหนังสือ    ถามผู้รู้    อื่นๆ .....

### ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (6 คะแนน)

คิดวิธีแก้ปัญหาและออกแบบชิ้นงาน ตามแนวทางที่เตรียมไว้ในขั้นต้น

**Math** ➔ ให้นักเรียนระบุแตรเชียร์บอลที่นักเรียนได้ทำในกิจกรรม ประกอบด้วย  
รูปร่างและรูปทรงใดบ้าง และเหตุใดเมื่อเป่าแตรเชียร์บอลแล้วจึงเกิดเสียงได้

.....

.....

.....

.....

.....

#### ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (5 คะแนน)

ร่วมกันวางแผนการสร้างสรรค์ชิ้นงานอย่างเป็นลำดับขั้นตอนแล้วตรวจสอบการ  
ดำเนินการ หากไม่ตรงตามแผน มีวิธีแก้ไขอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

#### มองตนเอง

จากกิจกรรมให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ถูก ในช่องที่ตรงกับความคิดนักเรียนมากที่สุด

ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	นานๆ ครั้ง	ไม่เคย
• ฉันใช้ความรู้และประสบการณ์ของฉัน ในการลงความเห็น และในการลงข้อสรุปเรื่องต่างๆ				
• เมื่อฉันคิดเกี่ยวกับเรื่องใหม่ ฉันใช้ความรู้ ความเข้าใจ ประสบการณ์และเหตุผล เชื่อมโยงกับเรื่องใหม่นั้น				
• ฉันปรับความคิดเห็น หรือลงความคิดเห็นใหม่ เมื่อฉันเรียนรู้ข้อมูลเพิ่มเติม				

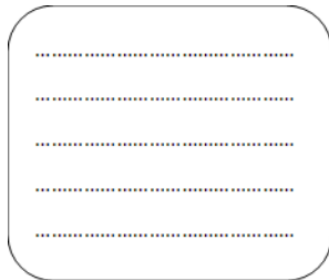
ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา (5 คะแนน)

บันทึกรายละเอียดของชิ้นงาน แล้วทดสอบเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงชิ้นงาน

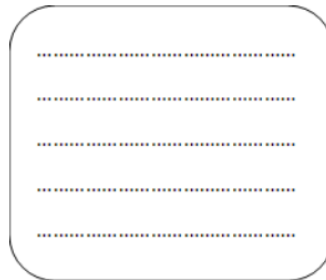
วาดรูปรายละเอียดชิ้นงาน



จุดเด่น



จุดด้อย





เกณฑ์การประเมินชิ้นงานของฉัน	5	4	3	2	1
• ความสวยงาม					
• ความแข็งแรง ไม่ชำรุด					
• ความเหมาะสมในการเลือกอุปกรณ์					
• ความสามารถในการเกิดเสียง					

#### แนวทางในการปรับปรุง (4 คะแนน)

สิ่งที่ต้องปรับปรุง	เหตุผล
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

#### มองตนเอง

จากกิจกรรมให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ถูก ในช่องที่ตรงกับความคิดนักเรียนมากที่สุด

ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	นานๆ ครั้ง	ไม่เคย
• ฉันคาดหมายเกี่ยวกับ ปัญหาที่จะเกิดขึ้นระหว่างการทำงาน และคิดหาแนวทางในการแก้ไขเอาไว้ล่วงหน้า				
• ฉันสามารถระบุข้อมูลที่สำคัญในการแก้ปัญหา ได้อย่างชัดเจน				
• ฉันคิดอย่างรอบคอบเกี่ยวกับ ลักษณะของปัญหาก่อนที่จะเริ่มต้นแก้ไข				

ชั้นที่ 6 นำเสนอ (6 คะแนน)

แนวคิด STEM

S วิทยาศาสตร์

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

T เทคโนโลยี

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

แตรเชียร์บอล

E วิศวกรรม

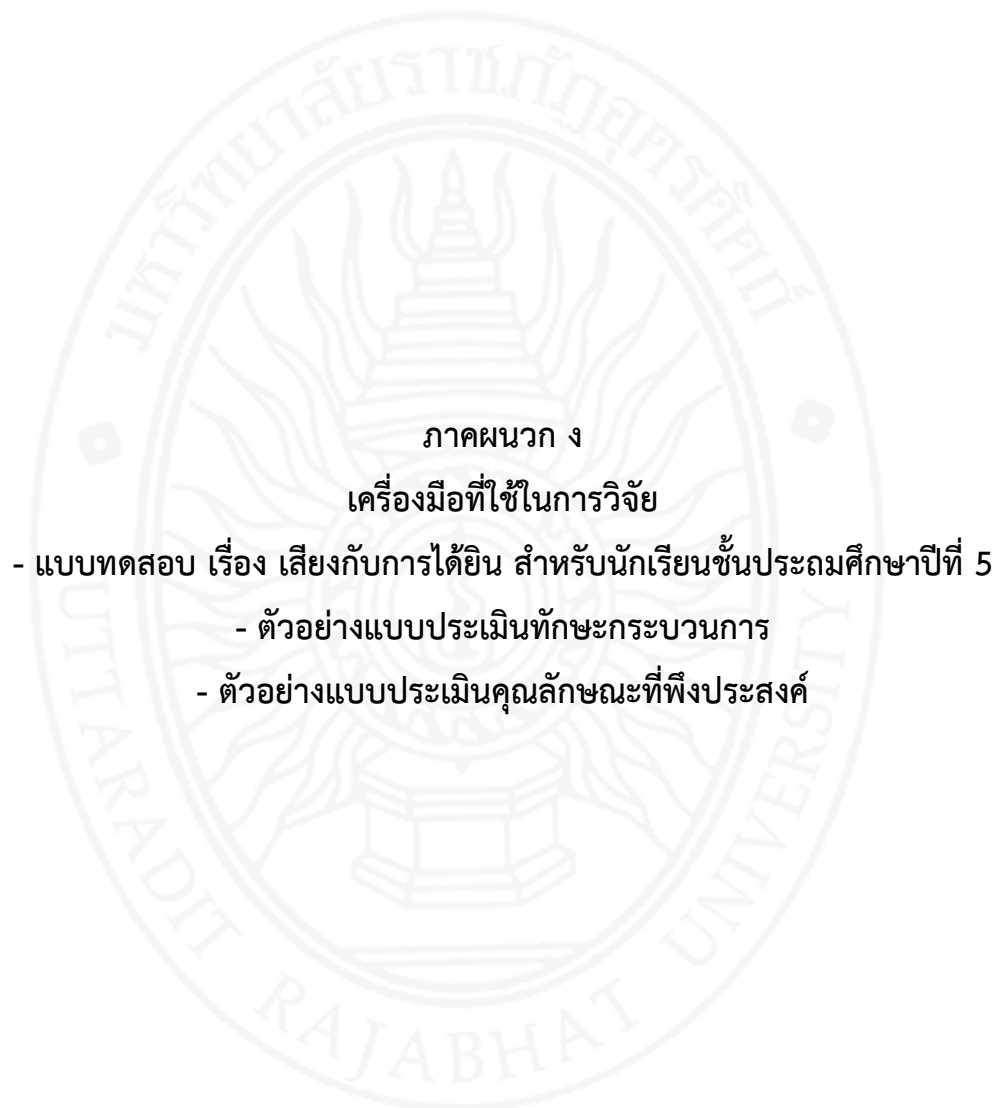
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

M คณิตศาสตร์

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

ข้อเสนอเพิ่มเติม

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



ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบทดสอบ เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
  - ตัวอย่างแบบประเมินทักษะกระบวนการ
  - ตัวอย่างแบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์

แบบทดสอบ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ชี้แจง : ให้นักเรียน X (กากบาท) คำตอบที่ถูกต้องที่สุด (30 ข้อ 30 คะแนน)

1. เสียงเกิดจากสิ่งใด
  - ก. การเคลื่อนที่ของตัวกลาง
  - ข. การฟุ้งกระจายของวัตถุ
  - ค. การไหลของวัตถุ
  - ง. การสั่นสะเทือนของวัตถุ
2. ข้อใดกล่าวถึงเสียงได้ถูกต้อง
  - ก. มีตัวตนและมีน้ำหนัก
  - ข. เมื่อเกิดแล้วสามารถเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดได้
  - ค. เมื่อเกิดขึ้นแล้วสามารถทำให้สิ่งที่อยู่โดยรอบสั่นสะเทือนได้
  - ง. ถูกทั้งข้อ ข. และ ค.
3. เสียงจัดอยู่ประเภทใด
  - ก. แก๊ส
  - ข. ออกซิเจน
  - ค. พลังงาน
  - ง. เคลื่อนอากาศ
4. เมื่อโรยเมล็ดข้าวฟ่างลงบนหนังกลอง แล้วตีกลองเพื่อทำให้เกิดเสียง

ภาพตีกลอง



ข้อใดคือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการทดลองนี้

- ก. เมล็ดข้าวฟ่างไม่เคลื่อนที่
- ข. เมล็ดข้าวฟ่างลอยค้างอยู่กลางอากาศ
- ค. เมล็ดข้าวฟ่างรวมตัวกันอยู่กลางหนังกลอง
- ง. เมล็ดข้าวฟ่างเกิดการเคลื่อนที่ตามการสั่นสะเทือนของหนังกลอง

5. ตัวกลางชนิดใดทำให้เราสามารถได้ยินเสียงชัดเจนที่สุด
  - ก. แก๊ส
  - ข. ของเหลว
  - ค. ของแข็ง
  - ง. สุญญากาศ
6. เพราะเหตุใดเราจึงไม่ได้ได้ยินเสียงที่เกิดขึ้นในบริเวณที่ไม่มีอากาศ
  - ก. ลมกั้นเสียงเอาไว้
  - ข. ความชื้นในอากาศดูดซับ
  - ค. คอแห้งทำให้เปล่งเสียงไม่ได้
  - ง. ไม่มีตัวกลางให้เสียงเดินทางผ่าน
7. ขณะดำน้ำจะได้ยินเสียงหรือไม่ เพราะเหตุใด
  - ก. ได้ยิน เพราะมีอากาศในหู
  - ข. ได้ยิน เพราะมีน้ำเป็นตัวกลางของเสียง
  - ค. ไม่ได้ยิน เพราะมีน้ำปิดหูอยู่
  - ง. ไม่ได้ยิน เพราะเสียงเคลื่อนที่ผ่านน้ำไม่ได้
8. ในสมัยโบราณนายพรานใช้วิธีใดถ้าอยากรู้ว่าสัตว์ใหญ่อยู่ใกล้บริเวณนั้นหรือไม่
  - ก. ใช้เข็มทิศจับทิศทางของสัตว์
  - ข. สังเกตเงาของสัตว์ที่ทอดมา
  - ค. ใช้หูแนบพื้นดินเพื่อฟังเสียง
  - ง. บังหูฟังเสียงสัตว์เคลื่อนไหว
9. การทดลองสั้นกระดิ่งในขวดสุญญากาศ ผลการทดลองเป็นอย่างไร
  - ก. ไม่ได้ยินเสียง
  - ข. กระดิ่งไม่มีการสั้น
  - ค. ได้ยินเสียงดังชัดเจน
  - ง. กระดิ่งสั้นไม่ยอมหยุด
10. หากฟังเสียงผ่านถุงพลาสติก 3 ใบ ที่บรรจุอากาศ บรรจุทราย และบรรจุน้ำ ผลการได้ยินจะเป็นอย่างไร
  - ก. ฟังเสียงผ่านถุงพลาสติกบรรจุทรายได้ยินเสียงดังที่สุด
  - ข. ฟังเสียงผ่านถุงพลาสติกบรรจุน้ำได้ยินเสียงดังที่สุด
  - ค. ฟังเสียงผ่านถุงพลาสติกบรรจุอากาศได้ยินเสียงดังที่สุด
  - ง. ได้ยินเสียงเท่ากัน

11. ต่อไปนี้เป็นขั้นตอนการประดิษฐ์ ไซโลโฟนจากแท่งโลหะ

ขั้นตอนการประดิษฐ์

1. ติดตั้งแท่งเหล็กเข้ากับขาทั้งสองอัน
2. ผูกเชือกเข้ากับแท่งโลหะ จากนั้นนำไปแขวนที่แท่งเหล็ก เรียงตามลำดับความยาวของแท่งโลหะ
3. เคาะแท่งโลหะด้วยตะเกียบ



ข้อใดอธิบายได้ถูกต้อง

- ก. ถ้าต้องการเสียงต่ำ ต้องเคาะแท่งโลหะที่สั้นที่สุด
  - ข. ใช้แท่งโลหะที่มีความยาวแตกต่างกัน เพื่อให้ระดับสูงต่ำของเสียงมีความแตกต่างกัน
  - ค. ถ้าใช้เชือกหนา แท่งโลหะจะสั้นขึ้น ทำให้ได้ยินเสียงนานขึ้น
  - ง. ถ้าต้องการเพิ่มความแตกต่างของระดับสูงต่ำของเสียงจะต้องลดความแตกต่างของความยาวของแท่งโลหะได้
12. เสียงที่เกิดจากการดีดสายกีตาร์เส้นเล็กต่างจากการดีดสายกีตาร์เส้นใหญ่อย่างไร
- ก. เสียงสูงกว่า
  - ข. เสียงต่ำกว่า
  - ค. เสียงดังกว่า
  - ง. เสียงเบากว่า
13. ถ้าเคาะขวดแก้วที่มีน้ำอยู่เต็มขวด แล้วเทน้ำออกทีละนิดและเคาะต่อไปเรื่อย ๆ เสียงเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- ก. เสียงจะเหมือนเดิม ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
  - ข. เสียงจะค่อย ๆ ต่ำลง
  - ค. เสียงจะค่อย ๆ หายไป
  - ง. เสียงจะค่อย ๆ สูงขึ้น

14. เพราะเหตุใดเสียงของผู้หญิงจึงแหลมและเล็กกว่าของผู้ชาย
- มีลิ้นขนาดเล็กกว่า
  - ตัวเล็กกว่า
  - มีกล่องเสียงขนาดเล็กกว่า
  - มีเส้นเสียงขนาดเล็กกว่า
15. คลื่นเสียงจะสะท้อนได้ดีที่สุดในตัวกลางใด
- มีรูพรุน
  - ผิวเรียบมัน
  - ผิวขรุขระ
  - ผิวลูกคลื่น
16. ลักษณะการกระจายของคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงเป็นไปตามข้อใด
- ทุกทิศทางเป็นรูปวงรี
  - ทุกทิศทางเป็นรูปสี่เหลี่ยม
  - ทุกทิศทางเป็นวงกลม
  - ทุกทิศทางเป็นรูปทรงกลม
17. เสียงก้องเกิดขึ้นได้เพราะเหตุใด
- ฝาผนังสั่นสะท้อน
  - เสียงดังอยู่ในที่จำกัด
  - อากาศมีความกดดันสูง
  - การสะท้อนของเสียง
18. ในห้องที่บุผนังด้วยวัสดุที่มีรูพรุนเพื่อประโยชน์ในข้อใด
- เพื่อให้เสียงสะท้อนกลับได้ดี
  - เพื่อแก้ปัญหการเกิดเสียงสะท้อนและเสียงก้อง
  - เพื่อเก็บและดูดเสียงส่วนเกินให้ได้มากที่สุด
  - ทำให้เสียงไพเราะมากขึ้น
19. ข้อใดไม่ใช่องค์ประกอบที่ช่วยในการได้ยินเสียง
- อวัยวะรับเสียง
  - แหล่งกำเนิดเสียง
  - ตัวกลาง
  - ระยะทาง

20. สิ่งใดภายในหูที่สั่นสะเทือนเป็นอันดับแรก
- เยื่อแก้วหู
  - ใบหู
  - กระดูก 3 ชิ้น
  - กระดูกรูปหอยโข่ง
21. เยื่อแก้วหูมีหน้าที่อย่างไร
- ช่วยในการทรงตัว
  - แปลคลื่นเสียงให้เป็นเสียง
  - รับการสั่นสะเทือนของคลื่นเสียง
  - ขยายคลื่นเสียงให้มีความเข้มข้น
22. “เป็นท่อครึ่งวงกลม 3 โค้ง อยู่ในหูชั้นในภายในท่อมีของเหลวอยู่ ควบคุมการทรงตัว”  
จากคำกล่าวข้างต้นตรงตามข้อใด
- เยื่อแก้วหู
  - คอเคลีย
  - เซมิเซอร์คิวลาร์แคนแนล
  - กระดูกโกลน
23. เมื่อตีคитарให้เกิดเสียง แล้วเอามือจับสายกีตาร์ให้หยุดสั่น จะเกิดผลอย่างไร
- ไม่มีเสียง
  - เสียงเบา
  - เสียงทุ้ม
  - เสียงแหลม
24. การเกิดเสียงดังหรือเสียงเบาเกิดจากข้อใด
- ตัวกลาง
  - ความถี่
  - พลังงานที่ทำให้เกิดเสียง
  - ชนิดแหล่งกำเนิดเสียง
25. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับเสียง
- เสียงอินฟราโซนิกเป็นเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์
  - เสียงอัลตราโซนิกเป็นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20,000 เฮิรตซ์
  - มนุษย์สามารถได้ยินเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20,000 เฮิรตซ์
  - มนุษย์ไม่สามารถได้ยินทั้งเสียงอินฟราโซนิกและเสียงอัลตราโซนิก



26. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับอินฟราโซนิก
- ก. เสียงที่มีความถี่ต่ำกว่าความถี่ที่หูคนปกติจะรับฟังได้
  - ข. เสียงที่มีความถี่สูงกว่าความถี่ที่หูคนปกติจะรับฟังได้
  - ค. เสียงปกติที่เราได้ยินในชีวิตประจำวัน
  - ง. เสียงที่มีความถี่สูงมากสามารถทำลายประสาทหูได้
27. มนุษย์สามารถทนฟังระดับเสียงได้เท่าใด
- ก. ไม่เกิน 120 เดซิเบล
  - ข. ไม่เกิน 80 เดซิเบล
  - ค. ไม่เกิน 140 เดซิเบล
  - ง. ไม่เกิน 95 เดซิเบล
28. ข้อใดมีระดับความเข้มเสียงต่ำที่สุด
- ก. การกระชิบผ่านเบา
  - ข. การหายใจ
  - ค. ห้องทำงานในออฟฟิต
  - ง. การพูดคุยธรรมดา
29. เพราะเหตุใดเมื่อเวลาเป็นหวัดไม่ควรสั่งน้ำมูกแรง ๆ
- ก. เพราะจะทำให้เกิดแรงอัดดันให้เชื้อโรคเข้าสู่หูชั้นกลางได้
  - ข. เพราะจะทำให้เกิดแรงอัดดันหูอาจจะอื้อได้
  - ค. เพราะอาจทำอันตรายต่อหูชั้นกลางได้
  - ง. ถูกทุกข้อ
30. ถ้าแมลงเข้าหู นักเรียนควรปฏิบัติอย่างไร
- ก. ใช้ไม้แคะหู แคะแมลงออกมา
  - ข. ใช้น้ำมันพืชหยอดลงในรูหู แล้วทิ้งไว้สักครู่เพื่อให้แมลงตายแล้วค่อยตะแคงออก
  - ค. ใช้น้ำหยอดลงในรูหู แล้วทิ้งไว้สักครู่เพื่อให้แมลงตายแล้วค่อยตะแคงออก
  - ง. ถูกทุกข้อ

## แบบประเมินทักษะกระบวนการ

## เรื่อง แตร้เชียร์บอล

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ในช่องพฤติกรรมที่สังเกตได้

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรม													
		1. มีการตั้งคำถามการวางแผน การสังเกต ทดลอง ศึกษา ค้นคว้า	2. เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง และบันทึกผล ด้วยวิธีต่างๆ	3. มีการจัดกลุ่มข้อมูลที่ได้จากการทดลองและนำเสนอ	4. รวมแสดงความคิดเห็นในการทดลอง	5. มีการบันทึกและอธิบายผลการสังเกตการทดลอง	6. นำเสนอผลงานด้วยวาจาให้ผู้อื่นเข้าใจ	7. ชิ้นงานมีความคิดสร้างสรรค์	8. ดูแลและเก็บอุปกรณ์เมื่อใช้เสร็จเรียบร้อย	รวม	แปลผล				
											ผ่าน	ไม่ผ่าน			

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

## แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์

## เรื่อง แตร้เชียร์ربول

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย / ในช่องพฤติกรรมที่สังเกตได้

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการพฤติกรรมในชั้นเรียน														
		1. ใฝ่เรียนใฝ่รู้				2. มุ่งมั่นในการทำงาน				รวม	แปลผล					
		1.1 เข้าเรียนตรงเวลา	1.2 ตั้งใจ เอาใจใส่ในการเรียน	1.3 แสดงความรู้ออกมาบ้าง เรียนรู้ต่างๆ	1.4 บันทึกความรู้ วิเคราะห์ ตรวจสอบจากสิ่งที่เรียนรู้ สรุปเป็นองค์ความรู้	2.1 มีความตั้งใจในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย	2.2 เอาใจใส่และรับผิดชอบในการทำงานให้สำเร็จ	2.3 พยายามแก้ไขปัญหาและอุปสรรคในการทำงานให้สำเร็จ	2.4 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ		ผ่าน	ไม่ผ่าน				

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน



ภาคผนวก จ  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย  
แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความพึงพอใจของนักเรียนมากที่สุด

5 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

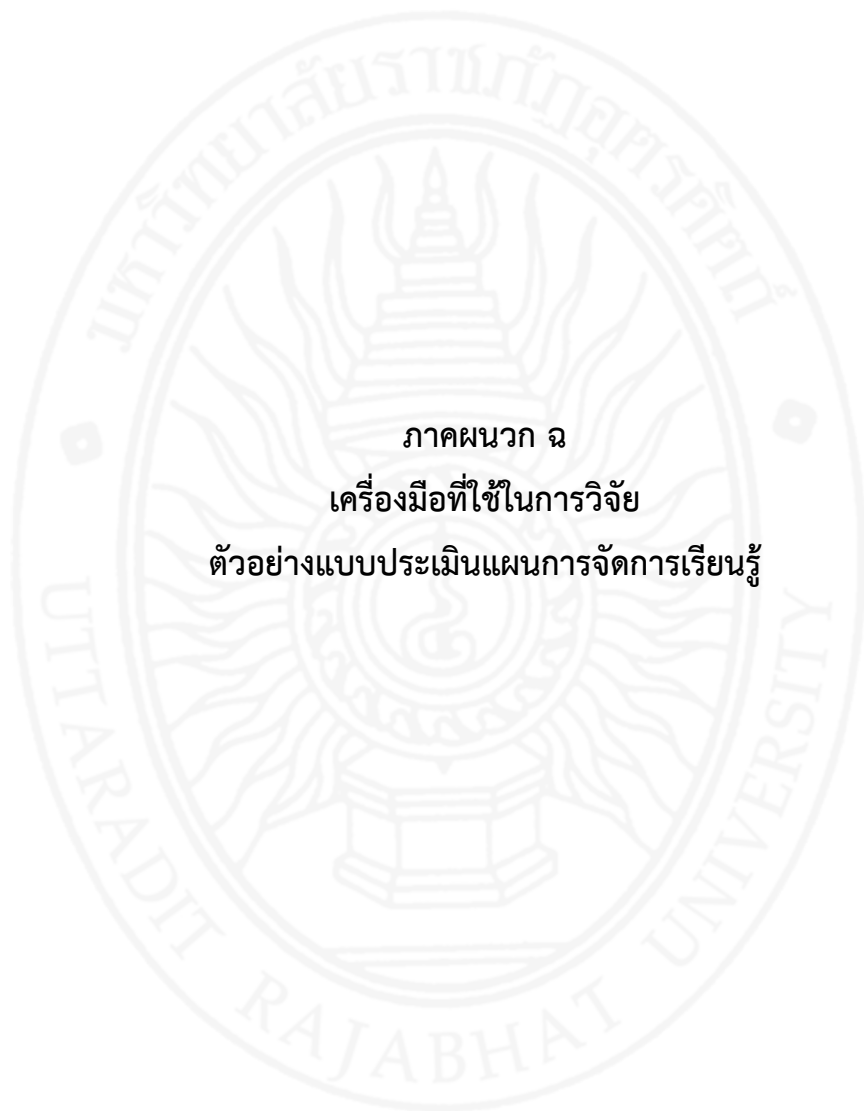
3 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
	ด้านจุดประสงค์					
1.	นักเรียนทราบจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน					
2.	การจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
3.	กิจกรรมการเรียนรู้สนุกสนานและน่าสนใจ					
4.	การจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย					
5.	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสมของเวลา					
6.	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนเกิดการบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์					
7.	นักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น					
	ด้านประโยชน์ที่ได้รับและการนำไปใช้					
8.	นักเรียนมีความตั้งใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น					
9.	นักเรียน ได้เรียนอย่างมีความสุข					
10.	นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม .....



ภาคผนวก ฉ  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย  
ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา  
เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5  
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ  
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง หูฟังป้องกันเสียง

คำชี้แจง โปรดพิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมี 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

- ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด  
ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก  
ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง  
ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย  
ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมิน				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1. ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้					
1.1 ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสม และครอบคลุมสาระสำคัญ เนื้อหา จุดประสงค์ กิจกรรม แหล่งเรียนรู้และการวัดและการ ประเมินผล					
1.2 ระยะเวลาในแผนมีความเหมาะสม และเพียงพอ					
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด					
มาตรฐานและตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ถูกต้อง					
3. จุดประสงค์การเรียนรู้					
3.1 จุดประสงค์มีความชัดเจนและมีความ เหมาะสม					

รายการประเมิน	ผลการประเมิน				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
3.2 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติให้บรรลุผลตามจุดประสงค์ได้					
3.3 เป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีความชัดเจน					
4. สารการเรียนรู้					
4.1 สารสำคัญมีรายละเอียดที่ชัดเจนสอดคล้องกับเนื้อหา					
4.2 สารสำคัญมีความสัมพันธ์กับจุดประสงค์					
4.3 สารสำคัญมีความสัมพันธ์กับสถานการณ์ที่กำหนด					
5. เนื้อหา					
5.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์					
5.2 เนื้อหาเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					
6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
6.1 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นผู้เรียนสามารถที่จะปฏิบัติได้					
6.2 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นมีลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม					
6.3 กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ บทบาทหน้าที่อย่างหลากหลาย					
6.4 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นมีการบูรณาการตามแนวทางสะเต็ม					
6.5 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นมีการเชื่อมโยงกับสถานการณ์/ปัญหาในชีวิตประจำวัน					

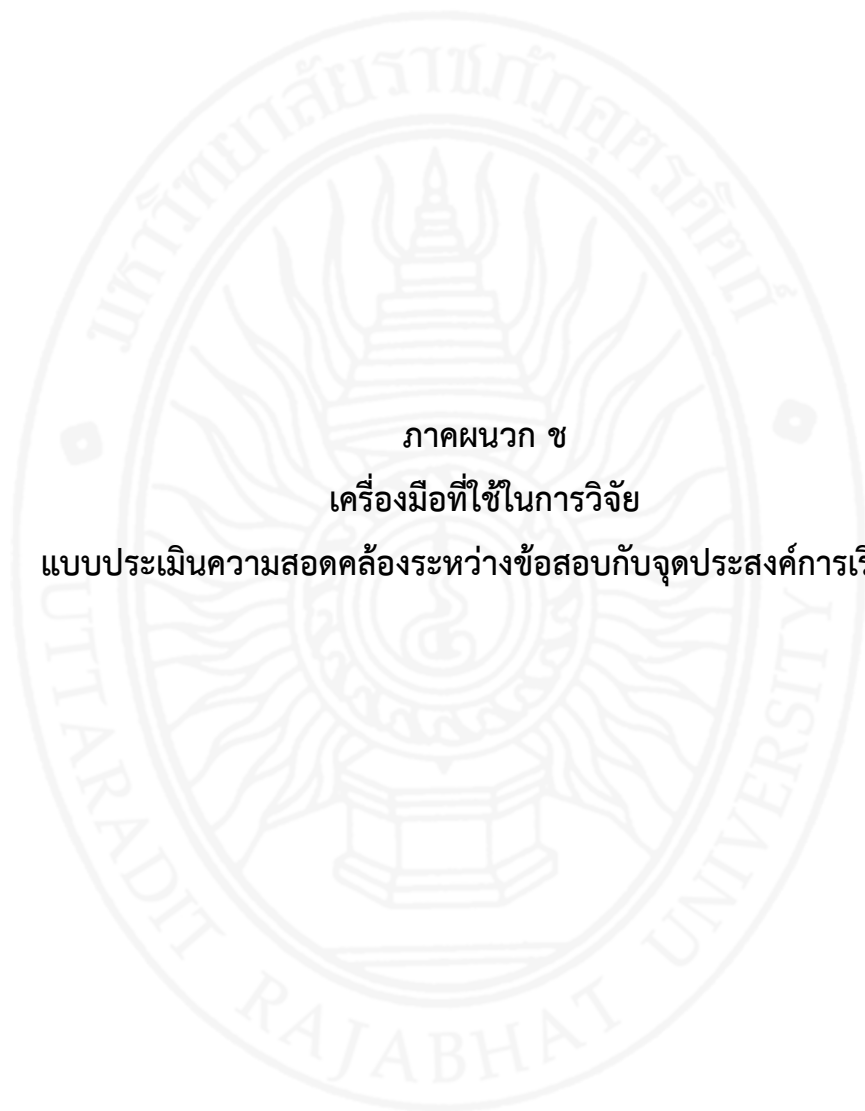


รายการประเมิน	ผลการประเมิน				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
6.6 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นเหมาะสมกับเวลา ที่สอน					
6.7 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นส่งเสริมกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม					
7. การวัดและประเมินผล					
7.1 วิธีการวัดผลมีความสอดคล้องเหมาะสมกับ จุดประสงค์					
7.2 วิธีการวัดผลมีความสอดคล้องกับเนื้อหา และกิจกรรม					
7.3 เครื่องมือวัดผลมีความสอดคล้อง กับวิธีการวัดผล					
7.4 การกำหนดเกณฑ์ในการประเมินผล มีความเหมาะสม					
8. สื่อและแหล่งเรียนรู้					
8.1 สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้อง เหมาะสมกับจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม และการประเมินผล					
8.2 สื่อและแหล่งเรียนรู้มีเพียงพอที่จะช่วย ให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ได้					

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

.....  
 .....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน  
 (.....)



ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

แบบประเมินความสอดคล้องของข้อสอบและจุดประสงค์ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน  
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5  
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ


คำชี้แจง : ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญโปรดพิจารณาข้อคำถาม ของแบบทดสอบว่ามีความสอดคล้องกับ  
จุดประสงค์ที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็น  
ของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็น ดังต่อไปนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตามจุดประสงค์นั้นจริง

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตามจุดประสงค์นั้นหรือไม่

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่วัดตามจุดประสงค์นั้น

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	เฉลย	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
บอกความหมายของ การเกิดเสียงได้	1. เสียงเกิดจากสิ่งใด ก. การเคลื่อนที่ของตัวกลาง ข. การฟุ้งกระจายของวัตถุ ค. การไหลของวัตถุ ง. การสั่นสะเทือนของวัตถุ	ง.				
	2. ข้อใดกล่าวถึงเสียงได้ ถูกต้อง ก. มีตัวตนและมีน้ำหนัก ข. เมื่อเกิดแล้วสามารถ เคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิด ได้ ค. เมื่อเกิดขึ้นแล้วสามารถ ทำให้สิ่งที่อยู่โดยรอบ สั่นสะเทือนได้ ง. ถูกทั้งข้อ ข และ ค	ง.				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	เฉลย	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	3. เสียงจัดอยู่ประเภทใด ก. แก๊ส ข. ออกซิเจน ค. พลังงาน ง. คลื่นอากาศ	ค.				
	4. ข้อใดกล่าวถูกต้อง ก. หากแหล่งกำเนิดเสียง ไม่มีการสั่นสะเทือน ก็จะไม่เกิดเสียง ข. เสียงเคลื่อนที่จาก แหล่งกำเนิดเสียง ทุกทิศทาง ค. การเคลื่อนที่ของเสียง ต้องอาศัยตัวกลาง ง. ถูกทุกข้อ	ง.				
	5. เมื่อโรยเมล็ดข้าวฟ่าง ลงบนหนังกลอง แล้วตี กลองเพื่อทำให้เกิดเสียง <u>ภาพตีกลอง</u>  ข้อใดคือปรากฏการณ์ที่ เกิดขึ้นจากการทดลองนี้ ก. เมล็ดข้าวฟ่างไม่เคลื่อนที่ ข. เมล็ดข้าวฟ่างลอยค้างอยู่ กลางอากาศ ค. เมล็ดข้าวฟ่างรวมตัวกัน	ง.				


จุดประสงค์	แบบทดสอบ	เฉลย	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	อยู่กลางห้อง ง. เมล็ดข้าวฟ่างเกิดการ เคลื่อนที่ตาม การสั่นสะเทือน ของห้อง					
บอกได้ว่าเสียง เคลื่อนที่ในของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ได้ดีกว่ากันได้	6. ตัวกลางชนิดใดทำให้เรา สามารถได้ยินเสียง ชัดเจนที่สุด ก. แก๊ส ข. ของเหลว ค. ของแข็ง ง. สุญญากาศ	ค.				
อธิบายการได้ยิน เสียงผ่านตัวกลาง จากหลักฐานเชิง ประจักษ์ได้	7. เสียงที่เราได้ยินส่วนใหญ่ ผ่านตัวกลางชนิดใด ก. อากาศ ข. ของเหลว ค. ของแข็ง ง. สุญญากาศ	ก.				
	8. เพราะเหตุใดเราจึง ไม่ได้ยินเสียงที่เกิดขึ้น ในบริเวณที่ไม่มีอากาศ ก. ลมกั้นเสียงเอาไว้ ข. ความชื้นในอากาศดูดซับ ค. คอแห้งทำให้เปล่งเสียง ไม่ได้ ง. ไม่มีตัวกลางให้เสียงเดิน	ง.				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	เฉลย	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	ทางผ่าน					
เปรียบเทียบความดังของเสียงที่ได้ยิน เมื่อเสียงเคลื่อนที่ผ่านของแข็ง ของเหลว และแก๊สได้	9. ขณะดำน้ำจะได้ยินเสียงหรือไม่ เพราะเหตุใด ก. ได้ยิน เพราะมีอากาศในหู ข. ได้ยิน เพราะมีน้ำเป็นตัวกลางของเสียง ค. ไม่ได้ยิน เพราะมีน้ำปิดหูอยู่ ง. ไม่ได้ยิน เพราะเสียงเคลื่อนที่ผ่านน้ำไม่ได้	ข.				
บอกได้ว่าเสียงเคลื่อนที่ในของแข็งหรือของเหลว หรือแก๊สได้ดีกว่ากัน	10. ในสมัยโบราณนายพรานใช้วิธีใดถ้าอยากรู้ว่ามีสัตว์ใหญ่อยู่ใกล้บริเวณนั้นหรือไม่ ก. ใช้เข็มทิศจับทิศทางของสัตว์ ข. สังเกตเงาของสัตว์ที่ทอดมา ค. ใช้หูแนบพื้นดินเพื่อฟังเสียง ง. ป้อนหูฟังเสียงสัตว์เคลื่อนไหว	ค.				
อธิบายการได้ยินเสียงผ่านตัวกลางจากหลักฐานเชิง	11. การทดลองสั้นกระดิ่งในขวดสุญญากาศผลการทดลอง	ก.				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	เฉลย	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
ประจักษ์ได้	เป็นอย่างไร ก. ไม่ได้ยินเสียง ข. กระดิ่งไม่มีการสั่น ค. ได้ยินเสียงดังชัดเจน ง. กระดิ่งสั่นไม่ยอมหยุด					
เปรียบเทียบความดัง ของเสียงที่ได้ยิน เมื่อ เสียงเคลื่อนที่ผ่าน ของแข็ง ของเหลว และแก๊สได้	12. ข้อใดที่เรียงลำดับ ความสามารถถ่ายทอด คลื่นเสียงจากดีที่สุดใน ไปแย่ที่สุด ก. น้ำบริสุทธิ์ พรอท น้ำทะเล ข. น้ำทะเล น้ำบริสุทธิ์ พรอท ค. พรอท น้ำทะเล น้ำบริสุทธิ์ ง. น้ำทะเล พรอท น้ำบริสุทธิ์	ค.				
	13. หากฟังเสียงผ่าน ถุงพลาสติก 3 ใบ ที่บรรจุอากาศ บรรจุ ทราย และบรรจุน้ำ ผลการได้ยินจะเป็น อย่างไร ก. ฟังเสียงผ่านถุงพลาสติก บรรจุทรายได้ยินเสียงดัง ที่สุด	ก.				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	เฉลย	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	ข. ฟังเสียงผ่านถุงพลาสติก บรรจุน้ำได้ยินเสียงดัง ที่สุด ค. ฟังเสียงผ่านถุงพลาสติก บรรจุอากาศได้ยินเสียง ดังที่สุด ง. ได้ยินเสียงเท่ากัน					
อธิบายการ เกิดเสียงสูง เสียงต่ำ ลักษณะการสั่นของ วัตถุจากแหล่งกำเนิด เสียงได้ ได้	14. ข้อใดอธิบายเกี่ยวกับ เสียงที่เกิดจากไวโอลิน ได้ถูกต้อง <u>ภาพสีไวโอลิน</u>  ก. ถ้าสีสายแรงๆ จะทำให้ เกิดเสียงต่ำ ข. ถ้าไม่มีกล่องเสียงเสียง จะดังยิ่งขึ้น ค. ถ้ากล่องเสียงใหญ่ขึ้น จะไม่เกิดเสียง ง. ถ้าสีสายที่บางจะทำให้ เกิดเสียงสูง	ง.				
	15. ต่อไปนี้เป็นขั้นตอน การประดิษฐ์ไซโลโฟน จากแท่งโลหะ					



จุดประสงค์	แบบทดสอบ	เฉลย	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	<p>ขั้นตอนการประดิษฐ์</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ติดตั้งแท่งเหล็กเข้ากับขาทั้งสองอัน</li> <li>ผูกเชือกเข้ากับแท่งโลหะ จากนั้นนำไปแขวนที่แท่งเหล็กเรียงตามลำดับความยาวของแท่งโลหะ</li> <li>เคาะแท่งโลหะด้วยตะเกียบ</li> </ol> 					
	<p>ข้อใดอธิบายได้ถูกต้อง</p> <p>ก. ถ้าต้องการเสียงต่ำ ต้องเคาะแท่งโลหะที่สั้นที่สุด</p> <p>ข. ใช้แท่งโลหะที่มีความยาวแตกต่างกัน เพื่อให้ระดับสูงต่ำของเสียงมีความแตกต่างกัน</p> <p>ค. ถ้าใช้เชือกหนา แท่งโลหะจะสั้นนานขึ้น ทำให้ได้ยินเสียงนานขึ้น</p>	ข.				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	เฉลย	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	ง. ถ้าต้องการเพิ่มความแตกต่างของระดับสูงต่ำของเสียงจะต้องลดความแตกต่างของความยาวของแท่งโลหะโต๊ะ					
	16. เสียงที่เกิดจากการดีดสายกีตาร์เส้นเล็กต่างจากการดีดสายกีตาร์เส้นใหญ่อย่างไร ก. เสียงสูงกว่า ข. เสียงต่ำกว่า ค. เสียงดังกว่า ง. เสียงเบากว่า	ก.				
	17. เพราะเหตุใดเมื่อนำขวดชนิดเดียวกันและมีขนาดเท่ากันมาใส่ปริมาณน้ำมากน้อยต่างกันเมื่อใช้แท่งเหล็กเคาะที่ขวดจึงได้เสียงสูงเสียงต่ำแตกต่างกัน ก. มวลของขวดและน้ำในขวดแต่ละขวดสั่นด้วยความถี่ต่างกัน	ก.				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	เฉลย	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	ข. ขวดได้รับพลังงานจาก การเคาะไม้เท่ากัน ค. ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ ที่ทำขวด ง. ถูกทุกข้อ					
	18. ถ้าเคาะขวดแก้วที่มีน้ำ อยู่เต็มขวด แล้วเทน้ำ ออกทีละนิด และเคาะ ต่อไปเรื่อย ๆ เสียงเกิด การเปลี่ยนแปลงอย่างไร ก. เสียงจะเหมือนเดิม ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ข. เสียงจะค่อย ๆ ต่ำลง ค. เสียงจะค่อย ๆ หายไป ง. เสียงจะค่อย ๆ สูงขึ้น	ง.				
	19. เสียงพูดกับเสียงร้อง ต่างกันอย่างไร ก. เสียงร้องใช้ภาษา น้อยกว่า ข. เสียงร้องมีเสียงสูง เสียงต่ำมากกว่า ค. เสียงพูดมีระดับเสียง มากกว่า ง. เสียงพูดไม่มีดนตรี	ข.				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	เฉลย	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	ประกอบ					
	20. เพราะเหตุใดเสียงของผู้หญิงจึงแหลมและเล็กกว่าของผู้ชาย ก. มีลิ้นขนาดเล็กกว่า ข. ตัวเล็กกว่า ค. มีกล่องเสียงขนาดเล็กกว่า ง. มีเส้นเสียงขนาดเล็กกว่า	ง.				
	21. ถ้าทดลองเคาะระฆังทรงเดียวกันที่มีขนาดใหญ่ กลาง เล็ก ผลที่ออกมาควรเป็นอย่างไร ก. ระฆังที่มีขนาดเล็ก เสียงสูงที่สุด ข. ระฆังที่มีขนาดใหญ่ เสียงสูงที่สุด ค. ระฆังที่มีขนาดกลาง เสียงสูงกว่าระฆังขนาดเล็ก ง. ระฆังที่มีขนาดใหญ่ เสียงสูงที่สุด	ก.				
ระบอบประกอบ การได้ยินเสียงได้	22. คลื่นเสียงจะสะท้อนได้ดีที่สุดในตัวกลางใด ก. มีรูพรุน	ข.				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	เฉลย	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	ข. ผิวเรียบมัน ค. ผิวขรุขระ ง. ผิวลูกคลื่น					
	23. ลักษณะการกระจาย ของคลื่นเสียงจาก แหล่งกำเนิดเสียง เป็นไปตามข้อใด ก. ทุกทิศทางเป็นรูปวงรี ข. ทุกทิศทางเป็นรูป สี่เหลี่ยม ค. ทุกทิศทางเป็นวงกลม ง. ทุกทิศทางเป็น รูปทรงกลม	ค.				
	24. การเดินทางของเสียง จะมีลักษณะเหมือน ข้อใด ก. การแกว่งชิงช้า ข. การโยนก้อนหินลงน้ำ ค. การเลี้ยงลูกบาสเกตบอล ง. การเกิดภาพในกระจกเงา	ข.				
	25. เสียงก้องเกิดขึ้นได้ เพราะเหตุใด ก. ฝาผนังสี่เหลี่ยม ข. เสียงดังอยู่ในที่จำกัด ค. อากาศมีความกดดันสูง ง. การสะท้อนของเสียง	ง.				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	เฉลย	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	26. การตะโกนเข้าไปในถ้ำ เป็นการทดลองในเรื่องใด ก. ความชื้นในถ้ำ ข. การสะท้อนของเสียง ค. ความหนาแน่นของหิน ในถ้ำ ง. การเกิดแม่คะนึ่งในถ้ำ	ข.				
	27. ในห้องที่ปูผนังด้วยวัสดุ ที่มีรูพรุนเพื่อประโยชน์ ในข้อใด ก. เพื่อให้เสียงสะท้อน กลับได้ดี ข. เพื่อแก้ปัญหาการเกิด เสียงสะท้อนและเสียงก้อง ค. เพื่อเก็บและดูดเสียง ส่วนเกินให้ได้มากที่สุด ง. ทำให้เสียงไพเราะมากขึ้น	ข.				
	28. ข้อใดไม่ใช่องค์ประกอบ ที่ช่วยในการได้ยินเสียง ก. อวัยวะรับเสียง ข. แหล่งกำเนิดเสียง ค. ตัวกลาง ง. ระยะเวลาทาง	ง.				
	29. สิ่งใดภายในหู ที่สัมผัสเพื่อน เป็นอันดับแรก	ก.				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	เฉลย	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	ก. เยื่อแก้วหู ข. ไขหู ค. กระดูก 3 ชั้น ง. กระดูกรูปหอยโข่ง					
	30. เยื่อแก้วหูมีหน้าที่ อย่างไร ก. ช่วยในการทรงตัว ข. แปลคลื่นเสียงให้ เป็นเสียง ค. รับการสั่นสะเทือน ของคลื่นเสียง ง. ขยายคลื่นเสียง ให้มีความเข้มข้น	ค.				
	31. ส่วนใดที่ทำหน้าที่ รวบรวมเสียงเข้าสู่หู ก. กระดูกค้อน ข. ไขหู ค. คอเคลีย ง. เยื่อแก้วหู	ข.				
	32. หูเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่ ตรงตามข้อใด <u>ยกเว้น</u> ก. ทรงตัว ข. รับเสียง ค. แปลความหมาย ง. ทั้งข้อ ก. และ ข.	ค.				
	33. คนที่หูหนวก	ง.				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	เฉลย	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	<p>มาแต่กำเนิดมักจะมี อาการใดควบคู่ไปด้วย</p> <p>ก. ตาเหล่ ข. ติด่าง ค. ตาบอด ง. เป็นไข้</p>					
	<p>34. “เป็นท่อน้ำคั่งวงกลม 3 โค้ง อยู่ในหูชั้นใน ภายในท่อ มีของเหลวอยู่ ควบคุมการทรงตัว” จากคำกล่าวข้างต้น ตรงตามข้อใด</p> <p>ก. เยื่อแก้วหู ข. คอเคลีย ค. เซมิเซอร์คิวลาร์แคแนล ง. กระดูกโกลน</p>	ค.				
	<p>35. การแปลผลการได้ยิน เกี่ยวข้องกับอวัยวะใด</p> <p>ก. เยื่อแก้วหู ข. คอเคลีย ค. เซมิเซอร์คิวลาร์แคแนล ง. สมอง</p>	ง.				
อธิบายการเกิด ลักษณะเสียงดัง เสียงค่อยได้	<p>36. เมื่อตีตีกีตาร์ ให้เกิดเสียง แล้วเอามือ จับสายกีตาร์ให้หยุดสั่น จะเกิดผลอย่างไร</p>	ก.				



จุดประสงค์	แบบทดสอบ	เฉลย	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	ก. ไม่มีเสียง ข. เสียงเบา ค. เสียงท่อม ง. เสียงแหลม					
	37. การเกิดเสียงดังหรือเสียงเบาเกิดจากข้อใด ก. ตั๊กกลาง ข. ความถี่ ค. พลังงานที่ทำให้เกิดเสียง ง. ชนิดแหล่งกำเนิดเสียง	ค.				
	38. หน่วยที่ใช้วัดระดับความเข้มของเสียงคือข้อใด ก. โอห์ม ข. เฮิรตซ์ ค. เดซิเบล ง. แอมแปร์	ค.				
	39. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับเสียง ก. เสียงอินฟราโซนิก เป็นเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ ข. เสียงอัลตราโซนิก เป็นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20,000 เฮิรตซ์ ค. มนุษย์สามารถได้ยินเสียงที่มีความถี่	ค.				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	เฉลย	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	สูงกว่า 20,000 เฮิร์ตซ์ ง. มนุษย์ไม่สามารถได้ยิน ทั้งเสียงอินฟราโซนิก และเสียงอัลตราโซนิก					
	40. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ อินฟราโซนิก ก. เสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า ความถี่ที่หูคนปกติ จะรับฟังได้ ข. เสียงที่มีความถี่สูงกว่า ความถี่ที่หูคนปกติ จะรับฟังได้ ค. เสียงปกติที่เราได้ยิน ในชีวิตประจำวัน ง. เสียงที่มีความถี่สูงมาก สามารถทำลายประสาท หูได้	ก.				
อธิบายค่าระดับความ ดังของเสียงใน สิ่งแวดล้อมได้	41. มนุษย์สามารถทนฟัง ระดับเสียงได้เท่าใด ก. ไม่เกิน 120 เดซิเบล ข. ไม่เกิน 80 เดซิเบล ค. ไม่เกิน 140 เดซิเบล ง. ไม่เกิน 95 เดซิเบล	ก.				
	42. ข้อใดเป็นลักษณะ ของมลพิษทางเสียง ก. เสียงดัง 85 เดซิเบล ขึ้นไป	ก.				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	เฉลย	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	ข. เสียงดังจากการจราจร คับคั่ง ค. เสียงดังจากเครื่องบิน ไปผ่าน ง. เป็นไปได้ทั้ง ก. ข. และค.					
แนวแนวทางใน การหลีกเลี่ยงและ ลดมลพิษทางเสียงได้	43. เสียงจากแหล่งใด ก่อให้เกิดความหงุดหงิด รำคาญใจมากที่สุด ก. ฝนตก ข. รถตัดหญ้า ค. วิทย์ ง. นกเขาขัน	ข.				
	44. สถานที่ใดมีมลภาวะ ของเสียงมากที่สุด ก. ริมหาด ข. ริมนนในเมือง ค. ในหมู่บ้านชนบท ง. ในสวนสาธารณะ	ข.				
	45. ข้อใดมีระดับความเข้ม เสียงต่ำที่สุด ก. การกระชิบแผ่นเบา ข. การหายใจ ค. ห้องทำงานในออฟฟิต ง. การพูดคุยธรรมดา	ข.				
	46. บุคคลใดต่อไปนี้ มีโอกาสดูฟังได้ มากที่สุด	ข.				

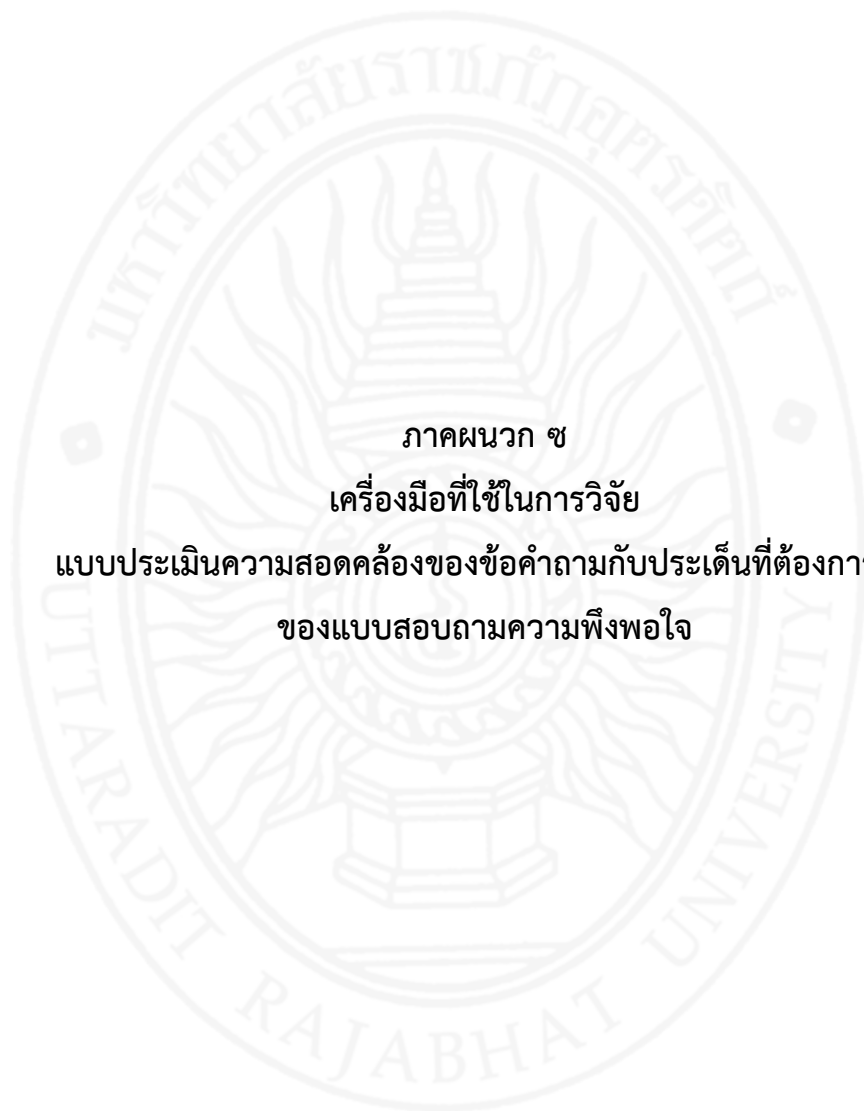
จุดประสงค์	แบบทดสอบ	เฉลย	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	ก. สมชายไปนอนฟังเสียง กระตบฝั่งชายทะเล ข. สุกิจชอบฟังวิทยุโดย เปิดเสียงดัง ค. สุดาชอบใส่ตุ้มหูใหญ่ๆ ง. สุธีทำงาน เป็นบรรณารักษ์ห้องสมุด					
	47. เพราะเหตุใดเมื่อเวลา เป็นหวัดไม่ควร สัมผัสน้ำมูกแรง ๆ ก. เพราะจะทำให้เกิด แรงอัดดันให้เชื้อโรค เข้าสู่หูชั้นกลางได้ ข. เพราะจะทำให้เกิด แรงอัดดันหูอาจจะอื้อได้ ค. เพราะอาจทำอันตราย ต่อหูชั้นกลางได้ ง. ถูกทุกข้อ	ง.				
	48. เชื้อราในช่องหู เกิดจาก สาเหตุตรงตามข้อใด ก. เกิดจากรูหูสกปรก ข. เกิดจากรูหูเปียกชื้น ไม่ทำความสะอาด ค. ไม่รักษาความสะอาด ในช่องหู ง. ถูกทุกข้อ	ง.				
	49. ถ้าแมลงเข้าหู นักเรียน	ข.				

จุดประสงค์	แบบทดสอบ	เฉลย	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	ควรปฏิบัติอย่างไร ก. ใช้ไม้เคาะหู แคะแมลง ออกมา ข. ใช้น้ำมันพืชหยอดลง ในรูหู แล้วทิ้งไว้สักครู่ เพื่อให้แมลงตายแล้ว ค่อยตะแคงออก ค. ใช้น้ำหยอดลงในรูหู แล้วทิ้งไว้สักครู่เพื่อให้ แมลงตายแล้วค่อย ตะแคงออก ง. ถูกทุกข้อ					
	50. หากได้ยินเสียงดัง กะทันหัน ควรทำอะไร ก. ยกมือป้องหู ข. ใช้นิ้วมืออุดหู ค. หาแหล่งกำเนิดเสียง ง. ตะโกนแข่งกับเสียงนั้น	ข.				

ข้อเสนอแนะ

.....  
 .....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน  
 (.....)



ภาคผนวก ซ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินความสอดคล้องของข้อความถามกับประเด็นที่ต้องการวัด

ของแบบสอบถามความพึงพอใจ

แบบประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน  
ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา  
เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5  
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง โปรดพิจารณาแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้  
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5  
แล้วลงความเห็น ว่า ข้อคำถามมีความสอดคล้องตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัดหรือไม่  
โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  
ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็น ดังต่อไปนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตามจุดประสงค์นั้นจริง  
ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตามจุดประสงค์นั้นหรือไม่  
ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่วัดตามจุดประสงค์นั้น

ข้อที่	รายการขอความคิดเห็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		+ 1	0	- 1	
	ด้านจุดประสงค์				
1.	นักเรียนทราบวัตถุประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน				
2.	การจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้				
	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
3.	กิจกรรมการเรียนรู้สนุกและน่าสนใจ				
4.	กิจกรรมการเรียนรู้มุ่งส่งเสริมให้นักเรียน ได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา				
5.	การจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย				
6.	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสมของเวลา				
7.	การจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนคิดอย่างสร้างสรรค์				
8.	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียน เกิดการบูรณาการ ความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์				

9.	วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา				
10.	นักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น				
11.	นักเรียนมีส่วนร่วมในการสืบค้นข้อมูลจากห้องสมุด อินเทอร์เน็ต และผู้มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ				
12.	นักเรียนมีส่วนร่วมในการนำเสนอต่าง ๆ				
13.	ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม แสดงความคิดเห็น และร่วมกันตอบคำถาม				
14.	กิจกรรมการเรียนรู้มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ การแก้ปัญหา				
ด้านประโยชน์ที่ได้รับและการนำไปใช้					
15.	การจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย				
16.	นักเรียนมีความตั้งใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มากขึ้น				
17.	นักเรียนมีความสุขสนุกสนานในการทำกิจกรรม				
18.	นักเรียน เรียนได้อย่างมีความสุข				
19.	นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีคุณค่าในการดำรงชีวิต				
20.	นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน  
(.....)





ภาคผนวก ณ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตารางที่ 8 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แตรเซียร์บอล  
จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			เฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้						
1.1 ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมและครอบคลุม สาระสำคัญ เนื้อหา จุดประสงค์ กิจกรรม แหล่งเรียนรู้และการวัด และการประเมินผล	3	5	4	4.00	1.00	มาก
1.2 ระยะเวลาในแผนมีความ เหมาะสมและเพียงพอ	4	4	4	4.00	0.00	มาก
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด มาตรฐานและตัวชี้วัดตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ถูกต้อง	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 จุดประสงค์มีความชัดเจน และมีความเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3.2 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติ ให้บรรลุผลตาม จุดประสงค์ได้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3.3 เป็นจุดประสงค์เชิง พฤติกรรมที่มีความชัดเจน	3	5	4	4.00	1.00	มาก
4. สาระการเรียนรู้						
4.1 สาระสำคัญมีรายละเอียด ที่ชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด

ตารางที่ 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			เฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
4.2 สารสำคัญมีความสัมพันธ์ กับจุดประสงค์	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 สารสำคัญมีความสัมพันธ์ กับสถานการณ์ที่กำหนด	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
5. เนื้อหา						
5.1 เนื้อหา มีความสอดคล้อง กับจุดประสงค์	4	4	5	4.33	0.58	มาก
5.2 เนื้อหาเป็นประโยชน์ ต่อผู้เรียนและสามารถนำไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
6.1 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นผู้เรียน สามารถที่จะปฏิบัติได้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6.2 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น มีลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6.3 กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้ปฏิบัติ บทบาทหน้าที่อย่าง หลากหลาย	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6.4 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น มีการบูรณาการตามแนวทางสะเต็ม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6.5 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นมีการ เชื่อมโยงกับสถานการณ์/ปัญหาใน ชีวิตประจำวัน	4	4	4	4.00	0.00	มาก

ตารางที่ 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			เฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
6.6 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6.7 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น ส่งเสริมกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
7. การวัดและประเมินผล						
7.1 วิธีการวัดผลมีความ สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์	4	4	4	4.00	0.00	มาก
7.2 วิธีการวัดผลมีความ สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
7.3 เครื่องมือวัดผลมีความ สอดคล้องกับวิธีการวัดผล	4	4	4	4.00	0.00	มาก
7.4 การกำหนดเกณฑ์ในการ ประเมินผลมีความเหมาะสม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
8. สื่อและแหล่งเรียนรู้						
8.1 สื่อและแหล่งเรียนรู้ มีความสอดคล้อง เหมาะสม กับจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม และการประเมินผล	4	4	4	4.00	0.00	มาก
8.2 สื่อและแหล่งเรียนรู้ มีเพียงพอที่จะช่วยให้ผู้เรียน บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
	เฉลี่ยทั้งหมด			4.22	0.30	มาก

ตารางที่ 9 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โทรศัพทแก้วพลาสติก  
จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			เฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้						
1.1 ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมและครอบคลุม สาระสำคัญ เนื้อหา จุดประสงค์ กิจกรรม แหล่งเรียนรู้และการวัด และการประเมินผล	3	5	4	4.00	1.00	มาก
1.2 ระยะเวลาในแผนมีความ เหมาะสมและเพียงพอ	4	5	4	4.33	0.58	มาก
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด มาตรฐานและตัวชี้วัดตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ถูกต้อง	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 จุดประสงค์มีความชัดเจน และมีความเหมาะสม	3	5	4	4.00	1.00	มาก
3.2 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติ ให้บรรลุผลตาม จุดประสงค์ได้	4	5	4	4.33	0.58	มาก
3.3 เป็นจุดประสงค์เชิง พฤติกรรมที่มีความชัดเจน	3	5	4	4.00	1.00	มาก
4. สาระการเรียนรู้						
4.1 สาระสำคัญมีรายละเอียด ที่ชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด

ตารางที่ 9 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			เฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
4.2 สารสำคัญมีความสัมพันธ์ กับจุดประสงค์	4	4	4	4.00	0.00	มาก
4.3 สารสำคัญมีความสัมพันธ์ กับสถานการณ์ที่กำหนด	4	4	4	4.00	0.00	มาก
5. เนื้อหา						
5.1 เนื้อหา มีความสอดคล้อง กับจุดประสงค์	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 เนื้อหาเป็นประโยชน์ ต่อผู้เรียนและสามารถนำไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
6.1 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นผู้เรียน สามารถที่จะปฏิบัติได้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6.2 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น มีลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6.3 กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้ปฏิบัติ บทบาทหน้าที่อย่าง หลากหลาย	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6.4 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น มีการบูรณาการตามแนวทางสะเต็ม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6.5 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นมีการ เชื่อมโยงกับสถานการณ์/ปัญหาใน ชีวิตประจำวัน	4	4	4	4.00	0.00	มาก

ตารางที่ 9 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
6.6 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6.7 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น ส่งเสริมกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
7. การวัดและประเมินผล						
7.1 วิธีการวัดผลมีความ สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์	4	4	4	4.00	0.00	มาก
7.2 วิธีการวัดผลมีความ สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
7.3 เครื่องมือวัดผลมีความ สอดคล้องกับวิธีการวัดผล	4	4	4	4.00	0.00	มาก
7.4 การกำหนดเกณฑ์ในการ ประเมินผลมีความเหมาะสม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
8. สื่อและแหล่งเรียนรู้						
8.1 สื่อและแหล่งเรียนรู้ มีความสอดคล้อง เหมาะสม กับจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม และการประเมินผล	4	4	4	4.00	0.00	มาก
8.2 สื่อและแหล่งเรียนรู้ มีเพียงพอที่จะช่วยให้ผู้เรียน บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้	4	4	4	4.00	0.00	มาก
	เฉลี่ยทั้งหมด			4.17	0.22	มาก

ตารางที่ 10 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การเกิดเสียงดัง เสียงค่อย จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			เฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้						
1.1 ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมและครอบคลุม สาระสำคัญ เนื้อหา จุดประสงค์ กิจกรรม แหล่งเรียนรู้และการวัด และการประเมินผล	3	5	4	4.00	1.00	มาก
1.2 ระยะเวลาในแผนมีความ เหมาะสมและเพียงพอ	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด มาตรฐานและตัวชี้วัดตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ถูกต้อง	4	4	5	4.33	0.58	มาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 จุดประสงค์มีความชัดเจน และมีความเหมาะสม	4	4	4	4.00	1.00	มาก
3.2 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติ ให้บรรลุผลตาม จุดประสงค์ได้	4	4	4	4.00	1.00	มาก
3.3 เป็นจุดประสงค์เชิง พฤติกรรมที่มีความชัดเจน	4	4	4	4.00	1.00	มาก
4. สาระการเรียนรู้						
4.1 สาระสำคัญมีรายละเอียด ที่ชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด



ตารางที่ 10 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			เฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
4.2 สารสำคัญมีความสัมพันธ์ กับจุดประสงค์	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 สารสำคัญมีความสัมพันธ์ กับสถานการณ์ที่กำหนด	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
5. เนื้อหา						
5.1 เนื้อหา มีความสอดคล้อง กับจุดประสงค์	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
5.2 เนื้อหาเป็นประโยชน์ ต่อผู้เรียนและสามารถนำไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
6.1 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นผู้เรียน สามารถที่จะปฏิบัติได้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
6.2 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น มีลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม	4	4	5	4.33	0.58	มาก
6.3 กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้ปฏิบัติ บทบาทหน้าที่อย่าง หลากหลาย	4	4	5	4.33	0.58	มาก
6.4 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น มีการบูรณาการตามแนวทางสะเต็ม	4	4	5	4.33	0.58	มาก
6.5 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นมีการ เชื่อมโยงกับสถานการณ์/ปัญหาใน ชีวิตประจำวัน	4	4	5	4.33	0.58	มาก

ตารางที่ 10 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			เฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
6.6 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	4	5	4.33	0.58	มาก
6.7 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น ส่งเสริมกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม	4	4	5	4.33	0.58	มาก
7. การวัดและประเมินผล						
7.1 วิธีการวัดผลมีความ สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์	4	4	4	4.00	0.00	มาก
7.2 วิธีการวัดผลมีความ สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
7.3 เครื่องมือวัดผลมีความ สอดคล้องกับวิธีการวัดผล	4	4	4	4.00	0.00	มาก
7.4 การกำหนดเกณฑ์ในการ ประเมินผลมีความเหมาะสม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
8. สื่อและแหล่งเรียนรู้						
8.1 สื่อและแหล่งเรียนรู้ มีความสอดคล้อง เหมาะสม กับจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม และการประเมินผล	4	4	5	4.33	0.58	มาก
8.2 สื่อและแหล่งเรียนรู้ มีเพียงพอที่จะช่วยให้ผู้เรียน บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
	เฉลี่ยทั้งหมด			4.31	0.43	มาก

ตารางที่ 11 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4  
เรื่อง การเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			เฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้						
1.1 ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมและครอบคลุม สาระสำคัญ เนื้อหา จุดประสงค์ กิจกรรม แหล่งเรียนรู้และการวัด และการประเมินผล	3	5	4	4.00	1.00	มาก
1.2 ระยะเวลาในแผนมีความ เหมาะสมและเพียงพอ	4	4	5	4.33	0.58	มาก
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด มาตรฐานและตัวชี้วัดตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ถูกต้อง	3	4	4	3.67	0.58	มาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 จุดประสงค์มีความชัดเจน และมีความเหมาะสม	3	4	4	3.67	0.58	มาก
3.2 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติ ให้บรรลุผลตาม จุดประสงค์ได้	3	4	4	3.67	0.58	มาก
3.3 เป็นจุดประสงค์เชิง พฤติกรรมที่มีความชัดเจน	3	4	4	3.67	0.58	มาก
4. สาระการเรียนรู้						
4.1 สาระสำคัญมีรายละเอียด ที่ชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด

ตารางที่ 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
4.2 สารสำคัญมีความสัมพันธ์ กับจุดประสงค์	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 สารสำคัญมีความสัมพันธ์ กับสถานการณ์ที่กำหนด	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
5. เนื้อหา						
5.1 เนื้อหา มีความสอดคล้อง กับจุดประสงค์	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 เนื้อหาเป็นประโยชน์ ต่อผู้เรียนและสามารถนำไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
6.1 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นผู้เรียน สามารถที่จะปฏิบัติได้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
6.2 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น มีลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6.3 กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้ปฏิบัติ บทบาทหน้าที่อย่าง หลากหลาย	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6.4 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น มีการบูรณาการตามแนวทางสะเต็ม	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6.5 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นมีการ เชื่อมโยงกับสถานการณ์/ปัญหาใน ชีวิตประจำวัน	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด

ตารางที่ 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			เฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
6.6 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6.7 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น ส่งเสริมกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผล						
7.1 วิธีการวัดผลมีความ สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์	4	5	4	4.33	0.58	มาก
7.2 วิธีการวัดผลมีความ สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
7.3 เครื่องมือวัดผลมีความ สอดคล้องกับวิธีการวัดผล	4	5	4	4.33	0.58	มาก
7.4 การกำหนดเกณฑ์ในการ ประเมินผลมีความเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
8. สื่อและแหล่งเรียนรู้						
8.1 สื่อและแหล่งเรียนรู้ มีความสอดคล้อง เหมาะสม กับจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม และการประเมินผล	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
8.2 สื่อและแหล่งเรียนรู้ มีเพียงพอที่จะช่วยให้ผู้เรียน บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
	เฉลี่ยทั้งหมด			4.44	0.52	มาก

ตารางที่ 12 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง หูฟังป้องกันเสียงจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			เฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้						
1.1 ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมและครอบคลุมสาระสำคัญ เนื้อหา จุดประสงค์ กิจกรรม แหล่งเรียนรู้และการวัดและการประเมินผล	3	5	4	4.00	1.00	มาก
1.2 ระยะเวลาในแผนมีความเหมาะสมและเพียงพอ	3	5	4	4.00	1.00	มาก
2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด						
มาตรฐานและตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ถูกต้อง	4	4	4	4.00	0.00	มาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 จุดประสงค์มีความชัดเจนและมีความเหมาะสม	3	4	4	3.67	0.58	มาก
3.2 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติให้บรรลุผลตาม จุดประสงค์ได้	3	4	4	3.67	0.58	มาก
3.3 เป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีความชัดเจน	3	4	4	3.67	0.58	มาก
4. สาระการเรียนรู้						
4.1 สาระสำคัญมีรายละเอียดที่ชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด

ตารางที่ 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน			เฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
4.2 สารสำคัญมีความสัมพันธ์ กับจุดประสงค์	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 สารสำคัญมีความสัมพันธ์ กับสถานการณ์ที่กำหนด	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
5. เนื้อหา						
5.1 เนื้อหามีความสอดคล้อง กับจุดประสงค์	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 เนื้อหาเป็นประโยชน์ ต่อผู้เรียนและสามารถนำไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
6.1 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นผู้เรียน สามารถที่จะปฏิบัติได้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
6.2 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น มีลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม	4	4	5	4.33	0.58	มาก
6.3 กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้ปฏิบัติ บทบาทหน้าที่อย่าง หลากหลาย	4	4	5	4.33	0.58	มาก
6.4 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น มีการบูรณาการตามแนวทางสะเต็ม	4	4	5	4.33	0.58	มาก
6.5 กิจกรรมที่กำหนดขึ้นมีการ เชื่อมโยงกับสถานการณ์/ปัญหาใน ชีวิตประจำวัน	4	4	5	4.33	0.58	มาก

ตารางที่ 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
6.6 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	4	5	4.33	0.58	มาก
6.7 กิจกรรมที่กำหนดขึ้น ส่งเสริมกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม	4	4	5	4.33	0.58	มาก
7. การวัดและประเมินผล						
7.1 วิธีการวัดผลมีความ สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์	4	4	4	4.00	0.00	มาก
7.2 วิธีการวัดผลมีความ สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
7.3 เครื่องมือวัดผลมีความ สอดคล้องกับวิธีการวัดผล	4	4	4	4.00	0.00	มาก
7.4 การกำหนดเกณฑ์ในการ ประเมินผลมีความเหมาะสม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
8. สื่อและแหล่งเรียนรู้						
8.1 สื่อและแหล่งเรียนรู้ มีความสอดคล้อง เหมาะสม กับจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม และการประเมินผล	4	4	5	4.33	0.58	มาก
8.2 สื่อและแหล่งเรียนรู้ มีเพียงพอที่จะช่วยให้ผู้เรียน บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
	เฉลี่ยทั้งหมด			4.26	0.44	มาก



ตารางที่ 13 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้  
เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่า IOC	ผลสรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
13.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
15.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
16.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
17.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
18.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
19.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
20.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
21.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
22.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
23.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
24.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
25.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่า IOC	ผลสรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
26.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
27.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
28.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
29.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
30.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
31.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
32.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
33.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
34.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
35.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
36.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
37.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
38.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
39.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
40.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
41.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
42.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
43.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
44.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
45.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
46.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
47.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
48.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
49.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
50.	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

จากผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ปรากฏว่ามีค่า IOC อยู่ที่ 1.00 แสดงว่า แบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความสอดคล้องและสามารถนำไปใช้ได้ทุกข้อ



ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อความคำถามกับประเด็นที่ต้องการวัดของแบบสอบถาม ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสี่ยงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน

รายการขอความคิดเห็น	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
<b>ด้านจุดประสงค์</b>						
1. นักเรียนทราบวัตถุประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. การจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
<b>ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b>						
3. กิจกรรมการเรียนรู้และน่าสนใจ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4. กิจกรรมการเรียนรู้มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5. การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมของเวลา	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7. การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนคิดอย่างสร้างสรรค์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเกิดการบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9. วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตารางที่ 14 (ต่อ)

รายการขอความคิดเห็น	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
10. นักเรียนมีอิสระในการแสดง ความคิดเห็นและรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่น	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11. นักเรียนมีส่วนร่วม ในการสืบค้นข้อมูล จากห้องสมุด อินเทอร์เน็ต และผู้มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12. นักเรียนมีส่วนร่วม ในการนำเสนอต่าง ๆ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
13. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียน ซักถาม แสดงความคิดเห็น และร่วมกันตอบคำถาม	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14. กิจกรรมการเรียนรู้มุ่งส่งเสริม ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ การแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
<b>ด้านประโยชน์ที่ได้รับและการนำไปใช้</b>						
15. การจัดการเรียนรู้ ทำให้ นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
16. นักเรียนมีความตั้งใจ ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มากขึ้น	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
17. นักเรียนมีความสนุกสนาน ในการทำกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
18. นักเรียน ได้เรียน อย่างมีความสุข	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

## ตารางที่ 14 (ต่อ)

รายการขอความคิดเห็น	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
19. นักเรียนมีเจตคติต่อ วิชาวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่ง ที่มีคุณค่าในการดำรงชีวิต	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
20. นักเรียนนำความรู้ที่ได้ จากการทำกิจกรรมไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

จากผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการวัดของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ปรากฏว่ามีค่า IOC อยู่ที่ 1.00 แสดงว่า แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความสอดคล้องและสามารถนำไปใช้ได้ทุกข้อ

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น  
ของแบบทดสอบ เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	แปลผลคุณภาพ	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผลคุณภาพ
1	0.64	ดีพอใช้	0.57	ดี
2	0.64	ดีพอใช้	0.43	ดี
3	0.50	ดีมาก	0.71	ดีมาก
4	0.86	ง่ายมาก - ตัดทิ้ง	0.00	ต่ำมาก - ตัดทิ้ง
5	0.32	ดีพอใช้	0.36	พอใช้
6	0.61	ดีพอใช้	0.64	ดีมาก
7	0.89	ง่ายมาก - ตัดทิ้ง	0.21	พอใช้
8	0.54	ดีมาก	0.64	ดีมาก
9	0.29	ดีพอใช้	0.29	พอใช้
10	0.64	ดีพอใช้	0.43	ดี
11	0.68	ดีพอใช้	0.64	ดีมาก
12	0.25	ดีพอใช้	0.21	พอใช้
13	0.61	ดีพอใช้	0.64	ดีมาก
14	0.64	ดีพอใช้	0.00	ต่ำมาก - ตัดทิ้ง
15	0.64	ดีพอใช้	0.29	พอใช้
16	0.43	ดีมาก	0.29	พอใช้
17	0.39	ดีพอใช้	0.07	ต่ำมาก - ตัดทิ้ง
18	0.61	ดีพอใช้	0.79	ดีมาก
19	0.86	ง่ายมาก - ตัดทิ้ง	0.00	ต่ำมาก - ตัดทิ้ง
20	0.50	ดีมาก	0.57	ดี
21	0.75	ดีพอใช้	0.21	พอใช้
22	0.64	ดีพอใช้	0.71	ดีมาก
23	0.46	ดีมาก	0.36	พอใช้
24	0.79	ดีพอใช้	0.29	พอใช้
25	0.64	ดีพอใช้	0.71	ดีมาก
26	1.00	ง่ายมาก - ตัดทิ้ง	0.00	ต่ำมาก - ตัดทิ้ง

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	แปลผลคุณภาพ	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผลคุณภาพ
27	0.57	ดีมาก	0.29	พอใช้
28	0.50	ดีมาก	0.57	ดี
29	0.64	ดีพอใช้	0.43	ดี
30	0.57	ดีมาก	0.43	ดี
31	0.82	ง่ายมาก - ตัดทิ้ง	0.21	พอใช้
32	0.86	ง่ายมาก - ตัดทิ้ง	0.29	พอใช้
33	0.86	ง่ายมาก - ตัดทิ้ง	0.29	พอใช้
34	0.61	ดีพอใช้	0.36	พอใช้
35	0.89	ง่ายมาก - ตัดทิ้ง	0.07	ต่ำมาก - ตัดทิ้ง
36	0.68	ดีพอใช้	0.50	ดี
37	0.50	ดีมาก	0.43	ดี
38	0.82	ง่ายมาก - ตัดทิ้ง	0.21	พอใช้
39	0.29	ดีพอใช้	0.43	ดี
40	0.32	ดีพอใช้	0.36	พอใช้
41	0.68	ดีพอใช้	0.36	พอใช้
42	0.64	ดีพอใช้	0.00	ต่ำมาก - ตัดทิ้ง
43	0.75	ดีพอใช้	0.36	พอใช้
44	0.79	ดีพอใช้	0.43	ดี
45	0.71	ดีพอใช้	0.57	ดี
46	0.86	ง่ายมาก - ตัดทิ้ง	0.14	ค่อนข้างต่ำ
47	0.57	ดีมาก	0.29	พอใช้
48	0.82	ง่ายมาก - ตัดทิ้ง	0.07	ต่ำมาก - ตัดทิ้ง
49	0.64	ดีพอใช้	0.29	พอใช้
50	0.82	ง่ายมาก - ตัดทิ้ง	0.21	พอใช้

ค่า Reliability (KR-20) = 0.83



เมื่อนำแบบทดสอบมาวิเคราะห์รายชื่อ เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบดังนี้

1. ตรวจสอบความยากง่าย คือ การตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องมือประเภทแบบทดสอบวัดความรู้ ที่ระบุว่าข้อสอบนั้นง่ายเพียงใด โดยมีเกณฑ์ความยากง่ายระหว่าง 0.20 – 0.80 (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2556, น.190 – 191) ได้ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบระหว่าง 0.29 – 0.71
2. ตรวจสอบค่าอำนาจจำแนก คือ การตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องมือที่จำแนกเด็กเก่งและเด็กอ่อนได้ โดยใช้เกณฑ์ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2556, น.191 – 192) ได้ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ระหว่าง 0.29 – 0.79
3. ตรวจสอบความเชื่อมั่น คือ การตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องมือที่ให้ผลการวัดคงที่ คงเส้นคงวา สม่าเสมอ จากสูตร KR – 20 (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2556, น.192 – 193) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.83





ภาคผนวก ญ  
คะแนนจากการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 16 แสดงผลคะแนนด้านความรู้ (K) จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากกลุ่มทดลอง จำนวน 41 คน

คนที่	คะแนนใบงาน					คะแนน แบบทดสอบ	คะแนน รวม
	จากการทำกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้						
	แผน 1 (10)	แผน 2 (10)	แผน 3 (10)	แผน 4 (10)	แผน 5 (10)	(30)	(80)
1	8	8	6	6	7	20	55
2	6	8	8	7	8	22	59
3	7	9	9	7	9	27	68
4	6	7	7	9	8	21	58
5	8	10	9	8	7	24	66
6	7	9	9	9	9	29	72
7	7	9	10	10	10	27	73
8	8	7	8	6	6	24	59
9	8	5	9	8	7	25	62
10	7	9	9	9	10	28	72
11	6	7	7	9	6	20	55
12	6	8	5	6	5	23	53
13	6	9	9	8	10	23	65
14	5	5	5	5	5	20	45
15	7	9	8	8	8	25	65
16	5	5	7	7	7	24	55
17	6	7	9	9	8	28	67
18	5	5	7	6	8	21	52
19	8	8	9	7	8	27	67
20	5	8	8	8	9	22	60
21	9	8	8	7	9	22	63
22	6	9	8	5	5	22	55
23	5	8	9	10	7	27	66

ตารางที่ 16 (ต่อ)

คนที่	คะแนนใบงาน					คะแนน แบบทดสอบ	คะแนน รวม
	จากการทำกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้						
	แผน 1 (10)	แผน 2 (10)	แผน 3 (10)	แผน 4 (10)	แผน 5 (10)		
24	7	9	8	9	9	29	71
25	7	9	9	9	10	29	73
26	7	7	8	9	7	22	60
27	5	7	9	8	8	28	65
28	5	6	8	6	6	22	53
29	8	9	10	9	9	28	73
30	7	9	8	8	7	26	65
31	5	5	8	8	7	20	53
32	7	8	7	8	7	25	62
33	6	7	9	5	6	23	56
34	7	5	8	6	8	20	54
35	5	6	8	7	7	20	53
36	7	7	8	5	9	20	56
37	6	8	9	8	10	26	67
38	8	7	8	7	7	26	63
39	8	7	8	8	9	23	63
40	9	10	10	10	9	29	77
41	8	8	8	9	8	26	67
$\bar{X}$	6.66	7.59	8.15	7.63	7.78	24.22	62.02
S.D.	1.20	1.45	1.13	1.44	1.42	3.06	7.35
ร้อยละ	66.60	75.90	81.50	76.30	77.80	80.73	77.53

ตารางที่ 17 แสดงผลคะแนนด้านทักษะ (P) จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากกลุ่มทดลอง จำนวน 41 คน

คนที่	คะแนนด้านทักษะกระบวนการ (P)					คะแนนรวม (40)
	จากแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้					
	แผน 1 (8)	แผน 2 (8)	แผน 3 (8)	แผน 4 (8)	แผน 5 (8)	
1	5	6	5	5	6	27
2	5	6	5	7	7	30
3	7	6	7	8	7	35
4	6	7	6	5	7	31
5	8	7	8	8	7	38
6	7	7	7	7	6	34
7	7	7	6	6	6	32
8	5	6	6	7	5	29
9	5	5	7	7	6	30
10	7	6	7	6	5	31
11	5	7	5	6	6	29
12	5	5	6	7	6	29
13	6	6	7	6	7	32
14	5	5	6	5	7	28
15	7	6	7	7	7	34
16	5	5	7	7	7	31
17	6	7	8	7	8	36
18	5	5	5	6	6	27
19	8	7	7	8	6	36
20	5	7	6	6	5	29
21	7	7	6	6	5	31
22	6	6	6	7	5	30
23	6	6	7	6	6	31

ตารางที่ 17 (ต่อ)

คนที่	คะแนนด้านทักษะกระบวนการ (P)					คะแนนรวม
	จากแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้					
	แผน 1	แผน 2	แผน 3	แผน 4	แผน 5	
	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(40)
24	7	6	6	6	6	31
25	7	7	7	8	8	37
26	7	7	6	6	6	32
27	5	7	6	6	5	29
28	5	6	5	7	5	28
29	8	7	8	8	7	38
30	7	6	6	7	6	32
31	5	5	5	6	6	27
32	5	6	7	7	5	30
33	6	7	7	6	5	31
34	5	5	5	6	6	27
35	5	5	6	5	6	27
36	5	6	6	5	7	29
37	6	5	6	6	7	30
38	5	6	7	5	6	29
39	7	6	5	5	7	30
40	8	7	8	8	8	39
41	6	5	7	6	6	30
$\bar{X}$	6.02	6.12	6.34	6.41	6.22	31.12
S.D.	1.06	0.78	0.91	0.95	0.88	3.23
ร้อยละ	75.25	76.50	79.25	80.13	77.75	77.80

ตารางที่ 18 แสดงผลคะแนนด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A) จากการจัดการเรียนรู้  
ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5  
จากกลุ่มทดลอง จำนวน 41 คน

คนที่	คะแนนด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A)					คะแนนรวม
	จากแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้					
	แผน 1	แผน 2	แผน 3	แผน 4	แผน 5	
	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(40)
1	6	5	6	6	7	30
2	7	6	7	7	7	34
3	8	7	7	8	8	38
4	6	6	6	7	7	32
5	7	6	6	7	8	34
6	6	7	6	6	6	31
7	5	7	6	6	6	30
8	7	8	5	5	7	32
9	7	7	5	5	7	31
10	6	7	6	6	7	32
11	5	6	7	7	6	31
12	6	6	7	7	6	32
13	6	6	7	7	7	33
14	5	6	7	7	7	32
15	7	6	6	6	7	32
16	6	5	6	6	7	30
17	8	7	7	8	6	36
18	6	6	7	7	6	32
19	7	8	8	8	6	37
20	6	6	6	6	5	29
21	6	6	6	6	5	29
22	6	7	7	7	6	33

ตารางที่ 18 (ต่อ)

คนที่	คะแนนด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A)					คะแนนรวม
	จากแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้					
	แผน 1	แผน 2	แผน 3	แผน 4	แผน 5	
	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(40)
23	6	6	6	6	7	31
24	6	6	6	6	7	31
25	7	6	8	8	6	35
26	5	7	5	5	6	28
27	6	7	6	6	6	31
28	6	7	6	6	5	30
29	7	6	5	5	6	29
30	6	5	6	5	6	28
31	6	6	6	5	6	29
32	5	6	6	6	5	28
33	6	5	6	6	6	29
34	6	5	6	7	6	30
35	7	6	6	7	6	32
36	6	6	7	6	6	31
37	6	7	6	7	6	32
38	6	7	6	6	7	32
39	5	6	6	7	7	31
40	7	8	8	8	8	39
41	6	6	6	7	6	31
$\bar{X}$	6.20	6.32	6.29	6.44	6.39	31.63
S.D.	0.75	0.79	0.75	0.90	0.77	2.56
ร้อยละ	77.50	79.00	78.63	80.50	79.88	79.08



## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล ปุณณิสสา สัมพันธ์  
วัน เดือน ปี เกิด 15 เมษายน 2519  
วุฒิการศึกษา พ.ศ. 2542 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (การประมง)  
มหาวิทยาลัยแม่โจ้  
พ.ศ. 2547 ศึกษาศาสตรบัณฑิต (วิทย์-มัธยม)  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช  
ที่อยู่ปัจจุบัน 99/15 หมู่ 5 ตำบลท่าเสา อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000

