



การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการ  
เรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟไอพีเอส

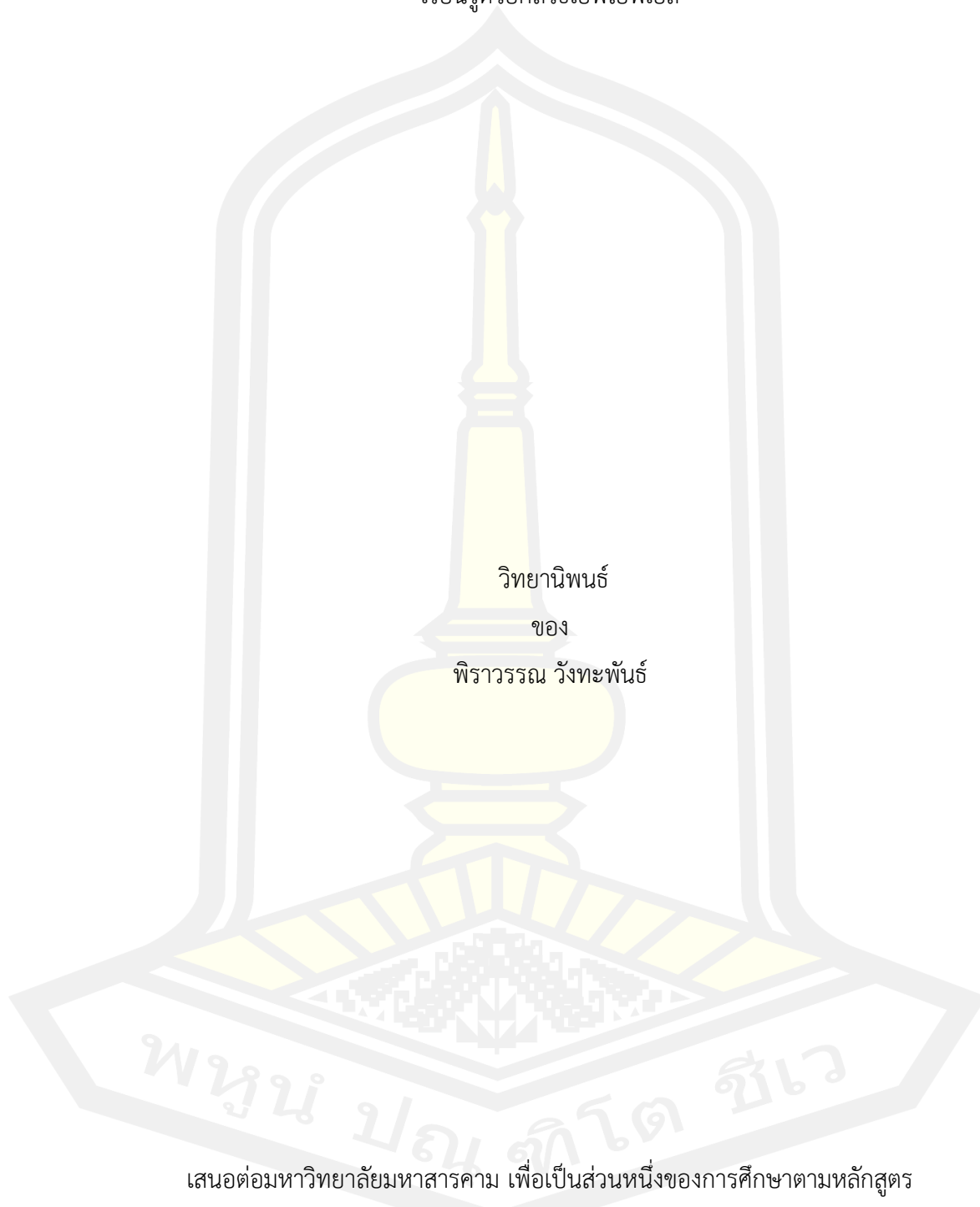
วิทยานิพนธ์  
ของ  
พิรารวรรณ วังทะพันธ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ตุลาคม 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการ  
เรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส



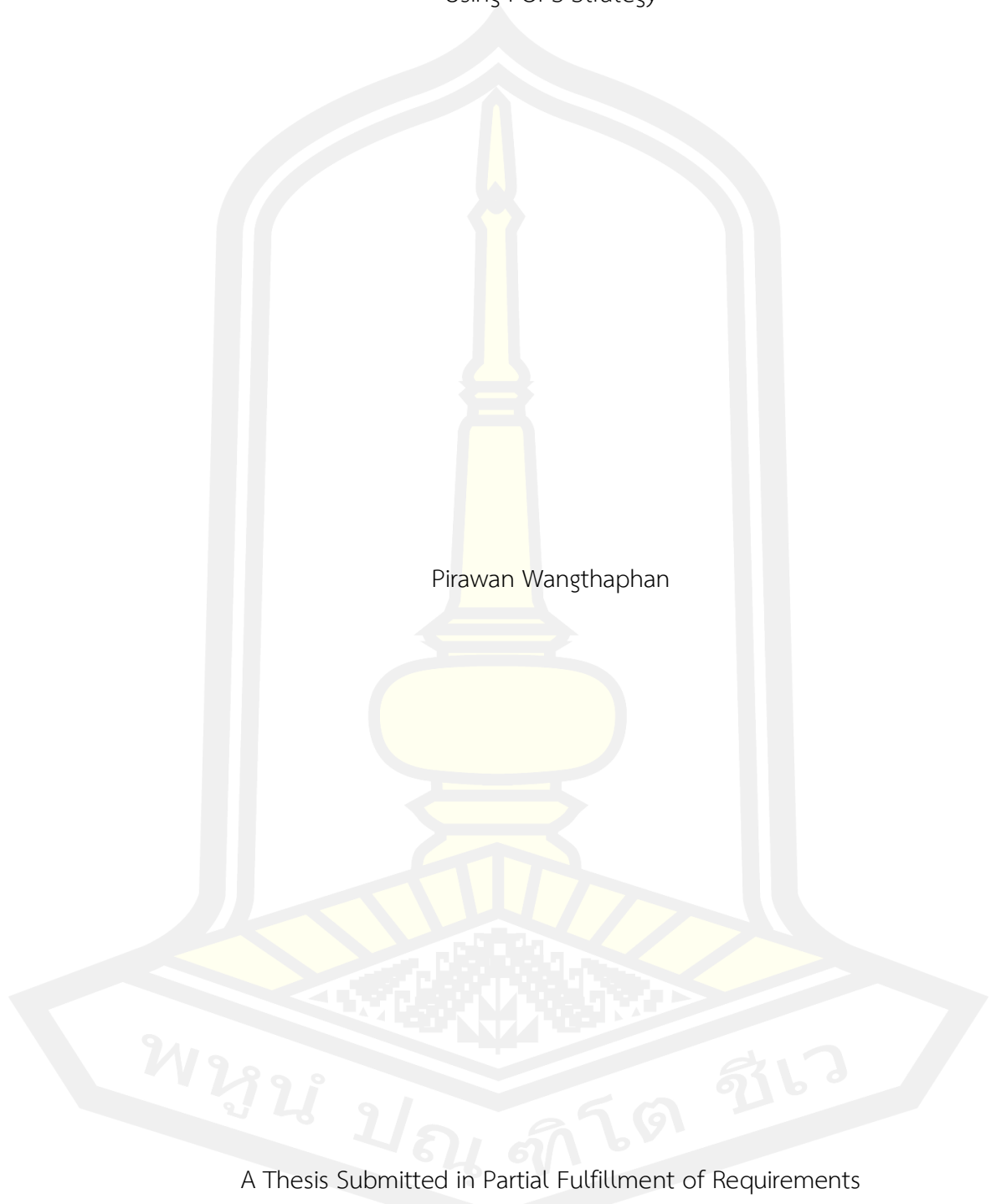
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ตุลาคม 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Development of Problem - Solving Ability of Mathayomsuksa 5 Students by  
Using FOPS Strategy

Pirawan Wangthaphan



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements  
for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

October 2021

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวพิรารวรรณ วั่งทะ  
พันธ์ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม )

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. อุฤทธิ์ เจริญอินทร์ )

.....กรรมการ

(อ. ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ )

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง )

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทาลัย  
มหาสารคาม

.....  
(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิริ )

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....  
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

<b>ชื่อเรื่อง</b>	การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส		
<b>ผู้วิจัย</b>	พิรารวรรณ วังทะพันธ์		
<b>อาจารย์ที่ปรึกษา</b>	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุฤทธิ์ เจริญอินทร์		
<b>ปริญญา</b>	การศึกษามหาบัณฑิต	<b>สาขาวิชา</b>	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
<b>มหาวิทยาลัย</b>	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	<b>ปีที่พิมพ์</b>	2564

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส เรื่อง เสียง จำนวน 8 แผน 2) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง เสียง 3) แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา 4) แบบสัมภาษณ์นักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 7 คน วงรอบปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 19 คน และในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 24 คน

คำสำคัญ : ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา, กลวิธีเอฟโอพีเอส, การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

<b>TITLE</b>	Development of Problem - Solving Ability of Mathayomsuksa 5 Students by Using FOPS Strategy		
<b>AUTHOR</b>	Pirawan Wangthaphan		
<b>ADVISORS</b>	Assistant Professor Urit Charoen-In , Ph.D.		
<b>DEGREE</b>	Master of Education	<b>MAJOR</b>	Teaching of Science and Mathematics
<b>UNIVERSITY</b>	Maharakham University	<b>YEAR</b>	2021

### ABSTRACT

The purpose of this classroom action research was to develop Mattayomsuksa 5 students Physics problem-solving ability of “Sound” in order to pass the criterion of 70 percent of the full score using FOPS strategy. The target group was 24 students of Mattayomsuksa 5 students. The tools used in the study included 1) 8 lesson plans on the subject of “Sound” based on FOPS strategy, 2) a problem- solving ability test on the Physics subject of “Sound”, 3) a students behavior observation form in Physics problem-solving and 4) a student interview form. The data were analyzed by using mean, percentage , and standard deviation. The results of classroom action research revealed that: in cycle 1, there were 7 students passed their criteria of 70% of the full score in cycle 2, there were 19 students passed their criteria of 70% of the full score and in cycle 3, there were 24 students passed their criteria of 70% of the full score.

Keyword : Problem-solving ability, FOPS Strategy, Classroom action research

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุฤทธิ์ เจริญอินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง รวมถึงคำแนะนำและข้อปรับปรุงแก้ไขจากคณะกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ จาก รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง และ อาจารย์ ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ กรรมการสอบ ที่ทำให้วิทยานิพนธ์ สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน อาจารย์ ดร.ฤทธิไกร ไชยงาม นางดวงใจ บริบาลบรรพตเขตต์ นางเยาวเรศ ปริวันตา และ นายโชติ วิชัยชาญสกุล ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการทำการวิจัย ตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ คณะครูและนักเรียนโรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้โรงเรียนเป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยและอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ทำให้การทำการวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จไปได้ด้วยดี

พิรารวรรณ วังทะพันธ์

พหุณ ปณุ ทิโต ชีเว

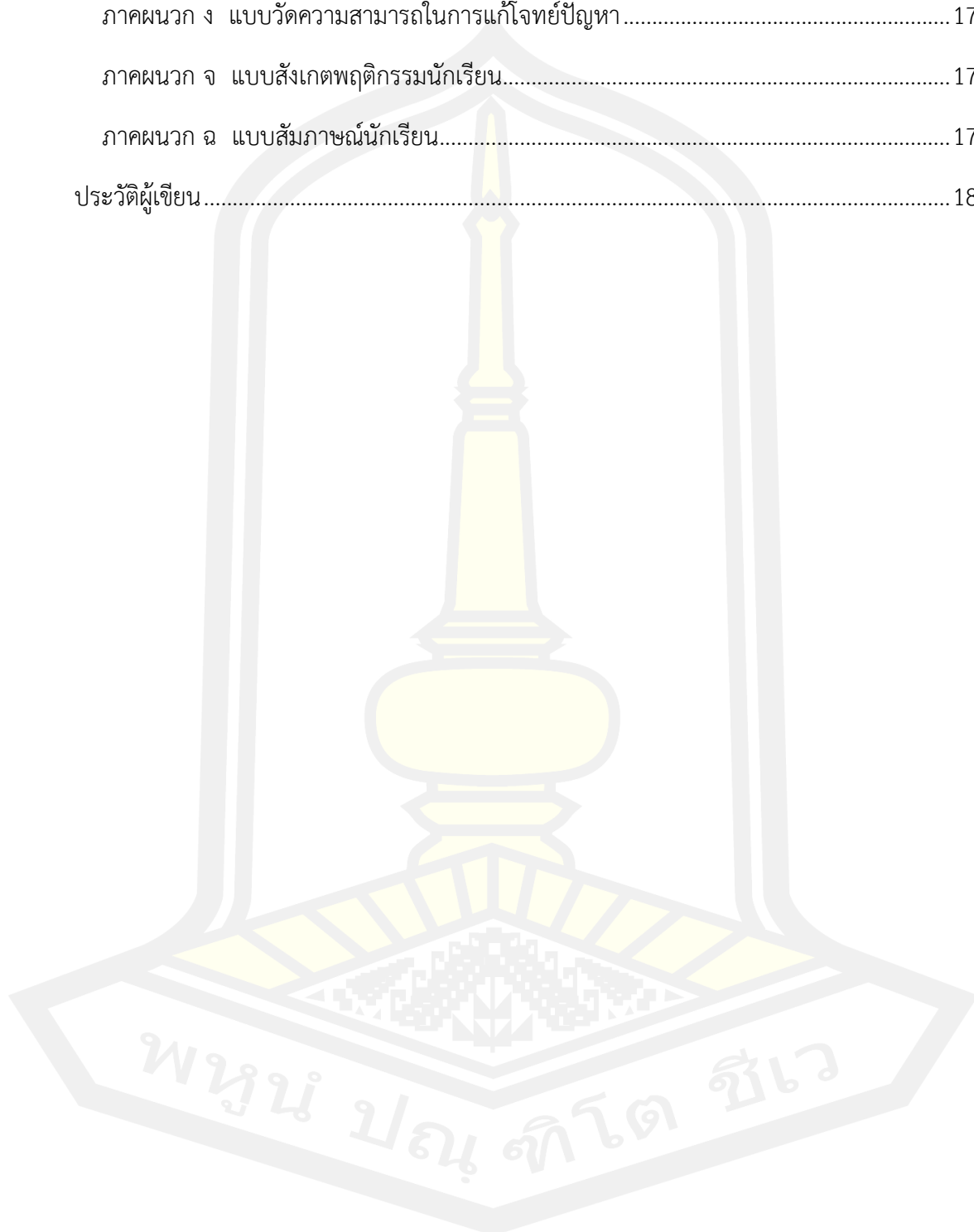
## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1.....	1
บทนำ .....	1
ภูมิหลัง .....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย .....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
บทที่ 2.....	8
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560 .....	8
บริบทโรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์.....	13
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา.....	14
กลยุทธ์เอฟโอพีเอส (FOPS Strategy).....	30
วิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	39
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	42



1. งานวิจัยในประเทศ.....	42
2. งานวิจัยต่างประเทศ.....	43
บทที่ 3.....	45
วิธีดำเนินการวิจัย .....	45
กลุ่มเป้าหมาย.....	45
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	48
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	48
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	67
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	71
บทที่ 4.....	73
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	73
ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการจัดการเรียนรู้.....	73
ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละวงรอบปฏิบัติการ .....	73
บทที่ 5.....	101
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	101
ความมุ่งหมายของการวิจัย .....	101
สรุปผล.....	101
อภิปรายผล.....	102
ข้อเสนอแนะ .....	107
บรรณานุกรม.....	109
ภาคผนวก.....	115
ภาคผนวก ก รายงานผู้เชี่ยวชาญและหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ .....	116
ภาคผนวก ข การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	124

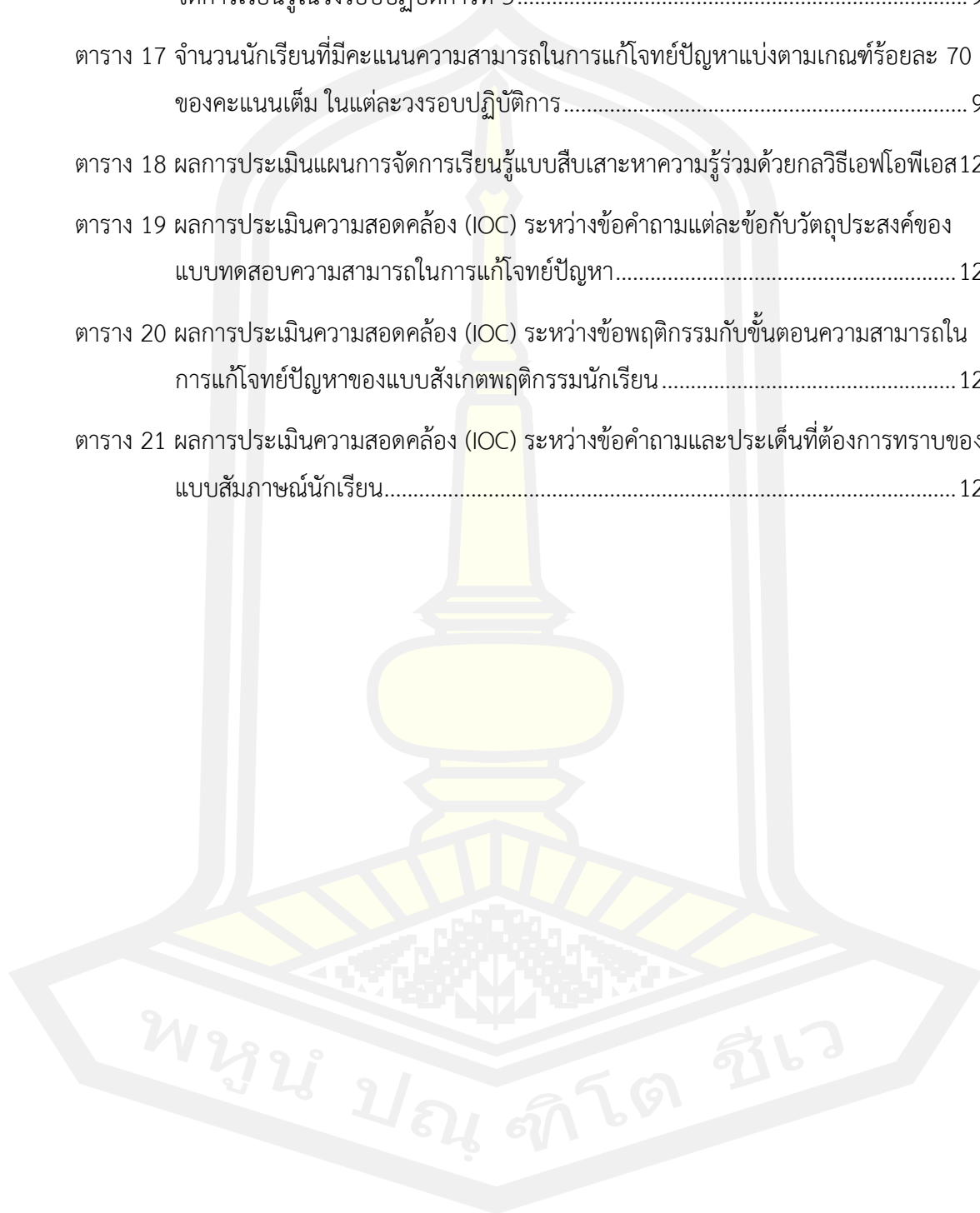
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมด้วยกลวิธีเอฟไอพีเอส	130
ภาคผนวก ง แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา.....	171
ภาคผนวก จ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน.....	175
ภาคผนวก ฉ แบบสัมภาษณ์นักเรียน.....	178
ประวัติผู้เขียน.....	181



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 การให้คะแนนแบบภาพรวมของทักษะการแก้ปัญหา .....	27
ตาราง 2 การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหา .....	28
ตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา.....	29
ตาราง 4 ผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5/6 .....	46
ตาราง 5 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เสียง วิชา ว30101 วิทยาศาสตร์กายภาพฟิสิกส์ เล่ม 2 ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 .....	50
ตาราง 6 รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้กับชั่วโมงที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน .....	59
ตาราง 7 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบสำหรับเก็บ ข้อมูลในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ .....	60
ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา .....	62
ตาราง 9 ผลการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนทำวงรอบปฏิบัติการที่ 1 .....	74
ตาราง 10 ผลจากการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนระหว่าง จัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 .....	77
ตาราง 11 ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหามองในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 .....	85
ตาราง 12 ผลการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนทำวงรอบปฏิบัติการที่ 2 .....	87
ตาราง 13 ผลการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนระหว่าง จัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 .....	89
ตาราง 14 ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหามองในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 .....	94
ตาราง 15 ผลการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนทำวงรอบปฏิบัติการที่ 3 .....	95

ตาราง 16 ผลการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3.....	97
ตาราง 17 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแบ่งตามเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ.....	99
ตาราง 18 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมด้วยกลวิธีเอพีไอเอส125	
ตาราง 19 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา.....	128
ตาราง 20 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อพฤติกรรมกับขั้นตอนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน.....	129
ตาราง 21 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามและประเด็นที่ต้องการทราบของแบบสัมภาษณ์นักเรียน.....	129



สารบัญภาพ

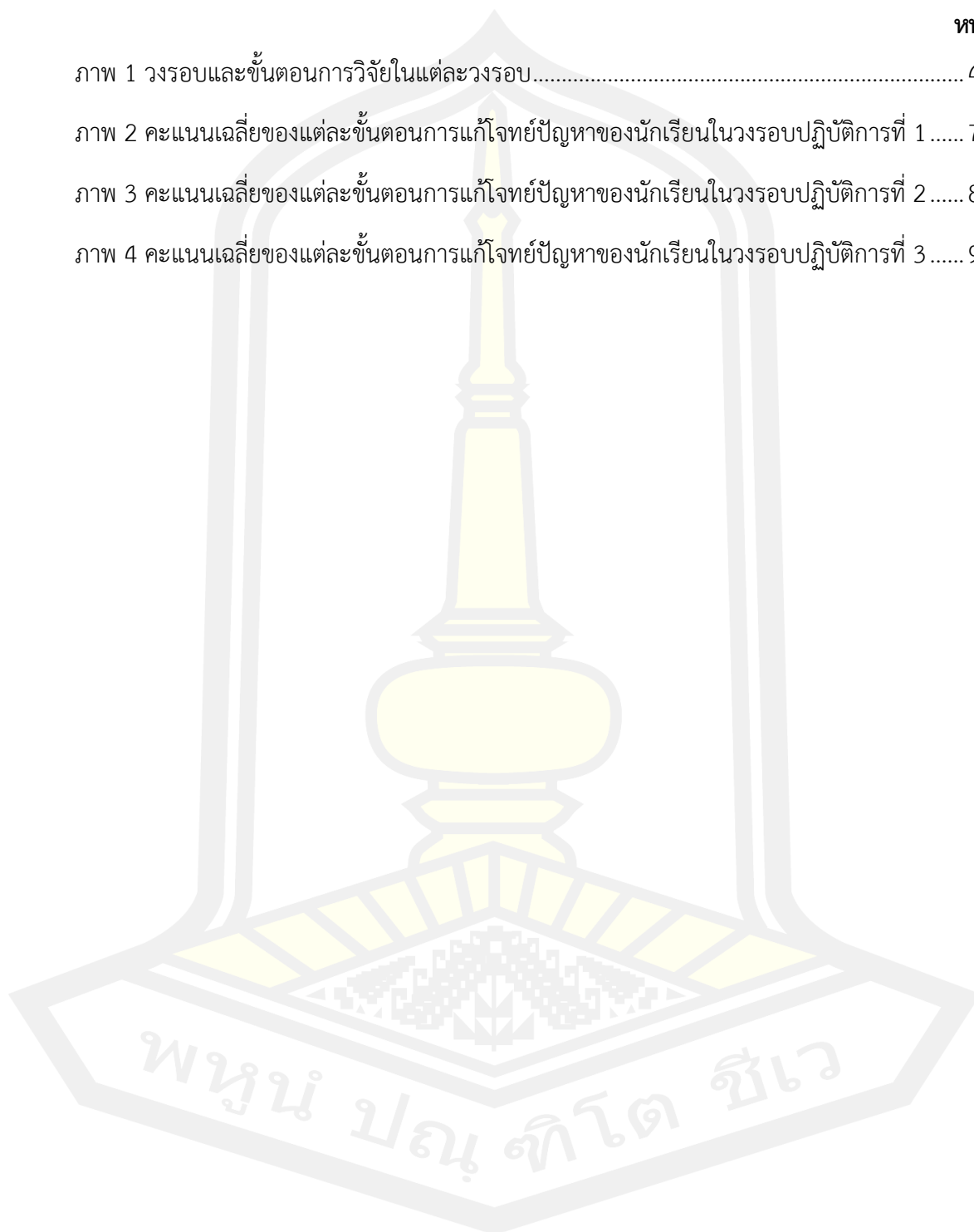
หน้า

ภาพ 1 วงรอบและขั้นตอนการวิจัยในแต่ละวงรอบ..... 40

ภาพ 2 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ..... 76

ภาพ 3 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ..... 88

ภาพ 4 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ..... 96



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ ช่วยวิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (กระทรวงศึกษาธิการ 2551) โดยในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ก็ได้ให้ความสำคัญของการแก้ปัญหา โดยกำหนดให้เป็นสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน เพราะความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่จะเผชิญ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551) นอกจากนี้การแก้ปัญหายังช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551)

ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน โดยปกติจะพบได้ ในวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ก็ปรากฏทักษะนี้ในรายวิชาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นศาสตร์อีกสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ศึกษากฎ นิยาม หลักการ หรือทฤษฎีต่าง ๆ เพื่อนำมาอธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2553) เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ก็จะเป็นลักษณะโจทย์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน

จากข้างต้นจะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นที่ผู้เรียนทุกคนจะต้องเรียนรู้ เข้าใจ สามารถคิดเป็น แก้ปัญหาได้ เพื่อที่จะได้นำกระบวนการนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในการสอนนักเรียนให้รู้จักแก้ปัญหาเพื่อจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน มีระเบียบแบบแผนและรู้จักตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง (สิริพร ทิพย์คง. 2544) ดังนั้น จุดมุ่งหมายหนึ่งในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ก็คือ นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ซึ่งปัญหาที่กล่าวถึงนี้มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครูเป็นผู้เตรียมให้ มีความเหมาะสมและมี

ประสิทธิภาพกับนักเรียน และต้องดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องและเหมาะสมกับ เนื้อหาและความสามารถของนักเรียนด้วย

ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (Ordinary National Education Test: O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมแล้วพบว่ามีความเฉลียวต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ และจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ การสังเกตสภาพปัญหาของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ พบว่า เมื่อครูให้นักเรียนแก้ โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ นักเรียนส่วนใหญ่จะวิเคราะห์โจทย์ไม่ได้ ไม่รู้ว่าข้อมูลที่โจทย์ให้มาเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์ให้ หมายมีความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกันอย่างไรหรือถ้าได้ตัวแปรมาแล้ว นักเรียนก็จะพยายามหาสูตรแล้ว แทนค่าตัวแปรจากที่โจทย์ให้มาทันที ซึ่งส่วนใหญ่ในการทำโจทย์ฟิสิกส์ สถานการณ์หรือโจทย์ปัญหา ที่ให้มาก็ไม่ได้ให้ตัวแปรที่จะให้เรานำไปใช้ในการแทนค่าได้เลย ต้องหาจากข้อมูลที่โจทย์ให้มาอีกรอบ ก่อน นอกจากนี้เวลาที่ครูสอน ครูส่วนใหญ่มักจะคำนึงถึงแต่เนื้อหาว่าจะสอนทันเวลาหรือไม่ ทำให้ครู เลือกที่จะใช้วิธีการสอนแบบบรรยายแทนวิธีการสอนที่จะให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมเอง ซึ่งทำให้นักเรียนขาดความสนใจที่อยากจะเรียน (พงษ์ศักดิ์ ขจรจิตติ. 2559) จึงส่งผลให้ความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาของนักเรียนไม่ดีเท่าที่ควร

ผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนจากแบบฝึกหัดที่ นักเรียนเคยทำในห้องเรียนและแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ก็พบว่าในส่วนของ การแก้ โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนนั้น นักเรียนยังไม่มีขั้นตอนในการคิดแก้โจทย์ปัญหาว่าควรจะเริ่มจากตรงไหนก่อน และยังเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ กับหลักการทางฟิสิกส์ยังไม่ค่อยได้ นอกจากนี้ในการจัดการเรียนการสอนของครูเองยังเน้นวิธีการสอนแบบบรรยาย ซึ่งทำให้นักเรียน เกิดความเบื่อหน่ายที่จะเรียน สอดคล้องกับแนวความคิดของอรนุช ลิมตศิริ (2556) ที่ กล่าวว่า การเรียน การสอนยังมุ่งเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาวิชา มากกว่าการเรียนรู้จากสภาพที่เป็นจริง ขาดการเน้นให้ นักเรียนได้พัฒนาการคิด วิเคราะห์ วิจาร์ณ สังเคราะห์ ประเมินค่า การแสดงความคิดเห็น การแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และด้วยปัจจุบันการจัดหลักสูตรการเรียนการสอนในระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย จะสอนแยกรายวิชาฟิสิกส์ และวิชาคณิตศาสตร์ แต่ในความเป็นจริงแล้วทั้งสองวิชามีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ซึ่งวิชาคณิตศาสตร์เสมือนเป็นเครื่องมือในการคำนวณหาคำตอบ ของวิชาฟิสิกส์

กระบวนการแก้โจทย์ปัญหานั้นมีหลากหลายรูปแบบและหลากหลายขั้นตอน แต่ที่ผู้วิจัยได้ ทำการศึกษา มา คือ กลวิธีเอฟโอพีเอส (FOPS Strategy) ที่เป็นกลวิธีหนึ่งในการแก้โจทย์ปัญหา ตาม แนวทางการเรียนการสอนโดยใช้ โครงสร้างความรู้เป็นฐาน ที่ประกอบด้วยขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ควบคู่กับการเตือนตนเอง (Self-monitoring) ในทุกขั้นตอนของกลวิธีเพื่อตรวจสอบกระบวนการ

แก้ปัญหาคือ Jitendra and Star (2011) ได้นำเสนอรายละเอียด 4 ขั้นตอน ของกลวิธีเอฟโอพีเอสไว้ ดังนี้ ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F-Find the problem type) ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (O-Organize the information in the problem using the diagram) ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา (P-Plan to solve the problem) ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S-Solve the problem) จากสาเหตุและปัญหาที่ได้กล่าวมา กระบวนการที่จะสามารถทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนและมีความสนใจในการเรียน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการทำการวิจัยที่ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ จังหวัดมหาสารคาม เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่สูงขึ้น และเพื่อให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ปรับปรุง 2560)

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

### ความสำคัญของการวิจัย

1. เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส ที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เป็นแนวทางสำหรับคุณครูในการพัฒนากระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ที่เน้นการแก้โจทย์ปัญหาในระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

### ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการซึ่งมีขอบเขตการศึกษาดังนี้

#### 1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 โรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 24 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) ที่ได้จากการนำเครื่องมือแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา



แบบอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด 4 ข้อ ไปทดลองเพื่อยืนยันปัญหาเกี่ยวกับนักเรียนซึ่งมีลักษณะให้นักเรียนศึกษา สถานการณ์โจทย์ปัญหาแล้วแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างละเอียดเพื่อหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

## 2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ เรื่อง เสียง ในรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์กายภาพ วิชาฟิสิกส์ เล่ม 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560)

## 3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ใช้เวลา 12 ชั่วโมง

## นิยามศัพท์เฉพาะ

**1. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา** หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการต่าง ๆ และประสบการณ์เดิมในการแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่ประกอบด้วย สถานการณ์ทางฟิสิกส์ การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์ เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 การแก้โจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาทางฟิสิกส์ โดยลักษณะของแบบทดสอบ แต่ละข้อจะแบ่งออกเป็น 4 ด้านตามขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอส 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F – Find the problem type) เป็น ขั้นตอนในการอ่านและการพิจารณาข้อมูลในโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดพร้อมทำความเข้าใจโจทย์ ปัญหาและพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา ด้วยวิธีการสอนตนเองให้เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ ใหม่ที่ได้จากโจทย์ปัญหาและพิจารณาว่าโจทย์ปัญหามีความเหมือนหรือความแตกต่างจากโจทย์ ปัญหาที่นักเรียนเคยพบเห็นอย่างไร เพื่อแสดงการวิเคราะห์ชนิดของโจทย์ปัญหาผ่านการใช้คำสำคัญ ในโจทย์ปัญหา (Key words) หรือสัญลักษณ์ ที่ใช้ระบุชนิดของโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (O – Organize the information in the problem using the diagram) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องสอนตนเองให้อ่านปัญหาเพื่อ ระบุข้อมูลที่สำคัญของโจทย์ปัญหา และนักเรียนนำเสนอข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์โดยใช้แผนภาพ รูปภาพ เส้น หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการแสดงแทนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา(P – Plan to solve the problem) เป็นขั้นตอน ที่ผู้เรียนจะต้องเปลี่ยนข้อมูลในแผนภาพ รูปภาพ เส้น หรือสัญลักษณ์ ไปสู่การวางแผนการแก้โจทย์ ปัญหา โดยการวางแผนเลือกใช้สูตร การอธิบายสูตร การคิดวางแผนหรือใช้สัญลักษณ์ และหลักการ

ทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา ที่แสดงให้เห็นถึงลำดับขั้นของความคิดที่ผู้เรียนดำเนินการตามขั้นตอนที่ตนเองได้วางแผนไว้เพื่อนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S – Solve the problem) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานที่ตนเองสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการคำนวณหาค่าที่ต้องการเพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการทราบและคำตอบที่ถูกต้อง

ซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์นี้วัดได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง เสียง ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ แบ่งเป็น 3 ชุด ในวงรอบปฏิบัติการละ 3 ข้อ ซึ่งวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทั้งหมด 3 วงรอบปฏิบัติการ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

**2. กลวิธีเอฟโอพีเอส (FOPS Strategy)** หมายถึง กลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวทางการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาควบคู่กับการเตือนตนเอง (Self-Monitoring) ในทุกขั้นตอนของกลวิธีเพื่อตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่ง Jitendra and Star (2011) ได้นำเสนอแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ของกลวิธีเอฟโอพีเอส คือ

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F – Find the problem type) เป็นขั้นตอนในการอ่านและการพิจารณาข้อมูลในโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดพร้อมทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา ด้วยวิธีการสอนตนเองให้เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้จากโจทย์ปัญหาและพิจารณาว่าโจทย์ปัญหามีความเหมือนหรือความแตกต่างจากโจทย์ปัญหาที่นักเรียนเคยพบเห็นอย่างไร เพื่อแสดงการวิเคราะห์ชนิดของโจทย์ปัญหาผ่านการใช้คำสำคัญในโจทย์ปัญหา (Key words) หรือสัญลักษณ์ ที่ใช้ระบุชนิดของโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (O – Organize the information in the problem using the diagram) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องสอนตนเองให้อ่านปัญหาเพื่อระบุข้อมูลที่สำคัญของโจทย์ปัญหา และนักเรียนนำเสนอข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์โดยใช้แผนภาพ รูปภาพ เส้น หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการแสดงแทนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา(P – Plan to solve the problem) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องเปลี่ยนข้อมูลในแผนภาพ รูปภาพ เส้น หรือสัญลักษณ์ ไปสู่การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา โดยการวางแผนเลือกใช้สูตร การอธิบายสูตร การคิดวางแผนหรือใช้สัญลักษณ์ และหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา ที่แสดงให้เห็นถึงลำดับขั้นของความคิดที่ผู้เรียนดำเนินการตามขั้นตอนที่ตนเองได้วางแผนไว้เพื่อนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S – Solve the problem) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานที่ตนเองสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการคำนวณหาค่าที่ต้องการเพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการทราบและคำตอบที่ถูกต้อง

### 3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส หมายถึง

การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนร่วมกันสืบค้น สืบหา ตรวจสอบเพื่อค้นหาคำตอบเพื่อ นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และนำองค์ความรู้ที่สร้างนั้นมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยได้นำเอากลวิธีเอฟโอพีเอส มาใช้เป็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (ฟิสิกส์) เรื่อง เสียง ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นทบทวนความรู้เดิมและเป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นหรือท้าทาย ทำให้นักเรียนสนใจสงสัย อยากรู้ อยากเห็นเกี่ยวกับบทเรียนนั้น ๆ โดยเน้นให้นักเรียนได้ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2) ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นการสืบค้นข้อมูลนักเรียนทุกคนร่วมกันศึกษาและทำการทดลอง แล้วเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อสำรวจตรวจสอบสมมติฐานและเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เมื่อนักเรียนมีข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจและค้นหาแล้ว นักเรียนนำข้อมูลมาอธิบายความคิดรวบยอดและสรุปผล

4) ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นที่ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ ซึ่งให้นักเรียนทำใบงานที่เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง เสียง โดยการนำเอากลวิธีเอฟโอพีเอส มาใช้ในขั้นกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อตรวจสอบกระบวนการคิดในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F – Find the problem type) เป็นขั้นตอนในการอ่านและการพิจารณาข้อมูลในโจทย์ปัญหาอย่างละเอียดพร้อมทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา ด้วยวิธีการสอนตนเองให้เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้จากโจทย์ปัญหาและพิจารณาว่าโจทย์ปัญหามีความเหมือนหรือความแตกต่างจากโจทย์ปัญหาที่นักเรียนเคยพบเห็นอย่างไร เพื่อแสดงการวิเคราะห์ชนิดของโจทย์ปัญหาผ่านการใช้คำสำคัญในโจทย์ปัญหา (Key words) หรือสัญลักษณ์ ที่ใช้ระบุชนิดของโจทย์ปัญหา

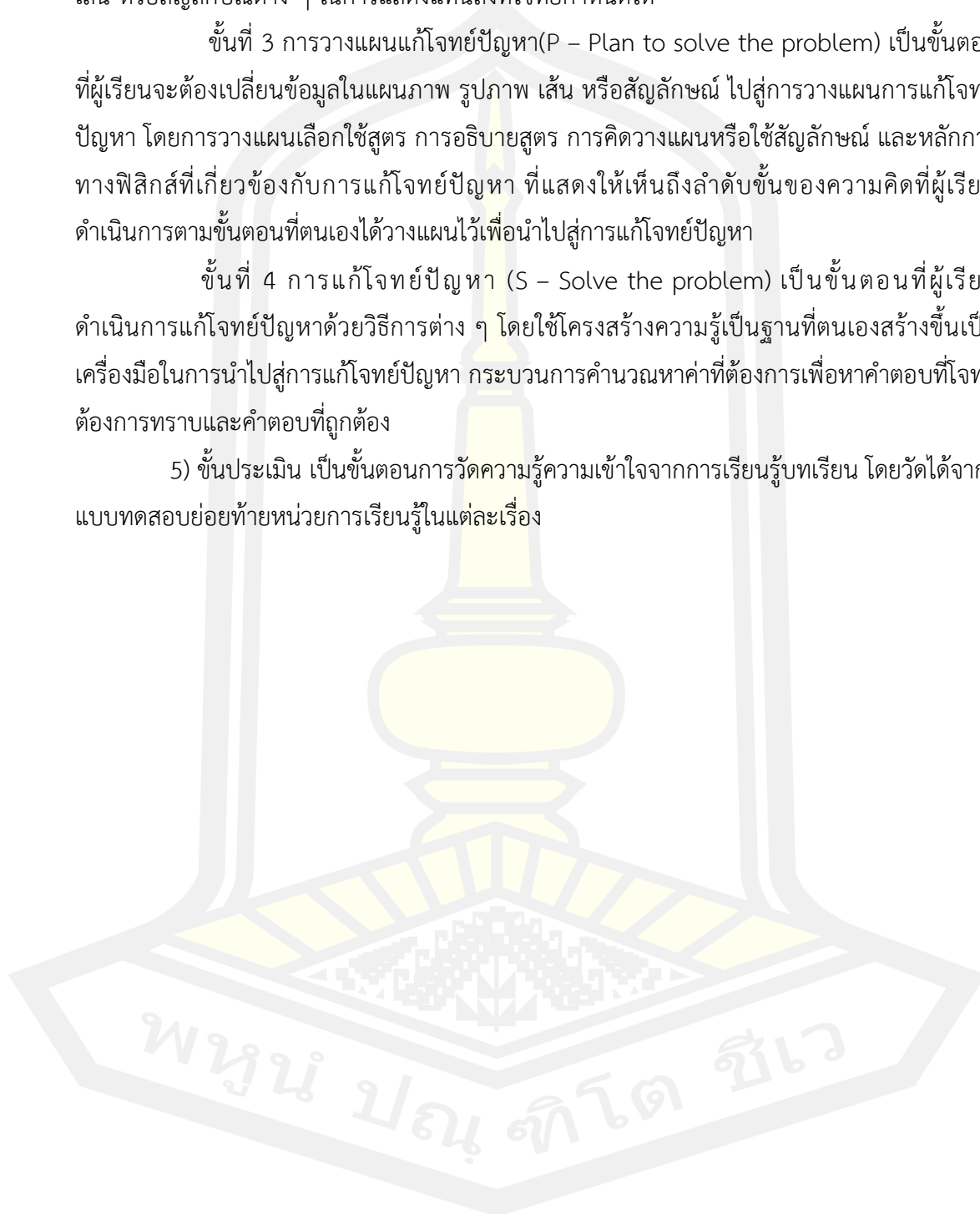
ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (O – Organize the information in the problem using the diagram) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องสอนตนเองให้อ่านปัญหาเพื่อ

ระบุข้อมูลที่สำคัญของโจทย์ปัญหา และนักเรียนนำเสนอข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์โดยใช้แผนภาพ รูปภาพ เส้น หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการแสดงแทนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา(P – Plan to solve the problem) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องเปลี่ยนข้อมูลในแผนภาพ รูปภาพ เส้น หรือสัญลักษณ์ ไปสู่การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา โดยการวางแผนเลือกใช้สูตร การอธิบายสูตร การคิดวางแผนหรือใช้สัญลักษณ์ และหลักการทางพีลิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา ที่แสดงให้เห็นถึงลำดับขั้นของความคิดที่ผู้เรียนดำเนินการตามขั้นตอนที่ตนเองได้วางแผนไว้เพื่อนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S – Solve the problem) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานที่ตนเองสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการคำนวณหาค่าที่ต้องการเพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการทราบและคำตอบที่ถูกต้อง

5) ขั้นประเมิน เป็นขั้นตอนการวัดความรู้ความเข้าใจจากการเรียนรู้บทเรียน โดยวัดได้จากแบบทดสอบย่อยทำหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง เศษ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลยุทธ์เอฟโอพีเอส ซึ่งผู้วิจัยได้ ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560
2. บริบทโรงเรียน
3. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
4. กลยุทธ์เอฟโอพีเอส (FOPS Strategy)
5. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

### หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ 2560) ได้ทำการปรับปรุงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ ได้กำหนด สาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ให้ความสำคัญต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระ ในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบ

เสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและ  
ประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

### เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ 2560) ได้กล่าวว่า ใน  
การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้ง  
กระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มา  
จัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่  
สำคัญ ดังนี้

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชา  
วิทยาศาสตร์
- 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
- 4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และ  
สภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 5) เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อ  
สังคมและการดำรงชีวิต
- 6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการ  
จัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 7) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

ซึ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการ  
เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการ  
ในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มี  
การทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น

### สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

#### สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

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

**มาตรฐาน ว 1.2** เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**มาตรฐาน ว 1.3** เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

**มาตรฐาน ว 2.1** เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

**มาตรฐาน ว 2.2** เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**มาตรฐาน ว 2.3** เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรัชญาการณที่เกี่ยวกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

**มาตรฐาน ว 3.1** เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

**มาตรฐาน ว 3.2** เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

## สาระที่ 4 เทคโนโลยี

**มาตรฐาน ว 4.1** เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

**มาตรฐาน ว 4.2** เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

### 3. คำอธิบายรายวิชา

งานวิจัยนี้ได้ใช้คำอธิบายรายวิชาที่จัดทำขึ้นโดยหมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ จังหวัดมหาสารคาม ที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ในรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์กายภาพ ฟิสิกส์ เล่ม 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

---

#### คำอธิบายรายวิชา

ว30101 วิทยาศาสตร์กายภาพ ฟิสิกส์ เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

---

ศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุ ความเร็ว ความเร่ง ปริมาณเวกเตอร์ แรงกิริยา แรงปฏิกิริยา การเคลื่อนที่แนวตรง การตกแบบเสรี การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่แบบสั่น สนามโน้มถ่วง สนามแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กจากกฎมือขวา พื้นฐานในการสร้างมอเตอร์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยาฟิชชัน - ฟิวชัน ความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน พลังงานทดแทน เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมาสร้างอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ที่ช่วยให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพ สมบัติของคลื่นกล เสียงความถี่ธรรมชาติ การสั่นพ้อง ระดับเสียง ความเข้มเสียง บีตส์ ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ การนำความรู้เกี่ยวกับเสียงนำไปใช้ประโยชน์ แสงและการมองเห็น การผสมสารสี-แสงสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบค้นข้อมูล การสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ การตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

---

รหัสตัวชี้วัด

ว 2.2 ม.5/1-10

ว 2.3 ม.5/1-12

รวม .....22..... ตัวชี้วัด



## ตัวชี้วัด

1. วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลความเร็วกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่ออธิบายความเร่งของวัตถุ (มฐ. 2.2)
2. สังเกตและอธิบายการหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ โดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์ (มฐ. 2.2)
3. สังเกต วิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ (มฐ. 2.2)
4. สังเกตและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ (มฐ. 2.2)
5. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่นของคลื่นเสียง (มฐ. 2.2)
6. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก (มฐ. 2.2)
7. สังเกตและอธิบายการเกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้า (มฐ. 2.2)
8. สังเกตและอธิบายแรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก และแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านในสนามแม่เหล็ก รวมทั้งอธิบายหลักการการทำงานของมอเตอร์ (มฐ. 2.2)
9. สังเกตและอธิบายการเกิดอีเอ็มเอฟ รวมทั้งยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (มฐ. 2.2)
10. สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงเข้มและแรงอ่อน (มฐ. 2.2)
11. สืบค้นข้อมูลและอธิบายพลังงานนิวเคลียร์ ฟิชชันและฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันและฟิวชัน (มฐ. 2.3)
12. สืบค้นข้อมูล และอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานโดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย (มฐ. 2.3)
13. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น (มฐ. 2.3)
14. สังเกต และอธิบายความถี่ธรรมชาติ การสั่นพ้อง และผลที่เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง (มฐ. 2.3)
15. สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่นของคลื่นเสียง (มฐ. 2.3)
16. สืบค้นข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียงและผลของความถี่กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง (มฐ. 2.3)
17. สังเกต และอธิบายการเกิดเสียงสะท้อนกลับ บิต ดอปเพลอร์ และการสั่นพ้องของเสียง (มฐ. 2.3)
18. สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับเสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน(มฐ. 2.3)
19. สังเกต และอธิบายการมองเห็นสีของวัตถุและความผิดปกติในการมองเห็นสี (มฐ. 2.3)
20. สังเกต และอธิบายการทำงานของแผ่นกรองแสงสี การผสมแสงสี การผสมสารสี และการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (มฐ. 2.3)

21. สืบค้นข้อมูลและอธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าส่วนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และหลักการทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่อาศัย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (มฐ. 2.3)

22. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการสื่อสาร โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศและเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณ แอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล (มฐ. 2.3)

ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาในงานวิจัยที่ครอบคลุมเรื่อง เสียง ทั้งหมด มีหัวข้อในการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 หัวข้อ ดังนี้ การสะท้อนและการหักเหของเสียง การเลี้ยวเบนและการรวมกันของเสียง ความเข้มและระดับเสียง ผลของความถี่และระดับเสียงที่มีผลต่อการได้ยิน การได้ยินเสียงและการสะท้อนกลับ การสิ้นพ้องของเสียง บีตส์ และปรากฏการณ์ดอปเพลอร์

### บริบทโรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์

โรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ตั้งอยู่เลขที่ 307 หมู่ที่ 13 บ้านคุ้มกลาง ตำบลหัวขวาง อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม เปิดทำการเรียนการสอนมาตั้งแต่ 30 เมษายน ปีพุทธศักราช 2514 เป็นโรงเรียนประเภทสหศึกษารับนักเรียนทั้ง ชาย หญิง ปัจจุบันเปิดทำการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเป็น 11-11-11 มัธยมศึกษาตอนปลายเป็น 9 - 8 - 9 รวม 59 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 2,036 คน โดยแยกเป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 1,181 คน นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 858 คน มีบุคลากรทั้งสิ้น 113 คน เป็นชายจำนวน 35 คน เป็นหญิงจำนวน 78 คน บริหารโรงเรียนโดย นายไพรรนต์ เหล่าสมบัติ ผู้อำนวยการโรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ (โรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์, 2563)

#### 1. บริบททั่วไป

โรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ ตั้งอยู่ในเขตตำบลหัวขวาง อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม อยู่ห่างจากที่ว่าการอำเภอโกสุมพิสัยประมาณ 1.5 กิโลเมตร ห่างจากสถานีตำรวจภูธรโกสุมพิสัยประมาณ 1.7 กิโลเมตร ห่างจากโรงพยาบาลโกสุมพิสัย ประมาณ 500 เมตร ตั้งอยู่ติดกับศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนโกสุมพิสัย การเดินทางไปและกลับจึงสะดวกอย่างมาก การประสานงานกับส่วนราชการ สถานีตำรวจ และหน่วยงานอื่น ๆ มีความสะดวกอย่างมากเช่นเดียวกัน และทางโรงเรียนมีการประสานกับผู้ปกครองของนักเรียนเพื่อร่วมกันแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียนได้ง่ายทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลของนักเรียนเพื่อพัฒนานักเรียนได้สะดวก และโรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ ตั้งอยู่บนพื้นที่ลาดเอียงซึ่งพื้นที่ด้านหนึ่งติดกับบึงกุยมีพื้นที่ประมาณ 132 ไร่ 1 งาน 72 ตารางวา และอยู่ใกล้กับลำน้ำชี โดยเส้นทางคมนาคม มีทางหลวงแผ่นดินตัดผ่าน 3 เส้นทาง คือ

- มหาสารคาม – ท่าพระ
- โกสุมพิสัย – เชียงยืน

- โกลุุมพิสัย – โสภขุ่น

อำเภอโกลุุมพิสัยเป็นอำเภอหนึ่งในจำนวน 13 อำเภอของจังหวัดมหาสารคามที่ห่างจากศาลากลางจังหวัดมหาสารคามประมาณ 28 กิโลเมตร

## 2. บริบทด้านการเรียนการสอน

โรงเรียนโกลุุมพิสัยวิทยาสรรค์ จังหวัดมหาสารคาม มีการแบ่งแผนการจัดการจัดชั้นเรียนเป็นระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 33 ห้องเรียน โดยมีระดับชั้นละ 11 ห้องเรียน และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 33 ห้องเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 , 5 และ 6 มี 10 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 30 ห้องเรียน รวม 63 ห้องเรียน ซึ่งในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โปรแกรมที่เปิดสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้แก่ แผนการเรียนทั่วไป และห้องเรียนพิเศษ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ : ห้องเรียนพิเศษ แผนการเรียน ศิลป์ – ภาษา แผนการเรียน ศิลป์ – ภาษาจีน และแผนการเรียน ทวิศึกษา ภาษาที่สองที่โรงเรียนเปิดสอน ได้แก่ ภาษาอังกฤษ และภาษาจีน

## 3. บริบทในชั้นเรียน

นักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายในการทำวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 36 คน แบ่งเป็น ชาย 11 คน และหญิง 25 คน ห้องเรียนนี้มีคุณครูประจำชั้น 2 คน เป็นห้องเรียนแผนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ พฤติกรรมในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในห้องเรียนคือ ขณะที่ครูถามคำถามนักเรียนในคำถามปลายปิด นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในส่วนที่เป็นการคำนวณ นักเรียนสามารถคำนวณจากสูตร แต่เมื่อถามว่าทำไมถึงใช้สูตรนี้ นักเรียนจะไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่สอดคล้องกันได้ และการแก้โจทย์ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่เป็นวิทยาศาสตร์มาแก้โจทย์ปัญหาได้

### ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

#### 1. ความหมายของโจทย์ปัญหา

ในความหมายของโจทย์ปัญหาได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมาย ไว้ดังนี้ หน่วยศึกษานิเทศก์ (2545) ได้กล่าวไว้ว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง โจทย์ที่มีข้อความ เป็นภาษาหนังสือ หรือโจทย์ที่เป็นเรื่องราว หรือโจทย์ที่เป็นคำพูดที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ทันที ทันใด ต้องคิดหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบเชิงปริมาณ หรือตัวเลข เพื่อใช้ความรู้ประสบการณ์ การวางแผน การตัดสินใจลงมือแก้ปัญหาเอง โดยจะต้องแปลความหมาย วิเคราะห์ความหมายของโจทย์ปัญหาก่อนที่จะดำเนินการหาคำตอบ

Krulik และ Rudnick (1996) ได้กล่าวไว้ว่า ความหมายของปัญหาว่า เป็นสถานการณ์ ข้อคำถาม ที่เมื่อเผชิญแล้วไม่สามารถตัดสินใจการแก้ปัญหาได้ทันที ต้องใช้กระบวนการหรือวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อที่จะนำมาแก้ปัญหา

ณัฐพร ศรีบุรณ์ (2543) ได้กล่าวไว้ว่า โจทย์ปัญหาหมายถึงคำถามที่ประกอบด้วยภาษา หรือตัวเลข ซึ่งผู้แก้ปัญหามักต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน มาทำการตัดสินใจ ประกอบกันในการตอบคำถามด้วยตนเอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวว่าปัญหา หมายถึง สถานการณ์หรือสิ่งที่พบแล้วไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทันที

เตือนใจ ตรีเนตร (2544) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาเป็นโจทย์ภาษา โจทย์เรื่องราวที่ บรรยายสภาพด้วยถ้อยคำ ข้อความ โดยต้องการคำตอบเชิงปริมาณหรือตัวเลข หรือกระบวนการ แก้ปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหามักต้องค้นหาว่าจะใช้วิธีใดที่มีกระบวนการอย่างเหมาะสม โดยใช้ความรู้ ประสบการณ์การวางแผน และตัดสินใจ ประกอบการพิจารณาแก้ปัญหาต่างๆ

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่าโจทย์ปัญหา คือ ปัญหา หรือ สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งสามารถหาคำตอบได้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะต่างๆ ที่มีอยู่เป็นเครื่องมือในการ แก้ปัญหา หรือสถานการณ์นั้นอย่างเป็นกระบวนการ และต้องอาศัยการฝึกฝนบ่อย ๆ

## 2. อุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหา

ศรיתอง มีทาทอง (2534) ได้กล่าวถึงอุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ดังนี้

1. นักเรียนไม่สามารถเข้าใจโจทย์ได้ทั้งหมด หรือบางส่วน เนื่องจากขาดประสบการณ์ และขาดความคิดรวบยอดเหตุการณ์ในโจทย์ปัญหา
2. นักเรียนมีความบกพร่องในการอ่าน และไม่สามารถจะอ่านเพื่อหารายละเอียด
3. นักเรียนไม่สามารถคิดคำนวณได้
4. นักเรียนขาดความเข้าใจกระบวนการ และวิธีทำ เป็นผลให้นักเรียนหาคำตอบ
5. นักเรียนขาดความรู้ในเรื่องความสำคัญ กฎเกณฑ์ สูตร
6. นักเรียนขาดความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการเขียนคำอธิบาย
7. นักเรียนไม่ทราบความสัมพันธ์เชิงปริมาณวิเคราะห์
8. นักเรียนขาดความสนใจ เนื่องจากขาดความสามารถในการทำโจทย์ปัญหาซึ่งมีความยาก หรือโจทย์ปัญหาไม่จูงใจ
9. ระดับสติปัญญาของนักเรียนต่ำเกินไปที่จะเข้ามาถึงความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏ
10. นักเรียนขาดการฝึกฝนในการทำโจทย์ปัญหา

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2537) ได้เสนอว่าการที่จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีนั้นนักเรียน จะต้อง

1. ได้ฝึกแก้ปัญหาด้วยโจทย์ปัญหาจำนวนมากพอ และกระทำบ่อย ๆ ครั้ง
2. ได้แก้ปัญหาในเรื่องที่ท้าทาย น่าสนใจ และนำไปใช้ได้จริงในความเป็นอยู่ประจำวัน

ทั่ว ๆ ไป

3. ได้เรียนรู้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

สรุปได้ว่า การที่นักเรียนจะประสบผลสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหานั้น นักเรียนต้องฝึกแก้โจทย์ปัญหาบ่อย ๆ และสามารถนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน รู้จักใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาก็เหมาะสม

3. องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

ในการแก้โจทย์ปัญหาสิ่งที่เป็นปัญหาสำคัญในการแก้โจทย์ปัญหาสำหรับนักเรียน คือ นักเรียนไม่รู้ว่าควรจะเริ่มต้นปัญหานั้นอย่างไรไม่เข้าใจปัญหานั้นซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาหลายท่านดังต่อไปนี้

สุวร กาญจนมยุร (2533) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา มีดังนี้

1. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับภาษา ได้แก่

1.1 ทักษะการอ่าน หมายถึง การอ่านต้องคล่อง ชัดเจน รู้จักแบ่งวรรคตอนได้ ถูกต้องไม่ว่าจะอ่านในใจ หรืออ่านออกเสียง

1.2 ทักษะการจับใจความ หมายถึง เมื่ออ่านข้อความของโจทย์ปัญหา แล้วสามารถแบ่งข้อความของโจทย์ได้ว่าตอนใดเป็นข้อความของโจทย์ที่กำหนดให้ และข้อความตอนใดเป็นสิ่งที่โจทย์ถาม หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

1.3 รู้จักใช้ความหมายของคำถูกต้องตามเจตนารมณ์ของโจทย์ปัญหาครูผู้สอน จำเป็นต้องอธิบายความหมายของคำต่าง ๆ ให้นักเรียนทราบอย่างชัดเจน และทบทวนความหมายของคำที่เรียนเสมอ

2. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับความเข้าใจ ได้แก่

2.1 ทักษะการจับใจความ กล่าวคือ อ่านโจทย์หลาย ๆ ครั้ง แล้วสามารถจับใจความได้ว่าเป็นเรื่องอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง โจทย์ต้องการทราบอะไร

2.2 ทักษะการตีความ กล่าวคือ อ่านโจทย์ปัญหาสามารถตีความหรือแปลความได้

2.3 ทักษะการแปลความ กล่าวคือ จากประโยคที่แปลความมาจากโจทย์ปัญหานั้นสามารถสร้างโจทย์ปัญหาในลักษณะเดียวกันได้อีก

3. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับทักษะการคิดคำนวณ ได้แก่

3.1 ทักษะการบวกจำนวน

3.2 ทักษะการลบจำนวน

3.3 ทักษะการคูณจำนวน

3.4 ทักษะการหารจำนวน

3.5 ทักษะการยกกำลัง

3.6 ทักษะการแก้สมการ

4. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการย่อความ และสรุปความได้ครบถ้วนชัดเจน กล่าวคือ ชั้นแสดงวิธีทำได้แก่

4.1 ทักษะในการย่อความ เพื่อเขียนข้อความจากโจทย์ปัญหาในลักษณะย่อความได้รัดกุม ชัดเจน ครบถ้วนตามประเด็นสำคัญ

4.2 ทักษะในการสรุปความ หมายถึง สามารถสรุปความจากสิ่งที่กำหนดให้มาเป็นความรู้ใหม่ได้ถูกต้อง และสามารถเขียนแสดงวิธีทำได้อย่างชัดเจนรัดกุม และสื่อความหมายแก่ผู้ตรวจสอบการแสดงวิธีทำนั้น

5. องค์ประกอบในการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ผู้สอนจะต้องเริ่มฝึกทักษะ การแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนทุกคนจากง่ายไปหายากกล่าว ได้แก่

5.1 ฝึกทักษะตามตัวอย่าง

5.2 ฝึกทักษะจากการแปล

5.3 ฝึกทักษะจากหนังสือเรียน

ศูนย์พัฒนาหลักสูตร กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2543) กล่าวว่า การแก้ปัญหประกอบด้วย

1. การมองภาพ ซึ่งหมายความว่า ผู้ที่จะแก้ไขจะต้องมองทะลุและกว้างไกลมองเห็นแนวทางที่จะคิดแก้ปัญหา

2. การจินตนาการ ในการคิดแก้ปัญหานั้นจะต้องรู้จักจินตนาการว่าควรจะเป็นอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการคิดแก้ปัญหา

3. การจัดทำอย่างมีทักษะ เมื่อมองเห็นแนวทางแล้วก็ลงมือทำอย่างมีระบบเป็นขั้นตอนด้วยความชำนาญ

4. การวิเคราะห์ จะต้องรู้จักวิเคราะห์ตามขั้นตอนที่กระทำนั้น

5. การสรุป เมื่อลงมือกระทำจนมองเห็นรูปแบบแล้วก็สามารถสรุปได้

การโยงความคิด การสัมพันธ์ความคิดเป็นเรื่องจำเป็นอย่างยิ่งในการแก้ปัญหาเมื่อโจทย์ พูดถึงเรื่องอะไรก็สามารถที่จะสัมพันธ์ถึงเรื่องต่อไปและมองเห็นแนวทางได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544) ได้กล่าวถึง ยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาพิลึกส์ไว้ดังนี้

1. ยุทธวิธีเดาและตรวจสอบ

2. ยุทธวิธีเขียนแผนภาพเขียนแผนภูมิและสร้างแบบจำลอง

3. ยุทธวิธีสร้างตาราง
4. ยุทธวิธีใช้ตัวแปร
5. ยุทธวิธีค้นหารูปแบบ
6. ยุทธวิธีใช้การให้เหตุผลทางตรง
7. ยุทธวิธีย้อนกลับ
8. ยุทธวิธีสร้างปัญหาใหม่สามารถแยกได้สามลักษณะคือ
  - 8.1 ยุทธวิธีนี้ถึงปัญหาที่กัน
  - 8.2 ยุทธวิธีแก้ปัญหาย่อยกว่า
  - 8.3 ยุทธวิธีกำหนดเป้าหมายตรง

จากที่กล่าวมาในข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบที่ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหานั้นมีหลากหลายวิธี ได้แก่ ความสามารถในการอ่าน การตีความ ทำความเข้าใจในปัญหาวิเคราะห์ข้อมูลเป็นระบบ แล้วเลือกวิธีการคำนวณที่ถูกต้อง ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้ ครูจะต้องฝึกฝนให้นักเรียน เกิดความรู้ ความเข้าใจจนเป็นทักษะ สามารถใช้ได้อย่างคล่องแคล่ว และฝึกฝนให้นักเรียนรู้จักขั้นตอนการแก้ปัญหาย่อยอย่างมีระบบอย่างมีเป้าหมาย ที่แน่นอนเริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหาว่าปัญหานั้น คืออะไรจะวางแผนแก้ปัญหาย่อยอย่างไร และปฏิบัติตามแผนที่วางไว้สามารถทำให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็วและต้องรู้จักตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบนอกจากนี้การนำยุทธวิธีต่างๆ มาช่วยในการแก้ปัญหาย่อยนั้นจะทำให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาย่อยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

#### 4. ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา

จิตตารีย์ ปัญญาแจ้งสกุล (2544) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ดังนี้

1. ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่จำเป็นต้องทำความเข้าใจปัญหาซึ่งจะต้องพิจารณาว่าอะไรเป็นตัวที่ทราบค่า มีข้อความหรือเงื่อนไขอะไรบ้าง สิ่งที่โจทย์บอกนั้นเพียงพอในการแก้ปัญหาย่อยหรือไม่
2. ขั้นการวางแผนแก้ปัญหาย่อย เป็นการหาความเกี่ยวข้องของข้อมูลที่โจทย์บอกกับ ตัวแปรที่ไม่ทราบค่า พิจารณาปัญหาย่อยทั้งหลายเทียบเคียงโจทย์ปัญหาใหม่กับโจทย์ปัญหาเก่า คล้ายคลึงกัน ค้นหาทฤษฎี กฎ สูตร นิยามที่จะนำมาใช้
3. ขั้นดำเนินการตามแผน เมื่อวางแผนแล้วก็ดำเนินการตามแผนทันทีที่จะได้ตรวจสอบทีละขั้นว่าถูกต้องหรือไม่
4. ขั้นการตรวจสอบ เมื่อทำเสร็จแล้วต้องตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งว่าใช้ข้อมูลหมดหรือยัง และได้ผลตามต้องการครบถ้วนหรือไม่

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2537) กล่าวว่ากระบวนการแก้ปัญหานั้นมี 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่จำเป็นต้องเข้าใจว่าในปัญหา มีสิ่งใดที่ยังไม่รู้ อะไรคือข้อมูล อะไรคือเงื่อนไข เงื่อนไขนั้นเพียงพอหรือไม่ เพียงพอต่อการตัดสินใจมากไปหรือเปล่า หรือก่อให้เกิดความขัดแย้งหรือไม่

2. ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา เป็นการหาความเกี่ยวข้องของข้อมูลกับสิ่งที่ยังไม่เคยฯ! ทราบ เราอาจจะจำเป็นต้องทำการแก้ปัญหาในลักษณะนี้มาก่อนหรือไม่ ถ้าไม่เคยพบมาก่อนเลย เราต้อง ทำการใช้ความคิดวางแผนแก้ปัญหาให้ได้ โดยหาความสัมพันธ์จากเงื่อนไขและข้อมูลที่มีอยู่

3. ขั้นดำเนินการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เป็นการหาผลลัพธ์ตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ ทำการตรวจสอบทีละขั้นตอน ในระหว่างการปฏิบัติจะทำให้เราสามารถทราบว่าขั้นตอนนั้นถูกต้องหรือไม่

4. ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ เราสามารถตรวจสอบได้จากข้อโต้แย้ง ความแตกต่างของ ผลลัพธ์กับความสัมพันธ์ของโจทย์ หรืออาจตรวจสอบจากการนำผลลัพธ์ที่ได้ หรือวิธีการคิดไปใช้กับปัญหาอื่น ๆ

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2537) กล่าวว่า กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ประกอบด้วย

5 ขั้นตอน คือ

1. ทำความเข้าใจในปัญหา ซึ่งอาจใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์เข้าช่วย
2. แสวงหาความรู้เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ พิจารณาถึงเหตุและหนทางที่จะแก้ปัญหา
3. วางแผนในการแก้ปัญหา เป็นการวางโครงการหาวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
4. แก้ปัญหาโดยดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ซึ่งอาจมีความจำเป็นต้องใช้การคำนวณช่วย
5. ตรวจสอบ เป็นการทบทวนเหตุผลที่ทำ ได้ดำเนินการแก้ปัญหานั้นไปแล้วว่ามี ความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด คำนวณถูกต้องหรือไม่ คำตอบน่าเชื่อถือได้เพียงใด

จากแนวคิดดังกล่าว สรุปได้ว่า กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาควรมีขั้นตอน 4 ขั้นตอนดังนี้

1. อ่านโจทย์ปัญหาเพื่อการวิเคราะห์
2. เลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้โจทย์ปัญหา
3. คิดคำนวณหาคำตอบ
4. ตรวจสอบคำตอบ

5. การสอนแก้โจทย์ปัญหา

น้อมศรี เคท (2537) ได้กล่าวถึงการสอนแก้โจทย์ปัญหาจะให้ผลดีครูควรคำนึงถึงหลัก 8 ประการ คือ



1. การวิเคราะห์ปัญหา ครูควรสอนให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ว่าโจทย์แต่ละข้อนั้นกำหนดสิ่งใดให้บ้าง และโจทย์ต้องการทราบอะไร สิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

2. การเขียนประโยคสัญลักษณ์ เมื่อนักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้แล้ว ขั้นต่อไปนักเรียนควรมีความสามารถในการเขียนประโยคสัญลักษณ์

3. ใช้สื่อการสอน สื่อการสอนเป็นสิ่งจำเป็นที่ครูจะต้องใช้ประกอบการสอน

4. ความสามารถในการอ่าน สาเหตุหนึ่งที่นักเรียนไม่สามารถทำโจทย์ได้คือนักเรียนขาดทักษะในการอ่าน เนื่องจากโจทย์ปัญหาประกอบด้วยข้อความและตัวเลข ดังนั้นนักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะในการอ่าน สามารถเข้าใจความหมายของศัพท์ต่าง ๆ และสามารถตีความว่าโจทย์กำหนดสิ่งใด ให้ และต้องการทราบอะไร

5. ทักษะการคำนวณ ในการแก้ปัญหานอกจากนักเรียนจะมีความสามารถในการอ่านโจทย์ เข้าใจสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบแล้ว นักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะในการคำนวณอีกด้วย การมีทักษะในการคำนวณ คือการที่นักเรียนสามารถบวก ลบ คูณ หาร แก่สมการได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็ว

6. การประมาณคำตอบ ครูสอนให้นักเรียนรู้จักประมาณคำตอบในเรื่องโจทย์ปัญหา

7. การแก้ปัญหามากหลายวิธี ในการแก้ปัญหแต่ละปัญหาคนบางคนอาจใช้วิธีแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ กันได้ ถึงแม้ว่าปัญหานั้นเหมือนกัน และวิธีการต่าง ๆ นั้นนำไปสู่คำตอบเดียวกันการแก้โจทย์ปัญหาก็เช่นเดียวกัน นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาข้อเดียวกัน แต่อาจจะใช้คนละขั้นตอนต่าง ๆ กันแต่ทั้งสองคนสารคดีาคำตอบเดียวกัน

8. การเลือกโจทย์ปัญหา ในการเลือกโจทย์ปัญหาเพื่อนำไปสอนนักเรียนครูควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

8.1 สอดคล้องกับเรื่องที่กำลังเรียน

8.2 สถานการณ์ในโจทย์ปัญหาควรเป็นเรื่องที่สามารถใช้สื่อเป็น ของจริงหรือของจำลองประกอบการสอนได้

8.3 เนื้อเรื่องในโจทย์ควรเป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจ และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

8.4 ภาษาที่ใช้ควรเหมาะสมกับวัยของนักเรียน และไม่ควรรใช้ถ้อยคำพุ่มเพื่อย

กระทรวงศึกษาธิการ (2546) ได้กล่าวถึง สิ่งที่ครูควรคำนึงถึงการจัดการเรียนการสอนโจทย์ปัญหา คือ

1. นักเรียนจะต้องฝึกทักษะในการคิดคำนวณ และการแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง ครูอาจชี้แนะแนวทางให้นักเรียนได้เกิดความคิดต่อไปด้วยตนเอง มิใช่ได้จากการบอกเล่าของครูหรือคัดลอกแบบฝึกหัดของผู้อื่น

2. ส่งเสริมให้นักเรียนได้รับความสำเร็จในการแก้ปัญหา
3. โจทย์ปัญหาควรมีลักษณะแตกต่างกัน และสอดคล้องกับชีวิตประจำวันเพื่อช่วยให้นักเรียนได้มีทักษะในการคิด และนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน
4. โจทย์ปัญหาแต่ละข้ออาจมีวิธีแก้ปัญหาได้หลายวิธี

จากแนวคิดดังกล่าว สรุปได้ว่า ในการสอนการแก้โจทย์ปัญหานั้น ครูจะต้องมีบทบาทสำคัญในการฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้วิธีการในการแก้ปัญหาได้หลาย ๆ วิธี และรู้จักตรวจสอบคำตอบที่ได้ วิไลวรรณ เอื้อสุวรรณ (2531) ได้จัดลำดับ ขั้นตอนของการสอนแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา (Polya) ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นการทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งสิ่งแรกที่จะต้องทำ คือ ทำความเข้าใจสัญลักษณ์ ต่าง ๆ ในโจทย์ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้ สามารถบอกได้ว่าประเด็นของปัญหาอยู่ที่ไหน โจทย์ถามหาอะไร ข้อมูลที่โจทย์ให้มามีอะไรบ้าง ซึ่งเป็นการวิเคราะห์โจทย์ปัญหานั้นเอง

ขั้นที่ 2 เป็นขั้นวางแผนในการแก้ไขโจทย์ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ในโจทย์ปัญหาอย่างชัดเจนเสียก่อน เพื่อจัดลำดับขั้นตอนในการแก้ โจทย์ ปัญหา และวางแผนว่าจะใช้วิธีใด ๆ ในการแก้ไข

ขั้นที่ 3 เป็นขั้นลงมือทำตามแผน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทำการคิดคำนวณตามแผนการที่ได้วางเอาไว้เพื่อหาคำตอบของปัญหา สิ่งที่นักเรียนต้องใช้ในขั้นตอนนี้ คือ ทักษะการคิด คำนวณ การรู้จักเลือกวิธีคำนวณที่เหมาะสมมาใช้

ขั้นที่ 4 เป็นขั้นตรวจวิธีการและคำตอบ เป็นการตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าถูกต้องหรือไม่ โดยการพิจารณาและตรวจดูผล ตลอดจนกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อทำความเข้าใจและปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น

เพิ่มรุช บุษปามาตะนัง (2550) ได้สรุปแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา
2. ขั้นหาแนวทางแก้ไข
3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา
4. ขั้นการตรวจสอบคำตอบ

และเสนอแนวทางในการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหา ดังนี้

1. เลือกโจทย์ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน หรือสถานการณ์ที่นักเรียนมีความคุ้นเคยดีอยู่แล้ว
2. เลือกโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่นักเรียนประสบอยู่ในขณะนั้น

3. เลือกโจทย์ที่ใช้ภาษาง่าย ๆ กะทัดรัด ชัดเจน เหมาะสมกับวุฒิภาวะ เพื่อสร้างพื้นฐาน และความคุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาในเบื้องต้นก่อน

4. สถานการณ์ในโจทย์ปัญหา ควรเป็นเรื่องที่สารคดีใช้สื่อของจริงหรือของจำลอง และสอดคล้องกับเรื่องที่กำลังเรียน

5. สร้างโจทย์เป็นโคลงกลอน ให้เหมาะสมกับสถานการณ์หรือเรื่องใกล้ตัว

6. ให้ออกาสเด็กในการตั้งโจทย์ และคิดหาคำตอบ และเสนอแนวทางในการจัดกิจกรรม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

6.1 รู้จักสร้างบรรยากาศในการแก้ปัญหา

6.2 สอนบูรณาการไปกับวิชาอื่น

6.3 คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

สรุปได้ว่า การพัฒนาทักษะในการแก้โจทย์ปัญหานั้นเป็นการจัดกิจกรรมโดยการใช้แบบฝึก เพื่อให้เข้าใจการแก้ไขโจทย์ปัญหา เน้นกระบวนการคิด และการฝึกฝนให้ใช้ความคิดอย่างมี เหตุผลรู้วิธีการคิดและคำนวณ เข้าใจความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา โดยต้องฝึกทำแบบฝึกหัดบ่อย ๆ เพื่อฝึกฝนให้ผู้เรียนรู้วิธีการคิดและการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้คล่องขึ้นโดยสรุปและลักษณะนักเรียนที่จะแก้โจทย์ปัญหาได้นั้น นักเรียนจะต้อง วิเคราะห์เป้าหมายว่า สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคำตอบ สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการหาคำตอบ แล้วต้องเลือกใช้ขั้นตอนหรือวิธีการหาคำตอบ รวมทั้งคาดเดาอุปสรรคและข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นและวิธีแก้ไขนักเรียนใช้ข้อมูลในโจทย์ สร้างความสัมพันธ์ของปริมาณทางพีสิกส์ รวมทั้งใช้ข้อมูลในโจทย์แทนความสัมพันธ์ของปริมาณต่างๆ ให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบตามที่ได้วางแผนไว้ในขั้นต้นตามลำดับให้ถูกต้อง โดยพิจารณาต้องใช้ความรู้ส่วนใดมาช่วย มีหลักการอะไรบ้างในการดำเนินการหาคำตอบ และลงมือคิดคำนวณหาคำตอบอย่างรอบคอบ นักเรียนตรวจสอบเป้าหมายของปัญหา โดยบอกเป้าหมายของสิ่งที่โจทย์ต้องการให้ หาคำตอบและตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ นักเรียนจะสามารถประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย โดยบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหา ประเมินความถูกต้องของคำตอบโดยพิจารณา ความถูกต้องของผลลัพธ์อย่างละเอียด ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้แก้ปัญหา

6. การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

6.1 เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหา

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555) กล่าวว่า การประเมินทักษะและ กระบวนการ โดยใช้ในการทดสอบ เป็นการประเมินโดยใช้ข้อสอบ และข้อสอบที่ใช้ในปัจจุบันแบ่ง ออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. ข้อสอบแบบปรนัย เป็นข้อสอบที่มีคำตอบไว้ให้แล้วผู้สอบต้องตัดสินใจเลือก คำตอบที่ถูกต้องหรือพิจารณาข้อความที่ให้ว่าถูกหรือผิด ซึ่งการวัดและประเมินผลโดยใช้ข้อสอบ แบบปรนัย

นั้นมุ่งวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหรือความรู้ในเนื้อหาวิชาเป็นส่วนใหญ่ แต่ก็สามารถ นำมาใช้ในการ วัดทักษะและกระบวนการได้ โดยขึ้นอยู่กับคำถามหรือปัญหาที่ถาม ข้อสอบ ประเภทนี้สามารถแบ่ง ออกได้เป็น 5 ประเภทดังนี้

1.1 ข้อสอบแบบถูก-ผิด เป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 2 ตัวเลือก โดยมีข้อความให้ ผู้เรียนเลือกตอบว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ จริงหรือเท็จ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย เป็นต้น

1.2 ข้อสอบแบบเติมคำหรือตอบสั้น ๆ เป็นข้อสอบที่ให้ผู้เรียนเติมคำหรือ ข้อความ สั้น ๆ ลงในช่องว่าง

1.3 ข้อสอบแบบจับคู่ เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยข้อความเรียงกันเป็นแถว โดยทั่วไปจะให้ข้อความทางซ้ายมือเป็นคำถามหรือตัวนำเรื่อง และข้อความทางขวามือเป็นคำตอบ หรือข้อเลือก ผู้เรียนจะต้องเลือกข้อความทางขวามือที่สอดคล้องหรือจับคู่กับข้อความทางซ้ายมือ โดย นำเอาตัวเลขหรือตัวอักษรหน้าข้อความทางขวามือมาใส่ไว้หน้าข้อความทางซ้ายมือที่มี ความ สอดคล้องกัน

1.4 ข้อสอบแบบจัดลำดับ เป็นข้อสอบที่มีคำถามถึงขั้นตอนหรือลำดับของ การ พิสูจน์หรือการพิจารณาว่าการแก้โจทย์ปัญหาต้องทำอะไรก่อนหรือหลัง

1.5 ข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นข้อสอบแบบปรนัยที่ใช้กันอย่างกว้างขวางใน การ ทดสอบของผู้สอนหรือในการทดสอบที่เป็นมาตรฐาน เป็นข้อสอบที่คำถามแต่ละข้อมีตัวเลือกหลาย ตัวเลือกให้เลือก แต่ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว

2. ข้อสอบแบบอัตนัย เป็นข้อสอบที่กำหนดปัญหาหรือคำถามมาให้ แล้วให้ผู้ตอบแสดง ความรู้ ความเข้าใจ และความคิดตั้งแต่กว้างจนถึงแคบที่สุด หรือเฉพาะเจาะจงตามที่โจทย์กำหนด การใช้ภาษาในการเขียนตอบขึ้นอยู่กับความสามารถของตัวผู้สอบ ข้อสอบแบบอัตนัย สามารถวัด ความสามารถของผู้เรียนได้หลายด้านทั้งในด้านความรู้ และด้านทักษะและกระบวนการ การใช้ ข้อสอบแบบอัตนัยจะช่วยให้ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนได้หลากหลายทักษะและหลากหลาย มุมมอง เนื่องจากการเขียนของผู้เรียนนอกจากจะสะท้อนความสามารถในการนำความรู้ไปใช้แล้ว ยัง สะท้อนความรู้ วิธีคิด มโนทัศน์ และความสามารถในการสื่อสารอีกด้วย แต่ไม่สามารถถ่ายทอด ออกมาได้ ดังนั้นผู้สอนควรประเมินแยกกันระหว่างความสามารถในการเขียนกับทักษะและ กระบวนการ

การใช้ข้อสอบแบบอัตนัยจะสามารถประเมินทักษะและกระบวนการได้มากกว่า การใช้ ข้อสอบแบบปรนัย เนื่องจากผู้สอนสามารถถามในพฤติกรรมนั้นได้โดยตรง เช่น ถ้าต้องการ ถาม เกี่ยวกับการให้เหตุผล อาจถามว่า "เพราะเหตุใด" "ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น" หรือถ้าต้องการให้ ผู้เรียนเกิด การเชื่อมโยงอาจถามว่า "เราเคยเห็นคำถามแบบนี้ที่ไหนหรือไม่" "แนวคิดเหล่านี้ สัมพันธ์กันอย่างไร

" แต่อย่างไรก็ตามผู้สอนควรมีการคิดแนวทางของคำตอบไว้ล่วงหน้าและมี เกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนสำหรับการประเมินคำตอบของผู้เรียน

คณินดา เคยนิยม และสุวิมล จรุงญโสตร์ (2553) กล่าวว่า ควรใช้คำถามที่มีใช้ ถามความจำ ความเข้าใจหรือคำถามที่มีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น แต่ควรเป็นคำถามแบบ ปลายเปิดที่นักเรียนต้องคิดกว้างและหลากหลายใช้ความคิดระดับสูงในการตอบ มีการนำข้อมูล ความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ พัฒนาแนวคิดใหม่ประเมินความเหมาะสมและคิดสร้างสิ่งใหม่

จากเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นนั้น สรุปได้ว่าแบบทดสอบที่นำมาใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหานั้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) แบบทดสอบปรนัย และ 2) แบบทดสอบอัตนัย ซึ่งการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาส่วนใหญ่จะวัดและประเมินผลตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีข้อบกพร่องส่วนใดและจะได้แก้ไขได้ถูกต้อง สำหรับในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัย เลือกใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นแบบอัตนัย เพื่อตรวจสอบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสอย่างไรบ้าง และมีข้อบกพร่องในส่วนใดบ้าง

## 6.2 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

รีส์ ชุยแตม และลินควิสต์ (Reys, Suydam & Lindquist, 1995) ได้กำหนด ระบุริคของความสามารถในการแก้ปัญหาโดยที่แต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา จะให้คะแนนตั้งแต่ 0-2 คะแนน ตามรายละเอียดดังนี้

### 1. ด้านความเข้าใจ

- 0 หมายถึง ไม่เข้าใจในปัญหาเลย
- 1 หมายถึง เข้าใจปัญหาบางส่วนหรือแปลความหมายบางส่วนคลาดเคลื่อน
- 2 หมายถึง เข้าใจปัญหาได้ดี ครบถ้วนสมบูรณ์

### 2. ด้านวางแผนการแก้ปัญหา

- 0 หมายถึง ไม่พยายาม หรือวางแผนได้ไม่เหมาะสมทั้งหมด
- 1 หมายถึง วางแผนได้ถูกต้องบางส่วน
- 2 หมายถึง วางแผนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

### 3. ด้านคำตอบ

- 0 หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบผิดในส่วนที่วางแผนไม่เหมาะสม
- 1 หมายถึง คัดลอกผิดพลาด คำนวณผิดพลาด ตอบบางส่วนสำหรับปัญหาที่หลายคำตอบ
- 2 หมายถึง ตอบได้ถูกต้องและใช้ภาษาได้ถูกต้อง

สิริพร ทิพย์คง (2544) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาควรจะมีวิธีการที่มากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง และได้เสนอเกณฑ์การประเมินในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ความเข้าใจปัญหา
  - 2 คะแนน สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
  - 1 คะแนน สำหรับการเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง
  - 0 คะแนน เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมาก หรือไม่เข้าใจเลย
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา
  - 2 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูกต้อง
  - 1 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
  - 0 คะแนน สำหรับการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา
  - 2 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
  - 1 คะแนน สำหรับการนำวิธีการแก้ปัญหบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง
  - 0 คะแนน สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
4. การตอบ
  - 2 คะแนน สำหรับการตอบคำถามได้ถูกต้อง สมบูรณ์
  - 1 คะแนน สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ผิด
  - 0 คะแนน เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

ชาร์ล และเลสเตอร์ (Charles & Lester, 1982) ได้เสนอรูปแบบการวัด

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ โดยพิจารณาถึงความสามารถ 3 ประการดังนี้

1. ความเข้าใจในปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ มีวิธีการให้คะแนนดังนี้
  - 0 หมายถึง แปลความหมายผิดโดยสิ้นเชิง
  - 1 หมายถึง แปลความหมายผิดบางส่วน
  - 2 หมายถึง แปลความหมายโจทย์ถูกต้อง
2. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา มีวิธีการให้คะแนนดังนี้
  - 0 หมายถึง ไม่ลงมือทำ หรือทำผิด โดยสิ้นเชิง
  - 1 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วน
  - 2 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้อง ไม่พิจารณาการคำนวณ)

3. การคำตอบปัญหา เป็นการพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาพร้อมกับทักษะ การคำนวณ มีวิธีการให้คะแนนดังนี้

- 0 หมายถึง ตอบผิด และกระบวนการแก้ปัญหาผิด
- 1 หมายถึง ตอบถูกเพียงบางส่วน (ในกรณีที่มีหลายคำตอบ)
- 2 หมายถึง การคำนวณถูกต้อง

โพลยา (Polya, 1887 – 1985 อ้างใน ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2537) กล่าวว่า เป็นการมุ่งฝึกวิธีการแก้ปัญหามากกว่าจะสอนให้รู้คำตอบของปัญหา โดยแนวคิดของโพลยา ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน

- ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา
- ขั้นตอนที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา
- ขั้นตอนที่ 3 ปฏิบัติตามแผน
- ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบ

โดยจะพิจารณาถึงความสามารถ 4 ประการดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา
  - 0 หมายถึง ไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้หรือไม่เขียนตอบ
  - 1 หมายถึง บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องและครบถ้วนแต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้องหรือไม่บอก
  - 2 หมายถึง บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องและครบถ้วนทั้งหมด
2. วางแผนแก้ปัญหา
  - 0 หมายถึง เมื่อระบุสมการที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามข้อมูลของ โจทย์ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนตอบ
  - 1 หมายถึง เมื่อระบุสมการที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามข้อมูลของ โจทย์ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน
  - 2 หมายถึง เมื่อระบุสมการที่ใช้ในการแก้ปัญหาตามข้อมูลของ โจทย์ได้ถูกต้องครบถ้วน

### 3. ปฏิบัติตามแผน

- 0 หมายถึง เมื่อไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและไม่ได้คำตอบ
- 1 หมายถึง เมื่อแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องแต่คำตอบผิด/ แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้บางส่วนและหาคำตอบได้ถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง ไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา แต่ได้เฉพาะคำตอบ

2 หมายถึง เมื่อแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและหาคำตอบได้ ถูกต้องและครบถ้วน

#### 4. ตรวจสอบ

0 หมายถึง ไม่มีการตรวจสอบคำตอบ

1 หมายถึง ตรวจสอบคำตอบไม่ถูกต้อง (ตัวเลขและหน่วย)

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555) กล่าวว่า เกณฑ์การให้คะแนน เป็น เครื่องมือที่ช่วยประเมินเชิงคุณภาพเกี่ยวกับความรู้และการปฏิบัติงานของผู้เรียน ซึ่งสามารถ แยกแยะความสำเร็จในการเรียนหรือคุณภาพการปฏิบัติงานของผู้เรียน โดยต้องมีการกำหนดมาตรฐานวัดและรายการของคุณลักษณะที่บรรยายถึงความสามารถในการแสดงออกของแต่ละระดับ กลุ่มในมาตรฐานวัดไว้อย่างชัดเจน ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนอาจจะใช้วิธีการที่เรียกว่ารูบรีค (Rubric)

รูบรีค (Rubric) คือ ข้อความที่แสดงรายละเอียดของเกณฑ์คุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนจากระดับที่ยอดเยี่ยมไปจนถึงระดับที่ต้องพัฒนา โดยทั่วไปการให้คะแนนแบบรูบรีคมี 2 รูปแบบ ดังนี้

1. การให้คะแนนเป็นภาพรวม (Holistic score) คือ การให้คะแนนผ่านชิ้นงาน โดยดูภาพรวมหรือองค์รวมของชิ้นงานนั้น ตัวอย่างการให้คะแนนแบบภาพรวมทักษะการแก้ปัญหา ดังตาราง 1

ตาราง 1 การให้คะแนนแบบภาพรวมของทักษะการแก้ปัญหา

ทักษะ/ กระบวนการ	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
การแก้ปัญหา	4 (ดีมาก)	- ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาถูกต้องทั้งหมดและอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
	3 (ดี)	- ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาถูกต้องทั้งหมด แต่อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าวได้บางส่วน ยังไม่ชัดเจน
	2 (พอใช้)	- ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วนและพยายามอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าวแต่ไม่ถูกต้อง
	1 (ปรับปรุง)	- มีร่องรอยการดำเนินการการแก้ปัญหาได้บางส่วน แต่ไม่มีการอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าว
	0 (ไม่พยายาม)	- ไม่มีร่องรอยการแก้ปัญหา หรือมีร่องรอยการแก้ปัญหาแต่ไม่ถูกต้อง



2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score) เป็นการวิเคราะห์งาน ออกเป็นองค์ประกอบย่อยและกำหนดคะแนนสำหรับแต่ละองค์ประกอบรวม ตัวอย่างของการให้ คะแนนแบบแยกองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งเป็นการทำความเข้าใจปัญหา การ วางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการสรุปและตรวจคำตอบ ดังตาราง 2

ตาราง 2 การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหา

องค์ประกอบของทักษะ การแก้ปัญหา	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
การทำความเข้าใจปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาถูกต้องทั้งหมด - เข้าใจปัญหาถูกต้องบางส่วน - ไม่เข้าใจปัญหา
การวางแผนการแก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ปรับปรุง)	- วางแผนการแก้ปัญหาได้เหมาะสม ชัดเจน - วางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน - วางแผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม
การดำเนินการแก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ปรับปรุง)	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด - ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน - ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
การสรุปและตรวจคำตอบ	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ปรับปรุง)	- มีการสรุปและตรวจคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์ - มีการสรุปคำตอบ แต่ไม่มีการตรวจคำตอบ - ไม่มีการสรุป และไม่มีการตรวจคำตอบ

จากเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาที่กล่าวมา สรุปได้ว่า มีเกณฑ์ การให้คะแนน 2 แบบ คือ 1) การให้คะแนนเป็นภาพรวม (Holistic score) และ 2) การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score) สำหรับในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นแบบอัตนัย โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic score rubric) ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์เกณฑ์การให้คะแนนของรีส์ ชุดแคม และลินควิสท์ (Reys, Suydam & Lindquist, 1995) สิริพร ทิพย์คง (2544) และโพลยา (Polya, 1887 – 1985 อังโน ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2537) ดังตาราง 3

ตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

สิ่งที่ประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของ โจทย์ ปัญหา (F - Find the problem type)	2	เมื่อสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งหมด
	1	เมื่อสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องเพียงบางส่วนและระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง
	0	เมื่อไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้หรือไม่เขียนตอบ
ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงในแผนภาพ (O - Organize the information in the problem using the diagram)	2	เมื่อจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา ซึ่งนำเสนอโดยใช้แผนภาพโครงสร้างได้ครบถ้วนถูกต้องสมบูรณ์
	1	เมื่อจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา ซึ่งนำเสนอโดยใช้แผนภาพโครงสร้างได้ไม่ครบถ้วนหรือได้บางส่วนเท่านั้น
	0	เมื่อไม่สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา ซึ่งนำเสนอโดยใช้แผนภาพโครงสร้างได้หรือไม่เขียนตอบ
ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้โจทย์ ปัญหา (P - Plan to solve the problem)	2	เมื่อระบุสมการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามข้อมูลของ โจทย์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน
	1	เมื่อระบุสมการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามข้อมูลของ โจทย์ได้ถูกต้องหรือได้บางส่วน
	0	เมื่อไม่สามารถระบุสมการที่ใช้ในการแก้ โจทย์ปัญหาตามข้อมูลของ โจทย์ได้หรือไม่เขียนตอบ

ตาราง 3 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (ต่อ)

สิ่งที่ประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
ชั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S – Solve the problem)	2	เมื่อแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการในการคำนวณหาคำตอบได้ ถูกต้องละเอียดชัดเจนและระบุหน่วยทาง ฟิสิกส์ได้ถูกต้องสมบูรณ์
	1	เมื่อแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการในการคำนวณได้ถูกต้องแต่ คำตอบผิด / แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้ กระบวนการในการคำนวณได้แต่ขาดความ ละเอียด หาคำตอบได้ถูกต้องและระบุหน่วยทาง ฟิสิกส์ได้ถูกต้องเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่ง
	0	เมื่อไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา ไม่ สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณได้ และไม่ได้คำตอบหรือไม่เขียนตอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามีได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยและแบบปรนัย ซึ่งแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย เพื่อใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการแก้โจทย์ของกลวิธีเอฟโอพีเอส ซึ่งลักษณะของ แบบทดสอบจะเป็นการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง เสียง เพื่อให้นักเรียนได้ดำเนินการคิดแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพี ทั้ง 4 ขั้นตอน คือ ชั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา ชั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ ชั้นที่ 3 การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ชั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งเป็นแบบทดสอบจำนวนทั้งหมด 3 ข้อ เพื่อให้สอดคล้องและครอบคลุมกับตัวชี้วัด ในรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์กายภาพ ฟิสิกส์ เล่ม 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เสียง

### กลวิธีเอฟโอพีเอส (FOPS Strategy)

#### 1.แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกลวิธีเอฟโอพีเอส

1.1 ทฤษฎีโครงสร้าง (Schema theory) ทฤษฎีนี้เชื่อว่าโครงสร้างภายในของความรู้ของมนุษย์นั้นมีลักษณะที่เชื่อมโยงกันเป็นกลุ่ม การที่มนุษย์จะได้เรียนรู้อะไรใหม่ ๆ นั้น จะเป็นการนำ

ความรู้ใหม่ ๆ ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่นอกจากนั้น ทฤษฎีนี้ยังเชื่อเกี่ยวกับความสำคัญของการรับรู้ โดยเชื่อว่าไม่มีการเรียนรู้ใดเกิดขึ้นโดยปราศจากการรับรู้ การรับรู้จะเป็นการสร้าง ความหมายโดยการถ่ายโอนความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม นอกจากนั้น โครงสร้างความรู้ยังช่วยในการ ระลึก (Recall) ถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เราเคยเรียนรู้มาอีกด้วย

ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายความหมายของทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema theory) ไว้ดังนี้

Rumelhart (1981 ) ได้อธิบายความหมายโครงสร้างความรู้ว่า หมายถึง หน่วยความรู้ ต่าง ๆ ที่ได้เก็บสะสมไว้ในสมอง ซึ่งหน่วยความรู้เหล่านั้นเป็นตัวแทนความรู้และประสบการณ์ของ บุคคล อาจเป็นทั้งความรู้ ความจำ จินตนาการที่เกี่ยวกับประสบการณ์ที่เป็นทั้งรูปธรรมและนามธรรม อาจเปรียบเทียบได้ว่า โครงสร้างความรู้ (Schema) เป็นกล่องขนาดใหญ่ที่สามารถบรรจุข้อมูลหลักและ ข้อมูลย่อย มีความเชื่อมโยงเป็นลำดับขั้น (Building blocks) และเมื่อได้พบข้อมูลใหม่จะเกิดการ สร้างความหมาย ถ้าผ่านการตรวจสอบแล้ว ข้อมูลใหม่จะถูกซึมซับไว้เป็นโครงสร้างใหม่ต่อไป

Devine (1986) ได้ให้ความหมายว่า โครงสร้างความรู้ (schema) หมายถึง ความรู้ ทั่วไป ซึ่งบุคคลจะสะสมไว้ในหน่วยความจำ เป็นข้อมูลความคิด การรับรู้มโนทัศน์การแก้ปัญหา อารมณ์ โครงสร้างรูปร่างนี้จะแตกต่างกันในแต่ละบุคคล เด็กมักจะมีโครงสร้างความรู้เดิมน้อยกว่า ผู้ใหญ่ และบุคคลวัยเดียวกันอาจจะมีโครงสร้างความรู้ในเรื่องต่าง ๆ แตกต่างกันไปโดยขึ้นอยู่กับ ประสบการณ์ในการเรียนรู้ของแต่ละคน

Marshall (1995) ได้อธิบายว่า โครงสร้างความรู้ เป็นสื่อของหน่วยความจำซึ่งจะช่วย จัดระเบียบประสบการณ์ที่คล้ายกันของแต่ละบุคคล โดยมีลักษณะดังนี้ (1) สามารถรับรู้ประสบการณ์ เพิ่มเติมและสามารถบอกได้ว่าประสบการณ์นั้นมีความคล้ายกันหรือแตกต่างกัน (2) สามารถเข้าถึง กรอบทั่วไปที่มีองค์ประกอบที่สำคัญของประสบการณ์ที่คล้ายกันรวมทั้งส่วนประกอบ (3) สามารถ เขียนข้อสรุปแสดงความคิดเห็นการสร้างเป้าหมายและพัฒนาโดยใช้โครงร่างและ (4) สามารถใช้ ทักษะขั้นตอนหรือระเบียบตามความจำเป็นเมื่อต้องเผชิญกับปัญหา

สรุปได้ว่า โครงสร้างความรู้ หมายถึงความรู้ของบุคคลที่เก็บสะสมไว้ ซึ่งหน่วยความรู้ เหล่านั้นเป็นตัวแทนความรู้และประสบการณ์ของบุคคล มีความเกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกันเมื่อรับ ข้อมูลใหม่เข้าไป ถ้าข้อมูลใหม่นั้นมีความสัมพันธ์กับข้อมูลหรือความรู้เดิมบุคคลก็จะสามารถเข้าใจ ข้อมูลนั้นได้ง่ายและสามารถเก็บข้อมูลใหม่ไว้ได้อย่างเป็นระบบ

1.2 การเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ กล่าวถึงแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน ไว้ดังนี้

Marshall (1995) ได้กล่าวถึง การเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน มีรากฐาน มาจากทฤษฎีทางปัญญา (Cognitive theory) ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา โดยมีเป้าหมายของการ

จัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อสอนหลักการต่างๆ (Domain knowledge) โดยให้ความสำคัญกับโครงสร้างความรู้ (Schemata) การหาความสัมพันธ์และการเชื่อมโยงโครงสร้างความรู้หรือหลักการต่าง ๆ เหล่านั้นในกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม

Kalyuga (2006) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานมีแนวคิดมาจากทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema theory) ซึ่งมีแนวคิดพื้นฐานว่าโครงสร้างของปัญหาเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา

Little ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน เป็นวิธีการสอนการแก้โจทย์ปัญหาผ่านการใช้โครงสร้างความรู้ ซึ่งเป็นโครงสร้างที่จะช่วยในการจัดการความรู้เพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะแตกต่างกันและเลือกวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้โจทย์ปัญหา

Na (2009) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน ส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาผ่านการใช้โครงสร้างความรู้ ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ และช่วยในการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

Jitendra et al. (2010) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานเป็นการเรียนการสอนที่เน้นบทบาทของโครงสร้างปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยในการทำความเข้าใจปัญหาการสร้างตัวแทนของปัญหาผ่านการใช้แผนภาพโครงสร้าง (Schematic diagrams) และการจำแนกลักษณะหรือจัดหมวดหมู่ของข้อมูลในปัญหา เพื่อนำไปสู่การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด นอกจากนี้การเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานมีกระบวนการที่ครูเป็นสื่อกลางในการเรียนการสอน (Teacher-Mediated Instruction) ตามด้วยการเรียนรู้แบบจับคู่ผู้เรียน (Paired-Partner Learning) และการเรียนรู้เป็นรายบุคคล (Independent Learning) โดยมีการเสริมต่อความรู้ของนักเรียนผ่านการใช้ภาพแผนภาพ (Visual Diagrams) และตรวจสอบความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนซึ่งครูสามารถติดตามการเรียนรู้ของนักเรียนที่เปลี่ยนจากครูเป็นสื่อกลางในการเรียนการสอนไปสู่การเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้จากวิธีการหรือแผนการในการกำกับตนเองของนักเรียน

สรุปได้ว่า การเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาและสามารถแก้ปัญหาได้ โดยเชื่อมโยงจากความรู้เดิมที่มีอยู่ และจำแนกลักษณะหรือจัดหมวดหมู่ของข้อมูลในปัญหาเพื่อนำไปสู่การกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

## 2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน

Jitendra et al. (1996), Jitendra and Hoff (2002) ได้นำเสนอ 2 ขั้นตอนของการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนการสอนเกี่ยวกับโครงสร้าง

ของปัญหา (Problem Schemata Instruction) และขั้นตอนการเรียนการสอนการแก้ปัญหา (Problem Solution Instruction) ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเรียนการสอนเกี่ยวกับโครงสร้างปัญหา (Problem Schemata Instruction)

การเรียนการสอนในขั้นตอนนี้เริ่มต้นด้วยการสอนนักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ในช่วงเวลาหนึ่งเพื่อสอนเกี่ยวกับโครงสร้างของสถานการณ์หรือปัญหาต่างๆ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่นักเรียนจะต้องทราบก่อนการแก้โจทย์ปัญหา เนื่องจากโครงสร้างเหล่านี้จะช่วยนักเรียนในการจำแนกลักษณะของสถานการณ์หรือปัญหาสำหรับการเรียนการสอนและการทำงานของนักเรียนในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้รับใบงานที่ประกอบด้วยสถานการณ์ และแผนภาพที่แสดงโครงสร้างของสถานการณ์ โดยครูจะต้องแสดงการวิเคราะห์โครงสร้างของสถานการณ์ที่ละประเภทด้วยตัวอย่างที่หลากหลาย เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะเฉพาะของสถานการณ์ประเภทนั้น ๆ และตามด้วยตัวอย่างสถานการณ์หลาย ๆ ประเภทพร้อมกัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของโครงสร้างสถานการณ์ทั้งหมด

โดยทั่วไป การเรียนการสอนในขั้นตอนนี้จะดำเนินการสาธิตและสร้างแบบจำลองโดยครู พร้อมกับการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการระบุส่วนประกอบที่สำคัญของสถานการณ์ ซึ่งนักเรียนจะต้องอ่านสถานการณ์และวางแผนข้อมูลลงในแผนภาพให้เหมาะสม นอกจากนี้ในตอนท้ายของการเรียนการสอนนักเรียนจะได้ทำใบงานที่ประกอบด้วยสถานการณ์ง่าย ๆ ที่ละประเภทจนสามารถระบุประเภทและเขียนข้อมูลของสถานการณ์ลงในแผนภาพได้ถูกต้องครบทุกประเภท

ขั้นที่ 2 การเรียนการสอนการแก้ปัญหา (Problem Solution Instruction)

ขั้นตอนนี้เริ่มต้นด้วยการทบทวนโครงสร้างของปัญหาแต่ละประเภท ในบริบทของโจทย์ปัญหาที่มีจำนวนที่ไม่ทราบค่ามากกว่าสถานการณ์ในลักษณะเดียวกันกับขั้นที่ 1 โดยครูจะเป็นผู้สาธิตการถามคำถามง่าย ๆ เพื่อให้นักเรียนระบุประเภทของปัญหาและวางแผนข้อมูลของปัญหาลงในแผนภาพ โดยใส่เครื่องหมายคำถามแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า และผลจากการทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมจะสะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา

นอกจากนี้ครูจะต้องสอนให้นักเรียนเปลี่ยนข้อมูลในแผนภาพไปสู่สัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ ตามด้วยการสอนให้นักเรียนใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาโดย ในขั้นตอนสุดท้ายนักเรียนจะต้องให้เหตุผลเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผลรวมถึงมีการตรวจสอบคำตอบที่ได้ และเพื่อช่วยให้นักเรียนจดจำโครงสร้างของปัญหาแต่ละนักเรียนจะได้รับใบงานที่ประกอบด้วยโจทย์ปัญหาประเภทต่างๆ

เพื่อเสริมต่อความรู้จนกว่านักเรียนจะสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยในตอนท้ายของคาบเรียนนักเรียนจะได้รับใบงานที่ประกอบด้วยโจทย์ปัญหาซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับ ตัวอย่างที่ครูสอนที่ละ

ประเภทและตามด้วยใบงานที่ประกอบด้วยปัญหาทุกประเภทโดยมีกลวิธีในการปัญหาเป็นตัวช่วยในการตรวจสอบและสะท้อนเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียน

### 3. ลักษณะของปัญหา

มีนักการศึกษาได้จำแนกประเภทและอธิบายลักษณะของปัญหา ไว้ดังนี้

Marshall (1995) ได้จำแนกลักษณะของสถานการณ์ปัญหาออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ ปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล (Chang Problem) ปัญหาเกี่ยวกับการรวมกลุ่มข้อมูล (Group Problem) ปัญหาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบข้อมูล (Compare) ปัญหาเกี่ยวกับการจัดรูปแบบของข้อมูล (Restate Problem) และปัญหาเกี่ยวกับการผันแปรของข้อมูล (Vary Problem)

Christou and Philippon (1999, อ้างถึงใน Jitendra, 2011) จัดหมวดหมู่ปัญหาตามลักษณะโครงสร้างของปัญหาไว้ดังนี้

1) ปัญหาที่มีลักษณะโครงสร้างแบบเพิ่มขึ้น เนื่องจากวิธีการดำเนินการหาคำตอบของปัญหา ได้แก่ ปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล (Chang Problem) ปัญหาเกี่ยวกับการจัดกลุ่มข้อมูล (Group Problem) และปัญหาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบข้อมูล (Compare)

2) ปัญหาที่มีลักษณะโครงสร้างแบบทวิคูณ เนื่องจากใช้วิธีการดำเนินการโดยการคูณหรือหารในการหาคำตอบของปัญหา ได้แก่ ปัญหาเกี่ยวกับการจัดรูปแบบของข้อมูล (Restate Problem) และปัญหาเกี่ยวกับการผันแปรของข้อมูล (Vary Problem)

Kalyuga (2006 อ้างถึงใน Jitendra et al., 2011) ได้อธิบายลักษณะของปัญหาไว้ 5 ประเภท สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล (Chang Problems) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างความรู้ของการเปลี่ยนแปลง (Chang schema) ที่เกิดจากการเพิ่มหรือลดของจำนวนเริ่มต้นอย่างถาวรในช่วงเวลาหนึ่ง

2) ปัญหาเกี่ยวกับการจัดกลุ่มข้อมูล (Group Problems) มีโครงสร้างความรู้ของการจัดกลุ่ม (Group schema) ที่เกิดจากการรวมกลุ่มของจำนวนที่มีค่าน้อยจนกลายเป็นผลรวมที่มีค่ามากที่สุดโดยเน้นความสัมพันธ์แบบ Part-Part-Whole

3) ปัญหาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบข้อมูล (Compare Problems) มีโครงสร้างความรู้ของการเปรียบเทียบ (Compare Schema) ที่เกิดจากการเปรียบเทียบจำนวนสองจำนวนที่ไม่เกี่ยวข้องกันโดยเน้นความสัมพันธ์ไปที่ความแตกต่างของจำนวนทั้งคู่

4) ปัญหาเกี่ยวกับการจัดรูปแบบของข้อมูล (Restate Problems) มีโครงสร้างความรู้ในการจัดรูปแบบของข้อมูล (Restate Schema) ที่เกิดจากการเปรียบเทียบจำนวนสองจำนวนใด ๆ ให้มีความสัมพันธ์ในลักษณะเดียวกันกับการเปรียบเทียบจำนวนสองจำนวนที่กำหนดให้

5) ปัญหาเกี่ยวกับการผันแปรของข้อมูล (Vary problems) มีโครงสร้างความรู้การผันแปรของข้อมูล (Vary Schema) ที่เกิดจากระบบของการเปรียบเทียบจำนวนสองจำนวนที่แตกต่างกัน 2 ระบบถ้าจำนวนใดจำนวนหนึ่งเปลี่ยนไปเช่นเพิ่มขึ้นหรือลดลงอีกจำนวนหนึ่งจะเปลี่ยนไปในทางเดียวกันหรือเป็นการอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ ถ้า.....แล้ว

#### 4. กลวิธีแก้ปัญหตามแนวการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน

นักการศึกษาได้นำเสนอกลวิธีในการแก้ปัญหตามแนวการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้ฐานไว้ดังนี้

Jitendra (2011) ได้นำเสนอกลวิธีในการแก้ปัญห DISC ซึ่งเป็นกลวิธีในการแก้ปัญหตามแนวการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานที่ประกอบด้วยขั้นตอนในการแก้ปัญหและกระบวนการตรวจสอบการแก้ปัญหในแต่ละขั้นตอนเพื่อติดตามการเรียนรู้และสนับสนุนกลวิธีการเรียนรู้ (Metacognitive Strategy Knowledge) ของนักเรียนโดยกลวิธี DISC ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ค้นหาประเภทของปัญห (D-Discover the problem type)

ขั้นที่ 2 ระบุข้อมูลในปัญหเพื่อเป็นตัวแทนของปัญหลงในแผนภาพ (I- Identify information in the problem to represent in diagram)

ขั้นที่ 3 แก้ปัญห (S-Solve the problem)

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ (C-Check the solution)

Dalziel (2008) ได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญห ROSSC ซึ่งนักเรียนจะต้องมีการเตือนตนเองในขณะแก้ปัญห เพื่อตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหของตนเองไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 อ่าน (R-Read)

ขั้นที่ 2 แสดงแผนภาพเพื่อบอกประเภทของปัญห (O-Figure out what kind of problem)

ขั้นที่ 3 แก้ปัญห (S-Solve the problem)

ขั้นที่ 4 สรุป (Sentence)

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบ (Check It over)

Marshall (1995), Mayer (1999), and Riley et al. (1983) nanin ŞUULUUVOSการแก้ปัญหผ่านการใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานมีขั้นตอนในการแก้ปัญห ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุโครงสร้างความรู้ของปัญห (Problem Schema Identification)

ขั้นที่ 2 การสร้างตัวแทนของปัญห (Problem Representation)

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญห (Problem Planning) และ

ขั้นที่ 4 การดำเนินการแก้ปัญห (Problem Solution)



นอกจากนี้การแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนจะมีความสัมพันธ์กับความรู้เชิงมโนทัศน์ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญใช้ในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของปัญหาและการระบุโครงสร้างของปัญหา (Schema Knowledge and Problem Schema Identification) การเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน มีแนวคิดสำคัญที่ส่งเสริมให้นักเรียนจดจำแบบรูปหรือโครงสร้างของปัญหา เพื่อใช้ในการจำแนกหรือระบุประเภทของปัญหาถ้าหากโครงสร้างเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน จะช่วยให้ทำความเข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และเนื่องจากโครงสร้างของปัญหาประเภทต่างๆ (Change, Group, Compare) มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน การรับรู้โครงสร้างของปัญหาเหล่านั้นจึงเกิดขึ้นพร้อมกันกับการทำความเข้าใจโครงสร้างของปัญหาที่หลากหลาย (นั่นคือ Compared, Referent, Difference)

2. ความรู้เกี่ยวกับการอธิบายปัญหาและการสร้างตัวแทนของปัญหา

รูปแบบของการแก้ปัญหาผ่านการใช้โครงสร้างความรู้ (Operation Knowledge and Problem Representation) เป็นขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแผนภาพโครงสร้างความรู้ (Schematic Diagram) หรือแบบแผนที่มีความสอดคล้องกับตัวแทนของปัญหาที่ได้ระบุไว้ในขั้นตอนที่ 1 ซึ่งเป็นการอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับโครงสร้างที่สำคัญของสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่จะนำไปสู่การพัฒนาโครงสร้างความรู้ นักเรียนจะได้วางแผนรายละเอียดของปัญหาภายในแผนภาพโครงสร้างความรู้ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา นอกจากนี้จะทำให้ข้อมูลทั้งหมดที่ไม่มีความสัมพันธ์กันในปัญหาถูกละทิ้ง และสร้างตัวแทนของปัญหาเพื่ออธิบายโครงสร้างของปัญหาได้อย่างเหมาะสม

3. ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีในการแก้ปัญหาและการวางแผนการแก้ปัญหา (Strategic Knowledge and Problem Planning) เป็นขั้นตอนในการวางแผนการแก้ปัญหาที่มีมุ่งหมายเพื่อสอนให้นักเรียนเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสม และเขียนประโยคหรือสมการต่าง ๆ ซึ่งในบางครั้งการแก้ปัญหาโดยทั่วไปอาจจะมีประโยชน์ต่อการระบุหรือการอธิบายลักษณะเฉพาะของโครงสร้างปัญหา แต่ก็ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกลวิธีในการแก้ปัญหาหรือแผนการดำเนินการแก้ปัญหาการวางแผนการแก้ปัญหามักจะไม่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงต่อการแก้ปัญหามีความซับซ้อนแต่ความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เชิงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาซึ่งจะนำไปสู่คำตอบของปัญหาได้

4. ความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการแก้ปัญหาและการดำเนินการแก้ปัญหา (Execution Knowledge and Problem Solution) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้แสดงการแก้ปัญหตามแผนการที่วางไว้ ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่คำตอบของปัญหา เช่น การแสดงทักษะหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาโดยปัญหาที่มีลักษณะแตกต่างกันอาจใช้ทักษะหรือขั้นตอนในการ

แก้ปัญหาเดียวกันเช่นปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล (Chang Problem) ปัญหาเกี่ยวกับการจัดกลุ่มข้อมูล (Group Problem) และปัญหาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบข้อมูล (Compare) จะใช้วิธีการบวกหรือการลบในการแก้ปัญหาเนื่องจากปัญหาเหล่านั้นมีพื้นฐานมาจากแนวความคิด Part-Part-Whole สำหรับความแตกต่างของการวางแผนการแก้ปัญหาและการแก้ปัญหาจะมุ่งเน้นไปที่การเลือกวิธีการและขั้นตอนในการดำเนินการแก้ปัญหาก่อนหน้านี้ซึ่งจะส่งผลให้แผนการดำเนินการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพในเวลาต่อมา

#### 5. กลวิธีเอฟโอพีเอส (FOPS Strategy)

Jitendra et al. (2010) ได้อธิบายไว้ว่ากลวิธีเอฟโอพีเอสเป็นกลวิธีหนึ่งในการแก้ปัญหาตามแนวคิดการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน (Schema-Based Instruction) ที่เน้นบทบาทของโครงสร้างปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยในการจำแนกลักษณะของปัญหาการสร้างตัวแทนของปัญหาผ่านการใช้แผนภาพโครงสร้าง (Schematic Diagrams) และการกำหนดวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม โดยกลวิธีเอฟโอพีเอสประกอบด้วย 4 ขั้นตอนในการแก้ปัญหาร่วมกับการเตือนตนเอง (Self-Monitoring) เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของปัญหา (F-Find the Problem Type)

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของปัญหาลงในแผนภาพ (O-Organize the Information in the Problem Using the Diagram)

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา (P-Plan to Solve the Problem)

ขั้นที่ 4 การแก้ปัญหา (S-Solve the Problem)

ในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหานักเรียนจะต้องใช้การเตือนตนเองเพื่อตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองและช่วยให้ครูสามารถติดตามการเรียนรู้ของนักเรียนที่เปลี่ยนจากครูเป็นสื่อกลางในการเรียนการสอน (Teacher-Mediated Instruction) ไปสู่การเรียนการสอนที่นักเรียนเป็นผู้เรียนรู้ด้วยตัวเอง (Independent Learning) ซึ่ง Kramarski, Mevarech and Arami (2002), Kramarski and Mizrachi (2006), and Pintrich (2002) ได้กล่าวไว้ว่า การเตือนตัวเองเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มีความสำคัญต่อความสามารถในกลวิธีรู้คิด (Metacognitive Strategy Knowledge) และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะที่ดีในการกำกับตนเอง (Self-Regulation)

Jitendra et al. (2010) ได้อธิบายขั้นตอนของกลวิธีเอฟโอพีเอส สามารถสรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของปัญหา (F-Find the Problem Type) ในขั้นตอนนี้มุ่งเน้นให้นักเรียนอ่านและตีความปัญหาให้เป็นภาษาของนักเรียนเอง ซึ่งจะทำให้ทราบว่านักเรียนรู้และไม่รู้อะไรในปัญหา โดยนักเรียนจะต้องอ่านปัญหา อ่านปัญหาซ้ำเพื่อทำความเข้าใจข้อมูลในปัญหาให้ชัดเจนและระบุประเภทของปัญหา นอกจากนั้นครูจะต้องมีการขยายความและอธิบาย

เกี่ยวกับสภาพของปัญหาเพิ่มเติม เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาและระบุประเภทของปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของปัญหาลงในแผนภาพ (O-Organize the Information in the Problem Using the Diagram) ในขั้นตอนนี้ เพื่อให้ง่ายต่อการสร้างตัวแทนของปัญหานักเรียนจะต้องมีความพร้อมที่จะใช้แผนภาพโครงสร้างความรู้ (Schematic Diagrams) ในการออกแบบหรือสร้างตัวแทนของข้อมูลจากประโยคข้อความในปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องอ่านปัญหาเพื่อค้นหาข้อมูลหรือจำนวนที่มีความสัมพันธ์กัน โดยเขียนข้อมูลเหล่านั้นลงในแผนภาพและเขียนเครื่องหมายคำถามแทนจำนวนที่ไม่ทราบค่า จากนั้นนักเรียนต้องสรุปข้อมูลของปัญหาจากแผนภาพที่สมบูรณ์ และทบทวนความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตัวแทนปัญหาอีกครั้ง นอกจากนี้ในขั้นตอนนี้ยังมีการขีดเส้นใต้ข้อมูลที่สำคัญและพิจารณาการเขียนจำนวนลงในแผนภาพตามวัตถุประสงค์และเรื่องราวของปัญหา โดยมุ่งเน้นไปที่ข้อมูลสำคัญที่มีความจำเป็นต่อการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสนใจและจดจำปัญหาได้ดีขึ้น

ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ปัญหา (P Plan to Solve the Problem) ในขั้นตอนนี้เน้นแผนการที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยเริ่มต้นจากการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมจากพื้นฐานของข้อมูลในปัญหาแต่ละประเภท จากนั้นถ่ายโยงข้อมูลในแผนภาพไปสู่สมการ

ขั้นที่ 4 การแก้ปัญหา (S-Solve the Problem) ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ได้ระบุไว้ในขั้นตอนที่ 3 โดยเขียนคำตอบและหน่วยของคำตอบให้สมบูรณ์และมีการตรวจสอบการให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบ ความถูกต้องของตัวแทนปัญหาและขั้นตอนในการคำนวณอีกด้วย

Jjitendra et al. (2011) กล่าวว่า ในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาก็จะมีการติดตามผลการเรียนรู้โดยคำถามที่ถูกออกแบบมาเพื่อสะท้อนให้เห็นถึงพฤติกรรมในการแก้ปัญหา โดยมีขอบเขตในการพิจารณา ดังต่อไปนี้

1) ความเข้าใจปัญหา (Problem Comprehension) ตัวอย่างคำถามเช่น ฉันท่านและอ่านปัญหาซ้ำ เพื่อทำความเข้าใจว่าปัญหาให้อะไรมาบ้าง และต้องการให้ทำอะไร ทำไมจึงเป็นปัญหามันมีความคล้ายหรือแตกต่างจากปัญหาที่ฉันทเคยเจออย่างไร

2) ตัวแทนของปัญหา (Problem Representation) ตัวอย่างคำถามเช่น แผนภาพโครงสร้างความรู้ใดที่สามารถนำเสนอข้อมูลของปัญหาเพื่อแสดงความสัมพันธ์

3) แผนการดำเนินการแก้ปัญหา (Problem Planning) ตัวอย่างคำถาม เช่นฉันทสามารถสร้างสมการได้อย่างไร กลวิธีใดสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้

4) คำตอบของปัญหา (Problem Solution) ตัวอย่างคำถามเช่น คำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่ฉันทสามารถตรวจสอบคำตอบได้อย่างไร

## วิจัยเชิงปฏิบัติการ

### 1. ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research)

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2552) กล่าวว่า การวิจัยในชั้นเรียน หมายถึง การวิจัยปฏิบัติการที่ครูได้แสวงหาวิธีการหรือนวัตกรรม ทางเลือกในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน

ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม (2556) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการดำเนินการวิจัยควบคู่ไปกับการปฏิบัติงานของครู ซึ่งต้องใช้กระบวนการที่น่าเชื่อถือและเป็นระบบในการแสวงหาคำตอบในสถานการณ์หรือบริบทของชั้นเรียน

สรชัย พิศาลบุตร (2549) กล่าวว่า การทำวิจัยในชั้นเรียนเป็นการหาความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน ผู้สอน กระบวนการเรียนการสอน และสภาพแวดล้อมของห้องเรียนของครู ซึ่งเป็นผู้สอนอยู่ในห้องเรียนใดห้องเรียนหนึ่งในภาคการศึกษาของปีการศึกษาใด ๆ โดยทำวิจัยไปพร้อม ๆ กับการเรียนการสอนในห้องเรียนนั้นตามปกติ โดยที่นักเรียนนักศึกษาไม่ทราบว่าครูหรืออาจารย์กำลังทำวิจัยอยู่

กล่าวโดยสรุปคือ การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการวิจัยที่เน้นการแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอนเป็นวงรอบปฏิบัติการ โดยที่ในการวิจัยเชิงปฏิบัติการสามารถมีได้หลายวงรอบ และเป็นการวิจัยในชั้นเรียนเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น

### 2. ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Kemmis and M. (1988) ได้ให้ขั้นตอนของการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผน (Plan) เป็นขั้นตอนสำรวจปัญหาที่เกิดขึ้นจริง

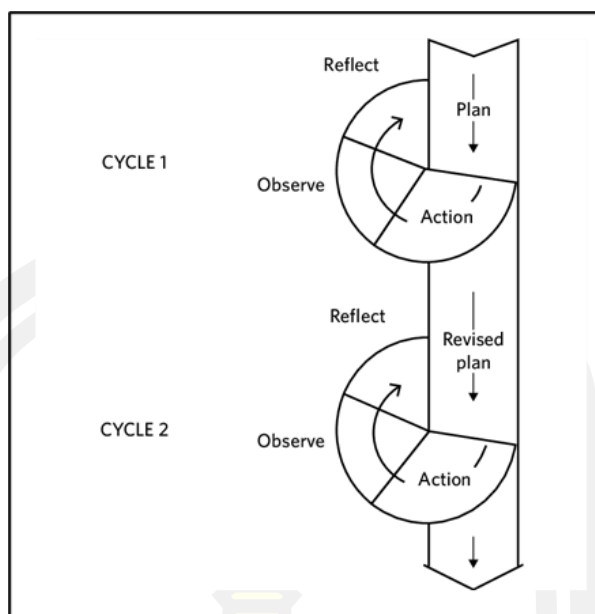
ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) เป็นขั้นตอนที่นำนวัตกรรมไปใช้เพื่อแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยเข้าไปสังเกตปัญหาที่พบ

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflection) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลของการ

แก้ปัญหาจากการใช้นวัตกรรม โดยในการวิจัยแต่ละครั้งจะทำเป็นวงรอบดังภาพ 1

พหุ ประทีป ชีวะ



ภาพ 1 วงรอบและขั้นตอนการวิจัยในแต่ละวงรอบ  
ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart

ที่มา : Kemmis and McTaggart (Kemmis and M. 1988)

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2552) ได้ให้ขั้นตอนของการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

(1) การวิเคราะห์ปัญหาการเรียนรู้

(1.1) ความหมายของปัญหาการเรียนรู้หรือปัญหาวิจัย

ปัญหา หมายถึง ประเด็นข้อสงสัย หรือคำถามที่ครุณักวิจัยต้องการดำเนินการเพื่อหาคำตอบให้ถูกต้อง ตรงกับความเป็นจริงด้วยกระบวนการวิจัย ปัญหาวิจัยจะมีลักษณะเป็นข้อสงสัยของครุ นักวิจัยต่อสภาพการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่เป็นความแตกต่างและไม่แตกต่างระหว่างสภาพที่คาดหวังกับสภาพที่เป็นจริง สำหรับตัวอย่างของสภาพที่เป็นอยู่ เช่น นักเรียนไม่ค่อยสนใจเรียน เรียนแบบท่องจำ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่ำ และตัวอย่างของสภาพที่ควรจะเป็นประเทศกำลังก้าวไปสู่สังคมเทคโนโลยีและข่าวสารข้อมูลควรพัฒนานักเรียนให้สนใจวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนคิด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรอยู่ในระดับที่ได้มาตรฐาน

(1.2) วิธีการวิเคราะห์ปัญหาการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคการตั้งคำถาม

การวิเคราะห์ปัญหาวิธีนี้จะใช้วิธีการตั้งคำถามเกี่ยวกับสภาพปัญหา การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยใช้คำถามหลักคือ อะไร? ทำไม? หรือ อย่างไร? แล้วนำไปสู่การกำหนดเป็นปัญหาวิจัยที่ครุณักวิจัยสนใจอยากค้นหาคำตอบหรือหาแนวทางพัฒนา ซึ่งจะทำได้ปัญหาวิจัยและหัวข้อวิจัยหรือชื่อเรื่องวิจัยที่หลากหลาย

(2) เมื่อวิเคราะห์ปัญหาการเรียนรู้ได้แล้ว ครุณักวิจัยจะต้องเลือกนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับปัญหาการเรียนรู้ และครุณักวิจัยสามารถสร้างหรือจัดหาได้ด้วยตนเอง

นวัตกรรมการเรียนรู้ หรือนวัตกรรมการเรียนการสอน (Instructional innovation) หมายถึง แนวคิด วิธีการ กระบวนการ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือพัฒนาการเรียนรู้ หรือพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและพัฒนาผู้เรียนได้มีคุณภาพ

(3) การออกแบบและสร้างนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหา เป็นการคิดกำหนดแบบ หรือโครงร่างของนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหา

(4) การใช้นวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ หรือจัดการเรียนการสอนโดยใช้ นวัตกรรม วิธีการแก้ปัญหาหรือพัฒนาที่ได้จัดทำไว้กับประชากรหรือกลุ่มเป้าหมายนักเรียนที่มีปัญหา การเรียนรู้หรือต้องการพัฒนาตามระยะเวลาที่ได้กำหนดไว้ สังเกตผล หรือเก็บรวบรวมข้อมูลและ นำไปวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลการวิจัยและเขียนรายงานการวิจัยต่อไป

(5) การสรุปผลการวิจัย ข้อค้นพบหรือผลการแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาผู้เรียนว่าเป็น อย่างไร แล้วเขียนไว้เป็นหลักฐานการปฏิบัติงานไว้ในรูปของรายงานการวิจัย โดยอาจจะเขียนแบบไม่ เน้นวิชาการ แบบกึ่งวิชาการหรือแบบเชิงวิชาการก็ได้ตามแนวทางการเขียนที่ได้นำเสนอไว้

ประสาท เนืองเฉลิม (2556) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนของการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการดังนี้

(1) การสำรวจสภาพการปฏิบัติงาน (Reconnaissance) เป็นขั้นตอนของการ สำรวจสภาพการปฏิบัติงานของครูว่ามีปัญหาอะไรบ้าง แล้ววิเคราะห์ว่าปัญหาเหล่านั้นมีสาเหตุจาก อะไรและจะสามารถปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขสภาพการปฏิบัติงานส่วนใดบ้าง

(2) การวางแผน (Planning) เป็นขั้นตอนสำหรับการกำหนดวัตถุประสงค์ กำหนด วิธีการและวางแผนเพื่อลงมือปฏิบัติ (Action) ให้ค้นคว้าคำตอบหรือพัฒนานวัตกรรมและการแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงสภาพการปฏิบัติการที่เป็นปัญหา

(3) การลงมือปฏิบัติ (Action) เป็นขั้นตอนการปฏิบัติการตามแผนที่กำหนดไว้

(4) การสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection) หลังจากที่มีการปฏิบัติเพื่อแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนาตามแผนจนปรากฏผลแล้ว นักวิจัยต้องมีการสะท้อนผลการปฏิบัติว่ามีสิ่งใดที่ เกิดขึ้นหรือเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาไปบ้าง เพื่อสรุปผลและวางแผนปรับปรุงใหม่หรือแก้ปัญหาใหม่ ต่อไป

ในงานวิจัยขั้นนี้ผู้วิจัยเลือกวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยใช้ขั้นตอน 4 ขั้นตอนด้วยกัน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนสำรวจปัญหาในชั้นเรียน และนำปัญหานั้นมาวิเคราะห์เพื่อหา วิธีการสอนที่เหมาะสมและแก้ปัญหาได้ ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ เป็นขั้นที่นำนวัตกรรม หรือแผนการสอน นั้น ไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต เป็นขั้นที่จะนำเครื่องมือต่าง ๆ ไปสังเกตและ ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย และขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล เป็นขั้นที่นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ว่าปัญหานั้น แก้ไขได้มากน้อยเพียงใด เพื่อเป็นปัญหาสำหรับการวางแผนวงรอบถัดไป

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. งานวิจัยในประเทศ

ณัฐกานต์ รักษ์นาค (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอนุบาลวังม่วงจังหวัดสระบุรี จำนวน 2 ห้องเรียนโดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ระยะเวลาในการดำเนินการ 18 สัปดาห์ ซึ่งในงานวิจัยนี้แนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้สังเคราะห์มาจากทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema theory) ทฤษฎีองค์ประกอบเหมือน (Identical-component theory) และทฤษฎีการสรุปนัยทั่วไป (Generalization theory) ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสามารถพัฒนาทักษะและกระบวนการคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาคำทำให้เหตุผลและการเชื่อมโยง

สาวิตรี มูลสุวรรณ (2557) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนร้อยละ ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเจริญศิลป์ “โพธิ์คำอนุสรณ์” จำนวน 66 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 31 คน และกลุ่มควบคุม 35 คน ระยะเวลาในการดำเนินการ 5 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลและการใช้ตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลและการใช้ตัวแทนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ

อมรรัตน์ บัวจำรัส (2560) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกลวิธีเอฟโอพีเอส ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปี ที่ 2/1 โรงเรียนเพชรพิทยาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 30 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 30 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 2 ห้องเรียน จำนวน 56 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) ซึ่งห้องเรียนนั้น ได้จัดแบบคละความสามารถของนักเรียนที่มีผลการเรียนระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ในห้องเดียวกัน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 และความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของ

สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

Na (2009) ได้ศึกษาผลของการแทรกแซงการเรียนการสอนโดยโครงสร้างความรู้เป็นฐาน (Schema-based Intervention) ที่มีต่อทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีปัญหาในการเรียนรู้โดยกลุ่มทดลองที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 4 คนผลการวิจัยพบว่าการแทรกแซงการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน (Schema-based Intervention) สามารถส่งเสริมการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการคูณและการหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นได้อย่างชัดเจน

Jitendra et al. (2011) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน ที่ได้ออกแบบมาเพื่อใช้ในการสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เกี่ยวกับวิธีการทำความเข้าใจและแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน มาตรการส่วน และเปอร์เซ็นต์ การเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานนี้ให้ความสำคัญกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ของปัญหาผ่านแผนภาพโครงสร้างโดยมุ่งเน้นกระบวนการ 4 ขั้นตอนที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาและการเตือนตนเองเกี่ยวกับการแก้ปัญหา และมีการปรับใช้กลวิธีแก้ปัญหานั้นบนพื้นฐานของสถานการณ์ปัญหา การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาผ่านครูในโรงเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 โรงเรียนโดยสุ่มเลือกห้องเรียนจำนวน 21 ห้องเพื่อเป็นห้องทดลองและห้องควบคุม ผลของการวิจัยพบว่าการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานมีประสิทธิภาพโดยตรงต่อการแก้ปัญหของนักเรียน แต่ในการพัฒนาความคงทนเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาลงหลังจากการทดลอง 1 เดือน พบว่าการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานไม่ได้มีประสิทธิภาพในระยะยาวและไม่ได้มีผลต่อการถ่ายโยงการแก้ปัญหาในบริบทอื่น ๆ

Rockwell (2012) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนออทิสติก โดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงให้เห็นประสิทธิภาพของการเรียนการสอนด้วยโครงสร้างความรู้เป็นฐาน (Schema – based instruction) โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส (FOPS) เพื่อปรับปรุงการบวกและลบโจทย์ปัญหาของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนออทิสติกระดับเกรด 1 และเกรด 6 ได้รับการสอนโดยใช้แผนภาพโครงสร้าง (Schematic diagrams) ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวกและการลบ ผลการศึกษาพบว่าการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานมีผลที่ดีขึ้น และผู้ปกครองมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน



จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส ที่เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน ซึ่งสอดคล้องกับการสอนการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยวิธีการแสดงด้วยรูปภาพ แผนผัง เส้น หรือสัญลักษณ์ในการแก้โจทย์ปัญหา เนื่องจากการใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานเป็นการแสดงแทนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส ที่ใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน เป็นกระบวนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ ความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหา อีกทั้งยังส่งเสริมการเรียนรู้โดยเน้นกระบวนการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ผ่านการใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานที่สร้างความเข้าใจและจะนำมาใช้พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนอย่างมีความหมาย



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง เศษ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้เป็น การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (Kemmis and M. 1988) มีขั้นตอนการปฏิบัติงาน ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ผู้วิจัยเลือกใช้จากวิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โดยผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายจากการนำเครื่องมือแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา แบบอัตนัย จำนวน 1 ชุด 4 ข้อ ไปทดลองเพื่อยืนยันปัญหากับนักเรียนซึ่งมีลักษณะให้นักเรียนศึกษา สถานการณ์โจทย์ปัญหา เรื่อง โมเมนต์และการชน แล้วแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างละเอียด ตามเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพยาซึ่งสถานการณ์ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา จะเป็นเรื่องที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้วนำมาใช้ในการตรวจสอบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา จากนั้นผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบของนักเรียนมาคิดเป็นร้อยละแล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน แสดงดัง ตาราง 4

ตาราง 4 ผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 5/6

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา				รวม 28 คะแนน	ร้อยละ	เกณฑ์ ร้อยละ 70
	การทำความเข้าใจปัญหา (เต็ม 8 คะแนน)	การวางแผนแก้ปัญหา (เต็ม 8 คะแนน)	การปฏิบัติตามแผน (เต็ม 8 คะแนน)	การตรวจสอบ (เต็ม 4 คะแนน)			
1	6	6	4	3	19	67.86	ไม่ผ่าน
2	7	6	7	4	24	85.71	ผ่าน
3	4	6	6	3	19	67.86	ไม่ผ่าน
4	4	2	1	2	9	32.14	ไม่ผ่าน
5	5	6	5	3	19	67.86	ไม่ผ่าน
6	4	2	2	3	11	39.29	ไม่ผ่าน
7	4	6	6	3	19	67.86	ไม่ผ่าน
8	6	6	6	4	22	78.57	ผ่าน
9	5	7	7	4	23	82.14	ผ่าน
10	4	3	3	3	13	46.43	ไม่ผ่าน
11	4	3	4	3	14	50.00	ไม่ผ่าน
12	6	6	6	4	22	78.57	ผ่าน
13	5	6	5	3	19	67.86	ไม่ผ่าน
14	4	6	7	4	21	75.00	ผ่าน
15	4	5	5	4	18	64.29	ไม่ผ่าน
16	5	3	3	4	15	53.57	ไม่ผ่าน
17	4	5	4	4	17	60.71	ไม่ผ่าน
18	5	6	5	3	19	67.86	ไม่ผ่าน
19	4	3	1	2	10	35.71	ไม่ผ่าน
20	4	6	6	3	19	67.86	ไม่ผ่าน
21	3	2	3	3	11	39.29	ไม่ผ่าน
22	5	6	6	4	21	75.00	ผ่าน

ตาราง 4 ผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 (ต่อ)

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา				รวม 28 คะแนน	ร้อยละ	เกณฑ์ ร้อยละ 70
	การทำความเข้าใจปัญหา (เต็ม 8 คะแนน)	การวางแผนแก้ปัญห (เต็ม 8 คะแนน)	การปฏิบัติตามแผน (เต็ม 8 คะแนน)	การตรวจสอบ (เต็ม 4 คะแนน)			
23	3	5	5	4	17	60.71	ไม่ผ่าน
24	4	4	4	4	16	57.14	ไม่ผ่าน
25	4	6	6	3	19	67.86	ไม่ผ่าน
26	4	5	5	4	18	64.29	ไม่ผ่าน
27	6	5	6	4	21	75.00	ผ่าน
28	6	6	5	4	21	75.00	ผ่าน
29	4	4	3	4	15	53.57	ไม่ผ่าน
30	3	3	2	4	12	42.86	ไม่ผ่าน
31	4	4	4	4	16	57.14	ไม่ผ่าน
32	6	5	6	4	21	75.00	ผ่าน
33	6	6	5	4	21	75.00	ผ่าน
34	5	5	4	4	18	64.29	ไม่ผ่าน
35	6	6	5	4	21	75	ผ่าน
36	6	5	6	4	21	75	ผ่าน
เฉลี่ย	4.69	4.89	4.67	3.56	17.81	63.59	
SD	1.04	1.41	1.60	0.61	3.85		

ผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 จำนวน 36 คน พบว่า มีนักเรียนที่คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาค่ากว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 มีจำนวน 24 คน จากนักเรียนทั้งหมด 36 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 66.67 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งจะเป็นกลุ่มเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อแก้ปัญหาคำความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 ชนิดด้วยกัน ดังนี้

1. **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย** คือ แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี เอฟโอพีเอส เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง เสียง จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

2. **เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัย** คือ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง เสียง มีรายละเอียดดังนี้

แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง เสียง เป็นข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นข้อสอบแบบอัตนัย คือ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทำยวงรอบจำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ โดยแต่ละข้อแบ่งออกเป็นการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา แต่ละข้อมีคะแนน 8 คะแนน ลักษณะของข้อสอบเป็นการกำหนดสถานการณ์และแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเรื่อง เสียง ซึ่งวัดความสามารถ 4 ด้าน ดังนี้ ด้านการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา ด้านการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ ด้านการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา และด้านการแก้โจทย์ปัญหา

3. **เครื่องมือที่ใช้การสะท้อนผลการวิจัย** คือ แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้โจทย์ปัญหา และแบบสัมภาษณ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- 1) แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน เป็นแบบมีโครงสร้าง โดยจะใช้สังเกตพฤติกรรมนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่แสดงออกรายบุคคล ซึ่งสังเกตระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้
- 2) แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส โดยที่คำถามจะไม่แน่นอนตายตัว แต่จะกำหนดคำสำคัญหรือ keywords ไว้ในคำถามแต่ละข้อสัมภาษณ์เมื่อสิ้นสุดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

### การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นในการดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ โดยมีขั้นตอนดังนี้

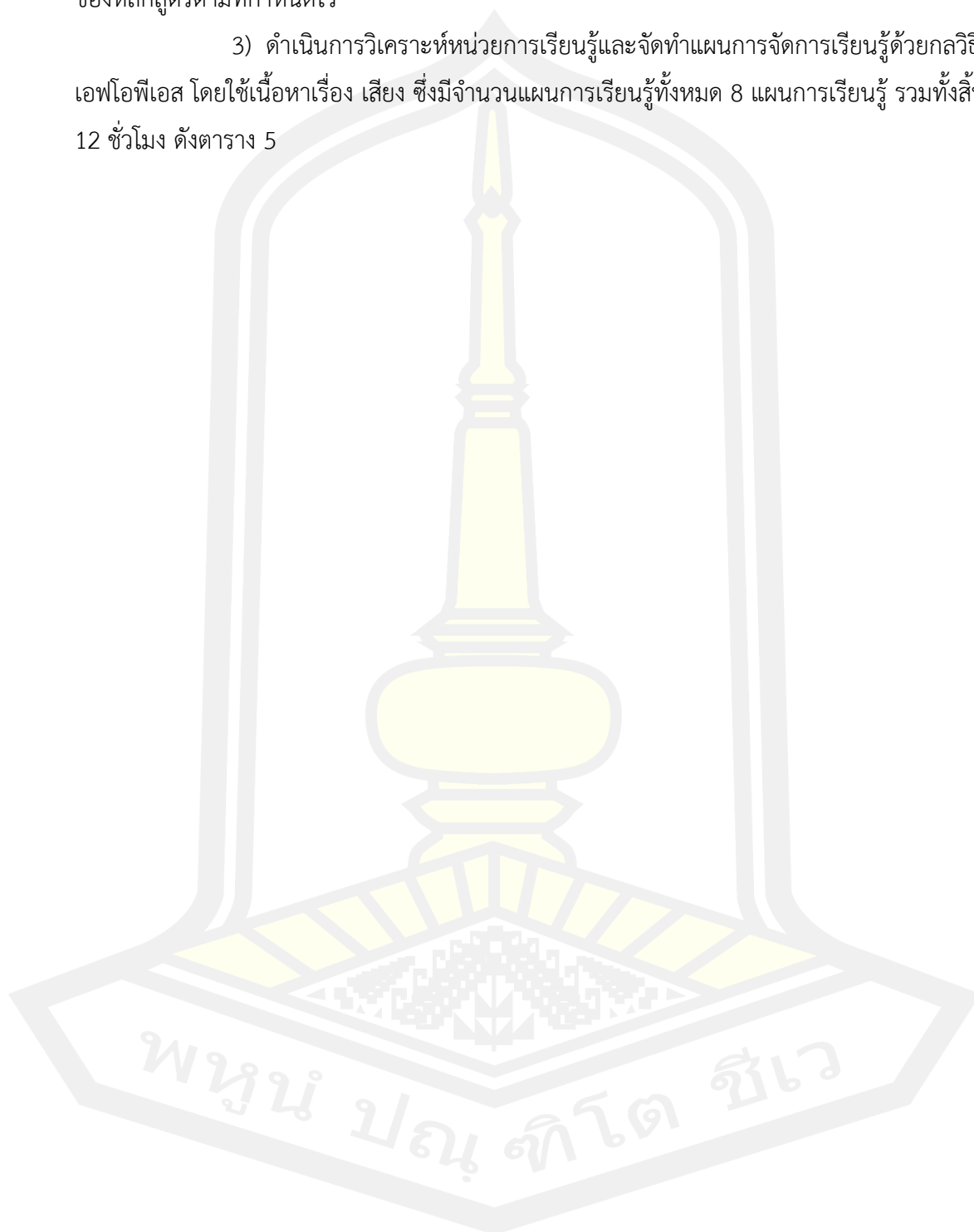
1. **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย** คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส จำนวน 8 แผน รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง มีรายละเอียดในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560 และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวกับเนื้อหาเรื่อง เสียง พร้อมกับวางแผนขอขอบเขตเนื้อหาการจัดการเรียนรู้กับครูพี่เลี้ยง

2) ศึกษาบทเรียน และรวบรวมเนื้อหา พร้อมทั้งศึกษาหลักสูตรของโรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ ประกอบกับเนื้อหาที่จะทำการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วย

กลวิธีเอฟโอพีเอส เพื่อทำการแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลา และต้องมีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด  
ของหลักสูตรตามที่กำหนดไว้

3) ดำเนินการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้และจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี  
เอฟโอพีเอส โดยใช้เนื้อหาเรื่อง เสียง ซึ่งมีจำนวนแผนการเรียนรู้ทั้งหมด 8 แผนการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น  
12 ชั่วโมง ดังตาราง 5



ตาราง 5 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เสียง วิชา ว30101 วิทยาศาสตร์กายภาพสิริกส์ เล่ม 2 ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

วงรอบที่	คาบที่	ตัวชี้วัด	ชื่อแผน การเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	1	สังเกต และอธิบาย การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการ รวมคลื่นของคลื่น เสียง	การสะท้อนและการหัก เหของเสียง	เสียงเป็นคลื่นกลชนิดหนึ่ง บทนี้จะ ได้ศึกษาพฤติกรรมของการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่นเสียง การสะท้อนของเสียงเกิดขึ้นเมื่อ เสียงไปกระทบกับสิ่งกีดขวาง เสียงจะ เคลื่อนที่สะท้อนกลับมาได้การหักเหของ เสียงเกิดขึ้นเมื่อเสียงเดินทางผ่านอากาศ ที่มีอุณหภูมิต่างกัน ทำให้เสียงเดินทาง ด้วยอัตราเร็วเปลี่ยนไปจึงเกิดการหักเห เปลี่ยนทิศทางของเสียง ดังนั้นการหักเห ของเสียงในอากาศจะเป็นไปตามสมการ $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$	1. นักเรียนสามารถอธิบาย การสะท้อนและหักเห ของเสียงได้ 2. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับการสะท้อน และการหักเหของเสียงได้ 3. นักเรียนสามารถทำงาน ร่วมกับผู้อื่นและรับผิดชอบ ในงานที่ได้รับมอบหมาย	1

ตาราง 5 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เสียง วิชา ว30101 วิทยาศาสตร์กายภาพสิเกส เล่ม 2 ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 (ต่อ)

วงรอบ ที่	คาบที่	ตัวชี้วัด	ชื่อแผน การเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	2	สังเกต และอธิบาย การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการ รวมคลื่นของคลื่นเสียง	การเลี้ยวเบนและ การรวมกันของเสียง	การเลี้ยวเบนของเสียงเกิดขึ้นเมื่อ เสียงเดินทางไปพบวัตถุถึงกีดขวาง เสียงสามารถเคลื่อนที่อ้อมขอบวัตถุไป ยังด้านหลังได้ การรวมกันของคลื่นเสียงเกิดขึ้น เมื่อคลื่นเสียงตั้งแต่ 2 คลื่นขึ้นไปมา พบกันสามารถรวมกันได้ การรวมคลื่น แบบเสริมเสียงจะตั้งขึ้น เรียกว่า ตำแหน่งปฏิบัพ (A) การรวมคลื่นแบบ หักล้างเสียงจะเบาลง เรียกว่า ตำแหน่งบัพ (N)	1.นักเรียนอธิบายการเลี้ยวเบนและการ รวมกันของเสียงได้ 2. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับการเลี้ยวเบนและการรวมกันของ เสียงได้ 3. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย	2



ตาราง 5 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เสียง วิชา ว30101 วิทยาศาสตร์กายภาพสิริกส์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 (ต่อ)

วงรอบที่	คาบที่	ตัวชี้วัด	ชื่อแผน การเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	3	สืบค้นข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียงและผลของความถี่กับ ระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง	ความเข้มเสียง และระดับเสียง	ความเข้มเสียง หมายถึง อัตราพลังงานของคลื่นเสียงที่ปะทะต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รับเสียงในแนวตั้งฉาก ทิศค่าความเข้มเสียงได้จากสูตร $I = \frac{P}{A}$ และระดับความเข้มเสียง สามารถหาได้จาก $\beta = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right)$	1. นักเรียนสามารถอธิบายความเข้มเสียงระดับเสียงและความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงและระดับเสียงได้ 2. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความเข้มเสียงและระดับเสียงได้ 3. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย	1
1	4	แบบทดสอบความสามารถแก้ปัญหา	การได้ยินเสียงของมนุษย์ จะเริ่มจากการที่คลื่นเสียงเข้ามาทางหู จากนั้นจึงจะส่งสัญญาณเข้าสู่ประสาทการรับเสียงซึ่งมนุษย์จะสามารถรับฟังเสียงได้ในช่วงระดับความเข้มเสียงจาก 0-120 เดซิเบล	การได้ยินเสียงของมนุษย์ จะเริ่มจากการที่คลื่นเสียงเข้ามาทางหู จากนั้นจึงจะส่งสัญญาณเข้าสู่ประสาทการรับเสียงซึ่งมนุษย์จะสามารถรับฟังเสียงได้ในช่วงระดับความเข้มเสียงจาก 0-120 เดซิเบล	แบบทดสอบความสามารถแก้ปัญหา	2

ตาราง 5 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เสียง วิชา ว30101 วิทยาศาสตร์กายภาพฟิสิกส์ เล่ม2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2563(ต่อ)

วงรอบ ที่	คาบที่	ตัวชี้วัด	ชื่อแผน การเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	5	สืบค้นข้อมูล และ อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างความเข้ม เสียงกับระดับเสียง และผลของความถี่ กับ ระดับเสียงที่มี ต่อการได้ยินเสียง	ผลของความถี่ และ ระดับเสียงที่มีผลต่อ การได้ยิน	มนุษย์ทั่วไปสามารถได้ยินเสียงที่ ความถี่ 20-20000 เฮิรตซ์ สำหรับการ ได้ยินเสียงของมนุษย์ เมื่อพิจารณา ความถี่ร่วมกับระดับเสียง พบว่าเสียงที่ อยู่นอกเหนือช่วง 20-20000 เฮิรตซ์ ถ้ามีความถี่ที่เหมาะสม ก็สามารถได้ ยินเสียงได้	1. นักเรียนอธิบายผลของความถี่และ ระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียงได้ 2. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับผลของความถี่ และระดับเสียง ที่มีผลต่อการได้ยินได้ 3. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และรับผิดชอบในงานที่ได้รับ มอบหมาย	2

ตาราง 5 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เสียง วิชา ว30101 วิทยาศาสตร์กายภาพพิกัด เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 (ต่อ)

วงรอบ ที่	คาบที่	ตัวชี้วัด	ชื่อแผน การเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	6	สังเกต และอธิบาย การเกิดเสียงสะท้อน กลับ บีตส์ ดอปเพลอร์ และการสั่นพ้องของ เสียง	การได้ยินเสียง และการสะท้อน กลับ	การได้ยินเสียงสะท้อนกลับ เมื่อนักเรียน ตะโกนในห้องขนาดใหญ่ ตะโกนเข้าหา หน้าผาหรือในบริเวณที่ล้อมรอบไปด้วย ภูเขาแล้วจะได้ยินเสียงสะท้อนชัดเจนได้ เนื่องจากเสียงเป็นคลื่นเมื่อพบกับสิ่งกีด ขวางก็จะเกิดการสะท้อนของเสียง โดย เวลาที่เรานำวัตถุหรือตะโกนออกมา เสียงที่ได้ ยินจะไม่ได้หายไปทันที แต่ยังคงอยู่ใน ระบบประสาทการได้ยินนานประมาณ 1/10 วินาที ถ้าเสียงสะท้อนใช้เวลา เดินทางมากกว่า 1/10 วินาที เราจะได้ยิน เสียงนั้นซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เรียกว่า <b>เสียง สะท้อนกลับ (echo)</b>	1. นักเรียนสามารถอธิบายการได้ยิน เสียง และการสะท้อนกลับได้ 2. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับการได้ยินเสียง และการ สะท้อนกลับได้ 3. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับ ผู้อื่นและรับผิดชอบในงานที่ได้รับ มอบหมาย	1

ตาราง 5 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เสียง วิชา ว30101 วิทยาศาสตร์กายภาพสิริกส์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 (ต่อ)

วงรอบ ที่	คาบที่	ตัวชี้วัด	ชื่อแผน การเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	7	สังเกต และอธิบายการ เกิดเสียงสะท้อนกลับ บีตส์ ดอปเพลอร์ และ การสั่นพ้องของเสียง	การสั่นพ้องของ เสียง	เนื่องจากเสียงเกิดจากการสั่นของ แหล่งกำเนิด และการเคลื่อนที่ของเสียง เป็นการเคลื่อนที่แบบคลื่น ขณะที่เสียง เคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง อนุภาคของตัวกลาง จะสั่นด้วยความถี่เดียวกับความถี่ของ แหล่งกำเนิด ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ เรียกว่า การสั่นพ้องของเสียง เดิมมีการ เรียกการสั่นพ้องของเสียงว่า กำทอน หรือ อภินาท หรือเรโซแนนซ์	1. นักเรียนสามารถอธิบายการสั่น พ้องของเสียงได้ 2. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับการสั่นพ้องได้ 3. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับ ผู้อื่นและรับผิดชอบในงานที่ได้รับ มอบหมาย	2
2	8	แบบทดสอบความสามารถแก้ปัญหา	ทำยวงรอบที่ 2			2

ตาราง 5 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เสียง วิชา ว30101 วิทยาศาสตร์กายภาพ พิกัดสัณฐาน เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 (ต่อ)

วงรอบที่	คาบที่	ตัวชี้วัด	ชื่อแผน การเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	9	สังเกต และอธิบาย การเกิดเสียงสะท้อน กลับ บีตส์ ดอป เพลอร์ และการสั่น พ้องของเสียง	บีตส์ของเสียง	บีตส์ของเสียงเกิดจากการรวมกันของคลื่น เสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง 2 แหล่งที่มี ความถี่ต่างกันเล็กน้อยให้ได้ยินเสียงดังค่อย สลับกันไปเป็นจังหวะคงตัว โดยหูจะได้ยิน เสียงของการบีตส์ เมื่อเสียงทั้งสองมีความถี่ ต่างกันไม่เกิน 7 เฮิรตซ์ จำนวนครั้งที่ได้ยิน เสียงดังในหนึ่งวินาทีเรียกว่า <b>ความถี่บีตส์</b> (beat frequency ; $f_b$ ) เขียนแทนได้ด้วย สมการ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถอธิบายการเกิด บีตส์ของเสียงได้</li> <li>2. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับการเกิดบีตส์ของเสียงได้</li> <li>3. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับ ผู้อื่นและรับผิดชอบในงานที่ได้รับ มอบหมาย</li> </ol>	1

$$f_b = |f_1 - f_2|$$

ตาราง 5 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เสียง วิชา ว30101 วิทยาศาสตร์กายภาพ ฟิสิกส์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 (ต่อ)

วงรอบที่	คาบที่	ตัวชี้วัด	ชื่อแผนการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	10	สังเกต และอธิบาย การเกิดเสียงสะท้อนกลับ บีตส์ ดอปเพลอร์ และการสั่นพ้องของเสียง	ปรากฏการณ์ ดอปเพลอร์	ปรากฏการณ์ ดอปเพลอร์ (Doppler effect) ของเสียงเป็นปรากฏการณ์ที่ระดับเสียงหรือความถี่ของผู้ฟังได้ยินเสียงมีความถี่เปลี่ยนไปจากความถี่ของแหล่งกำเนิดเสียง ซึ่งเกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงหรือผู้ฟังเคลื่อนที่สัมพันธ์กัน	1. นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ได้ 2. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ได้ 3. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย	2
3	11				แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา ทำยวงรอบที่ 3	2

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสที่ได้สร้างขึ้น นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาสาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ และความเหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขจากคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา โดยมีการปรับกิจกรรมให้สอดคล้องกับขั้นตอนที่นิยามไว้ ปรับข้อความที่จะทำให้ให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์มากยิ่งขึ้น ใช้เหตุการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจเกิดความสนใจเกิดการเรียนรู้ให้มากยิ่งขึ้น และปรับปรุงเกณฑ์ในการวัดและประเมินผลในด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้ชัดเจนมากขึ้น นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาคุณภาพ ความเที่ยงตรงของเนื้อหา และแบบประเมินผลการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ดังนี้

1) ผศ.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน วุฒิศึกษา กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร)

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) อาจารย์ ดร.ฤทธิไกร ไชยงาม วุฒิศึกษา วท.ด. (ฟิสิกส์) ตำแหน่ง อาจารย์

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาฟิสิกส์

3) นางเยาวเรศ ปริวันตา วุฒิศึกษา ค.ม. (การวิจัยและประเมินผลการวิจัย)

ตำแหน่งครู ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา

4) นางดวงใจ บริบาลบรรพตเขตต์ ตำแหน่งครู ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโกสุม

วิทยาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอน ฟิสิกส์

5) นายโชติ วิชัยชาญสกุล ตำแหน่งครู ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอน

โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนในช่องที่ตรงความคิดเห็น ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 โดยนำค่าประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านที่ให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนนดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

และพิจารณาระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด 2545)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

กำหนดให้คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ซึ่งเมื่อนำผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาหาค่าเฉลี่ยได้เท่ากับ 4.80 ซึ่งแสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีความเหมาะสมมากที่สุด ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาหาค่าเฉลี่ยได้เท่ากับ 4.83 ซึ่งแสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีความเหมาะสมมากที่สุด และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มาหาค่าเฉลี่ยได้เท่ากับ 4.84 ซึ่งแสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีความเหมาะสมมากที่สุด ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับปรุงเรื่องการกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมให้มีความเหมาะสมมากขึ้น ตรวจสอบความถูกต้องของคำและแก้ไขคำที่พิมพ์ผิดให้ถูกต้อง แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์แล้วนำไปใช้ประกอบการสอนกับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งรายละเอียดการจัดการเรียนรู้เรื่อง เสียง แสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้กับชั่วโมงที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

แผนที่	เรื่อง	ชั่วโมง
1	การสะท้อนและการหักเหของเสียง	1
2	การเลี้ยวเบนและการรวมกันของเสียง	2
3	ความเข้มเสียง และระดับเสียง	1
4	ผลของความถี่ และระดับเสียงที่มีผลต่อการได้ยิน	2
5	การได้ยินเสียงและการสะท้อนกลับ	1
6	การสั่นพ้องของเสียง	2
7	บีตส์ของเสียง	1
8	ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์	2
รวม		12



2. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัย คือ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง เสียง มีลักษณะแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ รายละเอียดในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1) ศึกษานิยามของการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาจะให้คะแนนจากการเขียนทางวิทยาศาสตร์ที่มาจาก การแก้โจทย์ปัญหา

2) พิจารณาความตรงต่อเนื้อหาการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์กายภาพ วิชาฟิสิกส์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ( ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 )

3) สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบและกำหนดจำนวนข้อสอบ ดังตาราง 7

ตาราง 7 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบสำหรับเก็บข้อมูลในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ

วงจรปฏิบัติการที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	ใช้จริง
1	1. การสะท้อนและการหักเหของเสียง	1. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการสะท้อนและการหักเหของเสียงได้	2	1
	2. การเลี้ยวเบนและการรวมกันของเสียง	2. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการเลี้ยวเบนและการรวมกันของเสียงได้	2	1
	3. ความเข้มและระดับเสียง	3. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความเข้มเสียงและระดับเสียงได้	2	1
จำนวนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วงรอบปฏิบัติการที่ 1			6	3

ตาราง 7 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบสำหรับเก็บข้อมูลในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ (ต่อ)

วงจรปฏิบัติ การที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	ใช้จริง
2	1. ผลของความถี่ และระดับเสียงที่มีผลต่อการได้ยิน	1. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับผลของความถี่ และระดับเสียงที่มีผลต่อการได้ยินได้	2	1
	2. การได้ยินและการสะท้อนกลับ	2. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการได้ยินเสียง และการสะท้อนกลับได้	2	1
	3. การสั่นพ้องของเสียง	3. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการสั่นพ้องได้	2	1
จำนวนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วงรอบปฏิบัติการที่ 2			6	3
3	1. บีตส์	1. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการเกิดบีตส์ของเสียงได้	4	2
	2. ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์	2. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ได้	2	1
จำนวนแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วงรอบปฏิบัติการที่ 3			6	3

4) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง เสียง โดยสร้างแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ใช้จริงจำนวน 3 ข้อ ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ดังตาราง 8

ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

สิ่งที่ประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F – Find the problem type)	2	เมื่อสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งหมด
	1	เมื่อสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องเพียงบางส่วนและระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง
	0	เมื่อไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้หรือไม่เขียนตอบ
ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาในแผนภาพ (O – Organize the information in the problem using the diagram)	2	เมื่อจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา ซึ่งนำเสนอโดยใช้แผนภาพโครงสร้างได้ครบถ้วนถูกต้องสมบูรณ์
	1	เมื่อจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา ซึ่งนำเสนอโดยใช้แผนภาพโครงสร้างได้ไม่ครบถ้วนหรือได้บางส่วนเท่านั้น
	0	เมื่อไม่สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา ซึ่งนำเสนอโดยใช้แผนภาพโครงสร้างได้หรือไม่เขียนตอบ
ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา (P – Plan to solve the problem)	2	เมื่อระบุมุมการใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามข้อมูลของ โจทย์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน
	1	เมื่อระบุมุมการใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามข้อมูลของ โจทย์ได้ถูกต้องหรือได้บางส่วน
	0	เมื่อไม่สามารถระบุมุมการใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามข้อมูลของ โจทย์ได้หรือไม่เขียนตอบ

ตาราง 8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (ต่อ)

สิ่งที่ประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
ชั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S – Solve the problem)	2	เมื่อแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการในการคำนวณหาคำตอบได้ถูกต้องละเอียดชัดเจนและระบุหน่วยทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องสมบูรณ์
	1	เมื่อแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการในการคำนวณได้ถูกต้องแต่คำตอบผิด / แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้ กระบวนการในคำนวณได้แต่ขาดความละเอียด หาคำตอบได้ถูกและระบุหน่วยทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่ง
	0	เมื่อไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา ไม่สามารถแสดงกระบวนการในการคำนวณได้และไม่ได้คำตอบหรือไม่เขียนตอบ

5) นำแบบทดสอบและเกณฑ์ในการวัดประเมินผลที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง ความเหมาะสม และนำแบบทดสอบและเกณฑ์ในการวัดประเมินผลมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาดังนี้ เลือกโจทย์ปัญหาที่มีความเหมาะสม สามารถวัดความเข้าใจและกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนได้ ปรับปรุงเกณฑ์ในการตรวจสอบให้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย

6) นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุง พร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความเที่ยงตรง ความเหมาะสมของภาษา

1) ผศ.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน วุฒิศึกษา กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) อาจารย์ ดร.ฤทธิไกร ไชยงาม วุฒิศึกษา วท.ด. (ฟิสิกส์) ตำแหน่ง อาจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาฟิสิกส์

3) นางเยาวเรศ ปริวันตา วุฒิการศึกษา ค.ม. (การวิจัยและประเมินผลการวิจัย) ตำแหน่งครู ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา

4) นางดวงใจ บริบาลบรรพตเขตต์ ตำแหน่งครู ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอน พิสิกส์

5) นายโชติ วิชัยชาญสกุล ตำแหน่งครู ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอน

โดยใช้ค่าความสอดคล้อง (Index of item Objective Congruence : IOC) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 คือ แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

0 คือ ไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 คือ แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์

6) นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง (Index of item Objective Congruence: IOC) และคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 - 1.00 นำมาสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอีกหนึ่งฉบับที่จะใช้ทดลองจริง

7) นำแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง เสียง ฉบับที่ปรับปรุงแล้ว ซึ่งปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือตามที่คุณเชี่ยวชาญแนะนำ โดยการปรับปรุงความถูกต้องของภาษา ความถูกต้องของสัญลักษณ์ในโจทย์คำถามให้มีความเหมาะสมมากขึ้น ซึ่งมีคะแนนความสอดคล้อง (IOC) อยู่ที่ 0.80 – 1.00 จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

**3. เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการวิจัย** ซึ่งประกอบไปด้วย แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ดังต่อไปนี้

3.1 แบบสังเกตพฤติกรรม มีรายละเอียดในการสร้าง ดังนี้

1) ผู้วิจัยศึกษานิยามของการแก้โจทย์ปัญหา และทำการแยกประเด็นในการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนออกเป็นหัวข้อย่อย

2) ผู้วิจัยทำการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาตามนิยามและประเด็นที่วางแผนไว้

3) นำแบบสังเกตพฤติกรรมเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะและพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก อีกทั้งยังตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

4) ผู้วิจัยทำการแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาดังนี้ ให้แก้ไขข้อคำถามที่ใช้สังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนให้มีความชัดเจนเข้าใจง่ายต่อการทำการสังเกต และนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินค่าความสอดคล้อง (Index of item Objective Congruence, IOC) ระหว่างนิยามศัพท์เฉพาะกับประเด็นที่ต้องการวัด ซึ่งประกอบไปด้วย

1) ผศ.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน วุฒิการศึกษา กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) อาจารย์ ดร.ฤทธิไกร ไชยงาม วุฒิการศึกษา วท.ด. (ฟิสิกส์) ตำแหน่ง อาจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาฟิสิกส์

3) นางเยาวเรศ ปริวันตา วุฒิการศึกษา ค.ม. (การวิจัยและประเมินผลการวิจัย) ตำแหน่งครู ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา

4) นางดวงใจ บริบาลบรรพตเขตต์ ตำแหน่งครู ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนฟิสิกส์

5) นายโชติ วิชัยชาญสกุล ตำแหน่งครู ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอน

ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์

6) นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการโดยใช้สูตร IOC (Index of item objective congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) โดยถือเกณฑ์ความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 -1.00 ผลการพิจารณาพบว่าแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนมีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข

7) นำแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนมาปรับปรุงแล้ว จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้ในการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายในชั้นเรียนต่อไป

3.2 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นสำหรับเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลำดับต่อไป ซึ่งผู้วิจัยจะ

สัมภาษณ์กลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หลังจากทำการทดสอบท้ายวงรอบปฏิบัติการ โดยสัมภาษณ์นักเรียนที่มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหามีคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาค่ากว่าร้อยละ 70 โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

- 1) กำหนดขอบเขตในรายละเอียดการสัมภาษณ์
- 2) สร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนตามขอบเขตที่ได้ทำการกำหนดไว้
- 3) นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่สร้างขึ้นไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมขึ้นและพิจารณาความถูกต้องและเหมาะสมของข้อคำถามกับประเด็นที่วัด
- 4) นำแบบสัมภาษณ์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง

(Index of item Objective Congruence หรือ IOC) ระหว่างคำถามกับพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งประกอบไปด้วย

1) ผศ.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน วุฒิกการศึกษา กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) อาจารย์ ดร.ฤทธิไกร ไชยงาม วุฒิกการศึกษา วท.ด. (ฟิสิกส์) ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาฟิสิกส์

3) นางเยาวเรศ ปริวันตา วุฒิกการศึกษา ค.ม. (การวิจัยและประเมินผลการวิจัย) ตำแหน่งครู ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา

4) นางดวงใจ บริบาลบรรพตเขตต์ ตำแหน่งครู ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนฟิสิกส์

5) นายโชติ วิชัยชาญสกุล ตำแหน่งครู ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอน

ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์

6) นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการทราบโดยใช้สูตร IOC (Index of item objective congruence) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) โดยถือเกณฑ์ความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 - 1.00 ผลพิจารณาพบว่าแบบสัมภาษณ์นักเรียนมีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.80 - 1.00 ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข

7) ผู้วิจัยทำการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้สัมผัสภาษณ์กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายในชั้นเรียนต่อไป

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

รูปแบบการวิจัยในงานวิจัยชิ้นนี้ ในการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) มีด้วยกัน 4 ขั้นตอน (Kemmis and McTaggart, 1988) คือ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกต และขั้นสะท้อนผล และงานวิจัยชิ้นนี้มีวงรอบการปฏิบัติการ 3 วงรอบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### วงรอบที่ 1

##### ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Planning)

- 1) สัมภาษณ์ผู้บริหารโรงเรียน ถึงคะแนน O-NET ได้ความว่า ผลคะแนน O-NET ของโรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ จังหวัดมหาสารคาม ยังไม่เป็นที่น่าพอใจนัก เนื่องจากคะแนนค่อนข้างต่ำ
- 2) ปรึกษาครูพี่เลี้ยงและหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ถึงเนื้อหาและกลุ่มนักเรียนที่น่าจะเป็นเป้าหมายของการเกิดปัญหามากที่สุด คือพื้นฐานของนักเรียนที่มีมาตั้งแต่มัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มเป้าหมายเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นห้องเรียนเน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
- 3) เข้าสังเกตชั้นเรียน ในแง่ของบริบทชั้นเรียน และการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่านักเรียนมีการโต้ตอบกันในชั้นเรียน และกล้าที่จะตอบโต้กับครู มีปฏิสัมพันธ์กับครูตลอดเวลา แต่เมื่อเข้าวิชาเรียน นักเรียนบางคนยังตามครูสอนไม่ทัน จึงทำให้ไม่ค่อยเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงยังค่อนข้างต่ำ
- 4) นำเครื่องมือแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของอันยรัตน์ พลเยี่ยม (2560) ไปทดลองกับนักเรียนเพื่อหาปัญหาและยืนยันปัญหาที่แท้จริง
- 5) นำปัญหาในชั้นเรียนมาวิเคราะห์ และหาวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมต่อบริบทของชั้นเรียน และผู้วิจัยได้เลือกการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอพีไอพีเอสมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียน
- 6) ศึกษาจุดประสงค์ หลักสูตร กิจกรรม และเนื้อหาที่จะนำไปเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เสียง ในรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์กายภาพ วิชาฟิสิกส์ เล่ม 2 ซึ่งอยู่ในการจัดการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563
- 7) วางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ และจัดทำแผนการเรียนรู้อตามตารางวิเคราะห์หน่วยและต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และหลักสูตรที่ทางโรงเรียนตั้งไว้ ซึ่งแผนการเรียนรู้มีทั้งหมด 3 แผน ดังนี้



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การสะท้อนและการหักเหของเสียง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเลี้ยวเบนและการรวมกันของเสียง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความเข้มและระดับเสียง

8) นำแผนการเรียนรู้ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อรับคำแนะนำและแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้มีความสอดคล้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

9) แก้ไขแผนตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ และจัดทำแผนการเรียนรู้ฉบับจริง เพื่อนำไปใช้ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Action)

นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observation)

สังเกตชั้นเรียนและประเมินนักเรียนในกิจกรรมการแก้ปัญหา ทั้งการหาคำตอบ และการมีส่วนร่วมในการหาคำตอบ การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน และบันทึกผล

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflection)

1) นำเครื่องมือสะท้อนผล แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทำวงรอบที่ 1 จำนวน 3 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปวัดผลการจัดการเรียนรู้กับนักเรียน

2) ตรวจสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน พร้อมทั้งให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และข้อมูลที่ได้จากการสังเกต แบบสัมภาษณ์ มาอภิปราย วิเคราะห์หาปัญหา ที่ทำให้นักเรียนมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์เพื่อเป็นปัญหาที่จะนำไปสู่การวางแผนออกแบบการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 2 ต่อไปให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

**วงรอบที่ 2**

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Planning)

1) นำปัญหาที่เกิดจากขั้นสะท้อนผลในวงรอบที่ 1 มาเป็นปัญหาในการแก้ไขปัญหาวงรอบที่ 2

2) ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้จากวงรอบที่ 1 ด้วยการเพิ่มกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือทำ สืบค้นข้อมูล เก็บข้อมูลด้วยตัวเองมากขึ้นและปรับเวลาให้สอดคล้องกับกิจกรรม

3) วางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ และจัดทำแผนการเรียนรู้ตามตารางวิเคราะห์หน่วยและต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และหลักสูตรที่ทางโรงเรียนตั้งไว้ ซึ่งแผนการเรียนรู้มีทั้งหมด 3 แผน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ผลของความถี่ และระดับเสียงที่มีผลต่อการได้ยิน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การได้ยินเสียงและการสะท้อนกลับ

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การสั้นพ้องของเสียง

4) นำแผนการเรียนรู้ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อรับคำแนะนำและแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้มีความสอดคล้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

5) แก้ไขแผนตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ และจัดทำแผนการเรียนรู้ฉบับจริง เพื่อนำไปใช้ในขั้นต่อไป

#### ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Action)

นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย

#### ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observation)

สังเกตชั้นเรียน กิจกรรมการลงมือทำร่วมกัน และประเมินนักเรียนในกิจกรรมการแก้ปัญหา ทั้งการหาคำตอบ และการมีส่วนร่วมในการหาคำตอบ การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน และบันทึกผล

#### ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflection)

1) นำเครื่องมือสะท้อนผล แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทำยวงรอบที่ 2 จำนวน 3 ข้อ ไปวัดผลการจัดการเรียนรู้กับนักเรียน

2) ตรวจสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน พร้อมทั้งให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และข้อมูลที่ได้จากการสังเกต แบบสัมภาษณ์ มาอภิปราย วิเคราะห์หาปัญหา ที่ทำให้นักเรียนมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์เพื่อเป็นปัญหาที่จะนำไปสู่การวางแผนออกแบบการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 3 ต่อไปให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

### วงรอบที่ 3

#### ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Planning)

1) นำปัญหาที่เกิดจากขั้นสะท้อนผลในวงรอบที่ 2 มาเป็นปัญหาในการแก้ไขปัญหาวงรอบที่ 3

2) ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้จากวงรอบที่ 2 ด้วยการเพิ่มกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือทำ สืบค้นข้อมูล เก็บข้อมูลด้วยตัวเองมากขึ้นและปรับเวลาให้สอดคล้องกับกิจกรรม

3) วางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ และจัดทำแผนการเรียนรู้ตามตารางวิเคราะห์หน่วยและต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และหลักสูตรที่ทางโรงเรียนตั้งไว้ ซึ่งแผนการเรียนรู้มีทั้งหมด 2 แผน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ปีศาจของเสียง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์

4) นำแผนการเรียนรู้ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อรับคำแนะนำและแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้มีความสอดคล้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

5) แก้ไขแผนตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ และจัดทำแผนการเรียนรู้ฉบับจริง เพื่อนำไปใช้ในขั้นต่อไป

#### ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Action)

นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย

#### ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observation)

สังเกตชั้นเรียน กิจกรรมการลงมือทำร่วมกัน และประเมินนักเรียนในกิจกรรมการแก้ปัญหา ทั้งการหาคำตอบ และการมีส่วนร่วมในการหาคำตอบ การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน และบันทึกผล

#### ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflection)

1) นำเครื่องมือสะท้อนผล แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทำยวงรอบที่ 3 จำนวน 3 ข้อ ไปวัดผลการจัดการเรียนรู้กับนักเรียน

2) ตรวจสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน พร้อมทั้งให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และสรุปปัญหาที่เกิดขึ้น

3) นำผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส จากการสังเกต แบบสัมภาษณ์ และแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มาอภิปราย วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและผลการปฏิบัติจากขั้นตอนทั้งหมด 3 วงรอบปฏิบัติการ

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. **การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ** จะวิเคราะห์จากผลจากการใช้เครื่องมือในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส โดยประเมินจากคำตอบของนักเรียน แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน และแบบบันทึกหลังการสอนของครูในแต่ละคาบเรียน ว่ามีปัญหาในการเรียนรู้ของนักเรียนหรือไม่ ถ้ามีควรแก้ไขปัญหานั้นด้วยวิธีใด และปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนให้ดีขึ้นในแผนถัดไป มานำเสนอผลการวิเคราะห์เกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละวงรอบการวิจัย ดังนี้

- 1) ผลการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1
- 2) การปรับปรุงการเรียนการสอน
- 3) ผลการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2
- 4) การปรับปรุงการเรียนการสอน

## 5) ผลการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ จะวิเคราะห์จากผลจากการใช้เครื่องมือในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส โดยการนำข้อมูลมาจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มาหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำเสนอผลการวิเคราะห์โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ

## สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

## 1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1) การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร ดัชนีความสอดคล้อง IOC ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี 2549)

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้อง  
 $\sum R$  คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

## 2. สถิติพื้นฐาน

1) ร้อยละ (percentage) สามารถหาจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

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

เมื่อ P คือ ร้อยละ  
 f คือ ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ  
 n คือ จำนวนความถี่ทั้งหมด

2) ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) สามารถหาจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  คือ ค่าเฉลี่ย  
 $\sum x$  คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม  
 N คือ จำนวนคะแนนในกลุ่ม

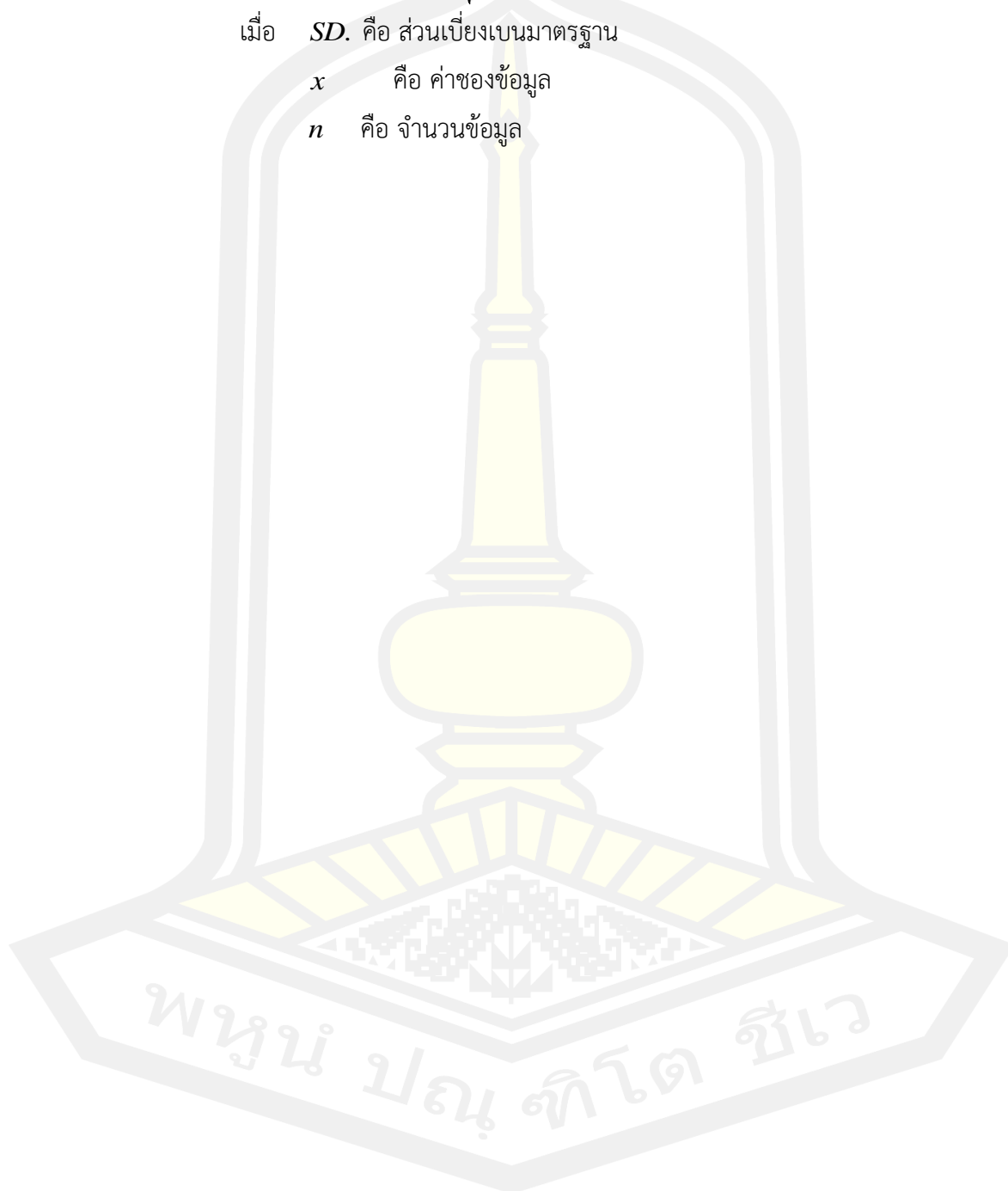
3) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.) สามารถหาจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

$$SD. = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n - (n-1)}}$$

เมื่อ  $SD.$  คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$x$  คือ ค่าของข้อมูล

$n$  คือ จำนวนข้อมูล



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส มีกลุ่มเป้าหมายจำนวน 24 คน โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสให้มีคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนโกสุมพิทยาศรรค์ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ได้ทำการเก็บข้อมูลทั้งหมด 4 ครั้ง คือ ก่อนเรียน 1 ครั้ง และในระหว่างเรียน 3 ครั้ง ซึ่งผู้วิจัยได้มีการแบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการจัดการเรียนรู้
2. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละวงรอบปฏิบัติการ

#### ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการจัดการเรียนรู้

ผลการทดสอบจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 จำนวนทั้งหมด 36 คน มีรายละเอียดดังตาราง 4

ซึ่งจากผลการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาก่อนจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่า มีนักเรียน 12 คนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนอีก 24 คน ได้คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนทั้งหมดเท่ากับ 17.81 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.85 โดยจากผลคะแนนในตาราง 4 ผลการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน 24 คนที่ได้คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 66.67 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้

#### ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละวงรอบปฏิบัติการ

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ได้ใน 3 วงรอบ ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

##### 1. วงรอบปฏิบัติการที่ 1

- 1) ผลคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนทำวงรอบปฏิบัติการที่ 1

การจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้จากวงรอบปฏิบัติการที่ 1 เป็นการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ประกอบไปด้วย 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การสะท้อนและการหักเหของเสียง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเลี้ยวเบนและการรวมกันของเสียง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความเข้มและระดับเสียง

หลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา จำนวน 3 ข้อ ผลคะแนนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 24 คน โดยผลคะแนนจะแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ผลการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนท้ายวงรอบปฏิบัติการที่ 1

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา				รวม 24 คะแนน	ร้อยละ	ผ่าน เกณฑ์ ร้อยละ 70
	การพิจารณารูปแบบ ของโจทย์ปัญหา (เต็ม 6 คะแนน)	การจัดข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงในแผนภาพ (เต็ม 6 คะแนน)	การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (เต็ม 6 คะแนน)	การแก้โจทย์ปัญหา (เต็ม 6 คะแนน)			
1	3	3	3	5	14	58.33	ไม่ผ่าน
3	4	4	4	6	18	75.00	ผ่าน
4	3	2	3	5	13	54.17	ไม่ผ่าน
5	3	4	3	6	16	66.67	ไม่ผ่าน
6	4	3	3	4	14	58.33	ไม่ผ่าน
7	4	3	3	6	16	66.67	ไม่ผ่าน
10	4	2	3	5	14	58.33	ไม่ผ่าน
11	4	2	3	5	14	58.33	ไม่ผ่าน
13	4	3	5	6	18	75.00	ผ่าน
15	2	2	4	4	12	50.00	ไม่ผ่าน

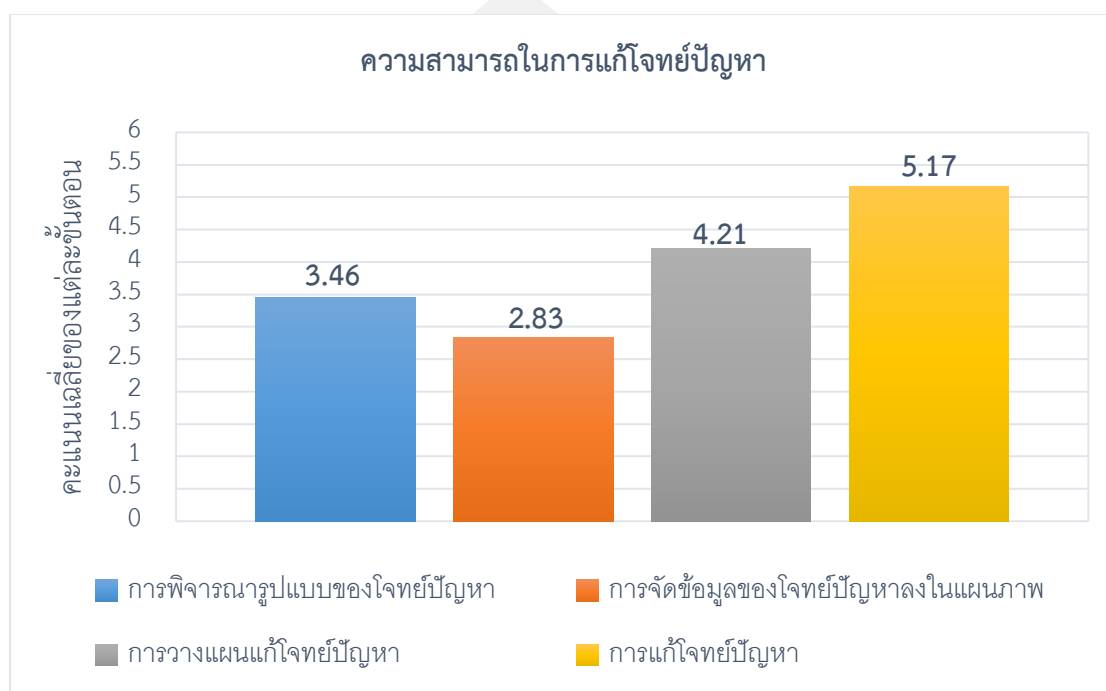
ตาราง 9 ผลการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนทำวงรอบปฏิบัติการที่ 1  
(ต่อ)

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา				รวม 24 คะแนน	ร้อยละ	ผ่าน เกณฑ์ ร้อยละ 70
	การพิจารณารูปแบบ ของโจทย์ปัญหา (เต็ม 6 คะแนน)	การจัดข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงในแผนภาพ (เต็ม 6 คะแนน)	การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (เต็ม 6 คะแนน)	การแก้โจทย์ปัญหา (เต็ม 6 คะแนน)			
16	4	2	4	5	15	62.50	ไม่ผ่าน
17	4	4	4	6	18	75.00	ผ่าน
18	4	4	6	6	20	83.33	ผ่าน
19	2	2	5	4	13	54.17	ไม่ผ่าน
20	4	2	6	6	18	75.00	ผ่าน
21	3	2	3	4	12	50.00	ไม่ผ่าน
23	4	4	6	6	20	83.33	ผ่าน
24	2	3	4	5	14	58.33	ไม่ผ่าน
25	3	3	4	4	14	58.33	ไม่ผ่าน
26	6	5	6	6	23	95.83	ผ่าน
29	3	1	6	5	15	62.50	ไม่ผ่าน
30	3	3	3	5	14	58.33	ไม่ผ่าน
31	3	2	5	5	15	62.50	ไม่ผ่าน
34	3	3	5	5	16	66.67	ไม่ผ่าน
เฉลี่ย	3.46	2.83	4.21	5.17	15.67	65.28	
SD	0.88	0.96	1.18	0.76	2.76		

จากตาราง 9 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนหลังจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 โดยมีกลุ่มเป้าหมาย 24 คน พบว่า มีนักเรียนจำนวน 7 คน ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของจำนวนเต็ม และมีนักเรียนจำนวน 17 คน ได้คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนทั้งหมดเท่ากับ 15.67 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบน



มาตรฐานเท่ากับ 2.76 เมื่อพิจารณาในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งหมด 4 ขั้นตอน แสดงในภาพ 2 ดังนี้



ภาพ 2 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 จากภาพ 2 แสดงคะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งหมด 4 ขั้นตอน พบว่า ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 5.17 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยอันดับสอง คือขั้นตอนการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา เท่ากับ 4.21 คะแนน ซึ่งพบว่านักเรียนบอกสมการในการแก้โจทย์ปัญหาและเขียนขั้นตอนการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาได้ไม่ครบถ้วน แต่เมื่อดำเนินการตามแผนในขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาสามารถหาคำตอบได้ เนื่องจากนักเรียนมีการวางแผนและดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาไปพร้อมกัน แต่ไม่ได้เขียนเพิ่มลงในขั้นตอนการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา จึงส่งผลให้คะแนนขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่าขั้นตอนการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา และขั้นตอนการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหามีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 3.46 คะแนน โดยนักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบจากสถานการณ์ได้ แต่ยังพบว่านักเรียนบางคนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ แต่ไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ครบถ้วน เนื่องจากยังไม่สังเกตเห็นความสำคัญของข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ ส่วนขั้นตอนการจัดข้อมูลของปัญหาลงในแผนภาพมีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 2.83 คะแนน ซึ่งพบว่านักเรียนยังเกิดความสับสนในการเริ่มเขียน

การจัดข้อมูลของปัญหาลงในแผนภาพ เนื่องจากนักเรียนไม่เคยกับการได้รับการจัดการเรียนรู้ที่มีการเน้นการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพเป็นผลทำให้คะแนนในขั้นนี้ต่ำที่สุด

## 2) ผลการสังเกตพฤติกรรมการแสดงถึงการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมการแสดงออกถึงการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม การสังเกตตั้งแต่พฤติกรรมการสืบค้น การบันทึกข้อมูล การคำนวณ การพิจารณารูปแบบโจทย์ปัญหา การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา การแก้โจทย์ปัญหา หรือเป็นการสอบถามในการวางแผนเพื่อหาคำตอบ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคนในคาบเรียนสุดท้ายของวงรอบปฏิบัติการที่ 1 โดยพบว่าผลที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่วัดจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีความสอดคล้องกับคะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรม ดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลจากการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา				รวม 8 คะแนน
	การพิจารณารูปแบบ ของโจทย์ปัญหา (เต็ม 2 คะแนน)	การจัดข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงในแผนภาพ (เต็ม 2 คะแนน)	การวางแผนแก้โจทย์ ปัญหา (เต็ม 2 คะแนน)	การแก้โจทย์ปัญหา (เต็ม 2 คะแนน)	
1	1	1	1	2	5
*3	1	1	2	2	6
4	1	0	1	2	4
5	1	1	1	2	5
6	1	1	1	1	4
7	1	1	1	2	5
10	1	1	1	2	5

ตาราง 10 ผลจากการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 (ต่อ)

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา				รวม 8 คะแนน
	การพิจารณารูปแบบ ของโจทย์ปัญหา (เต็ม 2 คะแนน)	การจัดข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงในแผนภาพ (เต็ม 2 คะแนน)	การวางแผนแก้โจทย์ ปัญหา (เต็ม 2 คะแนน)	การแก้โจทย์ปัญหา (เต็ม 2 คะแนน)	
11	1	1	1	2	5
*13	1	1	2	2	6
15	1	1	1	1	4
16	0	0	2	2	4
*17	1	2	1	2	6
*18	1	1	2	2	6
19	1	1	2	1	5
*20	1	1	2	2	6
21	1	0	1	1	3
*23	1	1	2	2	6
24	0	1	1	2	4
25	1	1	1	1	4
*26	2	1	2	2	7
29	1	0	2	2	5
30	1	1	1	2	5
31	1	1	1	2	5
34	1	1	1	2	6

\*นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ซึ่งจากผลการวิเคราะห์แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย พบว่าพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายแต่ละคนมีคะแนนดังตาราง 10 มีพฤติกรรมที่แบ่งออกเป็น 4

ประเด็นตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสรุปพฤติกรรมของนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาค่ากว่าร้อยละ 70 เป็นรายบุคคลดังนี้เป็นรายด้าน โดยมีรายละเอียดดังนี้

นักเรียนคนที่ 1 พบว่า นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคำตอบได้ แต่ยังไม่สามารถจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์โดยใช้แผนภาพได้อย่างชัดเจน มีการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาบอกสมการการแก้โจทย์ปัญหาบอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน และแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

นักเรียนคนที่ 4 พบว่า นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ แต่ไม่สามารถจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้แผนภาพได้ มีการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาบอกสมการการแก้โจทย์ปัญหาบอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน และแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

นักเรียนคนที่ 5 พบว่า นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้แต่สับสนประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ในการจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดซึ่งนำเสนอโดยใช้แผนภาพยังไม่ชัดเจน การวางแผนแก้โจทย์ปัญหาบอกสมการการแก้โจทย์ปัญหาได้แต่ในขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน และแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ยังไม่ละเอียดครบถ้วนแต่ได้คำตอบที่ถูกต้อง

นักเรียนคนที่ 6 พบว่า นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ไม่ครบถ้วนแต่บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ชัดเจน การจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดซึ่งนำเสนอโดยใช้แผนภาพยังไม่ชัดเจน การวางแผนแก้โจทย์ปัญหาสามารถบอกสมการที่ใช้ในการคำนวณได้แต่ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหายังบอกได้ไม่ชัดเจน แสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้บางส่วนหาคำตอบได้ถูกต้องแต่ขาดการระบุหน่วยของคำตอบ

นักเรียนคนที่ 7 พบว่า นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้แต่บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ยังไม่ชัดเจน การจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดซึ่งนำเสนอโดยใช้แผนภาพยังไม่ชัดเจนแต่สามารถบอกข้อมูลในการเขียนแผนภาพในขั้นต้นได้ เลือกใช้สมการที่จะนำมาคำนวณได้แต่บอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ไม่ค่อยชัดเจน และแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาได้บางส่วนแต่ได้คำตอบที่ถูกต้อง

นักเรียนคนที่ 10 พบว่า นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้และบอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ยังไม่ชัดเจน สามารถแสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลในขั้นเริ่มต้นได้แต่ยังขาดการเขียนแผนภาพจากสถานการณ์ที่ชัดเจน เลือกใช้สมการมาคำนวณได้แต่บอกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหายังไม่ชัดเจนและแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้บางส่วนแต่หาคำตอบได้ถูก

นักเรียนคนที่ 11 พบว่า นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ไม่ครบถ้วนบอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ไม่ชัดเจน การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพสามารถบอกข้อมูลขั้นเริ่มต้นได้แต่ยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลในสิ่งที่โจทย์กำหนดมาทำให้ในการนำข้อมูลในแผนภาพหาสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคำตอบ เลือกใช้สมการในการคำนวณหาคำตอบได้แต่บอกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหายังไม่ชัดเจน แสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้บางส่วนซึ่งจากการคำนวณได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องและยังขาดการระบุหน่วยของคำตอบ

นักเรียนคนที่ 15 พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจโจทย์ปัญหาบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ครบถ้วนบอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ได้ ไม่สามารถเริ่มเขียนแผนภาพในขั้นต้นได้จึงไม่สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพได้ เลือกใช้สมการในการคำนวณหาคำตอบได้แต่บอกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหายังไม่ชัดเจน และแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้บางส่วน

นักเรียนคนที่ 16 พบว่า นักเรียนไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ครบถ้วนแต่บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ ไม่สามารถเริ่มเขียนแผนภาพในขั้นต้นได้จึงทำให้จัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพไม่ได้ แต่สามารถเลือกใช้สมการในการคำนวณหาคำตอบได้บอกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหายังไม่ชัดเจน และแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้บางส่วน

นักเรียนคนที่ 19 พบว่า นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ชัดเจน ยังไม่สามารถจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์โดยใช้แผนภาพได้อย่างชัดเจน ในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาเลือกใช้สมการการแก้โจทย์ปัญหาได้แต่บอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ยังไม่ชัดเจน แสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้บางส่วนคิดคำนวณหาคำตอบยังสับสนการย้ายข้างสมการของตัวเองแปรเพื่อหาคำตอบ

นักเรียนคนที่ 21 พบว่า นักเรียนยังไม่เข้าใจสถานการณ์ในโจทย์ปัญหาบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ครบถ้วนและประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ได้ ไม่สามารถเริ่มเขียนแผนภาพในขั้นต้นได้จึงทำให้จัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพไม่ได้ เลือกใช้สมการการแก้โจทย์ปัญหา

ได้แต่การแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนยังไม่ครบถ้วน ยังขาดทักษะการคิดคำนวณ ส่งผลให้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้คำตอบที่ผิด

นักเรียนคนที่ 24 พบว่า นักเรียนยังไม่เข้าใจสถานการณ์ในโจทย์ปัญหาซึ่งบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ครบถ้วนและประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ได้ ไม่สามารถเริ่มเขียนแผนภาพในขั้นต้นได้จึงทำให้จัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพไม่ได้ สามารถเลือกใช้สมการในการคำนวณหาคำตอบได้บอกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหายังไม่ชัดเจน และแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้บางส่วน

นักเรียนคนที่ 25 พบว่า นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ครบถ้วนแต่บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ชัดเจน สามารถแสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลในขั้นเริ่มต้นได้แต่ยังขาดการเขียนแผนภาพจากสถานการณ์ที่ชัดเจน สามารถเลือกใช้สมการในการคำนวณหาคำตอบได้บอกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหายังไม่ชัดเจน และแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้บางส่วน

นักเรียนคนที่ 29 พบว่า นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้แต่บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ชัดเจน ไม่สามารถเริ่มเขียนแผนภาพในขั้นต้นได้จึงทำให้จัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพไม่ได้ สามารถเลือกใช้สมการในการคำนวณหาคำตอบได้แต่บอกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหายังไม่ชัดเจน และแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้บางส่วน

นักเรียนคนที่ 30 พบว่า นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกและบอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ชัดเจนแต่ไม่สามารถเริ่มเขียนแผนภาพในขั้นต้นได้จึงทำให้จัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพไม่ได้ สามารถเลือกใช้สมการในการคำนวณหาคำตอบได้แต่บอกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหายังไม่ชัดเจน และแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้บางส่วน

นักเรียนคนที่ 31 พบว่า นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องสมบูรณ์แต่บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ชัดเจน การจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดซึ่งนำเสนอโดยใช้แผนภาพยังไม่ชัดเจน การวางแผนแก้โจทย์ปัญหาสามารถบอกสมการที่ใช้ในการคำนวณได้แต่แสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้บางส่วนและหาคำตอบได้ถูก

นักเรียนคนที่ 34 พบว่า นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องสมบูรณ์แต่บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ชัดเจน สามารถแสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลในขั้นเริ่มต้น

ได้แต่ยังขาดการเขียนแผนภาพจากสถานการณ์ที่ชัดเจน การวางแผนแก้โจทย์ปัญหาสามารถบอกสมการที่ใช้ในการคำนวณได้แต่แสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้บางส่วนและหาคำตอบได้ถูก

จากผลการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยภาพรวม จะเห็นว่ามึนักเรียนจำนวน 21 คน มีปัญหาในการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหาบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ครบถ้วน และสามารถแสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลในชั้นเริ่มต้นได้แต่ยังขาดการเขียนแผนภาพจากสถานการณ์ที่ชัดเจน และเลือกใช้สมการมาคำนวณได้แต่บอกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหายังไม่ชัดเจนแต่แสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้บางส่วนแต่หาคำตอบได้ นอกจากนี้มีนักเรียนจำนวน 4 คน ที่มีปัญหาไม่สามารถเริ่มเขียนแผนภาพในชั้นต้นได้จึงทำให้จัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพไม่ได้ โดยภาพรวมจากการสังเกตจึงพบว่านักเรียนมีพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการมีปัญหारेื่องความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ประกอบกับแบบสังเกตพฤติกรรม ผู้วิจัยพบว่ามึนักเรียนอยู่จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 47.22 ของนักเรียนทั้งหมด ที่มีคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหายังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผู้วิจัยจึงได้สอบถามนักเรียนด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อทราบถึงหลักการคิด ปัญหาที่ยังเหลืออยู่และหาแนวทางแก้ไขต่อไป

### 3) ผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ของนักเรียนจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีเอพีไอเอส ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยที่ผู้วิจัยได้ถอดคำพูดของนักเรียนแต่ละคนอย่างละเอียดและแยกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยเพื่อนำปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นมาปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ผลที่ได้แสดงดังนี้

3.1 ด้านวิธีการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนกระตือรือร้นในการเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองผ่านสื่อ นักเรียนไม่กล้าแสดงออกในการนำเสนอความคิดของตนเอง และนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับรูปแบบการเรียนที่มีหลายขั้นตอน เนื่องจากยังไม่เคยแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีนี้มาก่อนและเคยชินกับการแก้โจทย์ปัญหาแบบเดิม โดยจะเห็นจากตัวอย่างคำตอบของนักเรียนดังนี้

“...มีขั้นตอนการเรียนรู้เยอะกว่าปกติที่เคยเรียน เลยยังไม่ชินกับการเรียนในห้องแบบนี้  
...”

(นักเรียนที่ 1 , วันที่ 10 มีนาคม 2564 : การสัมภาษณ์)

“...ไม่ชอบเวลาครูให้ออกไปนำเสนอหน้าชั้น เพราะรู้สึกอายที่ต้องออกไปยืนหน้าชั้น  
คนเดียว...”

(นักเรียนที่ 4 , วันที่ 10 มีนาคม 2564 : การสัมภาษณ์)

“...ไม่กล้าอธิบายข้อสรุปหรือผลการทดลองตามความเข้าใจตนเองให้เพื่อนฟังกลัวว่า  
จะสรุปความรู้อผิด เพราะไม่รู้จะเริ่มยังไงจากตรงไหน...”

(นักเรียนที่ 5 , วันที่ 10 มีนาคม 2564 : การสัมภาษณ์)

3.2 ด้านการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนให้ความสนใจกับกิจกรรม  
การเรียนการสอน มีความตื่นตัวในการทำกิจกรรมตลอดทั้งคาบ แต่ระยะเวลาในการทำกิจกรรม  
อาจจะไม่เพียงพอเนื่องจากเกิดจากการที่นักเรียนยังไม่คล่องแคล่วในการวางแผนในการทำกิจกรรม  
นักเรียนส่วนใหญ่จะเสียเวลาในการเลือกอุปกรณ์และยังไม่กล้าที่จะจับอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม

“...ชอบกิจกรรมการทดลอง และอยากให้มีการทดลองทุกคาบ เพราะทำให้สนุก ไม่  
ง่วง และทำให้เข้าใจเนื้อหา มองเห็นภาพในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้นด้วย แต่ไม่ชอบการนำเสนอเพราะ  
อายเพื่อน...”

(นักเรียนที่ 7 , วันที่ 10 มีนาคม 2564 : การสัมภาษณ์)

“...อยากให้ครูเพิ่มเวลาในการทำการทดลองเพราะรู้สึกกดดันตอนที่ครูเร่งเวลา และไม่  
อยากออกไปนำเสนอเพราะกลัวนำเสนอผิด...”

(นักเรียนที่ 25 , วันที่ 10 มีนาคม 2564 : การสัมภาษณ์)

3.3 นักเรียนคิดเห็นอย่างไรกับกลวิธีเอฟโอพีเอส (FOPS Strategy) พบว่า นักเรียน  
ไม่คุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาที่มีหลายขั้นตอน ซึ่งกลวิธีที่ครูได้กำหนดให้จะมีขั้นตอนที่เยอะกว่า  
ปกติที่เคยเรียน ปกตินักเรียนจะคุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาที่เมื่อรู้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ เลือก  
สมการหรือสูตรที่จะใช้ในการคำนวณแล้วแสดงวิธีการหาคำตอบ

1. ขั้นการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์  
กำหนดให้ได้ เนื่องจากนักเรียนยังไม่ตระหนักถึงความสำคัญในข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้

“...ไม่รู้จะเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ทำไม ในเมื่อในโจทย์ก็บอกมาอยู่แล้ว บางที  
เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ครบ เพราะคิดว่าข้อมูลบางตัวไม่ได้ใช้”

(นักเรียนที่ 11 , วันที่ 10 มีนาคม 2564 : การสัมภาษณ์)



2. ขั้นการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ พบว่า นักเรียนไม่สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา โดยนำเสนอข้อมูลซึ่งใช้แผนภาพได้ เนื่องจากนักเรียนเกิดความสับสนไม่สามารถแสดงกระบวนการในการเขียนแผนภาพในขั้นต้น

“...ไม่รู้จะเริ่มต้นวาดแผนภาพ จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มายังไง”

(นักเรียนที่ 24 ,วันที่ 10 มีนาคม 2564 : การสัมภาษณ์)

3. ขั้นการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนไม่สามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาเนื่องจากระยะเวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอ คิดไม่รอบคอบเมื่อนำความรู้ สูตร หรือแนวคิดหลักมาประยุกต์เพื่อวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา

“...ในโจทย์ปัญหาที่มีการแก้แบบหลายขั้นตอนเป็นสิ่งยาก จึงอยากให้ครูให้เวลาเพิ่ม...”

(นักเรียนที่ 15 ,วันที่ 10 มีนาคม 2564 : การสัมภาษณ์)

4. ขั้นการแก้โจทย์ปัญหา พบว่านักเรียนยังขาดทักษะการคิดคำนวณ เช่น การแก้สมการตัวแปรเดียว การหารเลข ส่งผลให้ในขั้นการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อหาคำตอบไม่ถูกต้อง

“...เวลาหาคำตอบแล้วผิด เพราะสับสนการแก้สมการ และหารเลขยังผิด โดยเฉพาะการเปลี่ยนหน่วยของคำตอบที่ไม่เคยตอบถูกต้องตามที่โจทย์ต้องการ ...”

(นักเรียนที่ 31 ,วันที่ 10 มีนาคม 2564 : การสัมภาษณ์)

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบสัมภาษณ์นักเรียนประกอบกัน สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนการสอนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ได้ว่านักเรียนจำนวน 17 คน ยังมีปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหา โดยจะนำไปเป็นปัญหาในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 2

ผู้วิจัยจึงสรุปปัญหาและหาแนวทางเพื่อแก้ไขและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ต่อไป ได้ผลแสดงดังตาราง 11

ตาราง 11 ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหาในวงรอบปฏิบัติการที่ 2

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
1. นักเรียนสับสนกับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส 4 ขั้นตอน	1. ครูจะอธิบายขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นตอนอีกครั้ง พร้อมทั้งลงรายละเอียดว่าแต่ละขั้นนักเรียนจะต้องทำอะไรบ้าง และให้ลองทำไปพร้อม ๆ กันในแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา
2. นักเรียนไม่สามารถพิจารณารูปแบบของโจทย์ ไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ทั้งหมด เนื่องจากการที่นักเรียนยังไม่เห็นความสำคัญของข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้	2. สร้างความตระหนักให้นักเรียนต่อความสำคัญของข้อมูลหรือสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดให้ โดยครูผู้สอนทำการอธิบายให้นักเรียนทราบถึงความสำคัญ ถ้าเลือกใช้ข้อมูลที่ถูกต้องจะสามารถทำให้ไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
3. นักเรียนไม่สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาซึ่งนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภาพรูปภาพ เส้น หรือสัญลักษณ์ได้ เนื่องจากนักเรียนยังไม่สามารถแสดงกระบวนการในการเขียนแผนภาพในขั้นต้นได้	3. ครูยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหา ครูจะสาธิตและอธิบายวิธีการเขียนแผนภาพขั้นต้น การวางแผนโดยใช้แผนภาพ เพื่อให้นักเรียนทราบถึงภาพรวมของการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาโดยใช้แผนภาพ รูป เส้น หรือสัญลักษณ์
4. นักเรียนไม่สามารถวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้ เนื่องจากระยะเวลาในการทำกิจกรรมไม่เพียงพอในขั้นนี้ ทำให้เกิดการคิดไม่รอบคอบเมื่อนำความรู้ สูตร หรือแนวคิดหลักมาประยุกต์เพื่อวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา	4. ครูเพิ่มเวลาในขั้นการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ให้นักเรียนมีเวลาคิด ทำความเข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น และในการยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหา ครูอธิบายการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาเมื่อนำความรู้ สูตรมาประยุกต์ใช้เพื่อให้นักเรียนทราบถึงภาพรวมทั้งหมดของขั้นตอนในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา
5. นักเรียนยังขาดทักษะการคิดคำนวณ ส่งผลให้ในขั้นการแก้โจทย์ปัญหา เมื่อคำนวณหาคำตอบ จึงได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง	5. สอนซ่อมเสริมนักเรียน เพื่อฝึกทักษะการคำนวณในเรื่องการแก้สมการ
6. เวลาไม่เพียงพอในการทำกิจกรรม	6. ครูผู้สอนต้องปรับกิจกรรมให้กระชับมากขึ้นกว่าเดิม และเลือกหัวข้อในการทำกิจกรรมที่มีความใกล้เคียงกับตัวนักเรียนมากขึ้น

ตาราง 11 ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหาในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 (ต่อ)

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
7. เมื่อมีการอธิบายการแก้โจทย์ปัญหา ครูผู้สอนพูดเร็ว ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนในการแก้โจทย์ปัญหา	7.ครูพูดให้ช้าลง แจ้งกับนักเรียนว่า ถ้าครูพูดเร็วให้นักเรียนแจ้งทันที เพิ่มเวลาให้นักเรียนได้คิดและอธิบายซ้ำอีกครั้ง
8. นักเรียนไม่กล้าแสดงออกในการนำเสนอความคิดของตนเอง	8. สมาชิกทุกคนภายในกลุ่มนำเสนอแนวคิดร่วมกันหน้าชั้นเรียน
9. นักเรียนส่วนน้อยไม่ช่วยเพื่อนทำงาน ในขณะที่มีกิจกรรมกลุ่ม	9.ครูผู้สอนให้คะแนนรายคน โดยที่ครูถือแบบสังเกตพฤติกรรมและบอกนักเรียนว่า จะมีคะแนนพฤติกรรมด้วย ดังนั้นนักเรียนต้องช่วยเพื่อนทำงาน

## 2. วงรอบปฏิบัติการที่ 2

### 1) ผลคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาท้ายวงรอบปฏิบัติการที่ 2

เมื่อทำการการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยทำการปรับปรุงกิจกรรมตามการวางแผนการแก้ปัญหาจากวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ผลของความถี่ และระดับเสียงที่มีผลต่อการได้ยิน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การได้ยินเสียงและการสะท้อนกลับ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การสั่นพ้องของเสียง

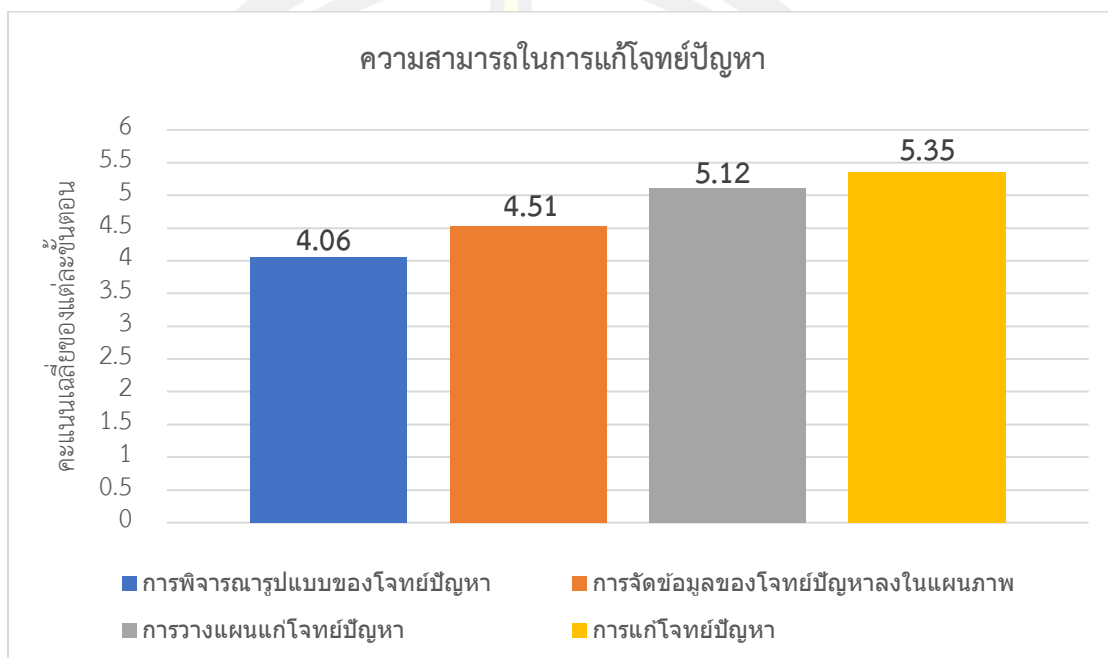
หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหารายบุคคลโดยใช้แบบทดสอบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 24 คะแนน ผลที่ได้แสดงดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนทำยวงรอบปฏิบัติการที่ 2

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา				รวม 24 คะแนน	ร้อยละ	ผ่าน เกณฑ์ ร้อยละ 70
	การพิจารณารูปแบบของ โจทย์ปัญหา (เต็ม 6 คะแนน)	การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา ลงในแผนภาพ (เต็ม 6 คะแนน)	การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (เต็ม 6 คะแนน)	การแก้โจทย์ปัญหา (เต็ม 6 คะแนน)			
1	4	6	6	6	22	91.67	ผ่าน
4	3	4	5	6	18	75.00	ผ่าน
5	5	6	6	6	23	95.83	ผ่าน
6	3	4	4	2	13	54.17	ไม่ผ่าน
7	5	5	5	6	21	87.50	ผ่าน
10	3	1	6	6	16	66.67	ไม่ผ่าน
11	5	5	5	6	21	87.50	ผ่าน
15	4	6	5	6	21	87.50	ผ่าน
16	4	3	5	6	18	75.00	ผ่าน
19	3	5	3	1	12	50.00	ไม่ผ่าน
21	3	5	6	6	20	83.33	ผ่าน
24	3	6	5	6	20	83.33	ผ่าน
25	6	5	6	6	23	95.83	ผ่าน
29	4	2	5	5	16	66.67	ไม่ผ่าน
30	3	2	5	5	15	62.50	ไม่ผ่าน
31	6	6	5	6	23	95.83	ผ่าน
34	5	6	5	6	22	91.67	ผ่าน
เฉลี่ย	4.06	4.51	5.12	5.35	19.06	79.41	
SD	1.09	1.62	0.78	1.50	3.54		

จากตาราง 12 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 โดยกลุ่มเป้าหมาย 17 คน พบว่า มีนักเรียนจำนวน 12

คน ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีนักเรียนจำนวน 5 คน ได้คะแนนไม่ถึงเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนทั้งหมดเท่ากับ 19.06 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.54 เมื่อพิจารณาในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งหมด 4 ขั้นตอน แสดงในภาพ 3 ดังนี้



ภาพ 3 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จากภาพ 3 แสดงคะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งหมด 4 ขั้นตอน พบว่า ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยที่สูงที่สุด เท่ากับ 5.35 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยอันดับสอง คือ ขั้นตอนการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา เท่ากับ 5.12 คะแนน ขั้นตอนการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.51 คะแนน ส่วนขั้นตอนการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 4.06 คะแนน ซึ่งจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ขั้นตอนการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพนั้นนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยที่ต่ำ ผู้วิจัยจึงนำปัญหาที่เกิดขึ้นนี้มาสะท้อนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำการสาธิตและอธิบายการเริ่มเขียนแผนภาพจนถึงการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพจากสถานการณ์ของโจทย์เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์กันกับโจทย์ และอธิบายในส่วนที่นักเรียนเกิดความสับสนของการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพให้นักเรียนทราบถึงการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาโดยใช้แผนภาพ รูป เส้น หรือสัญลักษณ์ เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพเพิ่มขึ้น จึงทำให้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนในขั้นตอนการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพที่เพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนสามารถแก้

โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้นตามลำดับและโดยภาพรวมแล้วพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังจากจบวงรอบปฏิบัติการที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม 15.67 เป็น 19.06 คะแนน

## 2) ผลการสังเกตพฤติกรรมการแสดงถึงการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมการแสดงออกถึงการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม การสังเกตตั้งแต่พฤติกรรมการสืบค้น การบันทึกข้อมูล การคำนวณ การพิจารณารูปแบบโจทย์ปัญหา การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา การแก้โจทย์ปัญหา หรือเป็นการสอบถามในการวางแผนเพื่อหาคำตอบ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคนในคาบเรียนสุดท้ายของวงรอบปฏิบัติการที่ 2 โดยพบว่าผลที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่วัดจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีความสอดคล้องกับคะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรม ดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา				รวม 8 คะแนน
	การพิจารณารูปแบบของ โจทย์ปัญหา (เต็ม 2 คะแนน)	การจัดข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงในแผนภาพ (เต็ม 2 คะแนน)	การวางแผนแก้โจทย์ ปัญหา (เต็ม 2 คะแนน)	การแก้โจทย์ปัญหา (เต็ม 2 คะแนน)	
*1	1	2	2	2	7
*4	1	1	2	2	6
*5	2	2	1	2	7
6	1	1	1	0	3
*7	2	2	1	2	7
10	1	1	2	1	5

ตาราง 13 ผลการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนระหว่างกาจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 (ต่อ)

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา				รวม 8 คะแนน
	การพิจารณารูปแบบของ โจทย์ปัญหา (เต็ม 2 คะแนน)	การจัดข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงในแผนภาพ (เต็ม 2 คะแนน)	การวางแผนแก้โจทย์ ปัญหา (เต็ม 2 คะแนน)	การแก้โจทย์ปัญหา (เต็ม 2 คะแนน)	
*11	2	2	1	2	7
*15	1	2	1	2	6
*16	1	1	2	2	6
19	1	2	1	0	4
*21	1	2	2	2	7
*24	1	2	1	2	6
*25	2	1	2	2	7
29	1	1	1	1	4
30	1	1	1	2	5
*31	2	2	1	2	7
*34	2	2	1	2	7

\*นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ซึ่งจากผลการวิเคราะห์แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย พบว่านักเรียนแต่ละคนมีคะแนนดังตาราง 13 นักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามากขึ้นตามลำดับ มีพฤติกรรมที่แบ่งออกเป็น 4 ประเด็นตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสรุปพฤติกรรมของนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาลดกว่าร้อยละ 70 เป็นรายบุคคลดังนี้

นักเรียนคนที่ 6 พบว่า นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและบอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องทราบได้ สามารถแสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลในขั้นเริ่มต้นได้แต่ยังเขียนแผนภาพจาก

สถานการณ์ไม่ชัดเจน การวางแผนแก้โจทย์ปัญหาสามารถบอกสมการที่ใช้ในการคำนวณได้แต่ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหายังบอกได้ไม่ชัดเจน จึงทำให้ไม่สามารถแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนและไม่ได้คำตอบ

นักเรียนคนที่ 10 พบว่า นักเรียนสามารถบอกประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องและสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคำตอบได้ชัดเจนมากขึ้น สามารถแสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลลงในแผนภาพในขั้นเริ่มต้นได้และเขียนแผนภาพได้ดีขึ้น การวางแผนแก้โจทย์ปัญหาสามารถบอกสมการที่ใช้ในการคำนวณได้บอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาโดยมีหลักการที่ชัดเจน และสามารถแสดงกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนแก้โจทย์ปัญหาได้บางส่วน นำข้อมูลมาแทนค่าในสูตรสมการยังไม่ชัดเจนแต่ได้คำตอบ

นักเรียนคนที่ 19 นักเรียนสามารถบอกประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องและสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคำตอบได้ชัดเจนมากขึ้น สามารถแสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลลงในแผนภาพในขั้นเริ่มต้นได้และเขียนแผนภาพได้ดีขึ้น ในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาเลือกใช้สมการการแก้โจทย์ปัญหาได้แต่บอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาไม่สอดคล้องกับสมการที่เลือกใช้ทำให้แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนไม่ชัดเจนและคิดคำนวณหาคำตอบได้คำตอบที่ผิด

นักเรียนคนที่ 29 พบว่า นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องแต่บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบยังไม่ชัดเจน สามารถแสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลลงในแผนภาพในขั้นเริ่มต้นได้และเขียนแผนภาพได้ดีขึ้น สามารถเลือกใช้สมการในการคำนวณหาคำตอบได้บอกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้ และแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้บางส่วนและได้คำตอบที่ถูกต้อง

นักเรียนคนที่ 30 พบว่า นักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้และบอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ชัดเจน สามารถแสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลลงในแผนภาพในขั้นเริ่มต้นได้และเขียนแผนภาพได้ดีขึ้น ในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาเลือกใช้สมการการแก้โจทย์ปัญหาได้แต่บอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหายังไม่ชัดเจน และแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้บางส่วนและได้คำตอบที่ถูกต้อง

จากผลการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยภาพรวม จะเห็นว่านักเรียนสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้แต่บอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการ



ทราบได้ยังไม่ชัดเจน และมีนักเรียนจำนวน 7 คนที่สามารถแสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลลงในแผนภาพในขั้นเริ่มต้นได้แต่เขียนแผนภาพได้ไม่ชัดเจน นอกจากนี้ยังมีนักเรียน 2 คนที่มีปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งแสดงกระบวนการตามขั้นตอนที่ได้วางแผนแก้โจทย์ปัญหาได้ไม่ชัดเจนจึงทำให้ไม่ได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยรวมจากการสังเกตจึงพบว่านักเรียนมีพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการมีปัญหาเรื่องความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ประกอบกับแบบสังเกตพฤติกรรม ผู้วิจัยพบว่าพฤติกรรมของนักเรียนมีพัฒนาการแสดงถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา แต่คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหายังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งมีนักเรียนอยู่จำนวน 5 คน ผู้วิจัยจึงได้สอบถามนักเรียน ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อทราบถึงหลักการคิดปัญหาที่ยังเหลืออยู่และหาแนวทางแก้ไขต่อไป

### 3) ผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ของนักเรียนจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยที่ผู้วิจัยได้ถอดคำพูดของนักเรียนแต่ละคนอย่างละเอียดและแยกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยเพื่อนำปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นมาปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ผลที่ได้แสดงดังนี้

3.1 ด้านวิธีการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เริ่มคุ้นเคยกับวิธีการจัดการเรียนรู้ แต่ยังมีส่วนน้อยที่ไม่ให้ความร่วมมือในการศึกษาหาข้อมูลด้วยตนเอง ไม่ต้องการหาข้อมูลเพื่อมาสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เนื่องจากต้องการให้ครูสรุปความรู้ให้เลย

“...เริ่มเข้าใจวิธีการสอนของครู ว่าจะเป็นการแก้โจทย์ปัญหาที่ต้องเป็นขั้นตอน...”

(นักเรียนที่ 6, วันที่ 18 มีนาคม 2564 : การสัมภาษณ์)

“...ชอบที่ได้ทำการทดลอง แต่ในกิจกรรมที่ต้องหาข้อมูลด้วยตัวเอง จะไม่ชอบเพราะไม่รู้ว่าจะเริ่มหาข้อมูลด้วยคำไหน ไม่รู้ว่าที่หาข้อมูลมาได้จะถูกต้องหรือไม่ เมื่อต้องสรุปความรู้ที่ได้พร้อมกับเพื่อน ๆ ในห้อง ส่วนมากก็จะไม่เหมือนกัน ทำให้เกิดความสับสนจึงอยากให้ครูสรุปความรู้ให้เลย...”

(นักเรียนที่ 10, วันที่ 18 มีนาคม 2564 : การสัมภาษณ์)

3.2 ด้านการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนให้ความสนใจกับกิจกรรมการเรียนการสอน มีความคล่องแคล่วคล่องตัวในการทำกิจกรรมการทดลองมากขึ้น และเข้าใจในขั้นตอนการแก้โจทย์ทั้ง 4 ขั้นตอนตามกลวิธีเอฟโอพีเอสมากขึ้นโดยครูมีบทบาทในกิจกรรมการเรียนรู้ลดลง

“...ขอรับการทดลองที่ครูมีให้ อยากทำบ่อย ๆ และในกลุ่มทุกคนจะต้องมีหน้าที่ทุกคนทำให้เป็นการทำกิจกรรมที่ทุกคนช่วยกัน ไม่เป็นภาระให้เพื่อนคนใดคนหนึ่ง...”

(นักเรียนที่ 29 , วันที่ 18 มีนาคม 2564 : การสัมภาษณ์)

### 3.3 นักเรียนคิดเห็นอย่างไรกับกลยุทธ์เอฟโอพีเอส (FOPS Strategy)

1. ขั้นการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา พบว่านักเรียนสามารถทำความเข้าใจในการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหาได้ชัดเจนว่าสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบและสัญลักษณ์ของตัวแปรที่ใช้คืออะไร เนื่องจากครูได้ยกตัวอย่างให้นักเรียนดูและได้ให้เวลานักเรียนได้คิดมากขึ้นในการวิเคราะห์พิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา

“...ช่วงที่ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาชอบที่ครูเว้นช่วงเวลาให้ได้คิดตามและครูอธิบายซ้ำ ทำให้เข้าใจมากขึ้น...”

(นักเรียนที่ 19 , วันที่ 18 มีนาคม 2564 : การสัมภาษณ์)

2. ขั้นการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ พบว่านักเรียนสามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาซึ่งนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภาพจากสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาเพื่อจินตนาการเชื่อมโยงความสัมพันธ์กันกับโจทย์ และนำไปสู่การวางแผนแก้โจทย์ปัญหาได้ดีตามลำดับ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนบางกลุ่มบางคนทำได้ดี แต่พบบางคนเขียนจินตนาการของตนเองจากคำถามของโจทย์ยังไม่สัมพันธ์กันกับปัญหา โดยเฉพาะในโจทย์ปัญหาที่ยาก และซับซ้อน

“...ชอบที่ครูมีกิจกรรมการทดลองให้ทำ ทำให้มองเห็นภาพเนื้อหาที่กำลังเรียนชัดเจนขึ้น ช่วยให้สามารถเขียนแผนภาพได้ดีจากที่สับสนไม่รู้จะเริ่มเขียนยังไง...”

(นักเรียนที่ 30 , วันที่ 18 มีนาคม 2564 : การสัมภาษณ์)

3. ขั้นการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา พบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่จะนำข้อมูลในสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดให้มาวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้ดี แต่นักเรียนยังต้องการให้ครูสรุปเนื้อหา สรุปสูตรในเรื่องที่เรียนเพื่อจะนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา และข้อสังเกตในโจทย์ปัญหาที่มีการวางแผนแก้ปัญหาในแต่ละเรื่องต่างกันอย่างไร

“...อยากให้ครูเขียนสรุปเนื้อหาและสรุปสูตรของเรื่องที่เรียนให้ ว่าโจทย์ลักษณะแบบนี้ใช้สูตรนี้แก้โจทย์ปัญหา ... ”

(นักเรียนที่ 6 , วันที่ 18 มีนาคม 2564 : การสัมภาษณ์)

4. ขั้นการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า นักเรียนยังขาดทักษะการคิดคำนวณ เป็นผลมาจากการที่นักเรียนไม่เข้าใจในการแปลงหน่วย นักเรียนจะไม่แปลงหน่วยให้เป็นหน่วยพื้นฐานก่อนการคำนวณ

“...ตอนที่ฝึกทำโจทย์ โจทย์จะไม่ซับซ้อนและเปลี่ยนหน่วยง่าย ๆ เช่น เปลี่ยนจากเซนติเมตรเป็นเมตรได้เนื่องจากเจอบ่อย พอเป็นโจทย์ที่ยากขึ้นทำให้สับสนในการแก้สมการหลาย ๆ ชั้น เจอหน่วยที่ไม่คุ้นเคยเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย...”

(นักเรียนที่ 19 , วันที่ 18 มีนาคม 2564 : การสัมภาษณ์)

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา แบบสังเกตพฤติกรรม และแบบสัมภาษณ์นักเรียนประกอบกัน สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนการสอนในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ได้ว่านักเรียนจำนวน 5 คน ยังมีปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหา โดยจะนำไปเป็นปัญหาในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 3

ผู้วิจัยจึงสรุปปัญหาและหาแนวทางเพื่อแก้ไขและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ต่อไป ได้ผลแสดงดังตาราง 14

ตาราง 14 ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหาในวงรอบปฏิบัติการที่ 3

ปัญหา	แนวทางแก้ไข
1. นักเรียนต้องการให้ครูสรุปความรู้ สรุปสูตรหลัก ๆ ในแต่ละเรื่องที่เรียนเพื่อจะนำไปประยุกต์ในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา	1. ครูสรุปความรู้และสรุปสูตรหลัก ๆ ในแต่ละเรื่องที่ได้เรียนมา หลังเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้อบรมความรู้ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้
2. ครูพูดเร็ว	2. ครูพูดให้ช้าลง และแจ้งกับนักเรียนว่าให้นักเรียนยกมือได้ทันทีเมื่อครูพูดเร็ว และครูจะอธิบายซ้ำอีกครั้ง
3. นักเรียนยังขาดทักษะการคิดคำนวณ 2 คน เป็นผลมาจากการที่นักเรียนไม่เข้าใจในการแปลงหน่วย นักเรียนจะไม่แปลงหน่วยให้เป็นหน่วยพื้นฐานก่อนการคำนวณ	3. นัดสอนซ่อมเสริมนักเรียน ให้ฝึกทักษะการคิดคำนวณในเรื่องการแก้สมการ และการเปลี่ยนหน่วย เพื่อให้ให้นักเรียนได้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนหน่วย

### 3. วงรอบปฏิบัติการที่ 3

1) ผลคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทำยวงรอบปฏิบัติการที่ 3 เมื่อทำการการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีเอฟไอพีเอส เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยทำการปรับปรุงกิจกรรมตามการวางแผนการแก้ปัญหาจากวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ปิตส์ของเสียง

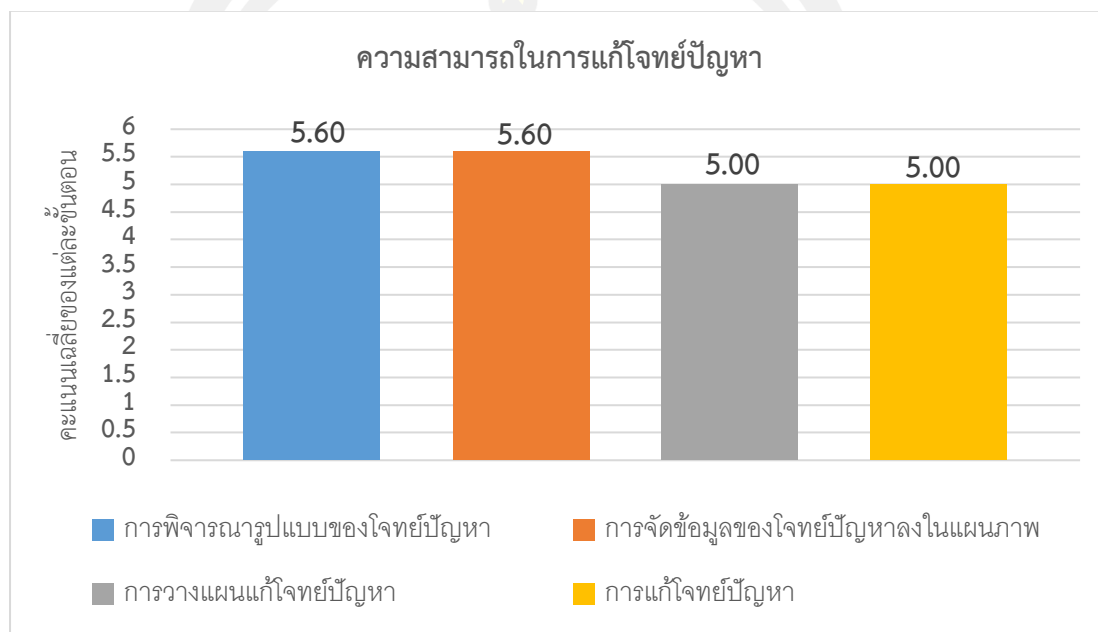
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์

หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหารายบุคคลโดยใช้แบบทดสอบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 24 คะแนน ผลที่ได้แสดงดังตาราง 15

ตาราง 15 ผลการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนทำยวงรอบปฏิบัติการที่ 3

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา				รวม 24 คะแนน	ร้อยละ	ผ่าน เกณฑ์ ร้อยละ 70
	การพิจารณารูปแบบของ โจทย์ปัญหา (เต็ม 6 คะแนน)	การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา ในแผนภาพ (เต็ม 6 คะแนน)	การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (เต็ม 6 คะแนน)	การแก้โจทย์ปัญหา (เต็ม 6 คะแนน)			
6	6	6	5	5	22	91.67	ผ่าน
10	6	6	4	5	21	87.50	ผ่าน
19	6	6	5	4	21	87.50	ผ่าน
29	5	5	5	6	21	87.50	ผ่าน
30	5	5	6	5	21	87.50	ผ่าน
เฉลี่ย	5.60	5.60	5.00	5.00	21.20	88.33	
SD	0.55	0.55	0.71	0.71	0.45		

จากตาราง 15 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 โดยกลุ่มเป้าหมาย 5 คน พบว่านักเรียนทั้งหมดได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนทั้งหมดเท่ากับ 21.20 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 เมื่อพิจารณาในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งหมด 4 ขั้นตอน แสดงในภาพ 4 ดังนี้



ภาพ 4 คะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 จากภาพ 4 แสดงคะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งหมด 4 ขั้นตอน พบว่า ขั้นตอนการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหาและขั้นตอนการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.60 คะแนน ส่วนขั้นตอนการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาและขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 คะแนน ซึ่งจากภาพ 3 ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 จะเห็นได้ว่านักเรียนมีการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา การแก้โจทย์ปัญหาที่มีคะแนนเฉลี่ยในขั้นตอนนี้ดีและคะแนนที่สูง โดยในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอพีโอพีเอสผู้วิจัยจึงเน้นในขั้นตอนการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา อธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเล็งเห็นความสำคัญของข้อมูลในสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดมาให้ ให้นักเรียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ และขั้นตอนการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ ซึ่งในการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนสามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดโดยใช้แผนภาพได้ครบถ้วนสมบูรณ์ จะทำให้เกิดการเชื่อมโยงไปสู่ทฤษฎี ความสัมพันธ์หรือสูตรที่จะใช้ในการวางแผนการแก้

โจทย์ปัญหาและแก้โจทย์ปัญหาออกมาเป็นคำตอบ จึงทำให้คะแนนในชั้นการพิจารณารูปแบบของ โจทย์ปัญหาและชั้นการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพของนักเรียนเพิ่มขึ้น และโดยภาพรวม แล้วพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังจากจบวงรอบปฏิบัติการที่ 3 มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม 19.06 เป็น 21.20 คะแนน

## 2) ผลการสังเกตพฤติกรรมการแสดงถึงการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมการแสดงออกถึงการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนใน ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม การสังเกตตั้งแต่พฤติกรรมการสืบค้น การ บันทึกข้อมูล การคำนวณ การพิจารณารูปแบบโจทย์ปัญหา การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงใน แผนภาพ การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา การแก้โจทย์ปัญหา หรือเป็นการสอบถามในการวางแผนเพื่อ หาคำตอบ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคนในคาบเรียนสุดท้ายของวงรอบ ปฏิบัติการที่ 3 โดยพบว่าผลที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่วัด จากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีความสอดคล้องกับคะแนนจากการสังเกต พฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรม ดังตาราง 16

ตาราง 16 ผลการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนระหว่าง การจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3

คนที่	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา				รวม 8 คะแนน
	การพิจารณา รูปแบบ ของโจทย์ปัญหา (เต็ม 2 คะแนน )	การจัดข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงในแผนภาพ (เต็ม 2 คะแนน )	การวางแผนแก้โจทย์ ปัญหา (เต็ม 2 คะแนน )	การแก้โจทย์ปัญหา (เต็ม 2 คะแนน )	
6	2	2	1	2	7
10	1	2	1	2	6
19	2	2	2	1	7
29	2	2	1	2	7
30	2	2	2	1	7

ซึ่งจากผลการวิเคราะห์แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย พบว่านักเรียนแต่ละคนมีคะแนนดังตาราง 16 นักเรียนมีพฤติกรรมที่บ่งชี้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่สูงขึ้นมีพฤติกรรมที่แบ่งออกเป็น 4 ประเด็นตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสรุปพฤติกรรมของนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นรายบุคคล โดยมีรายละเอียดดังนี้

นักเรียนคนที่ 6 พบว่า นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดและบอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคำตอบได้ชัดเจนครบถ้วนสามารถบอกสัญลักษณ์ของตัวแปรที่พิจารณาออกมาจากโจทย์ปัญหาได้เหมาะสมมากขึ้น สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพได้ชัดเจน การวางแผนแก้โจทย์ปัญหาสามารถบอกสมการที่ใช้ในการคำนวณได้ถูกและบอกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้ชัดเจน จึงทำให้สามารถแสดงกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนแก้โจทย์ปัญหาเพื่อจะหาคำตอบได้เหมาะสม นำข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้มาแทนค่าในสูตรสมการได้ถูกและได้คำตอบที่ถูกต้อง

นักเรียนคนที่ 10 พบว่า นักเรียนสามารถบอกประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องสมบูรณ์และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ชัดเจน สามารถแสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลลงในแผนภาพในขั้นเริ่มต้นได้และเขียนแผนภาพได้ชัดเจนครบถ้วน การวางแผนแก้โจทย์ปัญหาสามารถบอกสมการที่ใช้ในการคำนวณได้บอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาโดยมีหลักการที่ชัดเจน สามารถแสดงกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนแก้โจทย์ปัญหาได้และได้คำตอบที่ถูกต้อง

นักเรียนคนที่ 19 นักเรียนเข้าใจในโจทย์ปัญหาสามารถบอกประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดได้ถูกต้องสมบูรณ์และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ชัดเจนครบถ้วน สามารถแสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลลงในแผนภาพในขั้นเริ่มต้นได้และเขียนแผนภาพได้ชัดเจนครบถ้วน ในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาเลือกใช้สมการการแก้โจทย์ปัญหาได้บอกขั้นตอนในการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาได้ชัดเจน และแสดงกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนแก้โจทย์ปัญหาเพื่อจะหาคำตอบได้ชัดเจน

นักเรียนคนที่ 29 พบว่า นักเรียนเข้าใจในโจทย์ปัญหาสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ถูกต้องครบถ้วนบอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ชัดเจน สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพได้ชัดเจน สามารถเลือกใช้สมการมาคำนวณในการคำนวณหาคำตอบได้บอกขั้นตอน

การแก้โจทย์ปัญหาโดยมีหลักการที่ชัดเจน และแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผน  
แก้โจทย์เพื่อหาคำตอบได้ถูกต้อง

นักเรียนคนที่ 30 พบว่า นักเรียนเข้าใจในโจทย์ปัญหาสามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้  
ถูกต้องครบถ้วนบอกประเด็นในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ชัดเจน สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา  
ลงในแผนภาพได้ชัดเจน สามารถเลือกใช้สมการมาคำนวณในการคำนวณหาคำตอบได้บอกขั้นตอน  
การแก้โจทย์ปัญหาโดยมีหลักการที่ชัดเจน และแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผน  
แก้โจทย์เพื่อหาคำตอบได้ถูกต้อง

จากผลการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดย  
ภาพรวม จะเห็นว่านักเรียนทั้งหมด 5 คน มีพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่  
สูงขึ้นจากวงรอบปฏิบัติการที่ 2

จากการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนจากผลการทดสอบ  
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนท้ายวงรอบปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 5/6 จำนวน 36 คน ทุกคนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านเกณฑ์  
ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

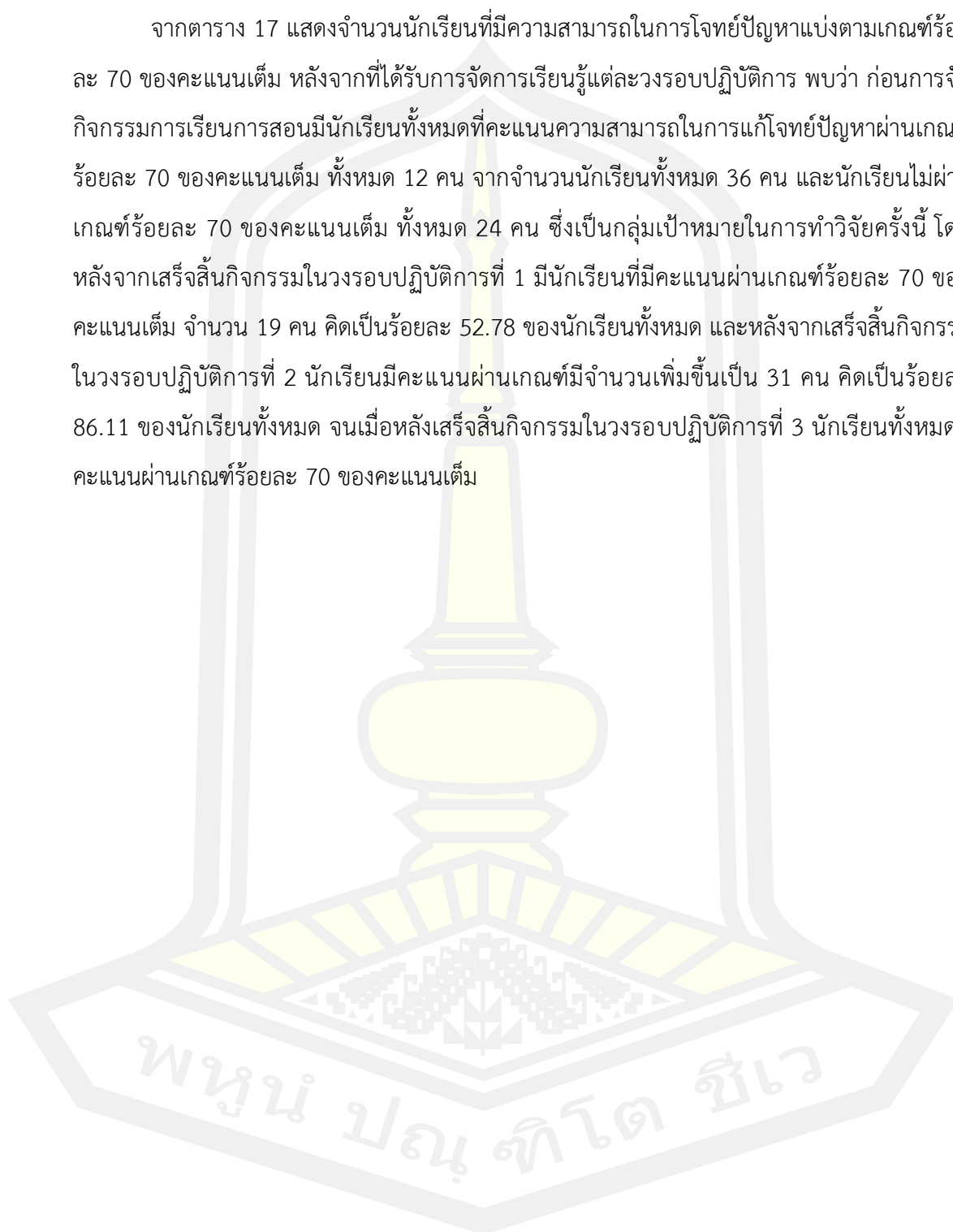
จากผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยทั้งหมดผู้วิจัยได้สรุปจำนวนนักเรียนที่มี  
คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม หลังจากที่ได้รับ  
การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสในแต่ละวงรอบปฏิบัติการเป็นไปดังตาราง 17

ตาราง 17 จำนวนนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแบ่งตามเกณฑ์ร้อยละ 70  
ของคะแนนเต็ม ในแต่ละวงรอบปฏิบัติการ

	จำนวนนักเรียน		จำนวนนักเรียนคิดเป็น ร้อยละของนักเรียนทั้งหมด	
	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70	ไม่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70	ไม่ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อ	12	24	33.33	66.67
วงรอบปฏิบัติการที่ 1	19	17	52.78	47.22
วงรอบปฏิบัติการที่ 2	31	5	86.11	13.89
วงรอบปฏิบัติการที่ 3	36	0	100	0



จากตาราง 17 แสดงจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการโจทย์ปัญหาแบ่งตามเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แต่ละวงรอบปฏิบัติการ พบว่า ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีนักเรียนทั้งหมดที่คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ทั้งหมด 12 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 36 คน และนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ทั้งหมด 24 คน ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายในการทำวิจัยครั้งนี้ โดยหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 52.78 ของนักเรียนทั้งหมด และหลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนผ่านเกณฑ์มีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 31 คน คิดเป็นร้อยละ 86.11 ของนักเรียนทั้งหมด จนเมื่อหลังเสร็จสิ้นกิจกรรมในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนทั้งหมดมีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม



## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) ในรายวิชาพีสิกส์ เนื้อหาเรื่อง เสียง กลุ่มเป้าหมาย (Target group) คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน ระยะเวลาในการทำการวิจัยอยู่ในช่วงภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 8 แผน ระยะเวลาเก็บข้อมูลวิจัยทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ ผู้วิจัยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย ดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง เสียง จำนวน 8 แผน แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง เสียง มีจำนวน 3 ข้อ แต่ละข้อมีคะแนน 8 คะแนน ซึ่งวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา 4 ด้าน ดังนี้ ด้านการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา ด้านการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ ด้านการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา และด้านการแก้โจทย์ปัญหา แบบสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เมื่อได้รับข้อมูลจากการใช้เครื่องมือวิจัยกับกลุ่มเป้าหมายแล้ว ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยหลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาพีสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

#### สรุปผล

วิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้วงรอบปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนทั้งชั้นเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

### ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 15.67 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.28 ของคะแนนเต็ม ซึ่งนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มีจำนวน 17 คน โดยลดลงจากกลุ่มเป้าหมายจำนวน 24 คน ทำให้มีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์เพิ่มขึ้นเป็น 19 คน คิดเป็นร้อยละ 52.78 ของนักเรียนทั้งหมด

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 19.06 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.41 ของคะแนนเต็ม โดยนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มีจำนวน 5 คน โดยลดลงจากกลุ่มเป้าหมายจำนวน 12 คนจากวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ทำให้มีนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ เพิ่มขึ้นเป็น 31 คน คิดเป็นร้อยละ 86.11 ของนักเรียนทั้งหมด

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 21.20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.33 ของคะแนนเต็ม โดยนักเรียนทั้งหมดมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 100 ของนักเรียนทั้งหมด

### อภิปรายผล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง เศษ ในรายวิชาฟิสิกส์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสให้มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการอภิปรายผลการวิจัยไว้ทั้งหมด 3 วงรอบปฏิบัติการดังนี้

วงรอบปฏิบัติการที่ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน นักเรียนทั้งหมด 24 คน นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเฉลี่ย 15.67 จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.28 ของคะแนนทั้งหมด เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนได้ใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่น่าสนใจให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อนำมาแก้โจทย์ปัญหาและนักเรียนได้ฝึกกระบวนการการคิดอย่างเป็นขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างต่อเนื่อง การจัดการเรียนรู้โดยการเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งครูผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้

นักเรียนบรรลุเป้าหมาย ทั้งเป็นส่วนสำคัญที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน โดยกลวิธีโอพีเอสได้ให้ความสำคัญกับการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ เพื่อที่จะให้นักเรียนนั้นสามารถเห็นภาพรวมของโจทย์ปัญหาได้อย่างชัดเจน เพราะการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพจะเป็นการเขียนแผนภาพแทนข้อความซึ่งจะช่วยให้เข้าใจสิ่งนั้น ๆ มากขึ้นโดยเฉพาะ โจทย์ปัญหาที่ยาก เป็นข้อความที่เป็นนามธรรมและมีความซับซ้อน นักเรียนจะตีความหมายของโจทย์ ได้ยากเช่นกัน ซึ่งภาพจึงจะเป็นตัวช่วยสำคัญที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้น (รมิตา ซีนเปรมชีพ, พรเทพ จันทราอุกฤษณ์ และรากร เอ็งปัญญา, 2560) เมื่อนำคะแนนมาวิเคราะห์รายด้านพบว่า มีผลคะแนนเฉลี่ยในขั้นการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ การวางแผนแก้โจทย์ปัญหาและการแก้โจทย์ปัญหา มีค่าเท่ากับ 3.46 2.83 4.21 และ 5.17 ตามลำดับ เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนได้ใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่น่าสนใจให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อนำมาแก้โจทย์ปัญหาและนักเรียนได้ฝึกกระบวนการการคิดอย่างเป็นขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าในขั้นการแก้โจทย์ปัญหาเป็นขั้นที่มีคะแนนสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 5.17 คิดเป็นร้อยละ 86.17 ของจำนวนเต็ม โดยนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ผ่านมาจากนักเรียนบางส่วนนั้นยังขาดทักษะการคำนวณซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการแก้โจทย์ปัญหา (กรมวิชาการ, 2545) เมื่อคำนวณหาคำตอบจึงส่งผลให้คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง ซึ่ง สุวรร กาญจนมยุร (สุวรร กาญจนมยุร, 2533) กล่าวไว้ว่า ความสามารถในการคิดคำนวณเป็นองค์ประกอบที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ การที่นักเรียนจะสามารถนำความรู้ที่ตนมีอยู่ไปวิเคราะห์โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ได้ จะต้องอาศัยองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น องค์ประกอบทางด้านภาษา องค์ประกอบด้านความเข้าใจ องค์ประกอบด้านการคิดคำนวณ การย่อและสรุปความ และการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา และขั้นที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงอันดับที่ 2 คือขั้นการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา แต่จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.21 คิดเป็นร้อยละ 70.17 ของคะแนนเต็ม ซึ่งนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ผ่านเกณฑ์เป็นเพราะนักเรียนวางแผนแก้โจทย์ปัญหาได้ไม่ครบถ้วน โดยพบว่านักเรียนบางส่วนนั้นบอกสมการในการแก้โจทย์ปัญหา เขียนขั้นตอนการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาไม่ครบถ้วนทุกขั้นตอน แต่เมื่อดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในการแก้โจทย์ปัญหามีความละเอียดมากกว่า และเนื่องจากนักเรียนแต่ละบุคคลอาจจะมีกระบวนการคิดที่หลากหลาย มีวิธีนำเสนอการแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลายหรือเทคนิคที่แตกต่างกัน โดยให้ความสำคัญไปที่คำตอบแต่ไม่ได้สังเกตเห็นถึงความสำคัญของกระบวนการในการหาคำตอบ จึงส่งผลให้คะแนนขั้นการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่าขั้นการวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับสุทธิดา แสนวง (2562) ที่ได้กล่าวว่า นักเรียนบางส่วนเขียนขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหามาครบทุกขั้นตอน แต่เมื่อดำเนินการตามแผนที่วางไว้กลับสามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ เนื่องจากนักเรียนมีการวางแผนปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาไปพร้อมกัน ทำให้ทราบถึงขั้นตอนที่ไม่ครบถ้วน จึงเพิ่มเติมลง

ในการดำเนินการตามแผนแต่ไม่ได้ทำการเพิ่มในขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา ในส่วนขั้นการพิจารณา รูปแบบของโจทย์ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 3.46 คิดเป็นร้อยละ 57.67 ของคะแนนเต็ม ซึ่งนักเรียนให้ความสนใจในการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหาร่วมกัน โดยแยกปัญหาออกเป็นประเด็น ๆ เพื่อทำการพิจารณาให้เข้าใจถึงปัญหา โดยอาศัยการคิดวิเคราะห์และสรุปการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหาในสิ่งที่โจทย์ต้องการหาเป็นภาษาของนักเรียน ซึ่งในการสรุปปัญหาจากโจทย์เป็นภาษาของตนเองนั้นจะช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหาในสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2557) แม้นักเรียนจะสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาจากสถานการณ์ได้ แต่ยังพบว่านักเรียนบางคนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ แต่ไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ทั้งหมด เพราะฉะนั้นนักเรียนยังไม่เล็งเห็นความสำคัญของข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ และจากข้อมูลยังเห็นได้ว่าขั้นที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดคือขั้นการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.83 คิดเป็นร้อยละ 47.17 ของคะแนนเต็ม สังเกตได้จากการทำใบกิจกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบทดสอบท้ายวงรอบปฏิบัติการ พบว่านักเรียนบางส่วนไม่สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ หรือไม่มีการจัดข้อมูลลงในแผนภาพ ทั้งนี้ผู้วิจัยมีความเห็นว่า อาจมีเหตุผลเนื่องมาจากนักเรียนไม่เคยได้รับการจัดการเรียนรู้ที่มีการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ ทำให้เกิดความสับสนไม่สามารถแสดงกระบวนการในการจัดข้อมูลลงในแผนภาพในขั้นต้นได้เป็นผลทำให้คะแนนในขั้นนี้ต่ำที่สุด และทั้งนี้ผู้วิจัยมีความเห็นว่าเนื่องจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย จึงอาจจะเป็นจุดอ่อนเพราะนักเรียนบางคนอาจจะมีการวิตกกังวลเกี่ยวกับข้อจำกัดของเวลา หรืออาจจะวิเคราะห์โจทย์ที่ขาดการพิจารณาอย่างถี่ถ้วน เมื่อนำมาเขียนลงในแบบทดสอบวัดความสามารถซึ่งคำตอบถูก แต่กระบวนการที่ได้ซึ่งคำตอบ เช่น การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา ในส่วนของเกณฑ์การประเมิน ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ไว้แล้ว แต่นักเรียนอาจจะมึ่วิธีคิดที่ซับซ้อนและมีวิธีนำเสนอการแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลายในการแก้โจทย์ปัญหาทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้โดยไม่ต้องทำการแก้โจทย์ปัญหาตามลำดับขั้น แต่ด้วยวิธีการประเมินของผู้วิจัยมีการประเมินเดียว ซึ่งกำหนดเป็นเครื่องมือในการให้คะแนนที่ประกอบด้วยเกณฑ์ 2 1 0 จากการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหาประกอบกับเมื่อนำมาวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งนักเรียนมีวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย สังเกตได้จากคะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ที่คะแนนเฉลี่ยขึ้น ๆ ลง ๆ นั้นแสดงว่านักเรียนอาจจะมีความสามารถนอกเหนือจากเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้แล้ว เพราะนักเรียนอาจจะรู้ว่าขั้นตอนสุดท้ายของการแก้โจทย์ปัญหานั้นสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้และได้คำตอบเช่นเดียวกัน แต่ในที่นี้เมื่อนำมาจัดอันดับขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเอฟโอพีเอส ซึ่งเริ่มตั้งแต่ ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F-Find the problem type) ขั้นที่ 2 การจัด

ข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (O-Organize the information in the problem using the diagram) ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา (P-Plan to solve the problem) ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S-Solve the problem) ดังนั้นจึงจะเห็นได้ว่าในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ผลลัพธ์ในขั้นสุดท้ายการแก้โจทย์ปัญหาจึงสูงแสดงว่านักเรียนอาจมีความคิดที่หลากหลายโดยให้ความสำคัญไปที่คำตอบแต่ไม่ได้สังเกตเห็นถึงความสำคัญของกระบวนการในการหาคำตอบ

วงรอบปฏิบัติการที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน นักเรียนทั้งหมด 17 คน ที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ผ่านเกณฑ์จากวงรอบปฏิบัติที่ 1 ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 19.06 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.41 ของคะแนนทั้งหมด เมื่อนำคะแนนมาวิเคราะห์รายด้านพบว่า มีผลคะแนนเฉลี่ยในขั้นการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ การวางแผนแก้โจทย์ปัญหาและการแก้โจทย์ปัญหา มีค่าเท่ากับ 4.06 4.51 5.12 และ 5.35 ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่าในทุกขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในทุกด้าน แสดงให้เห็นว่าในขั้นการแก้โจทย์ปัญหา และขั้นการวางแผนแก้โจทย์ปัญหาเป็นด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดเป็นอันดับ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 89.17 และ 85.33 ของคะแนนเต็ม เป็นเช่นนี้เพราะผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจากการทำการสอนในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งครูได้ให้เวลานักเรียนได้คิดวางแผนมากขึ้น แล้วจึงแสดงการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนซึ่งจะช่วยลดความผิดพลาดในการแก้โจทย์ปัญหา และมีการสอนซ่อมเสริมนักเรียน เพื่อฝึกทักษะทักษะการคำนวณในเรื่องการแก้สมการ ทำให้นักเรียนสามารถคำนวณค่าของคำตอบได้ถูกต้อง ขั้นการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ มีคะแนนเฉลี่ย 4.51 คิดเป็นร้อยละ 75.17 ของคะแนนเต็ม โดยนักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งนำเสนอโดยใช้แผนภาพได้ดีขึ้นตามลำดับ จากที่เบื้องต้นนั้นนักเรียนเกิดความสับสน ไม่สามารถแสดงกระบวนการในการเขียนแผนภาพจากสถานการณ์ของโจทย์เพื่อจินตนาการเชื่อมโยงความสัมพันธ์กันกับโจทย์ในขั้นต้นได้ ดังที่สอดคล้องกับงานวิจัยของอมรรัตน์ บัวจรัส (2560) พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามathematics ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอพีไอเอสสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอพีไอเอส ในขณะที่ขั้นที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ ขั้นการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา โดยมีคะแนนเฉลี่ย 4.06 คิดเป็นร้อยละ 67.67 ของคะแนนเต็ม ซึ่งเพิ่มขึ้นมาจากหลังจบวงรอบปฏิบัติการที่ 1 แต่ยังไม่ถึงเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ทั้งนี้สาเหตุที่นักเรียนยังไม่ผ่านเกณฑ์การแก้โจทย์ปัญหาอาจเนื่องมาจากในกิจกรรมการเรียนการสอนยังขาดคำถามนำหรือกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหา เพื่อพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหาผ่านการใช้คำสำคัญ(Key words) หรือสัญลักษณ์ตัวแปรที่ใช้คืออะไรถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ ซึ่ง อินทิตรา

บุญยาทร (2542) กล่าวไว้ว่า การใช้คำถาม คือ พฤติกรรมการสอนที่ครูใช้เพื่อให้นักเรียนได้คิดอย่างมีเหตุผลให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง คำถามของครูไม่เพียงแต่ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดเท่านั้น แต่ยังเป็นการทำให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากเรียนอยากรู้

วงรอบปฏิบัติการที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 2 แผน นักเรียนทั้งหมด 5 คน ที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ผ่านเกณฑ์จากวงรอบปฏิบัติการที่ 2 ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 พบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เฉลี่ยเท่ากับ 21.20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.33 ของคะแนนทั้งหมด เมื่อนำคะแนนมาวิเคราะห์รายด้านพบว่า มีผลคะแนนเฉลี่ยในขั้นการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ การวางแผนแก้โจทย์ปัญหาและการแก้โจทย์ปัญหา มีค่าเท่ากับ 5.60 5.60 5.00 และ 5.00 ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวพบว่าขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอนมีค่าเฉลี่ยสูงชันกว่าทุกวงรอบปฏิบัติการ แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนมีแนวโน้มสูงขึ้น และมีคะแนนเฉลี่ยแต่ละขั้นตอนสูงกว่าเกณฑ์ 70 ของคะแนนเต็ม จากข้อมูลจะเห็นกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ดีขึ้นโดยเฉพาะการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ สามารถจัดข้อมูลลงในแผนภาพออกมาได้หลากหลายมุมมองและชัดเจน ซึ่งเป็นจุดเด่นของการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส โดยการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพของแต่ละคนนั้นจะได้รับอิทธิพลจากการแบ่งปัน การแลกเปลี่ยนความคิดของคนในกลุ่ม ดังนั้นจึงส่งผลให้เกิดความคิดที่แตกต่างและหลากหลายรวมถึงได้ฝึกฝนกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหาเป็นลำดับขั้นไปด้วยกันทำให้มีคะแนนสูงขึ้นในทุกด้าน อีกทั้งมีการเสริมแรงด้วยการให้คะแนนยังสามารถกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของ Skinner ที่ Hergenhahn and Olson (Herganhahn, B.R. and Olson, 1993) ได้กล่าวไว้ว่า ในการสอนการให้การเสริมแรงหลังการตอบสนองที่เหมาะสมของผู้เรียนจะช่วยเพิ่มอัตราการตอบสนองที่เหมาะสมนั้นได้ ดังเช่นถ้าหากนักเรียนตอบคำถามที่ครูถามได้ ก็จะได้รับคะแนนพิเศษ ซึ่งนักเรียนก็จะมีกำลังใจที่จะแสดงความคิดเห็นมากขึ้น และการทำงานร่วมกันได้ดีขึ้น (Skinner, 1938) ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้นตามลำดับ และยังเป็นผลมาจากการที่นักเรียนได้ฝึกฝนการคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างต่อเนื่องจนทำให้เห็นผลที่ชัดเจน

ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนได้ เนื่องจากหลังจากจบวงรอบปฏิบัติการที่ 3 พบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามานเกินร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม มีจำนวน 36 คน จากนักเรียนทั้งหมด 36 คน ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ที่มีการเน้นให้นักเรียนฝึกฝนกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนตระหนักให้รู้ถึงข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ เพื่อให้ นักเรียนได้นำข้อมูลมาใช้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาใช้ประกอบในการ

จัดข้อมูลของโจทย์ลงในแผนภาพ และการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Buachamrat (2017) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาต้นหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rockwell (2012) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส ผลการศึกษาพบว่าการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอสมีผลที่ดีขึ้นหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

ครูวิทยาศาสตร์ที่ต้องการนำวิธีการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส ควรให้ความสำคัญในเรื่องต่อไปนี้

- 1) ผู้สอนจะต้องอธิบายลักษณะการจัดกิจกรรมและขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอนให้นักเรียนเข้าใจและชัดเจน ซึ่งจะทำให้การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปได้อย่างเต็มความสามารถและมีประสิทธิภาพมากที่สุด
- 2) ผู้สอนควรจะกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นให้ชัดเจน และเหมาะสมกับกิจกรรม เพื่อดำเนินกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่องและป้องกันไม่ให้เกิดความวุ่นวายขึ้นในชั้นเรียนเมื่อมีเวลาที่ว่างระหว่างการจัดกิจกรรม
- 3) ข้อจำกัดของเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ควรมีความเหมาะสมต่อความสามารถและบริบทของนักเรียน
- 4) ผู้สอนควรฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการคำนวณที่ดีก่อนเริ่มมีการจัดการเรียนรู้ เพราะเป็นทักษะที่สำคัญในขั้นการแก้โจทย์ปัญหา



## 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส สามารถพัฒนาทักษะการคิดของนักเรียนจึงควรนำไปใช้การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาในระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป เพื่อเป็นการปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน
- 2) ควรนำกลวิธีเอฟโอพรเอสไปใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหากับเนื้อหาอื่น ๆ หรือกลุ่มเป้าหมายอื่น



## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์การศึกษา*. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พ.ว.)
- กระทรวงศึกษาธิการ.(2546). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2544 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.(ร.ส.พ.).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- คงนิตา เคยนิยม และสุวิมล จรุงโสตร์. (2553, กันยายน-ตุลาคม). กิจกรรมเสริมประสบการณ์สำหรับนักเรียนผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. *นิตยสาร สสวท*, 38(168), 21- 24
- จิตอารีย์ ปัญญาแจ้งสกุล.(2544). *ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางคณิตศาสตร์สมรรถภาพทางจำนวนสมรรถภาพทาง ภาษาเจตคติต่อคณิตศาสตร์แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดนครราชสีมา*.วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2557). *เทคนิคการใช้คำถามพัฒนาการคิด*. พิมพ์ครั้งที่ 4. นนทบุรี : สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง
- ณัฐพร ศรีบูรณ์.(2543). *การสร้างแบบทดสอบอัตนัยเพื่อวินิจฉัยการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ปรินูญานิพนธ์ ศษ.ม. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น,
- ณัฐกานต์ รักษานาค. (2552). *การพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เหตุผลและการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ดุสิต สาขาหลักสูตรและการสอนบัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์.
- เตือนใจ ตรีเนตร.(2544) *ผลการใช้แบบฝึกการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สารนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทิตนา เขมมณี. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

- ฉันทรัตน์ พลเยี่ยม.(2560). การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา.วิทยานิพนธ์ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- น้อมศรี เคท.(2537). เรื่องนำรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545 ). การวิจัยเบื้องต้น.(พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประสาธต เนื่องเฉลิม. (2556). การวิจัยการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- พิชิต ฤทธิจรรยา. (2552). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: แฮร์ส ออฟ เคอร์ มีส์.
- เพิ่มวรุฒ บุษผามาตนะนัง.(2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติ ต่อวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการหารทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการ สอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ (TAI) กับการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เพราพรรณ เปี้ยนญ. (2542). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ ฯ: ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์ อุดสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- พงษ์ศักดิ์ ขอจงดี้.(2559 , 15 กุมภาพันธ์).ครู.สัมภาษณ์.
- มารุต วรสาร. (2548). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- รมิตา ชื่นเปรมชีพ, พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์ และวรากร เฮ้งปัญญา (2560). ผลของกลยุทธ์การแก้โจทย์ ปัญหาเชิงตรรกะที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายวารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 12 (1), 155-171.
- โรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์. (2562). รายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา (Self Assessment Report:SAR).
- วัลลี สัตยาศัย. (2547). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก รูปแบบการเรียนรู้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพมหานคร: บุ๊คเน็ต.
- วีโลวรรณ เอื้อสุวรรณ.(2531) .การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอินทร์มพรรย์อนุสรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ ที่มีระดับความสามารถ ทางการเรียนแตกต่างกัน โดยใช้วิธีสอนแบบบรรณิกกับวิธีสอนของ สลาวท. ปริญญาวิทยานิพนธ์

กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

เวชฤทธิ์ อังชนะภัทรขจร.(2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. ชลบุรี:ภาควิชาการจัดการเรียนรู้, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศรีทอง มีทาทอง.(2534). *การทดลองวิธีสอนคณิตศาสตร์ที่มีกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดในเรื่อง โจทย์ปัญหาการคูณการหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2*. ปริญญาโท กศ.ม.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ศุภย์พัฒนาหลักสูตร กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.(2543). *การเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพแนวทางการเรียนการสอนที่มีประสิทธิผล(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.(2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, *ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์* , (2551), *ทักษะ กระบวนการทางกรุงเทพฯเจริญการพิมพ์*

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553) *คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 1*.

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสคลาดพร้าว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.(2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา(พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กทม: ประสานการพิมพ์.

สรชัย พิศาลบุตร. (2549). *การทำวิจัยในชั้นเรียน:เรียนรู้กันได้ 5 ชั่วโมง (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์.

สมศักดิ์ โสภณพินิจ.(2537). “ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์กับการสอน,” *วิทยาศาสตร์บูรพา*. 2(2) : 61-72 ; กรกฎาคม-ธันวาคม.

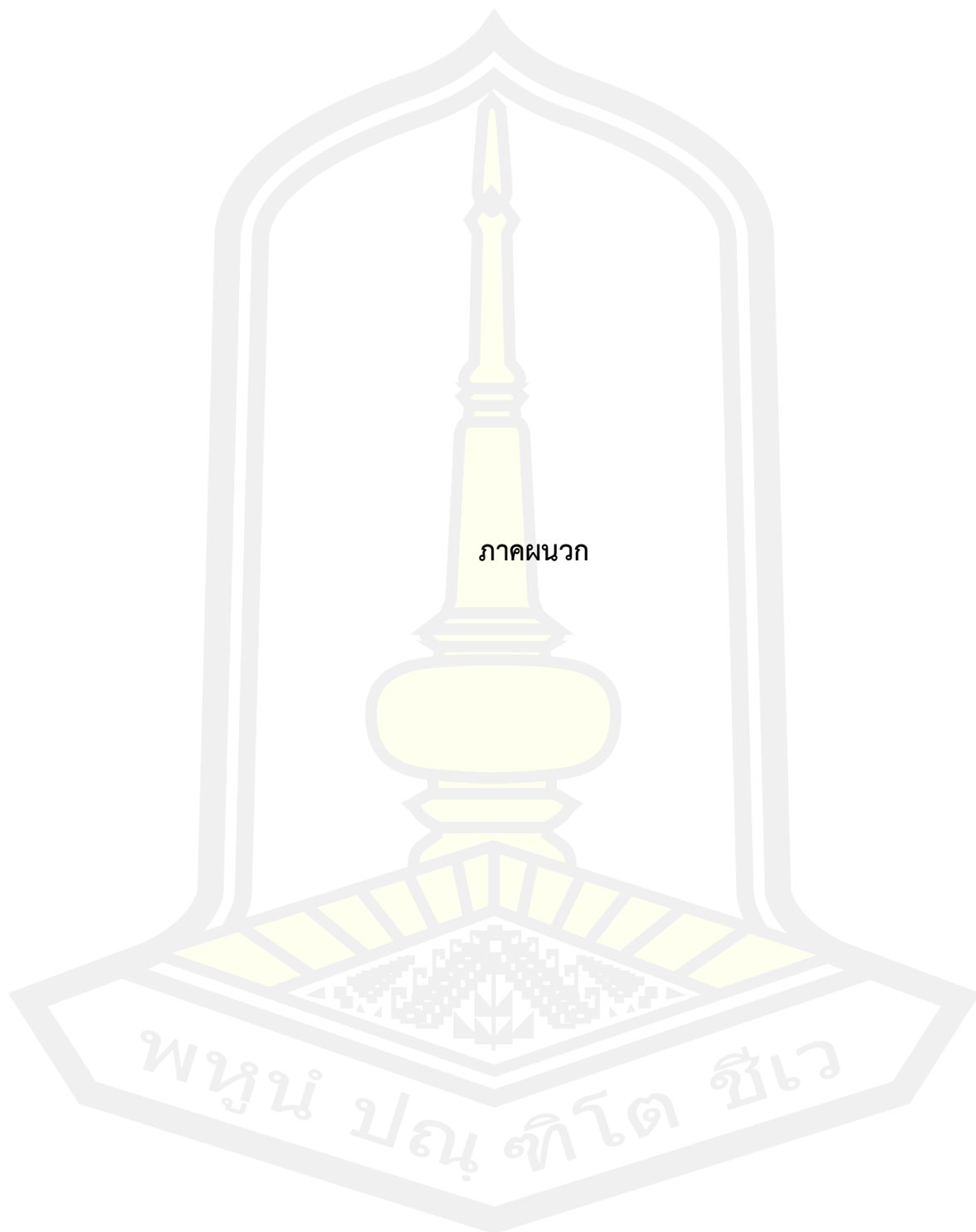
สุวรร กาญจนมยุร.(2533). *เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา เล่ม 3*. กรุงเทพฯ :ไทยวัฒนาพานิช.

สุธิดา แสนวัง. (2562). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

- สาวิตรี มูลสุวรรณ. (2557). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- หน่วยศึกษานิเทศก์.(2545). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- อมรรัตน์ บัวจำรัส. (2560). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
- อินทิรา บุญยาทร. (2542). หลักการสอน. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
- Buachamrat, A. (2017). *Study of problem solving ability and mathematical communication ability on application of linear equations to one variable of MathayomSuksa 2 students using FOPS strategies*. Master of Science thesis Mathematics Education College Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Nakhon Ratchasima. (In Thai)
- Charles, R., & Lester, F. K. (1982). *Teaching problem solving what why & how*. Palo Alto, California: Dale Semour Publications.
- Dalziel, K. H. , Grismer, L. , & Thompson, S. (2008). Teaching and Learning Research Exchange Exploring Cognitive Strategy Instruction (SCI), Schema-Based Instruction (SBI), and Strategic Content Learning (SCI) with Students with Learning and Developmental Disabilities in Higher-Order Mathematics: Two
- Devine T.G. (1986). *Teaching reading comprehension from theory to practice*. Newton : Allyn and Bacon
- Herganhahn, B.R. and Olson, M. (1993). *An introduction to theories of learning 4<sup>th</sup> ed.* United States: Prentice Hall.
- Jitendra, A. K. , & et al. (2010). Schema-Based Instruction: Facilitating Mathematical Word Problem Solving for Students with Emotional and Behavioral Disorders. *Preventing School Failure*, 54 (3), 145–151.
- Jitendra, A. K. , & Griffin, C. C. (2009). Word Problem Solving Instruction in Inclusive

- Third- Grade Mathematics Classrooms. *The Journal of Education Research*, 102 (3), 187-201.
- Jitendra, A. K. , & Hoff, K. (1996). The Effects of Schema-Based Instruction on the Mathematical Word- Problem-solving Performance of Students with Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 29 (4), 422-443.
- Jitendra, A. K. , & Star. J. R. (2011). Meeting the Needs of Students With Learning Disabilities in Inclusive Mathematics Classrooms: The Role of Schema - Based Instruction on Mathematical Problem Solving. *Theory into Practice*, 50 (1), 12-19.
- Kalyuga, S., Chandler, P., Tuovinen , J.,& Sweller, J. (2001).When problem solving is superior to studying worked examples. *Journal of Educational Psychology* ,93,579-588
- Kemmis and MCTaggart. (1988). *The Action Research Planner*. Australia: Distributed By Deakin University.
- Krulik, S. and Jesse A. Rudnick.(1996). *The New Sourcebook for Teaching Reasoning and Problem Solving in Junior and Senior High School*. Boston : Allyn and Bacon.
- Marshall, S. (1995). *Schemas in problem solving*. New York : Cambridge University
- Na,K. E. (2009) .*The Effect of Schema – Based Intervention on the Mathematical Word Problem Solving Skills of Middle School Students with Learning Disabilities* The University of Texas at Austin.
- Reys, R. E., Suydam, M. N., & Lindquist, M. M. (1995). *Helping children learn mathematics* (4th ed). Boston: Allyn and Bacon.
- Rockwell, Sarah B. (2012). *Teaching students with autism to solve additive word problems using schema-based strategy instruction*. Ed.D.
- Rumelhart, D. E. (1981). “The building blocks of cognition” In Guthrie. J , ed. *Comprehension and reading research reviews*. p. 5. NJ :Lawrence rence
- Skinner, B.F. (1938). *The behavior of organisms: An experimental analysis*. New York: Appleton-Century-Crofts





ภาคผนวก

พหุมนุ ปรณุ ทิโต ชีเว





ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญและหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

พหุณ ปณุ ทิโต ชีเว

## รายนามผู้เชี่ยวชาญ

### รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. อาจารย์ ดร.ฤทธิไกร ไชยงาม อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
3. นางดวงใจ บริบาลบรรพตเขตต์ ครูชำนาญการพิเศษ  
กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ จังหวัดมหาสารคาม
4. นางเยาวเรศ ปริวันตา ครูชำนาญการพิเศษ  
กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ จังหวัดมหาสารคาม
5. นายโชติ วิชัยชาญสกุล ครูชำนาญการพิเศษ  
กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ จังหวัดมหาสารคาม

### รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบวัดความสามารถในกาแก้โจทย์ปัญหา

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. อาจารย์ ดร.ฤทธิไกร ไชยงาม อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
3. นางดวงใจ บริบาลบรรพตเขตต์ ครูชำนาญการพิเศษ  
กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ จังหวัดมหาสารคาม
4. นางเยาวเรศ ปริวันตา ครูชำนาญการพิเศษ  
กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ จังหวัดมหาสารคาม
5. นายโชติ วิชัยชาญสกุล ครูชำนาญการพิเศษ  
กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ จังหวัดมหาสารคาม

### รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. อาจารย์ ดร.ฤทธิไกร ไชยงาม อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
3. นางดวงใจ บริบาลบรรพตเขตต์ ครูชำนาญการพิเศษ  
กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ จังหวัดมหาสารคาม
4. นางเยาวเรศ ปริวันตา ครูชำนาญการพิเศษ  
กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ จังหวัดมหาสารคาม
5. นายโชติ วิชัยชาญสกุล ครูชำนาญการพิเศษ  
กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ จังหวัดมหาสารคาม

### รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสังเกตพฤติกรรม

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
2. อาจารย์ ดร.ฤทธิไกร ไชยงาม อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
3. นางดวงใจ บริบาลบรรพตเขตต์ ครูชำนาญการพิเศษ  
กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ จังหวัดมหาสารคาม
4. นางเยาวเรศ ปริวันตา ครูชำนาญการพิเศษ  
กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ จังหวัดมหาสารคาม
5. นายโชติ วิชัยชาญสกุล ครูชำนาญการพิเศษ  
กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ จังหวัดมหาสารคาม



### บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216  
ที่ อว 0605.5(2)/ว750 วันที่ 10 มีนาคม 2564

เรื่อง ขออนุมัติขอเคราะห้เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน

ด้วย นางสาวพิรารวรรณ วังทะพันธ์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอทีเอส" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุฤทธิ์ เจริญอินทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขออนุมัติขอเคราะห้จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ม.นุ.ที่ ๖๗.



### บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216  
ที่ อว 0605.5(2)/ว750 วันที่ 10 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.อุทิศไกร ไชยงาม

ด้วย นางสาวพิรารวรรณ วังทะพันธ์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอทีเอส" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ ไชยงาม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อจัดส่งนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ม.นุ.ที่ ๖๗.



ที่ อว 0605.5(2)/ว750

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

10 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางดวงใจ บริบาลบรรพตเขตต์

ด้วย นางสาวพิรารรณ ริงทะพันธ์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี เอพีไอเอส" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุตุทธิ์ เจริญอินทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อผลิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174  
เบอร์โทรนิสิต 0872193354

ม.นุ. ๒๖.



ที่ อว 0605.5(2)/ว750

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

10 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางเยาวเรศ ปรีวันตา

ด้วย นางสาวพิรารรณ วังทะพันธ์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : "การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟไอพีเอส" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุตุทธิ์ เจริญอินทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อผลิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174  
เบอร์โทรนิสิต 0872193354

ม.นุ. ๕๖.



ที่ อว 0605.5(2)/ว750

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

10 มีนาคม 2564

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายโชติ วิชัยชาญสกุล

ด้วย นางสาวพิรารวรรณ ริงทะพันธ์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุตุทธิ์ เจริญอินทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์ โทรสาร 0-4371-3174  
เบอร์โทรนิสิต 0872193354





ภาคผนวก ข  
การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พหุบัน ปณฺ ทิโต ชีเว







ตาราง 19 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อความแต่ละข้อกับวัตถุประสงค์ของ  
แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

จุดประสงค์การเรียนรู้	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						รวม คะแนน	ค่า IOC	ผลการ ประเมิน
	ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. การสะท้อนและ การหักเหของเสียง	1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2. การเลี้ยวเบนและ การรวมกันของเสียง	2	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
3. ความเข้มและระดับ เสียง	3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4. ผลของความถี่และ ระดับเสียงที่มีผลต่อ การได้ยิน	4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
5. การได้ยินแล้วการ สะท้อนกลับ	5	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
6. การป้องกันของเสียง	6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
7. บีตของเสียง	7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
	8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
8. ปรากฏการณ์ดอป เพลอร์	9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
รวม IOC								8.80	
รวม IOC เฉลี่ย								0.98	

ตาราง 20 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อพฤติกรรมกับขั้นตอนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

พฤติกรรมที่สอดคล้องกับ ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	IOC	ผลการ ประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
รวม IOC							4	
รวม IOC เฉลี่ย							1	

ตาราง 21 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามและประเด็นที่ต้องการทราบของแบบสัมภาษณ์นักเรียน

ข้อ คำถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	IOC	ผลการ ประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้
2	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
รวม IOC							4.6	
รวม IOC เฉลี่ย							0.92	



ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมด้วยกลวิธีไอพีเอส

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ เสียง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่อง ความเข้มและระดับเสียง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

ภาคเรียนที่ 2/2563

#### 1.มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

##### มาตรฐานการเรียนรู้

ว.2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปฏิกิริยาการที่เกี่ยวข้อกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

##### ตัวชี้วัด

ว.2.3 ม.5/6 สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียงและผลของความถี่กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง

#### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

##### ด้านความรู้ (K)

1.นักเรียนสามารถอธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียงและความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงและระดับเสียงได้

##### ด้านกระบวนการ (P)

1. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความเข้มเสียงและระดับเสียงได้

##### ด้านคุณลักษณะ (A)

1) นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

#### 3. สำคัญ

ความเข้มเสียง หมายถึง อัตราพลังงานของคลื่นเสียงที่ไปกระทบต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่รับเสียงในแนวตั้งฉาก หาค่าความเข้มเสียงได้จากสูตร  $I = \frac{P}{A}$  และ ระดับความเข้มเสียงสามารถหา

$$\text{ได้จาก } \beta = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right)$$

การได้ยินเสียงของมนุษย์ จะเริ่มจากการที่ได้รับคลื่นเสียงเข้ามาทางหู จากนั้นจึงจะส่งสัญญาณเข้าสู่ประสาทการรับเสียง ซึ่งมนุษย์จะสามารถรับฟังเสียงได้ในช่วงระดับความเข้มเสียงจาก 0-120 เดซิเบล



#### 4. สารการเรียนรู้

4.1 ความเข้มและระดับเสียง

#### 5. กิจกรรม / กระบวนการจัดการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอพีโอพีเอส

##### ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (10 นาที)

1. นักเรียนทบทวนความรู้เกี่ยวกับ เรื่อง พฤติกรรมของเสียง

2. ครูถามนักเรียนว่าเสียงเกิดขึ้นได้อย่างไรและเสียงมาถึงผู้ฟังได้อย่างไร (แนวการตอบ เสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง และถ่ายโอนพลังงานให้อนุภาคของอากาศที่อยู่รอบๆ แล้วถ่ายโอนต่อกันเป็นทอดๆ มาถึงผู้ฟัง แล้วได้ยินเสียง)

3. ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การทำกิจกรรม

1) ถ้าเปิดวิทยุไว้กลางสนาม แล้วเดินห่างจากวิทยุออกไปเรื่อยๆ เสียงที่ได้ยินจากวิทยุจะเป็นอย่างไร (เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระและไม่คาดหวังคำตอบที่ถูกต้อง) (แนวการตอบ เสียงจะดังค่อยลงเรื่อยๆ ตามระยะที่เพิ่มขึ้น)

2) ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่าผู้ฟังจะได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงนั้นมียอดประกอบหลายประการ โดยความเข้มเสียงเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการได้ยิน

3) นักเรียนคิดว่า คำว่า “ระดับเสียง” หมายความว่าอย่างไร

4) นักเรียนคิดว่า คำว่า “ความถี่เสียงกับการได้ยิน” หมายความว่าอย่างไร

##### ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (20 นาที)

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 - 6 คน จำนวน 6 กลุ่ม สุ่มโดยนับเลข 1 - 6 นักเรียนที่นับเลขเหมือนกันอยู่กลุ่มเดียว และให้นักเรียนตั้งชื่อกลุ่ม

2. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 3 และอุปกรณ์ เรื่อง ความเข้มและระดับเสียง

3. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ อุปกรณ์ และขั้นตอนการทำกิจกรรมอย่างละเอียด

4. สมาชิกในกลุ่มรับอุปกรณ์การทำกิจกรรมและแต่ละคนช่วยกันวางแผนการทดลอง และแบ่งหน้าที่ในการทำงาน แล้วลงมือทำการทดลองพร้อมบันทึกผลการทดลอง

5. เมื่อทุกคนได้ทำการทดลองเสร็จสิ้นแล้ว นักเรียนร่วมกันบันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง ตลอดจนทั้งปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง

### ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (10 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง เรื่อง ความเข้มเสียงและระดับเสียง

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบผลการทดลอง ว่ากลุ่มของตนแตกต่างหรือเหมือนกันอย่างไร ถ้าหากมีกลุ่มที่แตกต่างจากเพื่อนที่นำเสนอไปก็ให้กลุ่มนั้นออกมานำเสนอ

3. ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด และหาคำตอบเกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่เกิดจากการทดลอง เรื่อง ความเข้มเสียงและระดับเสียง ดังนี้

คำถามที่ 1) การที่เราได้ยินเสียงดังเสียง-ค่อย ขึ้นอยู่กับพลังงานของเสียงที่ส่งมาถึงหูอย่างไร(แนวการตอบ การได้ยินเสียงดังค่อยขึ้นกับพลังงานของคลื่นเสียง โดยพลังงานของคลื่นเสียงขึ้นกับแอมพลิจูดของคลื่นเสียง)

คำถามที่ 2) คำว่า “ความเข้มเสียง” หมายความว่าอย่างไร (แนวการกำลังเสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงส่งออกไปต่อหน่วยพื้นที่ที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงส่วนพลังงานเสียงเป็นผลคูณระหว่างกำลัง เสียงที่แหล่งกำเนิดเสียงส่งออกไปกับเวลา)

คำถามที่ 3) เดซิเบลเป็นหน่วยของค่าใด (แนวการตอบ ระดับเสียง)

คำถามที่ 4) การได้ยินเสียงนอกจากจะขึ้นอยู่กับระดับเสียงแล้วยังขึ้นอยู่กับค่าใด (แนวการตอบ ความถี่เสียง)

คำถามที่ 5) ความเข้มเสียงมีผลต่อการได้ยินเสียงดัง-ค่อยอย่างไร (แนวการตอบ ความเข้มเสียงมีผลต่อความดังของเสียงที่ได้ยิน โดยความเข้มเสียงมากได้ยินเสียงดังกว่าขณะความเข้มเสียงน้อย)

คำถามที่ 6) เสียงเบาที่สุดที่คนปกติสามารถได้ยินมีความเข้มเสียงต่างกัน ขึ้นอยู่กับค่าใด (แนวการตอบ ความถี่เสียง)

4. ครูสุ่มถามนักเรียน โดยการให้นักเรียนลุกขึ้นยืนแล้วตอบคำถาม โดยมีครูและนักเรียนคนอื่น ๆ คอยตรวจคำตอบและเพิ่มเติมให้ถูกต้องสมบูรณ์

### ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) (10 นาที)

1. ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเดซิเบล ตามรายละเอียดในหนังสือเรียน หน้า 161-162

2. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์โจทย์ปัญหาจากใบงานที่ 3 ตอนที่ 2 ข้อที่ 1 ที่เกี่ยวข้องกับ ความเข้มเสียงและระดับเสียง โดยเสนอโจทย์ว่า “จุมพลบีบแตรรถยนต์เรียกอรรถพันธ์ให้ออกมาจาก

บ้าน ถ้าคลื่นเสียงของแตรรถยนต์แผ่หน้าคลื่นออกไปเป็นทรงกลม ด้วยกำลังเสียง 5 วัตต์ ความเข้มเสียงที่อรรถพันธ์ได้รับเป็นเท่าไร ถ้าหากว่าอรรถพันธ์อยู่ห่างจากแตรรถยนต์เป็น 50 เมตร” จากนั้นครูเสนอวิธีการแก้โจทย์ปัญหาให้กับนักเรียนโดยใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของกลวิธีเอฟโอพีเอส 4 ขั้นตอน และแนะนำขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาและแสดงวิธีทำไปพร้อม ๆ กับนักเรียน

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F – Find the problem type) ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาข้อมูลในโจทย์ปัญหาพร้อมทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา เพื่อแสดงการวิเคราะห์ชนิดของโจทย์ปัญหาผ่านการใช้คำสำคัญในโจทย์ปัญหา (Key words) หรือสัญลักษณ์ ที่ใช้ระบุชนิดของโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (O – Organize the information in the problem using the diagram) ให้นักเรียนอ่านปัญหาเพื่อระบุข้อมูลที่สำคัญของโจทย์ปัญหา และนักเรียนนำเสนอข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์โดยใช้แผนภาพ รูปภาพ เส้น หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการแสดงแทนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา(P – Plan to solve the problem) นักเรียนจะต้องเปลี่ยนข้อมูลในแผนภาพ รูปภาพ เส้น หรือสัญลักษณ์ ไปสู่การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา โดยการวางแผนเลือกใช้สูตร การอธิบายสูตร การคิดวางแผนหรือใช้สัญลักษณ์ และหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S – Solve the problem) ให้นักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ ตามกระบวนการที่นักเรียนได้วางแผนแก้โจทย์ปัญหาไว้ เพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการทราบและคำตอบที่ถูกต้อง

3. ให้นักเรียนทำใบงานที่ 3 ตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ในข้อที่เหลือ โดยให้นักเรียนใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของกลวิธีเอฟโอพีเอสตามที่ครูได้ทำการเสนอวิธีการแก้โจทย์ปัญหา

4. ทำการสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาเฉลยและแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาหน้าชั้นเรียน โดยให้ครูและเพื่อนนักเรียนที่เหลือช่วยตรวจสอบความถูกต้องร่วมกัน

**ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) (5 นาที)**

1. นักเรียนส่งใบกิจกรรมที่ 3 และ ใบงานที่ 3 เรื่อง ความเข้มเสียงและระดับเสียง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบงานที่ 3 เรื่อง ความเข้มเสียงและระดับเสียง

## 6. การวัดผล / ประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
<b>ด้านความรู้ (K)</b>			
1. นักเรียนสามารถอธิบายการสะท้อนและการหักเหของเสียงได้	ตรวจใบงานที่ 3 ตอนที่ 1 เรื่อง การสะท้อนและการหักเหของเสียง	แบบประเมินใบงานที่ 3 ตอนที่ 1	นักเรียนได้คะแนนจากแบบประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70
<b>ด้านกระบวนการ (P)</b>			
1. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการสะท้อนและการหักเหของเสียงได้	ตรวจใบงานที่ 3 ตอนที่ 2 เรื่อง การสะท้อนและการหักเหของเสียง	แบบประเมินใบงานที่ 3 ตอนที่ 2	นักเรียนได้คะแนนจากแบบประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70
<b>ด้านคุณลักษณะ (A)</b>			
1. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	การสังเกตพฤติกรรม	แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน	นักเรียนได้คะแนนจากแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม ได้ระดับดีขึ้นไป

## 7. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

7.1 หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์กายภาพ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

7.2 ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ความเข้มเสียงและระดับเสียง

7.3 ใบงานที่ 3 เรื่อง ความเข้มเสียงและระดับเสียง

## 8. เอกสารอ้างอิง

8.1 หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์กายภาพ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

## 9. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เสียงแผนการสอนที่ 3 เรื่อง ความเข้มเสียงและระดับเสียง

ผลการจัดการเรียนรู้

---



---



---



---

ปัญหา / อุปสรรค

---



---



---



---

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

---



---



---



---



---



---

ชื่อ.....ผู้บันทึก

( นางสาวพิราวรรณ วังทะพันธ์ )

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

ความคิดเห็นของครูพี่เลี้ยง

---



---



---



---

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

( นายโชติ วิชัยชาญสกุล )

ครูชำนาญการพิเศษ

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

---



---



---



---

ลงชื่อ.....

( นางเทียมจันทร์ เรืองแสง )

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความคิดเห็นของฝ่ายวิชาการ

---



---



---



---

ลงชื่อ.....

( นางอรทัย วงศ์สถิตย์ )

รองผู้อำนวยการกลุ่มงานบริหารวิชาการ

## ใบกิจกรรมที่ 3 ความเข้มเสียง

1. รายชื่อสมาชิกกลุ่มที่..... ชั้น.....

ชื่อ..... เลขที่..... ชื่อ..... เลขที่.....

ชื่อ..... เลขที่..... ชื่อ..... เลขที่.....

ชื่อ..... เลขที่..... ชื่อ..... เลขที่.....

### 2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

สังเกตและอธิบายความเข้มเสียง

### 3. วัสดุ-อุปกรณ์

1. โทรศัพท์มือถือ 2 เครื่อง

2. ไม้บรรทัด

### 4. วิธีทำกิจกรรม

1) นักเรียนติดตั้งแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือทั้งสองเครื่อง

- โทรศัพท์เครื่องที่ 1 แอปพลิเคชัน Tone Gen (แหล่งกำเนิดเสียง)

- โทรศัพท์เครื่องที่ 2 แอปพลิเคชัน เครื่องวัด dB

2) ให้นักเรียนเปิดแหล่งกำเนิดเสียงในห้องเรียน จากโทรศัพท์ที่ติดตั้งแอปพลิเคชัน Tone Gen ให้มีความดังที่เหมาะสมด้วยความถี่ 500 Hz

3) นำโทรศัพท์เครื่องที่ 2 ที่ติดตั้งแอปพลิเคชัน เครื่องวัด dB ทำการวัดระดับเสียง (dB) ตามระยะห่างระหว่างจุดกำเนิดเสียง (โทรศัพท์มือถือเครื่องที่ 1) ถึงผู้ฟัง (โทรศัพท์มือถือเครื่องที่ 2) ตามที่กำหนด เริ่มตั้งแต่ 0 cm ,5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm

4) บันทึกผลการทดลองและคำนวณหาค่าความเข้มเสียง ( $I$ ) จากสูตร  $\beta = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right)$  เมื่อ  $I_0$  มีค่า  $10^{-12}$

5. คำนวณหาค่ากำลังเสียง ( $P$ ) จาก  $I = \frac{P}{4\pi R^2}$



**Tone Generator: Audio  
Sound Hz**  
TMSOFT

เปิด



**Decibel : dB sound  
level meter**  
Vlad Polyanskiy

รับ

การสื่อสารโน้ต

## 5. บันทึกผลการทดลอง

ระยะห่างระหว่างจุด กำเนิดเสียงถึงผู้ฟัง (cm)	ระดับเสียง $\beta$ (dB)	ความเข้มเสียง (I) ( $w/m^2$ )	กำลังเสียง P (W)
0			
5			
10			
15			
20			
25			

## 6. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พหุบัน ปณฺ ทิโต ชีเว



### ใบงานที่ 3 เรื่อง ความเข้มเสียงและระดับเสียง

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....

ตอนที่ 1 คำชี้แจง : ให้นักเรียนเติมข้อความหรือความหมายลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. การได้ยินเสียงดัง-เสียงค่อย เกี่ยวข้องกับกำลังเสียงของแหล่งกำเนิดอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ความเข้มเสียงเกี่ยวข้องกับกำลังเสียงของแหล่งกำเนิดและระยะห่างจากแหล่งกำเนิดอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พหุ ประถมศึกษา

**ตอนที่ 2 คำชี้แจง :** ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์โจทย์ปัญหา เรื่อง การสะท้อนและการหักเหของเสียง แล้วแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างละเอียดตามกลวิธีการแก้ปัญหสอพีโอพีเอส

1. จุ่มพลีบับแตรรถยนต์เรียกอรรถพันธ์ให้ออกมาจากบ้าน ถ้าคลื่นเสียงของแตรรถยนต์แผ่หน้าคลื่นออกไปเป็นทรงกลม ด้วยกำลังเสียง 5 วัตต์ ความเข้มเสียงที่อรรถพันธ์ได้รับเป็นเท่าไร ถ้าหากว่าอรรถพันธ์อยู่ห่างจากแตรรถยนต์เป็น 50 เมตร

### วิธีทำ

**ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา**

.....

.....

.....

**ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ**

**ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา**

.....

.....

.....

**ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา**

.....

.....

.....

2. ทหารคนหนึ่งยิงปืนด้วยอัตราเร็ว 5 นัดต่อวินาที ทำให้ทหารอีกคนหนึ่งที่อยู่ห่างออกไป 100 เมตร ได้ยินเสียงที่มีระดับความเข้มเสียง 100 เดซิเบล จงหาค่ากำลังเสียงเฉลี่ยในการยิงปืนแต่ละนัด ถ้าเสียงกระจายอย่างสม่ำเสมอในทุกทิศทาง

### วิธีทำ

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

3. ถ้าเสียงหึ่ง ๆ จากยุงแต่ละตัวที่กำลังบินมีกำลังเสียง  $3.14 \times 10^{-14}$  วัตต์ เมื่อยุงบินเข้าหาเด็กคนหนึ่งจากระยะไกล เด็กคนนี้จะเริ่มได้ยินเสียงยุง เมื่อยุงบินมาถึงตำแหน่งที่ห่างจากหูเท่าใด

### วิธีทำ

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....



เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินใบงานที่ 3 ตอนที่ 1

เรื่อง ความเข้มเสียงและระดับเสียง

คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
แนว คำตอบ ข้อที่ 1	เมื่อกำลังเสียงของแหล่งกำเนิด มากจะได้ยินเสียงดัง เมื่อ กำลังเสียงของแหล่งกำเนิด น้อยจะได้ยินเสียงเบา	กำลังเสียงมากได้ยินเสียงดัง กำลังเสียงน้อยได้ยินเสียงเบา	ไม่มีร่องรอยการตอบ คำถาม
แนว คำตอบ ข้อที่ 2	เมื่อระยะห่างเท่าเดิม กำลัง เสียงของแหล่งกำเนิดจะมาก ความเข้มเสียงมากเมื่อกำลัง เสียงเท่าเดิม ระยะห่างจาก แหล่งกำเนิดเสียงมาก ความ เข้มเสียงจะน้อย	ระยะห่างเสียงเท่าเดิม กำลัง เสียงจะมาก และระยะห่าง เสียงมาก ความเข้มเสียงจะ น้อย	ไม่มีร่องรอยการตอบ คำถาม

ผ่านเกณฑ์ นักเรียนได้คะแนนจากแบบประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน 2 = ดี

คะแนน 1 = พอใช้

คะแนน 0 = ควรปรับปรุง



**เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา**

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
<p>ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของ โจทย์ปัญหา (F – Find the problem type)</p>	<p>2</p> <p>1</p> <p>0</p>	<p>เมื่อสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ ต้องการทราบได้ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งหมด</p> <p>เมื่อสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องเพียง บางส่วนและระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง</p> <p>เมื่อไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ ต้องการทราบได้หรือไม่เขียนตอบ</p>
<p>ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ ปัญหาลงในแผนภาพ (O – Organize the information in the problem using the diagram)</p>	<p>2</p> <p>1</p> <p>0</p>	<p>เมื่อจัดข้อมูลของปัญหา ซึ่งนำเสนอโดยใช้แผนภาพ โครงสร้างได้ครบถ้วนถูกต้องสมบูรณ์</p> <p>เมื่อจัดข้อมูลของปัญหา ซึ่งนำเสนอโดยใช้แผนภาพ โครงสร้างได้ไม่ครบถ้วนหรือได้บางส่วนเท่านั้น</p> <p>เมื่อไม่สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา ซึ่งนำเสนอโดย ใช้แผนภาพโครงสร้างได้หรือไม่เขียนตอบ</p>
<p>ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้โจทย์ ปัญหา (P – Plan to solve the problem)</p>	<p>2</p> <p>1</p> <p>0</p>	<p>เมื่อระบุสมการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามข้อมูลของ โจทย์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน</p> <p>เมื่อระบุสมการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามข้อมูลของ โจทย์ได้ถูกต้องหรือได้บางส่วน</p> <p>เมื่อไม่สามารถระบุสมการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตาม ข้อมูลของโจทย์ได้หรือไม่เขียนตอบ</p>
<p>ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S – Solve the problem)</p>	<p>2</p> <p>1</p> <p>0</p>	<p>เมื่อแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการในการ คำนวณหาคำตอบได้ถูกต้องละเอียดชัดเจนและระบุ หน่วยทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องสมบูรณ์</p> <p>เมื่อแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการในการ คำนวณได้ถูกต้องแต่คำตอบผิด / แสดงวิธีการแก้โจทย์ ปัญหาได้ กระบวนการในคำนวณได้แต่ขาดความละเอียด หาคำตอบได้ถูกและระบุหน่วยทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเพียง อย่างใดอย่างหนึ่ง</p> <p>เมื่อไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา ไม่สามารถแสดง กระบวนการในการคำนวณได้และไม่ได้คำตอบหรือไม่ เขียนตอบ</p>

เกณฑ์การให้คะแนน : คะแนน 2 = ดี คะแนน 1 = พอใช้ คะแนน 0 = ควรปรับปรุง







เกณฑ์การให้คะแนนแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3	2	1	0
การทำงานร่วมกับผู้อื่น และการช่วยเหลือผู้อื่น	ให้ความร่วมมือ และให้ความ ช่วยเหลือในการ ทำกิจกรรมกลุ่ม	ให้ความร่วมมือและ ให้ความช่วยเหลือ ในการทำกิจกรรม กลุ่ม แต่ต้องมีการ ตักเตือน 1 ครั้ง	ให้ความร่วมมือ และให้ความ ช่วยเหลือในการ ทำกิจกรรมกลุ่ม แต่ต้องมีการ ตักเตือน 2 ครั้ง	ไม่ให้ความ ร่วมมือและ ไม่ให้ความ ช่วยเหลือใน การทำ กิจกรรมกลุ่ม
การรับฟังความคิดเห็น และการแสดงความคิดเห็น	รับฟังความ คิดเห็นของผู้อื่น และกล้าแสดง ความคิดเห็น	รับฟังความคิดเห็น ของผู้อื่นและแสดง ความคิดเห็นเมื่อถูก กระตุ้น	รับฟังความ คิดเห็นของผู้อื่น แต่ไม่แสดง ความคิดเห็น เมื่อถูกกระตุ้น	ไม่รับฟังความ คิดเห็นของ ผู้อื่นและไม่ กล้าแสดง ความคิดเห็น
รับผิดชอบในงานที่ ได้รับมอบหมาย	รับผิดชอบหน้าที่ที่ ได้รับมอบหมาย	รับผิดชอบหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมาย แต่ต้องมีการเตือน 1 ครั้ง	รับผิดชอบ หน้าที่ ที่ได้รับ มอบหมาย แต่ต้องมีการ เตือน 2 ครั้ง	ไม่รับผิดชอบ หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย

เกณฑ์การให้คะแนน

- 3 คะแนน = ดี  
 2 คะแนน = ปานกลาง  
 1 คะแนน = พอใช้  
 0 คะแนน = ควรปรับปรุง

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ เสียง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่อง การสั่นพ้องของเสียง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

ภาคเรียนที่ 2/2563

### 1.มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

#### มาตรฐานการเรียนรู้

ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.5/7 สังเกตและอธิบายการเกิดเสียงสะท้อนกลับ บีต ดอปเพลอร์ และการสั่นพ้องของเสียง

### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

#### ด้านความรู้ (K)

1.นักเรียนสามารถอธิบายการสั่นพ้องของเสียงได้

#### ด้านกระบวนการ (P)

1. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการสั่นพ้องได้

#### ด้านคุณลักษณะ (A)

1) นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

### 3. สาระสำคัญ

เนื่องจากเสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิด และการเคลื่อนที่ของเสียงเป็นการเคลื่อนที่แบบคลื่น ขณะที่เสียงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง อนุภาคของตัวกลางจะสั่นด้วยความถี่เดียวกับความถี่ของแหล่งกำเนิด ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ เรียกว่า การสั่นพ้องของเสียง เดิมมีการเรียกการสั่นพ้องของเสียงว่า กำทอน หรืออภินาท หรือเรโซแนนซ์

#### 4. สารการเรียนรู้

##### 4.1 การสิ้นพ้องของเสียง

#### 5. กิจกรรม / กระบวนการจัดการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเอฟโอพีเอส

##### ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (10 นาที)

1. นักเรียนทบทวนความรู้เกี่ยวกับ การได้ยินเสียงและการสะท้อนกลับ โดยให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม โดยครูตั้งคำถามกับนักเรียน ดังนี้  
คำถามที่ 1 การเกิดเสียงสะท้อนกลับเกิดได้อย่างไร  
คำถามที่ 2 ประโยชน์ของเสียงสะท้อนกลับ ได้แก่อะไรบ้างอย่างไร

##### ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (40 นาที)

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 - 6 คน จำนวน 6 กลุ่ม สุ่มโดยนับเลข 1 - 6 นักเรียนที่นับเลขเหมือนกันอยู่กลุ่มเดียว และให้นักเรียนตั้งชื่อกลุ่ม
2. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 6 และอุปกรณ์ เรื่อง การสิ้นพ้องของเสียง
3. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ อุปกรณ์ และขั้นตอนการทำกิจกรรมอย่างละเอียด
4. สมาชิกในกลุ่มรับอุปกรณ์การทำกิจกรรมและแต่ละคนช่วยกันวางแผนการทดลอง และแบ่งหน้าที่ในการทำงาน แล้วลงมือทำการทดลองพร้อมบันทึกผลการทดลอง
5. เมื่อทุกคนได้ทำการทดลองเสร็จสิ้นแล้ว นักเรียนร่วมกันบันทึกผลการทดลองสรุปผลการทดลอง ตลอดจนทั้งปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง

##### ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Elaboration) (20 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ส่งตัวแทนออกมานำเสนอผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง  
เรื่อง การสิ้นพ้องของเสียง
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบผลการทดลอง ว่ากลุ่มของตนแตกต่างหรือเหมือนกันอย่างไร ถ้าหากมีกลุ่มที่แตกต่างจากเพื่อนที่นำเสนอไปก็ให้กลุ่มนั้นออกมานำเสนอ
3. ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันคิด และหาคำตอบเกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่เกิดจากการทดลอง เรื่อง การสิ้นพ้องของเสียง ดังนี้  
คำถามที่ 1 นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ผลการทำกิจกรรมเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (แนวการตอบได้ผลเหมือนกัน)  
คำถามที่ 2 เมื่อเปลี่ยนความถี่ของแหล่งกำเนิดเสียง ความยาวของลำอากาศในท่อขณะเกิดเสียงดังมากที่สุดเปลี่ยนแปลงอย่างไร (แนวการตอบ เมื่อเพิ่มความถี่ของแหล่งกำเนิดเสียง ความยาวลำอากาศในท่อขณะเกิดเสียงดังมากที่สุดจะสั้นลง)

4. ครูสุ่มถามนักเรียน โดยการให้นักเรียนลุกขึ้นยืนแล้วตอบคำถาม โดยมีครูและนักเรียนคนอื่น ๆ คอยตรวจคำตอบและเพิ่มเติมให้ถูกต้องสมบูรณ์

5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปผลของกิจกรรมจนสรุปได้ ดังนี้จากการทดลอง พบว่า การให้พลังงานจากภายนอกกับวัตถุ ด้วยความถี่ ซึ่งเท่ากับความถี่ธรรมชาติของวัตถุ วัตถุจะ รับพลังงานได้ดีที่สุด พลังงานนี้จะสะสมอยู่ ในวัตถุนั้น ทำให้เกิดการสั่นของวัตถุรุนแรงขึ้น สภาวะที่เกิดขึ้นนี้ เรียกว่า การสั่นพ้อง และ การที่ทำให้อากาศที่อยู่ในกล่องหรือในท่อสั้น ด้วยความถี่ธรรมชาติ อากาศก็จะสั่นด้วยแอมพลิจูดมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เกิดเสียงดังมากขึ้น กว่าปกติ เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า "การสั่นพ้อง ของเสียง" หรือการที่เราให้ความถี่เสียงที่มีค่า เท่ากับความถี่ธรรมชาติของวัตถุในช่วงเวลาหนึ่งก็สามารถทำให้วัตถุสั่นด้วยแอมพลิจูดมากขึ้นเรื่อย ๆ จนอาจทำให้วัตถุเสียหายได้

#### ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) (25 นาที)

1. ครูอธิบายให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปลี่ยนเสียงของมนุษย์ ตามรายละเอียดในหนังสือเรียนหน้า 170

2. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์โจทย์ปัญหาจากใบงานที่ 6 ตอนที่ 2 ข้อที่ 1 ที่เกี่ยวข้องกับการสั่นพ้องของเสียง โดยเสนอโจทย์ว่า “ ในการทดลองเรื่องการสั่นพ้องของเสียง ถ้าใช้เสียงความถี่ 686 เฮิรต์ ในการทดลองและอุณหภูมิขณะทดลองเท่ากับ 20 องศาเซลเซียส ตำแหน่งของลูกสูบจากปากเรโซแนนซ์ขณะเกิดการสั่นพ้องครั้งแรกจะห่างจากตำแหน่งลูกสูบขณะเกิดการสั่นพ้องครั้งถัดไปเท่าใด” จากนั้นครูเสนอวิธีการแก้โจทย์ปัญหาให้กับนักเรียนโดยใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของกลวิธีเอปอพีเอส 4 ขั้นตอน และแนะนำขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาและแสดงวิธีทำไปพร้อม ๆ กับนักเรียน

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา (F – Find the problem type) ให้นักเรียนอ่านและพิจารณาข้อมูลในโจทย์ปัญหาพร้อมทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา เพื่อแสดงการวิเคราะห์ชนิดของโจทย์ปัญหาผ่านการใช้คำสำคัญในโจทย์ปัญหา (Key words) หรือสัญลักษณ์ ที่ใช้ระบุชนิดของโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (O – Organize the information in the problem using the diagram) ให้นักเรียนอ่านปัญหาเพื่อระบุข้อมูลที่สำคัญของโจทย์ปัญหา และนักเรียนนำเสนอข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์โดยใช้แผนภาพ รูปภาพ เส้น หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการแสดงแทนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา (P – Plan to solve the problem) นักเรียนจะต้องเปลี่ยนข้อมูลในแผนภาพ รูปภาพ เส้น หรือสัญลักษณ์ ไปสู่การวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา โดยการวางแผนเลือกใช้สูตร การอธิบายสูตร การคิดวางแผนหรือใช้สัญลักษณ์ และหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S – Solve the problem) ให้นักเรียนดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ ตามกระบวนการที่นักเรียนได้วางแผนแก้โจทย์ปัญหาไว้ เพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการทราบและคำตอบที่ถูกต้อง

3. ให้นักเรียนทำใบงานที่ 6 ตอนที่ 1 และตอนที่ 2 ในข้อที่เหลือ โดยให้นักเรียนใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของกลวิธีเอฟโอพีเอสตามที่ครูได้ทำการเสนอวิธีการแก้โจทย์ปัญหา

4. ทำการสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาเฉลยและแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาหน้าชั้นเรียน โดยให้ครูและเพื่อนนักเรียนที่เหลือช่วยตรวจสอบความถูกต้องร่วมกัน

#### ขั้นที่ 5 ชั้นประเมินผล (Evaluation) (10 นาที)

1. นักเรียนส่งใบกิจกรรมที่ 6 และ ใบงานที่ 6 เรื่อง การสิ้นฟุ้งของเสียง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบงานที่ 6 เรื่อง การสะท้อนและการหักเหของเสียง

## 6. การวัดผล / ประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
<b>ด้านความรู้ (K)</b>			
1. นักเรียนสามารถอธิบายการ สั่นพ้องของเสียงได้	ตรวจใบงานที่ 6 ตอนที่ 1 เรื่อง การสั่นพ้องของ เสียง	แบบประเมิน ใบงานที่ 6 ตอนที่ 1	นักเรียนได้ คะแนนจากแบบ ประเมินไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 70
<b>ด้านกระบวนการ (P)</b>			
1. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับการสั่นพ้องได้	ตรวจใบงานที่ 6 ตอนที่ 2 เรื่อง การสั่นพ้องของ เสียง	แบบประเมิน ใบงานที่ 6 ตอนที่ 2	นักเรียนได้ คะแนนจากแบบ ประเมินไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 70
<b>ด้านคุณลักษณะ (A)</b>			
1) นักเรียนสามารถทำงาน ร่วมกับผู้อื่นและรับฟังความ คิดเห็นของผู้อื่น	การสังเกตพฤติกรรม	แบบบันทึกการ สังเกตพฤติกรรม นักเรียน	นักเรียนได้คะแนน จากแบบบันทึก การสังเกต พฤติกรรม ได้ระดับดีขึ้นไป

## 7. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

7.1 หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์กายภาพ เล่ม 2  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)  
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

7.2 ใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง การสั่นพ้องของเสียง

7.3 ใบงานที่ 6 เรื่อง การสั่นพ้องของเสียง

## 8. เอกสารอ้างอิง

8.1 หนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์กายภาพ เล่ม 2  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)  
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน



## 9. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เสียง

แผนการสอนที่ 6 เรื่อง การสั่นพ้องของเสียง

ผลการจัดการเรียนรู้

---



---



---



---



---

ปัญหา / อุปสรรค

---



---



---



---



---

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ปัญหา

---



---



---



---



---

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

( นางสาวพิรารรณ วังทะพันธ์ )

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

ความคิดเห็นของครูพี่เลี้ยง

---



---



---

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

( นายโชติ วิชัยชาญสกุล )

ครูชำนาญการพิเศษ

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

---



---



---

ลงชื่อ.....

( นางเทียมจันทร์ เรืองแสง )

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ความคิดเห็นของฝ่ายวิชาการ

---



---

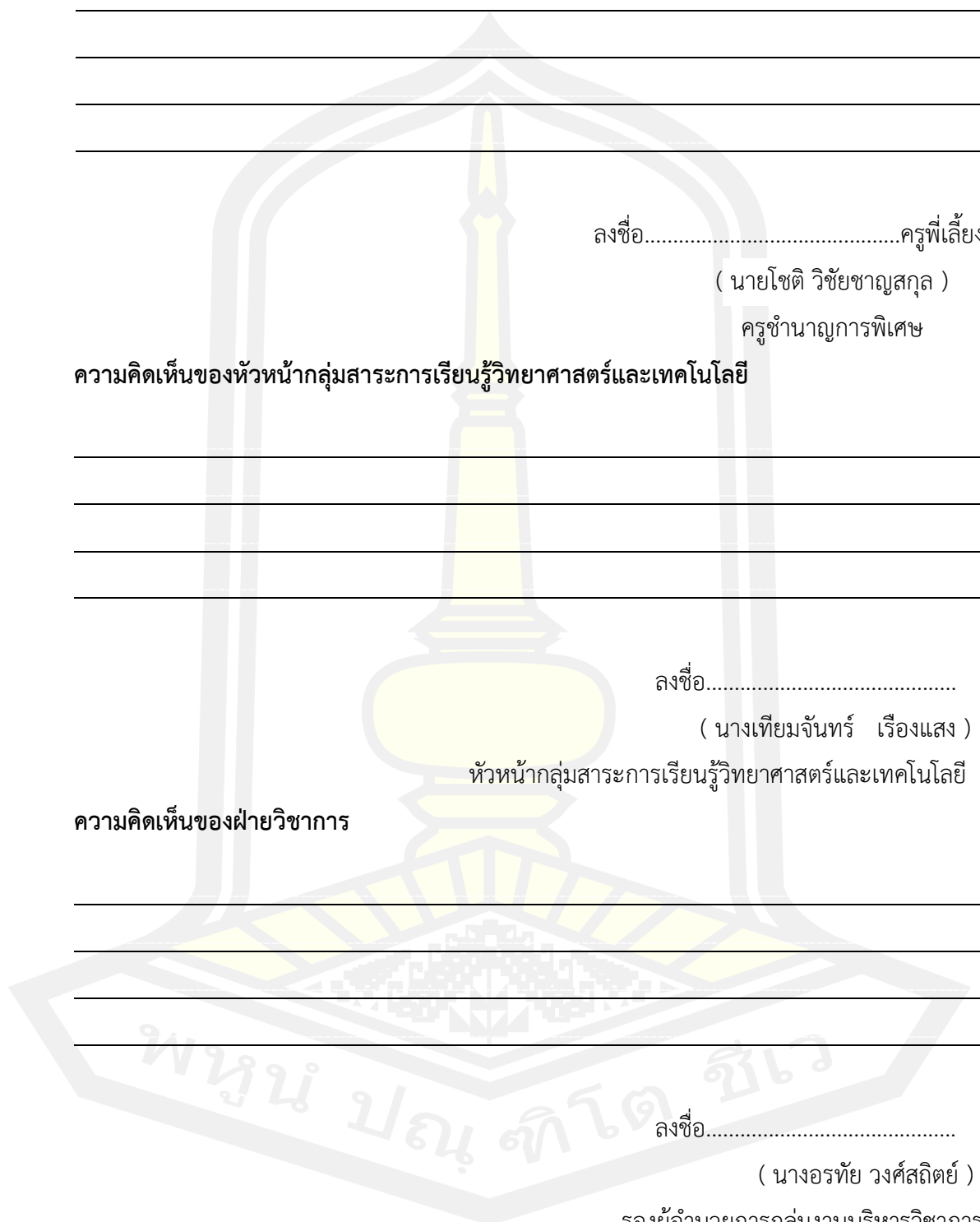


---

ลงชื่อ.....

( นางอรทัย วงศ์สถิตย์ )

รองผู้อำนวยการกลุ่มงานบริหารวิชาการ



## ใบกิจกรรมที่ 6 การสั่นพ้องของเสียงในหลอดเรโซแนนซ์

1. รายชื่อสมาชิกที่ ..... ชั้น .....

ชื่อ.....เลขที่..... ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่..... ชื่อ.....เลขที่.....

ชื่อ.....เลขที่..... ชื่อ.....เลขที่.....

2. จุดประสงค์การทำกิจกรรม

ศึกษาวิธีการวัดความยาวคลื่นเสียงโดยอาศัยปรากฏการณ์การสั่นพ้องของเสียง

3. วัสดุ-อุปกรณ์

- |                               |         |                   |   |      |
|-------------------------------|---------|-------------------|---|------|
| 1) เครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง 1 | เครื่อง | 4) สายไฟ          | 4 | เส้น |
| 2) ลำโพง                      | 1       | 5) เทอร์มอมิเตอร์ | 1 | อัน  |
| 3) หลอดเรโซแนนซ์              | 1       | ชุด               |   |      |

4. วิธีทำกิจกรรม

ตอนที่ 1

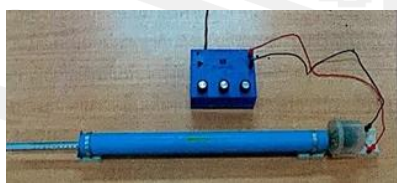
- 1) ใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิของอากาศขณะนั้น คำนวณอัตราเร็วเสียงในอากาศโดยใช้ความสัมพันธ์

$$v = 331 + 0.6T_c$$

- 2) นำอัตราเร็วเสียงที่ได้มาคำนวณหาความยาวคลื่นเสียงในอากาศ เมื่อความถี่ของเสียงเท่ากับความถี่เสียงจากเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียง คือ 1,2 และ 3 กิโลเฮิร์ตซ์ ตามลำดับ บันทึกความยาวคลื่นเสียงเมื่อความถี่ของเสียงมีค่าต่างๆ กัน

ตอนที่ 2

- 1) ต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงเข้ากับลำโพง โดยใช้แอปพลิเคชัน Tone generator เป็นแหล่งกำเนิดเสียง พร้อมทั้งปรับความดังให้เหมาะสม ปรับค่าระดับเสียงของเครื่องขยายเสียงไม่เกินระดับ 3 ดังรูป



**Tone Generator: Audio  
Sound Hz**  
TMSOFT

เปิด

- 2) หมุนปุ่มปรับความถี่ของเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงไปที่ 1 กิโลเฮิร์ตซ์ พร้อมทั้งปรับความดังให้เหมาะสม

- 3) เลื่อนลูกสูบมาชิดกับปลายหลอดเรโซแนนซ์ด้านที่อยู่ใกล้กับลำโพง แล้วเลื่อนลูกสูบออกช้าๆ จนกระทั่งได้ยินเสียงดัง เพิ่มขึ้นมากที่สุดบันทึกตำแหน่ง  $x_1$  ของลูกสูบที่ห่างจากปลายหลอดเรโซแนนซ์

4) ค่อยๆ เลื่อนลูกสูบออกไปอีก จนกระทั่งได้ยินเสียงดังเพิ่มขึ้นมากที่สุดเป็นครั้งที่ 2 บันทึกตำแหน่ง  
ค่อยๆ เลื่อนลูกสูบออกไปอีกจนกระทั่งได้ยินเสียงดังเพิ่มขึ้นมากที่สุดเป็นครั้งที่ 3,4...บันทึกตำแหน่ง  $x_3, x_4, \dots$

5) ทหาระยะระหว่างตำแหน่งของลูกสูบที่ได้ยินเสียงดังที่สุดสองตำแหน่งที่อยู่ติดกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยของ  
ระยะดังกล่าว

## 5. ผลการทำทดลอง

### ตอนที่ 1 ความยาวคลื่นของเสียงจากการคำนวณ

อุณหภูมิของอากาศขณะที่ทำ การทดลอง \_\_\_\_\_ °C

อัตราเร็วของเสียงในอากาศ  $v = 331 + 0.6T_c$

ตารางบันทึกผลการทำการทดลองการวัดความยาวคลื่นเสียง ตอนที่ 1

ความถี่เสียง (kHz)	ความยาวคลื่นเสียง $\lambda = \frac{v}{f}$ (cm)	$\frac{\lambda}{2}$ (cm)
1000		
2000		
3000		

### ตอนที่ 2 ความยาวคลื่นของเสียงจากการสั้นพ้อง

ตารางบันทึกผลการทำการทดลองการวัดความยาวคลื่นเสียง ตอนที่ 2

ความถี่ (Hz)	ตำแหน่งของลูกสูบขณะเกิดการ สั้นพ้อง			ระยะห่างของลูกสูบขณะเกิด การสั้นพ้อง 2 ครั้งติดกัน		ค่าเฉลี่ย (cm)
	$L_1$ (cm)	$L_2$ (cm)	$L_3$ (cm)	$L_2 - L_1$ (cm)	$L_3 - L_2$ (cm)	
1000						
2000						8.3
3000						

### 6. คำถามท้ายการทดลอง

1) ระยะระหว่างตำแหน่งของลูกสูบขณะได้ยินเสียงดังที่สุดสองครั้ง โดยตำแหน่งทั้งสองอยู่ติดกันจะเปลี่ยนไปหรือไม่

เมื่อความถี่ของเสียงเปลี่ยนไป

ตอบ .....

2) ระยะเฉลี่ยระหว่างตำแหน่งของลูกสูบ ขณะได้ยินเสียงดังที่สุดสองครั้งติดกันกับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นเสียงที่คำนวณได้จากตอนที่ 1 มีค่าเท่ากันหรือไม่

ตอบ .....

### 7. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พหุบัณฑิต ชีวะ



**ตอนที่ 2 คำชี้แจง :** ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์โจทย์ปัญหา เรื่อง การสั่นพ้องของเสียง แล้วแสดงวิธีทำ การแก้โจทย์ปัญหาอย่างละเอียดตามกลวิธีการแก้ปัญหสเอฟโอพีเอส

1. ในการทดลองเรื่องการสั่นพ้องของเสียง ถ้าใช้เสียงความถี่ 686 เฮิรต์ ในการทดลองและอุณหภูมิขณะทดลองเท่ากับ 20 องศาเซลเซียส ตำแหน่งของลูกสูบจากปากเรโซแนนซ์ขณะเกิดการสั่นพ้องครั้งแรกจะห่างจากตำแหน่งลูกสูบขณะเกิดการสั่นพ้องครั้งถัดไปเท่าใด

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

2. กระจกดวงใบหนึ่ง เมื่อเติมน้ำโดยผิวน้ำต่ำจากปากหลอด 50 เซนติเมตร และขณะนั้นอากาศมีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะต้องให้คลื่นเสียงที่มีความต่ำสุดเท่าไร เข้าไปในกระจกดวง นี้แล้วเกิดการสั่นพ้องของเสียง

### วิธีทำ

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....



3. จากการทดลองปรากฏว่า ถ้าเคาะส้อมเสียงซึ่งมีความถี่ 346 เฮิรตซ์ หน้าหลอดเรโซแนนซ์จะเกิดการสั่นพ้องของเสียงครั้งแรกที่ระยะ 25 เซนติเมตร อุณหภูมิของอากาศขณะนั้นกี่องศาเซลเซียส

### วิธีทำ

ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ

ขั้นที่ 3 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....





เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

รายการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์การประเมิน
ขั้นที่ 1 การพิจารณารูปแบบ ของโจทย์ปัญหา (F – Find the problem type)	2	เมื่อสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ ทราบได้ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์ทั้งหมด
	1	เมื่อสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง
	0	เมื่อไม่สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ ทราบได้หรือไม่เขียนตอบ
ขั้นที่ 2 การจัดข้อมูลของ โจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ (O – Organize the information in the problem using the diagram)	2	เมื่อจัดข้อมูลของปัญหา ซึ่งนำเสนอโดยใช้แผนภาพโครงสร้าง ได้ครบถ้วนถูกต้องสมบูรณ์
	1	เมื่อจัดข้อมูลของปัญหา ซึ่งนำเสนอโดยใช้แผนภาพโครงสร้าง ได้ไม่ครบถ้วนหรือได้บางส่วนเท่านั้น
	0	เมื่อไม่สามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหา ซึ่งนำเสนอโดยใช้ แผนภาพโครงสร้างได้หรือไม่เขียนตอบ
ขั้นที่ 3 การวางแผนการแก้ โจทย์ปัญหา (P – Plan to solve the problem)	2	เมื่อระบุสมการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามข้อมูลของ โจทย์ ได้ถูกต้อง ครบถ้วน
	1	เมื่อระบุสมการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามข้อมูลของ โจทย์ ได้ถูกต้องหรือได้บางส่วน
	0	เมื่อไม่สามารถระบุสมการที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามข้อมูล ของโจทย์ได้หรือไม่เขียนตอบ
ขั้นที่ 4 การแก้โจทย์ปัญหา (S – Solve the problem)	2	เมื่อแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการในการคำนวณหา คำตอบได้ถูกต้องละเอียดชัดเจนและระบุหน่วยทางฟิสิกส์ได้ ถูกต้องสมบูรณ์
	1	เมื่อแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการในการคำนวณได้ ถูกต้องแต่คำตอบผิด / แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้ กระบวนการในการคำนวณได้แต่ขาดความละเอียด หากคำตอบได้ ถูกและระบุหน่วยทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง
	0	เมื่อไม่แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา ไม่สามารถแสดง กระบวนการในการคำนวณได้และไม่ได้คำตอบหรือไม่เขียน ตอบ

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน 2 = ดี คะแนน 1 = พอใช้

คะแนน 0 = ควรปรับปรุง



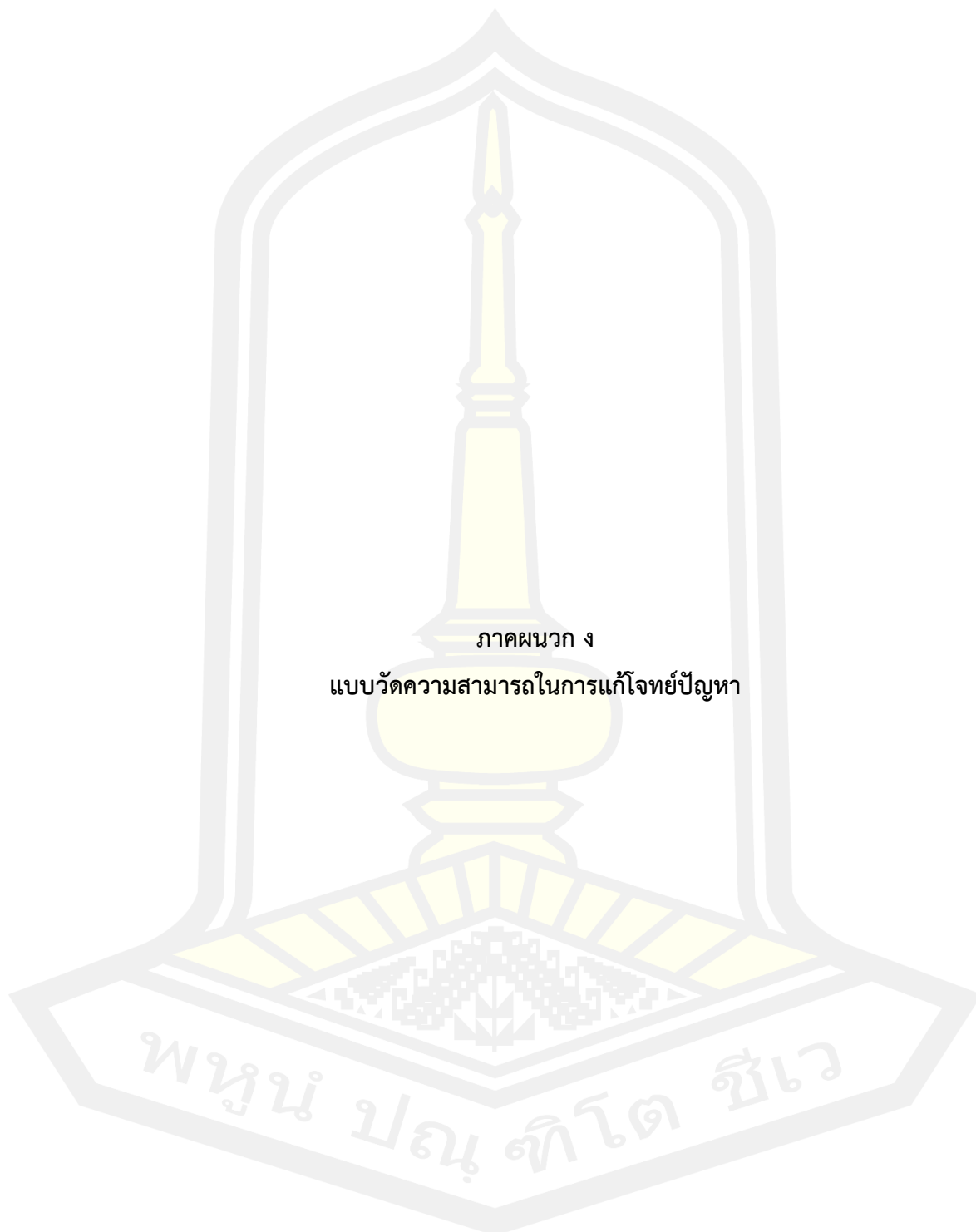


เกณฑ์การให้คะแนนแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3	2	1	0
การทำงานร่วมกับผู้อื่นและการช่วยเหลือผู้อื่น	ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือในการทำกิจกรรมกลุ่ม	ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือในการทำกิจกรรมกลุ่ม แต่ต้องมีการตักเตือน 1 ครั้ง	ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือในการทำกิจกรรมกลุ่ม แต่ต้องมีการตักเตือน 2 ครั้ง	ไม่ให้ความร่วมมือและไม่ให้ความช่วยเหลือในการทำกิจกรรมกลุ่ม
การรับฟังความคิดเห็นและการแสดงความคิดเห็น	รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและกล้าแสดงความคิดเห็น	รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและแสดงความคิดเห็นเมื่อถูกกระตุ้น	รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นแต่ไม่แสดงความคิดเห็นเมื่อถูกกระตุ้น	ไม่รับฟังความคิดเห็นและไม่กล้าแสดงความคิดเห็น
รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย	รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย แต่ต้องมีการเตือน 1 ครั้ง	รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย แต่ต้องมีการเตือน 2 ครั้ง	ไม่รับผิดชอบหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

เกณฑ์การให้คะแนน

- 3 คะแนน = ดี  
 2 คะแนน = ปานกลาง  
 1 คะแนน = พอใช้  
 0 คะแนน = ควรปรับปรุง



ภาคผนวก ง  
แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

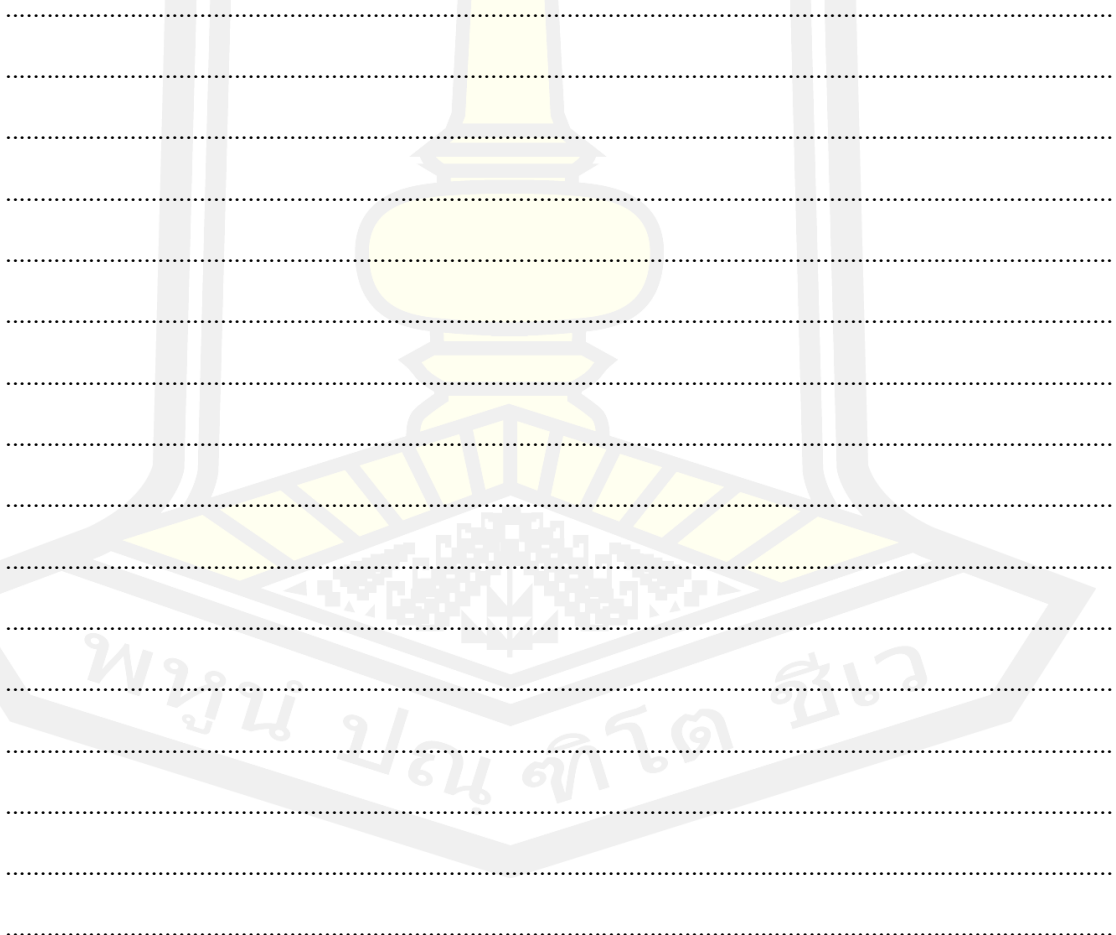
พหุบัน ปณฺ ทิโต ชีเว





2. กระบอกตวงใบหนึ่ง เมื่อเติมน้ำโดยผิวน้ำต่ำจากปากหลอด 75 เซนติเมตร และขณะนั้นอากาศมีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะต้องให้คลื่นเสียงที่มีความต่ำสุดเท่าไร เข้าไปในกระบอกตวง นี้แล้วเกิดการสั่นพ้องของเสียง

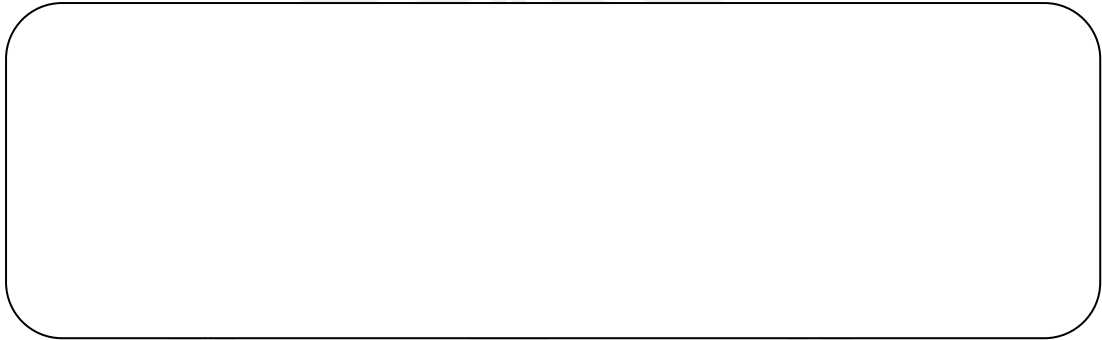
วิธีทำ



พจนานุกรมศัพท์ชีว

3. ณ จุดหนึ่ง เสียงจากเครื่องจักรมีระดับความเข้มเสียงวัดได้ 60 เดซิเบล จงหาความเข้มเสียงจากเครื่องจักร ณ จุดนั้น กำหนดให้ความเข้มเสียงที่เริ่มได้ยินเป็น  $10^{-12}$  วัตต์ต่อตารางเมตร

วิธีทำ



พจนานุกรมศัพท์ชีว



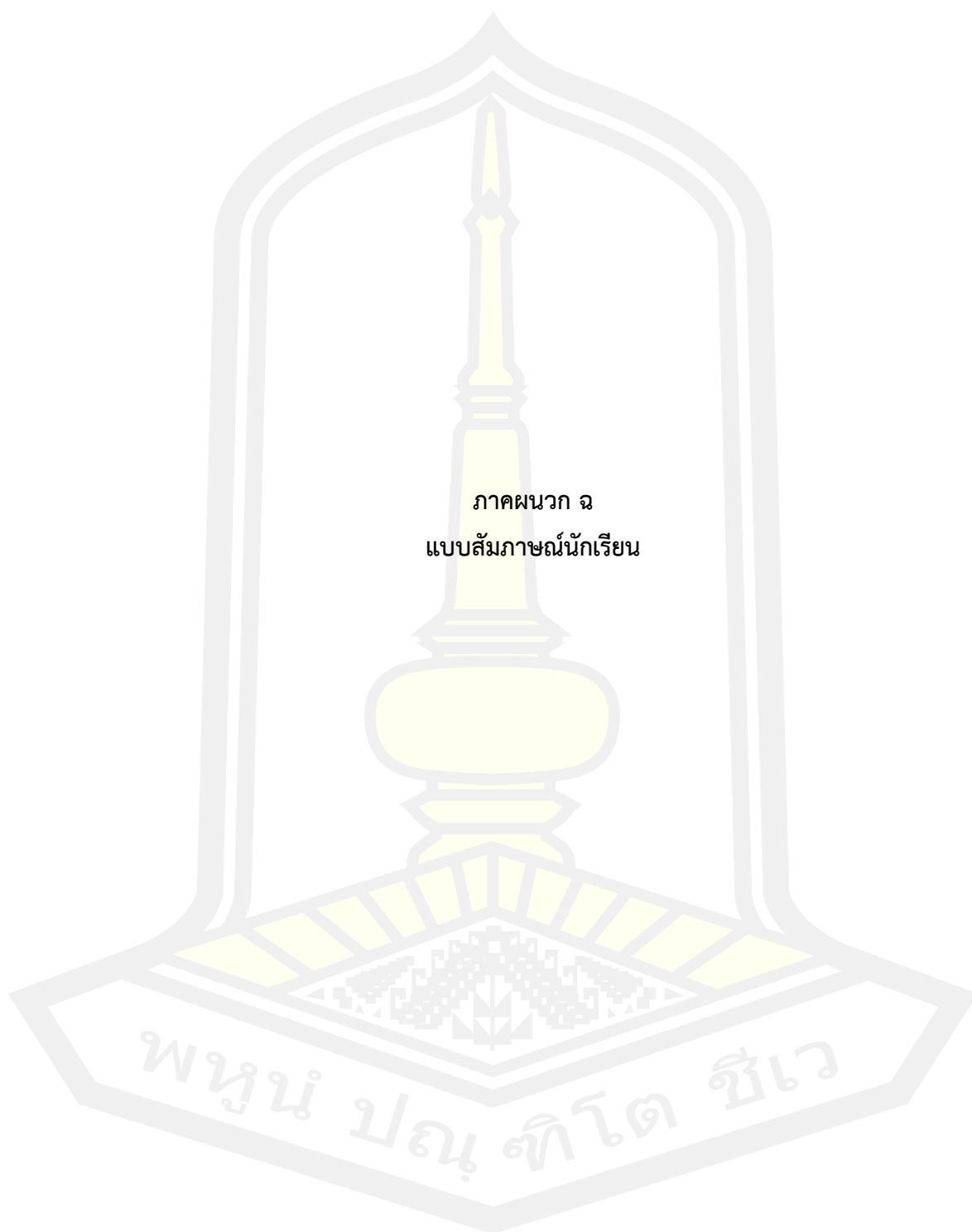
ภาคผนวก จ  
แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

พหุบัน ปณฺ ทิโต ชีเว



## เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรม	ระดับคะแนน		
	2	1	0
<b>ด้านการพิจารณารูปแบบของโจทย์ปัญหา</b>	นักเรียนพูดหรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการจากสถานการณ์ ได้ถูกต้องและครบถ้วน	นักเรียนพูดหรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการจากสถานการณ์ ได้ถูกต้องและครบถ้วนแต่บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาไม่ถูกต้องหรือไม่บอก	นักเรียนไม่สามารถพูดหรือบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้
<b>ด้านการจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพ</b>	นักเรียนแสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดซึ่งนำเสนอโดยใช้แผนภาพโครงสร้างได้อย่างหลากหลายมุมมอง	นักเรียนแสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดซึ่งนำเสนอโดยใช้แผนภาพโครงสร้างได้ แต่ยังไม่หลากหลายมุมมอง	นักเรียนไม่แสดงความคิดเห็นในการจัดข้อมูลของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด
<b>ด้านการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา</b>	นักเรียนบอกวิธีการสมการการแก้โจทย์ปัญหาและบอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา โดยมีหลักการที่ชัดเจน	นักเรียนบอกวิธีการสมการการแก้โจทย์ปัญหาและบอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา โดยหลักการยังไม่ชัดเจน	นักเรียนไม่สามารถบอกวิธีการ สมการการแก้โจทย์ปัญหา และบอกขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้
<b>ด้านการแก้โจทย์ปัญหา</b>	นักเรียนแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนและหาคำตอบได้ถูกต้องและครบถ้วน	นักเรียนแสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้ถูกต้องแต่คำตอบผิด / แสดงวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนได้บางส่วนและหาคำตอบได้ถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนและไม่ได้คำตอบ



ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .... เวลา.....

**คำชี้แจง :** แบบสัมภาษณ์นักเรียนแบบกึ่งโครงสร้าง เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำผลการสัมภาษณ์ไปสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. วิธีการจัดการเรียนรู้

- นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลยุทธ์เอฟโอพีเอส

.....

- นักเรียนคิดว่าการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรปรับปรุงหรือพัฒนาในส่วนใดบ้าง

.....

2. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ฝึกกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

- ในการเรียนแต่ละคาบ นักเรียนมีวิธีการเรียนรู้อย่างไร เพื่อให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น

.....

- จากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูจัดขึ้น นักเรียนมีวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างไร

.....

3. นักเรียนคิดเห็นอย่างไรกับกลยุทธ์เอฟโอพีเอส (FOPS Strategy)

- นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจากสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาต้องการให้หาสิ่งใดได้หรือไม่อย่างไร

.....

- จากสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหานักเรียนสามารถจัดข้อมูลของโจทย์ปัญหาลงในแผนภาพได้หรือไม่ อย่างไร

.....

นักเรียนสามารถเขียนสูตรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาและวิธีทางพีสิกส์ที่ต้องนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร

.....

นักเรียนสามารถดำเนินตามกระบวนการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อหาคำตอบได้หรือไม่ อย่างไร

.....



- การที่ครูกำหนดสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาให้นักเรียนได้ฝึกการแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง เป็นอุปสรรคต่อการเรียนของนักเรียนหรือไม่อย่างไร

- การที่ครูกำหนดสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาให้นักเรียนได้ฝึกการแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในการเรียนง่ายขึ้นหรือไม่ อย่างไร



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวพิราวรรณ วังทะพันธ์
วันเกิด	วันที่ 7 สิงหาคม พ.ศ.2539
สถานที่เกิด	อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 315 หมู่ที่ 8 ถนนจันทวงศ์ ตำบลนาแก อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม 48130
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2554 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนนาแกสามัคคีวิทยา อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม พ.ศ. 2557 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนนาแกสามัคคีวิทยา อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม พ.ศ. 2561 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พ.ศ. 2564 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการวิชาสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	-
ผลงานวิจัย	-

พูนุ ปลูก ทัต ชีวะ