

การส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom  
ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
สิงหาคม 2562  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง “การส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

โดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา

เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์”

ของ นางสาวเฉลิมพร เตชะพะโลกุล

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา

**คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์**

.....ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร.น้ำฝน คูเจริญไพศาล)

.....ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์)

.....กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินตนา กล้าเทศ)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ)

**อนุมัติ**

.....

(ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล มณีสว่าง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ทุนสนับสนุนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)  
โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์  
และคณิตศาสตร์ (สควค.)

## ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินตนา กล่ำเทศ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย คอยกระตุ้นและให้กำลังใจในการดำเนินการทำวิจัย อีกทั้งช่วยแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงาน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ คุณครูสุภักดิ์ พักเงิน ครูชำนาญการที่คอยให้กำลังใจ และให้การช่วยเหลือตลอดระยะเวลาในการทำวิจัยเป็นอย่างดี รวมทั้งตรวจและปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณโรงเรียน ผู้อำนวยการสถานศึกษา คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ บุคลากร และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่อนุญาตให้ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลวิจัยและให้ความช่วยเหลือ จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้ความอนุเคราะห์ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ ภายใต้โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

เหนือสิ่งอื่นใด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และนายพีรธรรม เตชะพะโลกุล ผู้เป็นพี่ชายที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา ให้กำลังใจ เป็นแรงสนับสนุนเสมอมาจนสำเร็จการศึกษาและงานวิจัย

คุณค่าและคุณประโยชน์ที่พึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่บิดา มารดา พี่ชาย และผู้มีพระคุณทุกท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านอีกรูปแบบหนึ่งรวมทั้งประสิทธิภาพที่จากการจัดการเรียนรู้ ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจศึกษาต่อหรือนำไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

เฉลิมพร เตชะพะโลกุล



<b>ชื่อเรื่อง</b>	การส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด ห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับ การใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
<b>ผู้วิจัย</b>	เฉลิมพร เตชะพะโลกุล
<b>ประธานที่ปรึกษา</b>	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์
<b>กรรมการที่ปรึกษา</b>	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินตนา กล้าเทศ
<b>ประเภทสารนิพนธ์</b>	วิทยานิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2562
<b>คำสำคัญ</b>	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน, สมรรถนะการแก้ปัญหา แบบร่วมมือ, กรณีศึกษา, ปริมาณสารสัมพันธ์

#### บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงคุณภาพนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา และศึกษาการส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 28 คน ได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้รวมทั้งใบกิจกรรม แบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และแบบทดสอบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาและตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการตรวจสอบแบบสามเส้า ผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการใช้กรณีศึกษาประกอบด้วย 2 ส่วนคือ การเรียนรู้นอกและในห้องเรียน การเรียนรู้ในห้องเรียน ครูอำนวยการสนทนาบรรยายเนื้อหาที่เรียนและมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน ส่วนการเรียนรู้ในห้องเรียน ครูทบทวนโดยใช้โจทย์ตัวอย่างที่แตกต่างจากวิดีโอพร้อมตั้งคำถามตรวจสอบความเข้าใจ จากนั้นครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้สื่อที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ในกรณีศึกษา อธิบายลักษณะกิจกรรม แบ่งกลุ่มนักเรียนและให้นักเรียนได้แบ่งหน้าที่ในการทำงาน จากนั้นแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมแก้ปัญหาในกรณีศึกษา ได้แก่ ขั้นตอนทบทวนปัญหา: ครูนำเสนอปัญหาและกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา: กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันระบุปัญหาเฉพาะที่ต้องการแก้ไข ขั้นสร้าง

แนวทางการแก้ปัญหา: กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายโดยใช้เทคนิค การถาม-ตอบจับพจน์ ขั้นการตัดสินใจ: กระตุ้นให้แต่ละกลุ่มลงข้อสรุปเพื่อเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดโดยเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียและข้อจำกัดในแต่ละวิธีและใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณสารสัมพันธ์ในการสนับสนุนการแก้ปัญหา ให้นักเรียนวางแผนและลงมือปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และขั้นสะท้อนผลลัพธ์: ครูสรุปภาพรวมกิจกรรมร่วมกับนักเรียน แต่ละกลุ่มเสนอผลการแก้ปัญหาพร้อมแลกเปลี่ยนความคิดเห็น จากนั้นมอบหมายให้แต่ละกลุ่มอัดวิดีโอเพื่อสะท้อนการปฏิบัติหน้าที่ของตนเองและของสมาชิกในกลุ่ม ผลจากการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเพิ่มสูงขึ้น



**Title** ENHANCING 10<sup>th</sup> GRADE STUDENT'S COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING COMPETENCY USING THE FLIPPED CLASSROOM APPROACH AND GOOGLE CLASSROOM WITH CASE STUDY ON STOICHIOMETRY

**Author** Chalernporn Techapalokul

**Advisor** Assistant Professor Skonchai Chanunan, Ph.D.

**Co-Advisor** Assistant Professor Jintana Klamtet, Ph.D.

**Academic Paper** Thesis M.Ed. in Science Education, Naresuan University, 2019

**Keywords** Flipped classroom approach, Collaborative problem solving (CPS) competency, case study, Stoichiometry

#### ABSTRACT

The proposes of this quality research were to study an approach that applies flipped classroom and Google classroom with case study and to study the result of learning management for enhancing students' collaborative problem solving (CPS) competency on stoichiometry. The research methodology was classroom action research. The participants were 28 students of 10th grade with purposive sampling. Research instruments were lesson plans included activity sheets, reflective learning management form, CPS behavior observation forms, and CPS test. Qualitative data analysis methods was employed by content analysis and the reliability was verified by triangulation method. The study shows that an approach involves two major components, out-of-class and in-class learning. The out-of-class learning, teacher making video lecture and assign students to do exercises in order to assess students' understanding. In-class learning, teacher reviewed the content using different examples than the video and asked questions to check student's understanding. After that, teachers encourage students to be interested in activities by using media that is linked to situations in case studies. Teacher explain the activity then dividing students and allow them to divide their work duties. Each group address the problem in case studies as follows: reviewing problems: teacher presents a problem and encourage students to explore information related to the problem, analyzing



problems: teacher encourages each group to identify specific problems to be solved, creating Solutions: each group find various solutions to the problem, making decisions: students in group justify their best solution by considering the advantages, disadvantages and limitations among the solutions and plan to take actions following the chosen solution, according to the assigned duties, and reflect on results: teacher summary of activity overview, each group presents the results, exchange ideas and suggestions to improve the solutions, then assign each group to make video reflect their own duties and the group members. Students' CPS competency following the conducted study shows encouraging improvements.





## สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	7
จุดประสงค์ของงานวิจัย.....	7
ผู้เข้าร่วมวิจัย.....	7
ขอบเขตเนื้อหา.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
หลักสูตรสถานศึกษา.....	13
การเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับ การใช้กรณีศึกษา.....	18
กรณีศึกษา.....	41
สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ.....	59
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	81
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	87
รูปแบบการวิจัย.....	87
ผู้เข้าร่วมวิจัย.....	89
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	91
การสร้างเครื่องมือวิจัย.....	92
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	113
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	115

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	124
คำถามวิจัยข้อที่ 1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรจัดอย่างไร.....	124
คำถามวิจัยข้อที่ 2 ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออย่างไร.....	171
5 บทสรุป.....	191
สรุปผลการวิจัย.....	191
อภิปรายผลการวิจัย.....	195
ข้อเสนอแนะ.....	203
บรรณานุกรม.....	204
ภาคผนวก.....	215
ประวัติผู้วิจัย.....	258

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 การเปรียบเทียบการจัดกลุ่มสาระการเรียนรู้ของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์หลักสูตร แกนกลาง พ.ศ. 2551 กับ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560.....	14
2 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในชั้นเรียน การเรียนแบบเดิมกับการเรียนแบบห้องเรียน กลับด้านตามแนวคิดของ Bergmann และ Sams (2012).....	28
3 หลักการและความหมายของกรอบแนวคิดห้องเรียนกลับทางของ Merrill's (2002).....	29
4 กิจกรรมการเรียนการสอนนอกห้องเรียนและในห้องเรียนและความหมายของ หลักการ ตาม First Principles of Instruction ของ Merrill (2002).....	34
5 ตัวอย่างการออกแบบกิจกรรมตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านในวิชาคณิตศาสตร์	35
6 ตัวอย่างการออกแบบกิจกรรมนอกห้องเรียนตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านในวิชา คณิตศาสตร์และฟิสิกส์ .....	35
7 การจัดการเรียนรู้ผ่านการศึกษแบบกรณีศึกษาเป็นฐาน (Case-Based Learning) และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) .....	45
8 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบ ร่วมมือ .....	55
9 เมตริกสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015.....	69
10 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015.....	70
11 รูปแบบการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านความรู้.....	73
12 รูปแบบการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านสังคม.....	74
13 บริบทของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ.....	77
14 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาของ Choi et al. (2009) ที่ส่งเสริมการเกิด สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ.....	80
15 รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	88

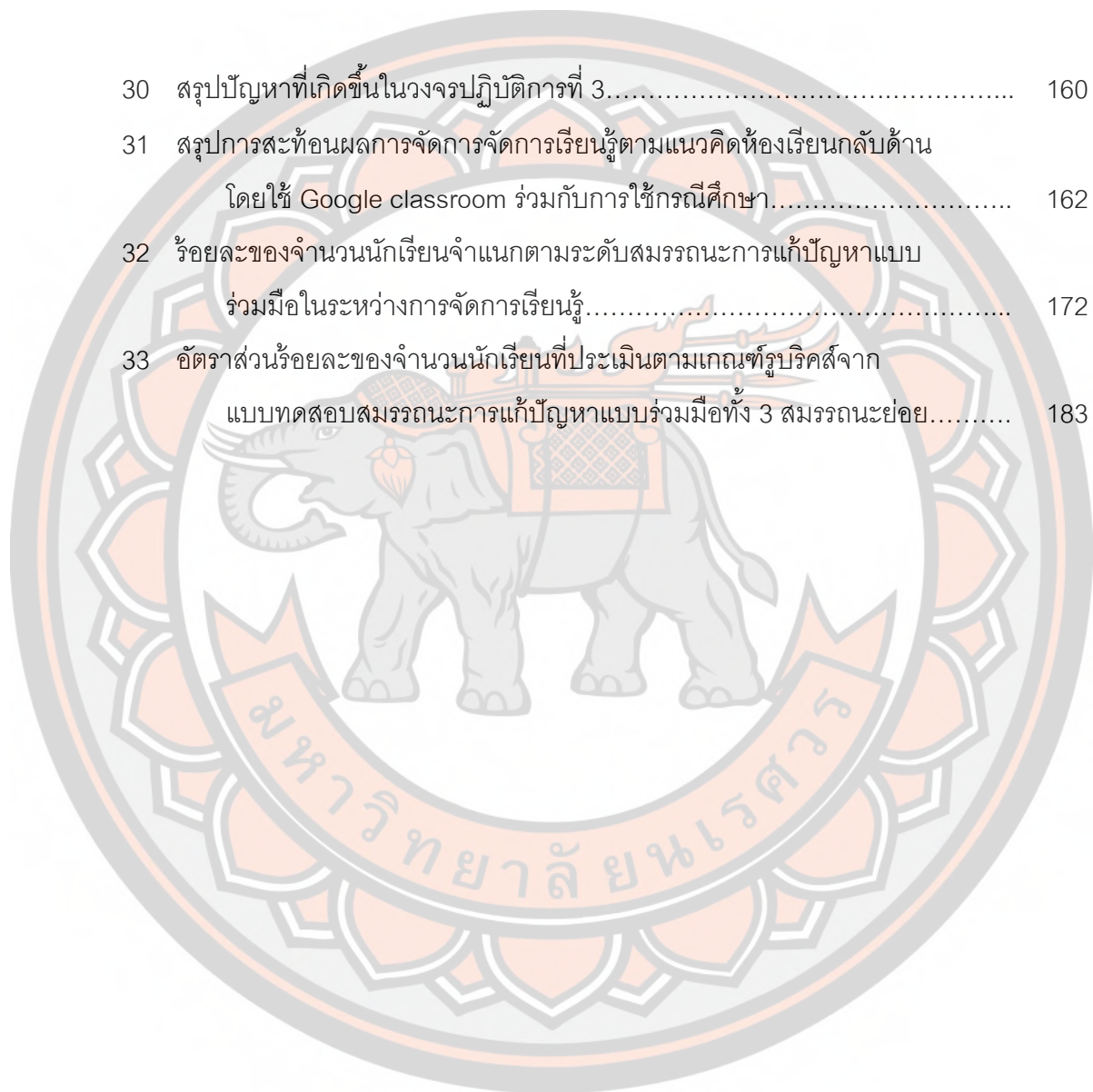


## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
16	บริบทของสถานการณ์ปัญหา..... 93
17	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้และลักษณะของกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ... 95
18	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้และลักษณะของกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ... 98
19	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้และลักษณะของกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ... 101
20	ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและ เนื้อหาปริมาณสารสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องของบริบทของแบบทดสอบ และลักษณะ ของข้อสอบในแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ..... 105
21	เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ..... 110
22	การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย..... 113
23	แนวการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในใบกิจกรรม..... 118
24	ตัวอย่างการวิเคราะห์สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนในแบบ พฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและใบกิจกรรม..... 120
25	ตัวอย่างการวิเคราะห์สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนใน แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ..... 121
26	ตัวอย่างการกำหนดรหัสของข้อมูลของแต่ละสมรรถนะย่อยตามเมตริกการประ- เมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนกลุ่ม G6 กิจกรรมที่ 3 122
27	สรุปรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูล..... 123
28	สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เพื่อนำไปปรับปรุงแผนการเรียนรู้ใน วงจรปฏิบัติการที่ 2..... 137
29	สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เพื่อนำไปปรับปรุงแผนการเรียนรู้ใน วงจรปฏิบัติการที่ 3..... 150

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
30	สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3..... 160
31	สรุปการสะท้อนผลการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน โดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา..... 162
32	ร้อยละของจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบ ร่วมมือในระหว่างการจัดการเรียนรู้..... 172
33	อัตราส่วนร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ประเมินตามเกณฑ์รูบริคส์จาก แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้ง 3 สมรรถนะย่อย..... 183



## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 กรอบแนวคิดการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้านตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ .....	23
2 แนวคิดของวิธีการเรียนแบบกลับด้านตามหลักการที่รับจาก Merrill's (2002).....	30
3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการศึกษาแบบกรณีศึกษา.....	59
4 ภาพรวมปัจจัยและกระบวนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในการประเมินของ PISA 2015 .....	67
5 ส่วนประกอบต่างๆ บนหน้าจอขณะทำแบบทดสอบเรื่อง ตู้ปลา.....	79
6 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis (1988).....	87
7 การตรวจแบบฝึกหัดและการให้ผลสะท้อน.....	126
8 ตัวอย่างวิดีโอการสอนที่มอบหมายให้นักเรียนศึกษาก่อนนอกห้องเรียน .....	138
9 การออกแบบการทดลองปรับปรุงคุณภาพน้ำในบอยเลอร์ของนักเรียน .....	143
10 ตัวอย่างการใช้ความรู้ด้านปริมาณสารสัมพันธ์ในการสนับสนุนการตัดสินใจเลือก วิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำของนักเรียนกลุ่ม G2 .....	148
11 การเพิ่มสรุปในเนื้อหาวิดีโอการสอนท้ายบทเรียน.....	151
12 การสร้างวัสดุดูดซับแก๊สเอทิลีนเพื่อใช้เป็นบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ.....	155
13 ตัวอย่างการตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาของนักเรียน กลุ่ม G6.....	159
14 ร้อยละของคะแนนสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือตามน้ำหนักระยะของ PISA 2015 ของนักเรียน G1 ถึง G7 ในภาพรวมระหว่างการจัดการเรียนรู้ใน แต่ละวงจรปฏิบัติการครบทั้ง 3 วงจร .....	173
15 การแบ่งหน้าที่ในการทำงานของกลุ่ม G5.....	174
16 ตัวอย่างการระบุปัญหาของนักเรียนที่ไม่ครอบคลุมกับเงื่อนไขของบริบท และสถานการณ์ วงจรปฏิบัติการที่ 1.....	175



## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
17 ตัวอย่างการทำความเข้าใจปัญหาในกรณีศึกษาของนักเรียนกลุ่ม G4 วงจรรูปปฏิบัติการที่ 3 .....	176
18 ตัวอย่างการระบุปัญหา ผลกระทบ และผู้ได้รับผลกระทบได้อย่างเหมาะสม วงจรรูปปฏิบัติการที่ 3.....	176
19 ตัวอย่างแนวการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่ม G2 วงจรรูปปฏิบัติการที่ 2.....	178
20 สมุดตรวจสอบผลการดำเนินการการยืดอายุของกล้วยหอมกลุ่ม G1 วงจรรูปปฏิบัติการที่ 3.....	180
21 ตัวอย่างการแบ่งปันข้อมูล และทำความเข้าใจในปัญหาร่วมกันในระดับสูง.....	184
22 ตัวอย่างการระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาในระดับสูง.....	185
23 ตัวอย่างการสื่อสารร่วมกันเพื่อระบุถึงปัญหาและการดำเนินการภายใน กลุ่มในระดับสูง.....	185
24 ตัวอย่างการตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจร่วมกันในระดับสูง.....	186
25 ตัวอย่างการระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาในระดับสูง.....	186
26 ตัวอย่างการระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จในระดับสูง.....	187
27 ตัวอย่างการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของ ตนเองในระดับสูง.....	187
28 ตัวอย่างการตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จ ในการแก้ปัญหาในระดับสูง.....	188
29 ตัวอย่างการเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและของสมาชิกกลุ่มในระดับสูง.....	188
30 ตัวอย่างการปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้ระดับสูง.....	189
31 ตัวอย่างการอธิบายและประพัติตนตามระเบียบของกลุ่มที่ได้ตั้งไว้ .....	189
32 ตัวอย่างการตรวจสอบ สะท้อนผลและเสนอข้อปรับปรุงการจัดการในกลุ่มและ หน้าที่ของสมาชิก เพื่อเป็นข้อปรับปรุงในการทำงานร่วมกันในระดับสูง.....	190

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงของสังคม สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยีนั้นทำให้เนื้อหาของความรู้ที่เหมาะสมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การปรับตัว การเรียนรู้ พยายามที่จะลองสิ่งใหม่ ๆ และพร้อมที่จะเรียนรู้จากความผิดพลาดอยู่เสมอเป็นสิ่งสำคัญต่อความยืดหยุ่นและความสำเร็จในโลกที่ไม่อาจคาดเดาได้ ดังนั้นในสังคมสมัยใหม่ทั้งชีวิตคือการแก้ปัญหา แม้ว่าการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยด้วยตนเองเป็นสิ่งสำคัญ แต่ในโลกที่เชื่อมต่อกันในปัจจุบันนี้ ผู้คนมักจะต้องร่วมมือกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายมากขึ้น (Schleicher, 2017) จึงเป็นที่ตระหนักว่าทรัพยากรมนุษย์ที่สามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ มีความสำคัญอย่างยิ่งในโลกปัจจุบัน (สุทัศน์ สังคะพันธ์, 2556, น. 14) การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ หรือ Collaborative problem solving (CPS) จึงเป็นหนึ่งในสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 และถูกให้ความสนใจในการประเมินนานาชาติ ทั้งในโรงเรียน มหาวิทยาลัย ธุรกิจ และการทหาร (Griffin, 2015; NRC, 2011; OECD, 2013; Sottolare, 2017 as cited in Arthur, 2017)

โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ขององค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจหรือ OECD จึงให้ความสำคัญในการวัดความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาโดยรวมความรู้ทักษะและความพยายามร่วมกับผู้อื่น ที่นักเรียนต้องอาศัยการทำงานเป็นกลุ่มในการทำความเข้าใจกับปัญหาสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูล เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาร่วมกัน รวมไปถึงรู้บทบาทความสามารถของตนเองและเพื่อนในกลุ่ม (OECD, 2015 อ้างถึงใน เอกรินทร์ อัสชะกุลวิสุทธิ์, 2557, น. 37-41) ซึ่ง PISA ได้ระบุว่าสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือไว้ว่า เป็นความสามารถส่วนบุคคลในการเข้าร่วมแก้ปัญหผ่านกระบวนการกลุ่ม โดยร่วมกันระดมความรู้ ความเข้าใจ ทักษะที่มีและการช่วยเหลือกันในกลุ่มในการแก้ปัญหา เพื่อการแก้ปัญหอย่างมีประสิทธิภาพ โดยคาดหวังให้นักเรียนมีสมรรถนะหลักในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือซึ่งประกอบด้วย 3 ด้าน ดังนี้ ด้านแรก การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน (ค้นหาว่าสมาชิกคนอื่นๆในทีม รู้อะไรบ้างและมั่นใจว่าสมาชิกคนอื่นๆในทีมแบ่งปันวิสัยทัศน์ต่อปัญหาเป็นไปในทางเดียวกัน) ด้านที่สอง การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา (กำหนดการทำงานร่วมกันแบบใดที่ต้องทำ และใครทำอะไรบ้าง จากนั้นให้ดำเนินการตามที่วางแผนไว้) ด้านสาม การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม (ทำตามบทบาทหน้าที่ของตนเองตามกลวิธีแก้ปัญหา

และตรวจสอบสมาชิกคนอื่น ๆ ในทีม ว่ายังทำตามบทบาทที่กำหนดไว้หรือไม่) การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA ครั้งแรกนั้นเริ่มในปี 2015 ซึ่งเดิมในปี 2003, 2006, 2009 และ 2012 เป็นแค่การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาส่วนบุคคลที่มีต่อสถานการณ์ด้วยตนเอง

เนื่องจากการแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มนั้นมีข้อดีมากกว่าการแก้ปัญหาลำพัง เพราะการแก้ปัญหานั้นจะช่วยให้มีสมาธิกับผิดชอบงานของแต่ละบุคคล รวบรวมชุดความรู้ มุมมอง และประสบการณ์ส่วนบุคคล กระตุ้นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และหนทางการแก้ปัญหาที่ดี มีคุณภาพมากขึ้น (OECD, 2013) การแก้ปัญหาลำพังเป็นกระบวนการแก้ปัญหาร่วมกันที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการรู้คิดเฉพาะบุคคล (Cognitive skills) และทักษะทางสังคม (Social skills) ผ่านกระบวนการสื่อสารซึ่งมีบทบาทในการเชื่อมระบบการรู้คิดของบุคคลและสมาชิกอื่นในกลุ่ม เพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาร่วมกัน (OECD, 2017) ความสำเร็จในการแก้ปัญหาร่วมกันนั้น อาจถูกทำให้ไม่มีประสิทธิภาพได้หากสมาชิกในกลุ่มมีการอ้อมแอ้มหรืออู้งาน การไม่เต็มใจในการทำงาน การที่มีสมาชิกขาดทักษะ หรือเกิดการต่อต้านภายในกลุ่ม ในขณะที่เดียวกันทีมที่ประสบความสำเร็จจะมีสมาธิภายในกลุ่มที่มีความเข้มแข็งและมีมุมมองที่หลากหลาย มีการเจรจาต่อรองต่อความขัดแย้งที่เกิดขึ้น มีการแบ่งหน้าที่ในการทำงาน ส่งเสริมให้สมาชิกภายในทีมมีการสื่อสารและชี้แนะที่มุ่งช่วยกันมาขัดขวางการทำงานให้สำเร็จได้ (Cesareni, 2016; Fiore, 2014; Salas, 2008 as cited in Arthur, 2017) การทำงานกับคนอื่นจึงเป็นทักษะที่ไม่ได้เกิดมาพร้อมกับทุกคน แต่สามารถพัฒนาได้ด้วยเวลาและการปฏิบัติ (Schleicher, 2017) ดังนั้น ปี ค.ศ. 2015 PISA จึงใช้กรอบการประเมินที่ครอบคลุมทั้งสมรรถนะการแก้ปัญหาและสมรรถนะการร่วมมือ โดยจะพิจารณาตามกรอบการประเมินผลการแก้ปัญหาลำพังของ PISA 2012 ที่ประกอบด้วย 4 สมรรถนะ ได้แก่ การระบุและเข้าใจปัญหา การแสดงรูปแบบและสัญลักษณ์ การวางแผนและการดำเนินงาน และการตรวจสอบและสะท้อนผล ร่วมกับสมรรถนะการร่วมมือ 3 สมรรถนะย่อย ได้แก่ การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม ผู้เรียนจะถูกวัดและประเมินเป็นรายบุคคลและนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานว่ามีสมรรถนะการแก้ปัญหาลำพังอยู่ในระดับต่ำ กลาง หรือสูง (PISA, 2015) นอกจากนี้การมีสมรรถนะการแก้ปัญหาลำพังสามารถถูกสอนได้ และสามารถวิเคราะห์และวัดได้ในสภาพแวดล้อมในห้องเรียนที่ใช้ทักษะทางสังคม (Social skills) และทักษะการคิด (Cognitive skills) ที่หลากหลาย (Hesse et al., 2015, p. 37)



จากผลการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจหรือ OECD ผ่านโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) พบว่าประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ 436 คะแนน ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD 500 คะแนนอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนในกลุ่มที่มีคะแนนสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสูงสุดหรือคะแนนต่ำสุด มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับคะแนนการประเมินการรู้เรื่องในสามวิชาหลักทั้งสามวิชาได้แก่ การอ่าน วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (IPST, 2018, p. 1-2) เนื่องจากการแก้ปัญหา การจัดกระทำและตีความข้อมูลและเหตุผลที่ซับซ้อนเป็นสิ่งที่นักเรียนต้องมีเสมอในวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการอ่าน (Schleicher, 2017) ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยพบว่าในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ขณะที่นักเรียนแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ร่วมกันกับเพื่อนนั้นจะเป็นการเพิ่มโอกาสให้นักเรียนถกเถียงทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสิ่งค้นพบร่วมกัน สะท้อนผลร่วมกัน และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นมากขึ้น (Damon, & Phelps, 1989 as cited in Michael Flore et al., 2016) นอกจากนี้การทำงานร่วมกันกับเพื่อนผู้มีประสบการณ์เท่าๆกัน จะช่วยเพิ่มโอกาสให้เกิดการถกเถียงทางวิทยาศาสตร์ สนับสนุนการวิพากษ์วิจารณ์ การประเมินและการกลั่นกรองความคิด (Duschl, & Osborne, 2002) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อการกระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนมีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสามารถจัดไปพร้อมกับการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ได้ และเป็นไปตามเป้าหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ก็มุ่งเน้นให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตในชีวิตประจำวันได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2559)

ผลการประเมินดังกล่าวแล้ว สอดคล้องกับผลการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนของนักเรียนในห้องเรียนที่ผู้วิจัยได้ฝึกปฏิบัติวิชาชีพครูในกิจกรรมการออกแบบและปฏิบัติการทดลองในวิชาปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นกิจกรรมกลุ่ม 3-4 คน เพื่อฝึกให้นักเรียนฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ กำหนดให้แต่ละกลุ่มออกแบบและทดลองปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดไฮโดรคลอริกกับเปลือกไข่ที่ไม่ได้เคลือบยาสีฟันเปรียบเทียบกับเปลือกไข่ที่เคลือบยาสีฟันเพื่อดูว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วแบบไหนเกิดเร็วกว่ากันและจะทราบได้อย่างไร จากการสังเกต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ ขาดความมั่นใจในการเสนอความคิดของตนเอง ไม่มีการแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจร่วมกันต่อการออกแบบการทดลอง และไม่แบ่งหน้าที่กันในการทดลอง โดยพบว่า ส่วนใหญ่มีการทำงานเฉพาะบุคคล เมื่อเกิดปัญหาขณะทดลองก็มัก

สอบถามครูผู้สอนโดยไม่ได้ร่วมกันแก้ปัญหาภายในกลุ่มก่อน นอกจากนี้ยังทำกิจกรรมไม่เสร็จภายในเวลาที่กำหนด เมื่อวิเคราะห์แล้วสาเหตุของปัญหาเหล่านี้อาจมาจากการเรียนการสอนแต่เดิมที่บทบาทหลักครูเป็นผู้บรรยายอยู่หน้าห้องเพียงอย่างเดียวทำให้เวลาในห้องส่วนใหญ่ใช้ไปกับการบรรยาย เพราะเป็นวิธีการที่สะดวกสามารถถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนอย่างรวดเร็ว ช่วยให้ครูสอนเนื้อหาได้ครบตามหลักสูตรภายในระยะเวลาที่กำหนด ส่งผลให้นักเรียนขาดการโต้ตอบกับครูผู้สอนและขาดการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนร่วมชั้นเรียน (วัชร นวลผ่อง, 2553) อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนมักจะเป็นแบบบรรยายเน้นการท่องจำ มีกิจกรรมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มและการลงมือปฏิบัติค่อนข้างน้อย ผู้เรียนจึงสนใจในการเรียนน้อยลง เนื่องจากครูผู้สอนไม่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ตลอดเวลา (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542, น. 175) และการสอนในรูปแบบบรรยายนี้อาจทำให้ผู้เรียนไม่ได้ฝึกการวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาเท่าใดนัก จึงทำให้ผู้เรียนไม่สามารถนำเนื้อหาไปประยุกต์ได้ (สำนักงานเลขาธิการ, 2559, น. 109) นอกจากนี้จากการสนทนากลุ่ม (Focus group) ของนักเรียนในห้องเรียน 3 กลุ่มโดยใช้การสุ่มอย่างง่าย เพื่อสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความชอบในการทำงานแบบกลุ่มและแบบเดี่ยว พบว่า นักเรียนชอบทำงานแบบเดี่ยวมากกว่า เนื่องจากมีอิสระในการทำงาน ไม่ต้องรอความเห็นส่วนรวมทำให้การทำงานเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว และหากทำงานเป็นกลุ่มก็อยากอยู่กลุ่มกับเพื่อนสนิทกลุ่มเดิมเพราะเจรจกกันง่ายกว่าการไปทำความรู้จักเพื่อนสมาชิกกลุ่มใหม่ และถ้าหากไม่สามารถแก้ปัญหาได้โดยลำพังจริงๆ ก็มักจะปรึกษาโดยตรงกับครูมากกว่าปรึกษาเพื่อน เพราะเห็นว่าระหว่างครูและเพื่อนครูน่าจะช่วยแก้ปัญหาได้ดีกว่า เมื่อนำข้อมูลเบื้องต้นเหล่านี้ไปพิจารณาถึงความสอดคล้องกับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ประเมิน ตามเกณฑ์ของ PISA 2015 สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนในชั้นเรียน ยังต้องการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

ดังนั้นการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือให้กับนักเรียน จึงทำได้โดยการพัฒนาไปกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีที่ผู้วิจัยปฏิบัติการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ซึ่งหลักสูตรปรับปรุงเนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ที่ครอบคลุมด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ โดยเน้นปรับปรุงเนื้อหาให้มีเนื้อหาที่ตัดtieกับนานาชาติ เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตรจริง โดยในวิชาเคมีจะมุ่งเน้นนวัตกรรมและการแก้ปัญหามาบูรณาการในสาระเนื้อหาเคมีพบว่าเนื้อหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญ เพราะสามารถนำความรู้ไปใช้ในการทำงานด้านเคมี และสามารถนำความรู้ในเนื้อหานี้ไปประยุกต์ใช้ในด้านการผลิต



อุตสาหกรรมต่างๆ ได้ และเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์หรือประกอบอาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม วัสดุศาสตร์ อุตุนิยมวิทยา ธรณีวิทยา ฯลฯ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2559) โดยธรรมชาติของปริมาณสารสัมพันธ์นั้นจะเป็นการประยุกต์ใช้หลักการ การคำนวณในการแก้ปัญหาโจทย์ (Tikkanen, & Aksela, 2012, p. 2) จึงสามารถนำมาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนได้ เพราะในบริบทของเนื้อหาแล้ว ปริมาณสารสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการคำนวณเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาในโจทย์ที่มีระดับความยากและความสลับซับซ้อนตั้งแต่ระดับที่เข้าใจง่ายจนถึงระดับที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ต้องใช้ทั้งความรู้และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ บางที่อาจต้องใช้การช่วยเหลือจากผู้ที่มีความรู้ทักษะการแก้ปัญหาที่สูงขึ้น หรือต้องการแก้ปัญหาร่วมกันกับเพื่อนเป็นกลุ่ม (Hayat et al., 2018)

นอกจากนี้ Tingle, & Good (1990) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการรวมกลุ่มแก้ปัญหาเกี่ยวกับปริมาณสารสัมพันธ์ในระดับมัธยมศึกษา พบว่า การแก้ปัญหานักเรียนแบบกลุ่ม ช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจและแน่วแน่ต่อการแก้ปัญหา มีการแบ่งปันความเชี่ยวชาญโดยสามารถสอนสมาชิกคนอื่น ๆ ด้วยการใช้แบบจำลองและการตั้งคำถามโดยการเปรียบเทียบและให้เหตุผลเชิงสัดส่วนและสามารถแก้ปัญหาย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอนได้ดีขึ้น ซึ่งการแก้ปัญหาก็เกี่ยวข้องกับปริมาณสารสัมพันธ์นั้นถือเป็นเนื้อหาที่สำคัญ

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่สามารถช่วยส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้นั้น พบว่า ควรเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารในห้องเรียน นักเรียนมีโอกาสที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเอง มีคำถามหรือปัญหาที่กระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการรู้คิดและทักษะลงมือแก้ปัญหา เป็นกิจกรรมที่ใช้เวลาในการลงมือปฏิบัติหรือทดลอง นำผลการทดลองมาถกเถียงกันและให้เหตุผลเกี่ยวกับคำถามทางวิทยาศาสตร์ และร่วมกันอธิบายถึงสิ่งที่สำรวจตรวจสอบ (OECD, 2017) นอกจากนี้ การมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการทำงานร่วมกันจะเป็นตัวระบุผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละบุคคลด้วย ดังนั้นงานในกิจกรรมร่วมกันควรเป็นงานที่ไม่สามารถทำให้สำเร็จได้จากการแบ่งงานกันคนละส่วน แต่อาจมอบหมายงานที่มีปัญหาเกี่ยวข้องกับงาน เช่น จัดหาปัญหาที่มีลักษณะคลุมเครือไม่ชัดเจน (ill-structured problem) นั่นคือ ในหนึ่งปัญหาอาจมีคำตอบได้หลายคำตอบหรือมีทางแก้ไขปัญหาได้หลายทาง ซึ่งกระตุ้นการการสร้างความรู้ที่ได้จากการร่วมมือซึ่งถือเป็นแนวคิดสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และนำไปสู่การเรียนรู้ของผู้เรียนได้ (Cohen, 1994 as cited in Hesse, 2014, p. 42)



การเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเป็นการเรียนรู้ที่ได้รับการยอมรับว่ามีประโยชน์ในการแก้ปัญหาด้านข้อจำกัดเวลาเรียนในยุคที่มีแหล่งข้อมูลข่าวสารและสื่อเทคโนโลยี ICT ได้ และสามารถออกแบบการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้มีเวลาในการทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม การลงมือปฏิบัติทดลอง และแก้ปัญหาในห้องเรียนมากขึ้น (Bergmann, & Sams, 2012) และสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันและการร่วมมือมากขึ้น (Moraros et al., 2015, p. 8) เพราะการกลับด้านห้องเรียนเป็นการเรียนการสอนโดยไม่เน้นให้ครูอยู่ในชั้นเรียนเพื่อสอนเนื้อหาต่างๆ แต่สามารถให้นักเรียนศึกษาเนื้อหานั้นๆ ด้วยตนเอง โดยใช้ Google classroom เป็นห้องเรียนออนไลน์สำหรับเตรียมการสอนให้กับนักเรียนนอกห้องเรียนเพื่อเตรียมองค์ความรู้พื้นฐานก่อนทำกิจกรรมในห้องเรียน ส่วนในห้องเรียนนั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะได้ฝึกแก้ปัญหาในกรณีศึกษา (Case study) ที่มีลักษณะปัญหาเป็น ill-structured problem ซึ่งมีขั้นตอนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นทบทวนปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3) ขั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา 4) ขั้นการตัดสินใจ และ 5) ขั้นสะท้อนผลลัพธ์ (Choi et al., 2009) มาเป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ขั้นการศึกษาแบบกรณีศึกษา 5 ขั้นตอน เปรียบเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) พบว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะร่วมคล้ายกัน คือ มีสถานการณ์ปัญหามาเป็นจุดเริ่มต้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียน เป็นผู้ค้นพบและสร้างความรู้ใหม่ โดยเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น (Vygotsky, 1978 as cited in OECD, 2017) โดยผู้สอนทำหน้าที่ส่งเสริมให้มีการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น (จิราภรณ์ พานิช, 2557) จัดบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ให้นักเรียนได้มีการช่วยเหลือกันในการทำงานหรือการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อย แต่ยังคงต้องการการดูแลเอาใจใส่และให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เรียน (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2557, น. 114-117)

จากงานวิจัยพบว่า ขั้นตอนการศึกษาของ Choi et al. (2009) สามารถส่งเสริมการแก้ปัญหาที่มีลักษณะคลุมเครือไม่ชัดเจน (ill-structured problem) ของกลุ่มตัวอย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับ ดร.ณนภา นาชัยฤทธิ์ (2559) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานด้วยการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้กรณีศึกษาก็สามารถส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหาและการเรียนรู้ร่วมกันเป็นทีมของผู้เรียนได้ และยังสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

เพิ่มขึ้น นักเรียนมีความสามัคคีในการทำงานกลุ่ม มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่ได้พบ (ปราณีต เชื้อทอง, 2556)

ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน โดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้หลักการแก้ปัญหาที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆที่อาจเผชิญในอนาคตและการทำงาน และเห็นความสำคัญของการแก้ปัญหาร่วมกัน

### คำถามวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรจัดอย่างไร
2. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ อย่างไร

### จุดประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาผลการส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

### ผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยเพื่อศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือซึ่งจะได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษาที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ณ โรงเรียนหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลกที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2561 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 28 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจงจาก 2 ห้องเรียน ซึ่งทั้ง 2 ห้องเรียนมีความสามารถและผลสัมฤทธิ์ในวิชาเคมี

ที่แตกต่างกันไม่มากนัก โดยนักเรียนในห้องเรียนที่ผู้วิจัยเลือกมานี้จะมีความสามารถและผลสัมฤทธิ์วิชาเคมีโดยรวมสูงกว่านักเรียนอีกห้องหนึ่งเล็กน้อย และเป็นห้องเรียนที่มีครูผู้สอนในวิชาเคมีทั้งหมด 2 คน หนึ่งในนั้นคือผู้วิจัย

### ขอบเขตเนื้อหา

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ในรายวิชาเพิ่มเติมเคมี 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา จำนวน 3 ผลการเรียนรู้ ได้แก่ 1) การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร 2) การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย และ 3) การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส

### นิยามศัพท์เฉพาะ

**การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา** หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ที่แบ่งการเรียนรู้ออกเป็นการเรียนนอกห้องเรียนและการเรียนในห้องเรียน สำหรับการเรียนนอกห้องเรียนและใช้ Google classroom ทำหน้าที่เป็นห้องเรียนออนไลน์ ส่วนการเรียนในห้องเรียนนั้นเป็นกิจกรรมกลุ่มที่แต่ละกลุ่มใช้ขั้นการศึกษาแบบกรณีศึกษา (Case study) เพื่อฝึกการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เนื้อหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 1. การเรียนรู้นอกห้องเรียน (Out-of-class learning) ประกอบด้วย

1.1 ขั้นการบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน (Pre-class video lecture) ครูอัดวิดีโอการสอนบรรยายลงใน Google classroom เกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ตามเรื่องที่จะเรียน โดยแบ่งการบรรยายออกเป็น 3 ช่วง คือ หลักการ ตัวอย่างการแก้ปัญหา และสรุปหลักการแก้ปัญหา วิดีโอที่ใช้มีความยาวประมาณ 5-7 นาที เพื่อเตรียมนักเรียนรายบุคคลให้มีความรู้พื้นฐาน

1.2 ขั้นการติดตามการทดสอบออนไลน์ (Online follow-up exercise) หลังจากที่นักเรียนชมวิดีโอการสอนบรรยาย ครูมอบหมายแบบฝึกหัดเพื่อประเมินนักเรียน และให้ผลสะท้อนในการทำแบบฝึกหัดแก่นักเรียนผ่าน Google classroom

#### 2. การเรียนรู้ในห้องเรียน (In-class learning) ประกอบด้วย

2.1 ขั้นสรุปการเรียนรู้นอกห้องเรียน (Brief review on out-of-class) ครูสรุปเนื้อหาที่นักเรียนได้ชมผ่านวิดีโออีกครั้งในห้องเรียนร่วมกัน และเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามสิ่งที่ยังไม่



เข้าใจ จากนั้นครูยกตัวอย่างปัญหาที่แตกต่าง 2-3 ข้อเพื่อทบทวนการแก้ปัญหาโจทย์และประเมินความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้การถาม-ตอบ กับนักเรียน

2.2 ขั้นการสอนบรรยายสั้นๆเกี่ยวกับกิจกรรม (Mini-didactic lecture) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมโดยใช้สื่อที่หลากหลาย เช่น ชาว วิดีโอ ฯลฯ ครูอธิบายลักษณะของกิจกรรม จากนั้นครูแบ่งกลุ่มนักเรียนคละความสามารถ 3-4 คน และแบ่งหน้าที่ ได้แก่ ผู้สืบค้นข้อมูล ผู้บันทึกข้อมูล ผู้เตรียมอุปกรณ์และผู้นำเสนอ

2.3 ขั้นกิจกรรมการแก้ปัญหา (Problem-solving activities) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาโดยใช้ขั้นการศึกษาแบบกรณีศึกษา (Case study) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

2.3.1 ขั้นทบทวนปัญหา (Reviewing problems) ครูนำเสนอปัญหาเกี่ยวกับปริมาณสารสัมพันธ์จากกรณีศึกษาตามเรื่องที่จะเรียน และใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนต่อปัญหาและกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันค้นหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านสถานการณ์ปัญหาและร่วมกันพูดคุยว่าในกลุ่มทราบอะไรบ้างเกี่ยวกับปัญหา และยังไม่ทราบอะไรบ้าง เพื่อช่วยกันหาข้อมูลเพิ่มเติมและนำมาสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาร่วมกัน

2.3.2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analyzing problems) นักเรียนแต่ละกลุ่มประชุมเพื่อร่วมกันระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข รวมทั้งผลกระทบและผู้ได้รับผลกระทบที่เกิดขึ้นลงในใบกิจกรรม

2.3.3 ขั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา (Creating solutions) นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันค้นหาวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด พร้อมระบุข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดของแต่ละวิธีลงในใบกิจกรรม

2.3.4 ขั้นการตัดสินใจ (Making decisions) นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ตกลงกันแล้วว่าเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด พร้อมระบุเหตุผลรวมทั้งหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือความรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องมาสนับสนุนการแก้ปัญหาจากการเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดในแต่ละวิธี จากนั้นวางแผนการแก้ปัญหาและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาตามหน้าที่ที่ได้มอบหมาย

2.3.5 ขั้นสะท้อนผลลัพธ์ (Reflecting on results) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสะท้อนผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาในห้องเรียน และให้ข้อเสนอแนะต่อแนวทางการแก้ปัญหาของเพื่อนกลุ่มอื่นๆ และสะท้อนผลการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรมในครั้งนี้ จากนั้นครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสะท้อนการปฏิบัติงานของตนเองและการทำงานของสมาชิกกลุ่มในประเด็น สิ่งที่นักเรียนคิดว่านักเรียนทำได้ดีและสิ่งที่นักเรียนคิดว่าต้องปรับปรุง และสิ่งที่นักเรียน

คิดว่ากลุ่มของนักเรียนทำได้ดีและสิ่งที่กลุ่มของนักเรียนต้องปรับปรุง โดยนำเสนอเป็นวิดีโอเพื่อให้ นักเรียนได้เตรียมตัวและเรียบเรียงสิ่งที่จะนำเสนอและนำเสนอผ่านวิดีโอลงใน Google classroom

**สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ** หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการเข้าร่วม กระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่มได้ โดยแบ่งปันความเข้าใจของตนเอง รวบรวมข้อมูล รักษาระเบียบ ของกลุ่มจนได้วิธีแก้ปัญหา แบ่งเป็น 3 สมรรถนะย่อย ได้แก่

1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน (Establishing and Maintaining Shared Understanding)

- 1.1 ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกภายในกลุ่ม
- 1.2 แบ่งปันข้อมูล และทำความเข้าใจในปัญหาร่วมกัน
- 1.3 สื่อสารร่วมกันเพื่อระบุถึงปัญหา และการดำเนินการภายในกลุ่ม
- 1.4 ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจร่วมกัน

2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา (Taking Appropriate Action to Solve the Problem)

- 2.1 ระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
- 2.2 ระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จ
- 2.3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง
- 2.4 ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา

3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม (Establishing and Maintain Team Organization)

- 3.1 เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและของสมาชิกกลุ่ม
- 3.2 ปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้
- 3.3 อธิบายและประพฤติตนตามระเบียบของกลุ่มที่ได้ตั้งไว้
- 3.4 ตรวจสอบ สะท้อนผลและเสนอข้อปรับปรุงการจัดการในกลุ่มและหน้าที่ของ สมาชิก เพื่อเป็นข้อปรับปรุงในการทำงานร่วมกัน

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผลการศึกษาจะเป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจนำไปปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้มองเห็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน การออกแบบกิจกรรมนอกและในห้องเรียนว่า ควรออกแบบอย่างไรเพื่อให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ควบคู่กับการพัฒนาสมรรถนะ การแก้ปัญหาแบบร่วมมือหรือทักษะที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เช่น ทักษะ

การสื่อสาร ทักษะการร่วมมือ ทักษะการคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น และสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาอื่นได้

2. ผลการศึกษาจะทำให้ทราบว่าจัดการการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านมีประสิทธิภาพเพียงพอหรือไม่ต่อการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน มีข้อดี ข้อด้อย หรือข้อจำกัดใดบ้างที่สามารถนำไปศึกษาวิจัยต่อได้ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป





## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีการนำเสนอรายละเอียดเป็นลำดับ ดังนี้

#### 1. หลักสูตรสถานศึกษา

1.1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.2 วิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

1.3 โครงสร้างหลักสูตรห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.4 เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

1.5 เนื้อหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

2. การเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา

2.1 การเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

2.1.1 ความหมายแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

2.1.2 ทฤษฎีพื้นฐานห้องเรียนกลับด้าน

2.1.3 กรอบแนวคิดเกี่ยวกับห้องเรียนกลับด้าน

2.1.4 คุณลักษณะสำคัญที่ทำให้การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านมีประสิทธิภาพ

2.1.5 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

2.2 Google Classroom

2.2.1 ประโยชน์ของ Google classroom

2.2.2 การใช้ Google classroom ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

2.2.3 แนวทางการใช้ Google classroom ในการจัดการเรียนรู้

### 2.3 กรณีศึกษา

2.3.1 ความหมายของการศึกษาแบบกรณีศึกษา

2.3.2 องค์ประกอบของการศึกษาแบบกรณีศึกษา

2.3.3 ขั้นตอนการศึกษาแบบกรณีศึกษา

2.4 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา

### 3. สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

3.1 ความหมายของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

3.2 ความสำคัญของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

3.3 กรอบโครงสร้างการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

3.4 วิธีประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

3.5 ตัวอย่างแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

### หลักสูตรสถานศึกษา

1. ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามที่มาของการประกาศใช้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพราะต้องการยกระดับการศึกษาไทยให้มีคุณภาพ และมาตรฐานระดับสากล และเตรียมการศึกษาเพื่อเตรียมคนไทยสู่ Thailand 4.0 ให้มีศักยภาพทั้งทางด้านความรู้ ทักษะและความสามารถในการแข่งขันและดำรงชีวิตตัวอย่างสร้างสรรค์ในประชาคมโลก ตามวิสัยทัศน์ Thailand 4.0 ที่กล่าวไว้ว่า “ประเทศมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” และสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2564 ที่ต้องการเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพคนไทยให้ได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพสูงตามมาตรฐานสากลและเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 จึงมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และ

สอดคล้องกับสภาพการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ได้แก่ เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว

สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 นั้น ได้มีการจัดกลุ่มสาระการเรียนรู้ใหม่ รวมทั้งเปลี่ยนชื่อสาระการเรียนรู้ และแบ่งออกเป็นสาระการเรียนรู้พื้นฐานกับสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม และได้นำสาระเทคโนโลยีจากกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ได้แก่ สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยีและสาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมารวมกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังตาราง 1

**ตาราง 1 การเปรียบเทียบการจัดกลุ่มสาระการเรียนรู้ของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์หลักสูตรแกนกลาง พ.ศ. 2551 กับ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560**

สาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลาง พ.ศ. 2551	สาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
<p>กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต</li> <li>2. ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม</li> <li>3. สารและสมบัติของสาร</li> <li>4. แรงและการเคลื่อนที่</li> <li>5. พลังงาน</li> <li>6. กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก</li> <li>7. ดาราศาสตร์และอวกาศ</li> <li>8. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</li> </ol> <p>กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ประกอบด้วย 4 สาระ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การดำรงชีวิตและครอบครัว</li> <li>2. การออกแบบและเทคโนโลยี</li> <li>3. เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร</li> <li>4. การอาชีพ</li> </ol>	<p>กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 สาระการเรียนรู้พื้นฐานและ 4 สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ดังนี้</p> <p>มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (รายวิชาพื้นฐาน)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ</li> <li>2. วิทยาศาสตร์กายภาพ</li> <li>3. วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ</li> <li>4. เทคโนโลยี</li> </ol> <p>ผลการเรียนรู้ (รายวิชาเพิ่มเติม)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. สาระชีววิทยา</li> <li>2. สาระเคมี</li> <li>3. สาระฟิสิกส์</li> <li>4. สาระโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ</li> </ol>

สำหรับด้านเนื้อหา นั้นได้มีการปรับปรุงโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในศตวรรษที่ 21 และเน้นความรู้ที่ทันสมัย สอดคล้องต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบันและอนาคต และลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา มีการโยกย้ายเนื้อหาข้ามระดับชั้นหรือข้ามวิชา เพิ่มและปรับเนื้อหาที่ทันสมัย รวมทั้งตัดเนื้อหาและลดทอนเนื้อหาที่ยากลง สำหรับสาระการเรียนรู้เคมี



เพิ่มเติม ม.4 นั้นได้มีการเพิ่มเนื้อหาต่างๆ ที่มีความทันสมัย สอดคล้องต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบันและอนาคตมากขึ้น เช่น การเพิ่มเนื้อหาเรื่องทักษะและความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี รวมทั้งนวัตกรรมและการแก้ปัญหาที่เน้นการบูรณาการในสาระเคมี

## 2. วิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

### วิสัยทัศน์

เป็นผู้นำแห่งการเรียนรู้สู่มาตรฐานสากลในปี 2562

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรสถานศึกษามุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ การพัฒนาจะทำให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้ 1) ความสามารถในการสื่อสาร 2) ความสามารถในการคิด 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และ 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

หลักสูตรสถานศึกษามุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถ อยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุขในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้ 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2) ซื่อสัตย์สุจริต 3) มีวินัย 4) ใฝ่เรียนรู้ 5) อยู่อย่างพอเพียง 6) มุ่งมั่นในการทำงาน 7) รักความเป็นไทย และ 8) มีจิตสาธารณะ

## 3. โครงสร้างหลักสูตรห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

การจัดสาระการเรียนรู้และหน่วยกิตของสาระการเรียนรู้ในหลักสูตรห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ให้เป็นไปตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ช่วงชั้นที่ 4 ของกระทรวงศึกษาธิการและออกแบบรายวิชาเพิ่มเติมเป็นวิชาเลือก โดยลดจำนวนหน่วยการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีลง แต่ยังคงมีเนื้อหาที่เข้มข้นเหมือนเดิมด้วย คุณลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษสามารถเรียนรู้ได้เร็วกว่านักเรียนปกติทั่วไป พร้อมทั้งให้นักเรียนมีเวลาในการค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพและมีเวลา ในการพัฒนาศักยภาพในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ ครอบคลุมตามหลักสูตรมาตรฐานสากล พร้อมทั้งเพิ่มเติมวิชาภาษาอังกฤษให้เข้มข้นมากขึ้น และเพื่อให้ตรงกับปรัชญาการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ดำเนินการโครงสร้างหลักสูตรห้องเรียนพิเศษ ที่ประกอบด้วย รายวิชาและเกณฑ์ขั้นต่ำของกลุ่มสาระการเรียนรู้หรือรายวิชาในแต่ละกลุ่มสาระรวมทั้งสิ้น ไม่ต่ำกว่า 89.5 หน่วยกิต

#### 4. เป้าหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้ มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

หน่วยการเรียนรู้ที่ทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ คือ หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยมีสาระสำคัญ ดังนี้

ปฏิกิริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้นโดยชนิดและจำนวนอะตอมของธาตุไม่เปลี่ยนแปลง ปฏิกิริยาเคมีเขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมีซึ่งประกอบด้วยสูตรเคมีของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์โดยมีลูกศรแสดงทิศทางของการเกิดปฏิกิริยา และเลขสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการดุลสมการเคมีซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณต่าง ๆ ของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันและผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นและอาจมีสัญลักษณ์แสดงสถานะของสารหรือปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมี

เลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมีบอกถึงจำนวนโมลของสารในปฏิกิริยาเคมีและสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณต่าง ๆ ของสาร เช่น มวล ความเข้มข้นของสารละลาย ปริมาตรของแก๊ส และใช้ในการคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่มีหลายขั้นตอนได้

สำหรับปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่พอดีกัน ปริมาณผลิตภัณฑ์พิจารณาจากสารกำหนดปริมาณ ซึ่งเป็นสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมด ในปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่มีผลิตภัณฑ์

ที่เกิดขึ้นจริงน้อยกว่าผลได้ตามทฤษฎีที่คำนวณได้จากสารกำหนดปริมาณตามสมการเคมีผลได้ร้อยละคือการเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ ซึ่งสามารถบอกถึงประสิทธิภาพของการทำปฏิกิริยาและเกี่ยวข้องกับสาระเคมี 2 ข้อ คือ

ข้อ 2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยา รีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ข้อ 3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ไขปัญหาทางเคมี

และมีผลการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง 3 ผลการเรียนรู้ ดังนี้

ข้อ 9 คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร

ข้อ 10 คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย

ข้อ 11 คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส

ซึ่งผลการเรียนรู้ดังกล่าวนี้เกี่ยวข้องกับเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมีที่บอกถึงจำนวนโมลของสารในปฏิกิริยาเคมี และสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณต่าง ๆ ของสาร เช่น มวล ความเข้มข้นของสารละลาย ปริมาตรของแก๊สได้ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการใช้คำนวณหาปริมาณสารที่ต้องการในการทำปฏิกิริยาต่าง ๆ ได้ เพื่อให้ได้สารผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ จากความยากและความสลับซับซ้อนของเนื้อหาวิชา ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นสมควรว่า การให้นักเรียนได้เรียนรู้หลักการทฤษฎีและมีโอกาสได้นำความรู้ทางทฤษฎีมาคำนวณปริมาณสารเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันร่วมกันกับเพื่อนผู้มีส่วนประกอบเท่าๆกัน จะทำให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหา และส่งเสริมให้เกิดการอภิปราย และได้แย้งเพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ดียิ่งขึ้น

## 5. เนื้อหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

เนื้อหาปริมาณสารสัมพันธ์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับ การแก้ปัญหาและการเข้าใจเกี่ยวกับปฏิกิริยาทางเคมีและสมการเคมี จากการศึกษาวิจัยพบว่า นักเรียนหลายคนให้ความเห็นว่าเป็นเนื้อหาที่ยากเพราะค่อนข้างเป็นคณิตศาสตร์สูงและเป็นนามธรรมในธรรมชาติซึ่งต้องใช้ความสามารถในการเชื่อมระหว่างสารในระดับจุลภาคและระดับมหภาค (Davidowitz, 2010) ตัวอย่างการอธิบายพฤติกรรมของสารเคมีในระดับจุลภาคหรือ Sub-microscopic level เป็นปรากฏการณ์ทางเคมีของสารที่เกิดขึ้นจริงแต่ไม่สามารถมองเห็นได้



เพราะจะกล่าวถึงโมเลกุลอะตอมและอิเล็กตรอน เช่น การเกิดสนิมเหล็ก เกิดจากเหล็กถูกปล่อยไว้ในอากาศซึ่งจะทำปฏิกิริยากับอะตอมของออกซิเจนในอากาศเกิดเป็นไฮเดรตไฮรอกไซด์ (สนิม) และการอธิบายพฤติกรรมของสารเคมีในระดับระดับมหภาค (Macroscopic level) ซึ่งเป็นการกล่าวถึงปรากฏการณ์ทางเคมีที่เกิดขึ้นจริงและสัมผัสได้ เช่น การเกิดสนิมเหล็ก เป็นต้น ซึ่งเนื้อหาปริมาณสารสัมพันธ์นั้นถือเป็นเนื้อหาที่สำคัญ เพราะเป็นพื้นฐานของการคำนวณเรื่องสมดุลเคมีและกรดเบสซึ่งผู้เรียนจะได้เรียนต่อไป

**การเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา**

### 1. การเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

#### 1.1 ความหมายแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

แนวโน้มด้านเทคโนโลยีการศึกษาในปัจจุบันนี้มีศักยภาพมากขึ้นในการรวมระบบดิจิทัลเข้ากับการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกทำให้มีความหมายมากขึ้น โดยการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped classroom Instruction) ซึ่งถูกพัฒนาโดย Bergmann และ Sams ทั้งคู่เป็นครูเคมีในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้รับการยกย่องว่าเป็นผู้พัฒนารูปแบบห้องเรียนกลับด้านในบริบทของโรงเรียน แนวคิดห้องเรียนกลับด้านมีความหมายตรงกับคำว่า Inverted classroom ซึ่งเป็นคำที่ใช้โดย Lage, Platt และ Treglia ในปี 2000 ในบริบทการศึกษาที่สูงขึ้น และภายหลังคำว่า “ห้องเรียนกลับด้าน” หรือ “ห้องเรียนกลับทาง” ก็ได้รับการใช้มากขึ้นในการศึกษาขั้นสูงอื่นๆ (Bates & Galloway, 2012; Kellogg, 2009; Lockwood & Esselstein, 2013; Talbert, 2014; Strayer, 2012; Wentland, 2004 as cited in Ng, 2015, p. 149) Lage et al. (2000, p. 32) ได้กำหนดให้คำว่า ห้องเรียนกลับด้าน หมายถึง "เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามปกติในห้องเรียน ในทางกลับกันตอนนี้ได้ไปเกิดขึ้นนอกห้องเรียนและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนอกห้องเรียนได้มาเกิดขึ้นในห้องเรียนแทน"

ในห้องเรียนแบบดั้งเดิม นักการศึกษาจะพยายามรวมเนื้อหาและถ่ายทอดภายในเวลาเรียนในห้องเรียนและมอบหมายการบ้านที่ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียนที่ได้สอนไปไว้นอกชั้นเรียน แต่ในรูปแบบการเรียนในห้องเรียนกลับด้าน การเรียนรู้ในห้องเรียนจะกลับทางด้วยการเริ่มที่การบ้าน เนื้อหาได้รับการสอนที่บ้านผ่านวิดีโอที่ผู้สอนได้บันทึกไว้ล่วงหน้าและโพสต์ให้นักเรียนแบบออนไลน์ นักเรียนดูวิดีโอประกอบการบรรยายตามอรรถาธิบายที่ผู้สอนเตรียมไว้เพื่อเตรียมตัวสำหรับกิจกรรมที่วางแผนไว้สำหรับพวกเขาที่จะจัดขึ้นในห้องเรียนต่อไป

ครูบันทึกการสอนเนื้อหาหรือสาระสำคัญของเนื้อหาโดยใช้ซอฟต์แวร์ที่สามารถดาวน์โหลดได้ หรือ screencast ที่ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยจับหรือแคปเจอร์การเปลี่ยนแปลงที่หน้าจอภาพแบบออนไลน์ เช่น Camstudio, Community Clips, Jing, ShowMe, Educreation และ ExplainEverything โปรแกรมเหล่านี้เป็นแอปพลิเคชันที่เปิดฟรีซึ่งสามารถจับภาพวิดีโอและบันทึกวิดีโอได้ (ตัวอย่างเช่น PowerPoint) และคำบรรยายเสียงประกอบคำอธิบายของครูผู้สอน วิดีโอการเรียนการสอนเหล่านี้จะถูกอัปโหลดไปยังอินเทอร์เน็ตและเผยแพร่แก่นักเรียน (บางที่อาจเรียกว่า vodcasts) และสามารถอัปโหลดไปยัง iTunes, YouTube, iTunesU, Google Video ผ่าน TeacherTube, Vimeo หรือระบบการจัดการเรียนรู้ของสถาบันต่างๆ เช่น Blackboard, Edmodo หรือ Moodle ที่นักเรียนสามารถเข้าถึงและดาวน์โหลด vodcast เพื่อรับชมที่บ้านได้ นอกจากนี้วิดีโอออนไลน์อื่น ๆ ที่นักการศึกษาพบว่าเหมาะสมแก่นักเรียนและอาจจะใช้ประโยชน์ได้ คือไซต์ที่มีการเผยแพร่ vodcasts ฟรี ได้แก่ YouTube, TED-Ed, Khan Academy, ShowMe และเว็บไซต์ของมหาวิทยาลัย (เช่น MIT และ Stanford University) การทำให้ห้องเรียนกลับด้านมีความหมายแก่ผู้เรียนมากขึ้นคือการทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาในเวลาและสถานที่ตามความสะดวกของตนเอง แต่ต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่านักเรียนทุกคนสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีและอินเทอร์เน็ตที่บ้านได้ สำหรับนักเรียนที่ไม่มีอินเทอร์เน็ตที่บ้านสามารถดาวน์โหลด vodcasts ลงในแฟลชไดรฟ์ USB เพื่อรับชมได้ สำหรับนักเรียนที่ไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่บ้าน vodcast สามารถคัดลอกลงในดีวีดีเพื่อรับชมบนเครื่องเล่นดีวีดีได้ (Bergmann, & Sams, 2008 as cited in Ng, 2015, p. 150) นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของห้องเรียนกลับด้านไว้ดังนี้

Hamdan et al. (2013) กล่าวว่ารูปแบบการเรียนรู้ของ ห้องเรียนกลับด้านจะเปลี่ยนจากการเรียนรู้แบบกลุ่มใหญ่เป็นการเรียนรู้ตามบุคคล โดยการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วย ซึ่งครูจะบันทึกการบรรยายเนื้อหาการเรียนการสอนเป็นวิดีโอของตนเอง หรือ วิดีโอที่นำมาจากเว็บไซต์การเรียนรู้ต่างๆ ทำให้นักเรียนสามารถเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา ไม่ว่าจะที่บ้าน บนรถ หรือที่อื่น ๆ นอกห้องเรียน เพื่อเตรียมเรียนรู้มาก่อนที่จะเข้าเรียนในชั้นเรียน และในห้องเรียนนั้นครูจะใช้เวลาสำหรับการบูรณาการและการประยุกต์ใช้ความรู้ของนักเรียนอย่างหลากหลาย

Mcmahon (2005) ได้ให้ความหมายของห้องเรียนกลับด้านว่า เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนการสอนโดยที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการทำการบ้านที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองจากสื่อวีดิทัศน์นอกชั้นเรียนหรือที่บ้าน ส่วนการเรียนในชั้นเรียนปกตินั้นจะเป็นการเรียนแบบสืบค้นหาความรู้ที่ได้รับร่วมกันกับเพื่อนร่วมชั้น โดยมีครูเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือชี้แนะ



จากความหมายข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) เป็น กระบวนการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งซึ่งเปลี่ยนการใช้ช่วงเวลาของการบรรยาย เนื้อหาในห้องเรียนเป็นการทำกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งแบบเดี่ยวและแบบกลุ่มในห้องเรียน และเน้นให้นักเรียนสามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ส่วนการบรรยายจะอยู่ในช่องทางอื่นๆ เช่น วิดีโอ วิดีโอออนไลน์ vodcast podcast ฯลฯ โดยผู้สอนเป็นผู้อัดวิดีโอการสอน และมอบหมายให้ผู้เรียนแบบออนไลน์ ผู้เรียนเข้าถึงวิดีโอการสอนได้ โดยใช้เทคโนโลยีและอินเทอร์เน็ตเมื่ออยู่ที่บ้านหรือนอกห้องเรียนตามอัธยาศัย

## 1.2 ทฤษฎีพื้นฐานห้องเรียนกลับด้าน

การเรียนรู้ในห้องเรียนกลับด้านนั้น เป็นการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ใช้ทั้งการเรียนแบบออนไลน์และการเรียนแบบเผชิญหน้าเข้าหากัน การนำแนวคิดห้องเรียนกลับด้านมาปฏิบัติไม่ใช่เรื่องใหม่ และจากหลายงานวิจัยได้มีครูหลายท่านได้ทดลองปฏิบัติการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านในชั้นเรียนที่แตกต่างกันไปในแต่ละระดับชั้นเป็นเวลานานมาแล้ว โดยที่ในเนื้อหาวิชาส่วนใหญ่ นักเรียนจะต้องอ่านบทความที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนหรือทำการค้นคว้าหาข้อมูลนอกเวลาเรียน (เช่นการบ้าน) เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการอภิปรายในชั้นเรียนหรือกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ในบทเรียนต่อไป และในความก้าวหน้าของเครื่องมือที่ใช้ทางการศึกษา (เช่นอุปกรณ์เคลื่อนที่ เครื่อง screencast) และการคุยแบบต่อหน้าแบบออนไลน์ที่ใช้งานกันโดยทั่วไปนั้นนั้นถูกทำให้ใช้งานได้ง่ายยิ่งขึ้น ซึ่งทำให้เกิดความสนใจในการพยายามที่จะนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาใช้ในการเรียนการสอนในชั้นเรียนกลับด้าน ตัวอย่างของการสนับสนุนจากองค์กรต่างๆ ที่ผลิตรูปแบบของบทเรียนออนไลน์ เช่น Khan Academy ก็เป็นตัวอย่างของแรงผลักดันสำหรับการกลับด้านชั้นเรียน (Sparks, 2011 as cited in Ng, 2015, p. 150)

สำหรับครูผู้สอนนั้น แนวคิดที่สอดคล้องกันก็คือการทำให้การสอนของคุณนั้นสอนเสร็จที่บ้านด้วยเทคโนโลยี ซึ่งก็เป็นแนวคิดที่สนับสนุนรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน เนื่องจากเทคโนโลยีเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งกับผู้ใช้งานมากยิ่งขึ้น ครูหรือนักการศึกษาสามารถบันทึกวิดีโอ บันทึกเสียง หรือบันทึกการออกอากาศทางจออุปกรณ์และอัปโหลดไปยังแพลตฟอร์มเพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าถึงได้ก่อนที่จะมีการเรียนการสอนเกิดขึ้นในชั้นเรียน และเนื่องจากการที่ทุกคนสามารถเป็นเจ้าของสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตที่เพิ่มจำนวนขึ้นขึ้นนั้นทำให้ การเข้าถึงการเรียนการสอนที่บ้านที่กว้างขวางในสถานที่และเวลาของนักเรียนเองจึงกลายเป็นเรื่องง่ายที่จะสนับสนุนการเรียนรู้ในชั้นเรียนแบบกลับด้าน (BBC, 2008; Griffith, 2013; Sherman, 2013 as cited in Ng, 2015, p. 150)



### 1.3 กรอบแนวคิดเกี่ยวกับห้องเรียนกลับด้าน

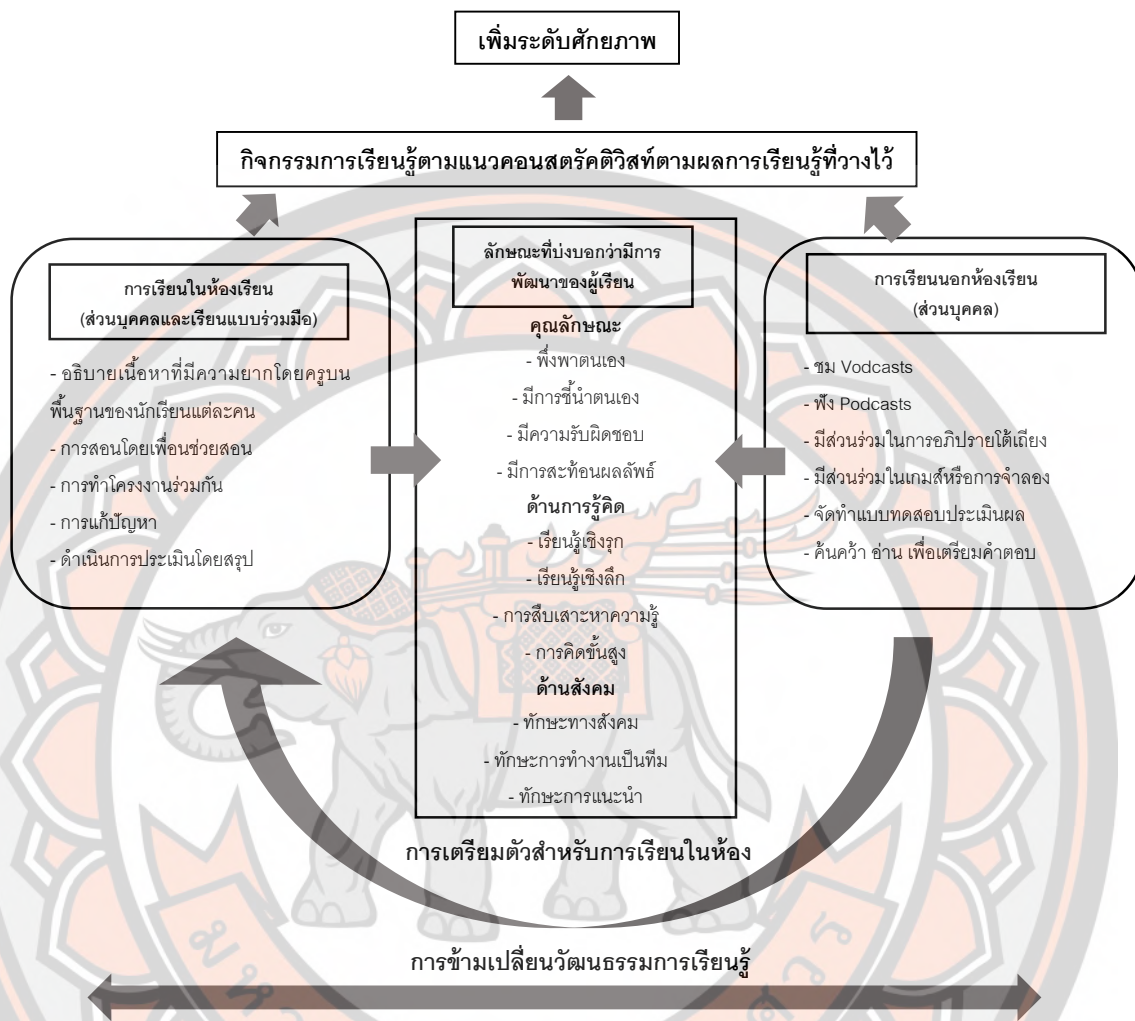
ทฤษฎีทั่วไปที่สนับสนุนห้องเรียนกลับด้าน จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัย คือ การใช้วิดีโอเพื่อย้ายรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียนโดยตรง โดยการย้ายการสอนแบบดั้งเดิมและการบรรยายแบบกลุ่มใหญ่ไปสู่พื้นที่แห่งการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางนอกห้องเรียน ในห้องเรียนนักเรียนจะถูกเน้นไปที่การมีส่วนร่วมในกิจกรรมปฏิสัมพันธ์เชิงโต้ตอบเพื่อสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งในเนื้อหาผ่านการอภิปรายการปฏิบัติและการแก้ปัญหาที่พวกเขาทำเป็นกลุ่มเดี่ยวหรือทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย เพื่อที่จะแก้ปัญหาได้นักเรียนต้องเรียนจากการสอนโดยการทำการบ้านหรือแบบฝึกหัด ซึ่งในแบบฝึกหัดจะต้องมีแนวคิดที่เกี่ยวข้องและจะต้องมาจากความรู้ที่ได้รับผ่านการดู vodcasts ที่บ้าน โดยต้องออกแบบการสอนและการบ้านมาอย่างรอบคอบเพื่อให้มั่นใจว่าเนื้อหาที่เตรียมมาสามารถอธิบายเนื้อหาได้ดีพอสมควรเพื่อให้นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันสามารถเข้าใจแนวคิดที่ต้องเรียนรู้ได้ อย่างไรก็ตาม นักเรียนแต่ละคนจะได้รับโอกาสให้ชี้แจงสาระสำคัญของเนื้อหาที่สอนใน vodcasts ที่เรียนแล้วยังไม่เข้าใจกับครูผู้สอนในช่วงเวลาเรียนในห้อง ดังนั้นครูผู้สอนจึงใช้บทบาทเป็นวิทยากรหรือพี่เลี้ยงโดย 1) แนะนำแนวทางการเรียนรู้ด้วย vodcasts 2) ประเมินนักเรียนเป็นประจำเพื่อกำหนดสิ่งที่พวกเขารู้และสิ่งที่พวกเขาจำเป็นต้องรู้เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมและ 3) ให้ความช่วยเหลือในชั้นเรียนเช่นการอธิบายเพิ่มเติมหรือจัดหาแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามความต้องการ

นอกจากนี้นักเรียนยังมีโอกาสมากขึ้นในการโต้ตอบกับเพื่อนๆ ผ่านการสอนโดยเพื่อนช่วยสอน (peer-tutoring) หรือการทำโครงการเป็นกลุ่มย่อยที่จัดตั้งในห้องเรียน จากที่กล่าวมา แนวคิดเหล่านี้เป็นแนวคิดพื้นฐานของ Vygotsky เกี่ยวกับ Zone of Proximal Development (ZPD) ที่ถูกอธิบายว่าเป็นระดับของการพัฒนาศักยภาพหรือเป็นระยะระหว่างสิ่งที่นักเรียนสามารถทำได้และสิ่งที่นักเรียนจะสามารถทำการพัฒนาต่อไปได้ ZPD คือจุดที่การเรียนรู้เกิดขึ้นและที่ซึ่งผู้เรียนสามารถพัฒนาความรู้เพิ่มเติมในหัวข้อและพัฒนาทักษะขั้นสูงให้เพิ่มขึ้นภายใต้การแนะนำของครูผู้สอนหรือการร่วมมือกันกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ดังนั้น ZPD จึงครอบคลุมถึงโครงสร้างทางความคิดที่ยังอยู่ในกระบวนการของการพัฒนาและกระบวนการที่พวกเขาจะสามารถพัฒนาได้อย่างเต็มที่ผ่านบทบาทของคนกลาง (ครูและเพื่อน) ที่ให้ความช่วยเหลือในส่วนของพัฒนาของการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละบุคคล สำหรับการออกแบบการเรียนรู้ที่ออกแบบมาอย่างรอบคอบโดยคำนึงถึงความรู้เดิมของนักเรียน ครูผู้สอนสามารถสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่อยู่ในรอยต่อพัฒนาการได้ การเรียนรู้ในห้องเรียนกลับด้านทำให้ออกาสเหล่านี้เกิดได้มากขึ้นเนื่องจากนักเรียนสามารถทำงานผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยความช่วยเหลือที่เหมาะสมจากผู้สอนและจาก

การให้คำปรึกษาโดยเพื่อนของนักเรียนเอง (Berrett, 2012; Flumerfelt, & Green, 2013; Frydenberg, 2013; Marcey, & Brint, 2012; Talbert, 2012 as cited in Ng, 2015, p. 151)

การเรียนรู้จากเพื่อนผู้มีประสบการณ์เท่าๆกัน (peer-learning) จะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนทำงานเป็นทีม หรือการทำโครงการ หรือร่วมกันหาแนวทางแก้ไขปัญหาร่วมกันในการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ซึ่งความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะนั้นมีความหมายที่แตกต่างกันเล็กน้อยตามค่านิยมของนักวิจัย (Aditomo; Goodyear; Bliuc, & Ellis, 2013 as cited in Ng, 2015, p. 151) และเมื่อวิเคราะห์จากงานวิจัยหลายๆ งานวิจัยแล้วสามารถสรุปได้ว่า ค่านิยมเหล่านี้มีส่วนที่สัมพันธ์กันอยู่นั้นคือ การเรียนรู้แบบสืบเสาะนั้นมักมีคำถามหรือปัญหาเป็นตัวขับเคลื่อนเพื่อให้นักเรียนลงมือค้นหาความรู้และลงเผชิญหน้ากับปัญหาและแก้ไข ปัญหา โดยปัญหาที่จะแก้ไอนั้นตั้งอยู่ในบริบทแห่งความเป็นจริงซึ่งจะทำให้การเรียนรู้มีความหมาย และกระตุ้นแรงจูงใจมากขึ้น การเรียนรู้แบบสืบเสาะคือการเรียนรู้โดยมีนักเรียนเป็นศูนย์กลางและเป็นการเรียนรู้เชิงรุกที่เหมาะสมกับการสอนในชั้นเรียนแบบกลับด้าน นักเรียนสามารถรับความช่วยเหลือจากอาจารย์ผู้สอนและเพื่อนของตนเองในการทำงาน (Justice et al., 2007; Levy et al., 2010; Oliver, 2008; Prince, & Felder, 2007 as cited in Ng, 2015, p. 151) กรอบคุณลักษณะของการเรียนรู้ในห้องเรียนแบบกลับด้านแสดงดังภาพ 1

กรอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าวัฒนธรรมการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงไป อันเนื่องมาจากความต้องการของนักเรียนในขอบเขตการเรียนรู้ในระบบและตามอภิปรัชญาทำให้การเรียนรู้เป็นไปในรูปแบบที่เชื่อมกันโดยใช้การเสริมต่อการเรียนรู้ (scaffolding) ในการเรียนรู้ตามอภิปรัชยานั้นจะเป็นพื้นที่ที่เทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาบูรณาการในการเรียนรู้ กรอบการเรียนรู้แสดงให้เห็นว่า vodcasts ไม่ใช่รูปแบบการเรียนรู้เพียงอย่างเดียวแต่ต้องขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ด้วย เช่น การฟังพอดคาสต์ การมีส่วนร่วมในการอภิปรายออนไลน์ การดำเนินการแบบทดสอบประเมินออนไลน์ การมีส่วนร่วมในการจำลองหรือเกมการค้นคว้าหัวข้อที่ได้รับมอบหมายทางออนไลน์ การอ่านข้อมูลบนเว็บและการเตรียมคำตอบของคำถาม เป็นต้น ครูผู้สอนจะสามารถประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนได้จากการตอบแบบทดสอบและฟอรัมการสนทนา ในการเรียนในระบบนั้น นักเรียนจะพัฒนา ZPDs ของตนผ่านการโต้ตอบแบบกลุ่มย่อยและแบบตัวต่อตัวกับเพื่อนและครูเพื่อคลายประเด็นการเรียนรู้ที่ยากต่อการเข้าใจการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านที่จะช่วยส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนและนักเรียนจะเป็นตัวของตนเองในการเรียนรู้และรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองตามการรู้คิดของเขา นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเองและดำเนินการเรียนรู้ในขั้นต่อไป



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้านตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

ที่มา: Ng, 2015

การใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนแบบกลับด้านและแนวคิดการกำกับตนเองในการเรียนรู้โดยการนำเทคโนโลยีมาช่วยเพิ่มระดับการมีส่วนร่วมของนักเรียนและส่งเสริมให้ผลการเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้น โดยทั่วไปธรรมชาติของการแก้ปัญหาของกิจกรรมในชั้นเรียนจะช่วยส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการคิดขั้นสูง ปัญหาที่ได้รับการออกแบบมาเป็นอย่างดีจะช่วยให้นักเรียนสามารถที่จะตีความและวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง นำเชื่อถือและมีแบบแผน รวมถึงมีการระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและหาข้อบกพร่องในข้อสันนิษฐานจากความคิดเห็นของผู้อื่นนอกจากนี้นักเรียนยังได้เรียนรู้การทำงานร่วมกันในการเรียนรู้แบบโครงการ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Anderson, & Krathwohl, 2001; Bloom, 1956 as cited in Ng,



2015, p. 153) ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการทำงานในศตวรรษที่ 21 กรอบห้องเรียนกลับด้านยังครอบคลุมทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม ที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้งานตั้งแต่ระดับต่ำสุดของชั้นการเรียนรู้ นั่นคือการเรียนโดยการรับข้อมูลที่บ้านและให้หันมาให้ความสำคัญกับระดับความรู้ความเข้าใจในระดับสูง (การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินผล) ในห้องเรียน โดยการสนับสนุนจากเพื่อนร่วมชั้นเรียนและผู้สอน (Brame, 2013 as cited in Ng, 2015, p. 153) อย่างไรก็ตามเนื้อหาสำคัญที่ซับซ้อนอาจต้องมีการเสริมต่อการเรียนรู้เพิ่มเติมในวิดีโอ เพื่อสนับสนุนการใช้และเข้าถึงวิดีโอโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับนักเรียนที่เข้าใจได้ช้า

สำหรับตัวครูผู้สอนนั้นกิจกรรมของนักเรียนต้องได้รับการวางแผนอย่างรอบคอบเพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนและที่อยู่นอกห้องเรียนสอดคล้องกับผลลัพธ์ที่ตรงกับจุดประสงค์หรือหลักสูตร การใช้ฐานแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เพื่อใช้ในการออกแบบหลักสูตรนั้นจะช่วยเพิ่มเงื่อนไขการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ (Biggs, 1996, 2003 as cited in Ng, 2015, p. 153) กฎเกณฑ์สำคัญของแนวคิดนี้คือองค์ประกอบทั้งหมดในระบบการเรียนการสอน ได้แก่ หลักสูตร วิธีการจัดการเรียนการสอนที่ใช้และการประเมินผลที่จัดไว้ให้สอดคล้องกันกับองค์ประกอบต่างๆ และตรงกับผลการเรียนรู้ที่ต้องการ

**1.4 คุณลักษณะสำคัญที่ทำให้การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านมีประสิทธิภาพ** การนำห้องเรียนกลับด้านไปปฏิบัติในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติหลักตามที่ Pearson, & The Flipped Learning Network (2013) as cited in Hamdan, McKnight, McKnight, Arfstrom (2013) ได้กล่าวไว้ว่ามีลักษณะหลักดังนี้

1. การสร้างสภาพแวดล้อมที่ยืดหยุ่น กรอบห้องเรียนแบบกลับด้านนั้นมีความยืดหยุ่นให้สามารถเลือกวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย รวมถึงการเปิดโอกาสให้มีส่วนร่วมในการทำงานเป็นกลุ่มหรือศึกษาด้วยตนเอง รวมทั้งการค้นคว้าหาข้อมูลและการประเมินผล กิจกรรมได้ตอบสนองเวลาเรียนอาจส่งผลให้ชั้นเรียนไม่เป็นระเบียบและมีเสียงรบกวนเมื่อเทียบกับพฤติกรรม การเรียนรู้แบบเดิมของผู้เรียนที่ค่อนข้างเงียบในระหว่างการเรียนบรรยายแบบดั้งเดิม ดังนั้นในแง่ของความก้าวหน้าของการเรียนรู้และการประเมินผลในห้องเรียนแบบกลับด้านจึงมีความยืดหยุ่นและมีศักยภาพต่อความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน ในแง่ที่นักเรียนที่เรียนรู้ได้ช้า ก็ยังคงสามารถแยกความแตกต่างของเนื้อหาได้หากนักเรียนได้รับการช่วยเหลือที่เหมาะสมเพื่อให้การเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่จัดไว้ ในขณะที่นักเรียนที่มีความสามารถสูงจะสามารถขยายการเรียนรู้ของตนเองได้ด้วยการสืบเสาะและการทำงานที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา

2. เปลี่ยนวัฒนธรรมการเรียนรู้ ในกรอบห้องเรียนกลับด้านจะต้องมีการเปลี่ยนแนวคิดด้านการเรียนการสอนจากเดิมเป็นอย่างมาก การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านนั้นยึด

ตัวผู้เรียนเป็นศูนย์กลางอย่างมาก ส่วนครูผู้สอนต้องหาแนวทางในการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อให้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียนรู้ของตนในลักษณะที่มีการเรียนรู้มีความหมาย ต่อตนเอง การออกแบบหลักสูตรเพื่อให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ส่วนบุคคลต้องใช้เวลาในการสร้างชุด vodcasts และจัดเตรียมวัสดุการเรียนรู้อื่น ๆ ที่สามารถช่วยเสริมต่อการเรียนรู้แก่นักเรียนที่เรียนรู้ ได้ช้าและทำทนายต่อนักเรียนที่มีความสามารถมากขึ้น

3. การระบุเนื้อหาอย่างชัดเจน ครูผู้สอนจำเป็นต้องวางแผนและประเมิน เนื้อหาที่ตรงกับความต้องการให้กับนักเรียนของตนอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้การเรียนรู้ที่บ้านและ กิจกรรมที่จะรวมไว้ในห้องเรียน (ภาพ 1) และมีวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่ ชัดเจนสอดคล้องกับกรอบการเรียนรู้ในระบบโรงเรียนและตามอัธยาศัย รวมทั้งสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์และผลการเรียนรู้

4. ผู้สอนที่มีความเป็นมืออาชีพ ครูผู้สอนต้องตัดสินใจเลือกประเภทของ กิจกรรมการเรียนรู้ว่าเมื่อใดและวิธีการใดที่พวกเขาจะใช้เพื่อเปลี่ยนจากรูปแบบการสอนโดยตรง แบบดั้งเดิมไปสู่พื้นที่การเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน ดังนั้นต้องมีการออกแบบกิจกรรมที่จะช่วย เพิ่มการมีปฏิสัมพันธ์ได้ต่อระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนกับครู ดังนั้นการติดตาม นักเรียนอย่างต่อเนื่องและประเมินความสำเร็จของกิจกรรมการเรียนรู้และผลสะท้อนที่สอดคล้อง เหมาะสม ดังนั้นการออกแบบจึงต้องการให้มีความเหมาะสมกับขั้นตอนการประเมิน

### 1.5 กิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

วิจารณ์ พานิช (2556) ได้สรุปถึงวิธีการดำเนินการเรียนการสอนแบบห้องเรียน กลับด้านจาก หนังสือ Flip Your Classroom : Reach Every Student in Every Class Every Day ของ Jonathan Bergmann และ Aaron Sams ว่ามีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมความพร้อมผู้เรียน วันแรกที่จะเริ่มบทเรียน ครูควรอธิบายประโยชน์ ของการเรียนในรูปแบบห้องเรียนกลับด้านซึ่งเป็นแบบใหม่และให้นักเรียนดูวิดีโอว่าวิธีเรียนแบบ ใหม่ดีต่อนักเรียนอย่างไร

2. แจ้งให้ผู้ปกครองนักเรียนทราบเรื่องการเรียนแบบใหม่ โดยครูต้องอธิบายให้ ผู้ปกครองเข้าใจว่านักเรียนจะได้ประโยชน์อย่างไรจากการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านและ ผู้ปกครองควรจะมีบทบาทอย่างไร

3. สอนวิธีดูและจัดการวิดีโอ การฝึกทักษะการดูวิดีโอจะมีลักษณะคล้าย กับการฝึกทักษะการอ่านตำรา โดยครูต้องแนะนำวิธีที่ถูกต้องแก่ผู้เรียน โดยให้ดูวิดีโอแบบตั้งใจ ไม่มีสิ่งรบกวนสมาธิ เช่นไม่มีหูฟัง iPod เสียบบู ไม่เปิด Facebook ไปพร้อมๆ กัน ควรฝึกใช้ปุ่มหยุด วิดีทัศน์ แล้วชี้ประเด็นสำคัญในเรื่อง ลองให้นักเรียนคนหนึ่งเป็นผู้ควบคุมวิดีโอที่หยุดหรือ



ย้อนกลับไปดูตอนสำคัญ แล้วร่วมกันอภิปรายทั้งชั้นว่าหากตนเองเป็นผู้ควบคุมวิดิทัศน์จะดีต่อตนเองอย่างไร แต่ละคนดูได้เข้าใจเร็วช้าแตกต่างกันอย่างไร และการเรียนจากวิดิทัศน์ช่วยให้นักเรียนแต่ละคนเป็นผู้มีอำนาจเหนือการเรียนของตนอย่างไร และควรสอนเทคนิคฉบับที่กตั้งคำถามและการจับประเด็นสำคัญด้วย

4. กำหนดให้นักเรียนตั้งคำถามที่น่าสนใจ เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนได้ดูวิดิทัศน์มาก่อน โดยครูกำหนดให้นักเรียนต้องมาตั้งคำถามที่น่าสนใจในชั้นเรียน โดยต้องเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับในวิดิทัศน์และนักเรียนเองไม่รู้คำตอบ เช่น นักเรียนแต่ละคนต้องตั้งคำถามมาคนละ 1 คำถามต่อวิดิทัศน์ 1 ตอน ทำให้ชั้นเรียนมีช่วงเวลา “คำถามและคำตอบ” ที่สนุกสนานและมีคุณค่าต่อการเรียนรู้ การเรียนสามารถทำได้โดยการเรียนคนเดียวหรือเรียนเป็นกลุ่ม และอาจเป็นการทำงานร่วมกับครู จึงทำให้ครูได้เรียนรู้ ได้โอกาสสังเกตความเข้าใจผิดของนักเรียนและปรับความเข้าใจของนักเรียน และสร้างเป็นกติกการเรียนที่ให้นักเรียนในห้องเรียนแบบปกติ ที่เลือนลอยจากการเรียน ไม่กล้าพูด ไม่กล้าถามครู ต้องมีส่วนตั้งคำถามและช่วยกันหาคำตอบมากขึ้น

5. วางรูปแบบห้องเรียนแบบกลับด้าน ห้องเรียนต้องเปลี่ยนจาก Classroom เป็น Studio คือกลายเป็นห้องทำงาน มีจุดสนใจคือการเรียนรู้ของตนเอง เรียนโดยการลงมือทำที่ไม่ใช่การฟังครูสอนในห้องเรียนแบบเก่า เครื่องมือต่างๆ ในห้อง ต้องเน้นการใช้งานเพื่อการเรียนรู้ของนักเรียนและเพื่อการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันของนักเรียน

6. ให้นักเรียนได้จัดการเวลาและงานของตนเอง ในบางช่วงเวลาของเทอม นักเรียนบางคนอาจมีกิจกรรมพิเศษที่ต้องทำ เช่น งานเทศกาล หรือ การแข่งขันกีฬา และช่วงใกล้สอบกลางภาค ในห้องเรียนกลับด้านทำให้นักเรียนสามารถเรียนล่วงหน้า หรือเรียนในบางวิชาให้จบเร็วไว้ล่วงหน้า สามารถสอบได้ก่อนเวลาและใช้เวลาของวิชาที่เรียนจบเร็ว ในการเรียนวิชาอื่นนักเรียนที่เรียนช้าก็สามารถใช้เวลาเรียนช้าช่วงที่ต้องการได้ หากนักเรียนได้ทำการสอบส่วนใดไม่ผ่านก็สามารถสอบใหม่ได้เสมอ

7. ส่งเสริมให้นักเรียนช่วยเหลือกันเอง นั่นคือให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันและช่วยเหลือกัน โดยการรวมตัวกันเองเป็นกลุ่มเพื่อเรียนรู้ร่วมกัน หรือจัดนักเรียนเป็นกลุ่มให้เรียนรู้เฉพาะเรื่อง เช่นนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจประเด็นไหนก็จะรวมตัวกันเป็น Independent Study Group ในขณะที่นักเรียนคนอื่นๆ หรือกลุ่มอื่นเรียนประเด็นอื่น เป็นต้น

8. การประเมินผล การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านต้องการระบบประเมินที่ประเมินความเข้าใจของนักเรียนอย่างแม่นยำ โดยแบ่งการประเมินผลออกเป็น 2 ส่วน คือ



8.1 การประเมินเพื่อปรับปรุง (Formative Assessment) ครูต้องสอบถาม บางคำถามกับนักเรียนบางคนว่านักเรียนคนไหนยังไม่เข้าใจเรื่องอะไรและรีบแก้ความเข้าใจผิดให้นักเรียน นักเรียนแต่ละคนจะต้องการความช่วยเหลือแตกต่างกันตามระดับของพัฒนาการของ ศักยภาพในการเรียนรู้ (Cognitive Development) ของตนและตามความยากง่ายของเนื้อหา ครูจึง ต้องมีวิธีช่วยเหลือนักเรียนแตกต่างกัน บางกรณีครูจะช่วยเหลืออย่างเป็นระบบ แต่ในบางกรณีครู จะปล่อยให้ให้นักเรียนใช้ความพยายามช่วยเหลือตนเอง การเรียนที่ดีไม่ใช่การเรียนแบบได้รับการ บ้อนสาระความรู้ นักเรียนที่ช่วยตัวเองได้ควรได้เรียนแบบช่วยตัวเองเพราะจะเรียนรู้ได้ลึกและ เชื่อมโยงกว่า แต่นักเรียนที่เรียนอ่อนก็ต้องได้รับความช่วยเหลือตามความเหมาะสม การทดสอบ แบบ Formative และ Feedback แก่นักเรียนทันทีในระหว่างการเรียนรู้จะช่วยให้ นักเรียนสามารถ เรียนได้ถูกต้องตามจุดประสงค์

8.2 การประเมินเพื่อวัดผล หรือการสอบแบบได้-ตก (Summative Evaluation) เป็นการสอบวัดผลหลังกระบวนการเรียนการสอนเพื่อดูว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ ของการเรียนรู้หรือไม่ โดยที่ครูต้องกำหนดว่าเกณฑ์สอบผ่าน-ไม่ผ่าน คืออะไร

Mcmahon (2005) ได้กล่าวถึงแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดของการเรียนแบบ ห้องเรียนกลับด้าน ว่ามีขั้นตอนดังนี้

1. แนะนำผู้ปกครองเกี่ยวกับห้องเรียนกลับด้าน โดยอาจจะแนะนำผ่านทาง e-mail, การส่งจดหมายหรือใช้วิดีโอแนะนำเป็นต้น
2. สร้างวิดีโอการบรรยายการสอนที่มีความยาวไม่เกิน 15 นาที
3. มีการบริหารจัดการที่ง่ายและเป็นที่ยอมรับ
4. ช่วงเวลาในชั้นเรียน ผู้สอนต้องไม่นั่งอยู่เฉยๆ แต่ต้องเดินรอบๆ ห้องเรียนเพื่อ สังเกตและพร้อมที่จะให้คำปรึกษาและนำผู้เรียน
5. ผู้สอนต้องแนะนำวิธีการและทางเลือกเกี่ยวกับการดูวิดีโอสำหรับผู้เรียนที่ ข้อจำกัดหรือไม่มีอินเทอร์เน็ต

6. มีการประเมินผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ
7. สร้างการตรวจสอบผู้เรียนในการเข้าถึงวิดีโอโดยใช้แบบฟอร์มออนไลน์

Bergmann, & Sams (2012) แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แนวคิดห้องเรียนกลับด้านมีลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างจากการเรียนรู้ในห้องเรียน แบบเดิมอย่างไร ดังตาราง 2

ตาราง 2 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในชั้นเรียน การเรียนแบบเดิมกับการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านตามแนวคิดของ Bergmann, & Sams (2012)

การเรียนการสอนแบบเดิม		การสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน	
กิจกรรม	เวลา (นาที)	กิจกรรม	เวลา (นาที)
การนำเข้าสู่บทเรียน (Warm-up)	5	การนำเข้าสู่บทเรียน (Warm-up)	5
ตอบข้อสงสัยเกี่ยวกับการบ้านที่นักเรียนได้รับ	20	ถาม – ตอบ เกี่ยวกับวิดีโอที่นักเรียนไปดู	10
มอบหมาย			
บรรยายเนื้อหาใหม่	30-45	ช่วยเหลือนักเรียนทำงาน / กิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ	75
ช่วยเหลือนักเรียนทำงาน / กิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ	20-30		

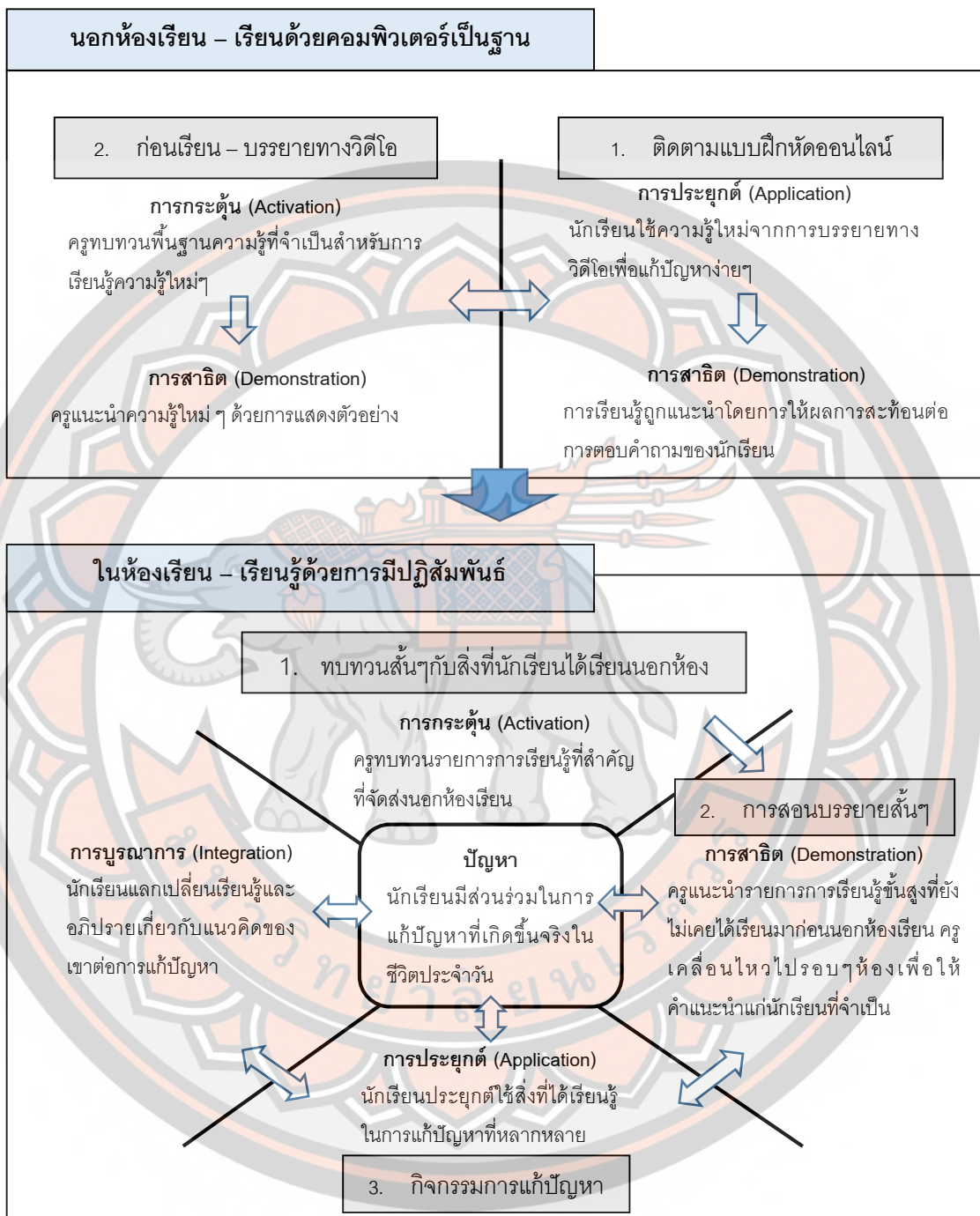
Lo et al. (2018) ได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ที่ปรับจาก First Principles of Instruction ของ Merrill (2002) ซึ่งออกแบบโดยการศึกษาและวิเคราะห์ ทฤษฎีการสอนและรูปแบบการจัดการเรียนการสอน เช่น การสอนแบบ 4-MAT ของ McCarthy (1996), ทฤษฎีการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ Nelson (1999), สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หรือ Constructivist Learning Environments (CLEs) โดย Jonassen, D. (1997) และรูปแบบการเรียนรู้โดยการลงมือทำ Learning-by-doing ของ Schank, Berman, และ Macperson (1999) ออกมาเป็นหลักการ (Principle) ที่มีประสิทธิภาพสำหรับการเรียนการสอน 5 หลักการ ได้แก่ หลักการเน้นประเด็นปัญหา หลักการกระตุ้น หลักการสาธิต หลักการประยุกต์ และหลักการบูรณาการ ดังตาราง 3

ตาราง 3 หลักการและความหมายของกรอบแนวคิดห้องเรียนกลับทางของ Merrill's (2002)

หลักการ	ความหมายหลัก
เน้นประเด็นปัญหา Problem-centered	นักเรียนควรมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ครูควรจัดหางานที่นักเรียนทุกคนสามารถทำได้
การกระตุ้น (Activation)	นักเรียนควรมีการกำกับตนเองเพื่อเรียกคืนความจำ ความสัมพันธ์ การอธิบาย หรือการประยุกต์ใช้ความรู้เดิมจากประสบการณ์ที่ใกล้เคียง ซึ่งสามารถนำมาสร้างการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับความรู้ใหม่
การสาธิต (Demonstration)	ครูควรสาธิตการใช้ความรู้ใหม่ที่ได้เรียนผ่านการยกตัวอย่าง การอธิบายใจความสำคัญของเนื้อหา สาธิตขั้นตอนการปฏิบัติงาน และการนำเสนอกระบวนการในรูปแบบที่สามารถรับชมได้
การประยุกต์ (Application)	นักเรียนต้องใช้ความรู้ใหม่หรือทักษะต่างๆเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ครูควรออกแบบและจัดเรียงลำดับการแก้ปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอนที่มีลำดับของความท้าทายที่แตกต่างกัน
การบูรณาการ (Integration)	นักเรียนควรได้รับโอกาสแสดงความรู้หรือทักษะใหม่ๆ ต่อสาธารณชน นักเรียนต้องสะท้อน อภิปราย แยกต่าง และประยุกต์ใช้ความรู้หรือทักษะใหม่ๆ

วิธีการจัดการเรียนรู้แบ่งออกเป็นสองส่วนหลัก ๆ ได้แก่ 1) การเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์แบบนอกห้องเรียนและ 2) การเรียนรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน (Bishop, & Verleger, 2013 as cited in Lo et al., 2018) ดังภาพ 2





ภาพ 2 แนวคิดของวิธีการเรียนแบบกลับด้านตามหลักการที่ปรับจาก Merrill's (2002)

ที่มา: Lo et al., 2018

1. การเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์แบบนอกห้องเรียน เป็นกิจกรรมการเรียนรู้นอกชั้นเรียนที่จัดเตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับการเรียนรู้ในชั้นเรียน แบ่งเป็นกิจกรรมการย่อย 2 กิจกรรม ได้แก่ การบรรยายวิดีโอก่อนเรียนและการทดสอบออนไลน์

1.1 การบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน เป็นหนึ่งในกลยุทธ์ที่ใช้บ่อยที่สุดในการถ่ายทอดเนื้อหาก่อนเรียนคือการใช้วิดีโอในการสอน งานวิจัยในชั้นเรียนของ Grypp, & Luebeck (2015) ระบุว่า การดูวิดีโอการเรียนการสอน มีประสิทธิภาพอย่างมากในการเรียนของนักเรียนที่เรียนในระบบการศึกษาขั้นพื้นฐาน (K-12) มากกว่าการอ่านเนื้อหาแบบข้อความในหนังสือเรียน วิดีโอการเรียนการสอนก่อนเรียนถูกใช้ในการเรียนวิชาต่างๆ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านในโรงเรียนมัธยมศึกษา เช่น คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) และภาษาจีน นอกจากนี้การใช้วิดีโอช่วยให้ครูสามารถเลียนแบบการสอนเสมือนในห้องเรียนแบบปกติ (Lo, & Hew, 2017 as cited in Lo et al., 2018) ครูสามารถจัดเตรียมวิดีโอเพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้หัวข้อใหม่ ๆ (หลักการกระตุ้น) นอกจากนี้ Strayer et al. (2015) ได้ใช้วิดีโอทบทวนและสรุปแนวคิดที่เพิ่งสอนก่อนที่จะเปลี่ยนไปสอนในหัวข้อขั้นสูงอื่นๆ นอกจากนี้ครูสามารถแนะนำการหาความรู้ใหม่ๆ หรือแสดงตัวอย่าง (หลักการสาธิต)

1.2 การติดตามการทดสอบออนไลน์ หลังจากนักเรียนชมวิดีโอบทเรียนการสอน ครูสามารถถามคำถามออนไลน์เกี่ยวกับเนื้อหาในวิดีโอได้ การใช้แบบฝึกหัดออนไลน์ช่วยให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ที่เพิ่งได้เรียนรู้ใหม่ (หลักการประยุกต์ใช้) จากการวิจัยของ Szpunar, & Schacter et al. (2013) ที่ได้แบ่งนักเรียนระดับปริญญาตรีจำนวน 32 คนเป็นกลุ่มทดสอบและกลุ่มที่ไม่ได้รับการทดสอบ นักเรียนในกลุ่มที่ผ่านการทดสอบได้ตอบคำถามสั้นๆ หลังจากวิดีโอเป็นช่วงๆ ช่วงละประมาณ 5.5 นาที แต่นักเรียนในกลุ่มที่ไม่ได้รับการทดสอบดูเฉพาะวิดีโอเท่านั้น โดยไม่มีการทดสอบย่อย ผลการทดลองพบว่ากลุ่มที่ผ่านการทดสอบสามารถเก็บข้อมูลได้มากในการทดสอบแบบสรุปครั้งสุดท้ายได้มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการทดสอบ ซึ่งผลการทดลองคล้ายกับการวิจัยของ Szpunar et al. (2014) ที่ทำการทดลองกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา และพบว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนมีการพัฒนาขึ้น ดังนั้นการใช้แบบฝึกหัดติดตามผลทางออนไลน์จึงทำให้ส่งเสริมการเรียนรู้จากการฟังบรรยายทางวิดีโอแก่นักเรียน (Szpunar et al., 2013, 2014 as cited in Lo et al, 2018) นอกจากนี้ Mok (2014) ชี้ว่านอกเหนือจากการให้โอกาสในการใช้ความรู้ใหม่แล้ว การทดสอบออนไลน์ยังมีวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบจุดประสงค์การเรียนรู้ของนักเรียน ครูใช้คอมพิวเตอร์เป็นศูนย์กลางสะท้อนผลการเรียน ช่วยให้นักเรียนสามารถตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองและความก้าวหน้าทางการเรียนได้ (Mok, 2014; Petrillo, 2016 as cited in Lo et al., 2018)

หากนักเรียนไม่สามารถตอบคำถามออนไลน์ได้อย่างถูกต้องครูสามารถให้ข้อเสนอแนะหรือคำแนะนำได้ และนำคำแนะนำไปยังข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (หลักการสาธิต) นักเรียนจึงสามารถชมบรรยายวิดีโอเพื่อความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้น (Petrillo, 2016)

2. การเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน ประสบการณ์การเรียนรู้ในชั้นเรียนเป็นสิ่งสำคัญต่อความสำเร็จของแนวทางการเรียนแบบกลับด้าน (Bishop, & Verleger, 2013; Eisenhut, & Taylor, 2015; Giannakos et al., 2014 as cited in Lo et al., 2018) ครูควรใช้เวลาในชั้นเรียนอย่างเต็มที่ โดยการเปลี่ยนการบรรยายโดยตรงไปนอกห้องเรียน ซึ่งในกรอบงานวิจัยของ Merrill (2002) แบ่งกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนออกเป็น 3 กิจกรรมย่อย ได้แก่ สรุปรการเรียนรู้ นอกห้องเรียน การสอนบรรยายสั้นๆ และกิจกรรมการแก้ปัญหา

2.1 สรุปรการเรียนรู้นอกห้องเรียน ในช่วงเริ่มต้นของการเรียนในชั้นเรียนควรเริ่มต้นบทเรียนด้วยการทบทวนการเรียนรู้นอกห้องเรียนสั้นๆ (หลักการกระตุ้น) ในการศึกษาของ Chao et al. (2015) พบว่า นักเรียนเห็นด้วยว่าการทบทวนสั้นๆ นี้ช่วยให้กระบวนการแก้ปัญหาและการอภิปรายของกลุ่มเกิดได้ง่ายขึ้น ครูสามารถระบุความเข้าใจที่ผิดเกี่ยวกับการเรียนนอกห้องเรียนของนักเรียนได้ และครูก็สามารถให้คำแนะนำที่จำเป็นก่อนที่จะทำกิจกรรมการเรียนรู้ชั้นสูง นอกจากนี้ครูยังสามารถกระตุ้นให้นักเรียนซักถามเกี่ยวกับการเรียนรู้นอกห้องเรียน นอกจากนี้การถามและตอบในประเด็นที่นักเรียนสงสัยอาจเป็นโอกาสสำหรับครูในการชี้แจงความเข้าใจผิดของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในวิดีโอ (Grypp, & Luebeck, 2015)

2.2 การสอนบรรยายสั้นๆ ครูบางคนประสบปัญหาเมื่อใช้การเรียนแบบกลับด้าน (Lo, & Hew, 2017) ความยากลำบากเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าการบรรยายในชั้นเรียนในชั้นเรียนสั้นๆ ยังคงเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อถ่ายทอดแนวคิดบางอย่างที่ซับซ้อนหรือมีความยากมากขึ้น แม้ว่าวิธีการในชั้นเรียนแบบกลับด้านจะเน้นการเคลื่อนย้ายการบรรยายโดยตรงไปนอกห้องเรียน Scott et al. (2016) อ้างถึงใน Lo et al. (2018) กล่าวว่าเนื้อหาหลักสูตรทั้งหมดอาจไม่เหมาะสมสำหรับการศึกษาค้นคว้าอิสระของนักเรียนผ่านวิดีโอ นอกจากนี้ในงานวิจัยของ Braun et al. (2014) อ้างถึงใน Lo et al. (2018) ยังพบว่าห้องเรียนแบบกลับด้านอาจไม่เหมาะสมสำหรับทุกหัวข้อ ดังนั้นในเนื้อหาที่ซับซ้อนจึงต้องนำเนื้อหาเหล่านั้นมาบรรยายเป็นหลักในห้องเรียน ซึ่งครูสามารถอธิบายและเพิ่มเติมความละเอียดของเนื้อหาเหล่านี้ได้ในสภาพแวดล้อมที่มีการโต้ตอบปฏิสัมพันธ์มากขึ้น (หลักการสาธิต)

2.3 กิจกรรมการแก้ปัญหา การเปลี่ยนเนื้อหาในหลักสูตรไปนอกห้องเรียนทำให้สามารถใช้เวลาเรียนในชั้นเรียนมากขึ้นในกิจกรรมการแก้ปัญหา (หลักการประยุกต์) และปัญหา



ที่เกิดขึ้นจริงในโลกปัจจุบัน (หลักการที่เน้นประเด็นปัญหา) ในทางปฏิบัตินี้ ครูสามารถออกแบบ การเสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ใหม่ ๆ ได้ (Atwa et al., 2016; Kirvan et al., 2015, Wang, 2016 as cited in Lo et al., 2018) เช่น เริ่มต้นด้วยคำถามพื้นฐานสองถึงสามข้อ จากนั้นก้าวไปสู่ปัญหาที่ท้าทายมากขึ้น นอกจากนี้การใช้เนื้อหาในบริบทแห่งความเป็นจริงเป็นสิ่ง สำคัญในการออกแบบห้องเรียนกลับด้าน เพราะเมื่อนักเรียนตระหนักว่าเนื้อหาที่พวกเขาได้เรียนรู้มี ประโยชน์และสามารถนำไปใช้ได้มากน้อยเพียงใด พวกเขามักจะมีสนใจในการเรียนมากขึ้นและ ยินดีที่จะรับการฝึกเพิ่มขึ้น (Touchton, 2015)

ในระหว่างการเรียนในห้องนั้น นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่ได้รับด้วยกัน ในกลุ่มพร้อมกับคำแนะนำของครู (หลักการสาธิต) ในสภาพแวดล้อมแบบกลุ่ม การเรียนรู้แบบ ได้ตอบทำให้นักเรียนสามารถแบ่งปันพูดคุย แก่ต่างความรู้หรือแนวคิดใหม่ของพวกเขา (หลักการ รวมกัน) โดยปัญหาการเรียนรู้ในชั้นเรียนควรได้รับการแก้ไขโดยนักเรียนแทนที่จะทำโดยครู อย่างไรก็ตาม ครูสามารถช่วยชี้แนะ สนับสนุนและขยายแนวคิดของนักเรียนได้ Kostaris et al. (2017) อ้างถึงใน Lo et al. (2018) เสนอว่าครูสามารถจัดเตรียมข้อเสนอแนะหรือผลสะท้อนและการเสริม ต่อการเรียนรู้เพิ่มเติมได้ในระหว่างการเรียนรู้เป็นกลุ่ม นอกจากนี้นักการศึกษายังพบว่า ใน หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนแบบ กลับด้าน การได้ตอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนดังกล่าวช่วยเพิ่มความรู้ความเข้าใจและผลการ เรียนของนักเรียนนอกเหนือจากนั้น Bishop, & Verleger (2013) ได้ใช้วิธีการเรียนรู้แบบกลุ่มต่างๆ เช่นการเรียนรู้แบบ peer-assisted หรือการเรียนรู้แบบร่วมมือ พบว่านักเรียนรู้สึกพอใจกับการ ทำงานร่วมกันมากขึ้นเพราะวิธีการเรียนรู้ทำให้พวกเขาสามารถพูดคุยเกี่ยวกับปัญหา แบ่งปัน แนวทางแก้ไข และตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนการคิดกับเพื่อนร่วมชั้นได้

ตัวอย่างการจัดกิจกรรมตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านของ Merrill (2002) สามารถสรุปได้ดังตาราง 4

ตาราง 4 กิจกรรมการเรียนรู้นอกห้องเรียนและในห้องเรียนและความหมายของ  
หลักการ ตาม First Principles of Instruction ของ Merrill (2002)

การออกแบบกิจกรรม	ความหมายหลักการ
การเรียนรู้นอกห้องเรียน	
1. ก่อนเรียน – บรรยายทางวิดีโอ	<b>การกระตุ้น (Activation)</b> ครูทบทวนพื้นฐานความรู้ที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ <b>การสาธิต (Demonstration)</b> ครูแนะนำความรู้ใหม่ ด้วยการแสดงตัวอย่าง
2. ติดตามแบบฝึกหัดออนไลน์	<b>การประยุกต์ (Application)</b> นักเรียนใช้ความรู้ใหม่จากการบรรยายทางวิดีโอเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ <b>การสาธิต (Demonstration)</b> แนะนำการเรียนรู้แก่นักเรียนโดยการให้ผลการสะท้อนจากการตอบคำถามของนักเรียน
การเรียนรู้ในห้องเรียน	
1. ทบทวนสั้นๆกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนนอห้อง	<b>การกระตุ้น (Activation)</b> ครูทบทวนรายการการเรียนรู้ที่สำคัญที่จัดส่งนอห้องเรียน โดยอยู่บนพื้นฐานของศักยภาพของนักเรียน
2. การสอนบรรยายสั้นๆ	<b>การสาธิต (Demonstration)</b> ครูแนะนำรายการการเรียนรู้ชั้นสูงในชั้นเรียนที่นักเรียนยังไม่เคยได้เรียนมาก่อนจากการเรียนรู้ของนักเรียนนอห้องเรียน
3. กิจกรรมการแก้ปัญหา	<b>เน้นปัญหาเป็นศูนย์กลาง (Problem-centered)</b> นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาในบริบทที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน <b>การประยุกต์ (Application)</b> นักเรียนประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย <b>การบูรณาการ (Integration)</b> นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้และอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดของเขาต่อการแก้ปัญหา <b>การสาธิต (Demonstration)</b> ครูเข้าหานักเรียนรอบห้อง เพื่อให้คำแนะนำแก่นักเรียนที่จำเป็น

ตัวอย่างการจัดกิจกรรมตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านในวิชาคณิตศาสตร์ เช่น การแสดงให้นักเรียนเห็นว่าปัญหาเกี่ยวกับปริบทการสร้างถนนเส้นตรงที่มีความยาวเท่ากันกัน จากสองเมือง (โดยใช้ความรู้เรื่องเส้นแบ่งครึ่งตั้งฉากของสามเหลี่ยม) โดยเริ่มต้นบทเรียนด้วยการ ทบทวนการเรียนรู้นอกชั้นเรียนแก่นักเรียน หลังจากนั้นนักเรียนทำงานเป็นกลุ่มเพื่อทำแบบฝึกหัดที่มีลักษณะให้แก้ปัญหา ซึ่งปัญหามีตั้งแต่ปัญหาขั้นพื้นฐานจนถึงปัญหาขั้นสูง โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนพูดคุยและแบ่งปันวิธีการแก้ปัญหากับเพื่อนร่วมชั้น จากผลการวิจัยในตอนท้ายของบทเรียนพบว่านักเรียนมีความพร้อมที่จะจัดการกับปัญหาเกี่ยวกับปริบทที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ได้อ่านในหัวข้อนี้ได้ ซึ่งเมื่อเชื่อมโยงหลักการกับกิจกรรมตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านทั้งในและ

นอกห้องเรียนแล้วจะแสดงได้ดังตาราง 5 และตาราง 6 แสดงตัวอย่างการออกแบบกิจกรรมนอกห้องเรียนตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านในวิชาคณิตศาสตร์และฟิสิกส์

ตาราง 5 ตัวอย่างการออกแบบกิจกรรมตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านในวิชาคณิตศาสตร์

หลักการ	กิจกรรมนอกห้องเรียน	กิจกรรมในห้องเรียน
เน้นประเด็นปัญหา (Problem-centered)	-	สร้างถนนสายตรงที่มีความเท่ากันจากสองเมือง (ใช้ความรู้เรื่องเส้นแบ่งครึ่งตั้งฉากของระยะห่างระหว่างสองเมือง)
การกระตุ้น (Activation)	ครูทบทวนสูตรเกี่ยวกับจุดกึ่งกลางและระยะทางผ่านวิดีโอ	ครูทบทวนถึงเนื้อหาความรู้ที่นำเสนอผ่านวิดีโอสั้น ๆ
การสาธิต (Demonstration)	ครูแนะนำวิธีหาเส้นตั้งฉากจากจุดสองจุดในวิดีโอ	ครูแนะนำนักเรียนในการนำความรู้มาแก้ปัญหา แต่ยังไม่ได้นำความรู้ใหม่มาใช้
การประยุกต์ (Application)	นักเรียนตอบคำถามออนไลน์หัวข้อที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในวิดีโอ	นักเรียนแก้ชุดปัญหาที่หลากหลายตั้งแต่ระดับพื้นฐานจนถึงระดับปัญหาขั้นสูง
การบูรณาการ (Integration)	-	นักเรียนพูดคุยและแบ่งปันความคิดกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนเกี่ยวกับวิธีการที่พวกเขาใช้แก้ไขปัญหา

ตาราง 6 ตัวอย่างการออกแบบกิจกรรมนอกห้องเรียนตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านในวิชาคณิตศาสตร์และฟิสิกส์

กิจกรรมการสอน (หลักการ)	คณิตศาสตร์	ฟิสิกส์
กิจกรรมการเรียนการสอนนอกชั้นเรียน		
วิดีโอบรรยาย (การกระตุ้น)	เนื้อหาเกี่ยวกับค่ากลาง	ความหมายและการใช้อุณหภูมิต่ำ
วิดีโอการเรียนการสอนก่อนเรียน (การสาธิต)	เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับค่ากลาง และค่ามัธยฐาน	ขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องวัดอุณหภูมิ
ตัวอย่างคำถามเกี่ยวกับการติดตามผลออนไลน์ (การประยุกต์)	ค่ากลาง ค่ามัธยฐาน ค่าเฉลี่ย ต่อไปนี้คือเท่าใด 4, 8, 10, 10, 10, 11, 11	จำนวนจุดคงที่ที่ใช้ในการสอบเทียบเครื่องวัดอุณหภูมิ?
กิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน		
สรุปการเรียนรู้นอกห้องเรียน (การกระตุ้น)	ครูเน้นแนวคิดที่สำคัญที่ได้สอนนอกห้องเรียนและแก้ไขต่อความเข้าใจผิดของนักเรียนที่เกิดจากผลการฝึกออนไลน์	
การสอนบรรยายสั้นๆ (การสาธิต)	การเลือกมาตราวัดที่เหมาะสมที่สุดของแนวโน้มกลาง (ค่ากลาง ค่ามัธยฐาน ค่าเฉลี่ย)	



## ตาราง 6 (ต่อ)

กิจกรรมการสอน (หลักการ)	คณิตศาสตร์	ฟิลิกส์
กิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน		
การสอนบรรยายสั้นๆ (การสาธิต)	การเลือกมาตรการวัดที่เหมาะสมที่สุดของแนวโน้มกลาง (ค่ากลาง ค่ามัธยฐาน ค่าเฉลี่ย)	ปัญหาด้านความปลอดภัยและเรื่องที่มีก่อกวน เกิดความผิดพลาดในการดำเนินการทดลอง
กิจกรรมการแก้ปัญหา (การประยุกต์ใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลาง)	นักเรียนแก้ปัญหามธรรมชาติที่มีความหลากหลายและปัญหาตามบริบทของเนื้อหาสถิติ	นักเรียนทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนและสอบเทียบเครื่องวัดอุณหภูมิอาหาร

โดยสรุป ห้องเรียนกลับด้านเป็นแนวคิดวิธีการสอนที่ขยายช่วงเวลาการเรียนรู้อยู่ โดยให้นักเรียนได้ใช้เวลาในการเรียนรู้ด้วยตนเองนอกเวลาผ่านการใช้รูปแบบโปรแกรมทำงานออนไลน์ในรูปแบบของวิดีโอและสื่ออื่นๆ ส่วนเวลาในชั้นเรียนจะถูกนำมาใช้เพื่อกระตุ้นนักเรียนในกิจกรรมที่ต้องร่วมมือกันและกิจกรรมแบบลงมือปฏิบัติ ในขณะที่เดียวกันนักวิจัยยังชี้ให้เห็นว่าการใช้เทคโนโลยีการศึกษาหรือกลยุทธ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมจะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพของนักเรียนได้ดีขึ้น วิธีการสอนรูปแบบห้องเรียนกลับด้านช่วยให้ผู้สอนสามารถใช้เวลาอย่างมีค่าในการพบนักเรียนในคาบเรียนเพื่อทำหน้าที่ในการเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้แก่นักเรียนในการเรียนรู้และให้คำแนะนำโดยเน้นที่การให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนเป็นรายบุคคลมากกว่าการที่จะมาสอนบรรยายตามวิธีการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ในขณะที่นักเรียนจะถูกเน้นให้มีส่วนร่วมมากขึ้นในกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน นอกจากนี้ผู้สอนยังสามารถออกแบบกิจกรรมในชั้นเรียนได้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยเน้นให้นักเรียนได้ใช้การคิดขั้นสูงที่มากขึ้นตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ รวมทั้งมีการปฏิสัมพันธ์ได้ตอบกับเพื่อนและผู้สอนมากขึ้นด้วย

ส่วนแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านนั้นสามารถทำได้หลากหลายวิธีแต่ละรูปแบบมีลักษณะการเรียนรู้คล้ายกัน แต่มีจุดมุ่งหมายของการเรียนต่างกัน ขึ้นอยู่กับการออกแบบกิจกรรมของผู้สอน โดยต้องคำนึงถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน โดยพิจารณาว่าจุดประสงค์ใดที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองได้ และจุดประสงค์ใดที่ครูต้องสอนโดยตรง รวมถึงต้องแน่ใจว่านักเรียนเข้าถึงวิดีโอหรือสื่อได้ รวมทั้งจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมในชั้นเรียน และจัดทำแบบทดสอบที่เหมาะสมเพื่อประเมินผู้เรียน

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านที่เน้นประเด็นปัญหาเป็นกิจกรรมหลักให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาในชั้นเรียนของ Lo et al. (2018) ที่ปรับหลักการ First Principles of Instruction ของ Merrill's (2002) ให้เข้ากับบริบทของห้องเรียน

ของผู้วิจัย และใช้ Google classroom เป็นห้องเรียนออนไลน์มาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นอกห้องเรียน

## 2. Google classroom

ปัจจุบันการบริหารจัดการชั้นเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ในยุคที่เทคโนโลยีมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องนั้น ได้มีความพยายามในการพัฒนาเครื่องมือ (Tools) ที่จะช่วยให้ผู้เรียนกับผู้สอนเกิดความสะดวกรวดเร็ว และประหยัดทรัพยากรที่ต้องใช้ในการเรียนการสอน ในขณะที่เดียวกันก็ทำให้การเรียนการสอนมีความน่าสนใจเหมาะกับยุคสมัยปัจจุบัน ซึ่งเครื่องมือเหล่านั้นมีทั้งแบบฟรีและไม่ฟรี เสียเงินซื้อหรือจ้างพัฒนา

Google classroom เป็นหนึ่งในเครื่องมือบนเว็บที่ใช้บริหารจัดการชั้นเรียน ที่ให้บริการบนเว็บฟรีสำหรับสถานศึกษา องค์กรการกุศล และทุกคนที่มีบัญชี Google ส่วนบุคคล และ Classroom ยังช่วยให้ผู้เรียนและผู้สอนเชื่อมต่อกันได้ง่าย ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน และเปิดให้บริการสำหรับทุกคนที่ใช้ Google Apps for Education ซึ่งเป็นชุดเครื่องมือเพื่อประสิทธิภาพการทำงานที่ให้บริการฟรี ประกอบด้วย Gmail, เอกสาร และไดรฟ์ ครูสามารถสร้างและเก็บงานได้โดยไม่ต้องสิ้นเปลืองกระดาษ และมีคุณลักษณะที่ช่วยประหยัดเวลา เช่น สามารถทำสำเนาของ Google เอกสารสำหรับนักเรียนแต่ละคนได้โดยอัตโนมัติ โดยระบบจะสร้างไฟล์เดอร์ของไดรฟ์สำหรับแต่ละงานและนักเรียนแต่ละคนเพื่อช่วยจัดระเบียบให้ทุกคน นักเรียนสามารถติดตามว่ามีอะไรครบกำหนดบ้างในหน้างาน และเริ่มทำงานได้ด้วยการคลิกเพียงครั้งเดียว ครูสามารถดูได้อย่างรวดเร็วว่าใครทำงานเสร็จหรือไม่เสร็จบ้าง ตลอดจนสามารถแสดงความคิดเห็นแบบเรียลไทม์ และแสดงผลการเรียนในชั้นเรียน

### 2.1 ประโยชน์ของ Google classroom

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นประสิทธิภาพในการใช้งาน Google classroom ซึ่งเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการเป็นห้องเรียนออนไลน์ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ซึ่งสามารถสรุปออกมาได้ 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเวลาและความสะดวกในการจัดการสอนของครู และด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกันระหว่างนักเรียนและครู ดังนี้

ด้านเวลาและความสะดวกในการจัดการสอนของครู

ครูสามารถเพิ่มนักเรียนได้ง่าย นักเรียนสามารถเข้าร่วมชั้นเรียนโดยใช้รหัสห้องเรียน ครูสามารถจัดการหลายชั้นเรียน นำประกาศ งานที่มอบหมาย หรือคำถามที่มีอยู่แล้วจากชั้นเรียนอื่นมาแชร์ซ้ำได้ โดยแชร์โพสต์กับชั้นเรียนต่างๆ และเก็บชั้นเรียนไว้เพื่อนำข้อมูลมาใช้ออนาคตได้นอกจากนี้ครูยังสามารถร่วมกันสอนในรายวิชาหรือหลักสูตรร่วมกับผู้สอนคนอื่น ๆ ได้มากถึง 20 คน นอกจากนี้ยังสามารถมอบหมายงานแยกสำหรับนักเรียนแต่ละคนได้ และนักเรียน



แต่แต่ละคนก็สามารถพิมพ์หรือทำงานตอบกลับมาในไฟล์ที่ครูส่งให้ได้ทันที และสามารถมอบหมายสื่อการสอนได้หลายรูปแบบ เช่น วิดีโอ YouTube, แบบสำรวจ Google ฟอรัม, PDF และรายการอื่นๆ จากโทรศัพท์ ครูและนักเรียนสามารถวาด เขียนโน้ต และไฮไลต์ในเอกสาร และไฟล์ PDF ในแอป Classroom ในอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้ เมื่อนักเรียนส่งงานแล้วครูสามารถติดตามได้ว่าให้คะแนนงานใดแล้วบ้าง ซึ่งสามารถทำได้ง่ายและเร็ว จัดเรียงนักเรียนตามชื่อหรือนามสกุล ดูว่าใครส่งงานแล้ว ร่างคะแนนคร่าวๆ เพื่อแชร์กับนักเรียนในภายหลัง และเพิ่มความคิดเห็นส่วนตัว นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มคำอธิบายประกอบและ ความคิดเห็นแบบรูปภาพสำหรับงานของนักเรียนได้ นอกจากนี้ยังสามารถพูดคุยในการเตรียมการสอนล่วงหน้า จัดทำโพสต์และงานฉบับร่าง หรือกำหนดเวลาให้โพสต์ในสตรีมของชั้นเรียนในวันเวลาอื่นตามต้องการได้ และหากต้องการประเมินนักเรียน ครูสามารถตั้งคำถามทำแบบเรียน โดยโพสต์คำถามสั้นๆ ถึงนักเรียน และดูผลลัพธ์คำตอบของนักเรียนใน Classroom ได้ นอกจากนี้ Google classroom ยังสามารถใช้ร่วมกับเครื่องมือการสอนอื่นๆ ที่สามารถชิงชั้นเรียนใน Classroom กับแอปพลิเคชันได้หลากหลายแอปพลิเคชัน

#### ด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกันระหว่างนักเรียนและครู

Google classroom ทำให้นักเรียนสามารถเข้าถึงบทเรียนได้ทุกที่ทุกเวลาผ่านเว็บหรือผ่านแอป Google classroom ในอุปกรณ์เคลื่อนที่ Android และ iOS ซึ่งมาพร้อมการเตือนข้อความจากชั้นเรียน นอกจากนี้ยังสามารถดูและแสดงความคิดเห็นและแก่นงานของนักเรียนได้แบบทันทีต่อเวลา (real time) สามารถสร้างการอภิปรายในชั้นเรียน จัดการการอภิปรายของชั้นเรียน นักเรียนสามารถแชร์เนื้อหา แชร์ลิงก์ วิดีโอ และรูปภาพจากเว็บไซต์ลงใน Classroom ด้วยคลิกเดียวในส่วนขยาย Share to Classroom และวางเนื้อหาขึ้นหน้าจอของนักเรียนไปที่ชั้นเรียนได้ทันที รวมทั้งนักเรียนยังสามารถแชร์หน้าจอกับครูได้ด้วย

โดยสรุป จะเห็นว่าประโยชน์ของ Google Classroom ในชั้นเรียน คือ การเตรียมการจัดการเรียนการสอนได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก ครูสามารถเพิ่มนักเรียนได้โดยตรงหรือแชร์รหัสเพื่อให้นักเรียนเข้าชั้นเรียนได้ การตั้งค่าใช้เวลาเพียงครูเดียว ผ่านบัญชีอีเมล Google Apps for Education ประหยัดเวลาในกระบวนการมอบหมายงาน อัปโหลดวิดีโอการสอน ทำสำเนาให้กับนักเรียนโดยไม่สิ้นเปลืองกระดาษ สามารถจัดเก็บไฟล์งานให้อย่างเป็นระบบ ภายใต้ Folder Classroom ครูสามารถสั่งงานและกำหนดวันส่งการบ้านได้ ตรวจงาน และให้คะแนนสะดวก ประหยัดเวลา เช็คว่าใครยังไม่ส่งงาน ให้คำแนะนำและให้เกรดงานได้ในทีเดียวกัน นอกจากนี้ยังสามารถช่วยจัดระเบียบนักเรียน โดยสามารถดูงานทั้งหมดของตนเองได้ในหน้างาน และเนื้อหาสำหรับชั้นเรียนทั้งหมดจะจัดเก็บอยู่ในโฟลเดอร์ภายใน Google Drive โดยอัตโนมัติ และช่วยให้ครูกับ



นักเรียนมีการสื่อสารกันได้ดีขึ้น เพราะ Classroom ทำให้ครูส่งประกาศและเริ่มการพูดคุยในชั้นเรียนได้ทันที นักเรียนสามารถแชร์แหล่งข้อมูลกันหรือตอบคำถามในสตรีมได้ ประหยัดและปลอดภัยเพราะ Google Classroom เป็นเว็บไซต์ให้บริการฟรีสำหรับโรงเรียนไม่มีโฆษณา ไม่ใช้เนื้อหาหรือข้อมูลของนักเรียนในการโฆษณา สามารถใช้ได้ทุกอุปกรณ์ ได้ทุกที่ ทุกเวลา

## 2.2 การใช้ Google classroom ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

การเลือกใช้เครื่องมือหรือเทคโนโลยีในการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านนั้นทำให้การติดตามงานของนักเรียนและประเมินความเข้าใจของนักเรียนได้ดีขึ้น ไม่ว่าจะนักเรียนจะทำงานล่วงหน้าที่บ้านหรือในชั้นเรียน บทเรียนกลับด้านได้แทนที่การสอนบรรยายของครูที่โรงเรียน โดยวิดีโอที่มีเนื้อหาการเรียนการสอนที่นักเรียนสามารถดูและมีปฏิสัมพันธ์กับครูที่บ้านของนักเรียนได้ นักเรียนเตรียมประยุกต์สิ่งที่จะได้เรียนรู้ในห้องเรียนในวันข้างหน้าผ่านกิจกรรมหรืองานที่หลากหลายซึ่งครั้งหนึ่งเคยเป็นการได้รับการบ้านจากครู

ประโยชน์ที่ผู้เรียนได้รับจากการทำงานตามทางเลือกของตนเอง เพื่อหาเนื้อหาที่ตนเองต้องการเพื่อทบทวนและนำแนวความคิดหรือสาระเนื้อหาวิชาไปปรับใช้ในบริบทที่แตกต่างกันในชั้นเรียน เพื่อให้แน่ใจว่าพวกเขาเข้าใจเนื้อหาทั้งหมด อย่างไรก็ตาม รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านนี้อาจไม่ประสบความสำเร็จ หากนักเรียนไม่ได้ทำงานหรือเตรียมตัวล่วงหน้ามา และหากไม่สามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตนอกโรงเรียนได้ ดังนั้นนักเรียนคนที่ไม่สามารถเตรียมตัวล่วงหน้ามาก่อนตอนอยู่ที่บ้าน ก็จะไม่พร้อมที่จะเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนในวันรุ่งขึ้นทางออกหนึ่งคือการรักษาการทำงานหรือเตรียมตัวล่วงหน้าไว้ในชั้นเรียน นักเรียนสามารถเก็บเกี่ยวผลประโยชน์ของการเรียนการสอนแบบกลับด้านได้ ขณะทำทุกอย่างในชั้นเรียน โดยครูจะให้เวลาแก่นักเรียนในการดูวิดีโอหรืออ่านเนื้อหาบทเรียนในชั้นเรียน จากนั้นนักเรียนจะติดตามการทำงาน โดยครูจะให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำตามความจำเป็น ดังนั้นสิ่งนี้จึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับนักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือเกี่ยวกับเนื้อหาขณะที่กำลังเรียนรู้ในวิดีโอ จากแนวคิดห้องเรียนแบบกลับด้านนี้ ครูจึงย้ายจากการเป็น "ผู้รอบรู้บนเวที" ไปเป็น "คนแนะนำข้างๆ" โดยให้ความช่วยเหลือเป็นรายบุคคลสำหรับนักเรียนแต่ละคน ในขณะที่ครูบางคนอาจต้องการหลีกเลี่ยงการสอนโดยตรงทั้งชั้นแต่อาจมีประโยชน์สำหรับผู้เรียนในการทบทวนเนื้อหาหรือแสดงแนวคิดหรือทบทวนแนวคิดใหม่ๆ ส่วนหนึ่งของคุณค่าของห้องเรียนกลับด้านคือการให้ความยืดหยุ่นสำหรับครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ขึ้นอยู่กับการต้องการของนักเรียน

บทเรียนแบบกลับด้านสามารถวางเป็นรูปแบบได้หลากหลาย บางบทเรียนกลับด้านนั้นแยกจากกันในแต่ละบท หมายความว่านักเรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหาที่นำเสนอในวิดีโอข้อความและการประเมินเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเป็นบทๆไปก่อนที่จะย้ายไปสู่เนื้อหาในบทเรียน

อื่น ๆ หรือบางทีบทเรียนอาจอยู่ในรูปของ HyperDoc ซึ่งทำให้นักเรียนต้องเรียนรู้ผ่านชุดบทเรียนที่ ออกแบบมาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการค้นคว้าหาข้อมูลที่จะใช้เรียนรู้ รวมถึง ประยุกต์ใช้ความรู้และขยายความรู้ของผู้เรียน (Petty, 2018)

เครื่องมือเทคโนโลยีที่สามารถช่วยให้การจัดชั้นเรียนกลับด้านมีประสิทธิภาพได้นั้น มีหลากหลาย แต่ Google Classroom อาจเป็นตัวเลือกที่ดีที่สุด เพราะคุณลักษณะที่สำคัญที่สุด ประการหนึ่งคือทำให้ครูสามารถเก็บเอกสารการเรียนการสอนทั้งหมดไว้ในที่เดียว วิธีนี้เมื่อครูใช้ วิดีโอและงานนำเสนอใหม่จากชั้นเรียนหรือทุกปีทำให้ง่ายต่อการจัดระเบียบ นอกจากนี้ Google Classroom ยังทำให้การเรียนรู้เป็นเรื่องง่ายด้วยการมอบหมายงานต่างๆ ให้กับนักเรียนที่มีความ แตกต่างกัน ช่วยให้ครูสามารถรวมข้อดีของห้องเรียนกลับด้านเข้ากับข้อดีของการสอนในรูปแบบที่ มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังมีโอกาสน้อยมากที่จะทำให้เกิดความแตกต่างได้เช่นเมื่อนักเรียน ได้รับวิดีโอที่แตกต่างเพื่อรับชมที่บ้าน ในรูปแบบนี้นักเรียนทุกคนสามารถเข้าห้องเรียนในวันรุ่งขึ้น เพื่อเตรียมพร้อมฝึกทักษะที่ตนเองได้เรียนรู้ แม้ในกรณีที่นักเรียนทุกคนได้รับวิดีโอหรืองานนำเสนอ เดียวกันนักเรียนสามารถเรียนรู้ผ่านเนื้อหาที่ครูจัดเตรียมไว้ เหมาะสมกับความต้องการและ สามารถเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและสำหรับนักเรียนที่ต้องใช้เวลามากขึ้นในการเรียนก็สามารถรับชม การสอนได้หลายครั้งตามที่ต้องการ ข้อดีอีกประการของการใช้ Google Classroom เพื่อพลิก บทเรียน คือการผสมรวมเนื้อหาจากเอกสารซีดีไดรฟ์และ Gmail เพื่อให้ครูสามารถมอบหมายงาน ได้ง่ายสำหรับนักเรียนในการเข้าถึงเนื้อหาการเรียนการสอนที่พวกเขาต้องการและสำหรับครูผู้สอน นั้นสามารถประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน หัวข้อสนทนาต่างๆ หรือทำให้นักเรียนและครูสามารถ สื่อสารนอกเวลาเรียนได้ตามที่ต้องการ

### 2.3 แนวทางการใช้ Google classroom ในการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยพบว่ามีการศึกษาหลายท่านได้นำ Google classroom มาใช้กับการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

Bondarenko et al. (2019) ได้นำ Google classroom มาใช้กับการจัดการเรียนรู้ แบบผสมผสาน (Blended Learning) สำหรับนักเรียนที่เรียนในรายวิชาภูมิศาสตร์ ผลการศึกษา พบว่า Google classroom สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานสามารถเพิ่มการมีปฏิสัมพันธ์ กับนักเรียนแบบทันต่อเวลาซึ่งมีประโยชน์อย่างมากเมื่อนักเรียนต้องเรียนรู้อาชีพการทำงานที่มีปริมาณ เพิ่มขึ้นด้วยตนเอง นอกจากนี้การจัดการสอนแบบผสมผสานในรูปแบบนี้ยังช่วยทำให้การรวมกัน ระหว่างการเรียนนอกห้องเรียนและการเรียนในห้องเรียนมีความสมบูรณ์มากขึ้นนอกจากนี้การเพิ่ม สื่อที่เหมาะสมทำให้นักเรียนพัฒนาความคิดอย่างมีวิจารณญาณ สร้างการมีสมรรถนะทาง ภูมิศาสตร์อย่างเป็นมืออาชีพ และดึงดูดนักเรียนให้เข้ากับสภาพแวดล้อมอิเล็กทรอนิกส์ที่คุ้นเคย



โดยการใช้ข้อมูลสารสนเทศ (ICT) ในการพัฒนาความก้าวหน้าและความสำเร็จทางการศึกษา อย่างไรก็ตามยังมีข้อเสียที่ต้องคำนึงถึงเมื่อจัดการเรียนรู้ทางไกลผ่าน Google classroom ในเรื่องของความเด่นด้านการเรียนรู้ภายนอกห้องเรียน และแรงจูงใจและความพร้อมของนักเรียนรายบุคคลสำหรับการทำงานในสภาพแวดล้อมนี้ หากขาดการสนับสนุนด้านสื่อการสอนและเทคนิคที่เหมาะสมกับการสอน รวมทั้งครูต้องใช้เวลาที่มากขึ้น และความใส่ใจของครูที่ต้องเพิ่มขึ้นซึ่งอาจไม่เพียงพอสำหรับการเรียนทางไกลในลักษณะของการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้

Sutia et al. (2019) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความรู้สึกของนักเรียนต่อการเรียนรู้โครงการผ่านการใช้ Google classroom ในโครงการชีววิทยา โดยทำการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์นักเรียน ผลการวิจัยพบว่า Google classroom สามารถใช้เป็นสื่อออนไลน์ในการบอกแนวทางการเรียนรู้โครงการของนักเรียนได้ นักเรียนเห็นว่าการอัปเดตรายงานความคืบหน้าของโครงการเมื่อใช้ Google classroom สามารถทำได้ง่ายและค่อนข้างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามนักเรียนบางคนให้ความเห็นว่าการทำความเข้าใจจากความคิดเห็นที่ได้รับจากครูผ่าน Google classroom ยังเป็นไปด้วยความยากลำบากต่อการเข้าใจ นักเรียนยังคงต้องการการได้รับคำแนะนำตัวต่อตัวจากครูโดยเฉพาะการอธิบายและให้ผลสะท้อน

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงได้ใช้ Google classroom ในการเป็นห้องเรียนออนไลน์สำหรับจัดการสอนตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน โดยยึดกรอบของ Lo et al. (2018, p.153) ดังนี้

1. มอบหมายวิดีโอการสอนบรรยายในเนื้อหาที่จะเรียนที่ผู้สอนเตรียมไว้ให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง
2. มอบหมายแบบฝึกหัดเพื่อประเมินนักเรียนรายบุคคล
3. ให้ผลสะท้อนในการทำแบบฝึกหัดแก่นักเรียนรายบุคคล

## กรณีศึกษา

กรณีศึกษา (Case study) นั้นถูกนำมาใช้ครั้งแรกที่โรงเรียนกฎหมายและธุรกิจในมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด (Harvard University) เมื่อประมาณ 100 ปีที่แล้วในระหว่างปี ค.ศ. 1869 - 1870 โดย คริสโตเฟอร์ ซี. แลงเดล (Christopher C. Langdell) เริ่มนำกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นจริงมาใช้ในชั้นเรียนของเขา ส่วนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์กรณีศึกษาได้ถูกนำมาใช้ประมาณ 25 ปีที่ผ่านมา (Herreid, 2013) แต่เป็นการปฏิบัติที่สำคัญด้านการสอน ซึ่งทำให้กระบวนการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเชิงรุกมากขึ้น การสอนโดยใช้กรณีศึกษานี้ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในสาขาวิชาต่างๆ ผลการศึกษาส่วนใหญ่เป็นส่วนสำคัญในการประยุกต์ใช้ในวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาต่างๆ เช่น ชีววิทยา เคมี คณิตศาสตร์ วิธีการแบบ



สหวิทยาการของชีววิทยาและธรณีวิทยา และการแพทย์ นอกจากนี้ ศูนย์แห่งชาติเพื่อการสอนกรณีศึกษาทางวิทยาศาสตร์ หรือ The National Center for Case Study Teaching in Science (NCCSTS) ซึ่งเป็นศูนย์รวบรวมกรณีศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงมากที่สุด โดยรวบรวมกรณีศึกษามากกว่า 400 กรณีและมีคนมากกว่า 15,000 คนจะได้ใช้เว็บไซต์นี้ ผู้ใช้ส่วนใหญ่ยังเป็นนักชีววิทยา โดยพบว่าเก้าสิบเปอร์เซ็นต์ของผู้ใช้เป็นนักชีววิทยาและอาจารย์วิทยาศาสตร์สุขภาพ ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ของนักเคมีและครูวิทยาศาสตร์กายภาพมีเพียงเล็กน้อยเนื่องจากเคมีเป็นเนื้อหาที่เป็นนามธรรม อย่างไรก็ตามหากมีการใช้กรณีศึกษาในวิชาเคมีก็จะสามารถทำให้เนื้อหาเคมีมีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น (Herreid, 2013)

### 1. ความหมายของการศึกษาแบบกรณีศึกษา

การศึกษาแบบกรณีศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่วงการศึกษาของประเทศไทยมีชื่อเรียกที่แตกต่างกัน ได้แก่ เทคนิคการสอนแบบศึกษารณีเฉพาะราย เทคนิคการสอนโดยใช้กรณีตัวอย่าง การสอนโดยใช้กรณีตัวอย่าง การเรียนรู้โดยใช้กรณีตัวอย่าง เป็นต้น (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข, 2557 อ้างถึงใน อัญญาพร สุคนธ์พันธ์, 2559, น. 40)

Kim, & Hannafin (2008) ได้อธิบายว่าการศึกษาแบบกรณีศึกษา เป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้กรณีศึกษาเป็นเครื่องมือในการให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดในการพิจารณา และใช้กระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Process) ที่เชื่อมโยงไปยังทฤษฎีและได้เรียนรู้จากประสบการณ์การแก้ปัญหาจากกรณีศึกษา

Choi et al. (2009) ได้อธิบายการศึกษาแบบกรณีศึกษาว่าเป็นวิธีการสอนที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ฝึกจากการมีส่วนร่วมจริงหรือสถานการณ์ปัญหาที่สมมุติขึ้น (Participate in Real or Hypothetical Problem Situations) เพื่อสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ภายใต้กรณีศึกษาที่กำหนดให้

Yin (2011) อ้างถึงใน อัญญาพร สุคนธ์พันธ์ (2559, น. 41) ได้อธิบายการศึกษาแบบกรณีศึกษาว่าเป็นการสืบสอบที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ร่วมสมัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นจริง มีเหตุการณ์ที่ไม่ค่อยชัดเจน เพื่อเกิดความสงสัย มีประเด็นปัญหาที่ผู้เกี่ยวข้องจะต้องตัดสินใจดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อแก้ไขปัญหานั้น

Çam, & Geban (2017) ได้อธิบายการศึกษาแบบกรณีศึกษาว่าเป็นวิธีการสอนที่ให้ความสำคัญกับความคิดของนักเรียน โดยมีสถานการณ์ในชีวิตจริงถูกนำมาให้นักเรียนอภิปรายโต้แย้ง นักเรียนสามารถแบ่งปันความคิดและความรู้กับเพื่อน นักเรียนจึงมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการเรียนที่สอดคล้องกับคอนสตรัคติวิสต์เนื่องจากนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและสร้างความรู้ในเรื่องนี้ด้วยตนเอง

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2545) ได้อธิบาย การเรียนรู้ผ่านการศึกษแบบกรณีศึกษาเป็นการสอนที่มีการนำเอาสภาพการณ์หรือปัญหาหรือใช้กรณีต่างๆที่เกิดขึ้นจริงหรือดัดแปลงเรื่องที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงมาใช้เป็นตัวอย่างให้ผู้เรียนได้ศึกษาได้ฝึกทำความเข้าใจสามารถมองเห็นปัญหาอย่างแท้จริง ผ่านการวิเคราะห์และฝึกฝนในการหาหนทางแก้ไขปัญหานั้นๆ รวมทั้งจัดให้มีการอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกัน ตลอดจนร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวทางการปฏิบัติหรือแก้ไข ปัญหากันอย่างอิสระ ถือได้ว่าเป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลและมีประสิทธิภาพ

ทิสนา แชมมณี (2551) อธิบายว่า การเรียนรู้ผ่านการศึกษแบบกรณีศึกษาเป็นกระบวนการที่ใช้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ตามที่ผู้สอนกำหนดโดยนำเรื่องราวต่างๆ ที่เกิดขึ้นจริงมาดัดแปลงและใช้เป็นตัวอย่างให้ผู้เรียนได้ศึกษาและตอบประเด็นคำถามที่เกี่ยวกับเรื่องนั้น พร้อมนำเหตุผลที่ได้จากคำตอบนั้นมาใช้เป็นข้อมูลสำหรับการอภิปราย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์

จากความหมายของการศึกษแบบกรณีศึกษาที่กล่าวมาทั้งหมด สามารถสรุปได้ว่าการศึกษแบบกรณีศึกษา หมายถึง การนำกรณีศึกษามาเพื่อให้ นักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้โดยกรณีศึกษาที่ใช้นั้นอาจเป็นเหตุการณ์จากสถานการณ์จริงหรือเหตุการณ์หรือเรื่องราวที่แต่งขึ้นจากพื้นฐานความจริง โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เข้าใจแนวคิด หลักการ หรือทฤษฎีในเรื่องที่เรียนตามเป้าหมายของวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในครั้งนั้นๆ รวมทั้งเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ การตัดสินใจ การใช้เหตุผล การอภิปรายและการทำงานร่วมกับเพื่อนร่วมชั้น

## 2. องค์ประกอบของการเรียนรู้ผ่านการศึกษแบบกรณีศึกษา

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ผ่านการศึกษแบบกรณีศึกษาพบว่า มีผู้นำเสนอถึงองค์ประกอบของการเรียนรู้ผ่านการศึกษไว้ดังต่อไปนี้

Dori, & Herscovitz (2005) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่สำคัญในการเรียนผ่านการศึกษแบบกรณีศึกษา ได้แก่ กรณีศึกษา (Case Study) กิจกรรมผู้เรียน และบรรยากาศในห้องเรียน โดยในแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

### 1. กรณีศึกษา ควรมีลักษณะดังนี้

1.1 การเขียนกรณีศึกษาควรเป็นข้อความบรรยายที่ชัดเจน มีการใช้คำที่สอดคล้องกันและไม่ควรมีความยาวเกินไป

1.2 มีเนื้อหาที่อยู่บนพื้นฐานความเป็นจริง และมีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของผู้เรียน

1.3 มีจุดเน้นเกี่ยวกับเหตุการณ์หรือสถานการณ์ปัญหา

1.4 กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ หรือ แนวทางการแก้ปัญหาต่อไป หากเป็นกรณีศึกษาแบบที่มีแนวทางการแก้ปัญหาแล้ว (กรณีศึกษาแบบตัดสินใจ) ควรให้ผู้เรียนได้อภิปรายและเสนอแนวทางการแก้ปัญหอย่างมีเหตุผล

1.5 มีการส่งเสริมบูรณาการทางวิชาการในเนื้อหา เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา

## 2. กิจกรรมผู้เรียน ควรมีลักษณะดังนี้

2.1 สร้างคำถามที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะการคิดที่หลากหลาย เช่น ทำความเข้าใจในเนื้อหา การนำความรู้เดิมที่มีมาใช้ การคิดวิเคราะห์ การแสดงความคิดเห็น ร่วมกันอภิปรายได้อย่างเหมาะสม มีการตั้งคำถามและเสนอแนวทางการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงข้อดีและข้อเสียจากการแก้ปัญหา

2.2 ทำกิจกรรมอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ฝึกการเขียนแผนผังแนวคิด การอภิปราย ร่วมกันในชั้นเรียน การแบ่งปันข้อมูล การตั้งคำถามและแสดงความคิดเห็นเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้

2.3 การบูรณาการเพิ่มเติมด้วยกิจกรรมทางสิ่งแวดล้อม หรือกิจกรรมทางสังคม

## 3. บรรยากาศในห้องเรียน ควรมีลักษณะ ดังนี้

3.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียน สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

3.2 การเรียนแบบร่วมมือในกลุ่มขนาดเล็ก

3.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง

นอกจากนี้ Allchin (2013) ได้เขียนบทความเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้และความแตกต่างระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้ผ่านการศึกษาแบบกรณีศึกษา (Problem – and Case-Based Learning in Science: An Introduction to Distinction, Values, and Outcomes) และ Srinivasan (2007) ได้เขียนบทความเรื่อง ความแตกต่างระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้ผ่านการศึกษาแบบกรณีศึกษาไว้ดังนี้



## ตาราง 7 การจัดการเรียนรู้ผ่านการศึกษแบบกรณีศึกษาเป็นฐาน (Case-Based Learning) และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning)

การจัดการเรียนรู้ผ่านการศึกษแบบกรณีศึกษาเป็นฐาน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
1. มีการระบุสถานการณ์ชัดเจน เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง (Real-world contexts)	1. มีการระบุสถานการณ์ที่ไม่ชัดเจนเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่สร้างขึ้นเอง (Constructed case) นักเรียนต้องทำการระบุปัญหาด้วยตนเอง
2. มีการเล่าเรื่องราวที่ไม่ได้ระบุประเด็นปัญหา โดยใช้ตัวละครหลักเป็นตัวดำเนินเรื่องอาจเป็นบุคคล สัตว์ สิ่งของ สถานที่	2. มีการเล่าเรื่องราวที่เป็นประเด็นปัญหา ไม่มีการระบุข้อความรู้ เทคนิคที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา
3. เน้นนำความรู้จากบริบทที่มีไปใช้ในสถานการณ์ใหม่	3. เน้นการนำปัญหาไปใช้พัฒนาหรือสร้างความรู้ใหม่
4. เป็นการสืบสอบแบบกำหนดทิศทาง (Guided Inquiry)	4. เป็นการสืบสอบแบบไม่กำหนดทิศทาง (Unguided Inquiry)
5. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) มีการใช้คำถามอภิปรายและให้คำแนะนำนักเรียน	5. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกที่ต่อเมื่อนักเรียนได้ค้นพบข้อความรู้ใหม่ หรือวิธีการแก้ปัญหา

วาริรัตน์ แก้วอุไร (2541) อธิบายถึง องค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนรู้ผ่านกรณีศึกษา ดังนี้

1. เป็นการเรียนที่ใช้เทคนิคการสอนแบบกลุ่มย่อย โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้จากกรณีศึกษา ร่วมกัน แบบกระบวนการกลุ่ม แบ่งกลุ่มประมาณกลุ่มละ 6-8 คน และจัดให้มีการร่วมอภิปรายร่วม ระดมสมองในกลุ่มเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ไปพร้อมกัน

2. เป็นการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้จะเกิดขึ้นที่ผู้เรียนเป็นสำคัญโดยผู้เรียนสามารถกำหนดสิ่งที่ตนต้องการเรียนและจะต้องได้รับการอำนวยความสะดวกจากผู้สอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3. เป็นการเรียนรู้เนื้อหาที่มาจากกรณีศึกษาที่นำมาใช้เป็นสื่อในการเรียนควรมาจากสภาพความเป็นจริงในปัจจุบันและควรเป็นกรณีศึกษาที่บูรณาการจากสิ่งที่ผู้เรียนมีความรู้เดิมอยู่ก่อนแล้ว เพราะการที่ผู้เรียนจะแก้ปัญหาได้จะต้องอาศัยความรู้หรือสิ่งที่รู้มาก่อนแล้วมาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหา หรือเสนอการเลือกแนวทางที่ดีที่สุดที่จะสามารถนำไปใช้การเรียนรู้จากกรณีศึกษาจึงเป็นลักษณะของความรู้ในขั้นที่พร้อมจะนำไปปฏิบัติได้จริง

4. เกิดการเรียนรู้จากกรณีศึกษา กรณีศึกษาที่นำมาใช้เป็นหลักในการเรียนรู้ จะทำให้ผู้เรียนได้ศึกษาได้คิดหรือแก้ไขปัญหา ได้มีการค้นคว้าหาความรู้ในเนื้อหาเพิ่มเติม และเมื่อผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้จนเป็นที่เข้าใจดีแล้ว ผู้เรียนจะนำความรู้ที่ได้ไปประกอบเป็นแนวทางใน

การใช้แก้ปัญหาหรือเสนอแนะแนวทางที่ดีที่สุดในการนำไปใช้ตามสถานการณ์ที่ต้องพบได้ในทันที การเรียนโดยวิธีนี้จึงเป็นเสมือนการทดสอบความรู้และการแก้ปัญหาแบบรวดเร็ว ผู้เรียนสามารถเห็นประโยชน์จากการเรียนและมีการค้นคว้าหาความรู้สำหรับการนำไปใช้อยู่ตลอดเวลาของการเรียน

5. ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง โดยการกำหนดเนื้อหาของสิ่งที่จะนำมาใช้ประกอบการเรียนรู้ในการแก้ไขปัญหาหรือการเสนอแนะแนวทางที่จะนำไปใช้ได้อย่างได้ผลดีที่สุดด้วยตนเองและตามความคิดเห็นร่วมกันของกลุ่ม

6. ผู้เรียนจะเป็นผู้ประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและของกลุ่มเพื่อนได้ด้วยตนเอง เนื่องจากในขั้นตอนของการเรียน ผู้เรียนจะต้องมีการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองทั้งนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือเสนอแนะแนวทางที่ดีที่สุดที่จะนำไปใช้ได้ตามสถานการณ์ของกรณี ขั้นตอนดังกล่าวผู้เรียนจะสามารถรับรู้ว่าคุณเองเกิดการเรียนรู้ขึ้นแล้วหรือยัง จากการที่ตนเองสามารถ แก้ปัญหาหรือตอบคำถามได้หรือไม่

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2545) ได้อธิบายว่าการเรียนรู้ผ่านกรณีศึกษาที่ให้ได้ผลดีควรมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. การอภิปรายเป็นกลุ่มย่อย โดยในแต่ละกลุ่มอาจจะมอบหมายให้มีผู้นำของกลุ่มที่คอยดำเนินการเพื่อเกิดการอภิปรายตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ มีผู้บันทึกสาระสำคัญของ การอภิปรายและสมาชิกของกลุ่มแต่ละคนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้แลกเปลี่ยนความรู้กัน อย่างอิสระ ในการอภิปรายควรจะดำเนินการตามลำดับ โดยเริ่มจากมีการตกลงเกี่ยวกับขอบเขตของ ปัญหาไว้อย่างชัดเจน กล่าวคือ มีหัวข้ออภิปรายที่มีลักษณะให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน จากนั้นจัดให้มีการสนทนาเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลและประสบการณ์ระหว่างสมาชิกใน กลุ่ม โดยผู้เรียนควรมีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องที่จะอภิปรายมาล่วงหน้า สมาชิกทุกคนในกลุ่ม จะต้องตั้งใจฟังในขณะที่เพื่อนอภิปรายกัน เพื่อที่จะให้แสดงความคิดเห็นกันอย่างต่อเนื่องและสัมพันธ์กันและหลังจากมีการอภิปรายกันแล้ว จะต้องมีการสรุปความเพื่อเป็นข้อยุติและเมื่อผู้เรียน ทุกกลุ่มได้ร่วม อภิปรายจนได้ข้อยุติแล้ว ผู้สอนและผู้เรียนควรมีการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนอีกครั้งเพื่อเป็นการหาข้อสรุปร่วมกัน

2. การระดมสมอง ถือได้ว่าเป็นเทคนิคที่จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมร่วมกัน โดยการระดมสมองจะมุ่งในด้านปริมาณของความคิดทำให้สามารถรวบรวมความคิดเห็นจากสมาชิกของกลุ่มได้มากภายในระยะเวลาที่จำกัดและจะนำความคิดทั้งหลายมาคัดเลือกภายหลังอีกครั้ง ทุกคนจะมีอิสระในความคิด โดยที่สมาชิกทุกคนใน

กลุ่มจะต้องไม่วิจารณ์ความคิดเห็นของผู้อื่น เมื่อระดมความคิดจากสมาชิกได้แล้วให้นำความคิดเห็นดังกล่าวมาแยกประเภทความคิดเห็นเป็นกลุ่ม เขียนความคิดให้กะทัดรัดชัดเจน มีการสรุปความคิดเห็นทั้งหมด

3. กระบวนการคิดแก้ปัญหา หลังจากมีการระดมสมองของสมาชิกแล้ว การที่จะสามารถสรุปเป็นปัญหาที่ชัดเจนได้ สมาชิกในกลุ่มจะต้องร่วมกันคิดอย่างมีระบบ โดยเริ่มจากการทำความเข้าใจกับปัญหา ช่วยกันวิเคราะห์ เพื่อที่จะสามารถมองปัญหาได้ชัดเจนว่า อะไรคือปัญหา หรืออุปสรรคที่สำคัญ จากนั้นร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหา และเสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยรวบรวมวิธีการทุกอย่างเพื่อใช้ในการแก้ปัญหานั้นและคัดเลือกวิธีการที่สมาชิกเห็นตรงกันว่าเป็นวิธีที่น่าจะได้ผลมากที่สุดเรียงตามลำดับความสำคัญแล้วสรุปผลการอภิปรายโดยร่วมกันตัดสินใจเพื่อเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำไปใช้ โดยมีการสรุปและประเมินผลเพื่อเป็นการหาข้อบกพร่องและข้อดีที่จะสามารถนำไปใช้ปรับปรุงในการแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

กล่าวโดยสรุป องค์ประกอบของการเรียนรู้ผ่านการศึกษาระดับปริญญาตรีได้แก่ ผู้สอนทำหน้าที่ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ และจัดเตรียมกรณีศึกษาที่สอดคล้องกับเนื้อหา และสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ส่วนผู้เรียนเรียนรู้กรณีศึกษาเป็นรายบุคคล หรือลักษณะเป็นกลุ่มย่อยตามความเหมาะสม โดยมีสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน กรณีศึกษา เป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาเกิดการอภิปรายและแสดงความคิดเห็น ซึ่งมีเนื้อหาที่อยู่บนพื้นฐานความจริง และมีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของผู้เรียนมีจุดเน้นเกี่ยวกับเหตุการณ์หรือสถานการณ์ปัญหา และองค์ประกอบสุดท้ายคือบรรยากาศหรือสภาพแวดล้อมในการเรียนต้องเอื้อให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็น มีอิสระทางความคิด สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง จัดให้มีการอภิปราย ร่วมกันในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้มีความคิดเห็นที่หลากหลายและแนวทางการแก้ปัญหาที่มากกว่าการรับทราบกรณีศึกษาเพียงคนเดียว

### 3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ผ่านการศึกษาระดับปริญญาตรี

ขั้นตอนศึกษาระดับปริญญาตรี มีนักวิชาการได้อธิบายขั้นตอนการเรียนด้วยกรณีศึกษาไว้ดังนี้

Barkley et al. (2005) ได้อธิบายขั้นตอนการเรียนผ่านการศึกษาระดับปริญญาตรีว่า เป็นการใช้กรณีศึกษา (Case Study) เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนการเรียนด้วยกรณีศึกษาดังนี้

1. กลุ่มแบ่งผู้เรียนเข้ากลุ่มในการทำกรณีศึกษา โดยกระจายผู้เรียนเข้ากลุ่ม
2. กำหนดเวลาให้ผู้เรียนได้ซักถามเกี่ยวกับกระบวนการทำกรณีศึกษาและการแก้ปัญหา



3. ผู้เรียนทำงานในกลุ่มเพื่อร่วมกันศึกษากรณีศึกษา กำหนดประเด็นและหาทางเลือกในการตัดสินใจ

4. ผู้เรียนจัดเรียงข้อมูล ประยุกต์เครื่องมือในการวิเคราะห์ปัญหา โดยอาศัยข้อมูลหรือประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ได้แก่ ปัญหาคืออะไร (What is the problem) วิเคราะห์ว่าอาจมาจากสาเหตุอะไร (What might have caused the problem) หาข้อมูลมาสนับสนุน (What evidence can be gathered to support) ข้อสรุปคืออะไร (What Conclusions)

5. ผู้เรียนเขียนอธิบายการแก้ปัญหา

6. ผู้เรียนอภิปรายและสรุปผล

Choi et al. (2009) ได้อธิบายขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ผ่านการศึกษแบบกรณีศึกษาเพื่อการแก้ปัญหาปัญหาที่มีลักษณะคลุมเครือไม่ชัดเจน (ill-structured problem) มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทบทวนปัญหา (Reviewing Problems) เข้าใจสถานการณ์และบริบท ที่อาจพบปัญหามากกว่าหนึ่งปัญหา

2. วิเคราะห์ปัญหา (Analyzing Problems) ระบุปัญหาโดยการพิจารณาจากมุมมองต่อปัญหาที่หลากหลายจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หาสาเหตุและความสัมพันธ์ของปัญหา เพื่อหาทางแก้ไขปัญหา

3. สร้างแนวทางการแก้ปัญหา (Creating solutions) หาแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ จากการพิจารณามุมมองที่หลากหลายของสมาชิก

4. ทำการตัดสินใจ (Making Decisions) เลือกการแก้ปัญหาที่เหมาะสมพร้อมเหตุผล โดยใช้หลักการ ทฤษฎี หรือข้อกล่าวอ้างต่างๆเพื่อใช้ในการตัดสินใจในปัญหาและระบุแนวทางการแก้ปัญหา

5. สะท้อนผลลัพธ์ (Reflecting on Results) ประเมินผลการแก้ปัญหา จากคำแนะนำที่หลากหลาย และสะท้อนผลการเรียนรู้

Herried (2013) (อ้างถึงใน อัญญาพร สุคนธ์พันธ์, 2559, น. 49) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ผ่านการศึกษแบบกรณีศึกษา ดังนี้

1. ขั้นการบรรยาย (Lecture method) เป็นขั้นสร้างความรู้ของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง จากแหล่งสืบค้นต่างๆ

2. ขั้นการนำเสนอกรณีตัวอย่าง (Clicker case method) ครูนำเสนอเรื่องราวของกรณีศึกษาและมีการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน

3. ชั้นอภิปราย (Classroom discussion) นักเรียนภายในห้องเรียนมีการอภิปรายความคิดร่วมกัน มีการถามคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเองกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน

4. ชั้นให้คำแนะนำรายบุคคล (Individual case instruction) ครูให้คำแนะนำแก่นักเรียนในการตอบคำถามจากสถานการณ์ โดยชี้แนะแนวทางในการค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ

5. ชั้นวิเคราะห์เป็นกลุ่ม (Small group cases) เป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีการแบ่งหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม มีการระดมสมอง แลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม มีการโต้แย้งและปรับความเข้าใจในความรู้ของตนเองกับสมาชิกภายในกลุ่ม

Yoo, & Park (2014) (อ้างถึงใน อัญญาพร สุคนธ์พันธ์, 2559, น. 50) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ผ่านการศึกษาแบบกรณีศึกษา ดังนี้

1. การนำเสนอกรณีศึกษาโดยใช้วีดิทัศน์ (Showing the case through video presentation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนชมวีดิทัศน์ของกรณีศึกษา วิเคราะห์ปัญหาระหว่างการรับชมวีดิทัศน์

2. ชั้นวิเคราะห์กรณีศึกษา (Analyzing the cases by individuals) เป็นขั้นวางแผนการแก้ปัญหาจากกรณีศึกษา มีการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาของกรณีศึกษา เช่น อาการโรค ข้อสันนิษฐานการก่อโรค คาดการณ์อาการจากการชมวีดิทัศน์

3. ชั้นการอภิปรายกลุ่ม (Group-discussion to solve the problems) เป็นขั้นจัดกลุ่มนักเรียนและให้นักเรียนอภิปรายหาหรือถึงการแก้ปัญหาหรือรักษา

4. ชั้นแสวงหาวิธีปัญหา (Finding proper solutions) เป็นขั้นสันนิษฐานการแก้ปัญหาจากกรณีศึกษา ภายใต้ผล และข้อมูลจากการอภิปราย การคิดวิเคราะห์

ทิตินา แชมมณี (2550) ได้อธิบายขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนแบบกรณีตัวอย่างหรือกรณีศึกษาไว้ว่า ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ครูผู้สอนเสนอกรณีตัวอย่าง

2. นักเรียนศึกษากรณีตัวอย่าง

3. นักเรียนอภิปรายประเด็นคำถามเพื่อหาคำตอบ

4. ครูผู้สอนและนักเรียนอภิปรายคำตอบ

5. ครูผู้สอนและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาของ นักเรียนและสรุปการเรียนรู้ที่ได้รับ

6. ครูผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

สุวิทย์ มูลคำ, และอรทัย มูลคำ (2551) กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ผ่านการศึกษ  
แบบกรณีศึกษามีขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

### 1. ชี้นำเสนอกรณีศึกษา

เป็นขั้นตอนที่ผู้เสนอกรณีศึกษาและประเด็นคำถามสำหรับผู้เรียนอภิปราย ซึ่งผู้สอนได้เตรียมไว้ วิธีการนำเสนอสามารถทำได้หลายวิธี เช่น พิมพ์เป็นเอกสารแจกให้อ่าน เล่ากรณีตัวอย่างให้ฟัง หรือนำเสนอโดยใช้สื่อ เช่น วีดิทัศน์ ภาพยนตร์ เป็นต้น ผู้สอนอาจใช้กรณีตัวอย่างที่เป็นเรื่องที่เกิดขึ้นจริงก็ได้ แต่กรณีนี้ผู้สอนต้องมีความชำนาญในการวิเคราะห์กรณีตัวอย่าง และตั้งประเด็นคำถามสำหรับการค้นหาคำตอบ และการอภิปรายได้รวดเร็ว

### 2. ชี้นำการศึกษากรณีศึกษาหรือกรณีตัวอย่างและการอภิปราย

#### 2.1 แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อยตามความเหมาะสม

2.2 ให้ผู้เรียนศึกษากรณีศึกษาหรือกรณีตัวอย่างโดยใช้เวลาในการศึกษาอย่างเพียงพอ ให้สมาชิกหาคำตอบตามประเด็นคำถามที่ครูกำหนดไว้ ผู้เรียนแต่ละคนควรมีคำตอบตามประเด็นคำถามเตรียมไว้เพื่ออภิปราย

#### 2.3 สมาชิกกลุ่มร่วมกันอภิปรายประเด็นคำถามเพื่อให้ได้ข้อสรุปของกลุ่มย่อย

2.4 นำเสนอผลการอภิปรายระหว่างกลุ่มเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาหรือกรณีศึกษานี้มิได้มุ่งคำตอบใดคำตอบหนึ่งคำถามสำหรับการอภิปรายนี้จึงไม่มีคำตอบถูกหรือผิดอย่างชัดเจนแน่นอน แต่ ต้องการให้ผู้เรียนเห็นคำตอบและเหตุผลที่หลากหลาย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดที่กว้างขวางขึ้น ดังนั้นการอภิปรายจึงควรมุ่งประเด็นไปที่เหตุผลหรือที่มาของความคิดที่ผู้เรียนใช้ในการแก้ปัญหาเป็นสำคัญ

### 3. ชี้นำสรุปผลการเรียนรู้

3.1 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบ ปัญหา มุมมอง และวิธี แก้ปัญหาของผู้เรียนและสรุปสาระสำคัญหรือข้อคิดที่ได้จากการเรียนรู้

3.2 ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันประเมินผลการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การทำแบบทดสอบ การตรวจผลงาน การสังเกตการณ์เข้าร่วมกิจกรรมของผู้เรียน เป็นต้น

ปรียา สมพีช (2559) ได้อธิบายขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยกรณีศึกษาว่ามี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้นำกำหนดปัญหาและทำความเข้าใจ ให้ผู้เรียนได้อ่านทำความเข้าใจกับเนื้อหาในกรณีศึกษาและจับประเด็นสำคัญให้ได้ และเข้าใจความสัมพันธ์ของประเด็นต่างๆ



2. ขั้นวินิจฉัยและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ผู้เรียนสามารถระบุปัญหาต่างๆ ที่ได้จากกรณีศึกษา พิจารณาสาเหตุหรือความสัมพันธ์ของปัญหาต่างๆ รวมทั้งการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา

3. ขั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญหาสามารถ เสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย พิจารณาทางเลือกอย่างรอบคอบและจัดลำดับความสำคัญของวิธีแก้ปัญหาต่างๆ

4. ขั้นตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงผลดีผลเสียและผลกระทบของแนวทางในการแก้ปัญหาประเมินและตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

5. ขั้นสรุปและนำเสนอผู้เรียนสามารถหาข้อสรุปจากกรณีศึกษาและนำเสนอผลที่ได้จากกรณีศึกษาเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

6. ขั้นประเมินผล ผู้สอนและผู้เรียน ร่วมกันประเมินผลการเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ ชวลิต ศุภศักดิ์ธำรง (2560) อ้างถึงใน ประณัฐ กิจรุ่งเรืองและวัชรา เล่าเรียนดี (2554, น. 114-115) ได้ใช้กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้กรณีศึกษาทางศาสตร์การเรียนการสอนตามพีซีเอสเอสซี (PCSSC model) ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียมการเรียนรู้ (Preparation) ประกอบด้วย 1) ผู้สอนสร้างความสนใจผู้เรียนและแจ้ง จุดมุ่งหมายเพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียน 2) ผู้สอนทบทวนความรู้และทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนรู้ใหม่ ก่อนเข้าสู่กรณีศึกษา 3) ผู้สอนเติมเต็มความรู้และทักษะพื้นฐานที่จำเป็น

2. ขั้นนำเสนอกรณีศึกษา (Case presentation) ประกอบด้วย 1) ผู้สอนนำเสนอกรณีศึกษาที่มีประเด็น หรือมุมมองต่อปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายและปัญหาหรือคำถามที่ต้องประเมินและตัดสินใจ 2) ผู้เรียนสะท้อนประเด็นหรือมุมมองต่อปัญหา 3) ผู้เรียนเข้ากลุ่มตามแนวคิดในการมีประเด็นหรือมุมมองต่อ ปัญหาที่เหมือนหรือคล้ายกันแล้วร่วมศึกษาปัญหาที่สนใจ

3. ขั้นสรรหาวิธีการแก้ไข (Selection of solution) ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์สะท้อนอภิปรายและ ประเมินวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ศาสตร์ การเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องเป็นฐานของการคิดหาคำตอบของแต่ละกลุ่ม ตามกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย 1) การกำหนดเป้าหมายของการคิด 2) การนิยามปัญหา หรือคำถาม 3) การพิจารณาข้อมูลสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง 4) การกำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้ 5) การประเมินและตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล

4. ขั้นแบ่งปันประสบการณ์ (Sharing with group) ผู้เรียนกลุ่มย่อยเสนอวิธีการแก้ปัญหาต่อกลุ่ม ใหญ่แลกเปลี่ยนเรียนรู้แบ่งปันประสบการณ์แก่กัน

### 5. ขั้นสืบสานสร้างความรู้ใหม่ (Construction for new knowledge) ประกอบด้วย

1) ผู้เรียนแต่ละ คนอภิปรายแนวทางการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในอนาคต 2) ผู้เรียนสะท้อนมุมมองเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียนและสรุปสาระสำคัญการเรียนรู้

จากการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ผ่านการศึกษาระดับปริญญาโทศึกษา แบ่งเป็นขั้นตอนหลักๆ ได้แก่ ขั้นนำสู่กรณีศึกษา ขั้นวิเคราะห์และหาวิธีการแก้ปัญหา ขั้นเลือกวิธีการแก้ปัญหา ขั้นสรุปการแก้ปัญหาและขั้นประเมินผล

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้ในรูปแบบอื่น เช่น การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การเรียนรู้ตามแบบ DEEPER Scaffolding framework การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบอื่นๆที่สามารถส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้ พบว่ามีลักษณะคล้ายกัน นั่นคือ เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และมีปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการต่างๆในการเรียนรู้และแก้ไขปัญหาที่คล้ายกับในการเรียนโดยใช้ขั้นตอนการศึกษาระดับปริญญาโทของ Choi et al. (2009) ได้ เช่น มีการเสนอสถานการณ์ปัญหาให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระบุนปัญหาและร่วมกันหาแนวทางการแก้ไขปัญหาร่วมกัน โดยการหารือ อภิปราย เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดของกลุ่ม และสะท้อนผลลัพธ์จากวิธีการแก้ปัญหาร่วมกัน นอกจากนี้ ขั้นตอนการศึกษาระดับปริญญาโทของ Choi et al. (2009) นั้นได้ออกแบบมาเพื่อแก้ปัญหาในกรณีศึกษาที่มีลักษณะคลุมเครือไม่ชัดเจน (มีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี) หรือ ill-structured problem ตามหลักการของ Jonassen (1997) นอกจากนี้ยังพบว่าปัญหาแบบ ill-structured problem เป็นปัญหาที่สามารถกระตุ้นการสร้างความรู้ที่ได้จากการร่วมมือและถือเป็นแนวคิดสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และนำไปสู่การเรียนรู้ของผู้เรียนได้ (Cohen, 1994 as cited in Hesse, 2014, p. 42) นอกจากนี้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงก็เป็นปัญหาที่มีลักษณะคลุมเครือไม่ชัดเจนหรือเป็นปัญหาที่ซับซ้อนเช่นกัน Jonassen (1997) สำหรับการแก้ปัญหาแบบ ill-structured problem มีขั้นตอนดังนี้ 1) เข้าใจปัญหา องค์ประกอบของปัญหาและข้อจำกัดของบริษัท 2) ระบุนและอธิบายแนวคิดที่แตกต่าง บทบาท และมุมมองแนวคิดที่หลากหลายจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 3) สร้างแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ 4) ประเมินและดูความมีเหตุผลของการแก้ปัญหาแต่ละแนวทางโดยการสร้างข้อโต้แย้งและความเชื่อที่แท้จริงส่วนบุคคล 5) นำเสนอองค์ประกอบทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาและตัวเลือกของการแก้ปัญหา 6) ดำเนินการและนำเสนอแนวทางการ



แก้ปัญหา และ 7) ปรับเปลี่ยนแนวทางการแก้ปัญหาหากวิธีการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม (Jonassen, 1997 as cited in Choi et al., 2009, pp. 100-103)

จากการศึกษางานวิจัยพบว่า การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนนั้น นักเรียนสามารถพัฒนาได้ด้วยเวลาและการปฏิบัติ (Schleicher, 2017) และควรมีการสร้างองค์ความรู้พื้นฐานก่อนนำนักเรียนไปสู่กิจกรรมการเรียนรู้ มีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน มีการใช้กิจกรรมการทดลองเพื่อหาคำตอบของการแก้ปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนผลการทำกิจกรรมและประเมินความเข้าใจร่วมกันผ่านการอภิปรายภายในกลุ่ม สำหรับการออกแบบกิจกรรมนั้นควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีเวลาดำเนินการแก้ปัญหาด้วยการปฏิบัติจริง (ศมกร ศิลาโชติ, 2561, น. 144) บางกิจกรรมต้องใช้เวลาในห้องเรียนสำหรับการสืบค้นข้อมูล (ปาริชาติ ผาสุข, 2559, น. 238) บางกิจกรรมอาจจะต้องคำนึงถึงชิ้นงานที่จะให้ผู้เรียนปฏิบัติว่าเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด (ชนกกานต์ เนตรวีศรี, 2560, น. 152) และบางขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ อาจมีการปรับลดระยะเวลาให้น้อยลงหรือรวมให้อยู่ในขั้นตอนเดียว (ชนะชัย ทะยอม, 2559, น. 184) ซึ่งจะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือนั้นยังมีข้อควรคำนึงในด้านเวลาที่ใช้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงจะเห็นว่าหากมีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถทำให้นักเรียนได้ใช้เวลาในการลงมือปฏิบัติกิจกรรมได้ในสภาพจริงโดยไม่ส่งผลกระทบต่อเวลาในการเรียนเนื้อหาเรื่องอื่นๆ จะสามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งเนื้อหาความรู้และพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้พร้อมๆกันภายใต้เวลาเรียนที่มีอยู่อย่างจำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดห้องเรียนกลับด้านของ Lo et al. (2018) โดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษาของ Choi et al. (2009) ซึ่งมีจำนวนขั้นตอนที่กระชับและไม่ซ้ำซ้อนและผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ชั้นการศึกษาแบบกรณีศึกษาทั้ง 5 ชั้นแล้ว พบว่า สามารถส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้เช่นกัน ขั้นตอนการศึกษาแบบกรณีศึกษาของ Choi et al. (2009) มี 5 ขั้น ดังนี้ 1) ทบทวนปัญหา (Reviewing problems) 2) วิเคราะห์ปัญหา (Analyzing problems) 3) สร้างแนวทางการแก้ปัญหา (Creating solutions) 4) ทำการตัดสินใจ (Making decisions) และ 5) สะท้อนผลลัพธ์ (Reflecting on results) ดังตาราง 8

จากการศึกษางานวิจัยในการใช้กรณีศึกษาในการเรียนวิชาเคมี ช่วยให้ผู้เรียนจัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา การสื่อสาร และทักษะการทำงานร่วมกัน ส่งเสริมมโนทัศน์และความเข้าใจ ประสิทธิภาพ พัฒนาผลสัมฤทธิ์และยกระดับแรงจูงใจในการ



เรียนเคมี รวมทั้งส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อการเรียนเคมีด้วย (Adesoji, & Idika, 2015; Ayyildiz, & Tarhan, 2013; Belova, & Eilks, 2015; Belt et al., 2002; Carder et al., 2001; Choi, & Lee, 2009; Kulak, & Newton, 2015; Marks et al., 2008; McDonnell et al., 2007; Sendur, 2012; Sumen, & Sendur, 2015; Sonmez, 2015; Tarkin, 2014; Yalcinkaya, & Boz, 2015 as cited in Günter, & Alpat, 2017) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ ดร.ณนภา นาชัยฤทธิ (2559) ที่ได้ทำการสอนแบบผสมผสานด้วยการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้กรณีศึกษาก็สามารถส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณการคิดแก้ปัญหาและการเรียนรู้ร่วมกันเป็นทีมของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ อัญญาพร สุขคนธ์พันธ์ (2559) ที่ได้ศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการประยุกต์ความรู้ชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้การเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาเป็นฐานพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยการประยุกต์ความรู้ชีววิทยาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด



ตาราง 8 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

การจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาที่เน้น กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม (ชนกกานต์ เนตรรัศมี, 2560)	การจัดการเรียนรู้แบบ การเสริมต่อการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (ปาริชาติ ผาสุข, 2559)	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ วิจัยเป็นฐานตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา (ธีรญา ไชยเดช, 2559)	การจัดการเรียนรู้ด้วย รูปแบบการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ (ปาริชาติ ผาสุข, 2559)	ชั้น การศึกษา แบบ กรณีศึกษาของ Choi et al. (2009)	การจัดการเรียนรู้ตาม กรอบแนวคิดห้องเรียน กลับด้านของ Lo et al. (2018) โดยใช้ Google classroom ร่วมกับการ ใช้ ชั้น การศึกษา กรณีศึกษาของ Choi et al. (2009)
การเรียนรู้ในห้องเรียน					1. ชั้นการบรรยายทาง วิดีโอก่อนเรียน 2. ชั้นการติดตามการ ทดสอบออนไลน์
การเรียนรู้ในห้องเรียน					
1. ชั้นค้นหาปัญหา	1. ชั้นระบุปัญหา	1. ชั้นระบุปัญหา	1. ชั้นกระตุ้นความสนใจ	1. ชั้นทบทวนปัญหา	3. ชั้นสรุปการเรียนรู้นอก ห้องเรียน
2. ชั้นสร้างแนวคิด	2. ชั้นสืบค้นข้อมูล	2. ชั้นตั้งสมมติฐาน	2. ชั้นสืบค้นความรู้	2. ชั้นวิเคราะห์ปัญหา	4. ชั้นการสนทนาบรรยาย สั้นๆเกี่ยวกับกิจกรรม
3. ชั้นเลือกแนวคิดที่ดี ที่สุด	3. ชั้นอธิบายวิธีแก้ปัญหา	3. ชั้นพิสูจน์ทดสอบ สมมติฐาน	3. ชั้นการเข้าใจปัญหา	3. ชั้นสร้างแนวทางการ แก้ปัญหา	
4. ชั้นวางแผนลงมือ ปฏิบัติ	4. ชั้นนำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา	4. ชั้นเก็บรวบรวมข้อมูล	4. ชั้นการหาทางเลือกใน การแก้ปัญหา	4. ชั้นทำการตัดสินใจ	

ตาราง 8 (ต่อ)

<p>การจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาที่เน้น กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม (ชนกกานต์ เนตรรัศมี, 2560)</p>	<p>การจัดการเรียนรู้แบบ การเสริมต่อการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (ปาริชาติ ผาสุข, 2559)</p>	<p>การจัดการเรียนรู้โดยใช้ วิจัยเป็นฐานตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา (ธีรญา ไชยเดช, 2559)</p>	<p>การจัดการเรียนรู้ด้วย รูปแบบการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ (ปาริชาติ ผาสุข, 2559)</p>	<p>ชั้น การศึกษา แบบ กรณีศึกษาของ Choi et al. (2009)</p>	<p>การจัดการเรียนรู้ตาม กรอบแนวคิดห้องเรียน กลับด้านของ Lo et al. (2018) โดยใช้ Google classroom ร่วมกับการ ใช้ ชั้น การ ศึกษา กรณีศึกษาของ Choi et al. (2009)</p>
<p>5. <sup>ขั้น</sup>ตรวจสอบและ ปรับปรุง</p>	<p>5. <sup>ขั้น</sup>ประเมินการ แก้ปัญหา 6. <sup>ขั้น</sup>สะท้อนผลจากการ แก้ปัญหา</p>	<p>5. <sup>ขั้น</sup>วิเคราะห์ข้อมูล 6. <sup>ขั้น</sup>สรุปผล</p>	<p>5. <sup>ขั้น</sup>เตรียมการแก้ปัญหา 6. <sup>ขั้น</sup>การปฏิบัติการ แก้ปัญหา นำเสนอ ได้แย้ง และปรับปรุงแก้ไข</p>	<p>5. <sup>ขั้น</sup>สะท้อนผลลัพธ์</p>	<p>5. <sup>ขั้น</sup>กิจกรรมการ แก้ปัญหา 1) <sup>ขั้น</sup>ทบทวนปัญหา 2) <sup>ขั้น</sup>วิเคราะห์ปัญหา 3) <sup>ขั้น</sup>สร้างแนว ทางการแก้ปัญหา 4) <sup>ขั้น</sup>ทำการตัดสินใจ 5) <sup>ขั้น</sup>สะท้อนผลลัพธ์</p>



#### 4. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา

ผู้วิจัยเลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ครอบคลุมแนวคิดห้องเรียนกลับด้านของ Lo et al. (2018) ที่ปรับจาก Merrill's (2002) First Principles of Instruction มาปรับให้เข้ากับบริบทห้องเรียน ใช้ Google classroom เป็นห้องเรียนออนไลน์สำหรับเตรียมการเรียนรู้นอกห้องเรียนสำหรับกรอบแนวคิดห้องเรียนกลับด้านนี้จะแบ่งการจัดการเรียนรู้ออกเป็นการเรียนรู้นอกห้องเรียนและการเรียนรู้ในห้องเรียนการเรียนรู้นอกห้องเรียนประกอบด้วย 2 ชั้นหลัก ได้แก่ ชั้นการบรรยายทางวิดีโอ ก่อนเรียน และชั้นการติดตามการทดสอบออนไลน์ ส่วนการเรียนรู้ในห้องเรียนประกอบด้วย 3 ชั้นหลัก และ 5 ชั้นการศึกษาแบบกรณีศึกษาของ Choi et al. (2009) ได้แก่ ชั้นสรุปการเรียนรู้นอกห้องเรียน ชั้นการสอนบรรยายสั้นๆ เกี่ยวกับกิจกรรม และชั้นกิจกรรมการแก้ปัญหาซึ่งใช้กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบกรณีศึกษา 5 ชั้น ได้แก่ ชั้นทบทวนปัญหา ชั้นวิเคราะห์ปัญหา ชั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา ชั้นทำการตัดสินใจ และชั้นสะท้อนผลลัพธ์ ผู้เรียนจะร่วมกันแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ปัญหาและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ด้าน ปริมาณสารสัมพันธ์ มาใช้ในการแก้ปัญหาาร่วมกันเป็นกลุ่มในห้องเรียน ซึ่งมีรายละเอียดในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

##### 1. การเรียนรู้นอกห้องเรียน (Out-of-class learning) ประกอบด้วย

1.1 ชั้นการบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน (Pre-class video lecture) ครูอัดวิดีโอการสอนบรรยายลงใน Google classroom เกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ตามเรื่องที่จะเรียน โดยแบ่งการบรรยายออกเป็น 3 ช่วง คือ หลักการ ตัวอย่างการแก้ปัญหา และสรุปหลักการแก้ปัญหา วิดีโอที่ใช้มีความยาวประมาณ 5-7 นาที เพื่อเตรียมนักเรียนรายบุคคลให้มีความรู้พื้นฐาน

1.2 ชั้นการติดตามการทดสอบออนไลน์ (Online follow-up exercise) หลังจาก ที่นักเรียนชมวิดีโอการสอนบรรยาย ครูมอบหมายแบบฝึกหัดเพื่อประเมินนักเรียน และให้ผลสะท้อนในการทำแบบฝึกหัดแก่นักเรียนผ่าน Google classroom

##### 2. การเรียนรู้ในห้องเรียน (In-class learning) ประกอบด้วย

2.1 ชั้นสรุปการเรียนรู้นอกห้องเรียน (Brief review on out-of-class) ครูสรุปเนื้อหาที่นักเรียนได้ชมผ่านวิดีโออีกครั้งในห้องเรียนร่วมกัน และเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามสิ่งที่ยังไม่เข้าใจ จากนั้นครูยกตัวอย่างปัญหาที่แตกต่าง 2-3 ข้อเพื่อทบทวนการแก้ปัญหาโจทย์และประเมินความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้การถาม-ตอบ กับนักเรียน

2.2 ชั้นการสอนบรรยายสั้นๆเกี่ยวกับกิจกรรม (Mini-didactic lecture) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมโดยใช้สื่อที่หลากหลาย เช่น ข่าว วิดีโอ ฯลฯ ครู

อธิบายลักษณะของกิจกรรม จากนั้นครูแบ่งกลุ่มนักเรียนคละความสามารถ 3-4 คน และแบ่งหน้าที่ ได้แก่ ผู้สืบค้นข้อมูล ผู้บันทึกข้อมูล ผู้เตรียมอุปกรณ์และผู้นำเสนอ

2.3 ขั้นกิจกรรมการแก้ปัญหา (Problem-solving activities) นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาโดยใช้ขั้นการศึกษาแบบกรณีศึกษา (Case study) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

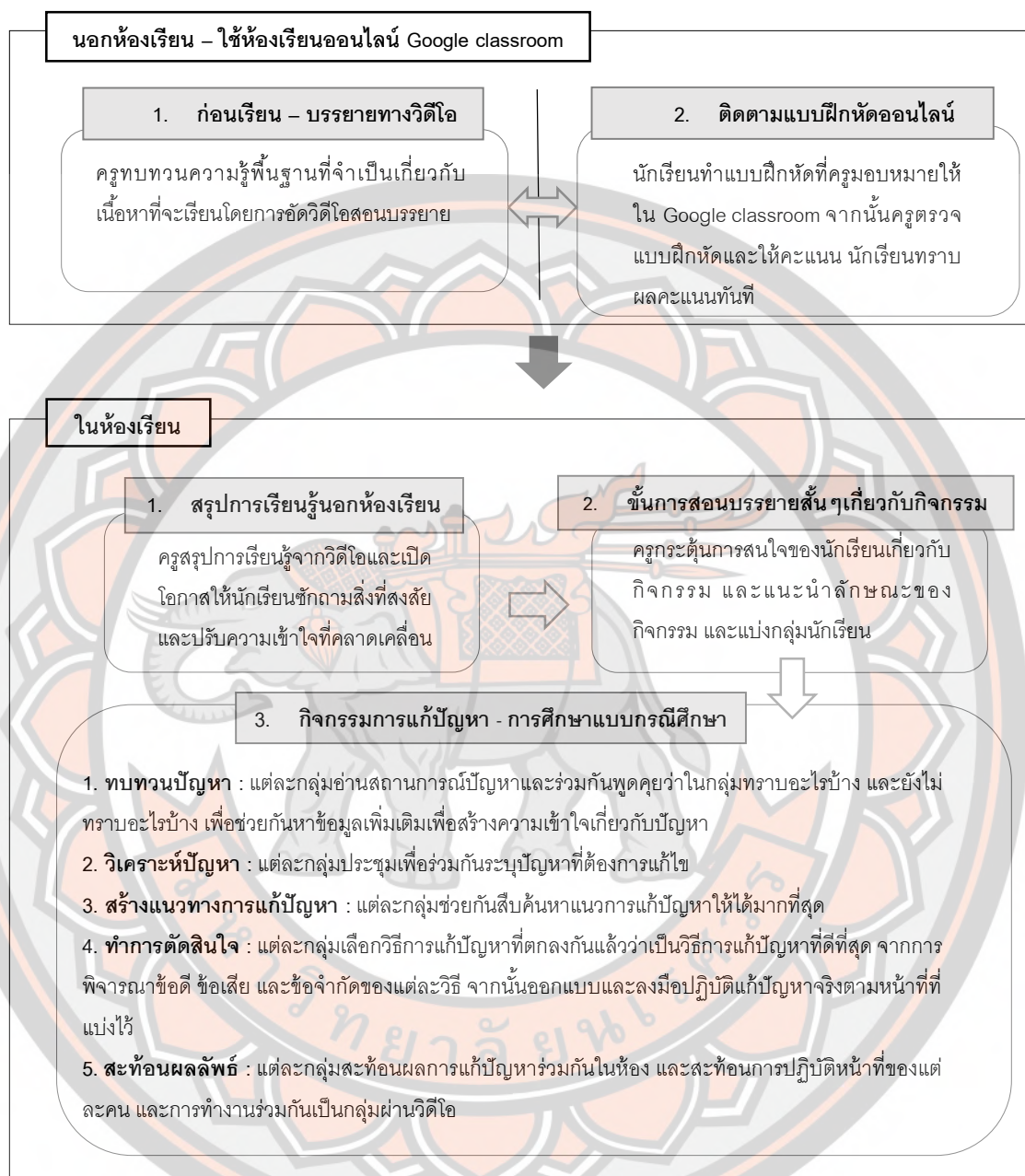
2.3.1 ขั้นทบทวนปัญหา (Reviewing problems) ครูนำเสนอปัญหาเกี่ยวกับ ปริมาณสารสัมพันธ์ตามเรื่องที่จะเรียน และใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนต่อ ปัญหาและกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันค้นหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่าน สถานการณ์ปัญหาและร่วมกันพูดคุยว่าในกลุ่มทราบอะไรบ้างเกี่ยวกับปัญหา และยังไม่ทราบ อะไรบ้าง เพื่อช่วยกันหาข้อมูลเพิ่มเติมและนำมาสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาร่วมกัน

2.3.2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analyzing problems) นักเรียนแต่ละกลุ่ม ประชุมเพื่อร่วมกันระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข รวมทั้งผลกระทบและผู้ที่ได้รับผลกระทบที่เกิดขึ้นลงใน ใบกิจกรรม

2.3.3 ขั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา (Creating solutions) นักเรียนแต่ละ กลุ่มช่วยกันค้นหาวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด พร้อมระบุข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดของแต่ละวิธี ลงในใบกิจกรรม

2.3.4 ขั้นการตัดสินใจ (Making decisions) นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกวิธีการ แก้ปัญหาที่ตกลงกันแล้วว่าเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด พร้อมระบุเหตุผลรวมทั้งหลักการหรือ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือความรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องมาสนับสนุนการแก้ปัญหา จากการเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดในแต่ละวิธี จากนั้นวางแผนการแก้ปัญหาและลงมือ ปฏิบัติแก้ปัญหาตามหน้าที่ที่ได้มอบหมาย

2.3.5 ขั้นสะท้อนผลลัพธ์ (Reflecting on results) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม สะท้อนผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาในห้องเรียน และให้ข้อเสนอแนะต่อแนวทางการแก้ปัญหาของ เพื่อนกลุ่มอื่นๆ และสะท้อนผลการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรมในครั้งนี้ จากนั้นครู มอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสะท้อนการปฏิบัติงานของตนเองและการทำงานของสมาชิกกลุ่ม ในประเด็น สิ่งที่นักเรียนคิดว่านักเรียนทำได้ดีและหรือสิ่งที่ต้องปรับปรุง สิ่งที่นักเรียนคิดว่ากลุ่มของ นักเรียนทำได้ดีและสิ่งที่ต้องปรับปรุง โดยนำเสนอเป็นวิดีโอเพื่อให้นักเรียนได้มีเวลาเตรียมตัวและ เรียบเรียงสิ่งที่จะนำเสนอและนำเสนอผ่านวิดีโอลงใน Google classroom โดยสรุป การจัดการ เรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ แสดงดังภาพ 3



ภาพ 3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการศึกษาแบบกรณีศึกษา

### สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

#### 1. ความหมายของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจำเป็นสำหรับการทำงานในอนาคต และการแก้ปัญหาของการทำงานในยุคปัจจุบันให้มีประสิทธิภาพ มักเกิดจากการทำงานร่วมกันเป็นทีม ดังนั้น จึงมีการปรับหลักสูตรการเรียนการสอนในหลายประเทศ โดยมุ่งเน้นไปที่การส่งเสริมทักษะ



การสื่อสารและทักษะความร่วมมือ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของสมรรถนะนักเรียนในศตวรรษที่ 21 (OECD, 2017) โดยความหมายของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือนี้มีนักการศึกษาหลายท่าน รวมถึงองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาได้ให้คำนิยามไว้ดังนี้

O'neil et al. (2003) (อ้างถึงใน Care, & Griffin, 2015, p. 371) ได้ให้นิยามสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ คือ ทักษะที่ซับซ้อนที่ใช้องค์ความรู้ และทักษะทางสังคมในการแก้ปัญหา โดยใช้ความเชื่อมโยงระหว่างทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณ ทักษะการแก้ปัญห การตัดสินใจ และทักษะการร่วมมือ

PISA 2015 (OECD, 2017) กำหนดความหมายของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ คือ ความสามารถของบุคคลในการเข้าร่วมแก้ปัญหาผ่านกระบวนการแก้ปัญหาแบบกลุ่ม โดยการแบ่งปันความเข้าใจ ความรู้ ทักษะที่มี และการช่วยเหลือกันในกลุ่มในการแก้ปัญหา โดยมีสมรรถนะหลัก ดังนี้

1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน (Establishing and maintaining shared understanding) คือ ความสามารถในการระบุนความรู้ร่วมกัน ระบุมุมมองของกลุ่มร่วมกัน และแบ่งปันความเข้าใจปัญหาร่วมกัน

2. การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา (Taking appropriate action to solve the problem) คือ ความสามารถในการระบุนวิธีแก้ปัญหาร่วมกันเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม

3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม (Establishing and maintain team organization) คือ ความสามารถในการเข้าใจบทบาทและหน้าที่ทั้งของตนเองและสมาชิกในกลุ่มต่อการแก้ปัญหาโดยตั้งอยู่บนฐานของความรู้และทักษะของแต่ละบุคคล

Hesse et al. (2015) (as cited in Care, & Griffin, 2015, p. 371) ได้ให้คำนิยามสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ คือ ทักษะที่เกิดขึ้นต่อเมื่อบุคคลหนึ่ง ๆ ไม่สามารถแก้ไขปัญหได้ด้วยตัวคนเดียวจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากบุคคลอื่น และผู้แก้ปัญหาสามารถใช้ทรัพยากรและทักษะที่หลากหลายในการเผชิญกับปัญหาและแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้ โดยสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือนี้จะมีโครงสร้างด้วยกัน 5 ส่วน คือ ผู้ร่วมมือมุมมองของผู้แก้ปัญหา การควบคุมทางสังคม การควบคุมการทำงาน และการสร้างองค์ความรู้ภายใต้องค์ประกอบ 2 องค์ประกอบ คือ องค์ความรู้และบริบททางสังคม

Griffin et al. (2015) ให้ความหมายของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ว่าเป็นรูปแบบเฉพาะของการร่วมมือกัน ซึ่งต้องการตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปมาแก้ปัญหาโดยอาศัยการสื่อสาร แลกเปลี่ยนและแบ่งปันปัญหาของตนเอง แปลความหมายส่วนที่เกี่ยวข้องและศึกษากร่วมกัน

จากนิยามของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักการศึกษา รวมถึงองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาพอจะสรุปได้ว่าสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเป็นทักษะการแก้ปัญหาที่ต้องใช้ความร่วมมือจากบุคคลในสังคมในการแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อนภายใต้บริบทของสังคมในกระบวนการแก้ปัญหานั้นผู้แก้ปัญหาคงต้องใช้สมรรถนะต่างๆ มากมาย อาศัยความเชื่อมโยงระหว่างทักษะต่างๆ เช่น ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการแก้ปัญหา สมรรถนะการตัดสินใจ สมรรถนะการสื่อสาร และสมรรถนะการร่วมมือ เป็นต้น รวมถึงการใช้ข้อมูลสารสนเทศมาช่วยในการแก้ปัญหา รวมทั้งต้องสามารถสร้างองค์ความรู้และใช้องค์ความรู้นั้นในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ความสำเร็จในการแก้ปัญหานั้นจะเกิดขึ้นได้ต้องมาจากการร่วมมือกันของกลุ่มของผู้แก้ปัญหาไม่ใช่เกิดจากตัวผู้แก้ปัญหาคงใดคนหนึ่งเท่านั้น ในงานวิจัยนี้ใช้ความหมายของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสอดคล้องกับคำนิยามของ PISA 2015 (OECD, 2017) เพราะมีตัวบ่งชี้ลักษณะพฤติกรรมและองค์ประกอบของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ชัดเจนและเป็นมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับในการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในระดับนานาชาติ

## 2. ความสำคัญของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเป็นหนึ่งในสมรรถนะที่สำคัญที่จำเป็นต้องพัฒนาให้กับนักเรียนด้วยเหตุผลที่ว่าหากนักเรียนพัฒนาเพียงแค่ความสามารถในการแก้ปัญหานั้นอาจยังไม่เพียงพอในการใช้ความรู้ ทักษะและทัศนคติต่อการเข้าร่วมแก้ปัญหา เนื่องจากในปัจจุบันปัญหาในทางปฏิบัตินั้นมักมีความสลับซับซ้อนและต้องการการร่วมมือแก้ไขจากบุคคลเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดและการแก้ปัญหาและในบางครั้งบริบทที่ซับซ้อน ดังนั้นความจำเป็นในการร่วมมือกันจึงสำคัญมากขึ้น (L.T.Hung, 2018, p. 111)

สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือถือเป็นทักษะที่มีความสำคัญในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นสมรรถนะที่ครอบคลุมความสามารถในการจัดการกับปัญหาที่มีความซับซ้อนคลุมเครือไม่แน่นอนและมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยอาศัยการร่วมมือกันในการแก้ปัญหาให้ประสบความสำเร็จ สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเริ่มมีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในสังคมปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นในบริบทของโรงเรียน เช่น การร่วมกันแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การทำโครงการ เป็นต้น หรือที่ทำงาน เช่น การร่วมกันทำโครงการของบริษัท เป็นต้น ในบ้าน เช่น การร่วมกันตัดสินใจของครอบครัว เป็นต้น โดยเฉพาะในตลาดแรงงานมีความต้องการแรงงานที่มี

สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ อีกทั้งความสำคัญของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือมีเพิ่มมากขึ้น สังเกตได้จากการบริหารจัดการหรือการทำงานในปัจจุบันจำเป็นต้องมีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มหรือทีมเพื่อให้การทำงานนั้นประสบความสำเร็จ (Valerie et al., 2014, p. 95)

ในทางทฤษฎีแล้วสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือนั้นเป็นการร่วมกันของสมรรถนะการแก้ปัญหาขั้นสูงและสมรรถนะการร่วมมือของแต่ละบุคคล ซึ่งสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือไม่ได้เป็นสมรรถนะที่เป็นผลจากการรวมกันของสมรรถนะการแก้ปัญหาขั้นสูงและสมรรถนะการร่วมมือแต่เป็นสมรรถนะที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสมรรถนะการแก้ปัญหาและสมรรถนะการร่วมมือ (OECD, 2014 as cited in Valerie et al., 2014, p. 96)

### 3. กรอบโครงสร้างการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือมีลักษณะเฉพาะและท้าทายโดยชุดทักษะที่หลากหลายซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ในห้องเรียนตามปกติ การทำงานกลุ่มและการมีส่วนร่วมในงานไม่เพียงคำนึงถึงการศึกษา แต่รวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์กันในระดับสูงซึ่งต้องอาศัยการพึ่งพากันในกลุ่มนักเรียน นอกจากนี้สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือยังมีความซับซ้อนซึ่งเป็นผลทั้งจากด้านความคิด (Cognitive) และด้านสังคม (Social) ผลลัพธ์ของงานจากการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเป็นผลมาจากความรู้ความเข้าใจ ทักษะที่ใช้ในการทำงานให้เสร็จสมบูรณ์ทั้งจากการทำงานอย่างอิสระและการร่วมมือกันกับสมาชิกในทีมคนอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น การแก้ปัญหาแบบร่วมมือในขอบเขตทางวิทยาศาสตร์มักจะรวมถึงแนวคิดความเข้าใจและทักษะการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (เช่น การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การทำนาย การใช้เหตุผลบนพื้นฐานของข้อมูลหลักฐาน) สิ่งเหล่านี้สนับสนุนการแก้ปัญหาทั้งแบบด้วยตนเองเช่นเดียวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่จำเป็นต้องอาศัยการเจรจาและสร้างความเข้าใจร่วมกันซึ่งจำเป็นสำหรับการร่วมมือ มิติทางสังคมของทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจึงมักแสดงให้เห็นการโต้ตอบทางสังคมกับเพื่อนผู้มีประสบการณ์และสามารถส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของกลุ่มและการทำงานของแต่ละบุคคล (Rosen et al., 2019)

กรอบโครงสร้างการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015 (OECD, 2017 p, 14) ขึ้นอยู่กับปัจจัยและกระบวนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แสดงดังภาพ 4

จากกรอบการประเมิน จะเห็นได้ว่าปัจจัยหลักสองประการที่ส่งผลต่อการเกิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ได้แก่ พื้นฐานของนักเรียนและทักษะที่นักเรียนมี โดยผู้เรียนจะต้องใช้สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือซึ่งประกอบด้วย 3 สมรรถนะย่อยในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ตามบริบทของแบบทดสอบ ซึ่งอธิบายความหมายของกรอบการประเมินได้ ดังนี้



## 1. พื้นฐานของนักเรียน

1.1 ความรู้ที่ติดตัวนักเรียนมา ได้แก่ ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ การอ่านและการเขียน วิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม และการเรียนรู้ในชีวิตประจำวัน

1.2 บุคลิกลักษณะของนักเรียน ได้แก่ อารมณ์และเจตคติ ประสพการณ์และความรู้ แรงจูงใจ และความสามารถทางการคิด

## 2. ทักษะที่นักเรียนมี

2.1 ทักษะการทำงานแบบร่วมมือ ได้แก่ การสร้างความเข้าใจร่วมกัน การมองจากมุมมองของคนอื่น การอธิบาย การเข้าถึงผู้ฟัง การประสานงาน การโต้แย้งด้วยเหตุผล การทำตามบทบาทหน้าที่ และการมีกฎระเบียบร่วมกัน

2.2 ทักษะการแก้ปัญหา ได้แก่ การสำรวจและทำความเข้าใจ การนำเสนอและคิดหาวิธีการวางแผนและดำเนินการ และการติดตามและสะท้อนความเห็น

โดยผู้เรียนต้องใช้สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือต่อไปนี้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในบริบทของแบบทดสอบ

3. สมรรถนะหลักที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือใน PISA 2015 ได้แบ่งสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเป็น 3 สมรรถนะใหญ่ ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2558)

1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน (Establishing and Maintaining Shared Understanding) นักเรียนสามารถระบอบองค์ความรู้ที่ตรงกัน ทุกคนรับรู้ว่าเป็นปัญหาคืออะไร สามารถระบุมุมมอง แนวคิดของผู้มีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกันร่วมกันสร้างร่วมของสภาพปัญหาและกิจกรรม รวมถึงความสามารถของนักเรียนในการติดตาม การใช้ความสามารถ องค์ความรู้ และมุมมองในการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ร่วมงานในการปฏิบัติภาระงาน นอกจากนี้กระบวนการสำคัญเน้นที่ความสำคัญของการสร้างจุดยืนร่วมกัน คือ การสื่อสารเพื่อให้บรรลุความสำเร็จ นี่คือนักเรียนที่จำเป็นสำหรับเรื่อง การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ นักเรียนสามารถสร้างติดตามและแบ่งปันความเข้าใจอย่างยั่งยืนใน การแก้ปัญหาภาระงาน โดยการรับผิดชอบในการค้นหาข้อมูล ส่งต่อข้อมูลที่สำคัญเพื่อให้งานสำเร็จ การสร้างหรือแบ่งปันต่อรองความหมายร่วมกัน ตรวจสอบสิ่งที่ผู้อื่นรู้ และลงมือปฏิบัติเพื่อเติมเต็มความรู้ส่วนที่ขาด ทักษะเหล่านี้รวมถึงความมีสติตระหนักรู้ (Self-Awareness) ของนักเรียนในเรื่องที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพในการทำภาระงาน การตระหนักรู้ถึงจุดแข็งและจุดอ่อน ของตนเองที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงสัมพันธ์กับภาระงาน และรู้ถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของคนในทีม

2. การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา (Taking Appropriate Action to Solve the Problem) นักเรียนสามารถระบุประเภทของกิจกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาและปฏิบัติการแก้ปัญหตามขั้นตอนที่เหมาะสมเพื่อบรรลุผลลัพธ์ รวมถึงมีความพยายามในการทำความเข้าใจ ข้อจำกัดที่บีบคั้น สร้างเป้าหมายของทีมเพื่อความสำเร็จในการแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติภาระงาน และติดตามตรวจสอบความสัมพันธ์ภายในกลุ่ม และเป้าหมายของปัญหา การปฏิบัติงานเหล่านี้อาจรวมถึงการกระทำเพื่อการสื่อสาร เช่น การอธิบาย การตรวจสอบความถูกต้อง การตอรอง การประนีประนอม การอภิปรายได้ว่าที่ การโต้แย้ง ฯลฯ เพื่อแลกเปลี่ยนถ่ายโอนข้อมูลและแนวคิดมุมมองที่มีความซับซ้อน และเพื่อบรรลุการหาทางออก ที่สร้างสรรค์หรือเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด มีข้อจำกัดและกฎที่แตกต่างกันมากมายในการส่งเสริม กิจกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือแต่ละประเภท เช่น ปัญหาจิกซอร์ (แต่ละคนมีความรู้ที่แตกต่างกันนำมาแลกเปลี่ยนกันเพื่อได้ข้อมูลที่สมบูรณ์) การทำงานร่วมกัน (Collaborative Work) และการอภิปรายถกเถียงกันเพื่อการตัดสินใจ (Argumentative Debates in Decision Making) ผู้แก้ปัญหาแบบร่วมมือที่มีประสิทธิภาพจะต้องตระหนักรู้ถึงข้อจำกัดเหล่านี้ปฏิบัติตามข้อตกลงที่เกี่ยวข้องกับปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และประเมินผลความสำเร็จของแผนการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และประเมินผลความสำเร็จของแผนการแก้ปัญหา

3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม (Establishing and Maintain Team Organization) ทีมจะไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพหากขาดการจัดการกลุ่มที่ดี และการปรับโครงสร้างให้เข้ากับปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนจะต้องเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและผู้อื่นในทีมเดียวกัน อยู่บนพื้นฐานของความรู้ที่ว่าสมาชิกคนใดในทีมมีความถนัดอะไร ปฏิบัติตามกฎหมายของกลุ่ม คอยตรวจสอบการทำงานตามโครงสร้างของกลุ่ม สามารถปรับเปลี่ยน เปลี่ยนแปลงเพื่อมิให้เกิดปัญหาในการสื่อสารระหว่างสมาชิกมิให้เกิดการแตกหัก สามารถจัดการกับอุปสรรคที่ทำให้เกิดปัญหา มีมุมมองและการปฏิบัติในแง่บวกที่ดี

การแก้ปัญหาบางสถานการณ์ต้องใช้ผู้นำกลุ่มที่มีความเข้มแข็งในขณะที่ปัญหาบางอย่างต้องใช้วิธีการประชาธิปไตย นักเรียนต้องดำเนินการตามขั้นตอนเพื่อให้แน่ใจว่าคนในทีมสามารถทำหน้าที่ของตนเสร็จสมบูรณ์ตามภาระงานและมีการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลที่สำคัญ อันรวมไปถึงการให้ข้อมูลสะท้อนกลับและการสะท้อนผลความสำเร็จของการจัดการของกลุ่มในกระบวนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

#### 4. บริบทของแบบทดสอบ มีลักษณะ ดังนี้

4.1 ลักษณะเฉพาะของงาน (Task characteristics) สถานการณ์ที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาอาจให้ข้อสนเทศมาอย่างชัดเจน หรือให้ข้อสนเทศที่คลุมเครือไม่เพียงพอต่อการทำภารกิจ ดังนั้น นักเรียนต้องใช้ข้อสนเทศที่ตัวเองมี หรืออาจจำเป็นต้องค้นหาข้อสนเทศเพิ่มเติมและใช้ข้อสนเทศอื่นๆ จากเพื่อนร่วมกลุ่มมาประกอบกันเพื่อใช้ทำภารกิจต่อไปได้

4.2 โครงเรื่องของปัญหา (Problem scenarios) เป็นการกำหนดสถานการณ์ที่นักเรียนอาจพบเจอได้ในชีวิตจริง ในแต่ละสถานการณ์จะมีมิติของประเภทของงาน สิ่งแวดล้อม และเนื้อหาหลักของเรื่องแตกต่างกัน เช่น เป็นสถานการณ์ในโรงเรียนหรือไม่ใช่โรงเรียน เกิดในบริบทส่วนตัวหรือสาธารณะโดยสถานการณ์นั้นเกี่ยวข้องกับเรื่องราวต่างๆ เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การอ่าน สิ่งแวดล้อม ชุมชน และการเมือง

ส่วนตัว กับ สาธารณะ บริบทของปัญหาที่จัดเป็นบริบทส่วนตัวนั้นจะเกี่ยวข้องกับปัญหาเฉพาะหน้าที่มีอยู่และสมาชิกในกลุ่มกำลังแก้ไขปัญหาอยู่นั้นๆ อยู่ เช่น การวางแผนเวลาในการจัดงานสังสรรค์ของกลุ่ม ภายใต้ข้อจำกัดเรื่องเวลาของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม หากเป็นบริบทสาธารณะ จะเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เชื่อมโยงสู่โลกภายนอกมากขึ้น เช่น ปัญหาที่กลุ่มต้องตัดสินใจเกี่ยวกับการเลือกสถานที่ที่ดีที่สุดในการสร้างโรงเรียนในพื้นที่ที่มีอยู่

เทคโนโลยี กับ ไม่ใช่เทคโนโลยี บริบทของปัญหาทางเทคโนโลยีจะเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาร่วมกัน โดยมีการใช้อุปกรณ์เครื่องมือหรือคอมพิวเตอร์ เช่น ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการค้นพบวิธีการทำงานของสิ่งของ (เช่น การตั้งเสียงปลุกนาฬิกา) หรือการใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยในการทำงาน เช่น การใช้เครื่องจักรในการผลิตรองเท้าให้ได้จำนวนที่เหมาะสม ในกรณีที่เป็นบริบทที่ไม่ใช่ปัญหาทางเทคโนโลยี จะไม่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้งานเทคโนโลยีเลย เช่น การวางแผนจัดงานสังสรรค์

โรงเรียน กับ ไม่ใช่โรงเรียน บริบทของโรงเรียนจะเกี่ยวข้องกับปัญหาที่โดยปกติพบได้ในโรงเรียน ในขณะที่บริบทที่ไม่ใช่โรงเรียนจะเกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นภายนอกบริบทโรงเรียน เช่น ที่บ้าน การทำงาน และอื่นๆ

โดยนักเรียนและเพื่อนร่วมกลุ่มซึ่งมีทักษะข้อสนเทศ และเป้าหมายแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องใช้การปฏิสัมพันธ์รูปแบบต่างๆ เช่น การอภิปราย การโต้แย้งด้วยเหตุผล และการโน้มน้าวเพื่อนำมาสู่การตัดสินใจและทำภารกิจให้บรรลุเป้าหมาย



มิติเหล่านี้จะอยู่ในบริบทของแบบทดสอบที่ถูกกำหนดมาให้มีบริบทของปัญหาอย่างจำเพาะเจาะจงในแต่ละสถานการณ์ โดยกำหนดข้อมูล ความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิก และชนิดของปัญหาให้ ซึ่งชนิดของปัญหาสามารถแบ่งได้เป็น

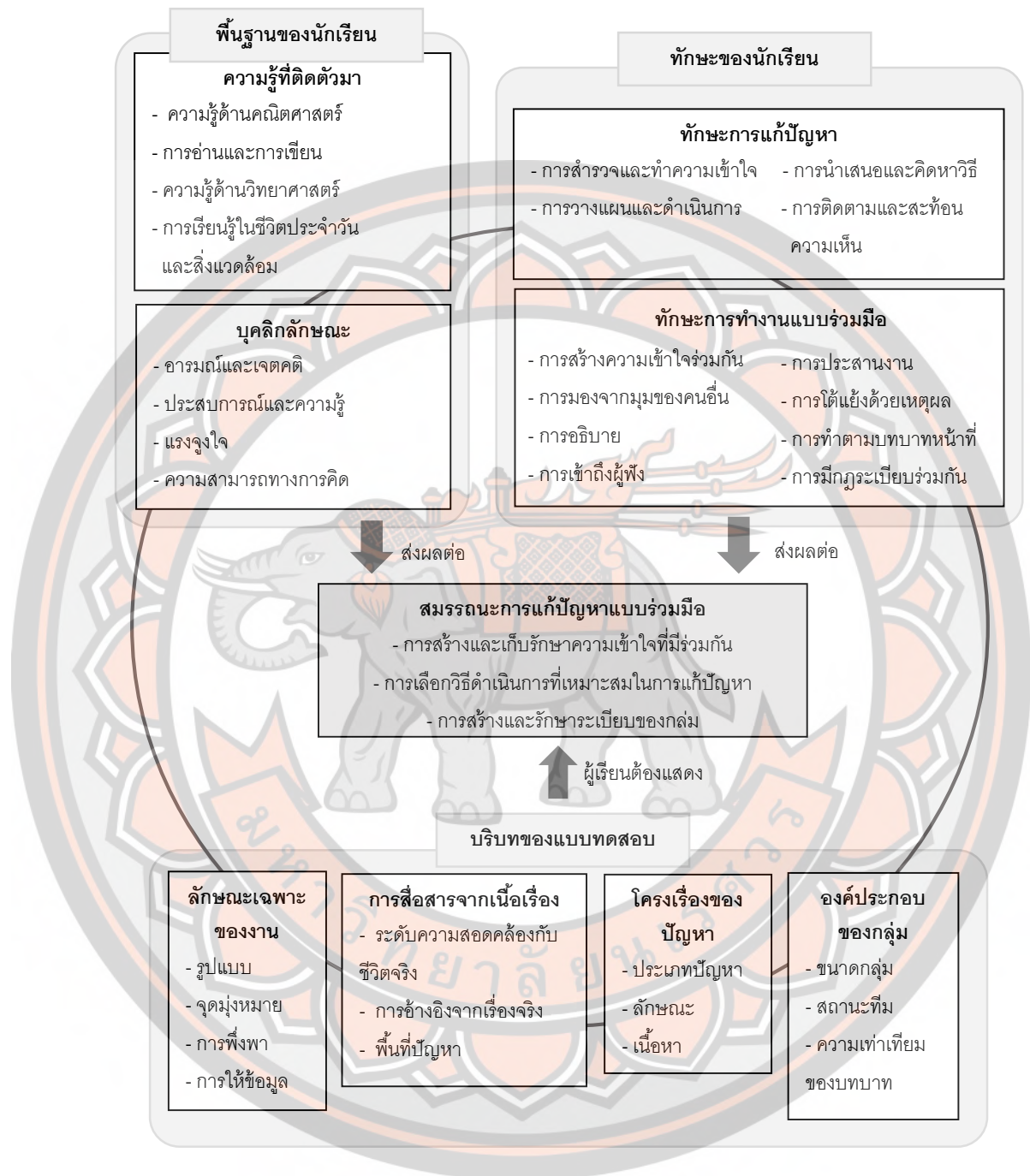
ปัญหาจิ๊กซอว์ สมาชิกกลุ่มบางคนมีข้อสนเทศหรือทักษะที่แตกต่างกัน ในกลุ่มจำเป็นต้องรวบรวมข้อสนเทศและทักษะที่สมาชิกแต่ละคนมี เพื่อให้ทำงานได้บรรลุเป้าหมาย

การเจรจาต่อรอง สมาชิกกลุ่มมีปริมาณของข้อสนเทศและมีเป้าหมายส่วนตัวที่ต่างกันจึงจำเป็นต้องมีการเจรจาต่อรองกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่เหมาะสม เป็นที่น่าพอใจของทุกคน และเป็นไปตามเป้าหมายของกลุ่ม

การสร้างข้อสรุปร่วมกัน เป็นประเภทงานที่กลุ่มต้องการสร้างการตัดสินใจ หลังจากพิจารณามุมมองความคิดเห็นและข้อคิดเห็นของสมาชิกคนอื่น

4.3 การสื่อสารจากเนื้อเรื่อง (Medium) สถานการณ์ในข้อสอบอาจให้ข้อสนเทศโดยตรงหรือโดยอ้อมแก่นักเรียน ข้อสนเทศที่ให้อาจมีปริมาณมากหรือเพียงเล็กน้อย หรือสอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียนมากน้อยแตกต่างกัน

4.4 องค์ประกอบของกลุ่ม (Team composition) ในแต่ละภารกิจจะกำหนดให้มีจำนวนสมาชิกในกลุ่มต่างกัน และแต่ละคนมีสถานภาพและบทบาทหน้าที่ที่ต่างกันด้วย สำหรับบริบทของปัญหาที่มีความเท่าเทียมกันของบทบาท สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนจะมีบทบาทเดียวกันและมีส่วนร่วมในการทำงานเท่าๆกัน แต่ในบริบทของปัญหาที่มีความไม่เท่าเทียมกันของบทบาท จะมีการกำหนดบทบาทที่ต่างกันให้กับสมาชิกกลุ่มแต่ละคน เช่น สมาชิกกลุ่มคนหนึ่งจะทำหน้าที่เป็นผู้บันทึกคะแนน ในขณะที่อีกคนหนึ่งจะถูกกำหนดให้ทำหน้าที่ควบคุมเครื่องจักร



ภาพ 4 ภาพรวมปัจจัยและกระบวนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในการประเมินของ PISA 2015

ที่มา: ปรับปรุงจากสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษาและสำนักงานคณะกรรมการการศึกษา  
ขั้นพื้นฐาน, 2558, น. 5

จากกรอบการประเมินจะเห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือมีอยู่ 2 ปัจจัยได้แก่ พื้นฐานของนักเรียนซึ่งประกอบไปด้วยความรู้ที่ติดตัวมาและบุคลิกลักษณะและทักษะของนักเรียนซึ่งประกอบไปด้วยทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการทำงานแบบร่วมมือ ผู้เรียนจะถูกประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือโดยการแสดงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในการทำแบบทดสอบที่ออกแบบมาให้มีลักษณะของบริบทข้อสอบ โดยคำนึงถึงลักษณะเฉพาะของงาน การสื่อสารจากเนื้อเรื่อง โครงเรื่องของปัญหา และองค์ประกอบของกลุ่ม ซึ่งส่วนประกอบต่างๆของแบบทดสอบทั้ง 4 องค์ประกอบนี้ ผู้วิจัยจะคำนึงถึงรายละเอียดและส่วนประกอบข้างต้นในการใช้ออกแบบลักษณะข้อสอบสำหรับวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนรวมทั้งการออกแบบกรณีศึกษาในใบกิจกรรม

#### 4. วิธีประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

ในการประเมินผลสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ สามารถดำเนินการได้หลายรูปแบบ เพื่อให้เหมาะสมกับกลุ่มนักเรียนที่ถูกประเมิน โดยอาจแบ่งได้เป็น การประเมินแบบมนุษย์-ตัวแทน (คอมพิวเตอร์) และการประเมินแบบมนุษย์-มนุษย์ (Human-Human)

1. การประเมินแบบมนุษย์-ตัวแทน (คอมพิวเตอร์) (Human-Agent) คือ ผู้เข้าร่วมประเมินจะต้องทำการแก้ปัญหาร่วมกับตัวแทน (Agent) ซึ่งเป็นลักษณะการประเมินแบบมนุษย์-ตัวแทนหรือคอมพิวเตอร์ นั่นคือมีคอมพิวเตอร์เป็นเพื่อนร่วมทีม โดยมีข้อดีคือการตอบสนองของตัวแทนต่อผู้เข้าร่วมประเมินจะเป็นการตอบสนองในลักษณะเดียวกัน และเป็นมาตรฐานต่อการให้คะแนน (Graesser, Jeon and Dufty, 2008 อ้างถึงใน Valerie et al., 2014, p. 97) โดยใน Draft PISA 2015 ได้แสดงรูปแบบการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ซึ่งเป็นการประเมินแบบมนุษย์-ตัวแทน (คอมพิวเตอร์) โดยแบ่งออกเป็น 3 สมรรถนะหลักเพื่อใช้ในการวัดและประเมินผล ซึ่ง 3 สมรรถนะหลักเมื่อนำมาไขว้กับ 4 กระบวนการแก้ปัญหาส่วนบุคคลในการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาส่วนบุคคลจาก PISA 2012 จะได้เป็นเมตริกสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015 ดังตาราง 9



### ตาราง 9 เมตริกสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015

ทักษะ กระบวนการ	การสร้างและเก็บรักษาความ เข้าใจที่มีร่วมกัน (1)	การเลือกวิธีดำเนินการ แก้ปัญหาที่เหมาะสมในการ แก้ปัญหา (2)	การสร้างและรักษาระเบียบ ของกลุ่ม (3)
ระบุและเข้าใจ ปัญหา (A)	การค้นพบมุมมองและ ความสามารถของสมาชิกในทีม (A1)	การค้นพบรูปแบบของการมี ปฏิสัมพันธ์แบบร่วมมือในการ แก้ปัญหา ตลอดจนบรรลุ เป้าหมาย (A2)	เข้าใจบทบาทในการแก้ปัญหา (A3)
การแสดงรูปแบบ และสัญลักษณ์ (B)	แสดงการสร้างและแบ่งปันความ เข้าใจเกี่ยวกับปัญหา (B1)	ระบุและอธิบายภาระงานที่ต้อง ทำให้เสร็จ (B2)	อธิบายบทบาทหน้าที่ของตนเอง และทีม (การสื่อสาร/กฎระเบียบ ของการอยู่ร่วมกัน) (B3)
การวางแผนและ ดำเนินงาน (C)	การสื่อสารร่วมกันกับสมาชิกใน ทีมในการดำเนินงานเพื่อ แก้ปัญหา (C1)	การออกแบบในการแก้ปัญหา (C2)	การทำตามกฎที่สร้างร่วมกัน (เช่น ทำให้สมาชิกในทีมทำงาน ตามหน้าที่ของตนเอง) (C3)
ตรวจสอบและ สะท้อนผล (D)	ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจ เกี่ยวกับปัญหา (D1)	ตรวจสอบผลของการดำเนินงาน และประเมินความสำเร็จของการ แก้ปัญหา (D2)	ให้ข้อเสนอแนะและการปรับปรุง บทบาทหน้าที่ของทีม (D3)

ในการวัดการแสดงออกถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือนั้น การกระทำหรือการสื่อสารใด ๆ และเวลาที่ใช้ในการตอบสนองต่อการแก้ปัญหานั้นทั้งหมดจะถูกบันทึกไว้ตลอดขั้นตอนการแก้ปัญหา และจะแสดงออกมาเป็นผลของกระบวนการแก้ปัญหานั้น แต่ผลการกระทำของกระบวนการแก้ปัญหานั้นสามารถเชื่อมโยงกับทักษะการทำงานร่วมกันแบบจำเพาะที่จะต้องได้รับการประเมินตามที่ระบุไว้ในกรอบการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (ตาราง 7) ตัวอย่างการประเมิน เช่น หากต้องการสำรวจความเห็นพ้องต้องกันต่อการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง (A1), หากกำหนดให้นักเรียนทำการชี้แจงบทบาทในการทำงาน (B2), วางแผนการแก้ปัญหา (C2) หรือ สะท้อนถึงสิ่งที่ผิดพลาดที่เกิดขึ้นในกลุ่ม (D3) ดังนั้นคะแนนที่ได้ในแต่ละรายการจะก่อให้เกิดคะแนนสำหรับเมตริกใดเมตริกหนึ่งเท่านั้น

ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ 3 สมรรถนะย่อยนั้น PISA 2015 ได้แบ่งระดับสมรรถนะออกเป็น 3 ระดับ ดังตาราง 10

## ตาราง 10 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015

ทักษะ กระบวนการ	ระดับต่ำ	ระดับกลาง	ระดับสูง
การสร้างและ เก็บรักษาความ เข้าใจที่มีร่วมกัน	<p>1. นักเรียนมีการระบุปัญหาและองค์ความรู้ที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา หรือมีการสืบค้นข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาได้น้อยมากหรือไม่มีความสอดคล้องต่อบริบทและสถานการณ์ที่เผชิญ</p> <p>2. นักเรียนสามารถแบ่งปันความรู้ความเข้าใจและมุมมองที่มีต่อปัญหาของตนเองกับกลุ่มได้น้อยมากหรือไม่มีความสอดคล้องต่อบริบทและสถานการณ์ที่เผชิญ</p> <p>3. นักเรียนสามารถตรวจสอบความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการสื่อสารหรือการแบ่งปันความเข้าใจร่วมกันได้น้อยมากหรือไม่มีความสอดคล้องต่อบริบทและสถานการณ์ที่เผชิญ</p>	<p>1. นักเรียนสามารถระบุปัญหาและองค์ความรู้ที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหามาตรับสืบค้นข้อมูลเพื่อสร้างองค์ความรู้เพื่อการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับบริบทและสถานการณ์ที่เผชิญได้บางส่วน</p> <p>2. นักเรียนสามารถแบ่งปันความรู้ความเข้าใจและมุมมองที่มีต่อปัญหาของตนเองกับกลุ่มที่สอดคล้องต่อบริบทและสถานการณ์ที่เผชิญได้บางส่วน</p> <p>3. นักเรียนสามารถตรวจสอบความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการสื่อสารหรือการแบ่งปันความเข้าใจร่วมกันและมีความสอดคล้องต่อบริบทและสถานการณ์ที่เผชิญบางส่วน</p>	<p>1. นักเรียนสามารถระบุปัญหาและองค์ความรู้ที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหามาตรับสืบค้นข้อมูลเพื่อสร้างองค์ความรู้เพื่อการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับบริบทและสถานการณ์ที่เผชิญได้อย่างเหมาะสมครบถ้วน</p> <p>2. นักเรียนสามารถแบ่งปันความรู้ความเข้าใจและมุมมองที่มีต่อปัญหาของตนเองกับกลุ่มได้อย่างเหมาะสมครบถ้วนสอดคล้องต่อบริบทและสถานการณ์ที่เผชิญ</p> <p>3. นักเรียนสามารถตรวจสอบความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการสื่อสารหรือการแบ่งปันความเข้าใจร่วมกันและสามารถทำการแก้ไขร่วมกับกลุ่มเพื่อหาทางออกร่วมกันได้อย่างเหมาะสมครบถ้วนสอดคล้องต่อบริบทและสถานการณ์ที่เผชิญ</p>
การเลือก วิธีดำเนินการ แก้ปัญหาที่ เหมาะสมในการ แก้ปัญหา	<p>1. นักเรียนกำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหา วางแผนในการแก้ปัญหาได้น้อยมากหรือเป็นการแก้ปัญหาในลักษณะลองผิดลองถูกหรือเป็นการแก้ปัญหาที่ไม่มีความสอดคล้องต่อบริบทและสถานการณ์ที่เผชิญ</p>	<p>1. นักเรียนกำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหา และวางแผนในการแก้ปัญหาผ่านการร่วมมือกันในกลุ่มที่มีความสอดคล้องต่อบริบทและสถานการณ์ที่เผชิญบางส่วน</p>	<p>1. นักเรียนสามารถกำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหาและวางแผนในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ผ่านการร่วมมือกันในกลุ่ม โดยคำนึงถึงข้อจำกัดและเงื่อนไขของปัญหาและมีความสอดคล้องต่อบริบทและสถานการณ์ที่เผชิญอย่างเหมาะสมครบถ้วน</p>

## ตาราง 10 (ต่อ)

ทักษะ กระบวนการ	ระดับต่ำ	ระดับกลาง	ระดับสูง
การเลือก วิธีดำเนินการ แก้ปัญหาที่ เหมาะสมในการ แก้ปัญหา	2. นักเรียนระบุแนวทางการ แก้ปัญหาได้น้อยมากหรือไม่มี ความสอดคล้องต่อบริบทและ สถานการณ์ที่เผชิญ 3. นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา ตามแผนที่วางไว้อย่างไม่ เหมาะสม 4. นักเรียนไม่สามารถตรวจสอบ ความผิดพลาดหรือผลจากการ ดำเนินการแก้ปัญหากลุ่มได้	2. นักเรียนสามารถระบุแนว ทางการแก้ปัญหาได้ผ่านการ ร่วมมือกันในกลุ่มและมีความ สอดคล้องต่อบริบท และ สถานการณ์ที่เผชิญได้บางส่วน 3. นักเรียนสามารถดำเนินการ แก้ปัญหตามแผนที่วางไว้และมี ความสอดคล้องต่อบริบทและ สถานการณ์ที่เผชิญบางส่วน 4. นักเรียนสามารถตรวจสอบ ความผิดพลาดหรือผลจากการ ดำเนินการแก้ปัญหาและ ประเมินความสำเร็จของวิธีการ แก้ปัญหากลุ่มได้และมีความ สอดคล้องต่อบริบท และ สถานการณ์ที่เผชิญ	2. นักเรียนสามารถระบุแนว ทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดอันจะ นำไปสู่การบรรลุเป้าหมายหรือ ความสำเร็จในการแก้ปัญหาได้ อย่างมีประสิทธิภาพผ่านการ ร่วมมือกันในกลุ่มและมีความ สอดคล้องต่อบริบท และ สถานการณ์ที่เผชิญอย่าง เหมาะสมครบถ้วน 3. นักเรียนสามารถดำเนินการ แก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ได้ อย่างเหมาะสมครบถ้วนและมี ความสอดคล้องต่อบริบทและ สถานการณ์ที่เผชิญ 4. นักเรียนสามารถตรวจสอบ ความผิดพลาดหรือผลจากการ ดำเนินการแก้ปัญหาและ ประเมินความสำเร็จของวิธีการ แก้ปัญหากลุ่มพร้อมทั้งระบุ แนวทางปรับปรุงแก้ไขได้อย่าง เหมาะสมครบถ้วนและมีความ สอดคล้องต่อบริบทและถา นการณ์ที่เผชิญ
การสร้างและ รักษาระเบียบ ของกลุ่ม	1. นักเรียนไม่สามารถระบุน้ำที่ การทำงานของตนเองและ สมาชิกภายใต้ความแตกต่าง ของสมาชิกได้ 2. นักเรียนปฏิบัติตามหน้าที่ ข้อตกลงของกลุ่มอย่างไม่ เหมาะสม มีการทำงานคนเดียว เป็นหลัก 3. นักเรียนไม่มีการรายงาน ปัญหาอันเกิดจากการทำงาน	1. นักเรียนสามารถระบุน้ำที่ การทำงานของตนเองและ สมาชิกภายใต้ความแตกต่าง ของสมาชิกบางคนได้ 2. นักเรียนสามารถปฏิบัติตาม หน้าที่ข้อตกลงของกลุ่มได้อย่าง เหมาะสมสอดคล้องต่อบทบาท และสถานการณ์ที่เผชิญ 3. นักเรียนสามารถรายงาน ปัญหาอันเกิดจากการทำงาน	1. นักเรียนสามารถระบุน้ำที่ การทำงานของตนเองและ สมาชิกภายใต้ความแตกต่าง ของสมาชิกแต่ละคนและปฏิบัติ หน้าที่นั้นได้อย่างเหมาะสม ครบถ้วนสอดคล้องต่อบทบาท และสถานการณ์ที่เผชิญ 2. นักเรียนสามารถปฏิบัติตาม หน้าที่ ข้อตกลงของกลุ่ม สามารถตรวจสอบและแจ้งเตือน



## ตาราง 10 (ต่อ)

ทักษะ กระบวนการ	ระดับต่ำ	ระดับกลาง	ระดับสูง
	ของตนเองและสมาชิก ไม่มีการวางแผนหรือแสดงความพยายามในการปรับเปลี่ยนโครงสร้างหน้าที่การทำงานของกลุ่มเมื่อเกิดปัญหาหรือมีสมาชิกไม่ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายหรือแสดงความพยายามที่จะผลักระหน้าที่การทำงานของตนเองให้กับสมาชิกคนอื่นๆ	ของตนเองและสมาชิก สามารถร่วมกันวางแผนหรือปรับเปลี่ยนหน้าที่การทำงานของตนเองและสมาชิกเมื่อเกิดปัญหาอุปสรรคหรือเมื่อสมาชิกในกลุ่มปฏิบัติหน้าที่ไม่สอดคล้องหรือไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้	สมาชิกในกลุ่มให้ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องต่อบทบาทและสถานการณ์ที่เผชิญ 3. นักเรียนสามารถรายงานปัญหาอันเกิดจากการทำงานของตนเองและสมาชิก สามารถร่วมกันวางแผนหรือปรับเปลี่ยนหน้าที่การทำงานของตนเองและสมาชิก เมื่อเกิดปัญหา อุปสรรคหรือเมื่อสมาชิกในกลุ่มปฏิบัติหน้าที่ไม่สอดคล้องหรือไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ให้การช่วยเหลือและยอมรับการช่วยเหลือจากสมาชิกในกลุ่มเพื่อไม่ให้เกิดความขัดแย้ง การแตกหัก หรืออุปสรรคต่อการแก้ปัญหาของกลุ่มได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องต่อบริบทและสถานการณ์ที่เผชิญ

2. การประเมินแบบมนุษย์-มนุษย์ (Human-Human) คือ การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในโครงการประเมินและการเรียนการสอนทักษะในศตวรรษที่ 21 (ACT21S) ซึ่งเป้าหมายของโครงการนี้ คือการค้นหาและสร้างรูปแบบการประเมินแบบใหม่ เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 (Patrick Griffin, 2014) และจาก Care, & Griffin (2014) อ้างถึงใน จรุงพงษ์ ชลสินธุ์ (2559) ได้นำเสนอแนวทางการประเมินทักษะแก้ปัญหาแบบร่วมมือออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การประเมินด้านความรู้ ได้แก่ การทำงาน และการสร้างองค์ความรู้ และการประเมินด้านสังคม ได้แก่ การมีส่วนร่วม การให้ความร่วมมือ การทำงานร่วมกัน โดยการประเมินด้านความรู้และการประเมินด้านสังคมจะแบ่งเป็น 6 ระดับ ดังตาราง 11 และ ตาราง 12

ตาราง 11 รูปแบบการประเมินสมรรถนะแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านความรู้

ระดับ	การประเมินสมรรถนะแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านความรู้	
	การทำงาน	การสร้างองค์ความรู้
6	<p>นักเรียนมีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ สามารถหาข้อมูล วิเคราะห์ สังเคราะห์ ตรวจสอบข้อมูลและเลือกใช้ข้อมูลเป็น สามารถรู้ได้ว่าข้อมูลไหนมีประโยชน์ต่องานและข้อมูลไหนไม่มีประโยชน์ มีความตระหนักต่อภาระงานที่ได้รับและสามารถทำงานให้สำเร็จภายในระยะเวลาที่กำหนดได้</p>	<p>นักเรียนสามารถเข้าใจลักษณะและองค์ประกอบของปัญหา สามารถสร้างองค์ความรู้และหาแนวทางในการแก้ปัญหาได้</p>
5	<p>นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ มีการวางแผนการทำงานในระดับดี มีการตั้งเป้าหมายที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์ที่ตนเองได้รับ และมีการจัดบันทึกข้อมูลที่มีประโยชน์และอาจมีประโยชน์ในอนาคตสำหรับการแก้ไขปัญหา</p>	<p>ผู้เรียนสามารถระบุสาเหตุและผลกระทบของปัญหาได้ และสามารถหาวิธีแก้ไขปัญหได้อย่างเหมาะสมทั้งในปัญหาระดับทั่วไป ไปจนถึงระดับที่มีความซับซ้อน ผู้เรียนสามารถปรับปรุงแก้ไขสมมติฐานที่ตนเองตั้งไว้ สามารถหาวิธีตรวจสอบและพิสูจน์สมมติฐานนั้นได้อย่างเหมาะสม</p>
4	<p>ผู้เรียนมีการนำวิธีการแก้ปัญหามาลองผิดลองถูก มีการประยุกต์ดัดแปลงในเชิงลองผิดลองถูกและค่อยๆมีการสืบค้นอย่างเป็นระบบมากขึ้น มีการตั้งเป้าหมายในการทำงานและการแก้ปัญหาค่อนข้างแคบและมีข้อจำกัดโดยจะมองแค่การแก้ปัญหาให้สำเร็จก่อนแล้วค่อยไปวางแผนหาวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆต่อไป มีความเข้าใจปัญหาระดับพื้นฐานนั้น และยังขาดการวิเคราะห์ปัญหา การวางแผนเพื่อแก้ปัญหา การหาวิธีแก้ปัญหาร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่มที่ดี</p>	<p>ผู้เรียนสามารถระบุถึงความเชื่อมโยงและรูปแบบของปัญหาโดยใช้ข้อมูลที่มีและสามารถหาวิธีแก้ปัญหาระดับทั่วไปได้</p>
3	<p>ผู้เรียนทราบว่าจำเป็นจะต้องมีข้อมูลมากกว่านี้เพื่อที่จะแก้ปัญหาและทำการค้นคว้ารวบรวมข้อมูลมากกว่าที่จะหาได้ แต่ก็ยังตระหนักได้ว่าข้อมูลที่ตนมีนั้นอาจจะยังไม่เพียงพอจึงมีการจัดสรรแบ่งปันข้อมูลเหล่านั้นกับเพื่อน</p>	<p>ผู้เรียนเริ่มเห็นความเชื่อมโยงของข้อมูลต่างๆ เพื่อการแก้ปัญหาร่วมกันกับเพื่อน</p>
2	<p>ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ปัญหาอย่างจำกัดและใช้เพียงข้อมูลที่มืออยู่ในมือหรือใช้เพียงข้อมูลที่มีอยู่ในมือหรือใช้ข้อมูลจากที่ผู้สอนสอนเท่านั้น ผู้เรียนแสดงให้เห็นการใช้ข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การตั้งเป้าหมายในการทำงานและการแก้ปัญหาเป็นไปอย่างมีข้อจำกัด</p>	<p>ผู้เรียนมีการตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้ข้อมูลจากผู้เรียนมี สามารถระบุสาเหตุและผลกระทบที่เป็นไปได้ มีการตรวจสอบซ้ำเพื่อความมั่นใจและการได้มาซึ่งข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อการแก้ปัญหา</p>
1	<p>ผู้เรียนไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ การทำงาน การสืบค้นข้อมูลเป็นไปอย่างสะเปะสะปะ ไม่เป็นระบบ ไม่มีความพยายามที่จะแก้ปัญหา ใช้วิธีแก้ปัญหาอย่างไม่หลากหลาย มีความพยายามที่จะแก้ปัญหาด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง</p>	<p>ผู้เรียนมีความพยายามในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีเดิมซ้ำๆ ซึ่งขาดแคลนหลักฐานที่น่าเชื่อถือ ขาดความเข้าใจในปัญหา ผู้เรียนมีการหาข้อมูลเป็นรายบุคคล และทำตามที่คุณสอนสอนเท่านั้น</p>

## ตาราง 12 รูปแบบการประเมินสมรรถนะแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านสังคม

ระดับ	การประเมินสมรรถนะแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านสังคม		
	การมีส่วนร่วม	การให้ความร่วมมือ	การทำงานร่วมกัน
6		ผู้เรียนมีการสื่อสารระหว่างเพื่อนในกลุ่มเกี่ยวกับปัญหาได้อย่างเข้าใจ มีการร่วมมือกันหาแนวทางหรือวิธีสำหรับการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดและมีกระบวนการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ	ผู้เรียนมีการแบ่งหน้าที่การทำงานอย่างชัดเจน สามารถบริหารจัดการการทำงาน การแก้ปัญหาพร้อมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้ การแก้ปัญหาหรือการทำงานประสบความสำเร็จ ผู้เรียนแต่ละคนสามารถประเมินและแสดงความสามารถของตนเอง จุดอ่อน จุดแข็ง ทั้งของตนเองและของเพื่อนในกลุ่มได้
5	ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน ตั้งใจฟังและยอมรับความช่วยเหลือต่างๆ ไม่ว่าจะจากเพื่อนในกลุ่มหรือผู้สอน ผู้เรียนมีการปรึกษาและพูดคุยกันในกลุ่มเกี่ยวกับการทำงาน และการแก้ปัญหาพร้อมกันมากกว่าการทำงานตัวคนเดียว	ผู้เรียนให้ความร่วมมือและยอมรับความเห็นจากเพื่อนในกลุ่มแต่ไม่ปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงเป้าหมายในการทำงาน มีการร่วมมือกันทำงานและแก้ปัญหาร่วมกันได้อย่างเหมาะสม	ผู้เรียนมีความพยายามในการแก้ปัญหาบนความแตกต่างทางความคิดและความเข้าใจของเพื่อนในกลุ่มได้ ผู้เรียนมีการแสดงความคิดเห็นร่วมกัน สามารถตีชมรมถึงข้อจำกัดของเพื่อนในกลุ่มและข้อจำกัดของปัญหาตลอดจนปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการทำงานได้อย่างเหมาะสม
4	ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย	ผู้เรียนมีการแก้ไข ปรับปรุง จาก การสื่อสารร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อนำมาพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาให้มากขึ้น และมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลข้อคิดเห็นร่วมกัน	ผู้เรียนมีการแสดงความคิดเห็นและแบ่งปันข้อมูลสำหรับการทำงานและแก้ปัญหาให้กับเพื่อนในกลุ่มตามความสามารถของตนเอง มีการแบ่งปันความเข้าใจร่วมกันและตระหนักถึงความสามารถและข้อจำกัดในการทำงานของตนเอง
3	ผู้เรียนแสดงให้เห็นถึงความพยายามในการแก้ปัญหามีการปรึกษาพูดคุยกันในกลุ่ม มีการสื่อสารในเรื่องที่ตนเองได้รับ เช่น คำชี้แนะ คำสั่ง เป็นต้น	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำความเข้าใจปัญหาร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่ม	ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการทำงานก็ต่อเมื่อภาระงานนั้นเกี่ยวข้องกับงานที่ตนเองได้รับมาเท่านั้น



ตาราง 12 (ต่อ)

ระดับ	การประเมินสมรรถนะแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้านสังคม		
	การมีส่วนร่วม	การให้ความร่วมมือ	การทำงานร่วมกัน
2	ผู้เรียนมีส่วนร่วมเฉพาะเมื่อได้รับความช่วยเหลือ มีการสื่อสาร พูดคุยกันในกลุ่มแต่ช่วงแรกๆ หรือมีเหตุการณ์ที่สำคัญเกิดขึ้นเกี่ยวกับการแก้ปัญหา ผู้เรียนมีความตระหนักในหน้าที่ของตนและเพื่อนในกลุ่มและมีการส่งข้อมูลหรือแบ่งปันข้อมูลเฉพาะที่เกี่ยวข้องให้กับเพื่อนในกลุ่มตามหน้าที่ของตน	ผู้เรียนไม่มีการตอบสนองต่อการมีส่วนร่วมของเพื่อนในกลุ่ม หรือ ใช้เวลานานกว่าผู้เรียนจะยอมมีส่วนร่วมกับเพื่อนในกลุ่มและมีแนวโน้มที่จะปฏิเสธการร่วมมือใดๆ จากเพื่อนในกลุ่ม	ผู้เรียนทำงานคนเดียวเป็นหลัก ทำตามหน้าที่ของตนเองเท่านั้น และมีความตระหนักถึงความสามารถและขีดจำกัดในการทำงานของตนเอง
1	ผู้เรียนมีการทำงานและการแก้ปัญหาด้วยตัวคนเดียว ผู้เรียนไม่มีการสื่อสาร พูดคุยปรึกษากันในกลุ่ม ไม่มีการทำงานร่วมกันในกลุ่ม ไม่มีการแบ่งปันข้อมูลร่วมกัน การสื่อสารระหว่างกันเกิดขึ้นแค่ตอนรับงานหรือรับปัญหามาแล้วเท่านั้น เพื่อให้การทำงานดำเนินต่อไปได้		

จากการศึกษากรอบการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและวิธีการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ สรุปได้ว่าการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ นั้นสามารถประเมินได้ 2 แบบ คือ การประเมินแบบมนุษย์-มนุษย์ (H-H) และการประเมินแบบมนุษย์-คอมพิวเตอร์ (H-A) ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้การประเมินแบบมนุษย์-คอมพิวเตอร์ ในขณะที่ทำการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเป็นรายบุคคล ด้วยแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยยึดตาม Draft PISA 2015 ที่ประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ 3 สมรรถนะหลัก เนื่องจากมีหัวข้อหรือประเด็นประเมินพฤติกรรม การแสดงออกถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนได้ครบถ้วน ชัดเจน รวมทั้งมีความเป็นมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติ และช่วยลดโอกาสการวิเคราะห์ข้อมูลที่ทำให้เกิดความผิดพลาด อันเนื่องมาจากความเป็นอิสระของมนุษย์ในการแสดงออก ดังนั้นการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในงานวิจัยนี้ จึงประเมิน

สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนตามเมตริกสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015 และใช้เกณฑ์การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015 มาเป็นกรอบในการวัดและการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน

### 5. ตัวอย่างแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

กรอบโครงสร้างการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015 ออกแบบมาสำหรับการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ โดยแบบทดสอบด้านการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015 จะมีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริงของนักเรียน นักเรียนและเพื่อนร่วมกลุ่มซึ่งเป็นตัวละครสมมติในคอมพิวเตอร์ต้องร่วมกันแก้ไขปัญหาและทำงานให้สำเร็จตามเป้าหมาย โดยใช้การสนทนาเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และตัดสินใจร่วมกัน ทั้งนี้ นักเรียนจะสนทนาโต้ตอบกับเพื่อนร่วมกลุ่มผ่านทางหน้าต่างสำหรับแชท ซึ่งมีเมนูให้กดเลือกบทสนทนาจากตัวเลือกที่มีให้เพื่อสื่อสารกับเพื่อนระหว่างการทำภารกิจสำหรับการตรวจแบบทดสอบการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ข้อสอบแต่ละข้อจะมีการให้รหัสแล้วจึงนำรหัสมาแปลงเป็นคะแนน และระดับคะแนนที่ได้จะขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียนที่แสดงออกถึงระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือว่ามีมากหรือน้อยเพียงใด และจากการวิเคราะห์หาลักษณะข้อสอบตามแบบประเมินของ PISA 2015 จะมีลักษณะเป็นแบบคอมพิวเตอร์หรือลักษณะตัวเลือกแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

บริบทของแบบทดสอบ มีดังนี้

1. ลักษณะเฉพาะของงาน สถานการณ์ที่นักเรียนแก้ปัญหาอาจให้ข้อมูลมาอย่างชัดเจน หรือให้ข้อมูลที่คลุมเครือ ไม่เพียงพอต่อการทำภารกิจ ดังนั้น นักเรียนต้องใช้ข้อมูลที่ตนเองมี หรืออาจจำเป็นต้องค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมและใช้ข้อมูลอื่นๆ จากเพื่อนร่วมกลุ่มมาประกอบกันเพื่อให้ทำภารกิจต่อไปได้

2. โครงเรื่องของปัญหา ข้อสอบจะเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน โรงเรียน หรือในชีวิตจริงนอกโรงเรียน และเกี่ยวข้องกับเรื่องต่างๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การอ่าน สิ่งแวดล้อม ชุมชนและการเมือง นอกจากนี้ นักเรียนและเพื่อนร่วมกลุ่มซึ่งมีทักษะ ข้อมูลและเป้าหมายแตกต่างกัน ยังจำเป็นต้องใช้ การปฏิสัมพันธ์รูปแบบต่างๆ เช่น การโต้แย้งด้วยเหตุผล การอภิปราย และการโน้มน้าว เพื่อนำมาสู่การตัดสินใจร่วมกันในการทำภารกิจ

3. การสื่อสารจากเนื้อเรื่อง สถานการณ์ในข้อสอบอาจให้ข้อมูลโดยตรงหรือโดยอ้อมแก่นักเรียน ข้อมูลที่ให้อาจมีปริมาณมากหรือเพียงเล็กน้อย หรือสอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียนมากน้อยต่างกัน

4. องค์ประกอบของกลุ่ม ในแต่ละภารกิจจะกำหนดให้มีจำนวนสมาชิกในกลุ่มต่างกัน และแต่ละคนมีสถานภาพและบทบาทหน้าที่แตกต่างกันด้วย

ตาราง 13 บริบทของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

บริบท (Context)	มิติ (Dimension)	สถานะ (States)
โครงเรื่องของ ปัญหา (Problem Scenario)	ประเภทปัญหา (Task type)	- จิ๊กซอว์ - เอกฉันท์ของกลุ่ม - การเจรจา
	ลักษณะ (Setting)	- ส่วนบุคคล กับ สาธารณะ - ใช้เทคโนโลยี กับ ไม่ใช้เทคโนโลยี - เป็นทางการ กับ ไม่เป็นทางการ
	เนื้อหา (Domain content)	คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การอ่าน สิ่งแวดล้อม ชุมชน และการเมือง
องค์ประกอบ ของกลุ่ม (Team Composition)	ขนาดกลุ่ม (Size of group)	สมาชิกมี 2 คน หรือมากกว่า (รวมตัวนักเรียนแล้ว)
	สถานะทีม (Status of team members)	สมาชิกทุกคนในทีมมีตำแหน่งเท่าเทียมกันกับไม่เท่า เทียม (เช่น เพื่อน กับ หัวหน้างาน)
ลักษณะเฉพาะ ของงาน (Task Characteristics)	ความเท่าเทียมของบทบาท (Symmetry of roles)	สมาชิกในทีมมีหน้าที่ในการทำงานเหมือนกัน กับ ไม่ เหมือนกัน (เช่น ทุกคนมีหน้าที่สืบค้นข้อมูล กับ มีคน รักษาคะแนน เป็นผู้ควบคุมเครื่องยนต์ ฯลฯ)
	รูปแบบ (Openness)	ให้ข้อมูลครบ กับ ให้ข้อมูลไม่ครบ
	การให้ข้อมูล (Information availability)	ข้อมูลคงที่ กับ ข้อมูลเปลี่ยนแปลงได้
	การพึ่งพา (Interdependency)	พึ่งพาผู้อื่น ต่ำ ปานกลาง สูง
	จุดมุ่งหมาย (Symmetry of goals)	กลุ่ม กับ ส่วนบุคคล
	การแก้ปัญหา (Distance to solution)	สามารถแก้ปัญหาได้ เล็กน้อย ปานกลาง หรือ มาก
	ตีความ (Semantic richness)	ตีความปัญหาได้ต่ำ ปานกลาง สูง
	อ้างอิง (Referent ability)	มีอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ ต่ำ ปานกลาง สูง
	ความสามารถในการสื่อสารเพื่อแก้ปัญหา (Communication)	มีความสามารถในการสื่อสารเพื่อแก้ปัญหา ต่ำ ปาน กลาง สูง
พื้นที่ปัญหา (Problem space)	ปัญหาชัดเจน กับ ไม่ชัดเจน	

ที่มา: PISA 2015, OECD, 2017

แบบทดสอบด้านการแก้ปัญหาแบบร่วมมือถูกพัฒนาเพื่อวัดการแสดงผลออกทั้ง 3 สมรรถนะได้แก่ สมรรถนะการสร้างและรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน สมรรถนะการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และสมรรถนะการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม ภายใต้การกำหนดสถานการณ์ปัญหาในการทำภารกิจที่แตกต่างกัน ซึ่งคำถามแต่ละข้อจะวัดทักษะและสมรรถนะที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น



จากสถานการณ์ ในช่วงพักกลางวันของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ครูประจำชั้น กำลังจะทำ ไอศกรีมเลี้ยงรุ่นพี่ที่กำลังจะเรียนจบ โดยได้มอบหมายให้นักเรียนและเพื่อนของนักเรียนช่วยเตรียม วัตถุดิบในการทำไอศกรีม ดังนี้ นมหวาน 1 ลิตร กลิ่นวนิลา 1 ขวด ขนมที่อบปิ้ง 1 ถูง ผงโกโก้ 1 ถูง ชาม สแตนเลสสำหรับบรรจุไอศกรีม 1 ถ้วย และเครื่องปั่นไอศกรีม ในระหว่างที่เพื่อนของนักเรียน กำลังเตรียมของอยู่นั้น เพื่อนคนหนึ่งสะดุดหกล้มแล้วทำเครื่องปั่นไอศกรีมเสีย เมื่อครูประจำชั้น ทราบ ครูจึงรู้สึกเสียใจมาก และขอให้นักเรียนและเพื่อนของนักเรียนช่วยกันแก้ปัญหาที่ก่อนจะหมด พักเที่ยง

ถ้าสมมติให้ ทีมงานมีสมาชิกในกลุ่มที่มีความสามารถหรือความถนัดต่างๆ กันดังนี้

เพื่อนคนที่ 1 เป็นคนชอบวางแผน และบริหารจัดการงานได้ดี

เพื่อนคนที่ 2 เป็นคนมีเหตุผล พุดมีหลักการและใ้มน้ำวคนอื่นเก่ง

เพื่อนคนที่ 3 เป็นคนชอบอุปกรณ์ไอที เชี่ยวชาญเรื่องซอฟต์แวร์

นักเรียน เป็นคนชอบทำอาหาร และเคยเป็นคนครัวมาก่อน

คำถามที่ 1 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ให้นักเรียนแบ่งหน้าที่การทำงานของ ทีมงานในกลุ่มพร้อมอธิบายเหตุผล (หัวหน้าทีม ผู้เตรียมสาร ผู้จัดเตรียมอุปกรณ์/ค้นคว้าข้อมูล ผู้ ตรวจสอบและประเมิน)

จากคำถามข้อที่ 1 เป็นตัวอย่างของข้อคำถามที่วัดสมรรถนะการสร้างและรักษา ระเบียบของกลุ่ม

โดยนักเรียนจะไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพหากขาดการจัดการจัดการกลุ่มที่ดี และการปรับโครงสร้างให้เข้ากับปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนจะต้องเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและ ผู้อื่นในทีมเดียวกันอยู่บนพื้นฐานของความรู้ที่ว่าสมาชิกคนใดในทีมมีความถนัดอะไร

คำถามที่ 2 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ปัญหาที่ทีมงานจะต้องแก้ไขคืออะไร

จากคำถามข้อที่ 2 เป็นตัวอย่างของข้อคำถามที่วัดสมรรถนะการสร้างและเก็บรักษา ความเข้าใจร่วมกัน

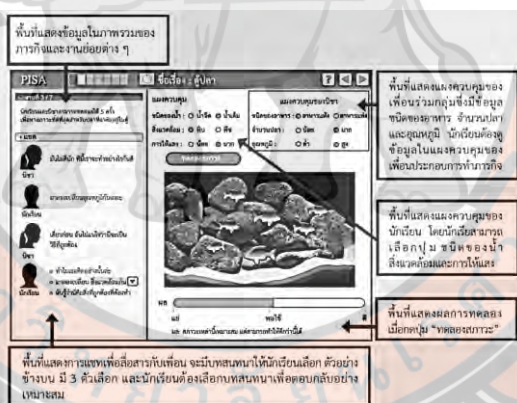
โดยนักเรียนสามารถระบุองค์ความรู้ที่ตรงกัน ทุกคนรับรู้ว่าเป็นปัญหาคืออะไร (mutual Knowledge ; what each other knows about the problem) สามารถระบุมุมมอง แนวคิดของผู้มีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกัน ร่วมกันสร้างข้อสรุปของสภาพปัญหาและกิจกรรม

คำถามที่ 3 ให้กลุ่มของนักเรียนออกแบบวางแผนขั้นตอนการดำเนินงานในการ แก้ปัญหาที่เป็นไปได้

จากคำถามข้อที่ 3 เป็นตัวอย่างของข้อสอบที่วัดสมรรถนะการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

โดยนักเรียนสามารถระบุประเภทของกิจกรรมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา และปฏิบัติการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่เหมาะสมเพื่อบรรลุผลลัพธ์ รวมถึงมีความพยายามในการทำความเข้าใจข้อจำกัดที่บีบคั้น สร้างเป้าหมายของทีมเพื่อความสำเร็จในการแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติ ภาระงาน และติดตามตรวจสอบความสัมพันธ์ภายในกลุ่มและเป้าหมายของปัญหา (ศมกร ศิลาโชติ, 2561)

เอกรินทร์ อัครชะกุลวิสุทธิ (2557) ได้อธิบายตัวอย่างของแบบทดสอบ เรื่อง “ตู้ปลา” โดยสถานการณ์เรื่องนี้จะอยู่ในบริบทของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในโรงเรียนและต้องการวัดความสามารถของผู้เรียนในการแก้ปัญหาเมื่อต้องทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยสถานการณ์ คือ ผู้เรียนและเพื่อนร่วมกลุ่ม (นิชา) ได้รับมอบหมายให้ทำการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเลี้ยงปลาในตู้ปลา โดยสามารถทดลองเปลี่ยนสภาวะได้เพียง 5 ครั้งเท่านั้น



ภาพ 5 ส่วนประกอบต่างๆ บนหน้าจอขณะทำแบบทดสอบเรื่อง ตู้ปลา

ที่มา: เอกรินทร์ อัครชะกุลวิสุทธิ, 2557, น. 1

เมื่อเริ่มทำแบบประเมินหน้าจอจะแสดงชื่อสถานการณ์และรายละเอียดต่างๆ ดังภาพ 5 ในพื้นที่ด้านซ้ายจะเป็นช่องแชทเพื่อสื่อสารกับสมาชิกภายในกลุ่ม สำหรับด้านขวาจะให้ข้อมูลสำหรับการทำภารกิจนั้น ภารกิจนี้สมาชิกในกลุ่มให้ความร่วมมือกับนิชาเป็นอย่างดี กล่าวคือเสนอแนะความคิดเห็น สร้างความเข้าใจร่วมกันเป็นอย่างดี ให้กำลังใจและชื่นชมในการทำงาน แต่บางครั้งสมาชิกในกลุ่มก็เข้าใจผิดและเสนอแนะแนวทางที่ไม่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้เรียนจึงมีหน้าที่สร้างความเข้าใจและเก็บรักษาความเข้าใจในงานที่มีร่วมกัน รวมถึงแก้ไขความ

เข้าใจผิด ซึ่งให้เห็นข้อดีและข้อเสียของวิธีการต่างๆ รวมถึงสามารถทำงานร่วมกันับสมาชิกในกลุ่มได้สำเร็จตามเป้าหมาย

สรุป การประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือขึ้นอยู่กับประเภทของเทคโนโลยี ลักษณะงาน และบริบทของการประเมินที่จะประยุกต์เข้าไป จากการวิเคราะห์การเกิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านในกิจกรรมการแก้ปัญหาในห้องเรียนโดยใช้กรณีศึกษาตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาของ Choi et al. (2009) ทั้ง 5 ขั้นนั้น พบว่าแต่ละขั้นส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือตามกรอบการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015 ดังตาราง 14

**ตาราง 14** ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาของ Choi et al. (2009) ที่ส่งเสริมการเกิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

ขั้นตอนการศึกษกรณีศึกษา	สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน
ขั้น 1 ทบทวนปัญหา (Reviewing Problems)	1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน 2. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม
ขั้น 2 วิเคราะห์ปัญหา (Analyzing Problems)	1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน
ขั้น 3 สร้างแนวทางการแก้ปัญหา (Creating solutions)	1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน 2. การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
ขั้น 4 ทำการตัดสินใจ (Making Decisions)	1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน 2. การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา 3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม
ขั้น 5 สะท้อนผลลัพธ์ (Reflecting on Results)	1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน 2. การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา 3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม

จากการวิเคราะห์ถึงการเกิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนในการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาของ Choi et al. (2009) ในแต่ละขั้นตอนสามารถส่งเสริมให้เกิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้ ดังนี้

สมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันจะเกิดในขั้นทบทวนปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา ขั้นทำการตัดสินใจ และขั้นสะท้อนผลลัพธ์ เนื่องจากสมรรถนะนี้สมาชิกในทีมจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจและมองสภาพปัญหาร่วมกัน โดยการสืบค้นข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา สื่อสารกันว่ามีประเด็นไหนที่สมาชิกในกลุ่มทราบหรือยังไม่ทราบหรือต้องการศึกษาเพิ่มเพื่อที่จะได้นำข้อมูลมาแลกเปลี่ยนกันเพื่อทำ



ความเข้าใจกับปัญหา จนสามารถระบุปัญหาร่วมกันได้ว่าปัญหาคืออะไร สาเหตุ ผลกระทบและผู้ที่ได้รับผลกระทบคือใคร และจะหาทางแก้ไขปัญหานี้ร่วมกันอย่างไร เพื่อให้เป็นการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ซึ่งต้องมีการสื่อสารแลกเปลี่ยนและทำความเข้าใจร่วมกันตลอดการดำเนินการแก้ปัญหา เพื่อให้การแก้ปัญหาเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และร่วมกันแก้ปัญหาได้สำเร็จ

สำหรับสมรรถนะการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาจะเกิดขึ้นในขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา ขั้นทำการตัดสินใจ และขั้นสะท้อนผลลัพธ์ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนระบุปัญหาร่วมกันแล้ว นักเรียนจะต้องร่วมกันหาแนวทางการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุดโดยพิจารณาถึงข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดของแต่ละวิธีจากนั้นนำมาเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแต่ละวิธีภายใต้บริบทสภาพจริง จากนั้นวางแผนลงมือปฏิบัติงาน นักเรียนจะต้องเลือกหาแนวทางการดำเนินงานที่เหมาะสมที่สุด และชิ้นงานที่เกิดจากการแก้ปัญหา รวมถึงช่วยกันตรวจสอบผลการแก้ปัญหาจากการใช้สมุดติดตามผลการดำเนินงาน ซึ่งในระหว่างที่สังเกตผลการแก้ปัญหา อาจเกิดปัญหาหรืออุปสรรคที่มาขัดขวางคุณภาพของชิ้นงานได้ ดังนั้นนักเรียนต้องปรึกษาหารือร่วมกันถึงวิธีการแก้ไขปรับปรุงเมื่อปัญหาเกิดขึ้นทันที

สำหรับสมรรถนะการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มนั้น ในสมรรถนะนี้จะเกิดขึ้นในขั้นทบทวน และขั้นสะท้อนผลลัพธ์ เนื่องจากก่อนเข้าขั้นทบทวนนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนได้แบ่งหน้าที่ตามความเหมาะสมกับสมาชิกในกลุ่ม โดยพิจารณาจากความสามารถและความถนัด รวมถึงให้สร้างกฎระเบียบของกลุ่มในการแก้ปัญหาร่วมกันด้วยเพื่อเป็นข้อตกลงในการทำงานร่วมกันให้มีประสิทธิภาพ รู้สึกถึงความอันหนึ่งอันเดียวกันมากขึ้น และในระหว่างการแก้ปัญหามหาชิกแต่ละคนต้องปฏิบัติหน้าที่ตามที่ตนเองได้รับมอบหมายและหากเกิดความผิดพลาดขึ้น ภายในกลุ่มต้องร่วมกันหาทางแก้ปัญหา ซึ่งในท้ายที่สุดนักเรียนจะได้สะท้อนผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา รวมถึงความเหมาะสมในการปฏิบัติหน้าที่ของตน และการทำงานของสมาชิกในกลุ่มว่าเหมาะสมแล้วหรือไม่ หรือควรแนะนำอะไรเพื่อนำมาปรับปรุงหรือปรับเปลี่ยนโครงสร้างหน้าที่ในกลุ่มให้ดีขึ้นต่อไป

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. งานวิจัยในประเทศ

กิตติพันธ์ วิบูลศิลป์ (2560) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย วิดีทัศน์ประเภทวีดิทัศน์

ที่ตัดต่อจากวิดีโอที่บรรยายเนื้อหาจากแหล่งข้อมูลอื่นๆ และแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก โดยมีวัตถุประสงค์คือ ต้องการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกในรายวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

อาลาวีเยะ สะอะ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดวิเคราะห์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่าง คือ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวนนักเรียน 27 คน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับทาง 12 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ซึ่งดำเนินการทดลองกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent group) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางในระดับมาก

ดรุณนภา นาชัยฤทธิ์ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานด้วยการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้กรณีศึกษาเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหาและการเรียนรู้ร่วมกันเป็นทีม กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ จำนวน 37 คน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น คือ “BLCC 7 STEPS MODEL” ประกอบด้วย ขั้นปฐมนิเทศ ขั้นดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนแบบผสมผสาน 7 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ร่วมกันศึกษากรณีศึกษา ขั้นที่ 2 ร่วมกันวินิจฉัยปัญหาโดยการระดมสมอง ขั้นที่ 3 สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาร่วมกัน ขั้นที่ 4 แลกเปลี่ยนความรู้เปลี่ยนแปลงความรู้ ขั้นที่ 5 ประเมินผลทางเลือกและระบุความเป็นไปได้ ขั้นที่ 6 สรุปและรายงานผล ขั้นที่ 7 นำเสนอผลงานและประเมินผล ผลการศึกษาพบว่านักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถด้าน



การคิดและการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนการคิดแก้ปัญหา ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสามารถในการเรียนรู้ร่วมกันเป็นทีมอยู่ในระดับมาก และความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานด้วยการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้กรณีศึกษาอยู่ในระดับมาก

ฉัตรวิชัย กุลวงษ์, และอรพิน ศิริสัมพันธ์ (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการแก้ปัญหา เรื่อง วิกฤตการณ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาและการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง วิกฤตการณ์สิ่งแวดล้อม 3) แบบวัดความสามารถด้านการแก้ปัญหา และ 4) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถด้านการแก้ปัญหาของนักเรียนอยู่ในระดับปานกลางและความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาและการแก้ปัญหามีอยู่ในระดับมาก

จารุมน หนูคง, และปณิตา วรรณพิรุณ (2557) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาการเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วมโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาร่วมกับคลาวด์เทคโนโลยีและสื่อทางสังคมเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการรู้ ICT ในนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยแบ่งกระบวนการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรก คือการพัฒนาการเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วมโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาร่วมกับคลาวด์เทคโนโลยีและสื่อทางสังคม และระยะที่สอง คือ การนำไปตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านที่ได้มาจากการเลือกโดยเจาะจง พบว่าการพัฒนารูปแบบการสอนมีความเหมาะสมในระดับมาก แสดงให้เห็นว่าสามารถนำไปใช้ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการรู้ ICT ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในรูปแบบการสอนที่ออกแบบขึ้นประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการรูปแบบการสอน 2) จุดประสงค์ของรูปแบบ 3) กระบวนการสอนซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่การเตรียมกระบวนการสอน และการนำไปใช้ในการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนโดยใช้กรณีศึกษาร่วมกับคลาวด์เทคโนโลยีและสื่อทางสังคม (โดยมีขั้นตอนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุและทำความเข้าใจปัญหา 2) วิเคราะห์ปัญหา 3) หาแนวทางการแก้ปัญหา 4) เลือกวิธีการแก้ปัญหา 5) สรุปผลการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า



จัดการเรียนรู้แบบนี้สามารถส่งเสริมการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักศึกษาได้มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาการรู้ ICT ของนักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

Fulton (2012b) รายงานเกี่ยวกับระดับความสำเร็จและการเปลี่ยนแปลงด้วยวิธีการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านของครูคณิตศาสตร์ที่สอนแคลคูลัสในโรงเรียนของสหรัฐฯ โดยตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาวิชาใน vodcasts โดยการถามคำถามที่สำคัญบางอย่างบนกระดานไวท์บอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนนักเรียนจะทำข้อปัญหาที่ครูได้วางไว้ก่อนที่ครูจะมาพูดถึงแนวทางแก้ไขปัญหา หลังจากนั้นนักเรียนยังคงทำงานกับปัญหาที่ครูกำหนดให้เป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มตามความชอบของนักเรียน นักเรียนยังคงทำงานตามลำดับขั้นตอนของตนเองไปพร้อมๆกับครูที่เฝ้าดู รับฟังและให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียน สำหรับนักเรียนที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว พวกเขาก็จะย้ายไปยังวิดีโอที่ได้รับมอบหมายในคืนถัดไป และครูมักใช้แบบทดสอบเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนและให้ข้อเสนอแนะแบบทันทีโดยใช้ระบบ "clicker" ครูยังอนุญาตให้นักเรียนมีเวลาในการพูดคุยและสะท้อนผลตอบรับกับเพื่อนของพวกเขา และกระตุ้นให้นักเรียนให้สอนกันโดยใช้รูปแบบให้เพื่อนช่วยสอน ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับผลการปฏิบัติ โดยพบว่า ความสามารถในการคำนวณแคลคูลัสของนักเรียนกลุ่มนี้เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 9.8% การเพิ่มขึ้นนี้ยังสอดคล้องกับการทำ pre-calculus ที่เพิ่มขึ้น 6.1% และพีชคณิตที่เพิ่มขึ้น 5.1% ในโรงเรียน การวิจัยพบว่าเกือบสามในสี่หรือคิดเป็น 73.8% ของนักเรียนผ่านการทำแบบทดสอบเพิ่มขึ้นกว่า 2 เท่าเมื่อเทียบจาก 3 ปีก่อน

Green (2012) รายงานเกี่ยวกับผลจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในโรงเรียนมัธยมแห่งอื่นๆในสหรัฐอเมริกา รูปแบบทั่วไปในการจัดการเรียนรู้นั้น เริ่มต้นจะใช้เวลา 5 นาทีในการประเมินก่อนเรียน และใช้เวลา 10 นาทีสำหรับวิดีโอหรือการฝึกปฏิบัติ และใช้เวลา 40 นาทีสำหรับการปฏิบัติ และ 5 นาทีสำหรับการทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้สุดท้าย หนึ่งในกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นในโรงเรียน พบว่ากลยุทธ์ของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ช่วยลดความล้มเหลวในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 31% (จาก 44%) ในวิทยาศาสตร์ 22% (จาก 41%) ในวิชา ELA 33% (จาก 52 %) และในวิชาสังคม 9% (จาก 28%)

Brunsell, & Horejsi (2013) รายงานว่า ครูเตรียมตัวสอนวิดีโอ 16 เรื่องเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ข้อมูลจากการสำรวจและการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนให้ผลการตอบรับที่ดีกับการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพวกเขาชอบดูวิดีโอเนื่องจากพวกเขาสามารถดูย้อนกลับได้ นักเรียน 96% ระบุว่าพวกเขามีเวลาและการช่วยเหลือที่จำเป็นจากครูในการเรียนรู้รูปแบบใหม่นี้ นักเรียนสองในสามระบุว่าเขาให้ความสำคัญ

ของการเรียนรู้จากเพื่อนของตนเองในห้องเรียนที่นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน ในขณะที่บางส่วนอาจมีปัญหาอยู่ เช่น นักเรียนบางคนไม่ได้ดูตัวอย่างวิดีโอที่บ้าน นอกจากนี้ยังมีการเปรียบเทียบระดับผลการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อความสำเร็จในการเรียน โดยพบว่าผลคะแนนการทดสอบท้ายหน่วยบางครั้งก็มีค่าเท่ากับหรือดีกว่าคะแนนในปีที่ผ่านมา

Flumerfelt, & Green (2013) ได้ทำงานร่วมกับกลุ่มนักเรียนที่มีความเสี่ยง 23 คนโดยใช้วิธีการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านและพบว่านักเรียนให้ความสนใจในการเข้าร่วมการเรียนแบบออนไลน์และอัตราการทำการบ้านจาก 75% ไป 100% เช่นเดียวกับความสำเร็จของนักเรียนที่เพิ่มขึ้น 11% ในห้องเรียนแบบกลับด้านเมื่อเปรียบเทียบกับห้องเรียนที่เป็นกลุ่มควบคุม

Choi et al. (2009) ได้ทำการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบและจัดหาสภาวะแวดล้อมในการเรียนโดยใช้กรณีศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบ ill-structured problem ของนักศึกษาฝึกหัดครู โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) พัฒนารูปแบบการสอนด้วยกรณีศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาแบบ ill-structured problem solving ของนักศึกษา และ 2) เพื่อจัดเตรียมรูปแบบเพื่อจัดหารูปแบบเพื่อพัฒนาการวิชาการสอนของครู ในขณะที่สอนให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงเพื่อให้จัดการกับปัญหาที่เผชิญในสถานการณ์ที่ลำบาก (dilemmas) ได้ โดยเป็นครูที่ปฏิบัติการสอนในชั้นประถมศึกษา โดยพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้สภาวะแวดล้อมในการเรียนแบบออนไลน์โดยใช้กรณีศึกษา เพื่อใช้ในการจัดระบบการแก้ปัญหาในห้องเรียน (online case-based learning environment for classroom management problem solving (CBL-CMPS) โดยพัฒนาจากโมเดลการแก้ปัญหาแบบ ill-structured problem solving ของ Jonassen (1997) ที่มีรูปแบบแนวคิดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ โดยรูปแบบ CBL-CMPS มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 ทบทวนปัญหา (Reviewing Problems) ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (Analyzing Problems) ขั้นตอนที่ 3 สร้างแนวทางการแก้ปัญหา (Creating solutions) ขั้นตอนที่ 4 ทำการตัดสินใจ (Making Decisions) และขั้นตอนที่ 5 สะท้อนผลลัพธ์ (Reflecting on Results) ผลการวิจัยพบว่าในองค์ประกอบขั้นตอนของ CBL-CMPS สามารถส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบ ill-structured problem ได้ และสภาวะแวดล้อมการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียน CBL-CMPS สามารถถ่ายทอดการแก้ปัญหาแบบ ill-structured problem ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูสามารถนำรูปแบบการสอน CBL-CMPS ไปปรับใช้ในการเรียนการสอนวิชาอื่นๆได้

Arun K. Sharma (2016) ได้จัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับปริมาณสารสัมพันธ์ในการเรียนวิชาเคมีทั่วไปกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนที่เรียนในรายวิชาเคมีทั่วไป โดยใช้

กรณีศึกษาที่มีสถานการณ์แบบมีเงื่อนไข โดยสามารถใช้หลักการที่เกี่ยวข้องกับปริมาณสารสัมพันธ์ และสารกำหนดปริมาณมาใช้ในการแก้ปัญหาด้านผลิตภัณฑ์ทางเคมี โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยให้นักเรียนสำรวจการปฏิบัติของพนักงานใหม่ในกรณีศึกษาที่มีความเข้าใจเกี่ยวกับปริมาณสารสัมพันธ์ที่ผิดพลาด และให้สร้างคำแนะนำแก่พนักงานโดยอยู่บนพื้นฐานของสิ่งที่นักเรียนค้นพบ โดยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบนี้ทำให้นักเรียนสามารถระบุความสำคัญของปริมาณสารสัมพันธ์ที่มีบทบาทในการแก้ปัญหาได้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้นี้มีทัศนคติที่ดีและต้องการเรียนด้วยกิจกรรมในลักษณะนี้ในการเรียนในรายวิชาเคมีทั่วไป





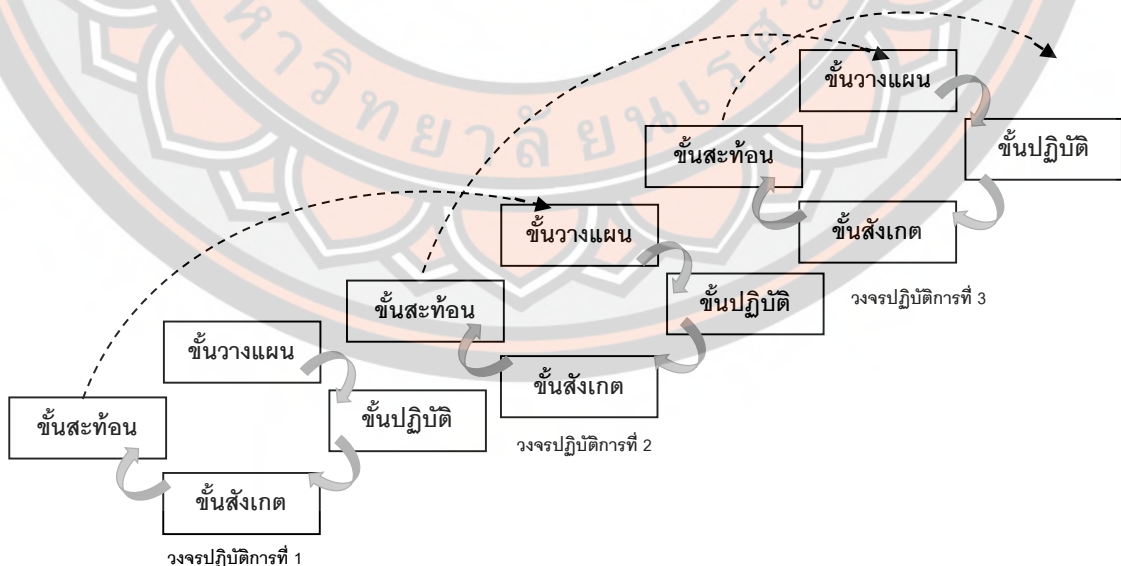
### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) โดยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะถูกนำไปปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของตนเองเพื่อพัฒนาการสอนของตนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น (ลือชา ลดาชาติ, 2558)

#### รูปแบบการวิจัย

ผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้นตอนการทำวิจัยปฏิบัติการตามแบบของ Kemmis (1988) (อ้างถึงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 149-152) มีขั้นตอนการดำเนินการเป็นวงจร 4 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Action) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) ซึ่งขั้นตอนทั้งหมดจะเกิดขึ้นในลักษณะที่เป็นวงจรต่อเนื่องกัน ดังภาพ 6



ภาพ 6 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis (1988)

ที่มา: Kemmis, 1988, & Schmuck, 2006 อ้างถึงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2557

## ตาราง 15 รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ก่อนการดำเนินการวิจัย			
	<p>1. ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหาภายในชั้นเรียนจนพบว่าผู้เรียนมีปัญหาของการทำงานร่วมกัน ส่วนใหญ่มีการทำงานเฉพาะบุคคล ไม่ค่อยมีการเสนอความคิดเห็น สื่อสารกันน้อย และไม่มีการแบ่งหน้าที่ในการรับผิดชอบงาน เมื่อเกิดปัญหาภายในกลุ่มมักวางแผนการแก้ปัญหาไม่มีระบบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกที่จะส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือให้นักเรียน</p> <p>2. ผู้วิจัยทำการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนจนได้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา</p> <p>3. ผู้วิจัยศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ ในเนื้อหาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อนำมาสร้างเครื่องมือวิจัย</p> <p>4. ผู้วิจัยศึกษาการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแต่ละชนิด ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้รวมทั้งใบกิจกรรม แบบสะท้อนผล การจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมกรแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ</p> <p>5. ผู้วิจัยศึกษาวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพและการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลคุณภาพที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือทั้งหมดที่ใช้ในงานวิจัย</p>		
ระหว่างการดำเนินการวิจัย			
ขั้นการดำเนินการ	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3
ขั้นวางแผน (Plan)	<p>1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 4 ชั่วโมง ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- แผน 1 เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร</li> <li>- แผน 2 เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสาร</li> <li>- แผน 3 เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส</li> </ul> <p>2. สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมกรแก้ปัญหาแบบร่วมมือ</p> <p>3. สร้างแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ</p> <p>4. สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้</p>	<p>1. ผู้วิจัยปรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ตามการสะท้อนจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 1</p>	<p>1. ผู้วิจัยปรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ตามการสะท้อนจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2</p>

## ตาราง 15 (ต่อ)

ระหว่างการดำเนินการวิจัย			
ขั้นการดำเนินการ	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3
ขั้นปฏิบัติ (Action)	1. ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แผนที่ 1 ตามที่ได้ออกแบบไว้	1. ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แผนที่ 2 ได้ตามแผนที่วางไว้	1. ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แผนที่ 3 ได้ตามแผนที่วางไว้
ขั้นสังเกต (Observe)	1. ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะที่มีการจัดการเรียนรู้อยู่ในแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้อีกหนึ่งครั้ง 1 ควบคู่กับการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนลง ในแบบสังเกตพฤติกรรม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนลง ในแบบสังเกตพฤติกรรม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือรายกลุ่ม และสังเกตจากการบันทึกผลกิจกรรมลง ในใบกิจกรรมของนักเรียนรายกลุ่ม	1. ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะที่มีการจัดการเรียนรู้อยู่ในแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้อีกหนึ่งครั้ง 2 ควบคู่กับการสังเกต พฤติกรรมของนักเรียนลง ในแบบสังเกตพฤติกรรม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนลง ในแบบสังเกตพฤติกรรม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือรายกลุ่ม และสังเกตจากการบันทึกผลกิจกรรมลง ในใบกิจกรรมของนักเรียนรายกลุ่ม	1. ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะที่มีการจัดการเรียนรู้อยู่ในแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้อีกหนึ่งครั้ง 3 ควบคู่กับการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนลง ในแบบสังเกตพฤติกรรม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนลง ในแบบสังเกตพฤติกรรม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือรายกลุ่ม และสังเกตจากการบันทึกผล กิจกรรมลง ในใบกิจกรรมของนักเรียนรายกลุ่ม
ขั้นสะท้อน (Reflect)	1. หลังการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 1 ผู้วิจัยหาปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขที่เกิดขึ้นทั้ง การจัดการเรียนรู้นอกห้องเรียนและการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน เพื่อปรับปรุงการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ในวงจรที่ 2 โดยบันทึกลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ (โดยมีครูที่เลี้ยงเป็นผู้อบรมสะท้อนผล ร่วม)	1. หลังการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 2 และนำไปปรับปรุงการจัดการเรียนรู้อีกหนึ่งครั้ง 3 ที่เกิดขึ้นทั้ง การจัดการเรียนรู้นอกห้องเรียนและการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน เพื่อปรับปรุงการใช้แผนการจัดการเรียนรู้อีกหนึ่งครั้ง 2 โดยบันทึกลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ (โดยมีครูที่เลี้ยงเป็นผู้อบรมสะท้อนผล ร่วม)	1. ผู้วิจัยสะท้อนการจัดการเรียนรู้อีกหนึ่งครั้ง 3 ทั้งการจัดการเรียนรู้นอกห้องเรียนและการจัดการเรียนรู้อีกหนึ่งครั้ง (โดยมีครูที่เลี้ยงเป็นผู้อบรมสะท้อนผลร่วม) 2. ผู้วิจัยสรุปผลการจัดการเรียนรู้อีกหนึ่งครั้งแล้วออกมาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ดีที่สุดใน การปฏิบัติ (Best practice)
<b>หลังการดำเนินการวิจัย</b>			
1. ผู้วิจัยทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือกับนักเรียนรายบุคคล			

## ผู้เข้าร่วมวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ณ โรงเรียนหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลกที่กำลังศึกษาใน ปีการศึกษา 2561 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 1 ห้องเรียน จาก 2 ห้องเรียน โดยมีนักเรียนทั้งหมด 28 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง



### บริบทของโรงเรียน

โรงเรียนที่ผู้วิจัยได้รับผิดชอบในการปฏิบัติการสอนนั้น เป็นโรงเรียนไม่ประจำ ขนาดใหญ่ และเป็นโรงเรียนที่เน้นพัฒนาให้นักเรียนเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ มีคุณธรรมจริยธรรมคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ตามหลักสูตรมาตรฐานสากล โดยเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ของสถานศึกษานั้น เน้นที่การให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้ และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้ง กระบวนการและองค์ความรู้ เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ขอ 2 ขเขต ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีทักษะในการแก้ปัญหา การจัดการ และทักษะในการสื่อสารและ ความสามารถในการตัดสินใจ มีกระบวนการคิดและจินตนาการ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำเนินชีวิต ตระหนักถึง ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและ ผลกระทบซึ่งกันและกัน มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

### ลักษณะของห้องเรียน

บริบทของห้องเรียนนั้นประกอบด้วย เครื่องฉายภาพสไลด์ (Projector) เครื่องฉายภาพ ทัชสแตจ (Visualizer) กระดานไวท์บอร์ด เครื่องขยายเสียง ห้องเรียนเป็นห้องปรับอากาศ และสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ นักเรียนส่วนใหญ่มีอุปกรณ์ที่สามารถเข้าถึงเครือข่าย อินเทอร์เน็ตได้ นอกจากนี้นักเรียนทุกคนมีบัญชี G-mail ของโรงเรียน และคุ้นเคยกับการใช้ Google Classroom ในรายวิชาต่างๆ ในการเข้าถึงไฟล์เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ครูมอบให้ การส่ง งาน การตอบคำถามบนกระดานอิเล็กทรอนิกส์ ฯลฯ เป็นต้น สำหรับสภาพห้องเรียนนั้น มีการจัด โต๊ะที่นั่งในห้องเรียนเป็นคู่ทำให้ยากต่อการเข้าทำกิจกรรม หากจัดเป็นกลุ่มก็ทำได้ยากเช่นเดียวกัน เพราะไม่มีพื้นที่ในการเคลื่อนย้ายโต๊ะเรียน เมื่อจัดโต๊ะเป็นกลุ่มจะทำให้แออัดทำให้ผู้สอนเข้าถึง ผู้เรียน ส่วนห้องปฏิบัติการจะจัดให้นักเรียนได้ทำการทดลองเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน รวมทั้งมี ห้องปฏิบัติการสำหรับทำการทดลองที่ค่อนข้างพร้อมด้วยอุปกรณ์และเครื่องมือที่ค่อนข้างทันสมัย และเพียงพอ

### ลักษณะของนักเรียน

การเรียนของนักเรียนนั้นจะเริ่มตั้งแต่ 08.20 ถึง 17.00 น. และรูปแบบการเรียนการสอน นั้นจะเป็นลักษณะของการสอนที่เน้นบรรยาย เนื่องจากหลักสูตรห้องเรียนมุ่งเน้นให้นักเรียน โค้รงานห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์มีความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์ ดังนั้นเนื้อหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จึงมีชั่วโมงการเรียนที่มากกว่า

ห้องเรียนปกติ ทำให้ครูต้องจัดการเรียนการสอนที่เน้นเนื้อหาได้ครบตามหลักสูตรภายในระยะเวลาที่กำหนด ส่งผลให้เวลาที่นักเรียนจะสามารถใช้ในการฝึกลงมือปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน แนวคิดห้องเรียนกลับด้านที่เป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเปลี่ยนการใช้ช่วงเวลาของการบรรยายเนื้อหาในห้องเรียนเป็นการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อสร้างความรู้ และและประยุกต์ใช้ความรู้ ให้นักเรียนได้มีเวลาเรียนรู้แบบรู้จริงและลงมือปฏิบัติมากยิ่งขึ้น

ในการรับผิดชอบการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนนั้น ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยห้องที่เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จบการศึกษาภาคบังคับจากสถานศึกษาอื่นและสถานศึกษาเดิม (นักเรียนเก่า) เข้ามาศึกษาต่อในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนั้นลักษณะของนักเรียนในระดับชั้นนี้จึงมีความแตกต่างกันทั้งพื้นฐานทางเศรษฐกิจ ความรู้ ความเชื่อ มุมมองและทัศนคติ เนื่องจากความหลากหลายของนักเรียน ทำให้การปรับตัวและเรียนรู้การใช้ชีวิตอยู่ร่วมกันภายในโรงเรียนจึงต้องใช้เวลาในการปรับตัวและเรียนรู้ซึ่งกันและกัน จากความแตกต่างของนักเรียนในระดับชั้น จึงส่งผลต่อการเรียนในห้องหรือการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน ซึ่งพบว่าในช่วงแรกของภาคการศึกษานักเรียนยังไม่คุ้นชินกับเพื่อนใหม่ และเนื้อหาวิชาใหม่ที่ค่อนข้างมีความแตกต่าง ให้นักเรียนส่วนใหญ่ต้องทำการปรับตัวและมีความรับผิดชอบที่สูงมากขึ้น

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งตามคำถามวิจัย 2 ข้อ ได้แก่

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรจัดอย่างไร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่รวมทั้งใบกิจกรรม และ 2) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ อย่างไร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ 2) แบบสังเกตพฤติกรรมกรแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และ 3) ใบกิจกรรมระหว่างจัดกิจกรรม

## การสร้างเครื่องมือวิจัย

### 1. แผนการจัดการเรียนรู้

1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ขั้นตอนการศึกษาแบบกรณีศึกษา ว่ามีการจัดการเรียนรู้อย่างไรบ้าง แต่ละแบบมีลักษณะอย่างไร แบบไหนสามารถนำมาพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้

1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนและศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รวมทั้งตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) รวมทั้งศึกษารายละเอียดคำอธิบายรายวิชา และหัวข้อที่ผู้เรียนจะต้องเรียนอะไรบ้าง และศึกษาผลการเรียนรู้ วิจัยวัด และการประเมินผล โดยสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่จะนำมาทำวิจัย มีดังนี้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับสาระเคมี 2 ข้อ คือ

ข้อ 2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ข้อ 3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ไขปัญหาทางเคมี

และมีผลการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง 3 ผลการเรียนรู้ ดังนี้

ข้อ 9 คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร

ข้อ 10 คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย

ข้อ 11 คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส

1.3 ศึกษารายละเอียดคำอธิบายรายวิชา และดูว่ามีหัวข้อที่ผู้เรียนจะต้องเรียนอะไรบ้าง จากนั้นเลือกหัวข้อที่จะนำมาทำวิจัย พร้อมทั้งศึกษาผลการเรียนรู้ วิจัยวัด และการประเมินผล

1.4 ผู้วิจัยศึกษาบริบทของสถานการณ์ปัญหาตามกรอบการประเมินของ PISA และออกแบบสถานการณ์ปัญหาให้เป็นไปในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ดังตาราง 16



## ตาราง 16 บริบทของสถานการณ์ปัญหา

หัวข้อ / แผนการจัดการเรียนรู้	1	2	3
โครงเรื่องของปัญหา			
ประเภทปัญหา	เอกฉันท์ของกลุ่ม	ฉีกข้อวิ	เอกฉันท์ของกลุ่ม
ลักษณะ	สาธารณะ	สาธารณะ	สาธารณะ
เนื้อหา	วิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์	วิทยาศาสตร์
องค์ประกอบของกลุ่ม			
ขนาดของกลุ่ม	4 คน	4 คน	4 คน
สถานะทีม	สมาชิกทุกคนมีตำแหน่งเท่าเทียมกัน	สมาชิกทุกคนมีตำแหน่งเท่าเทียมกัน	สมาชิกทุกคนมีตำแหน่งเท่าเทียมกัน
บทบาท	สมาชิกในทีมมีหน้าที่ต่างกัน	สมาชิกในทีมมีหน้าที่ต่างกัน	สมาชิกในทีมมีหน้าที่ต่างกัน
ลักษณะเฉพาะของงาน			
รูปแบบ	ให้ข้อมูลไม่ครบ	ให้ข้อมูลไม่ครบ	ให้ข้อมูลไม่ครบ
ข้อมูล	ข้อมูลคงที่	ข้อมูลคงที่	ข้อมูลคงที่
จุดมุ่งหมาย	กลุ่ม	กลุ่ม	กลุ่ม
พื้นที่ปัญหา	ปัญหาไม่ชัดเจน	ปัญหาไม่ชัดเจน	ปัญหาไม่ชัดเจน

1.5 ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ที่ปรึกษาวิจัยตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม และแก้ไข และปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา จำนวน 3 แผน รวม 12 ชั่วโมง ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 สัปดาห์ ได้แก่ แผนที่ 1 เรื่อง คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร แผนที่ 2 เรื่อง คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย และแผนที่ 3 เรื่อง คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงจากที่ปรึกษาวิจัยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านที่ได้ระบุไว้ข้างต้น เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้และประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีเกณฑ์ในการประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ ตามแนวคิดของลิเคิร์ต (Likert Scales) ดังนี้

- 5 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมมาก
- 3 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมน้อย

1 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมน้อยที่สุด

นำผลการประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด คำนวณหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำค่าเฉลี่ยไปเทียบกับเกณฑ์การประเมินโดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 จึงจะถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมที่สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ ส่วนเกณฑ์การแปลความหมาย มีรายละเอียดดังนี้ (บุญส่ง นิลแก้ว, 2541)

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 คะแนน หมายถึงมีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 คะแนน หมายถึงมีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 คะแนน หมายถึงมีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 คะแนน หมายถึงมีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 0.00 – 1.49 คะแนน หมายถึงมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งในงานวิจัยนี้จะนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพความเหมาะสม ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 คะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คือ แผนการจัดการเรียนรู้ ต้องมีความเหมาะสมระดับมากที่สุดไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 4.57 มีความเหมาะสมมากที่สุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 4.52 มีความเหมาะสมมากที่สุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 4.63 มีความเหมาะสมมากที่สุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ตรวจสอบและพิจารณาความเหมาะสมแล้วมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ โดยข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้กำหนดเวลาให้ชัดเจนในแต่ละขั้นการทำกิจกรรม และปรับปรุงเรื่องเกณฑ์การประเมินไม่ควรซับซ้อน ให้ใช้เป็นเกณฑ์รูปรีด

1.8 นำแผนจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแล้วไปใช้กับผู้เข้าร่วมวิจัยต่อไป สำหรับลักษณะของกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แสดงในตาราง 17 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 แสดงในตาราง 18 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 แสดงในตาราง 19 ตามลำดับ

## ตาราง 17 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

วงจร	แผนที่ 1 : การคำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร
ที่ 1	กรณีศึกษา : “ไข่เยี่ยวม้า” ปลอดภัย หรือปนเปื้อนสารตะกั่ว?
	<p><b>ผลการเรียนรู้</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร</li> </ol> <p><b>จุดประสงค์การเรียนรู้ :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสารได้</li> <li>2. นักเรียนมีทักษะการนำเสนอผลงานในระดับดี</li> <li>3. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี</li> <li>4. นักเรียนมีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ 3 สมรรถนะย่อย ได้แก่ การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม</li> </ol> <p><b>สื่อและแหล่งเรียนรู้ :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ใบกิจกรรม</li> <li>2. ใบความรู้ เรื่อง ตะกั่วในไข่เยี่ยวม้า</li> <li>3. วิดีโอการสอนที่ผู้วิจัยเป็นผู้จัดการสอนบรรยายผ่าน Youtube 3 คลิปวิดีโอและโพสต์ลงใน Google classroom ได้แก่ 1) ระบบและสิ่งแวดล้อม 2) กฎทรงมวลและปัจจัยที่ทำให้มวลของสารในปฏิกิริยาบางชนิดไม่เป็นไปตามกฎทรงมวล 3) ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร</li> <li>4. ใบรายชื่อสารเคมี</li> <li>5. อุปกรณ์และสารเคมี</li> <li>6. หนังสือเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม ม. 4 เล่ม 2 ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560</li> </ol> <p><b>รายละเอียดของสถานการณ์และเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา :</b></p> <p>ความไม่พอใจของผู้บริโภคต่อการบริโภคไข่เยี่ยวม้าที่ถูกผลิตในตำบลของนักเรียนเอง เนื่องจากพ่อค้าบางรายได้ใส่สารตะกั่วออกไซด์หรือซัลไฟด์ลงในส่วนผสมในกรรมวิธีฟอกหรือแช่ เพื่อเร่งปฏิกิริยาให้ไข่กลายเป็นไข่เยี่ยวม้าเร็วขึ้นซึ่งสารตะกั่วในไข่เยี่ยวม้านั้นเป็นอันตรายหากรับประทานไข่เยี่ยวม้าที่ปนเปื้อนสารตะกั่วอยู่เป็นประจำ อาจทำให้เกิดอาการอัมพาต หรือสมองบวม ชัก และอาจถึงเสียชีวิตได้ จึงจัดประกวดการแข่งขันการผลิตภัณฑ์ไข่เยี่ยวม้าที่ปลอดภัยไร้สารตะกั่ว และสมมติให้กลุ่มของนักเรียนเองเป็นหนึ่งในทีมผู้เข้าประกวดและหากผลิตได้ตามเกณฑ์มาตรฐานจะได้รับการประเมินโดยศูนย์วิจัยและประเมินความเสี่ยงด้านอาหารปลอดภัย สถาบันอาหารกระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งก็จะนำไปเป็นต้นแบบในการส่งต่อกรรมวิธีการผลิตให้กับชุมชนในตำบลของนักเรียน ซึ่งจะก่อให้เกิดรายได้เข้าสู่ชุมชนต่อไป โดยหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณานั้นต้องไม่ใช้สารโลหะอันตราย สัมผัสทางกายภาพสีและกลิ่น และควมสร้างสรรค์ของการผลิตไข่เยี่ยวม้า</p>



## ตาราง 17 (ต่อ)

วจนรที่ 1	แผนทที่ 1 : การคำนวณปริมาตรของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร กรณีศึกษา : “ไซเยียวม่า” ปลอดภัย หรือปนเปื้อนสารตะกั่ว?	
ก่อนการเรียนรู้นอกห้องเรียน		การเรียนรู้นในห้องเรียน
<p>กิจกรรม :</p> <p>1. <b>ขั้นการบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน</b> : นักเรียนชมวิดีโอการสอนที่ครูอั้ดไว้ลงใน Google classroom วิดีโอแต่ละวิดีโอความยาวเฉลี่ย 10-12 นาที ได้แก่ เรื่องระบบและสิ่งแวดล้อม กฎทรงมวลและปัจจัยที่ทำให้มวลของสารในปฏิกิริยาบางชนิดไม่เป็นไปตามกฎทรงมวล ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับมวล</p> <p>2. <b>ขั้นการติดตามการทดสอบออนไลน์</b> : นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนที่ครูมอบหมาย จากนั้นนักเรียนส่งแบบฝึกหัดในกระดานส่งงานใน Google classroom จากนั้นครูตรวจแบบฝึกหัดและให้ผลสะท้อนการทำแบบฝึกหัดแก่นักเรียน</p>		<p>กิจกรรม :</p> <p>1. <b>ขั้นสรุปการเรียนรู้นอกห้องเรียน (20 นาที)</b> : ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่นักเรียนได้ชมผ่านวิดีโอ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามสิ่งที่ยังไม่เข้าใจ จากนั้นครูใช้โจทย์ตัวอย่างที่แตกต่างจากในวิดีโอ 2-3 ข้อเพื่อทบทวนการแก้ปัญหาโจทย์</p> <p>2. <b>ขั้นการสอนบรรยายสั้นๆเกี่ยวกับกิจกรรม (20 นาที)</b> : ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 คน คละความสามารถและแบ่งหน้าที่ ได้แก่ ผู้สืบค้นข้อมูล ผู้บันทึกข้อมูล ผู้เตรียมอุปกรณ์และผู้นำเสนอ ครูแจกใบกิจกรรม ครูแนะนำลักษณะของกิจกรรมว่านักเรียนจะได้ออกแบบและหาแนวทางการแก้ไขตามสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ จากนั้นครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้วิดีโอ ทำไม่ถึงเรียกไซเยียวม่าและตัวอย่างไซเยียวม่า ครูซักถามว่า นักเรียนชอบทานไซเยียวม่าหรือไม่ นักเรียนทราบหรือไม่ว่าไซเยียวม่ามีกรรมวิธีการผลิตอย่างไร นักเรียนคิดว่าทานไซเยียวม่าทุกวันเป็นอันตรายหรือไม่</p>
<p>การประเมิน :</p>		
<p>1. ครูตรวจแบบฝึกหัด</p>		<p>3. <b>ขั้นกิจกรรมการแก้ปัญหา ( 3 ชั่วโมง 20 นาที )</b> : นักเรียนอ่านสถานการณ์ในกรณีศึกษาที่ครูกำหนดให้ โดยฝึกแก้ปัญหาตามขั้นการศึกษาแบบกรณีศึกษา</p> <p>1) <b>ขั้นทบทวนปัญหา (20 นาที)</b> : นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาโดยร่วมกันสืบค้นข้อมูลและนำมาแลกเปลี่ยนร่วมกันภายในกลุ่ม</p> <p>2) <b>ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (20 นาที)</b> : แต่ละกลุ่มระบุปัญหา ไซเยียวม่าในตำบลที่ผลิตบางรายมีสารตะกั่วออกไซด์หรือซัลไฟด์ทำให้เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภค สาเหตุของปัญหา คือ พ่อค้าใส่สารตะกั่วออกไซด์หรือซัลไฟด์เพื่อให้กลายเป็นไซเยียวม่าเร็วขึ้น ผลกระทบคือ ความอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค ผู้ได้รับผลกระทบคือ ผู้บริโภค ผู้ผลิตที่อาจมีรายได้ลดลง ซึ่ง</p>

## ตาราง 17 (ต่อ)

ก่อนการเรียนรู้ในห้องเรียน	การเรียนรู้ในห้องเรียน
	<p>อาจทำการผลิตปลอดภัยแต่พลอยได้รับผลกระทบไปด้วย</p> <p>3) <b>ขั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา (40 นาที) :</b> แต่ละกลุ่มออกแบบการผลิตไข่เยี่ยวม้าเพื่อเป็นต้นแบบในการส่งต่อกรรมวิธีการผลิตให้กับชุมชนในตำบลโดยใช้ความรู้ทางปริมาณสารสัมพันธ์ เช่น ต้องใช้ปริมาณเบสเท่าไรในการผลิต และไม่ใช่ตะกั่วออกไซด์ โดยสามารถคำนวณได้จากสมการเคมี ดังนี้ <math>\text{CaO} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{CaCO}_3</math> และใช้วัสดุอื่นเพื่อผลิตไข่เยี่ยวม้าให้มีความคิดสร้างสรรค์ โดยค้นหาวิธีการผลิตให้ได้มากที่สุดร่วมกัน</p> <p>4) <b>ขั้นการตัดสินใจ (90 นาที) :</b> แต่ละกลุ่มเลือกวิธีการผลิตไข่เยี่ยวม้าที่เหมาะสมที่สุดจากการคำนึงข้อดีข้อเสีย ข้อจำกัดของแต่ละวิธี และลงมือตามที่ได้วางแผนไว้ได้ตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย นักเรียนบันทึกผลลงในใบบันทึกกิจกรรมและสมุดติดตามผลการดำเนินงานซึ่งจะบันทึกผลการสังเกตและปรับปรุงแก้ไข ปัญหาในระหว่างทำไข่เยี่ยวม้า</p> <p>5) <b>ขั้นสะท้อนผลลัพธ์ (30 นาที) :</b> ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำไข่เยี่ยวม้า และสรุปความรู้ว่านักเรียนสามารถใช้หลักการคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับมวลมาใช้ในการคำนวณปริมาณเบสที่ต้องใช้ในการผลิตไข่เยี่ยวม้าได้ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย จากนั้นครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสะท้อนผลการปฏิบัติหน้าที่ของแต่ละคน และการทำงานหน้าที่ของกลุ่มลงในวิดีโอและโพสต์ลงในกระดานที่ครูตั้งไว้ใน Google classroom</p> <p><b>การประเมิน :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูตรวจใบกิจกรรม</li> <li>2. ครูสังเกตและประเมินพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ</li> <li>3. ครูประเมินทักษะการนำเสนอ</li> <li>4. นักเรียนประเมินเจตคติในการเรียนเคมี</li> </ol>

## ตาราง 18 ลักษณะของกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

วงจรถูก 2	<p>แผนที่ 2 : การคำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้น</p> <p>กรณีศึกษา : บอยเลอร์ระเบิดที่โรงงานอาหารสัตว์สมุทรปราการ</p>
<p><b>ผลการเรียนรู้</b></p> <p>1. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้น</p> <p><b>จุดประสงค์การเรียนรู้ :</b></p> <p>1. นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นได้</p> <p>2. นักเรียนมีทักษะการนำเสนอผลงานในระดับดี</p> <p>3. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี</p> <p>4. นักเรียนมีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ 3 สมรรถนะย่อย ได้แก่ การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม</p> <p><b>สื่อและแหล่งเรียนรู้ :</b></p> <p>1. ใบกิจกรรม</p> <p>2. ใบความรู้ เรื่อง น้ำกระด้าง น้ำอ่อน และการปรุงแต่งคุณภาพน้ำให้เหมาะสมกับบอยเลอร์</p> <p>3. วิดีโอการสอนที่ผู้วิจัยเป็นผู้จัดการสอนบรรยายผ่าน Youtube 3 คลิปวิดีโอและโพสต์ลงใน Google classroom ได้แก่ 1) หลักการคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้น 2) ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย</p> <p>4. ใบรายชื่อสารเคมี</p> <p>5. อุปกรณ์และสารเคมี</p> <p>6. หนังสือเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม ม. 4 เล่ม 2 ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560</p> <p><b>รายละเอียดของสถานการณ์และเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา :</b></p> <p>เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปรับปรุงคุณภาพน้ำในบอยเลอร์ให้เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของบอยเลอร์และลดการสูญเสียค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง ซึ่งคุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับบอยเลอร์นั้นจะต้องมีคุณสมบัติ</p> <p>1) pH ต้องเหมาะสม อยู่ในช่วง pH 7-9 2) ต้องไม่เป็นน้ำกระด้าง 3) ต้องไม่มีออกซิเจน โดยผู้วิจัยได้จำลองเหตุการณ์โดยสมมติให้มีน้ำ 3 ชนิด ได้แก่ น้ำที่มีความกระด้างของไฮดรอกไซด์ <math>Ca^{2+}</math> ที่มาจากแคลเซียมคลอไรด์ (<math>CaCl_2</math>) เท่ากับ 0.1 โมลต่อลิตร และเตรียมน้ำที่มีความเข้มข้นของกรด (สมมติให้เป็นกรดไฮโดรคลอริก) HCl 0.2 โมลต่อลิตร และมีน้ำที่มีการละลายของแก๊สออกซิเจนสมมติให้มี <math>O_2</math> ละลายอยู่ 0.1 โมลต่อลิตร ดังนั้นนักเรียนในกลุ่มจะต้องหารือและร่วมกันออกแบบวิธีการทดลองเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับหม้อบอยเลอร์มากที่สุดทั้ง 3 คุณสมบัติให้ทันกับเวลาที่กำหนดให้</p>	



## ตาราง 18 (ต่อ)

วจรที่ 2	แผนที่ 2 : การคำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้น กรณีศึกษา : บอยเลอร์ระเบิดที่โรงงานอาหารสัตว์สมุทรปราการ
	การเรียนรู้นอกห้องเรียน
<p>กิจกรรม :</p> <p>1. <b>ขั้นการบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน</b> : นักเรียนชมวิดีโอการสอนที่ครูอัปเดตไว้ลงใน Google classroom วิดีโอแต่ละวิดีโอความยาวเฉลี่ย 3-4 นาที ได้แก่ เรื่อง หลักการคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้น และตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย</p> <p>2. <b>ขั้นการติดตามการทดสอบออนไลน์</b> : นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนที่ครูมอบหมาย จากนั้นนักเรียนส่งแบบฝึกหัดในกระดานส่งงานใน Google classroom จากนั้นครูตรวจแบบฝึกหัดและให้ผลสะท้อนการทำแบบฝึกหัดแก่นักเรียน</p> <p><b>การประเมิน :</b></p> <p>1. ครูตรวจแบบฝึกหัด</p>	<p>กิจกรรม :</p> <p>1. <b>ขั้นสรุปการเรียนรู้รู้นอกห้องเรียน (20 นาที)</b> : ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่นักเรียนได้ชมผ่านวิดีโอ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามสิ่งที่ยังไม่เข้าใจ จากนั้นครูใช้โจทย์ตัวอย่างที่แตกต่างจากในวิดีโอ 2-3 ข้อเพื่อทบทวนการแก้ปัญหาโจทย์</p> <p>2. <b>ขั้นการสอนบรรยายสั้น ๆ เกี่ยวกับกิจกรรม (20 นาที)</b> : ครูแนะนำลักษณะของกิจกรรมว่านักเรียนจะได้ออกแบบและหาแนวทางการแก้ไขตามสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ จากนั้นครูแบ่งกลุ่มนักเรียน (กลุ่มเดิม) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้วิดีโอ บอยเลอร์ระเบิดที่โรงงานย้อมผ้าที่สมุทรปราการ ครูซักถามว่านักเรียนรู้จักบอยเลอร์หรือไม่ ถ้ารู้จักบอยเลอร์ทำหน้าที่อะไร ทำไมบอยเลอร์ถึงเกิดการระเบิดได้ สาเหตุเกิดจากอะไรบ้าง ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย</p> <p>3. <b>ขั้นกิจกรรมการแก้ปัญหา ( 3 ชั่วโมง 20 นาที )</b> : นักเรียนอ่านสถานการณ์ในกรณีศึกษาที่ครูกำหนดให้ โดยฝึกแก้ปัญหาตามขั้นการศึกษาแบบกรณีศึกษา</p> <p>1) <b>ขั้นทบทวนปัญหา (20 นาที)</b> : นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาโดยร่วมกันสืบค้นข้อมูลและนำมาแลกเปลี่ยนร่วมกันภายในกลุ่ม</p> <p>2) <b>ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (20 นาที)</b> : แต่ละกลุ่มระบุปัญหา น้ำในบอยเลอร์ไม่บริสุทธิ์ เช่น มีความกระด้าง มี pH ไม่เหมาะสม มีออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำมากเกินไป สาเหตุของปัญหา คือ ไม่มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ หรือขาดความรู้เชิงปฏิบัติงานด้านความปลอดภัย ผลกระทบคือ บอยเลอร์ระเบิดสร้างความเสียหายแก่ชุมชนใกล้เคียง และสูญเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงบอยเลอร์ ผู้ได้รับผลกระทบคือ ชุมชนใกล้เคียง ผู้ประกอบการ</p>

## ตาราง 18 (ต่อ)

การเรียนรู้รู้นอกห้องเรียน	การเรียนรู้ในห้องเรียน
	<p>3) ชั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา (40 นาที) : แต่ละกลุ่มร่วมกันปรับปรุงคุณภาพน้ำในบอยเลอร์ เช่น</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การกำจัด <math>\text{CaCl}_2</math> 0.1 M นักเรียนอาจใช้ <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> ในการกำจัด โดยมีปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ดังนี้  <math display="block">\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{NaCl}</math>           ซึ่งจะได้ตะกอนแคลเซียมคาร์บอเนตให้ทำการกรองออก</li> <li>2. การปรับ pH ของสารละลายกรด <math>\text{HCl}</math> 0.2 M ทำได้โดยใช้ <math>\text{NaOH}</math> โดยมีปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ดังนี้  <math display="block">\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}</math>           จากนั้นใช้กระดาษลิตมัสตรวจสอบว่าน้ำมีสภาพเป็นกลาง (pH 7) แล้วหรือไม</li> <li>3. การกำจัด <math>\text{O}_2</math> 0.1 M ในน้ำ อาจทำได้โดยใช้  <math display="block">\text{NaHSO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}</math></li> </ol> <p>4) ชั้นการตัดสินใจ (90 นาที) : แต่ละกลุ่มแบ่งงานกันเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้มีคุณสมบัติตามเงื่อนไขที่กำหนดภายในเวลาที่จำกัดให้ได้มากที่สุด และลงมือตามที่ได้วางแผนไว้ตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย นักเรียนบันทึกผลลงในใบบันทึกกิจกรรมและสมุดติดตามผลการดำเนินงานโดยบันทึกผลการสังเกตและปรับปรุงแก้ไขคุณภาพน้ำ</p> <p>5) ชั้นสะท้อนผลลัพธ์ (30 นาที) : ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปรับปรุงคุณภาพน้ำ และสรุปความรู้ที่นักเรียนสามารถใช้หลักการคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลายมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสมกับบอยเลอร์ได้ จากนั้นครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสะท้อนผลการปฏิบัติหน้าที่ของแต่ละคน และการทำหน้าที่ของกลุ่มลงในวิดีโอและโพสต์ลงในกระดานที่ครูตั้งไว้ใน Google classroom</p> <p><b>การประเมิน :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูตรวจใบกิจกรรม</li> <li>2. ครูสังเกตและประเมินพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ</li> <li>3. ครูประเมินทักษะการนำเสนอ</li> <li>4. นักเรียนประเมินเจตคติในการเรียนเคมี</li> </ol>

### ตาราง 19 ลักษณะของกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

<p>วงจรถี 3</p>	<p>แผนที่ 3 : การคำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส กรณีศึกษา : ไม่กลัวเสียหายถ้ามีบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ..บรรจุภัณฑ์ยืดอายุเก็บรักษา</p>
<p><b>ผลการเรียนรู้</b></p>	
<p>1. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส</p>	
<p><b>จุดประสงค์การเรียนรู้ :</b></p>	
<p>1. นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊สได้ 2. นักเรียนมีทักษะการนำเสนอผลงานในระดับดี 3. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี 4. นักเรียนมีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ 3 สมรรถนะย่อย ได้แก่ การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม</p>	
<p><b>รายละเอียดของสถานการณ์และเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา :</b></p>	
<p>เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันหาวิธียืดอายุกล้วยหอมโดยใช้บรรจุภัณฑ์แอคทีฟโดยนักเรียนจะต้องช่วยกันยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอม โดยใช้อุปกรณ์และสารเคมีที่สามารถใช้ได้ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งบางฤดูจะประสบปัญหาน้ำท่วมที่อาจท่วมนาน ทำให้จำเป็นต้องตัดกล้วยหอมเพื่อขายทั้งหมดซึ่งคิดว่าไม่ขายเลย ผลที่ตามมาคือมีกล้วยหอมจำนวนมาก ซึ่งไม่อาจจำหน่ายให้หมดได้ทันเวลา ดังนั้นการชะลอการสุกของกล้วยหอมจึงจำเป็น ดังนั้นกลุ่มของนักเรียนต้องออกแบบบรรจุภัณฑ์แอคทีฟเพื่อช่วยยืดอายุกล้วยให้อยู่ได้นานขึ้นกว่าเดิม โดยสมมติให้กล้วยหอม 1 ลูกสามารถปลดปล่อยแก๊สเอทิลีนได้ 0.01 ลิตรที่สภาวะมาตรฐาน</p>	
<p><b>การเรียนรู้ในห้องเรียน</b></p>	<p><b>การเรียนรู้ในห้องเรียน</b></p>
<p><b>กิจกรรม :</b></p>	<p><b>กิจกรรม :</b></p>
<p>1. <b>ขั้นการบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน :</b> นักเรียนชมวิดีโอการสอนที่ครูอัปเดตไว้ลงใน Google classroom วิดีโอแต่ละวิดีโอความยาวเฉลี่ย 5-7 นาที ได้แก่ เรื่อง กฎของเกย์-ลุสแซก (Gay-Lussac's law) สมมติฐานของอาโวกาโดร (Avogadro's Hypothesis) และการคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี</p> <p>2. <b>ขั้นการติดตามการทดสอบออนไลน์ :</b> นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนที่ครูมอบหมาย จากนั้นนักเรียนส่งแบบฝึกหัดในกระดานส่งงานใน Google classroom จากนั้นครูตรวจแบบฝึกหัดและให้ผลสะท้อนการทำแบบฝึกหัดแก่นักเรียน</p>	<p>1. <b>ขั้นสรุปการเรียนรู้นอกห้องเรียน (20 นาที) :</b> ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่นักเรียนได้ชมผ่านวิดีโอ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามสิ่งที่ยังไม่เข้าใจ จากนั้นครูใช้โจทย์ตัวอย่างที่แตกต่างจากในวิดีโอ 2-3 ข้อเพื่อทบทวนการแก้ปัญหาโจทย์</p>
<p><b>การประเมิน :</b></p> <p>1. ครูตรวจแบบฝึกหัด</p>	<p>2. <b>ขั้นการสอนบรรยายสั้นๆเกี่ยวกับกิจกรรม (20 นาที) :</b> ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน (กลุ่มเดิม) ครูแนะนำลักษณะของกิจกรรมว่านักเรียนจะได้ออกแบบและหาแนวทางการแก้ไขตามสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ จากนั้นครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้วิดีโอที่เป็นข่าวเกี่ยวกับเกษตรกรชาดรายได้ มูลค่ากว่าล้านบาทเพราะน้ำท่วมสวนกล้วย ทำให้ชาวสวนต้องตัดกล้วยไปขายก่อน และกล้วยจำนวนมากไม่ทันขายได้หมดทำให้เกิดปัญหา จากนั้นครูซักถามว่า นักเรียนชอบกินกล้วยหรือไม่ นักเรียนรู้หรือไม่ว่ากล้วยสุกเกิดจากอะไร นักเรียนเคยเห็นกล้วยหอมในร้านสะดวกซื้อเซเว่น อีเลฟเว่นที่บรรจุในถุงที่เจาะรูหรือไม่ ทำไมต้องเจาะรู จน</p>



## ตาราง 19 (ต่อ)

วงจรที่ 3	แผนที่ 3 : การคำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส กรณีศึกษา : ไม่กลัวเสียหายถ้ามีบรรจุภัณฑ์แควคทีฟ..บรรจุภัณฑ์ยืดอายุเก็บรักษา
การเรียนรู้ในห้องเรียน	การเรียนรู้ในห้องเรียน
	<p>ได้คำตอบว่าการเจาะรูช่วยยืดอายุกล้วยหอมเพราะเป็นการทำให้แก๊สเอทิลีนถ่ายเท จึงทำให้กล้วยสุกช้าลง จากนั้นครูถามว่านักเรียนมีวิธีการอื่นหรือไม่ที่ช่วยทำให้กล้วยหอมยืดอายุออกไป และถามต่อว่านักเรียนรู้จักบรรจุภัณฑ์แควคทีฟหรือไม่ และมีหลักการทำงานอย่างไร ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย</p> <p>3. <b>ขั้นกิจกรรมการแก้ปัญหา ( 3 ชั่วโมง 20 นาที ) :</b> นักเรียนอ่านสถานการณ์ในกรณีศึกษาที่ครูกำหนดให้ โดยฝึกแก้ปัญหาตามขั้นการศึกษาแบบกรณีศึกษา</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>ขั้นทบทวนปัญหา (20 นาที) :</b> นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาโดยร่วมกันสืบค้นข้อมูลและนำมาแลกเปลี่ยนร่วมกันภายในกลุ่ม</li> <li>2) <b>ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (20 นาที) :</b> แต่ละกลุ่มระบุปัญหา ชาวสวนขายกล้วยหอมไม่ทันกับปริมาณกล้วยที่ล้นตลาด สาเหตุของปัญหา คือ น้ำท่วมสวนกล้วยหอมเป็นเวลานาน ผลกระทบคือ ขายกล้วยหอมไม่ทันกับความต้องการของตลาดอาจทำให้กล้วยเน่าเสียและไม่สามารถนำไปขายได้ ผู้ได้รับผลกระทบคือ ชาวสวนกล้วยหอม</li> <li>3) <b>ขั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา (40 นาที) :</b> แต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบบรรจุภัณฑ์แควคทีฟเพื่อช่วยยืดอายุของกล้วยหอมให้สุกช้าขึ้น เช่น ใช้ <math>\text{KMnO}_4</math> ในการกำจัดแก๊สเอทิลีน (<math>\text{C}_2\text{H}_4</math>) 0.01 ลิตรที่ STP โดยมีปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ดังนี้ <math>4\text{KMnO}_4 + \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow 2\text{K}_2\text{CO}_3 + 4\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}</math></li> <li>4) <b>ขั้นการตัดสินใจ (90 นาที) :</b> แต่ละกลุ่มแบ่งงานกันเพื่อออกแบบบรรจุภัณฑ์แควคทีฟ และลงมือตามที่ได้วางแผนไว้ตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย นักเรียนบันทึกผลลงในใบบันทึกกิจกรรมและสมุดติดตามผลการดำเนินงานซึ่งจะบันทึกผลการสังเกตและปรับปรุงแก้ไขปัญหาในระหว่างดูการสุกของกล้วยหอมเปรียบเทียบ</li> </ol>

## ตาราง 19 (ต่อ)

การเรียนรู้นอกห้องเรียน	การเรียนรู้ในห้องเรียน
	<p>กับที่ไม่ได้ใส่บรรจุภัณฑ์ สังเกตและบันทึกผล</p> <p>5) ชั้นสะท้อนผลลัพธ์ (30 นาที) : ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการยึดอายุกล้วยหอมโดยใช้บรรจุภัณฑ์ แอคทีฟ และสรุปความรู้นักเรียนสามารถใช้หลักการคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับความปริมาตรแก๊สมาใช้ในการยึดอายุการสุกของกล้วยหอมได้ จากนั้นครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสะท้อนผลการปฏิบัติหน้าที่ของแต่ละคน และการทำหน้าที่ของกลุ่มลงในวิดีโอและโพสต์ลงในกระดานที่ครูตั้งไว้ใน Google classroom</p> <p><b>การประเมิน :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ครูตรวจใบกิจกรรม</li> <li>2. ครูสังเกตและประเมินพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ</li> <li>3. ครูประเมินทักษะการนำเสนอ</li> <li>4. นักเรียนประเมินเจตคติในการเรียนเคมี</li> </ol>

## 2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใช้สำหรับสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ผู้สะท้อนผล ได้แก่ผู้วิจัยและครูพี่เลี้ยง 1 ท่าน เพื่อสะท้อนผลถึงข้อดีและข้อควรพัฒนา แลกเปลี่ยนมุมมองการสะท้อนเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ครั้งถัดไปของผู้วิจัย ลักษณะของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เป็นแบบเขียนอย่างอิสระตามหัวข้อที่กำหนด มีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

### 1. กำหนดหัวข้อและประเด็นสำคัญในการบันทึก ดังนี้

1.1 ด้านการจัดการเรียนรู้ : การจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดขึ้นส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือหรือไม่ เหตุใดท่านจึงคิดเช่นนั้น ข้อดี ข้อเสีย ปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างการจัดการเรียนรู้ แนวทางการแก้ไขปัญหา

#### 1.2 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

2. สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ โดยแบ่งออกเป็น การเรียนรู้นอกห้องเรียน และการเรียนรู้ในห้องเรียน ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom และกรณีศึกษา โดยการเรียนรู้นอกห้องเรียนประกอบด้วย 1) ขั้นตอนบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน 2) ขั้นตอนติดตามการทดสอบออนไลน์ และการเรียนรู้ในห้องเรียนประกอบด้วย 1) ขั้นสรุปการเรียนรู้นอกห้องเรียน 2) ขั้นการสอนบรรยายสั้นๆ

เกี่ยวกับกิจกรรม 3) ชั้นกิจกรรมการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย 1.1 ชั้นทบทวนปัญหา 1.2 ชั้นวิเคราะห์ปัญหา 1.3 ชั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา 1.4 ชั้นทำการตัดสินใจและ 1.5 ชั้นสะท้อนผลลัพธ์

3. นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยตรวจพิจารณา โดยปรับปรุงแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ควรเน้นที่การสะท้อนการจัดการเรียนรู้ว่านักเรียน แสดงพฤติกรรมอย่างไร สามารถส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้หรือไม่

4. นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุง แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วไปใช้จริง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ต่อไป

### 3. แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

ใช้เพื่อประเมินและจัดกลุ่มระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบเลือกตอบเชิงซ้อนและแบบเขียนตอบอิสระ ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ และสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้ง 3 สมรรถนะย่อย มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ในเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์เพื่อประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบทดสอบ

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการสร้างแบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

3. ศึกษาตัวอย่างและลักษณะแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ รวมถึงแนวทางการออกข้อสอบเพื่อประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เช่น แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015 ที่เป็นลักษณะข้อสอบในคอมพิวเตอร์แบบตัวเลือก 4 ตัวเลือก

4. สร้างแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยเป็นลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบเลือกตอบเชิงซ้อนและแบบเขียนตอบอิสระ เพื่อวัดในแต่ละสมรรถนะย่อย ทั้ง 3 สมรรถนะ จำนวน 12 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาเกณฑ์การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากเอกสารการประเมิน PISA 2015

4.2 กำหนดจุดประสงค์การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือให้สอดคล้องกับพฤติกรรมกรแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ทำการพัฒนาในระหว่างการจัดการเรียนรู้



4.3 กำหนดกรอบการวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยอิงจากนิยามของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในงานวิจัย

4.4 สร้างโครงของแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อนำมาทำเป็นแบบทดสอบ ดังตาราง 20

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและเนื้อหาปริมาณสารสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องบริบทของแบบทดสอบ

สมรรถนะย่อย	เนื้อหาปริมาณสารสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง	บริบท PISA	ลักษณะข้อสอบ	จำนวน (ข้อ)
<b>สถานการณ์ที่ 1 : แดกตัน สระว่ายน้ำโอลิมปิกเปลี่ยนเป็นสีเขียวกะทันหัน</b>				
<b>การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน</b>				
1. ค้นพบ มุมมองและ ความสามารถ ของสมาชิก ภายในกลุ่ม	- ปฏิริยาเคมี และสมการเคมี โดยร่วมกันอธิบายปฏิริยาเคมีของสารเคมีระหว่าง $H_2O_2$ และ $NaOCl$ ที่ใช้ฆ่าเชื้อโรคในสระว่ายน้ำ	<b>โครงเรื่องของปัญหา</b> ประเภทปัญหา : เอกฉันท์ของกลุ่ม ลักษณะ : ปัญหาสารานณะ เนื้อหา : วิทยาศาสตร์ <b>องค์ประกอบของกลุ่ม</b>	แบบเขียน ตอบอิสระ	1
2. แบ่งปันข้อมูล และทำความเข้าใจในปัญหา ร่วมกัน	$H_2O_2$ ที่เติมไปทำปฏิริยากับ $NaOCl$ หรือ คลอรีน ที่อยู่ในรูป โซเดียมไฮเปอร์คลอไรต์ ดังนั้นการที่ ผู้รับจ้างดูแลสระน้ำเทไฮโดรเจน	ขนาดกลุ่ม : 4 คน สถานะทีม : เพื่อน บทบาท : ไม่เหมือนกัน <b>ลักษณะเฉพาะของงาน</b>	แบบเขียน ตอบอิสระ	1
3. สื่อสาร ร่วมกันเพื่อระบุ ถึงปัญหา และ การดำเนินการ ภายในกลุ่ม	เปอร์ออกไซด์ลงไปจึงไปลดปริมาณ คลอรีนในน้ำทำให้น้ำในสระ กลายเป็นสีเขียว (สีเขียวของน้ำเป็น ผลจากการเติบโตของแบคทีเรียและ สาหร่าย) โดยใช้สมการเคมีในการ	รูปแบบ : ให้ข้อมูลไม่ครบ การให้ข้อมูล : ข้อมูลเปลี่ยนแปลงได้ การพึ่งพา : พึ่งพาผู้อื่นปานกลาง จุดมุ่งหมาย : สำเร็จด้วยกลุ่ม การแก้ปัญหา : สามารถแก้ปัญหาได้	แบบ เลือกตอบ เชิงซ้อน	1
4. ตรวจสอบ และแก้ไขความ เข้าใจร่วมกัน	อธิบาย ดังนี้ $H_2O_2 (aq) + NaOCl (aq) \rightarrow NaCl (aq) + H_2O (aq) + O_2 (g)$	ปานกลาง <b>การสื่อสารจากเนื้อเรื่อง</b> ตีความ : ตีความปัญหาได้ปานกลาง อ้างอิง : มีอ้างอิงที่น่าเชื่อถือสูง	แบบ เลือกตอบ 4 ตัวเลือก	1

## ตาราง 20 (ต่อ)

สมรรถนะย่อย	เนื้อหาปริมาณสารสัมพันธ์ ที่เกี่ยวข้อง	บริบท PISA	ลักษณะ ข้อสอบ	จำนวน (ข้อ)
		ความสามารถในการสื่อสาร แก้ปัญหา : มีความสามารถในการ แก้ปัญหาปานกลาง พื้นที่ปัญหา : ปัญหาไม่ชัดเจน		
<b>สถานการณ์ที่ 2 : ฝ่าวิกฤติน้ำมันแพง ลดปัญหามลพิษ ผลิต "ไบโอดีเซล" ใช้ในชุมชน</b>				
<b>การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา</b>				
5. ระบุแนวทาง การแก้ปัญหาที่ เหมาะสมในการ แก้ปัญหา	- ปฏิกริยาเคมี สมการเคมี และ การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยา เคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้น โดยสมาชิกกลุ่มร่วมทำการ	<b>โครงเรื่องของปัญหา</b> ประเภทปัญหา : เอกฉันท์ของกลุ่ม ลักษณะ : ปัญหาสาธารณะ เนื้อหา : วิทยาศาสตร์	แบบ เลือกตอบ 4 ตัวเลือก	1
6. ระบุและ อธิบายภาระ งานที่ต้องปฏิบัติ ให้เสร็จ	ทดสอบคุณภาพของไบโอดีเซล โดย คำนวณค่าความเป็นกรดจากปฏิกิริยา เคมีระหว่างเบส (KOH) และกรดใน น้ำมันไบโอดีเซลโดยวิธีการไทเทรต	<b>องค์ประกอบของกลุ่ม</b> ขนาดกลุ่ม : 4 คน สถานะทีม : เพื่อน บทบาท : ไม่เหมือนกัน	แบบเขียน ตอบอิสระ	1
7. ดำเนินการ ตามแผนที่วาง ไว้ร่วมกันตาม บทบาทหน้าที่ ของตนเอง	จากสูตรที่กำหนดให้ และรู้ว่าการ คำนวณปริมาณเบสที่ใช้สามารถนำไป บอกคุณภาพของไบโอดีเซลได้ โดย เทียบปริมาณเบสที่ใช้ในการไทเทรต กับกรดในน้ำมันไบโอดีเซลต่อกรัม	<b>ลักษณะเฉพาะของงาน</b> รูปแบบ : ให้ข้อมูลครบ การให้ข้อมูล : ข้อมูลคงที่ การพึ่งพา : พึ่งพาผู้อื่นปานกลาง จุดมุ่งหมาย : สำเร็จด้วยกลุ่ม	แบบเขียน ตอบอิสระ	1
8. ตรวจสอบผล ของการ ดำเนินการและ ประเมิน ความสำเร็จใน การแก้ปัญหา	น้ำหนักไบโอดีเซล จากนั้นนำไปเทียบ กับเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อบอกว่า น้ำมันไบโอดีเซลมีคุณภาพหรือไม่	การแก้ปัญหา : สามารถแก้ปัญหาได้ ปานกลาง <b>การสื่อสารจากเนื้อเรื่อง</b> ตีความ : ตีความปัญหาได้ปานกลาง อ้างอิง : มีอ้างอิงที่น่าเชื่อถือสูง ความสามารถในการสื่อสาร แก้ปัญหา : มีความสามารถในการ แก้ปัญหาปานกลาง พื้นที่ปัญหา : ปัญหาไม่ชัดเจน บทบาท : ไม่เหมือนกัน	แบบเขียน ตอบอิสระ	1

## ตาราง 20 (ต่อ)

สมรรถนะย่อย	เนื้อหาปริมาณสารสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง	บริบท PISA	ลักษณะข้อสอบ	จำนวนข้อสอบ
<b>สถานการณ์ที่ 3 : ความบวมตุ้งกิมจิ ทำไมตุ้งกิมจิถึงบวม เสียหรือป่าว? ทานได้มั๊ย? มันจะระเบิดมั๊ย?</b>				
<b>การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม</b>				
9. เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและของสมาชิกกลุ่ม	- ปฏิริยาเคมี สมการเคมี และการคำนวณปริมาณสารในปฏิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส	<b>โครงเรื่องของปัญหา</b> ประเภทปัญหา : เอกฉันท์ของกลุ่ม ลักษณะ : ปัญหาสาธารณะ	แบบเขียน ตอบอิสระ	1
10. ปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้	โดยสมาชิกกลุ่มร่วมกัน ผลิตวัสดุดูดซับแก๊ส	<b>องค์ประกอบของกลุ่ม</b> ขนาดกลุ่ม : 4 คน	แบบเขียน ตอบอิสระ	1
11. อธิบายและประพุดติดตามระเบียบของกลุ่มที่ตั้งไว้	คาร์บอนไดออกไซด์ให้กับตุ้งกิมจิ โดยใช้สมการเคมี และหลักการเรื่องการค้าคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊สในการ	สถานที่ที่ม : เพื่อน บทบาท : ไม่เหมือนกัน <b>ลักษณะเฉพาะของงาน</b> รูปแบบ : ให้ข้อมูลไม่ครบ	แบบเขียน ตอบอิสระ	1
12. ตรวจสอบ สะท้อนผลและเสนอข้อปรับปรุงการจัดการในกลุ่มและหน้าที่ของสมาชิก เพื่อเป็นข้อปรับปรุงในการทำงานร่วมกัน	ผลิตและใช้สมการเคมีในการอธิบาย เช่น ใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในการดูดซับแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ ดังปฏิริยาเคมี ดังนี้ $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	การให้ข้อมูล : ข้อมูลเปลี่ยนแปลงได้ การพึ่งพา : พึ่งพาผู้อื่นปานกลาง จุดมุ่งหมาย : สำเร็จด้วยกลุ่ม การแก้ปัญหา : สามารถแก้ปัญหาได้ปานกลาง <b>การสื่อสารจากเนื้อเรื่อง</b> ตีความ : ตีความปัญหาได้ปานกลาง ข้างอิง : มีข้างอิงที่น่าเชื่อถือสูง ความสามารถในการสื่อสาร แก้ปัญหา : มีความสามารถในการแก้ปัญหาปานกลาง พื้นที่ปัญหา : ปัญหาไม่ชัดเจน	แบบ เลือกตอบ 4 ตัวเลือก	1



4.5 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในการทำแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนรูปรีด (0-2) ดังนี้

0 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนมีระดับสมรรถนะย่อยนั้นในระดับต่ำ

1 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนมีระดับสมรรถนะย่อยนั้นในระดับกลาง

2 คะแนน หมายถึง ผู้เรียนมีระดับสมรรถนะย่อยนั้นในระดับสูง

4.6 นำแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยเพื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย ปรับความสอดคล้องของเนื้อหา ปริมาณสารสนเทศ กับสมรรถนะย่อยที่จะประเมินด้วย ออกแบบการประเมินให้สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินของ PISA 2015

4.7 นำแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คนที่ได้ระบุไว้ข้างต้น ตรวจสอบความเที่ยงตรง ความเหมาะสมของสถานการณ์และภาษาที่ใช้ และหาค่าดัชนีด้านความสอดคล้องระหว่างข้อทดสอบแต่ละข้อกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด โดยให้เกณฑ์ในการตรวจพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ตามกรอบการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015 ซึ่งมีเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

ให้คะแนน +1 ถ้าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับสมรรถนะย่อยการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับสมรรถนะย่อยการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ให้คะแนน -1 ถ้าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับสมรรถนะย่อยการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

ให้นำผลคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC (Index of item objective congruence) ตามสูตรของโรบินเนลลีและแฮมเบิลตัน ซึ่งมีสูตรการคำนวณ ดังนี้ (Rovinelli and Hambleton, 1997 อ้างถึงในสมชาย วรภิเษมสกุล, 2554, หน้า 269)

$$IOC = \sum R / N$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$  คือ ผลรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป เพราะถือว่าข้อสอบที่มีค่าคะแนนต่ำสุดที่ยอมรับได้เท่ากับ 0.5 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือพบว่าในแบบทดสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่

ที่ 0.67-1 ซึ่งมีความสอดคล้องผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

4.8 ทำการปรับปรุงแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับเนื้อหาความรู้เกี่ยวกับปริมาณสารสัมพันธ์ให้เหมาะสมกับผลการเรียนรู้และระดับความสามารถของนักเรียน

4.9 นำแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแล้วไปใช้กับผู้เข้าร่วมวิจัย

#### 4. แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

เป็นแบบสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรมของนักเรียนร่วมกับเพื่อนๆ สมาชิกในกลุ่ม โดยจุดบันทึกจากการสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant Observation) ซึ่งผู้วิจัยจะเข้าไปมีส่วนร่วมในเหตุการณ์หรือกิจกรรมนั้นๆ และบันทึกพฤติกรรมของนักเรียน 3 ประเด็นหลักๆ ดังนี้

- 1) ด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน แบ่งออกเป็น ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกภายในกลุ่ม แบ่งปันข้อมูล และทำความเข้าใจในปัญหาร่วมกัน สื่อสารร่วมกันเพื่อระบุถึงปัญหา และการดำเนินการภายในกลุ่ม ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจร่วมกัน
- 2) ด้านการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา แบ่งออกเป็น ระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จ ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง และตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา และ 3) ด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม แบ่งออกเป็น เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองเพื่อแก้ปัญหา ดำเนินการตามขั้นตอน เพื่อให้สมาชิกในทีมทำหน้าที่ของตนตามภาระงาน ปฏิบัติตามกฎที่มีร่วมกัน และตรวจสอบ สะท้อนผลและเสนอข้อปรับปรุงการจัดการในกลุ่ม และหน้าที่ของสมาชิก มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร หนังสือ ตำรา การสร้างแบบวัดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

2. สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนมีลักษณะเป็นแบบเขียนอย่างอิสระตามหัวข้อที่กำหนดตามสมรรถนะย่อยที่สังเกต และหากมีประเด็นเพิ่มเติมผู้วิจัยจะเขียนบันทึกลงในแบบสังเกต

3. สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ที่สอดคล้องกับการประเมินตามการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยกำหนดสมรรถนะย่อยที่จะประเมิน และกำหนดเกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่มีการแบ่งระดับสมรรถนะของนักเรียนแต่ละกลุ่มออกเป็นระดับต่ำ กลาง และสูง ดังตาราง 21

## ตาราง 21 เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

รายการประเมิน พฤติกรรมของ ผู้เรียน	ระดับ		
	สูง	กลาง	ต่ำ
<b>สมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน</b>			
1.1 ค้นพบมุมมองและ ความสามารถของ สมาชิกภายในกลุ่ม	สมาชิกทุกคนสามารถพบ ความสามารถเพิ่มเติม ประสบการณ์เดิมหรือมุมมอง ของสมาชิกในกลุ่มได้ตาม ความสามารถของคณนั้น นอกเหนือจากหน้าที่ที่ทุกคน ร่วมกันวางแผนไว้	สมาชิกมากกว่าครึ่งกลุ่ม สามารถพบความสามารถ เพิ่มเติมประสบการณ์เดิมหรือ มุมมองของสมาชิกในกลุ่มได้ ตามความสามารถของคณนั้น นอกเหนือจากหน้าที่ที่ทุกคน ร่วมกันวางแผนไว้	สมาชิกน้อยกว่าครึ่งกลุ่มพบ ความสามารถเพิ่มเติม ประสบการณ์เดิมหรือมุมมอง ของสมาชิกในกลุ่มได้ตาม ความสามารถของคณนั้น นอกเหนือจากหน้าที่ที่ทุกคน ร่วมกันวางแผนไว้
1.2 แบ่งปันข้อมูล และ ทำความเข้าใจใน ปัญหาาร่วมกัน	สมาชิกทุกคนแบ่งปันข้อมูล ของแต่ละคนร่วมกัน รวมถึง สื่อสารร่วมกันเพื่อระบุ และทำ ความเข้าใจกับปัญหา สอดคล้องกับที่ผู้สอน กำหนดให้	สมาชิกมากกว่าครึ่งกลุ่ม แบ่งปันข้อมูลของแต่ละคน ร่วมกัน รวมถึงสื่อสารร่วมกัน เพื่อระบุ และทำความเข้าใจกับ ปัญหาสอดคล้องกับที่ผู้สอน กำหนดให้	สมาชิกน้อยกว่าครึ่งกลุ่ม แบ่งปันข้อมูลของแต่ละคน ร่วมกัน รวมถึงสื่อสารร่วมกัน เพื่อระบุ และทำความเข้าใจกับ ปัญหาสอดคล้องกับที่ผู้สอน กำหนดให้
1.3 สื่อสารร่วมกันเพื่อ ระบุถึงปัญหา และการ ดำเนินการภายในกลุ่ม	สมาชิกทุกคนร่วมกันสื่อสาร พูดคุยแลกเปลี่ยนถึงปัญหาที่ ผู้สอนกำหนดว่าคืออะไร และ ร่วมกันระบุวิธีการดำเนินงานที่ สอดคล้องเพื่อใช้ในการ แก้ปัญหาได้	สมาชิกมากกว่าครึ่งกลุ่ม ร่วมกันสื่อสารพูดคุย แลกเปลี่ยนถึงปัญหาที่ผู้สอน กำหนดว่าคืออะไร และร่วมกัน ระบุวิธีการดำเนินงานที่ สอดคล้องเพื่อใช้ในการ แก้ปัญหาได้	สมาชิกน้อยกว่าครึ่งกลุ่ม ร่วมกันสื่อสารพูดคุย แลกเปลี่ยนถึงปัญหาที่ผู้สอน กำหนดว่าคืออะไร และร่วมกัน ระบุวิธีการดำเนินงานที่ สอดคล้องเพื่อใช้ในการ แก้ปัญหาได้
1.4 ตรวจสอบและ แก้ไขความเข้าใจ ร่วมกัน	สมาชิกทุกคนร่วมกันพูดคุย สื่อสารอภิปราย เพื่อตรวจสอบ ความเข้าใจร่วมกัน และ สามารถแก้ไขปัญหาร่วมกัน เมื่อเกิดความไม่เข้าใจภายใน กลุ่ม	สมาชิกมากกว่าครึ่งกลุ่ม ร่วมกันพูดคุย สื่อสารอภิปราย เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ร่วมกันและสามารถแก้ไข ปัญหาร่วมกันเมื่อเกิดความไม่ เข้าใจภายในกลุ่ม	สมาชิกน้อยกว่าครึ่งกลุ่ม ร่วมกันพูดคุย สื่อสารอภิปราย เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ร่วมกันและสามารถแก้ไข ปัญหาร่วมกันเมื่อเกิดความไม่ เข้าใจภายในกลุ่ม



## ตาราง 21 (ต่อ)

รายการประเมิน พฤติกรรมของ ผู้เรียน	ระดับ		
	สูง	กลาง	ต่ำ
<b>สมรรถนะเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา</b>			
2.1 ระบุแนวทางการ แก้ปัญหาที่ เหมาะสมในการ แก้ปัญหา	สมาชิกทุกคนร่วมกันอภิปราย เพื่อระบุหาแนวทางที่เหมาะสม ที่ใช้ในการแก้ปัญหาร่วมกัน รวมถึงเมื่อมีข้อโต้แย้งก็สามารถ อธิบายได้อย่างมีเหตุผล และ ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น	สมาชิกมากกว่าครึ่งกลุ่มร่วมกัน อภิปรายเพื่อระบุหาแนวทางที่ เหมาะสมที่ใช้ในการแก้ปัญหา ร่วมกัน รวมถึงเมื่อมีข้อโต้แย้งก็ สามารถอธิบายได้อย่างมี เหตุผล และยอมรับความ คิดเห็นของผู้อื่น	สมาชิกน้อยกว่าครึ่งกลุ่มร่วมกัน อภิปรายเพื่อระบุหาแนวทางที่ เหมาะสมที่ใช้ในการแก้ปัญหา ร่วมกัน รวมถึงเมื่อมีข้อโต้แย้งก็ สามารถอธิบายได้อย่างมี เหตุผล และยอมรับความ คิดเห็นของผู้อื่น
2.2 ระบุและอธิบาย ภาระงานที่ต้อง ปฏิบัติให้เสร็จ	สมาชิกทุกคนสามารถระบุ อธิบายและเข้าใจขั้นตอนในการ ปฏิบัติงานเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จ ได้	สมาชิกมากกว่าครึ่งกลุ่ม สามารถระบุ อธิบายและเข้าใจ ขั้นตอนในการปฏิบัติงานเพื่อให้ บรรลุผลสำเร็จได้	สมาชิกน้อยกว่าครึ่งกลุ่มระบุ อธิบายและเข้าใจขั้นตอนในการ ปฏิบัติงานเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จ ได้
2.3 ดำเนินการตาม แผนที่วางไว้ร่วมกัน ตามบทบาทหน้าที่ ของตนเอง	สมาชิกทุกคนร่วมกันพูดคุย สื่อสาร เพื่อวางแผนดำเนินงาน รวมทั้งผลงานที่กลุ่มตนเองจะ ร่วมกันสร้าง	สมาชิกมากกว่าครึ่งกลุ่มร่วมกัน พูดคุย สื่อสาร เพื่อวางแผน ดำเนินงาน รวมทั้งผลงานที่กลุ่ม ตนเองจะร่วมกันสร้าง	สมาชิกน้อยกว่าครึ่งกลุ่มร่วมกัน พูดคุย สื่อสาร เพื่อวางแผน ดำเนินงาน รวมทั้งผลงานที่กลุ่ม ตนเองจะร่วมกันสร้าง
2.4 ตรวจสอบผล ของการดำเนินการ และประเมิน ความสำเร็จในการ แก้ปัญหา	สมาชิกในกลุ่มสามารถ ตรวจสอบผลการดำเนินงาน อย่างสม่ำเสมอสอดคล้องกับ เป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ และ สามารถประเมินความสำเร็จ ของงานได้ว่าสอดคล้องกับ เป้าหมายที่ตั้งไว้ได้	สมาชิกมากกว่าครึ่งกลุ่ม สามารถตรวจสอบผลได้ บางครั้งว่าการดำเนินงาน สอดคล้องกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ หรือไม่ และประเมินความสำเร็จ ของงานได้ว่าสอดคล้องกับ เป้าหมายที่ตั้งไว้ได้บางครั้ง	สมาชิกน้อยกว่าครึ่งกลุ่ม ตรวจสอบผลได้บางครั้งว่าการ ดำเนินงานสอดคล้องกับ เป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ และ ประเมินความสำเร็จของงานได้ ว่าสอดคล้องกับเป้าหมายที่ตั้ง ไว้ได้บางครั้ง
<b>สมรรถนะสร้างและรักษาระเบียบกลุ่ม</b>			
3.1 เข้าใจบทบาท หน้าที่ของตนเองเพื่อ แก้ปัญหา	สมาชิกทุกคนสามารถแบ่ง บทบาทหน้าที่ของทุกคนได้ตาม ความสามารถของแต่ละคนและ ระบุบทบาทหน้าที่ของตนเองและ ของสมาชิก	สมาชิกมากกว่าครึ่งกลุ่ม สามารถแบ่งบทบาทหน้าที่ของ ทุกคนได้ตามความสามารถของ แต่ละคนและระบุบทบาทหน้าที่ ของตนเองและของสมาชิก	สมาชิกน้อยกว่าครึ่งกลุ่มแบ่ง บทบาทหน้าที่ของทุกคนได้ตาม ความสามารถของแต่ละคนและ ระบุบทบาทหน้าที่ของตนเองและ ของสมาชิก

## ตาราง 21 (ต่อ)

รายการประเมิน พฤติกรรมของ ผู้เรียน	ระดับ		
	สูง	กลาง	ต่ำ
<b>สมรรถนะสร้างและรักษาระเบียบกลุ่ม</b>			
3.2 ดำเนินการตาม ขั้นตอน เพื่อให้สมาชิก ในทีมทำหน้าที่ของตน ตามภาระงาน	สมาชิกทุกคนมีความรับผิดชอบ ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ตนได้รับ มอบหมายอย่างตั้งใจและเสร็จ ภายในเวลาที่วางแผนไว้	สมาชิกมากกว่าครึ่งกลุ่มมี ความรับผิดชอบปฏิบัติงาน ตามหน้าที่ที่ตนได้รับ มอบหมายอย่างตั้งใจและ เสร็จภายในเวลาที่วางแผนไว้	สมาชิกน้อยกว่าครึ่งกลุ่มมี ความรับผิดชอบปฏิบัติงาน ตามหน้าที่ที่ตนได้รับ มอบหมายอย่างตั้งใจและ เสร็จภายในเวลาที่วางแผนไว้
3.3 ปฏิบัติตามกฎหมายที่มี ร่วมกัน	สมาชิกทุกคนสามารถปฏิบัติตาม กฎหมายกลุ่มที่ตั้งไว้ได้	สมาชิกมากกว่าครึ่งกลุ่ม สามารถปฏิบัติตามกฎหมายของ กลุ่มที่ตั้งไว้ได้	สมาชิกน้อยกว่าครึ่งกลุ่ม ปฏิบัติตามกฎหมายกลุ่มที่ตั้งไว้ ได้
3.4 ตรวจสอบ สะท้อน ผลและเสนอข้อ ปรับปรุงการจัดการใน กลุ่ม และหน้าที่ของ สมาชิก	สมาชิกในกลุ่มสามารถรายงาน ปัญหาที่เกิดจากตนเองหรือจาก สมาชิกคนอื่นได้ และสามารถ ร่วมกันวางแผนหรือปรับเปลี่ยน หน้าที่ในการทำงานร่วมกันเมื่อ เกิดปัญหาอุปสรรค เพื่อป้องกันข้อ ขัดแย้งที่จะเกิดขึ้นภายในกลุ่ม	สมาชิกมากกว่าครึ่งกลุ่ม สามารถรายงานปัญหาที่เกิด จากตนเองหรือจากสมาชิก คนอื่นได้ และสามารถร่วมกัน วางแผนหรือปรับเปลี่ยน หน้าที่ในการทำงานร่วมกัน เมื่อเกิดปัญหาอุปสรรค เพื่อ ป้องกันข้อขัดแย้งที่จะเกิดขึ้น ภายในกลุ่ม	สมาชิกน้อยกว่าครึ่งกลุ่ม รายงานปัญหาที่เกิดจาก ตนเองหรือจากสมาชิกคนอื่น ได้ และสามารถร่วมกัน วางแผนหรือปรับเปลี่ยน หน้าที่ในการทำงานร่วมกัน เมื่อเกิดปัญหาอุปสรรค เพื่อ ป้องกันข้อขัดแย้งที่จะเกิดขึ้น ภายในกลุ่ม

4. นำแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยเพื่อตรวจสอบถึงความสอดคล้องและความเหมาะสมของแบบสังเกตปรับปรุงและแก้ไขแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือให้มีความสอดคล้องและเหมาะสมตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย

5. นำแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือไปใช้สังเกตพฤติกรรมของผู้เข้าร่วมวิจัย

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เข้าร่วมวิจัยให้เข้าใจ

2. ผู้วิจัยจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน จำนวน 3 แผนเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

3. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลโดยภาพรวมทั้งหมด ไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนการหาคุณภาพของข้อมูล ดังตาราง 22

ตาราง 22 การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

เครื่องมือ	ระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้		
	วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
แบบ	การเรียนรู้นอกห้องเรียน:	การเรียนรู้นอกห้องเรียน:	การเรียนรู้นอกห้องเรียน:
สะท้อน	ผู้วิจัยบันทึก	ผู้วิจัยบันทึก	ผู้วิจัยบันทึก
ผลการ	1. พฤติกรรมการเข้าชมวิดีโอการ	1. พฤติกรรมการเข้าชมวิดีโอการ	1. พฤติกรรมการเข้าชมวิดีโอการ
จัดการ	สอนของนักเรียน	สอนของนักเรียน	สอนของนักเรียน
เรียนรู้	หลังจากโพสต์วิดีโอทันที	หลังจากโพสต์วิดีโอทันที	หลังจากโพสต์วิดีโอทันที
	2. ผลการส่งและการทำแบบฝึกหัด	2. ผลการส่งและการทำแบบฝึกหัด	2. ผลการส่งและการทำแบบฝึกหัด
	ของนักเรียนเป็นรายบุคคลหลังจาก	ของนักเรียนเป็นรายบุคคลหลังจาก	ของนักเรียนเป็นรายบุคคลหลังจาก
	โพสต์วิดีโอทันที	โพสต์วิดีโอทันที	โพสต์วิดีโอทันที
	การเรียนรู้ในห้องเรียน:	การเรียนรู้ในห้องเรียน:	การเรียนรู้ในห้องเรียน:
	ผู้วิจัยบันทึก	ผู้วิจัยบันทึก	ผู้วิจัยบันทึก
	1. พฤติกรรมของนักเรียนในระหว่าง	1. พฤติกรรมของนักเรียนในระหว่าง	1. พฤติกรรมของนักเรียนในระหว่าง
	การทำกิจกรรมในห้องเรียนไป	การทำกิจกรรมในห้องเรียนไป	การทำกิจกรรมในห้องเรียนไป
	พร้อมๆกับการสอนของตนเอง	พร้อมๆกับการสอนของตนเอง	พร้อมๆกับการสอนของตนเอง
	2. พฤติกรรมที่แสดงออกถึง	2. พฤติกรรมที่แสดงออกถึง	2. พฤติกรรมที่แสดงออกถึง
	สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ	สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ	สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
	ไปพร้อมๆกับการสอนของตนเอง	ไปพร้อมๆกับการสอนของตนเอง	ไปพร้อมๆกับการสอนของตนเอง



## ตาราง 22 (ต่อ)

เครื่องมือ	ระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้		
	วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
	<p>หลังการเรียนรู้ในห้องเรียน:</p> <p>1. ผู้วิจัยนำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ให้ครูที่เลี้ยงสะท้อนผลร่วม เพื่อประเมิน และปรึกษาเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในวงจรปฏิบัติการถัดไป</p>	<p>หลังการเรียนรู้ในห้องเรียน:</p> <p>1. ผู้วิจัยนำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ให้ครูที่เลี้ยงสะท้อนผลร่วม เพื่อประเมิน และปรึกษาเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในวงจรปฏิบัติการถัดไป</p>	<p>หลังการเรียนรู้ในห้องเรียน:</p> <p>1. ผู้วิจัยนำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ให้ครูที่เลี้ยงสะท้อนผลร่วม เพื่อประเมิน และปรึกษาเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในวงจรปฏิบัติการถัดไป</p>
แบบสังเกต	การเรียนรู้ในห้องเรียน:	การเรียนรู้ในห้องเรียน:	การเรียนรู้ในห้องเรียน:
พฤติกรรม	-	-	-
แก้ปัญหา	การเรียนรู้ในห้องเรียน:	การเรียนรู้ในห้องเรียน:	การเรียนรู้ในห้องเรียน:
แบบร่วมมือ	ผู้วิจัยบันทึก	ผู้วิจัยบันทึก	ผู้วิจัยบันทึก
	<p>1. พฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรมที่แสดงออกถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรายกลุ่ม โดยจัดระดับสมรรถนะตามเกณฑ์</p>	<p>1. พฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรมที่แสดงออกถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรายกลุ่ม โดยจัดระดับสมรรถนะตามเกณฑ์</p>	<p>1. พฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรมที่แสดงออกถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรายกลุ่ม โดยจัดระดับสมรรถนะตามเกณฑ์</p>
	<p>หลังการเรียนรู้ในห้องเรียน: นำข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้งหมด 7 กลุ่มมาวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือแบบร่วมมือต่อไปหลังจบการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 1</p>	<p>หลังการเรียนรู้ในห้องเรียน: นำข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้งหมด 7 กลุ่มมาวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือต่อไปหลังจบการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2</p>	<p>หลังการเรียนรู้ในห้องเรียน: นำข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้งหมด 7 กลุ่มมาวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือต่อไปหลังจบการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 3</p>
	<p>การเรียนรู้ในห้องเรียน:</p> <p>-</p>	<p>การเรียนรู้ในห้องเรียน:</p> <p>-</p>	<p>การเรียนรู้ในห้องเรียน:</p> <p>-</p>

ตาราง 22 (ต่อ)

เครื่องมือ	ระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้		
	วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
ใบกิจกรรม	<p>การเรียนรู้ในห้องเรียน: ผู้วิจัยนำผลการบันทึกกิจกรรมลงในใบกิจกรรม ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม (นักเรียนแต่ละกลุ่มเป็นผู้บันทึก) เพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรายกลุ่ม</p> <p>หลังการเรียนรู้ในห้องเรียน: นำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมทั้งหมดมาวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้ง 7 กลุ่มโดยจัดระดับสมรรถนะตามเกณฑ์การประเมินสูง กลาง ต่ำ ต่อไปหลังจบการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 1</p>	<p>การเรียนรู้ในห้องเรียน: ผู้วิจัยนำผลการบันทึกกิจกรรมลงในใบกิจกรรม ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม (นักเรียนแต่ละกลุ่มเป็นผู้บันทึก) เพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรายกลุ่ม</p> <p>หลังการเรียนรู้ในห้องเรียน: นำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมทั้งหมดมาวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้ง 7 กลุ่มโดยจัดระดับสมรรถนะตามเกณฑ์การประเมินสูง กลาง ต่ำ ต่อไปหลังจบการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2</p>	<p>การเรียนรู้ในห้องเรียน: ผู้วิจัยนำผลการบันทึกกิจกรรมลงในใบกิจกรรม ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม (นักเรียนแต่ละกลุ่มเป็นผู้บันทึก) เพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือรายกลุ่ม</p> <p>หลังการเรียนรู้ในห้องเรียน: นำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมทั้งหมดมาวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้ง 7 กลุ่มโดยจัดระดับสมรรถนะตามเกณฑ์การประเมินสูง กลาง ต่ำ ต่อไปหลังจบการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 3</p>
<b>หลังจากการดำเนินการจัดการเรียนรู้</b>			
แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ	<p>ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลการแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนเป็นรายบุคคลทั้งหมด 28 คน หลังจากสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3 ทันทที แล้วนำข้อมูลไปแบ่งกลุ่มระดับสมรรถนะสูง กลาง ต่ำ เพื่อนำไปสรุปผลการส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ได้จากการจัดการเรียนรู้</p>		

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ แบ่งเป็น 2 ส่วน ในการตอบคำถามวิจัยทั้ง 2 ข้อ คือ 1) เพื่อปรับปรุงและพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ 2) วิเคราะห์การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนหลังจากจัดการเรียนรู้ และ 3) การวิเคราะห์การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับปรุงและพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ โดยแหล่งที่มาของข้อมูลได้มาจาก แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูพี่เลี้ยง มีการวิเคราะห์ผลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ดังนี้

1.1 อ่านสิ่งที่ผู้สะท้อนได้บันทึกลงไปในรูปแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วยประเด็นต่าง ๆ ตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น

1.2 จัดระเบียบข้อมูล กำหนดรหัสข้อมูล โดยกำหนดคำหลักและความหมาย เพื่อใช้แทนข้อความของผู้สะท้อนผลลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

1.3 เขียนข้อสรุปชั่วคราว โดยเชื่อมโยงคำหลักที่ได้กำหนดรหัสไว้ จากนั้นเขียนข้อสรุปให้มีความสัมพันธ์กันและเป็นหมวดหมู่เดียวกัน

1.4 สร้างบทสรุปข้อมูลจากข้อสรุปชั่วคราวเพื่อนำมาซึ่งรูปแบบหรือข้อสรุปของแนวทางการจัดการเรียนรู้เป็นลักษณะความเรียง โดยสรุปเป็น 3 ส่วน คือ จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

1.5 นำข้อสรุปดังกล่าวไปให้ครูที่เป็นครูพี่เลี้ยงตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์นั้นสอดคล้องกับสิ่งที่ผู้สะท้อนได้เขียนหรือไม่ โดยตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีสามเส้า (Triangulation) แบบ Resource triangulation โดยนำข้อมูลการสะท้อนผลที่ได้จากตัวผู้วิจัยและครูพี่เลี้ยงมาทำการวิเคราะห์และพิจารณาถึงผลของการดำเนินงานว่าให้ข้อมูลในประเด็นที่ตรงกันหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ หากข้อมูลที่ได้มานั้นมาจากแหล่งข้อมูลที่ต่างกัน แต่ให้ผลในประเด็นที่เหมือนกัน และได้มาจากการใช้เครื่องมือเดียวกัน จะแสดงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และนั่นหมายถึงการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยมีความสอดคล้องต่อการส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจะส่งผลให้ผลของการวิจัยมีความน่าเชื่อถือ (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557)

1.6 นำสรุปภาพรวมของการจัดการเรียนรู้ ที่ได้จากผลการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ว่าควรมีการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้นเป็นอย่างไร บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขแนวทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในวงรอบครั้งต่อไป

2. การวิเคราะห์การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยแหล่งที่มาของข้อมูลได้จาก 1) แบบสังเกตพฤติกรรมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และ 2) ใบกิจกรรม โดยวิเคราะห์ผลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน



2.1.1 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน ซึ่งได้จากการสังเกตของผู้วิจัยในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม

2.1.2 จัดระเบียบข้อมูล กำหนดรหัสข้อมูล โดยกำหนดคำหลักและความหมายแทนสมรรถนะย่อยการแก้ปัญหาแบบร่วมมือต่างๆ โดยมีรหัสสมรรถนะย่อย ดังนี้

A1 = ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกภายในกลุ่ม A2 = ระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา A3 = เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและของสมาชิกกลุ่ม B1 = แบ่งปันข้อมูล และทำความเข้าใจในปัญหาร่วมกัน B2 = ระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จ B3 = ปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้ C1 = สื่อสารร่วมกันเพื่อระบุถึงปัญหา และการดำเนินการภายในกลุ่ม C2 = ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง C3 = อธิบายและประจักษ์ตนตามระเบียบของกลุ่มที่ได้ตั้งไว้ D1 = ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจร่วมกัน D2 = ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา และ D3 = ตรวจสอบ สะท้อนผลและเสนอข้อปรับปรุงการจัดการในกลุ่มและหน้าที่ของสมาชิก เพื่อเป็นข้อปรับปรุงในการทำงานร่วมกัน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้กำหนดรหัสแทนตัวนักเรียนและกลุ่มของนักเรียน โดย S แทน นักเรียนเป็นรายบุคคล G แทน กลุ่มของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 7 กลุ่ม ได้แก่ G1-G7

2.1.3 เขียนข้อสรุปชั่วคราว โดยเชื่อมโยงคำหลักที่ได้กำหนดรหัสไว้ จากนั้นเขียนข้อสรุปให้มีความสัมพันธ์กันและเป็นหมวดหมู่เดียวกัน

2.1.4 เขียนสรุปจากข้อสรุปชั่วคราวที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้านี้ โดยให้มีความเชื่อมโยงเป็นความเรียง โดยสรุปเป็น 12 สมรรถนะย่อย ว่านักเรียนแต่ละกลุ่มมีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับต่ำ กลาง หรือสูง โดยพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

2.1.5 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรม ทำการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจสอบองค์ประกอบย่อยของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและกำหนดรหัสแทนสมรรถนะย่อยการแก้ปัญหาแบบร่วมมือคล้ายกับรหัสที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

2.1.6 เขียนข้อสรุปชั่วคราว โดยเชื่อมโยงคำหลักที่ได้กำหนดรหัสไว้ จากนั้นเขียนข้อสรุปให้มีความสัมพันธ์กันและเป็นหมวดหมู่เดียวกัน

2.1.7 เขียนสรุปจากข้อสรุปชั่วคราวที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้านี้ โดยให้มีความเชื่อมโยงเป็นความเรียง โดยสรุปเป็น 12 สมรรถนะย่อย ว่านักเรียนแต่ละกลุ่มมีสมรรถนะการ

แก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับต่ำ กลาง หรือสูง โดยพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินสมรรถนะ การแก้ปัญหาแบบร่วมมือตามใบกิจกรรม ดังตาราง 23

ตาราง 23 แนวการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในใบกิจกรรม

ขั้นตอนในใบกิจกรรม	ระดับสมรรถนะ		
	สูง	กลาง	ต่ำ
ตอนที่ 1 ทบทวนปัญหา	- ระบุความสามารถของสมาชิกในกลุ่มที่เหมาะสมกับหน้าที่ของแต่ละคนพร้อมเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและสมาชิกในกลุ่มในการทำกิจกรรมแก้ปัญหา นั้นได้ครบทุกคน  ร่วมกันค้นหาข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจพื้นหลังของปัญหาและตอบคำถามในใบกิจกรรมได้เหมาะสมครบทั้งหมด 3 ข้อ	- ระบุความสามารถของสมาชิกในกลุ่มที่เหมาะสมกับหน้าที่ของแต่ละคน พร้อมเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและสมาชิกในกลุ่มในการทำกิจกรรมแก้ปัญหา นั้นได้บางคนเท่านั้น เพื่อน 1-2 คนไม่มีหน้าที่ที่ชัดเจนในการแก้ปัญหา  ร่วมกันค้นหาข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจพื้นหลังของปัญหาและตอบคำถามในใบกิจกรรมได้เหมาะสมทั้งหมด 2 ข้อ	- ระบุความสามารถของสมาชิกในกลุ่มที่เหมาะสมกับหน้าที่ของแต่ละคนในการทำกิจกรรมแก้ปัญหานั้นได้เพียง 1 คน จากสมาชิกทั้งหมด 4 คน เพื่อน 3 คนไม่มีหน้าที่ที่ชัดเจนในการแก้ปัญหานั้น  ร่วมกันค้นหาข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจพื้นหลังของปัญหาและตอบคำถามในใบกิจกรรมได้เหมาะสม 1 ข้อ
ตอนที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา	- ระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไขร่วมกันได้ ระบุผลกระทบของปัญหาได้ และระบุผู้ได้รับผลกระทบจากปัญหานี้ได้	- ระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไขร่วมกันได้ ระบุผลกระทบของปัญหาได้ แต่ระบุผู้ได้รับผลกระทบจากปัญหานี้ไม่ได้	- ระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไขร่วมกันได้ แต่ไม่สามารถระบุผลกระทบของปัญหารวมทั้งไม่สามารถระบุผู้ได้รับผลกระทบจากปัญหานี้ได้
ตอนที่ 3 สร้างแนวทางการแก้ปัญหา	- หาวิธีการแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 วิธี และสามารถใช้ความรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์มาแก้ปัญหาได้เหมาะสม พร้อมทั้งระบุข้อดี ข้อเสีย ข้อจำกัดของแต่ละวิธีได้	- หาวิธีการแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 วิธี และสามารถใช้ความรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์มาแก้ปัญหาได้เหมาะสม พร้อมทั้งระบุข้อดี ข้อเสีย ข้อจำกัดของแต่ละวิธีได้	- หาวิธีการแก้ปัญหาได้ 1 วิธี แต่ไม่สามารถนำความรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์มาแก้ปัญหาได้เหมาะสม และไม่สามารถระบุข้อดี ข้อเสีย ข้อจำกัดของแต่ละวิธีได้

## ตาราง 23 (ต่อ)

ขั้นตอนในใบ กิจกรรม	ระดับสมรรถนะ		
	สูง	กลาง	ต่ำ
ตอนที่ 4 ทำการตัดสินใจ	- ร่วมกันระบุว่าวิธีที่เลือก เป็น วิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากการ เปรียบเทียบความเหมือนและ ความแตกต่าง ข้อดี ข้อเสีย ข้อจำกัดของแต่ละวิธีและใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มา สนับสนุนการเลือกวิธีการ แก้ปัญหาได้	- ร่วมกันระบุว่าวิธีที่เลือก เป็น วิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากการ เปรียบเทียบความเหมือนและ ความแตกต่าง ข้อดี ข้อเสีย ข้อจำกัดของแต่ละวิธีและไม่ สามารถหาหลักฐานทาง วิทยาศาสตร์มาสนับสนุนการ เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้	- ร่วมกันระบุว่าวิธีที่เลือก เป็น วิธีการที่เหมาะสมได้แต่ไม่ได้ พิจารณาจากการเปรียบเทียบ ความเหมือนและความแตกต่าง ข้อดี ข้อเสีย ข้อจำกัดของแต่ละ วิธีและไม่สามารถหาหลักฐาน ทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนการ เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
ตอนที่ 5 สะท้อน ผลลัพธ์ (นำเสนอ)	นำเสนอได้ครบถ้วน 3 หัวข้อ จาก 3 หัวข้อได้แก่ - นำเสนอผลการทำงานของ ตนเอง - นำเสนอการทำงานแบบร่วมมือ ของเพื่อนในกลุ่มพร้อมระบุการ ปรับปรุงหน้าที่ของสมาชิก - นำเสนอวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมระบุเหตุผลและแนว ทางการพัฒนาปรับปรุง	- เขียนการดำเนินการตั้งแต่ เริ่มต้นจนจบการแก้ปัญหาได้ไม่ ครบถ้วน	- ไม่สามารถเขียนการดำเนินการ ตั้งแต่เริ่มต้นจนจบการแก้ปัญหา ได้ครบถ้วน

2.1.8 นำผลการสรุปผลการส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ได้  
จากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและที่ได้จากการตอบคำถามในใบกิจกรรมของ  
นักเรียนแต่ละกลุ่มมาดูความสอดคล้องและลงข้อสรุป เพื่อสรุปถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบ  
ร่วมมือของนักเรียนว่าอยู่ในระดับต่ำ กลาง หรือสูง

2.1.9 วิเคราะห์ระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนแต่ละ  
กลุ่มโดยใช้สถิติแบบบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และค่าร้อยละ (Percentage)

2.1.10 เปรียบเทียบการส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือระหว่าง  
การจัดการเรียนรู้ ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และสรุปผลการส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ



## ตาราง 24 ตัวอย่างการวิเคราะห์สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนในแบบ สังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและใบกิจกรรม

รหัส	ความหมาย	ตัวอย่างการวิเคราะห์	การจัดกลุ่มระดับสมรรถนะ
D2	ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา	จากการสังเกตพบว่าสมาชิก 2-3 คน ร่วมกันพูดคุย สืบสารอภิปราย เพื่อตรวจสอบผลของการทำงานบรรลุ ทัศนคติที่ดีต่อการสุกของกล้วยหอม และปรับปรุงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น	นักเรียนมีสมรรถนะย่อยตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหาของกลุ่มใน <b>ระดับสูง</b> เนื่องจากนักเรียนมากกว่าครึ่งหนึ่งในกลุ่ม ร่วมกันตรวจสอบและประเมินความสำเร็จรวมทั้งแก้ไข ปัญหาที่เกิดขึ้นร่วมกัน
		(แบบสังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือกลุ่ม G6 กิจกรรมที่ 3)	(เกณฑ์การประเมินสมรรถนะย่อยตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหาจากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ)
D2	ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา	นักเรียนระบุในใบกิจกรรมว่ากล้วยหอมขึ้นราแต่ยังไม่สุก สาเหตุมาจาก ความชื้นของสารละลาย $KMnO_4$ นักเรียนจึงเติมปูนปลาสเตอร์ผสม แกลบเพื่อลดความชื้นที่เกิดขึ้นและ เพิ่มการดูดซับแก๊สทางกายภาพ	นักเรียนมีสมรรถนะย่อยตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหาของกลุ่มใน <b>ระดับสูง</b> เพราะนอกจากนักเรียนสามารถตรวจสอบ ความผิดพลาดจากผลการแก้ปัญหาแล้วยัง สามารถระบุ แนวทางปรับปรุงแก้ไขได้อย่างเหมาะสม
		(การตอบคำถามของนักเรียนกลุ่ม G6 ใบกิจกรรมที่ 3)	(เกณฑ์การประเมินสมรรถนะย่อยตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหาใน ใบกิจกรรมที่ 3)
สรุป	นักเรียนกลุ่ม G6 มีสมรรถนะการตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหาในระดับสูง		

### 3. การวิเคราะห์การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนหลังการ จัดการเรียนรู้

โดยแหล่งที่มาของข้อมูลได้จาก แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดย  
วิเคราะห์ผลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ดังนี้

#### 3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

3.1.1 ทำการวิเคราะห์และตีความหมายข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบสมรรถนะ  
การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ จากการตรวจคำตอบของนักเรียนในแต่ละข้อโดยใช้เกณฑ์การประเมิน  
สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

3.1.2 ทำการจัดกลุ่ม เพื่อแบ่งระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ  
นักเรียน ได้แก่ ระดับ สูง กลาง ต่ำ

## ตาราง 25 ตัวอย่างการวิเคราะห์สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนในแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

รหัส	ความหมาย	ตัวอย่างการวิเคราะห์	การจัดกลุ่มระดับสมรรถนะ
D2	ตรวจสอบผล ของ การ ดำเนินการ และประเมิน ความสำเร็จใน การแก้ปัญหา สรุป	“จะเข้าไปดูเก้าอี้แก้น้อย แล้ว สอบถาม ถ้าไม่เวิร์ค ก็จะทำให้ไปได้ ไปสืบค้นข้อมูลมาอีกรอบ”	นักเรียนมีสมรรถนะย่อยตรวจสอบผลของการดำเนินการและ ประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหาของกลุ่มในระดับกลาง เนื่องจากไม่ได้หารือปรึกษากับเพื่อนในกลุ่ม หรือแสดงความ พยายามในการตรวจสอบผลการดำเนินการร่วมกัน (เกณฑ์การประเมินระดับสมรรถนะการตรวจสอบผลของการ แก้ปัญหาแบบร่วมมือ ข้อ 8, S17) ดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา ข้อ 8)
	นักเรียนกลุ่ม ระดับกลาง	นักเรียนกลุ่ม S17 มีสมรรถนะการตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหาใน ระดับกลาง	

3.1.3 วิเคราะห์โดยใช้สถิติแบบบรรยายอย่างง่าย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลข  
คณิต จากนั้นรายงานผลข้อมูลในรูปแบบร้อยละและความเรียง

หลังจากสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยการ  
ตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีสามเส้า (Triangulation) แบบ Method triangulation โดยการ  
นำข้อมูลการสะท้อนผลที่ได้จาก แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ใบกิจกรรม และ  
แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ มาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อพิจารณาผลการพัฒนา  
สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของกลุ่มเป้าหมาย เพื่อดูว่าผลที่ได้จากเครื่องมือทั้ง 3 ชนิด ให้  
ข้อมูลในประเด็นที่ตรงกันหรือไม่ หากรายงานผลแล้วเป็นไปในทิศทางเดียวกัน จะสรุปไปได้ว่า  
ข้อมูลนั้นมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งหมายถึงการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยสามารถส่งเสริมสมรรถนะการ  
แก้ปัญหาแบบร่วมมือและความน่าเชื่อถือ

ตัวอย่างการกำหนดรหัสสมรรถนะย่อยการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนกลุ่ม G6  
ในกิจกรรมที่ 3 ดังตาราง 26

ตาราง 26 ตัวอย่างการกำหนดรหัสของข้อมูลของแต่ละสมรรถนะย่อยตามเมตริกการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนกลุ่ม G6 กิจกรรมที่ 3

ชั้นการศึกษา	(1) การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน	(2) การเลือกวิธีดำเนินการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา	(3) การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม
(A) ชั้น บททวน ปัญหาและ วิเคราะห์ ปัญหา	นักเรียนแต่ละคนแสดงมุมมองความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ร่วมกัน รวมถึงประเด็นอื่นๆ ที่ต้องการทราบ เช่น การสุกของกล้วยเกิดจากอะไร บรรจุภัณฑ์แฉกที่พามาจากอะไร ฯลฯ (A1)	นักเรียนสื่อสาร ค้นหา แลกเปลี่ยน ข้อมูล และ เริ่ม ประชุมเพื่อระบุปัญหาที่ร่วมกันและแบ่งกันหาข้อมูล (A2)	นักเรียนแบ่งหน้าที่เป็น 4 หน้าที่ ได้แก่ ผู้สืบค้นข้อมูล ผู้บันทึกข้อมูล ผู้เตรียมอุปกรณ์ และผู้นำเสนอ โดยมีเหตุผลการแบ่งตามความถนัดของเพื่อน (A3)
(B) ชั้นสร้าง แนว ทางการ แก้ปัญหา	นักเรียนร่วมกันระบุปัญหาที่ชัดเจนว่าจะใช้ผลิตภัณฑ์แฉกที่ภายในบรรจุสารเคมีเพื่อทำปฏิกิริยากับเอทิลีน (B1)	นักเรียนร่วมกันค้นหาสารเคมีที่สามารถทำปฏิกิริยากับเอทิลีนแล้วทำให้เอทิลีนเปลี่ยนโครงสร้างเพื่อทำให้เอทิลีนหมดไป (B2)	นักเรียนแบ่งหน้าที่กันตามที่ได้รับมอบหมาย เช่น ผู้เตรียมอุปกรณ์ คิดคำนวณสารเคมีแต่ละชนิดที่ต้องใช้ทำปฏิกิริยากับแก๊สเอทิลีน (B3)
(C) ชั้นทำ การ ตัดสินใจ	นักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย ข้อจำกัดของสารเคมีแต่ละชนิด และลงข้อสรุปของกลุ่มว่าจะใช้ $KMnO_4$ เพื่อทำปฏิกิริยากับแก๊สเอทิลีน (C1)	นักเรียนร่วมกันออกแบบผลิตภัณฑ์แฉกที่พในรูปสารละลาย $KMnO_4$ บรรจุในถุงพลาสติกที่เจาะรูไว้เพื่อดูซับแก๊สเอทิลีนจากกล้วยจากนั้นลงมือปฏิบัติจริงตามแผนที่ออกแบบไว้ (C2)	สมมุติตามผลการดำเนินงาน แสดงให้เห็นว่ามีนักเรียน 2 คน ช่วยกัน ตรวจสอบ ผลการเปรียบเทียบความสุกของกล้วยหอมที่มีและไม่มีบรรจุภัณฑ์แฉกที่พ (C3)
(D) ชั้น สะท้อน ผลลัพธ์	นักเรียนคนหนึ่งสืบค้นพบว่าถ้าเตรียมวัสดุดูซับเป็นสารละลายจะมีพื้นที่ดูดซับแก๊สเอทิลีนได้น้อยลง ในกลุ่มจึงประชุมกันใหม่ว่าจะต้องเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขหรือไม่ (D1)	นักเรียนพบว่ากล้วยหอมชิ้นแรกแต่ยังไม่สุก สาเหตุมาจากความเข้มข้นของสารละลาย $KMnO_4$ นักเรียนจึงเติมปูนปลาสเตอร์ผสมแกลบเพื่อลดความเข้มข้นที่เกิดขึ้นและเพิ่มการดูดซับแก๊สทางกายภาพ (D2)	นักเรียนสะท้อนผลการแก้ปัญหาว่าวิธีของกลุ่มสามารถชะลอการสุกของกล้วยหอมได้ และสะท้อนผลการทำงานของกลุ่มว่าอยากให้สมาชิกพูดคุยกันมากขึ้นก่อนทำการทดลองเพื่อป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้น (D3)



## ตาราง 27 สรุปรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูล

คำถามวิจัย	เครื่องมือที่ใช้	ผู้ให้ข้อมูล	การเก็บรวบรวมข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูลและการตรวจสอบความน่าเชื่อถือ
1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรจัดอย่างไร	1. แผนการจัดการเรียนรู้ 2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้	- ผู้วิจัย - ครูที่เลี้ยง เรียนรู้อ	1. ผู้วิจัยและครูที่เลี้ยงเขียนผลสะท้อนหลังการจัดการเรียนรู้ 2. ผู้วิจัยนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อนำมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป	ทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา โดยทำการวิเคราะห์ตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ และใช้การตรวจสอบความน่าเชื่อถือโดยการตรวจสอบแบบสามเส้าประเภท Resource triangulation
2. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ อย่างไร	1. แบบ สังเกตพฤติกรรม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ 2. ใบกิจกรรม 3. แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ	ผู้วิจัย นักเรียน	1. ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขณะทำกิจกรรม 1. นักเรียนทำกิจกรรมและตอบคำถามลงในใบกิจกรรม 2. นักเรียนทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือหลังการจัดการเรียนรู้ 3. ผู้วิจัยนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อสรุประดับสมรรถนะของผู้เรียน	ทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ตามเกณฑ์การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และใช้การตรวจสอบความน่าเชื่อถือโดยการตรวจสอบแบบสามเส้าประเภท Method triangulation

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา ดำเนินการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 วงจร ใช้แผนการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผน เป็นเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ตั้งแต่วันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2562 ถึงวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2562

ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 3 แผนซึ่งมีความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดระดับมากที่สุด 2) แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 12 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67-1.00 3) แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และ 4) ใบกิจกรรม ซึ่งผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และนำไปใช้กับผู้เข้าร่วมวิจัย โดยข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือทั้งหมดถูกรวบรวม วิเคราะห์ผล และนำเสนอผลการวิจัยตามคำถามวิจัย 2 คำถามตามลำดับ ดังนี้

**คำถามวิจัยข้อที่ 1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรจัดการเรียนรู้อย่างไร**

การตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ดำเนินการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 วงจร ใช้แผนการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน เป็นเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เนื้อหาปริมาณสารสัมพันธ์ แผนที่ 1 เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร แผนที่ 2 เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย และแผนที่ 3 เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส และใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เพื่อสะท้อนผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ (แสดงในภาคผนวก) ร่วมกับครูพี่เลี้ยง (ผู้สะท้อนผลร่วม) แต่ละแผนการ

จัดการเรียนรู้จะแบ่งการเรียนรู้ออกเป็นการเรียนรู้นอกห้องเรียนแบ่งเป็น 2 ชั้น ได้แก่ 1) ชั้นการบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน และ 2) ชั้นการติดตามการทดสอบออนไลน์ และการเรียนรู้ในห้องเรียน แบ่งเป็น 3 ชั้น และ 5 ชั้นการศึกษาแบบกรณีศึกษา ได้แก่ 1) ชั้นสรุปการเรียนรู้นอกห้องเรียน 2) ชั้นการสอนบรรยายสั้นๆเกี่ยวกับกิจกรรม และ 3) ชั้นกิจกรรมการแก้ปัญหา ซึ่งใช้ชั้นการศึกษาแบบกรณีศึกษา 5 ชั้น เพื่อให้ให้นักเรียนแก้ปัญหาร่วมกัน ประกอบด้วย 1) ชั้นทบทวนปัญหา 2) ชั้นวิเคราะห์ปัญหา 3) ชั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา 4) ชั้นทำการตัดสินใจ และ 5) ชั้นสะท้อนผลลัพธ์ สำหรับผลการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยจะนำเสนอในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ตามลำดับ ดังนี้

### วงจรปฏิบัติการที่ 1

#### 1. ชั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นองค์ความรู้พื้นฐานในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้โดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา ลักษณะของขั้นตอนการเรียนรู้ในห้องเรียนและนอกห้องเรียน รวมถึงเทคนิคการสอนต่างๆของผู้สอนจาก Youtube และองค์กรต่างๆ ที่ผลิตรูปแบบของบทเรียนออนไลน์ เช่น Khan Academy ฯลฯ ซึ่งจะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนชั้นการบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เตรียมแบบฝึกหัดเพื่อมอบหมายให้นักเรียนทำในชั้นการติดตามการทดสอบออนไลน์

#### 2. ชั้นปฏิบัติการ (Action) และ 3. ชั้นสังเกต (Observe)

ในชั้นนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามแผนวิจัยที่ออกแบบไว้ ข้อมูลได้จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนควบคู่กับการสอนของผู้วิจัย ผลสะท้อนการจัดการเรียนรู้จะถูกบันทึกลงไปแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และนำไปสะท้อนผลร่วมกันกับครูพี่เลี้ยง (ผู้สะท้อนผลร่วม) ซึ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะแบ่งเป็นการเรียนรู้นอกห้องเรียนและการเรียนรู้ในห้องเรียนโดยรายละเอียดแยกตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

#### การเรียนรู้นอกห้องเรียน

##### 1. ชั้นการบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน

ผู้วิจัยโพสต์วิดีโอการสอนบรรยายของผู้วิจัย 3 คลิปวิดีโอ และโพสต์ลงใน Google classroom ได้แก่ 1) ระบบและสิ่งแวดล้อม 2) กฎทรงมวลและปัจจัยที่ทำให้มวลของสารในปฏิกิริยาบางชนิดไม่เป็นไปตามกฎทรงมวล 3) ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร วิดีโอมีความยาวเฉลี่ย 10 ถึง 12 นาที ซึ่งในชั้นตอนนี้พบว่า นักเรียนบางคนเข้าไปชมวิดีโอที่โพสต์ลงไปในกลุ่ม แต่บางคนไม่เข้าไปชมวิดีโอ โดยครูพี่เลี้ยงให้ผลสะท้อนว่า



“นักเรียนสนใจชมวิดีโอดี แต่เป็นช่วงระยะเวลาสั้นๆ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ได้เรียนพิเศษบ้างแล้ว อาจมีอาการเบื่อหน่ายจึงมีความสนใจเนื้อหาไม่มากนัก ดังนั้นผู้วิจัยควรปรับเนื้อหาในวิดีโอให้มีความน่าสนใจมากขึ้น”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

## 2. ขั้นการติดตามการทดสอบออนไลน์

ผู้วิจัยได้มอบหมายให้นักเรียนรายบุคคลทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนเคมี เรื่องการคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร ลงในสมุดเมื่อทำเสร็จแล้วนักเรียนถ่ายรูปและอัปโหลดไฟล์รูปใส่ใน Google docs และส่งมาในกระดานส่งงานบน Google classroom ที่ครูตั้งขึ้น เมื่อนักเรียนส่งแบบฝึกหัดที่ทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูให้คะแนนการทำแบบฝึกหัดและชี้แจงจุดที่นักเรียนยังสงสัยเป็นรายบุคคลทันที

ชื่อผู้เรียน	คะแนน
Nutch Mensin	100
Panida ruabyod	100
PA	100
Paritanun Kaenpho	100
Pimchanok Hakaw	100
PINIEST	100

**Paritanun Kaenpho**  
ได้คะแนนแล้ว (ดูประวัติ)

6.2 Chem  
Google เอกสาร

ความคิดเห็นส่วนตัว

Chalermporn Techapalokul 11 ก.พ.  
ข้อ 3.2 เราต้องเอาสิ่งที่มีอยู่กำหนดคือมวลเป็นกรัมของกรดซัลฟิวริก 5 \* 10<sup>2</sup> มาคิดเทียบมวลเกิดแล้วคิดแอนไฮไดรต์ ก็โมล >> กรัม >> ใช้ความหนาแน่นหาปริมาตร  
ข้อ 4 สมการเคมีคือ C + O<sub>2</sub> -> CO<sub>2</sub>  
เราต้องหาปริมาตร คาร์บอนที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาจึงไม่เท่าไร 14 114 เพราะจากนั้นเอาไปถ่วงตวงไป O<sub>2</sub> ก็กรัม สมมติ 4 x จากนั้นเอาไปเทียบกับอากาศ 100 กรัม มี O<sub>2</sub> 23 กรัม ถ้า O<sub>2</sub> x กรัมมาจากอากาศทั้งหมดก็กรัม แบบนี้จ้า

ภาพ 7 การตรวจแบบฝึกหัดและการให้ผลสะท้อน

จากการตรวจแบบฝึกหัดพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด ส่วนนักเรียนที่ทำไม่ได้ไม่ถูกต้องซึ่งผู้วิจัยได้ชี้แจงและให้แก้ไขและนำกลับมาส่งใหม่ ขั้นตอนนี้พบว่านักเรียนประมาณ 21% ที่ส่งแบบฝึกหัดช้าเกินกำหนด

## การเรียนรู้ในห้องเรียน

### 1. ขั้นสรุปการเรียนรู้ในห้องเรียน

ผู้วิจัยใช้โจทย์คำถามที่เป็นโจทย์นอกเหนือจากแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน 2-3 ข้อ เพื่อทบทวนและปรับความเข้าใจของนักเรียนที่อาจมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน ในเรื่องการคำนวณ

ปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร และใช้คำถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้ไปศึกษามาในบทเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งครูที่เลี้ยงเห็นด้วยว่าการใช้คำถามย่อยๆ เกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนได้ ผลการสังเกต พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังตอบคำถามไม่ได้ บางส่วนเงียบ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนที่ไม่ทำการบ้านมาจับกลุ่มกับนักเรียนที่ทำการบ้านมาแล้ว 3-4 คนและให้ช่วยกันสอน โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องในระหว่างการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งทำให้ขั้นตอนนี้ใช้เวลานานกว่าปกติที่วางไว้ซึ่งควรใช้เวลาประมาณ 20 นาที แต่ใช้เวลานานถึง 40 นาที

“มีการใช้โจทย์คำถามในรูปของแบบฝึกหัด และใช้คำถามให้นักเรียนได้ตอบตามประเด็นย่อยๆ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังตอบคำถามไม่มาก ผู้วิจัยควรตรวจสอบการขมวดิไอของนักเรียน”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

## 2. ขั้นการสอนบรรยายสั้นๆเกี่ยวกับกิจกรรม

ก่อนเริ่มกิจกรรมนั้น ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มของนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ทั้งหมด 7 กลุ่ม ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มนั้นมีสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกันไปและไม่ได้เป็นกลุ่มเพื่อนสนิทกลุ่มเดิมของนักเรียน ในขั้นตอนนี้พบว่านักเรียนบางกลุ่มอยากอยู่กับเพื่อนสนิท ทำให้เกิดการต่อรองขอจับกลุ่มเอง ผู้วิจัยจึงได้อธิบายเหตุผลของการแบ่งกลุ่ม พร้อมกับอธิบายถึงลักษณะของกิจกรรม รวมทั้งจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้อย่างละเอียด พบว่านักเรียนพยายามปรับความเข้าใจและให้ความสนใจในกิจกรรมมากขึ้น หลังจากนั้นผู้วิจัยได้แจกใบกิจกรรม ใบรายชื่อสารเคมี และป้ายหน้าที่เพื่อให้ง่ายต่อการสังเกตการปฏิบัติตามหน้าที่ของผู้วิจัย ซึ่งในการทำกิจกรรมนี้นักเรียนจะต้องแบ่งหน้าที่ซึ่งมีหน้าที่ 4 หน้าที่ ได้แก่ ผู้บันทึก ผู้สืบค้น ข้อมูล ผู้นำเสนอ และผู้เตรียมอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับสมาชิกในกลุ่ม นอกจากนี้ยังต้องระบุกฎระเบียบของกลุ่มสำหรับการทำกิจกรรมร่วมกันด้วย จากการสังเกตการแบ่งหน้าที่ของแต่ละกลุ่ม ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนบางกลุ่มมีวิธีการแบ่งหน้าที่ยังไม่เหมาะสม แม้จะมอบหมายหน้าที่ให้นักเรียนอย่างชัดเจน

“G4 และ G7 แบ่งหน้าที่ด้วยวิธีโหนดน้อยออกเพื่อให้นักเรียนที่ออกก่อนได้สิทธิ์เลือกหน้าที่เป็นอันดับแรก ส่วน G5 ใช้วิธีการเลือกหน้าที่กันเองโดยไม่สอบถามความถนัดหรือความสามารถกัน คือให้เพื่อนเลือกก่อน แล้วตนเองค่อยทำหน้าที่ที่เหลือ ”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

นอกจากนี้นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจในลักษณะของหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายว่าต้องทำอะไรบ้าง ดังตัวอย่างคำถามของนักเรียน

“ครูคะ ผู้เตรียมอุปกรณ์ทำหน้าที่เตรียมอุปกรณ์เฉยๆ ไข่ม้อยคะ ต้องทำส่วนของ การทดลองด้วยมัยคะ”

(G5, การสนทนาระหว่างการทำกิจกรรม, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนหันมาสนใจกับการแบ่งหน้าที่ก่อนโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มหยุดการแบ่งหน้าที่ จากนั้นมาอภิปรายร่วมกันว่า หน้าที่แต่ละหน้าที่มีลักษณะอย่างไร และลักษณะของคนที่เหมาะสมกับหน้าที่นั้นๆ ควรมีคุณสมบัติอย่างไร ส่วนการตั้งกฎระเบียบของกลุ่มนั้นพบว่าแต่ละกลุ่มสามารถตั้งกฎระเบียบของกลุ่มตนเองได้เหมาะสม มีบางกลุ่มเท่านั้นที่ยังตั้งกฎระเบียบบางข้อที่ไม่เหมาะสม เช่น กลุ่ม G6 ตั้งกฎว่าไม่ควรทำหน้าที่โกรธหรือหน้าหนึ่ง

ในการนำเข้าสู่กิจกรรมนั้น ก่อนที่ผู้วิจัยจะเปิดวิดีโอเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน วิดีโอ ชื่อ “ทำไมต้องเรียกว่าไข่ม้อยม้า” ผู้วิจัยเริ่มกระตุ้นความสนใจต่อนักเรียน โดยนำไข่ม้อยม้าของจริงมาให้ให้นักเรียนสังเกต จากนั้น ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นความสงสัยและการคิดของนักเรียน เช่น นักเรียนเคยสงสัยมัยว่าไข่ม้อยม้าทำมาจากอะไร ทำไมถึงไข่ม้อยม้าถึงมีลักษณะแบบนี้ และทำไมถึงให้ชื่อว่า “ไข่ม้อยม้า” ผู้วิจัยให้นักเรียนลองดม จากนั้นจึงเริ่มเปิดวิดีโอ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สนใจชมวิดีโอ เมื่อนักเรียนรับชมวิดีโอจบ ผู้วิจัยจึงใช้คำถามซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้รับชมในวิดีโอ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นไข่ม้อยม้า เช่น นักเรียนชอบกินไข่ม้อยม้าหรือไม่ ถ้าไม่ชอบรับประทานทำไมถึงไม่ชอบ ซึ่งผู้วิจัยพบว่านักเรียนให้ความสนใจตอบคำถามดี



“นักเรียนแสดงความคิดเห็นมากขึ้น เมื่อใช้คำถามเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน  
สังเกตได้จากมีจำนวนความคิดเห็นของนักเรียนมากขึ้น”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

### 3. ชั้นกิจกรรมการแก้ปัญหา

#### 3.1 ชั้นบททวนปัญหา

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านสถานการณ์ในกรณีศึกษาร่วมกัน จากนั้นผู้วิจัยจึงซักถามคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ว่าสรุปแล้วปัญหาที่นักเรียนกำลังอ่านนั้นเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร นักเรียนคิดอย่างไรกับการผลิตไข่เยี่ยวม้าของพ่อค้าบางรายที่ใส่สารที่ปนเปื้อนตะกั่วเพื่อเร่งปฏิกิริยาเคมีภายในไข่เยี่ยวม้าให้เป็ไข่เยี่ยวม้าได้เร็วขึ้น และนักเรียนอยากทราบประเด็นอะไรอีกบ้างเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหานี้ และให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมแล้วตอบคำถามลงไปใบกิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้เตรียมใบความรู้ให้กับแต่ละกลุ่มแล้ว แต่ยังไม่มอบให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเพราะต้องการเน้นให้นักเรียนช่วยกันสืบค้นหาข้อมูลและนำมาแลกเปลี่ยนกันภายในกลุ่มให้ได้มากที่สุดก่อน จากการสังเกตพบว่านักเรียนบางคนที่ไม่ได้ทำหน้าที่สืบค้นข้อมูลไม่มีส่วนช่วยเพื่อนในกลุ่มในการค้นหาข้อมูล ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้สะท้อนผลร่วมให้คำแนะนำว่าควรเข้าไปแนะนำการช่วยเหลือหน้าที่เพื่อนในกลุ่ม

“ผู้วิจัยควรเข้าไปสอบถามนักเรียนว่าตอนนี้แบ่งหน้าที่กันอย่างไร และอธิบายว่านักเรียนที่ยังไม่ได้ทำหน้าที่ของตนเองควรเข้าไปช่วยเหลือเพื่อน และให้นักเรียนกลับไปทบทวนกฎระเบียบของกลุ่มที่ตั้งไว้”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเข้าไปสอบถาม พบว่า นักเรียนเลือกที่จะรอให้เพื่อนสืบค้นข้อมูลให้เสร็จก่อน ผู้วิจัยจึงต้องเข้าไปปรับความเข้าใจให้แก่นักเรียนใหม่มาให้ช่วยเหลือกันในการทำงาน

“หากยังไม่ถึงหน้าที่ของเรา นักเรียนคิดว่าในระหว่างนี้เราควรทำอย่างไร ถ้าเราเลือกที่จะหยุดรอ นักเรียนคิดว่าจะเกิดผลกระทบต่อกลุ่มของนักเรียนหรือไม่ และควรปฏิบัติตนอย่างไร”

(ผู้วิจัย, การสนทนาระหว่างการทำกิจกรรม, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

“อาจทำให้ใช้เวลาในการสืบค้นนานค่ะ ดังนั้นหนูควรเข้าไปช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม  
ว่าพอจะมีส่วนไหนให้ช่วยบ้างค่ะ

(นักเรียน, การสนทนาระหว่างการทำกิจกรรม, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

### 3.2 ชั้นวิเคราะห์ปัญหา

ในชั้นวิเคราะห์ปัญหานั้นผู้วิจัยให้นักเรียนอ่านเงื่อนไขของสถานการณ์เพื่อระบุ  
ปัญหาที่ต้องการจะแก้ร่วมกัน พบว่านักเรียนค่อนข้างสับสนกับสถานการณ์และเงื่อนไขของคำถาม  
ว่าต้องระบุปัญหาอย่างไร สอดคล้องกับการสังเกตของผู้สะท้อนผลร่วม

“บางกลุ่มระบุปัญหาจากสถานการณ์อย่างเดียวโดยไม่ได้พิจารณาเงื่อนไขของ  
สถานการณ์ ผู้วิจัยควรเข้าไปยกตัวอย่างการระบุปัญหาเพื่อที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้  
เข้าใจการระบุปัญหา การระบุผลกระทบและผู้ได้รับผลกระทบได้”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเข้าไปยกตัวอย่างการระบุปัญหาโดยใช้สถานการณ์อื่นจึงทำ  
ให้นักเรียนมองเห็นตัวอย่างการระบุปัญหาที่เหมาะสม

### 3.3 ชั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา

ในชั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหาพบว่านักเรียนช่วยกันสืบค้นหาวิธีการผลิตไข่  
เยี่ยวม้าที่ปลอดภัย และสร้างสรรค์ แปลกใหม่ ตามเงื่อนไขของสถานการณ์ ซึ่งในชั้นตอนนี้  
นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถหาวิธีการผลิตไข่เยี่ยวม้าได้อย่างน้อย 1 วิธี แต่หลายกลุ่มยังไม่สามารถระบุข้อดี  
ข้อเสีย และข้อจำกัดของแต่ละวิธีได้เหมาะสม จึงเกิดคำถาม เช่น

“ครูคะ ข้อจำกัดต้องระบุอย่างไรคะ หนูคิดแบบนี้ถูกมั๊ยคะ”

(G3, การสนทนาระหว่างการทำกิจกรรม, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

“ครูคะ หนูหาข้อจำกัดไม่ได้ค่ะ”

(G2, การสนทนาระหว่างการทำกิจกรรม, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

ผู้วิจัยจึงได้ให้คำแนะนำว่า ให้นักเรียนลองคิดว่าถ้าหากต้องผลิตไข่เยี่ยวม้าจริงๆ จะคิดถึงปัจจัยใดบ้าง แต่ต้องอิงกับเงื่อนไขของสถานการณ์ด้วย นักเรียนจะออกแบบอย่างไร และคำนึงถึงข้อจำกัดใดบ้าง ซึ่งในขั้นตอนการสร้างแนวทางการแก้ปัญหาผู้สะท้อนผลร่วมได้ให้คำแนะนำว่าผู้วิจัยควรเข้าไปยกตัวอย่างการระบุข้อดี ข้อเสียและข้อจำกัดแก่นักเรียน

“นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถระบุข้อจำกัด ของแต่ละวิธีได้ ผู้วิจัยควรเข้าไปยกตัวอย่างทั้งการระบุข้อดี ข้อเสียและข้อจำกัดแก่นักเรียนให้นักเรียนเข้าใจวิธีระบุข้อดี ข้อเสียและจะทำให้มองเห็นข้อจำกัดของแต่ละวิธีการผลิตไข่เยี่ยวม้าได้”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเข้าไปยกตัวอย่างการระบุข้อจำกัดโดยให้นักเรียนเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียและข้อจำกัดโดยให้มองถึงบริบท เช่น อุปกรณ์และสารเคมีที่นักเรียนสามารถใช้ได้ ความปลอดภัยในการเลือกใช้สารเคมีเป็นต้น นักเรียนจึงสามารถเข้าใจการระบุข้อดี ข้อเสีย ข้อจำกัดได้

#### 3.4 ขั้นทำการตัดสินใจ

เมื่อนักเรียนหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ในการนำมาใช้ผลิตไข่เยี่ยวม้าแล้ว ขั้นต่อไปนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดร่วมกัน แต่จากการสังเกตพบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มพูดคุยกับเพื่อนสมาชิกน้อยมากเกี่ยวกับการลงข้อสรุปถึงวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดเพื่อเป็นมติของกลุ่ม

“นักเรียนแต่ละกลุ่มยังไม่มั่นใจว่าทำไมถึงเลือกการผลิตวิธีนี้ ผู้วิจัยจึงช่วยแนะนำว่า ลองดูว่าแต่ละวิธีมีข้อแตกต่างกันอย่างไร จากการเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัด เช่น ปริมาณเบสที่ต้องใช้ ใช้มากหรือน้อย อันตรายจากเบสที่ใช้เป็นอย่างไร สมการเคมีของปฏิกิริยาระหว่างสารเคมีที่ใช้เป็นสารตั้งต้นเป็นอย่างไร ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นอย่างไร ทำให้นักเรียนสามารถระบุวิธีการผลิตไข่เยี่ยวม้าที่ดีที่สุดของกลุ่มได้”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

หลังจากที่นักเรียนเลือกวิธีการผลิตไข่เยี่ยวม้าที่ดีที่สุดของกลุ่มแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนได้ออกแบบการทำไข่เยี่ยวม้าของแต่ละกลุ่ม และตรวจเช็คอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องการใช้ก่อนลงมือปฏิบัติจริงในวันถัดไป พร้อมกับแจกสมุดติดตามผลการดำเนินงาน เพื่อบันทึกผลการ



สังเกตการทำไข่เยี่ยวม้าตลอดระยะเวลาประมาณ 20 วัน จากการสังเกตพบว่า นักเรียนสามารถทำไข่เยี่ยวม้าได้ตามที่ออกแบบไว้เสร็จทันเวลา มีบางส่วนเท่านั้นที่ทำเสร็จช้าเกินเวลาที่กำหนดทำให้ต้องมาทำการทดลองต่อในช่วงหลังเลิกเรียน

### 3.5 ชั้นสะท้อนผลลัพธ์

ผู้วิจัยให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนการที่วางไว้ และปัญหาที่เกิดขึ้นและสะท้อนผลการปฏิบัติการทดลองทำไข่เยี่ยวม้าของแต่ละกลุ่มทั้งในด้านผลงานที่เกิดขึ้น และด้านความร่วมมือและการปฏิบัติหน้าที่ภายในกลุ่มในรูปแบบการนำเสนอผ่านวิดีโอแล้วโพสต์ลงใน Google classroom บางกลุ่ม (G1) มีการตัดต่อวิดีโอให้กระชับน่าสนใจ สำหรับแอปพลิเคชันที่นักเรียนมักนิยมใช้ในการนำเสนอคือ VivaVideo, Youtube และผ่านการใช้อีเมลส่งไฟล์วิดีโอในมือถือแล้วโพสต์ลงบน Google classroom โดยตรง จากการชมวิดีโอการนำเสนอผลการแก้ปัญหาของนักเรียนพบว่านักเรียนสามารถประเมินความสำเร็จในการทำไข่เยี่ยวม้าได้แต่ยังไม่ชัดเจนเพราะต้องรอให้ครบกำหนด 20 วันเพื่อดูผลการเปลี่ยนแปลงของไข่กลายเป็นไข่เยี่ยวม้าและถึงจะนำเสนอเป็นวิดีโอสั้นๆอีกครั้งหนึ่ง

“นักเรียนแต่ละกลุ่ม ยังสะท้อนการทำหน้าที่ของตนเองไม่ชัดเจน เช่น มีนักเรียนสะท้อนว่าตนเองมีหน้าที่ค้นหาข้อมูล แต่ไม่ได้บอกว่าตนเองทำหน้าที่ได้ดีในด้านใดและยังสับสนว่าจุดประสงค์ของกิจกรรมนี้นำเนื้อหาด้านเคมีมาใช้ประโยชน์อย่างไร”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

“ผู้วิจัยควรชี้แจงประเด็นที่ต้องการให้นักเรียนนำเสนอให้ละเอียด พร้อมยกตัวอย่าง รวมทั้งควรสรุปภาพรวมของกิจกรรมการแก้ปัญหาทั้งหมดภายในห้องก่อนที่จะให้นักเรียนสะท้อนการทำงานของตนเองและของกลุ่ม”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 6 กุมภาพันธ์ 2562)

## 4. ชั้นสะท้อนผล (Reflect)

จากการวิเคราะห์ผลการสังเกตจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ถึงรายละเอียดของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นนั้น สามารถสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ได้ ดังนี้

### การเรียนรู้นอกห้องเรียน

#### 1. ชั้นการบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน

1.1 ควรปรับวิดีโอให้มีความน่าสนใจ และเน้นการยกตัวอย่างโจทย์ให้กระชับ โดยใช้ภาษาที่ง่ายต่อการเข้าใจ และลักษณะโจทย์ควรหลากหลายมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาวิดีโอการสอนมากขึ้น

1.2 ควรประกาศวันและเวลาที่จะลงวิดีโอบน Google classroom ให้ชัดเจน ตามคำแนะนำของครูพี่เลี้ยง โดยอาจจะลงวิดีโอก่อนประมาณ 1-2 วัน เพื่อให้นักเรียนเตรียมแผน เวลาที่จะศึกษาวิดีโอได้ และควรมีวิธีการติดตามว่านักเรียนทุกคนได้ชมวิดีโอการสอนหรือไม่ หรือมีข้อจำกัดใดบ้างในการเข้าถึงวิดีโอของนักเรียนแต่ละคน โดยการสอบถามและสร้างข้อตกลงกับนักเรียนให้ชัดเจนในห้อง

## 2. ขั้นการติดตามการทดสอบออนไลน์

2.1 ครูต้องมีวิธีการ رصدชั้นพฤติกรรมกรรมการส่งงานให้มากขึ้น โดยการเสริมแรงทางบวก เช่น หากส่งการบ้านครบจะเพิ่มคะแนนสมุดให้หนึ่งคะแนนทุกคน เป็นต้น

2.2 การให้ผลสะท้อนการทำแบบฝึกหัดของนักเรียนสามารถทำให้ผู้สอนตรวจสอบได้ว่าหลังจากที่นักเรียนชมวิดีโอ นักเรียนมีความเข้าใจหรือไม่ ซึ่งการให้ผลสะท้อนทันทีทำให้นักเรียนสามารถประเมินความเข้าใจของนักเรียนได้ครอบคลุมเป็นรายบุคคล ซึ่ง Google classroom ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในด้านของเวลาและสถานที่ที่ไม่ถูกจำกัดในการให้คำแนะนำแบบทันทีต่อเวลา นักเรียนสามารถแก้ไขความเข้าใจหลังจากผู้สอนได้ให้คำแนะนำได้ทันที

## การเรียนรู้ในห้องเรียน

### 1. ขั้นสรุปการเรียนรู้ในห้องเรียน

1.1 นักเรียนจับกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้เร็วยิ่งขึ้น

1.2 การทบทวนบทเรียนนั้น ครูผู้สอนอาจใช้ power point ในการสอนเป็นขั้นตอนและเฉลยวิธีคิดเป็นลำดับ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจง่าย และประหยัดเวลามากขึ้น นอกจากนี้ตัวอย่างโจทย์ที่ใช้ก็ควรให้มีความหลากหลายมากขึ้น และเพิ่มระดับความซับซ้อนในการคำนวณมากขึ้น ประมาณ 2-3 ตัวอย่าง

### 2. ขั้นการสอนบรรยายสั้นๆเกี่ยวกับกิจกรรม

2.1 ก่อนการเริ่มต้นการทำกิจกรรมกลุ่มนั้น หากมีขั้นตอนที่ให้นักเรียนแบ่งหน้าที่และร่วมกันตั้งกฎระเบียบของกลุ่มในการทำงานจะช่วยทำให้นักเรียนตั้งใจช่วยเหลือกันทำงานมากขึ้น

2.2 ก่อนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรม ควรจะเริ่มสร้างความสนใจด้วยการบอกจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้ทราบถึงขอบเขตและสิ่งที่ต้องปฏิบัติในกิจกรรม

2.3 วิดีโอที่น่าสนใจ โดยมีลักษณะเป็นวิดีโอที่มีผลกระทบต่อตัวนักเรียนและสังคมของนักเรียนจะช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ดี หากวิดีโอมีความยาวมากไปควรหยุดและตั้งคำถามเป็นระยะๆ เพื่อให้นักเรียนจดจ่อกับการชมวิดีโอมากขึ้น

2.4 หลังจบวิดีโอ ควรมีการซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่พุดในวิดีโอและควรจะมีการสรุปความรู้และเชื่อมโยงเนื้อหาจากวิดีโอสู่สถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมที่จัดขึ้น และหากมีตัวอย่างสิ่งของที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาจริงๆ ควรนำมาให้นักเรียนดูภายในห้องเพื่อกระตุ้นความสนใจมากยิ่งขึ้น

### 3. ชั้นกิจกรรมการแก้ปัญหา

#### 3.1 ชั้นบททวนปัญหา

3.1.1 ปัญหาในกรณีศึกษาที่ผู้วิจัยนำมาให้นักเรียนได้ศึกษาร่วมกันนั้น ผู้วิจัยพบว่า สถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงเข้ากับชีวิตประจำวันของนักเรียนจะทำให้นักเรียนสนใจ

3.1.2 ควรมีชุดคำถามที่ช่วยให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจกับพื้นหลังของปัญหาในกรณีศึกษาร่วมกันให้เข้าใจเป็นไปในทิศทางเดียวกันก่อน จากนั้นเปิดโอกาสให้นักเรียนค้นหาประเด็นที่สนใจเพิ่มเติม

3.1.3 ครูควรแจกใบความรู้หรือใบข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ในเวลาที่เหมาะสมคือควรแจกให้ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถเริ่มต้นค้นหาข้อมูลได้ หรือ เป็นเรื่องที่หาข้อมูลยากเพื่อให้นักเรียนได้ช่วยกันค้นหาข้อมูลร่วมกันให้มากขึ้น นอกจากนี้ในระหว่างที่ให้นักเรียนทำการค้นหาข้อมูลร่วมกันอย่างอิสระ ผู้วิจัยควรให้คำแนะนำเกี่ยวกับแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ พร้อมยกตัวอย่างแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ

#### 3.2 ชั้นวิเคราะห์ปัญหา

3.2.1 ครูควรสอนให้นักเรียนระบุปัญหาโดยพิจารณาเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนดให้ร่วมด้วย โดยสถานการณ์ที่มีปัญหาลักษณะคลุมเครือไม่ชัดเจน นักเรียนต้องพิจารณาหลายองค์ประกอบ เช่น ข้อมูลที่ให้มามีทั้งที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ และไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ สาเหตุและผลกระทบของปัญหาและผู้ได้รับผลกระทบหรือความเสียหายคือใคร ถึงจะระบุปัญหาได้ โดยแต่ละกลุ่มควรระบุปัญหาได้ว่า ไข่เยี่ยวม้าในตำบลที่ผลิตบางรายมีสารตะกั่วออกไซด์หรือซัลไฟด์ทำให้เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภค สาเหตุของปัญหา คือ พ่อค้าใส่สารตะกั่ว



ออกไซด์หรือซัลไฟด์เพื่อให้ไข่กลายเป็นไข่เยี่ยวม้าเร็วขึ้น ผลกระทบคือ ความอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค ผู้ได้รับผลกระทบคือ ผู้บริโภค ผู้ผลิตบางรายในตำบลที่อาจมีรายได้ลดลงซึ่งทำการผลิตปลอดภัยแต่พลอยได้รับผลกระทบไปด้วย ส่วนใหญ่นักเรียนแต่ละกลุ่มยังระบุปัญหาของสถานการณ์ยังไม่เหมาะสม

### 3.3 ขั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา

3.3.1 ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันสืบค้นหาวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลายมากที่สุด พร้อมข้อมูลเกี่ยวกับข้อดี ข้อเสีย ข้อจำกัดของแต่ละวิธีเพื่อนำมาระบุข้อดี ข้อเสีย ข้อจำกัดของแต่ละวิธีได้อย่างเหมาะสม ครูต้องเดินสังเกตการทำงานของแต่ละกลุ่ม พร้อมแนะนำข้อผิดพลาดให้นักเรียนแก้ไข

3.3.2 ควรปรับสถานการณ์ให้นักเรียนนำความรู้ด้านปริมาณสารสัมพันธ์มาช่วยในการแก้ปัญหามากขึ้น เช่น ใช้ในการเตรียมปริมาณเบสเพื่อใช้ในการทำไข่เยี่ยวม้า เช่น ปฏิกิริยาระหว่างแคลเซียมออกไซด์และโซเดียมคาร์บอเนต  $\text{CaO} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{CaCO}_3$  นอกจากนี้ควรกระตุ้นให้นักเรียนใช้วัสดุอื่นเพื่อผลิตไข่เยี่ยวม้าให้มีความคิดสร้างสรรค์

3.3.3 ก่อนให้นักเรียนเริ่มสร้างวิธีการแก้ปัญหาครูควรจะอภิปรายกับนักเรียนร่วมกันว่าเนื้อหาในด้านเคมีหรือวิทยาศาสตร์ด้านใดบ้างที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาคือ

3.3.4 การระบุข้อดี ข้อเสีย ข้อจำกัดนั้นครูควรให้นักเรียนตั้งประเด็นเปรียบเทียบของแต่ละวิธีหากกลุ่มของนักเรียนต้องผลิตจริง เช่น ความสามารถในการหาอุปกรณ์และสารเคมี ต้นทุน ความอันตรายจากสารเคมี รูปลักษณะของผลิตภัณฑ์ ความแปลกใหม่ของผลิตภัณฑ์ ฯลฯ เป็นต้น แล้วลองพิจารณาถึงความสมเหตุสมผลของแต่ละวิธีและคำนึงถึงประสิทธิภาพของแต่ละวิธีด้วย

### 3.4 ขั้นทำการตัดสินใจ

3.4.1 การเตรียมใบรายชื่อวัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี ทำให้นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และดีที่สุดที่สุดมาผลิตไข่เยี่ยวม้าได้หลากหลายและแตกต่างกัน เนื่องจากนักเรียนสามารถมองเห็นข้อจำกัดของอุปกรณ์และสารเคมีมาเป็นเหตุผลในการตัดสินใจ แต่เมื่อมองเหตุผลในการเลือกวิธีการแก้ปัญหานั้น แต่ละกลุ่มส่วนใหญ่ยังให้เหตุผลการเลือกที่ไม่ได้นำข้อมูลทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนการตัดสินใจ ส่วนหนึ่งอาจเป็นเพราะสถานการณ์ที่ผู้วิจัยนำมาให้นักเรียนแก้ปัญหานั้นไม่ได้เน้นเนื้อหามากนัก ดังนั้นนักเรียนจึงให้เหตุผลไปที่หลักการทางเศรษฐศาสตร์ เช่น ความรวดเร็วในการผลิต การหาวัตถุดิบการผลิต ฯลฯ เป็นต้น

3.4.2 ในการทำกิจกรรมพบว่านักเรียนบางกลุ่มทำไข่เยี่ยวม้าได้ไม่เสร็จทันเวลาที่กำหนด ดังนั้นก่อนเริ่มกิจกรรมครูผู้สอนควรเพิ่มเรื่องระยะเวลาในการทดลองให้นักเรียนอย่างชัดเจนก่อนเริ่มปฏิบัติการ และแจ้งเวลาที่เหลือในขณะที่ทำการทดลองให้นักเรียนทราบ เพื่อให้ทำงานได้เสร็จทันเวลา รวมทั้งคอยกระตุ้นให้แต่ละกลุ่มหมั่นตักเตือนเพื่อนสมาชิกที่ไม่ช่วยกันทำงานให้กลับมาช่วยกันทำงานมากขึ้น

### 3.5 ชั้นสะท้อนผลลัพธ์

3.5.1 การที่ผู้วิจัยให้นักเรียนสะท้อนผลลัพธ์การแก้ปัญหาและสะท้อนการทำงานของสมาชิกแต่ละกลุ่มผ่านการอัดวิดีโอ นั้น พบว่า นักเรียนหลายกลุ่มยังไม่ได้เข้าไปฟังการแก้ปัญหาของเพื่อนกลุ่มอื่นๆ รวมทั้งยังสับสนกับจุดประสงค์ของกิจกรรม ดังนั้น ควรควรให้ช่วงเวลาของการสรุปกิจกรรมไว้ในห้องเรียนเพราะเป็นช่วงที่สำคัญ เพื่อเปิดให้เพื่อนกลุ่มอื่นได้ซักถามและให้ข้อเสนอแนะและนำไปเปรียบเทียบกับผลการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง และสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้ในกิจกรรมร่วมกัน

3.5.2 ช่วงการสะท้อนผลการปฏิบัติหน้าที่ในการทำงานร่วมกัน ผู้วิจัยเห็นว่า นักเรียนหลายกลุ่มสามารถสะท้อนผลการทำงานของตนเองได้แต่ยังไม่ได้ลงรายละเอียดมากนัก รวมถึงไม่สามารถสะท้อนการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้ สาเหตุอาจเป็นเพราะในช่วงทำของกิจกรรมมีเวลาไม่เพียงพอสำหรับให้ทุกกลุ่มสะท้อนหน้าที่การทำงานของตนเองได้อย่างเต็มที่ ดังนั้น ช่วงสรุปท้ายห้องเรียนควรเป็นช่วงที่ให้นักเรียนสะท้อนผลการแก้ปัญหา ส่วนช่วงสะท้อนผลการทำงานร่วมกันให้นักเรียนนำเสนอเป็นวิดีโอแทน

3.5.3 จากการสะท้อนผลพบว่านักเรียนยังสะท้อนผลการปฏิบัติหน้าที่ของตนเองได้ไม่มากนักเพื่อให้นักเรียนสะท้อนผลการทำงานของเพื่อนในกลุ่มได้มากขึ้น ครูพี่เลี้ยงได้ให้คำแนะนำว่า ผู้วิจัยควรชี้แจงประเด็นที่ต้องการให้นักเรียนนำเสนอให้ละเอียด พร้อมยกตัวอย่าง รวมทั้งควรสรุปภาพรวมของกิจกรรมการแก้ปัญหาทั้งหมดภายในห้องก่อนที่จะให้นักเรียนสะท้อนการทำงานของตนเองและของกลุ่ม รวมทั้งควรเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามปัญหาหรือข้อสงสัยและสะท้อนผลที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำกิจกรรม ว่าเกิดปัญหาหรือมีขั้นตอนใดที่นักเรียนรู้สึกว่เพื่อนในกลุ่มยังทำหน้าที่ของตนเองได้ไม่เหมาะสมและปรับปรุงในครั้งถัดไปได้ดีขึ้น

3.5.4 สำหรับการแก้ปัญหาที่มีระยะเวลาในการสังเกตผลนานนั้น การให้นักเรียนตรวจสอบผลการดำเนินงานผ่านสมุดติดตามผลการดำเนินงาน สามารถช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาาร่วมกันได้ชัดเจนขึ้น รวมทั้งทำการแก้ไขปรับปรุงการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

ตาราง 28 สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เพื่อนำไปปรับปรุงแผนการเรียนรู้ใน  
วงจรปฏิบัติการที่ 2

ปัญหาที่พบ	การแก้ไขในวงจรต่อไป
<b>การจัดการเรียนรู้นอกห้องเรียน</b>	
1. นักเรียนบางส่วนไม่ศึกษาวิดีโอเกี่ยวกับเนื้อหา และการคำนวณปริมาณสารที่ผู้วิจัยอัปโหลดวิดีโอลงในกลุ่ม Google classroom	ปรับความยาวของวิดีโอ และภาษาที่ใช้ในการสอนให้ง่าย กระชับมากขึ้น
2. นักเรียนบางส่วนส่งแบบฝึกหัดช้าเกินเวลาที่กำหนดส่ง	กำหนดวันที่จะให้ให้นักเรียนส่งให้ชัดเจนก่อนอย่างน้อย 2 วัน และมีการเสริมแรงทางบวกหากนักเรียนส่งแบบฝึกหัดตรงเวลา เช่น ให้คะแนน 1 คะแนนทั้งห้อง
<b>การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน</b>	
1. นักเรียนบางกลุ่มไม่ยอมอยู่ในกลุ่มที่ผู้วิจัยจัดให้ รวมทั้งบางคนปฏิบัติหน้าที่ที่ไม่เหมาะสมกับความถนัด	อธิบายถึงจุดประสงค์ของการจัดกลุ่มต่อนักเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนในกลุ่ม ชักถาม และเสนอการปรับเปลี่ยนหน้าที่ของแต่ละคนให้เหมาะสม
2. นักเรียนบางส่วนยังระบุปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ไม่เหมาะสมกับเงื่อนไขของสถานการณ์	ปรับปรุงความชัดเจนของสถานการณ์ในกรณีศึกษาและเงื่อนไขของสถานการณ์ให้สอดคล้องกันมากขึ้น และเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนให้มากขึ้น
3. นักเรียนบางคนไม่ช่วยเพื่อนในกลุ่มหาวิธีการแก้ปัญหา	กระตุ้นให้นักเรียนแต่ละคนสืบค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา มาคนละ 1 วิธี และนำมาแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นโดยการสอบถามไปที่ละกลุ่ม
4. นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้นำความรู้ในเรื่องที่เรียนมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา	ปรับแก้สถานการณ์ให้นักเรียนได้นำความรู้ในเรื่องที่เรียนอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหามากขึ้น
5. นักเรียนบางกลุ่มมีการสื่อสารเพื่อลงข้อสรุปเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองน้อย บางกลุ่มไม่มีการสื่อสาร	กระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมกันพิจารณาข้อดี ข้อเสีย ข้อจำกัด ของแต่ละวิธี ในประเด็นต่างๆ และยกตัวอย่างการเปรียบเทียบให้นักเรียนเข้าใจ
6. นักเรียนบางกลุ่มยังสะท้อนผลการปฏิบัติหน้าที่ของตนเองและของกลุ่มไม่ได้	1. ควรสรุปภาพรวมของกิจกรรมการแก้ปัญหาทั้งหมดภายในห้อง และให้แต่ละกลุ่มสะท้อนผลการแก้ปัญหา เพื่อให้ นักเรียนมองเห็นข้อผิดพลาด และสิ่งที่ควรปรับปรุงได้มากยิ่งขึ้นก่อนที่จะให้นักเรียนสะท้อนการทำงานของตนเองและของกลุ่มผ่านวิดีโอ 2. กำหนดประเด็นที่ต้องการให้นักเรียนสะท้อนให้ชัดเจน และยกตัวอย่างการสะท้อนให้นักเรียนเข้าใจ



## วงจรมติการที่ 2

### 1. ขั้นวางแผน (Plan)

ขั้นนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ตามการสะท้อนผลของวงจรมติการที่ 1 โดยทำการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ รวมถึงปรับรายละเอียดของการทำกิจกรรมในบางขั้นตอนให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

### 2. ขั้นปฏิบัติการ (Action) และ 3. ขั้นสังเกต (Observe)

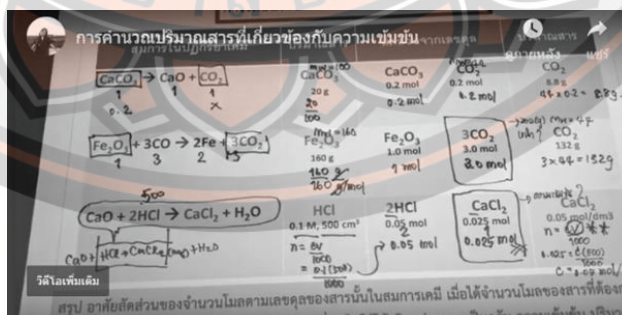
#### การเรียนรู้นอกห้องเรียน

##### 1. ขั้นการบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน

ผู้วิจัยโพสต์วิดีโอการสอนบรรยายของผู้วิจัยและโพสต์ลงใน Google classroom ได้แก่ 1) หลักการคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้น และ 2) ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย วิดีโอมีความยาวประมาณ 3-4 นาที เนื่องจากผู้สอนปรับการอธิบายโดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายมากขึ้น สอดคล้องกับผลสะท้อนของผู้สะท้อนผลร่วมที่กล่าวว่า

“ผู้วิจัยมีการปรับวิดีโอให้มีความเหมาะสม โดยมีความกระชับและใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ทำให้วิดีโอมีความน่าสนใจมากขึ้น ซึ่งสังเกตได้จากนักเรียนมีคำถามที่สงสัยมากขึ้น ในกรณีที่มีความสงสัยเพราะนักเรียนมีความสนใจและตั้งใจเรียนเป็นอย่างดี”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 14 กุมภาพันธ์ 2562)



ภาพ 8 ตัวอย่างวิดีโอการสอนที่มอบหมายให้นักเรียนศึกษาก่อนนอกห้องเรียน

## 2. ขั้นการติดตามการทดสอบออนไลน์

ผู้วิจัยได้มอบหมายให้นักเรียนรายบุคคลทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนเคมี เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้น ผู้วิจัยได้กำหนดวันและเวลาที่ส่งอย่างชัดเจน ทำให้นักเรียนส่งตรงเวลามากขึ้น มีนักเรียน 14% ที่ส่งแบบฝึกหัดช้าเกินกำหนด (ลดลงจากเดิม 7%) เนื่องจากการเสริมแรงของผู้วิจัยโดยการบอกกับนักเรียนว่าจะให้คะแนนเพิ่มหากส่งตรงตามกำหนด และเมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดลงในสมุดเสร็จ จึงส่งมาในกระดานส่งงาน ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความถูกต้องและให้คะแนนนักเรียนทันที พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง

“นักเรียนส่งงานได้ตรงเวลามากขึ้น และทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องมากขึ้น”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 14 กุมภาพันธ์ 2562)

### การเรียนรู้ในห้องเรียน

#### 1. ขั้นสรุปการเรียนรู้นอกห้องเรียน

ก่อนผู้วิจัยจะเริ่มสรุปการเรียนรู้ร่วมกันนั้น ผู้วิจัยได้เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในเนื้อหาที่นักเรียนสงสัยจากการเรียนในวิดีโอ ใช้เวลา 2-3 นาที พบว่านักเรียนมีคำถาม หรือปัญหา มาถามผู้วิจัยในห้องมากขึ้น ซึ่งผู้สะท้อนผลร่วมได้สะท้อนว่าเป็นผลจากการที่นักเรียนได้ไปศึกษาเนื้อหาด้วยตนเองมาก่อนนอกห้องเรียน

“นักเรียนกล้าซักถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้ไปรับชมมากขึ้น แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการไปศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองมาก่อนที่จะเริ่มเรียนในห้อง”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 14 กุมภาพันธ์ 2562)

ต่อจากนั้น ผู้วิจัยจึงเริ่มทบทวนโดยใช้โจทย์คำถามที่ต่างจากแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน 2-3 ข้อ โดยใช้ Power point และใช้การถาม-ตอบเพื่อทบทวนและปรับความเข้าใจของนักเรียน จากการทบทวนและปรับความเข้าใจทั้งหมด สำหรับนักเรียนที่ยังคงมีความสงสัย และรวมถึงนักเรียนที่ยังไม่ได้ศึกษาวิดีโอมาก่อนนั้น ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนนั่งแยกเป็นกลุ่มที่ประกอบด้วยสมาชิกเดียวกับกลุ่มที่ทำกิจกรรม และให้สมาชิกในกลุ่มสอนเพื่อนที่ไม่ได้ทำการบ้านมา โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องในระหว่างการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของนักเรียน พบว่านักเรียน

สามารถเข้าใจเนื้อหาได้เร็วขึ้น โดยในขั้นนี้ใช้เวลาไปทั้งหมด 30 นาที ทำให้ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจึงยังไม่สามารถควบคุมเวลาได้ตามแผนที่วางไว้คือประมาณ 20 นาที

## 2. ขั้นการสอนบรรยายสั้นๆเกี่ยวกับกิจกรรม

เนื่องจากผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มเดิมในชั้นสรุปบทเรียนนอกห้องเรียนแล้วก่อนเริ่มกิจกรรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงเริ่มอธิบายถึงลักษณะของกิจกรรม รวมทั้งจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ จากนั้นแจกใบกิจกรรมและใบรายชื่อสารเคมีให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้นักเรียนทำการแบ่งหน้าที่และสามารถปรับเปลี่ยนหน้าที่ภายในกลุ่มได้เพื่อให้เหมาะสมตามความสามารถและความถนัดของสมาชิก และระบุงฎระเบียบของกลุ่มสำหรับการทำกิจกรรมร่วมกันในครั้งนี้ พบว่านักเรียนหลายกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงหน้าที่กันภายในกลุ่ม ซึ่งอาจทำให้การปรับเปลี่ยนหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มมีความเหมาะสมมากขึ้น

“เมื่อให้ช่วงเวลาให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ปรับเปลี่ยนหน้าที่ภายในกลุ่มก่อนเริ่มทำกิจกรรม ทำให้นักเรียนมีโอกาสปรับเปลี่ยนหน้าที่ภายในกลุ่มเพื่อให้เหมาะสมกับสมาชิกมากขึ้น”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 14 กุมภาพันธ์ 2562)

จากนั้นผู้วิจัยนำเข้ากิจกรรมโดยการเปิดวิดีโอเกี่ยวกับการระเบิดของบอยเลอร์ที่สร้างผลกระทบเป็นความเสียหายวงกว้าง มีผู้ได้รับบาดเจ็บ และความเสียหายต่อโรงงานพบว่านักเรียนให้ความสนใจกับวิดีโอเป็นอย่างดี สอดคล้องกับผู้สะท้อนผลร่วมที่บันทึกว่า

“วิดีโอที่เป็นข่าวที่เกิดจากปัญหาในสถานการณ์ที่เกี่ยวกับความปลอดภัยและสื่อให้เห็นความเสียหายอย่างชัดเจนต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้องฝ่ายต่างๆ ช่วยให้นักเรียนสนใจได้ดี”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 14 กุมภาพันธ์ 2562)

“เมื่อผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นความสงสัยและการคิดของนักเรียน เช่น นักเรียนรู้จักบอยเลอร์หรือไม่ คิดว่าบอยเลอร์ทำหน้าที่อะไรในการผลิตของโรงงาน จากการสังเกตพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มพยายามช่วยกันตอบคำถามเป็นอย่างดี เนื่องจากสถานการณ์ที่กำหนดให้มีเนื้อหาเกี่ยวกับเคมีมากขึ้น”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 14 กุมภาพันธ์ 2562)



### 3. ชั้นกิจกรรมการแก้ปัญหา

#### 3.1 ชั้นทบทวนปัญหา

แต่ละกลุ่มเริ่มอ่านสถานการณ์ในกรณีศึกษาร่วมกัน จากนั้นผู้วิจัยจึงซักถามคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาว่าสรุปแล้วปัญหาที่นักเรียนกำลังอ่านนั้นเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร การใช้ไม่ได้คุณภาพ เช่น น้ำที่มีความกระด้าง หรือน้ำที่มีคุณสมบัติเป็นกรด และมีแก๊สออกซิเจน เมื่อนำมาใช้กับหม้อต้มนักเรียนคิดว่าจะเกิดปัญหาอะไรบ้าง และเราจะมีวิธีการแก้ไขเพื่อไม่ให้เกิดอุบัติเหตุดังเช่นที่เกิดขึ้นในกรณีศึกษาอย่างไร จากที่เราอภิปรายร่วมกัน นักเรียนอยากทราบประเด็นอะไรอีกบ้าง พบว่า นักเรียนอยากรู้ว่าน้ำกระด้างคืออะไร เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาได้ดีขึ้น ผู้วิจัยได้แจกใบความรู้เกี่ยวกับน้ำกระด้างและน้ำอ่อนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเพิ่มเติม

“ผู้วิจัยแจกใบความรู้ได้เหมาะสมกับช่วงเวลา โดยมีการใช้ชุดคำถามกระตุ้นเป็นลำดับเพื่อให้นักเรียนสงสัยและอยากรู้ต่อว่าสาเหตุของปัญหาเกิดจากอะไร แล้วจึงแจกใบความรู้ที่เตรียมไว้ให้นักเรียน นอกจากนี้นักเรียนบางกลุ่มยังสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับน้ำกระด้างเพิ่มเติมในอินเทอร์เน็ต”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 14 กุมภาพันธ์ 2562)

#### 3.2 ชั้นวิเคราะห์ปัญหา

ในชั้นวิเคราะห์ปัญหา ผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและนำมาอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มว่าสาเหตุที่ทำให้บอยเลอร์ระเบิดมีสาเหตุจากอะไรบ้าง พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตอบสาเหตุได้ ประกอบกับวิดีโอที่ใช้ในการกระตุ้นในชั้นการสอนบรรยายสั้นๆเกี่ยวกับกิจกรรมเริ่มต้นนั้นได้กล่าวถึงปัญหา สาเหตุ และผลกระทบอย่างชัดเจนจึงทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถมองสาเหตุ ปัญหา และผลกระทบได้ชัดเจนขึ้น จนสามารถระบุปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์มากขึ้น ดังเช่นการสะท้อนของครูพี่เลี้ยงที่กล่าวว่า

“ขั้นตอนที่ผู้วิจัยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้วิดีโอประกอบการบรรยายพร้อมกับสอดแทรกคำถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์มากขึ้น ช่วยให้นักเรียนระบุปัญหา มองสาเหตุของปัญหาและผลกระทบจากปัญหาได้ชัดเจนขึ้น”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 14 กุมภาพันธ์ 2562)

ส่วนกลุ่มอื่นที่ยังไม่สามารถระบุปัญหาได้นั้น ผู้วิจัยเข้าไปกระตุ้นให้สมาชิกในกลุ่มช่วยกันหาข้อมูลมากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนระบุปัญหาได้เหมาะสม ไม่ออกนอกขอบเขต ซึ่งจากการสังเกตแต่ละกลุ่มมีการระบุปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์และเงื่อนไขมากขึ้น รวมทั้งบอกผลกระทบ และผู้ได้รับผลกระทบได้ครอบคลุมมากขึ้น

### 3.3 ขั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนที่ไม่ค่อยร่วมกันสืบค้นหาข้อมูลแต่ละกลุ่มสืบค้นหาข้อมูลการปรับปรุงคุณสมบัติของน้ำในบอยเลอร์มาคนละ 1 วิธี โดยผู้วิจัยเดินตรวจสอบการค้นหาวិธีการแก้ปัญหของแต่ละคนอย่างใกล้ชิดและกำชับเวลานักเรียนเสมอ

“เมื่อกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันหาวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำมาคนละ 1 วิธีช่วยให้นักเรียนที่ไม่กล้าแสดงความคิดเห็นมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหามากขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่า เวลาที่ใช้ในการกระตุ้นให้นักเรียนคิดนั้นอาจใช้เวลามากไปจนกระทบเวลาที่ใช้ในขั้นอื่นๆ”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 14 กุมภาพันธ์ 2562)

### 3.4 ขั้นทำการตัดสินใจ

เมื่อนักเรียนหาวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำได้แล้ว ขั้นต่อไปนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องออกแบบการทดลองปรับปรุงคุณภาพน้ำร่วมกัน จากการสังเกต พบว่านักเรียนนำข้อมูลที่ตนเองได้สืบค้นหาใช้ในการวางแผนการทดลองร่วมกันได้เหมาะสมมากขึ้น อย่างไรก็ตามยังพบว่าบางกลุ่มยังให้เหตุผลในการเลือกวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยใช้สารเคมีไม่เหมาะสม ส่งผลให้วางแผนการแก้ปัญหาได้ไม่เหมาะสม สอดคล้องกับผู้สะท้อนผลร่วมที่แนะนำว่า

“นักเรียนหลายกลุ่มวางแผนการแก้ปัญหายังไม่เหมาะสม และไม่รอบคอบ ดังนั้นผู้วิจัยควรตรวจสอบการวางแผนของนักเรียนให้มากขึ้น เช่น การคำนวณการใช้สารเคมี การเลือกใช้อุปกรณ์”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 14 กุมภาพันธ์ 2562)

ผู้วิจัยจึงเข้าไปช่วยตรวจสอบความถูกต้องแก่นักเรียนแต่ละกลุ่ม จึงช่วยให้แต่ละกลุ่มออกแบบการทดลองการปรับปรุงคุณภาพน้ำได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับผลสะท้อนของครูพี่เลี้ยงที่กล่าวว่า

“นักเรียนสามารถเลือกวิธีการปรับปรุงคุณภาพของน้ำได้ และสามารถเขียนปฏิกิริยาการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ แต่อาจจะต้องได้รับคำแนะนำจากครูผู้สอนบ้าง นอกจากนี้นักเรียนทุกคนช่วยกันมากขึ้น แต่ละคนมีบทบาทหน้าที่ที่ชัดเจนมากขึ้น”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 14 กุมภาพันธ์ 2562)



ภาพ 9 การออกแบบการทดลองปรับปรุงคุณภาพน้ำในบอยเลอร์ของนักเรียน

หลังจากที่นักเรียนออกแบบวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง จากการสังเกตพบว่านักเรียนมีการแบ่งงานกันทำอย่างชัดเจน แต่ละคนต่างช่วยเหลือกันทำงาน และมีผู้นำของกลุ่มเป็นคนรวบรวมงาน นักเรียนส่วนใหญ่เกือบทุกกลุ่มสามารถปฏิบัติการทดลองเสร็จทันเวลา มีการกระตุ้นให้ทำการแก้ปัญหาจนสำเร็จลุล่วง มีเพียงกลุ่มเดียวเท่านั้นที่ทำเสร็จช้าเกินเวลาที่กำหนดให้ไป 10 นาที

“นักเรียนช่วยเหลือกันทำงานตามหน้าที่ได้เป็นอย่างดี โดยมีผู้วิจัยช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 14 กุมภาพันธ์ 2562)



### 3.5 ชั้นสะท้อนผลลัพธ์

ผู้วิจัยทำการสรุปภาพรวมของกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจกิจกรรม และมองเห็นว่าสามารถใช้ความรู้ในเนื้อหาที่เรียนมาคำนวณความเข้มข้นของสารที่ต้องใช้ได้ รวมถึงนำข้อมูลที่สืบค้นมาใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาได้ จากนั้นผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ประเมินกิจกรรมในภาพรวมว่า นักเรียนได้เรียนรู้อะไรเพิ่มเติมจากกิจกรรมนี้ เนื่องจากกิจกรรมการปรับปรุงคุณภาพน้ำไม่ได้ใช้ระยะเวลาเหมือนในกิจกรรมทำไข่เยี่ยวม้า นักเรียนจึงสามารถประเมินผลการปรับปรุงคุณภาพน้ำได้ทันทีและสามารถตรวจสอบผลการปรับปรุงคุณภาพน้ำได้ทันทีที่เกิดข้อผิดพลาด จากนั้นผู้วิจัยได้มอบหมายให้แต่ละกลุ่มอัดวิดีโอเพื่อสะท้อนผลการปฏิบัติการด้านความร่วมมือและการปฏิบัติตามหน้าที่และกฎระเบียบภายในกลุ่มในประเด็น 1) สิ่งที่นักเรียนคิดว่านักเรียนทำได้ดีและหรือสิ่งที่ต้องปรับปรุง 2) สิ่งที่นักเรียนคิดว่ากลุ่มของนักเรียนทำได้ดีและสิ่งที่ต้องปรับปรุง ตามที่ผู้วิจัยได้วางแผนไว้

“นักเรียนทุกคนสามารถสะท้อนผลการทำกิจกรรมของตนเอง ของสมาชิกในกลุ่ม ได้ตรงประเด็นและให้ข้อมูลในการสะท้อนมากขึ้น รู้ถึงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นพร้อมกับให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงตนเอง และเพื่อนๆได้เหมาะสมมากขึ้น”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 14 กุมภาพันธ์ 2562)

### 4. ชั้นสะท้อนผล (Reflect)

#### การเรียนรู้นอกห้องเรียน

##### 1. ชั้นการบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน

1.1 วิดีโอที่มีความน่าสนใจ และจูงใจให้ผู้เรียนเข้ามาชม ควรมีความกระชับยาว ประมาณ 4-5 นาทีต่อหนึ่งวิดีโอ และต้องใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย มีเทคนิคในการจดจำ มีจุดเน้นให้นักเรียนสามารถจับประเด็นในการคำนวณได้

1.2 การประกาศวันที่จะลงวิดีโอให้ชัดเจนเพื่อการวางแผนการชมวิดีโอของนักเรียน

##### 2. ชั้นการติดตามการทดสอบออนไลน์

2.1 การที่กำหนดวันและเวลาที่ส่งอย่างชัดเจน ทำให้นักเรียนส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนดมากขึ้น และการให้ผลสะท้อนทันทีทำให้นักเรียนทราบทันทีว่าตนเองมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใดในบทเรียน เพื่อที่จะได้แก้ไขได้ทันทีทำให้นักเรียนมองเห็นความสำคัญในการทำแบบฝึกหัดเพื่อทบทวนความรู้มากขึ้น โดยมีจำนวนนักเรียนที่ส่งไม่ตรงเวลาน้อยลงจากเดิม 7%

## การเรียนรู้ในห้องเรียน

### 1. ชั้นสรุปการเรียนรู้นอกห้องเรียน

1.1 การใช้เวลา 2-3 นาที ให้นักเรียนได้ทบทวนตนเองว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ หรือสงสัยทำให้ผู้วิจัยสามารถจุดที่นักเรียนยังเข้าใจผิดมากขึ้น เพื่อนำไปปรับปรุงวิดีโอการสอนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น จนพบว่าจุดที่นักเรียนอยากให้ผู้วิจัยเพิ่มคือ สรุปหลักการคำนวณท้ายวิดีโอ นอกจากนี้การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนสิ่งที่ยังไม่เข้าใจยังเป็นการปรับความเข้าใจของนักเรียนได้ดีมากขึ้นด้วย

1.2 การโจทย์คำถามนอกเหนือจากแบบฝึกหัด 2-3 ข้อและมีความหลากหลาย ใน Power point ฉายผ่านโปรเจคเตอร์ และใช้การถาม-ตอบ ช่วยทำให้การตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเป็นไปได้อย่างขึ้น และรวดเร็วมากขึ้น

1.3 การให้นักเรียนรวมกลุ่ม โดยมีสมาชิกเดียวกับกลุ่มที่ทำกิจกรรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนช่วยกันสอนเนื้อหาที่เรียนให้กันและกัน ทำให้นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้มากขึ้นและต่างช่วยเหลือในการเรียนรู้และช่วยตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาที่มีความซับซ้อนได้ดีขึ้น

### 2. ชั้นการสอนบรรยายสั้นๆเกี่ยวกับกิจกรรม

2.1 การเริ่มกิจกรรมด้วยการบอกจุดประสงค์ของกิจกรรม และลักษณะของกิจกรรมสามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ดี ส่งผลให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น

2.2 การที่ให้นักเรียนอยู่ร่วมกับกลุ่มสมาชิกคนเดิม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง การทำหน้าที่ได้เหมาะสมขึ้น สืบเนื่องมาจากขั้นสะท้อนผลในกิจกรรมที่แล้วที่ให้นักเรียนได้สะท้อน การปฏิบัติหน้าที่ของแต่ละคน ทำให้นักเรียนมองเห็นความถนัดในตนเองชัดเจนมากขึ้น จนเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหน้าที่ของกลุ่มให้เหมาะสมกับการทำงานมากขึ้น สำหรับการตั้งกฎระเบียบของกลุ่มนั้น ส่วนใหญ่นักเรียนจะใช้กฎระเบียบที่ตั้งไว้เหมือนกับการทำกิจกรรมแรกซึ่งมีความเหมาะสมและสามารถปฏิบัติได้จริง

2.3 การเลือกใช้วิดีโอเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียนสามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ ดังนั้นต้องให้ความสำคัญกับการเลือกวิดีโอมาเป็นส่วนหนึ่งในการกระตุ้นการเรียนรู้ให้มีความหมายมากขึ้น เพราะจากการสังเกตพบว่า วิดีโอที่ผู้วิจัยเลือกใช้นั้นเป็นลักษณะของข่าวที่น่าเชื่อถือ และมีการอธิบายปัญหา สาเหตุ และผลกระทบ รวมทั้งผู้ได้รับผลกระทบในข่าวชัดเจน ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงเข้ากับปัญหาและส่งผลให้นักเรียนเข้าใจปัญหาได้เร็วขึ้น

2.4 การที่ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นความสงสัยประกอบกับการอธิบายเนื้อหาในข่าว เป็นการเพิ่มการคิดของนักเรียนทำให้นักเรียนสงสัยและนำไปสู่การค้นคว้าหาข้อมูลมาแลกเปลี่ยนกันมากขึ้น และช่วยทำให้นักเรียนมองเห็นถึงความสำคัญของข้อมูลมากขึ้น

### 3. ชั้นกิจกรรมการแก้ปัญหา

#### 3.1 ชั้นบททวนปัญหา

3.1.1 การใช้วิดีโอในชั้นการสอนบรรยายสั้นๆเกี่ยวกับกิจกรรม ถ้าวิดีโอเชื่อมโยงกับปัญหาในกรณีศึกษาเพียงใดก็จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ในกรณีศึกษาและเงื่อนไขของสถานการณ์ได้ดีขึ้น และสามารถสืบค้นหาข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจปัญหาได้ดีขึ้น และระบุประเด็นอื่น ๆ ที่ต้องการทราบได้สอดคล้องกับปัญหาได้ดีขึ้น

3.1.2 ในการเรียนเรื่องนี้นักเรียนไม่คุ้นเคย การที่ครูแจกใบความรู้ที่เกี่ยวข้องของกับปัญหาช่วยให้นักเรียนใช้เวลาในการค้นหาข้อมูลได้เร็วขึ้น โดยข้อมูลที่ให้ต้องไม่ได้เป็นข้อมูลที่ใช้ตอบคำถามในใบกิจกรรม แต่ควรเป็นข้อมูลที่ใช้เพียงเพื่อให้เข้าใจประเด็นปัญหาในเรื่องที่นักเรียนไม่คุ้นเคยได้ดีขึ้น และควรให้ข้อมูลที่มีทั้งส่วนที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อฝึกให้นักเรียนคัดกรองข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น ผู้วิจัยแจกใบความรู้เรื่องน้ำกระด้าง – น้ำอ่อนให้นักเรียน เพียงเพื่อให้เข้าใจความหมายของน้ำกระด้างว่ามีคุณสมบัติอย่างไร เป็นต้น โดยที่นักเรียนอาจไม่ต้องใช้ข้อมูล เรื่อง น้ำอ่อนก็ได้ อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ให้นักเรียนต้องเป็นข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

3.1.3 การแจกใบความรู้ในเวลาที่เหมาะสม โดยการกระตุ้นให้นักเรียนได้สงสัย ใคร่รู้ก่อนที่จะแจกใบความรู้ช่วยทำให้นักเรียนสนใจข้อมูลที่แจกมากขึ้น และอาจนำไปสู่การสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม

#### 3.2 ชั้นวิเคราะห์ปัญหา

3.2.1 ครูควรกระตุ้นให้สมาชิกทุกคนระดมสมองและช่วยกันระบุปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์และเงื่อนไขสถานการณ์ โดยครูช่วยเดินสังเกตทุกกลุ่มเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนระบุปัญหาได้เหมาะสม ไม่ออกนอกขอบเขตหรือไม่ โดยแต่ละกลุ่มควรระบุปัญหาได้ว่า น้ำในบอยเลอร์ไม่บริสุทธิ์ เช่น มีความกระด้างเพราะมี  $\text{CaCl}_2$  ละลายในน้ำมากเกินไป นอกจากนี้ยังมี pH ไม่เหมาะสมทำให้น้ำเป็นกรดมากเกินไป และยังมียอดออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำมากเกินไป สาเหตุของปัญหา คือ ไม่มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ หรือขาดความรู้เชิงปฏิบัติงานด้านความปลอดภัยหรือความมั่งคั่งของผู้ปฏิบัติงาน ผลกระทบคือ บอยเลอร์ระเบิดสร้างความเสียหายแก่ชุมชนใกล้เคียง และสูญเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงบอยเลอร์ ผู้ได้รับผลกระทบคือ ชุมชนใกล้เคียง



ผู้ประกอบการ ส่วนใหญ่พบว่านักเรียนสามารถระบุปัญหาได้เหมาะสม และบอกผลกระทบ ผู้ได้รับผลกระทบครอบคลุมมากขึ้น

### 3.3 ขั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา

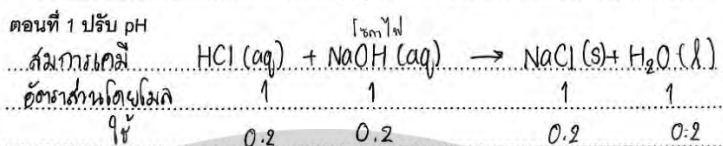
3.3.1 สถานการณ์ที่นำมาใช้มีการนำความรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ คือการคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำได้ชัดเจน ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ด้านปริมาณสารสัมพันธ์มาใช้ในการออกแบบวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำในบอยเลอร์ได้ จากการสังเกตพบว่า แต่ละกลุ่มสามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำได้อย่างน้อย 2 คุณสมบัติจาก 3 คุณสมบัติ รวมทั้งระบุข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดในแต่ละวิธีการได้ค่อนข้างเหมาะสม

### 3.4 ขั้นทำการตัดสินใจ

3.4.1 การเตรียมใบรายชื่อวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ทำให้นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาได้ และมองหาข้อจำกัดในแต่ละวิธีได้ดียิ่งขึ้น

3.4.2 นักเรียนสามารถนำความรู้ด้านเคมีมาใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจเลือกวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำตามคุณสมบัติต่างๆ ได้เหมาะสมยิ่งขึ้น เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้สอดคล้องกับการนำความรู้ด้านปริมาณสารสัมพันธ์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา

ออกแบบขั้นตอนก่อนการทำงาน พร้อมระบุปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นและคำนวณปริมาณสารที่ต้องใช้

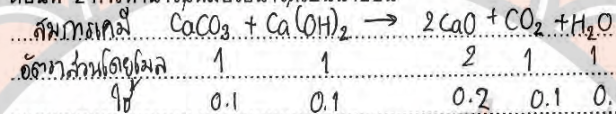


ขั้นตอน

1. ใส่น้ำ NaOH ในน้ำที่มีค่า pH ต่ำ แล้ว NaOH จะทำปฏิกิริยากับ HCl ที่อยู่ในน้ำ เกิดเป็น NaCl และน้ำ จะใช้ HCl 7.2 กรัม NaOH 8 กรัม

ฟอสเฟตที่ขอยืม

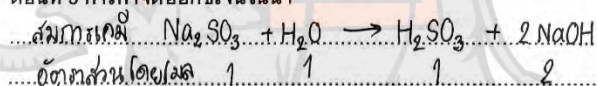
ตอนที่ 2 การทำน้ำในหม้อไอน้ำให้เป็นน้ำอ่อน



ขั้นตอน

1. ใส่น้ำ  $\text{Ca(OH)}_2$  ใส่น้ำในหม้อไอน้ำ แล้ว  $\text{Ca(OH)}_2$  จะทำปฏิกิริยากับ  $\text{CaCO}_3$  ในหม้อไอน้ำ แล้วเกิด  $\text{CaO}$  และน้ำที่ขอยืมได้ออกมาได้ จะใช้  $\text{Ca(OH)}_2$  7.4 กรัม และ  $\text{CaCO}_3$  10 กรัม

ตอนที่ 3 การกำจัดออกซิเจนในน้ำ



ขั้นตอน

1. นำโซเดียมซัลไฟด์ ใส่ในน้ำ เพื่อใส่ออกซิเจน ( $\text{O}_2$ )

ภาพ 10 ตัวอย่างการใช้ความรู้ด้านปริมาณสารสัมพันธ์ในการสนับสนุนการตัดสินใจเลือกวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำของนักเรียนกลุ่ม G2

3.4.3 ในสถานการณ์ที่ออกแบบมาให้กลุ่มมีเวลาจำกัดในการทำงาน ทำให้สมาชิกในกลุ่มแบ่งหน้าที่และกระจายงานให้แต่ละคนมีส่วนร่วมชัดเจนยิ่งขึ้น มีความสามัคคีและช่วยเหลือกันทำงาน และเป็นขั้นที่นักเรียนสนุกสนานมากที่สุด เพราะได้ลงมือปฏิบัติการทดลองแข่งกับเวลา และนักเรียนส่วนใหญ่เกือบทุกกลุ่มสามารถปฏิบัติการทดลองเสร็จทันเวลา ทำให้การแก้ปัญหาสำเร็จลุล่วง

### 3.5 ชั้นสะท้อนผลลัพธ์

3.5.1 การสรุปภาพรวมของกิจกรรมในชั้นทำยสุดร่วมกัน แม้เป็นระยะเวลาสั้นๆ สามารถทำให้นักเรียนมีความเข้าใจกิจกรรมได้ดีขึ้นและมองเห็นประโยชน์ของการนำความรู้ในเรื่องที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งนักเรียนต่างให้ความเห็นว่าในกิจกรรมนี้ได้นำความรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์มาใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาได้ในชีวิตจริง แม้อาจจะเป็น

การทดลองที่ให้ผลได้ไม่ถูกต้องนัก แต่ก็สามารถประยุกต์ใช้แนวคิดเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์มาใช้ในการออกแบบและคำนวณการใช้สารเคมีที่ต้องใช้ได้

3.5.2 การใช้วิดีโอในการนำเสนอผลการแก้ปัญหาและอุปสรรค รวมทั้งสะท้อนผลการปฏิบัติตามหน้าที่และกฎระเบียบภายในกลุ่ม ยังช่วยให้นักเรียนที่เขินอายไม่กล้าพูดกล้าแสดงออกมากขึ้นในการสะท้อนผลการทำงานของตนเอง และเตรียมตัวก่อนการนำเสนอมากขึ้นทำให้นักเรียนนำเสนอดีขึ้น ดังเช่น

“สิ่งที่คิดว่าตนเองทำได้ดีนะคะดิฉันเป็นผู้นำเสนอ สิ่งที่ได้ดีก็คือการนำเสนอค่ะเพราะว่าเป็นคนที่ชอบพูด ชอบเจรจา เป็นคนไม่ถนัดในเรื่องการเขียนและการค้นหาค่ะก็เลยเลือกที่จะมานำเสนอค่ะ”

“ส่วนดิฉันเป็นผู้สืบค้นข้อมูลนะค่ะ สิ่งที่ตัวเองตัวเองน่าจะทำได้ดีคือเป็นผู้สืบค้นข้อมูลเพราะว่าตัวเองชอบที่จะค้นหาแล้วก็สรุปออกมาให้เพื่อนได้รับรู้ได้ฟังค่ะ”

“ดิฉันทำหน้าที่เป็นผู้บันทึกนะค่ะ สิ่งที่ได้ดีก็คือบันทึกผลค่ะ เนื่องจากตนเองเป็นคนที่มีความละเอียดรอบคอบสามารถเก็บข้อมูลได้ดีค่ะจึงรับหน้าที่นี้ค่ะ”

“สำหรับดิฉันเป็นผู้ทำการทดลองนะค่ะ คิดว่าตนเองทำหน้าที่ในการทดลองได้ดีค่ะ เพราะว่าคิดว่าตนเองมีความละเอียดรอบคอบแล้วก็มีทักษะในการทำปฏิบัติการทดลองค่ะ”

“สำหรับสิ่งที่สมาชิกในกลุ่มทำได้ดีนะค่ะ ก็สมาชิกของเราส่วนใหญ่ทำหน้าที่ของตัวเองได้ดีนะค่ะก็ไม่ต้องปรับปรุงอะไรคนในกลุ่มเนี่ยบางคนอาจจะไม่ค่อยทำการทดลองเท่าไรหรือว่าไม่ช่วยกันมากเท่าไรเราก็จะตกเดือนทันทีเลย ว่ามาช่วยกันหน่อย จนประสบความสำเร็จในการทดลองค่ะ ทุกคนแฮปปี้ค่ะ”

(G3, วิดีโอการนำเสนอ, แผนการจัดเรียนรู้ที่ 2)



## ตาราง 29 สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เพื่อนำไปปรับปรุงแผนการเรียนรู้ใน วงจรปฏิบัติการที่ 3

ปัญหาที่พบ	การแก้ไขในวงจรต่อไป
<b>การจัดการเรียนรู้นอกห้องเรียน</b>	
1. นักเรียนอยากให้เห็นการสรุปหลักการ คำนวณท้ายคลิปวิดีโอ	ปรับวิดีโอโดยมีการเพิ่มสรุปเนื้อหาท้ายวิดีโอ
2. นักเรียนบางส่วนส่งแบบฝึกหัดช้าเกินเวลา ที่กำหนดส่ง	กำหนดวันที่จะให้นักเรียนส่งให้ชัดเจน และบอกนักเรียนว่าจะปรับเปลี่ยน คะแนนการทำแบบทดสอบให้เป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม
<b>การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน</b>	
1. นักเรียนบางส่วนยังระบุปัญหาตาม สถานการณ์ที่กำหนดให้ไม่เหมาะสมกับ เงื่อนไขของสถานการณ์	ปรับปรุงความชัดเจนของสถานการณ์และเงื่อนไขของสถานการณ์ให้สอดคล้อง กันมากขึ้น และเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนให้มากขึ้น
2. นักเรียนบางส่วนยังทำการทดลองไม่ รอบคอบ ทำให้ผลการทดลองไม่ถูกต้อง	กระตุ้นให้นักเรียนหมั่นช่วยกันสังเกตและตรวจสอบการทำงานของกันและกัน ให้มากขึ้น โดยเฉพาะในขั้นคำนวณและเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี หากพบ ปัญหาจะได้แก้ไขได้ทันที

### วงจรปฏิบัติการที่ 3

#### 1. ขั้นวางแผน (Plan)

ขั้นนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ตามการสะท้อนผลของวงจร  
ปฏิบัติการที่ 2 โดยทำการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ รวมถึงปรับรายละเอียดของการทำ  
กิจกรรมในบางขั้นตอนให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

#### 2. ขั้นปฏิบัติการ (Action) และ 3. ขั้นสังเกต (Observe)

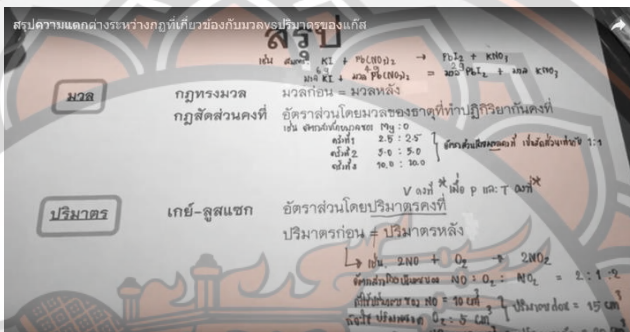
##### การเรียนรู้นอกห้องเรียน

##### 1. ขั้นการบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน

ผู้วิจัยโพสต์วิดีโอการสอนบรรยายของผู้วิจัยและโพสต์ลงใน Google classroom  
ได้แก่ 1) กฎของเกย์- ลูสแซก (Gay-Lussac's law) 2) สมมติฐานของอวาโวกาโดร (Avogadro's  
Hypothesis) และ 3) การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรของแก๊สใน  
ปฏิกิริยาเคมี ให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองตามอัธยาศัย โดยมีความยาวประมาณ 5-7 นาทีต่อ  
วิดีโอ โดยมีการสรุปทุกครั้งในแต่ละบทเรียนทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น สอดคล้องกับครูที่  
เลี้ยง ที่กล่าวว่า

“วิดีโอมีความเหมาะสมในเรื่องของเวลาที่ใช้ ภาษา รวมทั้งมีการอธิบายอย่างละเอียดเข้าใจง่าย และมีโจทย์แบบฝึกหัดที่มีความหลากหลายมากขึ้น นอกจากนี้ยังเพิ่มการสรุปทุกครั้งท้ายบทเรียนในแต่ละบท ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2562)



ภาพ 11 การเพิ่มสรุปในเนื้อหาวิดีโอการสอนท้ายบทเรียน

## 2. ขั้นการติดตามการทดสอบออนไลน์

ผู้วิจัยได้มอบหมายให้นักเรียนรายบุคคลทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนเคมี เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับแก๊ส โดยกำหนดวันและเวลาที่ส่งอย่างชัดเจน และแจ้งการปรับเปลี่ยนคะแนนการทำแบบทดสอบให้เป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ทำกิจกรรม ในขั้นนี้พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยเหลือการติดตามการส่งแบบฝึกหัด ทำให้เกือบทั้งหมดส่งแบบฝึกหัดได้ตรงเวลาที่กำหนดทุกคน มีนักเรียน 5% ที่ส่งแบบฝึกหัดช้าเกินกำหนด (ลดลงจากเดิม 9%) ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความถูกต้องและให้คะแนนนักเรียนทันทีซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง จึงทำให้คาดการณ์ได้ว่านักเรียนมีการศึกษาเนื้อหาบทเรียนมาก่อนหรือเตรียมตัวมาก่อนล่วงหน้า

“นักเรียนส่งแบบฝึกหัดตรงเวลาและทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องมากขึ้น”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2562)

## การเรียนรู้ในห้องเรียน

### 1. ชั้นสรุปการเรียนรู้นอกห้องเรียน

ก่อนผู้วิจัยจะเริ่มสรุปการเรียนรู้ร่วมกันนั้น ผู้วิจัยได้เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในเนื้อหาที่นักเรียนสงสัยจากการเรียนในวิดีโอ พร้อมกับการสำรวจสิ่งที่นักเรียนสงสัยในส่วนของเนื้อหาหลังจากที่นักเรียนได้ไปเรียนรู้ด้วยตนเอง จากนั้นเริ่มทบทวนโดยใช้โจทย์นอกเหนือจากแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน 2-3 ข้อ โดยใช้ Power point พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามได้ทั้งหมด ทำให้ชั้นนี้ใช้เวลาได้น้อยกว่าที่กำหนดไว้ จากตามแผนที่ตั้งไว้คือประมาณ 20 นาทีเหลือเพียง 15 นาทีเท่านั้น

“นักเรียนสามารถตอบคำถามได้เกือบทั้งหมด แสดงว่านักเรียนมีการทำการบ้าน โดยการศึกษาเรียนรู้เนื้อหามาก่อนที่จะเรียนในห้อง”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2562)

### 2. ชั้นการสอนบรรยายสั้นๆเกี่ยวกับกิจกรรม

ผู้วิจัยให้นักเรียนนั่งตามกลุ่มสมาชิกเดิม และเริ่มอธิบายถึงลักษณะของกิจกรรมรวมทั้งจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ จากนั้นแจกใบกิจกรรมและใบรายชื่อสารเคมีให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้นักเรียนทำการแบ่งหน้าที่และสามารถปรับเปลี่ยนหน้าที่ภายในกลุ่มได้เพื่อให้เหมาะสมตามความสามารถและความถนัดของสมาชิก และระบุนกฏระเบียบของกลุ่มสำหรับการทำกิจกรรมร่วมกันในครั้งนี้ และนำเข้ากิจกรรมกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้วิดีโอที่เป็นข่าวเกี่ยวกับเกษตรกรขาดรายได้เกือบล้านบาทเพราะน้ำท่วมสวนกล้วย ทำให้ชาวสวนต้องตัดกล้วยไปขายก่อน และกล้วยจำนวนมากไม่ทันขายได้หมดทำให้เกิดปัญหา จากนั้น ผู้วิจัยได้ใช้คำถามว่าหากนักเรียนต้องการช่วยเหลือเกษตรกรนักเรียนจะทำอย่างไร นักเรียนร่วมกันอภิปราย จากนั้นผู้วิจัยได้เปิดคลิปกล้วยหอมร้านสะดวกซื้อเซเว่น อีเลฟเว่น ซึ่งบรรจุถุงพลาสติกซึ่งจะเป็นรู จากนั้นผู้วิจัยถามว่าทำไมต้องเจาะพลาสติกเป็นรู นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายว่าเนื่องจากต้องการให้เกิดการถ่ายเทอากาศ จากนั้นผู้วิจัยจึงถามต่อแล้วว่าแล้วทำไมต้องมีกรถ่ายเทอากาศ นักเรียนแต่ละกลุ่มพยายามคิด และเริ่มสืบค้นข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบคำถามของผู้วิจัย โดยสามารถตอบได้ตรงประเด็นว่าต้องการยืดอายุของกล้วยหอมให้สุกช้า จากนั้นผู้วิจัยจึงถามว่าการสุกของกล้วยหอมเกิดจากอะไร ซึ่งในชั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้เตรียมใบความรู้ เรื่อง การสุกของผลไม้ซึ่งเกี่ยวข้องกับฮอร์โมนเอทิลีนซึ่งเป็นฮอร์โมนในรูปแก๊สที่ช่วยเร่งการสุกของผลไม้ให้นักเรียนศึกษา



ร่วมกันเป็นกลุ่ม จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนร่วมกันสรุปว่าการสุขของกล้วยหอมมีสาเหตุเกิดจากอะไร ซึ่งในขั้นตอนนี้พบว่านักเรียนให้ความสนใจในการตอบคำถามเป็นอย่างดี

“นักเรียนร่วมมือในการตอบคำถามเป็นอย่างดีเนื่องจากเป็นปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียน มีการช่วยเหลือกันสืบค้นและนำข้อมูลมาอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยมีผู้นำเสนอทำหน้าที่ได้เป็นอย่างดี”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2562)

“ผู้วิจัยใช้ชุดคำถามต่อเนื่องในการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ช่วยให้ผู้เรียนคิดตาม และร่วมแสดงความคิดเห็น และสนใจที่จะหาข้อมูลเพื่อมาตอบคำถามผู้วิจัย”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2562)

### 3. ขั้นตอนกิจกรรมการแก้ปัญหา

#### 3.1 ขั้นทบทวนปัญหา

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเริ่มทำกิจกรรมเป็นขั้นตอนโดยเข้าไปกระตุ้นน้อยที่สุด โดยแต่ละกลุ่มเริ่มสืบค้นข้อมูลหาข้อมูลเพิ่มเติมอย่างกระตือรือร้นมากขึ้นและสอดคล้องกับผู้สะท้อนผลร่วมที่กล่าวว่านักเรียนช่วยกันค้นหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือมากขึ้น

“นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นและนำข้อมูลมาแลกเปลี่ยนภายในกลุ่มมากขึ้นจนสามารถตอบได้ว่า การสุขของกล้วยเกิดจากแก๊สเอทิลีน และทำอย่างไรเพื่อลดปริมาณแก๊สเอทิลีนจากกล้วย”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนให้ความสนใจกับการอ่านกิจกรรมร่วมกันดี และค้นหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2562)

### 3.2 ชั้นวิเคราะห์ปัญหา

แต่ละกลุ่มอ่านเงื่อนไขของสถานการณ์เพื่อระบุปัญหาที่ต้องการจะแก้ร่วมกัน นักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่มร่วมกันระบุปัญหา จากนั้นลงข้อสรุปเป็นการระบุปัญหาของกลุ่ม พบว่านักเรียนใช้เวลาในการระบุปัญหาได้เร็วขึ้น

“นักเรียนระบุปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์และเงื่อนไขมากขึ้น รวมทั้งบอกผลกระทบ และผู้ได้รับผลกระทบได้ครอบคลุมมากขึ้น โดยผู้วิจัยเข้าไปช่วยเหลือน้อยลง”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2562)

### 3.3 ชั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา

แต่ละกลุ่มร่วมกันค้นหาวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้บรรจุกภัณฑ์แอดทีฟเพื่อยืดอายุกล้วยหอมให้ได้มากที่สุด แต่ละกลุ่มร่วมกันค้นหาวัสดุดูดซับและวัสดุที่เป็นสารเคมี โดยดูจากใบรายชื่อสารเคมีและวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถหาสารเคมีที่ช่วยดูดซับแก๊สเอทิลีนอย่างน้อย 1 วิธีและระบุข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดในแต่ละวิธีการได้ และสามารถออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม

“นักเรียนสามารถสร้างวิธีการแก้ปัญหาได้ และแต่ละวิธีนักเรียนสามารถระบุข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดได้เหมาะสม”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2562)

### 3.4 ชั้นทำการตัดสินใจ

แต่ละกลุ่มเลือกวิธีการสร้างวัสดุดูดซับแก๊สเอทิลีนเพื่อใช้เป็นบรรจุกภัณฑ์แอดทีฟของกล้วยหอม จากการสังเกต พบว่า นักเรียนสามารถนำข้อมูลความรู้ที่ตนเองได้สืบค้น เช่น ข้อดี ข้อเสียและข้อจำกัดมาใช้เป็นเหตุผลในการออกแบบผลิตบรรจุกภัณฑ์แอดทีฟเพื่อยืดอายุกล้วยหอมได้เป็นวิธีที่ดีที่สุดของแต่ละกลุ่ม นอกจากนี้ นักเรียนยังใช้ความรู้เกี่ยวกับการคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับแก๊สมาใช้ในการแก้ปัญหามากขึ้น

“มีการเขียนสมการและคำนวณปริมาณสารที่ต้องการใช้ได้ตามเงื่อนไขของสถานการณ์ที่สมมติขึ้น นักเรียนคำนวณปริมาณสารที่ต้องการใช้ได้ถูกต้อง”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2562)

จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง จากการสังเกตพบว่านักเรียนส่วนใหญ่เลือกใช้สารโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตในการยับยั้งแก๊สเอทิลีนเพราะหาได้ให้องค์ปฏิบัติการและเป็นสารที่สามารถซื้อหาได้ง่าย และในขณะปฏิบัติทดลองนั้น มีการแบ่งงานกันทำอย่างชัดเจน แต่ละคนต่างช่วยเหลือกันทำงานและช่วยกันติดตามตรวจสอบทุกขั้นตอน นักเรียนทุกกลุ่มสามารถปฏิบัติการทดลองเสร็จทันเวลาที่กำหนดให้ บางกลุ่มทำเสร็จก่อนเวลา เนื่องจากก่อนการดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละคนได้ทำการสร้างความเข้าใจร่วมกันก่อนแล้วค่อยดำเนินการแก้ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาได้เร็วขึ้น สอดคล้องกับผลสะท้อนของครูที่เลี้ยง

“นักเรียนสามารถเลือกสารเคมีได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ที่ได้รับ และสามารถเขียนสมการเคมีที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาเคมีได้ นอกจากนี้นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองได้เองโดยขอคำปรึกษาจากครูผู้สอนเพียงเล็กน้อย และทำการทดลองเสร็จทันตามเวลาที่กำหนด”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2562)



ภาพ 12 การสร้างวัสดุดูดซับแก๊สเอทิลีนเพื่อใช้เป็นบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ

### 3.5 ชั้นสะท้อนผลลัพธ์

ผู้วิจัยทำการสรุปภาพรวมของกิจกรรม ร่วมกับนักเรียน นักเรียนได้ให้ความเห็นว่าสามารถใช้ความรู้เรื่องการคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊สและความรู้ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมสามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ จากการรับฟังแต่ละกลุ่มพบว่า แต่ละกลุ่มสามารถเสนอแนะ สิ่งที่ดี สิ่งที่ต้องปรับปรุงหรือข้อแนะนำเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลการแก้ปัญหาให้กับแต่ละกลุ่มได้ จากนั้นผู้วิจัยเปิดให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัยจาก



การทำกิจกรรม พร้อมกับบอกเล่าปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการแก้ปัญหาและประเมินความสำเร็จของการแก้ปัญหาในครั้งนี้

“นักเรียนสามารถรายงานผลการแก้ปัญหาและการแก้ไขข้อผิดพลาด นักเรียนสามารถประเมินความสำเร็จในการสร้างวัสดุดูดซับแก๊สเอทิลีนเพื่อใช้เป็นบรรจุภัณฑ์แอกที่ไฟได้เหมาะสม ”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2562)

“นักเรียนช่วยกันติดตามผลการชะลอการสุกของกล้วยหอมดี มีการบันทึกลงในสมุดติดตามผลการดำเนินงานจนครบเวลาที่กำหนด”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2562)

จากการสังเกตผลการสะท้อนการทำหน้าที่ของตนเอง และการทำงานภายในกลุ่มจากวิดีโอ พบว่า นักเรียนสามารถสะท้อนการทำหน้าที่ของตนเองและของกลุ่มได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

“แต่ละกลุ่มสะท้อนการทำหน้าที่ของตนเอง และการทำงานภายในกลุ่มจากวิดีโอได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2562)

#### 4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

จากการวิเคราะห์ผลการสังเกตจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ถึงรายละเอียดของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นนั้น สามารถสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ได้ ดังนี้

##### การเรียนรู้นอกห้องเรียน

##### 1. ขั้นการบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน

1.1 วิดีโอที่มีความยาวเหมาะสมคือเวลาประมาณ 5-7 นาทีต่อวิดีโอ ในวิดีโอควรแบ่งการบรรยายออกเป็น หลักการหรือทฤษฎี ตัวอย่างการคำนวณ และยกตัวอย่างโจทย์ที่มีความสลับซับซ้อนและยากขึ้นเรื่อยๆ 2-3 ตัวอย่าง และมีการสรุปท้ายวิดีโอทุกครั้ง โดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย มีเทคนิคในการจดจำและมีจุดเน้นย้ำถึงสิ่งที่สำคัญ ช่วยให้ให้นักเรียนต้องการชมวิดีโอมากขึ้น สามารถจับประเด็นในการคำนวณได้ดีขึ้น

1.2 การประกาศวันที่จะลงวิดีโอให้ชัดเจนทำให้นักเรียนสามารถวางแผนการชมวิดีโอได้

## 2. ขั้นการติดตามการทดสอบออนไลน์

2.1 การกำหนดวันและเวลาที่ส่งอย่างชัดเจนและการเสริมแรงทางลบ เช่น จะให้คะแนนเป็นกลุ่ม หากมีเพื่อนส่งช้าก็ทำให้ถูกหักคะแนนเป็นกลุ่มทำให้นักเรียนส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนดมากขึ้น เนื่องจากมีกลุ่มช่วยติดตามการส่งงาน ซึ่งเป็นบรรยากาศที่กระตุ้นให้แต่ละคนช่วยกันเรียนมากขึ้น

2.2 การให้ผลสะท้อนทันทีแก่นักเรียน ช่วยทำให้นักเรียนทราบทันทีว่าตนเองมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใดในบทเรียน เพื่อที่จะได้ทบทวนซ้ำได้

### การเรียนรู้ในห้องเรียน

#### 1. ขั้นสรุปการเรียนรู้นอกห้องเรียน

1.1 การสำรวจสิ่งที่นักเรียนสงสัยหลังจากที่นักเรียนได้ไปเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้การถาม - ตอบ ผ่านการตั้งโจทย์คำถาม 1-3 ข้อ ใน Power point ฉายผ่านโปรเจคเตอร์ และใช้เวลา 5 นาที ช่วยกันสรุปเนื้อหาพร้อมกันเกี่ยวกับหลักการการคำนวณและจดลงในสมุดเพื่อใช้ทบทวน ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามผู้วิจัยได้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการไปศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองมาก่อนที่จะเริ่มเรียนในห้อง จึงทำให้ใช้เวลาได้น้อยกว่าที่กำหนดไว้

#### 2. ขั้นการสอนบรรยายสั้นๆเกี่ยวกับกิจกรรม

2.1 การเริ่มกิจกรรมด้วยการบอกจุดประสงค์ของกิจกรรม และลักษณะของกิจกรรมสามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ดี

2.2 การทำให้นักเรียนอยู่ร่วมกับกลุ่มสมาชิกคนเดิม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการทำหน้าที่ได้เหมาะสมขึ้น และช่วยเหลือเกื้อกูลกันมากขึ้น

2.3 จากการสังเกต พบว่า สื่อวิดีโอที่เป็นข่าว สามารถช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในกิจกรรมมากขึ้น และเชื่อมโยงเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น และการที่ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นความสงสัยและการคิดของนักเรียนเมื่อเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันเข้ากับสถานการณ์ปัญหาตัวอย่าง เช่น กลัวยหอมที่บรรจุขายในร้านสะดวกซื้อเซเว่น อีเลฟเว่นต้องเจาะรู ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ สงสัย และนำไปสู่การค้นคว้าหาข้อมูลมาแลกเปลี่ยนกันมากขึ้นและเห็นความสำคัญของข้อมูลมากขึ้น

### 3. ชั้นกิจกรรมการแก้ปัญหา

#### 3.1 ชั้นทบทวนปัญหา

1. หากใช้วิดีโอเชื่อมโยงกับปัญหาในกรณีศึกษามากเพียงใดก็จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ในกรณีศึกษาและเงื่อนไขของสถานการณ์ได้ดีขึ้น และสามารถสืบค้นหาข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจปัญหาได้ดีขึ้น และระบุประเด็นอื่นๆที่ต้องการทราบได้สอดคล้องกับปัญหาได้ดีขึ้น

2. ใบความรู้ที่เตรียมให้จะมีประโยชน์ในการช่วยให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจในเรื่องที่ไม่คุ้นเคยได้เป็นอย่างดี โดยครูต้องทำการสรุปเนื้อหาและข้อมูลมาก่อน รวมถึงให้ความสำคัญกับความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วย

#### 3.2 ชั้นวิเคราะห์ปัญหา

1. นักเรียนสมาชิกวิเคราะห์ปัญหาในสถานการณ์จนระบุปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์มากขึ้น ไม่ออกนอกขอบเขต แต่ละกลุ่มมีความมั่นใจมากขึ้นในการระบุปัญหาสามารถบอกผลกระทบและผู้ที่ได้รับผลกระทบครอบคลุมมากขึ้น โดยขอความช่วยเหลือจากผู้วิจัยน้อยลง อาจเป็นเพราะสถานการณ์ปัญหามีความชัดเจน วิดีโอที่นำมากระตุ้นนักเรียนสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาได้ดี โดยแต่ละกลุ่มควรสามารถระบุปัญหาได้ว่าชาวสวนขายกล้วยหอมไม่ทันกับปริมาณกล้วยที่ล้นตลาด สาเหตุของปัญหา คือ น้ำท่วมสวนกล้วยหอมเป็นเวลานาน ผลกระทบคือ ขายกล้วยหอมไม่ทันกับความต้องการของตลาดอาจทำให้กล้วยเน่าเสียและไม่สามารถนำไปขายได้ ผู้ได้รับผลกระทบคือ ชาวสวนกล้วยหอม

#### 3.3 ชั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา

3.3.1 สถานการณ์ที่นำมาใช้มีการนำความรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ คือการคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊สมาใช้คำนวณปริมาณสารที่ต้องใช้ในการทำปฏิกิริยากับแก๊สเอทิลีนเพื่อช่วยชะลอการสุกของกล้วยหอมได้ โดยนำมาใช้ในการเตรียมวัสดุดูดซับแก๊สเอทิลีนได้ คำนี้ถึงความเหมาะสมมากขึ้น

#### 3.4 ชั้นทำการตัดสินใจ

3.4.1 การเตรียมใบรายชื่อวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ทำให้นักเรียนสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาได้ และมองหาข้อจำกัดในแต่ละวิธีได้ดียิ่งขึ้น

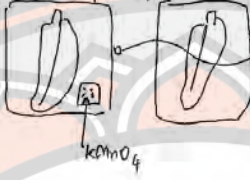
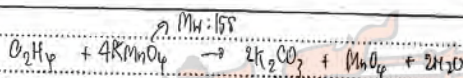
3.4.2 นักเรียนสามารถนำความรู้ด้านเคมีมาใช้ในการเลือกใช้วัสดุดูดซับแก๊สเอทิลีนได้ และสามารถดำเนินการทดลองปฏิบัติตามการออกแบบวางแผนของแต่ละกลุ่มได้



ออกแบบขั้นตอนก่อนการทำงานจริง พร้อมระบุปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นและคำนวณปริมาณสารที่ต้องใช้

1) ๒.๘๒ g.  $KMnO_4$

2) น้ำ  $KMnO_4$  ใช้ในรูปที่เตรียมไว้แล้วนำไปใส่ในถุงซิปล็อก

จาก/ของ  $C_2H_4$  ๐.๑ L

$$\frac{C_2H_4}{22.4 \text{ dm}^3} = \frac{0.1 \text{ dm}^3}{22.4 \text{ dm}^3} = 0.00446 \text{ mol}$$

อัตราส่วนโมลของ  $C_2H_4 : KMnO_4 = 1 : 4$

$$4 \text{ (โมล)} : 0.00446 : 0.01784$$

$$4 \text{ (กรัม)} : 0.00446 \times 158 = 2.82 \text{ g.}$$

ภาพ 13 ตัวอย่างการตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาของนักเรียน กลุ่ม G6

### 3.5 ขั้นตอนผลลัพธ์

3.5.1 การสรุปภาพรวมของกิจกรรมในขั้นท้ายสุดร่วมกันทำให้นักเรียนมีความเข้าใจกิจกรรมดีขึ้นและมองเห็นประโยชน์ของการนำความรู้ในเรื่องที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น

3.5.2 การใช้ชีวิตใ้ในการนำเสนอผลการแก้ปัญหาและอุปสรรค รวมทั้งสะท้อนผลการปฏิบัติตามหน้าที่และกฎระเบียบภายในกลุ่ม ช่วยให้เรียบเรียงการนำเสนอ และมีเวลาในการเตรียมตัวก่อนการนำเสนอมากขึ้นทำให้นักเรียนนำเสนอดีขึ้น

3.5.3 สำหรับการแก้ปัญหาที่มีระยะเวลาในการสังเกตผลนานนั้น การให้นักเรียนตรวจสอบผลการดำเนินงานผ่านสมุดติดตามผลการดำเนินงาน สามารถช่วยให้นักเรียนติดตามตรวจสอบแก้ไขปรับปรุงผลการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

### ตาราง 30 สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ปัญหาที่พบ	การแก้ไข
<b>การจัดการเรียนรู้นอกห้องเรียน</b>	
1. ยังคงพบนักเรียนบางส่วนส่งแบบฝึกหัดช้าเกินเวลาที่กำหนดส่ง	1. ตกลงกับนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เป็นผู้กำหนดวันที่จะส่งแบบฝึกหัดและบทลงโทษให้ชัดเจน 2. เสริมแรงทางบวก เช่น เพิ่มคะแนนหรือให้รางวัลสำหรับกลุ่มที่ส่งงานครบตามกำหนด
<b>การจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน</b>	
1. นักเรียนบางคนยังคำนวณปริมาณสารที่ใช้ในการทดลองในกิจกรรมไม่ถูกต้อง	1. ครูควรหมั่นตรวจสอบการคำนวณให้กับนักเรียนรายบุคคลมากขึ้น

หลังจากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้ว ผู้วิจัยและครูพี่เลี้ยงซึ่งเป็นผู้สะท้อนผลร่วมได้ประเมินความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ พบว่า ผู้วิจัยและครูพี่เลี้ยงได้เห็นตรงกันว่า การจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดขึ้นประสบความสำเร็จต่อการส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน ดังนี้

“การจัดการเรียนรู้ประสบความสำเร็จเพราะนักเรียนมีแนวโน้มการมีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้ง 3 สมรรถนะย่อยในระดับที่สูงขึ้น เมื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในกรณีศึกษาที่ครูกำหนดให้”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2562)

“การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในแต่ละชั้นครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ นอกจากนี้กิจกรรมที่จัดขึ้นสามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนได้ดี ซึ่งสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนที่แสดงออกนั้นครอบคลุมทั้ง 3 สมรรถนะย่อยคือ นักเรียนมีสมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน สมรรถนะการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และสมรรถนะย่อยการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม”

(ผู้สะท้อนผลร่วม, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2562)

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สามารถส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ได้ โดยต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนร่วมกันสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลในกลุ่ม และกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดเพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและรอบคอบ โดยพิจารณาจากข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดของแต่ละวิธี โดยการกระตุ้นให้นักเรียนคิดตามนั้น ผู้วิจัยพบว่า การใช้ชุดคำถามจับพจน์ โดยการถาม-ตอบ นักเรียนเป็นวิธีการกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยได้สรุปผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ข้อดี ข้อบกพร่อง และแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนโดยภาพรวม ดังแสดงในตาราง 31





ตาราง 31 สรุปการสะท้อนผลการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน  
โดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา

	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3
การเรียนรู้นอกห้องเรียน			
1. ขั้นการบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน			
ข้อดี	1. วิดีโอการสอนมีความละเอียดมาก ความยาวประมาณ 10 - 12 นาทีซึ่งเหมาะสำหรับนักเรียนที่เพิ่งเริ่มเรียน หรือไม่เคยได้เรียนในบทเรียนนี้มาก่อนตัวอย่างละ 1 ข้อ	วิดีโอการสอนมีความยาวเหมาะสมมากขึ้นประมาณ 4-5 นาทีต่อวิดีโอ และใช้ตัวอย่างที่หลากหลาย 2-3 ข้อ ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย และกระชับมากขึ้น	นักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้เนื้อหาก่อนทำกิจกรรมทำให้มีองค์ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นมากขึ้นเพราะวิดีโอการสอนมีความยาว 5-7 นาทีที่ต่อวิดีโอ ปรับการอธิบายโดยการถาม-ตอบ ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย และกระชับมากขึ้น ผู้วิจัยใช้ตัวอย่างที่หลากหลาย 2-3 ข้อในการอธิบาย และมีการสรุปท้ายบทเรียนทุกครั้ง
ข้อบกพร่อง	สำหรับนักเรียนที่เคยเรียนพิเศษมาบ้างแล้วอาจมีความน่าเบื่อ และพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สนใจวิดีโอมากนัก	วิดีโออาจยังไม่เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนบางส่วนไม่รับชมวิดีโอ	-
การปรับปรุง	ปรับวิดีโอการสอนให้มีความยาวเหมาะสมมากขึ้นและน่าสนใจมากขึ้นและกำหนดวันที่จะปล่อยวิดีโอล่วงหน้าก่อน 1-2 วัน	สำรวจความต้องการของนักเรียนพบว่าอยากให้ครูใช้ภาษาและการอธิบายที่เข้าใจง่ายเป็นกันเอง ยกตัวอย่างถามตอบตามประเด็นต่างๆ และอยากให้เพิ่มการสรุปหลักการคำนวณ หลักการคิดท้ายบท	-
2. การติดตามการทดสอบออนไลน์			
ข้อดี	นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อประเมินความเข้าใจหลังชมวิดีโอ เมื่อนักเรียนส่งแบบฝึกหัดแล้วครูให้ผลสะท้อนได้ทันทีที่เป็นรายบุคคล ทำให้นักเรียนทราบผลลัพธ์ของการเรียนทันที นำไปสู่การทบทวนและพัฒนาความเข้าใจ	นักเรียนส่งแบบฝึกหัดตรงตามเวลาที่กำหนดมากขึ้น หากมีข้อที่นักเรียนทำผิด ครูผู้สอนให้คำแนะนำ และผู้เรียนแก้ไขทันที ครูแนะนำให้นักเรียนไปทบทวนเรื่องที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ	นักเรียนส่งแบบฝึกหัดตรงตามเวลาที่กำหนดมากขึ้น หากมีข้อที่นักเรียนทำผิด ครูผู้สอนให้คำแนะนำ และผู้เรียนแก้ไขทันที ครูแนะนำให้นักเรียนไปทบทวนเรื่องที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

## ตาราง 31 (ต่อ)

	วงจรถูกปฏิบัติที่ 1	วงจรถูกปฏิบัติที่ 2	วงจรถูกปฏิบัติที่ 3
<b>2. การติดตามการทดสอบออนไลน์</b>			
<b>ข้อบกพร่อง</b>	นักเรียนจำนวน 21% ส่งแบบฝึกหัดช้าเกินเวลาที่กำหนดส่ง	ยังคงมีนักเรียนจำนวน 14% ส่งแบบฝึกหัดช้าเกินเวลาที่กำหนดส่ง	ยังคงมีนักเรียนจำนวน 5% ส่งแบบฝึกหัดช้าเกินเวลาที่กำหนดส่ง
<b>การปรับปรุง</b>	1. กำหนดวันและเวลาส่งให้ชัดเจน 2. มีการเสริมแรงทางบวกหากนักเรียนส่งแบบฝึกหัดตรงเวลา เช่น ให้คะแนน 1 คะแนนทั้งห้อง	กำหนดวันและเวลาส่งให้ชัดเจนและปรับเปลี่ยนคะแนนการทำแบบทดสอบให้เป็นคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม	เปิดโอกาสให้นักเรียนที่ส่งช้ามีส่วนร่วมในการกำหนดวันและเวลาที่จะส่งงาน
<b>การเรียนรู้ในห้องเรียน</b>			
<b>1. ชั้นสรุปการเรียนรู้นอกห้องเรียน</b>			
<b>ข้อดี</b>	ได้ทบทวนและปรับความเข้าใจของนักเรียนที่ อ.จ.มีมนต์ศน์ คลาดเคลื่อน โดยใช้โจทย์นอกเหนือจากแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน 2-3 ข้อ โดยการถาม - ตอบ	ใช้เวลา 2-3 นาทีเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม และให้นักเรียนได้ทบทวนสิ่งที่เรียนมาโดยใช้โจทย์นอกเหนือจากแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน 2-3 ข้อ โดยการถาม - ตอบ พบว่านักเรียนมีคำถามมาถามผู้วิจัยในห้องมากขึ้น	นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามได้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการไปศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองมาล่วงหน้าที่จะเริ่มเรียนในห้อง ทำให้ใช้เวลาได้น้อยกว่าที่กำหนดไว้
<b>ข้อบกพร่อง</b>	นักเรียนมีความสงสัยแต่ไม่กล้าถามและไม่ได้ทำการศึกษาวิดีโอมาก่อนด้วยตนเอง	พบนักเรียนบางส่วนยังมีความสงสัยแต่ไม่กล้าถาม	-
<b>การปรับปรุง</b>	ให้นักเรียนที่ไม่ได้ทำการศึกษามาจับกลุ่มและช่วยกันสอน โดยมีผู้วิจัยช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด	ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนนั่งแยกเป็นกลุ่มที่ประกอบด้วยสมาชิกเดียวกับกลุ่มที่ทำกิจกรรม และให้สมาชิกในกลุ่มสอนเพื่อนที่ไม่ได้ทำการบ้านมา	-
<b>2. ชั้นการสอนบรรยายสั้น ๆ เกี่ยวกับกิจกรรม</b>			
<b>ข้อดี</b>	1. การนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการใช้สื่อวีดิทัศน์สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ 2. นักเรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์ได้ และเชื่อมโยงสู่กิจกรรมแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น 3. การแบ่งนักเรียนคละกันตาม	1. การนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ควรบอกจุดประสงค์ของกิจกรรมทำให้นักเรียนสนใจกิจกรรมมากขึ้น และการใช้สื่อวีดิทัศน์ที่เป็นข่าวสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ดีขึ้น	1. การนำเข้าสู่กิจกรรมด้วยการบอกจุดประสงค์และลักษณะของกิจกรรม และการกระตุ้นโดยใช้วีดิทัศน์ที่เป็นข่าวสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ดีขึ้นและทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาของกิจกรรมมากขึ้น

## ตาราง 31 (ต่อ)

วงจรถ่ายทอดที่ 1	วงจรถ่ายทอดที่ 2	วงจรถ่ายทอดที่ 3
2. ชั้นการสอนบรรยายสั้น ๆ เกี่ยวกับกิจกรรม		
<p>ความสามารถและความสนิทสนม ทำให้นักเรียนรู้จักและปรับตัวเพื่อ ทำความรู้จักกันมากขึ้น รวมทั้ง พยายามมองหาความสามารถและ ความเหมาะสมของเพื่อนได้ดีขึ้น</p> <p><b>ข้อดี</b></p> <p>1. การนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยการใช้สื่อวิดีโอที่คนสามารถดึงดูด ความสนใจของนักเรียนได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถเข้าใจ สถานการณ์ได้ และเชื่อมโยงสู่ กิจกรรมแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น</p> <p>3. การแบ่งนักเรียนคละกันตาม ความสามารถและความสนิทสนม ทำให้นักเรียนรู้จักและปรับตัวเพื่อ ทำความรู้จักกันมากขึ้น รวมทั้ง พยายามมองหาความสามารถและ ความเหมาะสมของเพื่อนได้ดีขึ้น</p> <p>4. การกำหนดหน้าที่ให้นักเรียน พร้อมป้ายหน้าที่ทำให้ง่ายต่อการ สังเกตพฤติกรรมการทำงานที่ของ นักเรียนได้ง่ายขึ้น</p> <p>5. การให้นักเรียนระบุงกฎระเบียบ ของกลุ่มสำหรับการทำกิจกรรม ร่วมกันก่อนทำกิจกรรมทำให้นักเรียน ตั้งใจทำหน้าที่ของตนมากขึ้น ขึ้นและมีความสามัคคีมากขึ้น</p>	<p>2. การใช้สมาชิกกลุ่มเดิมในการทำ กิจกรรมทำให้นักเรียนทราบ ความสามารถของสมาชิกในกลุ่มมา บ้างแล้ว และสามารถปรับเปลี่ยน หน้าที่ให้เหมาะสม</p> <p>3. นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถสร้าง กฎระเบียบ</p> <p>1. การนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ ควรบอกจุดประสงค์ของกิจกรรมทำ ให้นักเรียนสนใจกิจกรรมมากขึ้น และการใช้สื่อวิดีโอที่เป็นข่าว สามารถดึงดูดความสนใจของ นักเรียนได้ดีขึ้น</p> <p>2. การใช้สมาชิกกลุ่มเดิมในการทำ กิจกรรมทำให้นักเรียนทราบ ความสามารถของสมาชิกในกลุ่มมา บ้างแล้ว และสามารถปรับเปลี่ยน หน้าที่ให้เหมาะสม</p> <p>3. นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถสร้าง กฎระเบียบและปฏิบัติได้จริง</p>	<p>2. นักเรียนบางกลุ่มมีการ ปรับเปลี่ยนหน้าที่ภายในกลุ่มให้ เหมาะสมมากขึ้น พร้อมเหตุผล รวมทั้งสร้างกฎระเบียบของกลุ่มใน การทำกิจกรรมได้เหมาะสมและ ปฏิบัติได้จริง</p> <p>1. การนำเข้าสู่กิจกรรมด้วยการบอก จุดประสงค์ และลักษณะของ กิจกรรม และการกระตุ้นโดยใช้ วิดีโอที่เป็นข่าวสามารถดึงดูด ความสนใจของนักเรียนได้ดีขึ้นและ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาของ กิจกรรมมากขึ้น</p> <p>2. นักเรียนบางกลุ่มมีการ ปรับเปลี่ยนหน้าที่ภายในกลุ่มให้ เหมาะสมมากขึ้น พร้อมเหตุผล รวมทั้งสร้างกฎระเบียบของกลุ่มใน การทำกิจกรรมได้เหมาะสมและ ปฏิบัติได้จริง</p>



## ตาราง 31 (ต่อ)

	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3
<b>ข้อบกพร่อง</b>	<p>1. วิดีทัศน์ยาวเกินไปทำให้ช่วงหลังนักเรียนบางคนยังไม่มีส่วนร่วมในกิจกรรมก่อนเปิดวีดิทัศน์ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนในกิจกรรม</p> <p>3. นักเรียนบางส่วนอยากออกกลุ่มเดิมกับเพื่อนสนิท ทำให้เกิดการต่อรองขอจับกลุ่มเอง เกิดความวุ่นวายเล็กน้อย</p> <p>2. นักเรียนบางกลุ่มยังแบ่งหน้าที่ไม่เหมาะสม เช่น แบ่งกลุ่มโดยใช้วิธีโยน้อยออกเพื่อให้นักเรียนที่ออกก่อนได้สิทธิ์เลือกหน้าที่เป็นอันดับแรก บางกลุ่มใช้วิธีการเลือกหน้าที่กันเองโดยไม่สอบถามความถนัดหรือความสามารถกัน คือให้เพื่อนเลือกก่อน แล้วตนเองค่อยทำหน้าที่ที่เหลือ รวมถึงยังไม่เข้าใจในลักษณะของหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายว่าต้องทำอะไรบ้าง</p>	<p>นักเรียนบางกลุ่มยังไม่มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม</p>	-
<b>การปรับปรุง</b>	<p>1. เลือกวิดีโอที่น่าสนใจและมีความยาวเหมาะสม หากวิดีโอยาวควรหยุดเป็นช่วงๆ แล้วใช้คำถาม - ตอบ ในวิดีโอเพื่อให้นักเรียนสนใจ</p> <p>2. บอกจุดประสงค์ของการทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้ทราบถึงขอบเขตและสิ่งที่ต้องปฏิบัติในกิจกรรม</p> <p>3. อธิบายเหตุผลของการแบ่งกลุ่มให้นักเรียนเข้าใจและอธิบายร่วมกันว่า หน้าที่แต่ละหน้าที่มีลักษณะอย่างไร เพื่อให้นักเรียนแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่มให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น</p>	<p>กระตุ้นให้นักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้ตอบคำถามมีส่วนร่วมมากขึ้น</p>	-

## ตาราง 31 (ต่อ)

	วงจรถวายปฏิบัติกรที่ 1	วงจรถวายปฏิบัติกรที่ 2	วงจรถวายปฏิบัติกรที่ 3
<b>3. ชั้นกิจกรรมการแก้ปัญหา</b>			
<b>3.1 ทบทวนปัญหา</b>			
ข้อดี	1. การทบทวนปัญหาร่วมกันในกรณีศึกษาโดยมีผู้วิจัยช่วยตั้งประเด็นให้นักเรียนได้สืบค้นหาความรู้เพิ่มเติม ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นหลังของปัญหามากขึ้น 2. สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันทำให้นักเรียนสนใจเพราะรู้สึกว่าการสถานการณ์ปัญหาเป็นเรื่องที่ใกล้ตัว	1. การร่วมกันอภิปรายสถานการณ์และสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อทำความเข้าใจในกรณีศึกษา ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจก่อนทำกิจกรรมแก้ปัญหา ร่วมกันมากขึ้น	1. นักเรียนกระตือรือร้นในการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม และกล้าแสดงความคิดเห็นและนำข้อมูลมาแลกเปลี่ยนภายในกลุ่มมากขึ้น โดยผู้วิจัยเข้าไปกระตุ้นน้อยลง
ข้อบกพร่อง	-	1. นักเรียนบางส่วนยังไม่ค่อยช่วยเหลือเพื่อนในการสืบค้นข้อมูล ทำให้นักเรียนใช้เวลานานในขั้นนี้	-
การปรับปรุง	-	1. เตรียมใบความรู้ที่จำเป็นในการทำความเข้าใจเรื่องนี้นักเรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน เพื่อประหยัดเวลาในการค้นหาข้อมูล และช่วยให้นักเรียนค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมได้เร็วขึ้น	-
<b>3.2 วิเคราะห์ปัญหา</b>			
ข้อดี	1. สถานการณ์สามารถทำให้นักเรียนบางกลุ่มสามารถระบุประเด็นปัญหาได้ถูกต้อง	1. สถานการณ์และเงื่อนไขมีความชัดเจนมากขึ้น นักเรียนหลายกลุ่มสามารถระบุปัญหา ผลกระทบ และ ผู้ได้รับผลกระทบ ได้ครอบคลุมมากขึ้น	1. หลายกลุ่มมีการระบุปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์และเงื่อนไข สามารถบอกผลกระทบและ ผู้ได้รับผลกระทบได้ครอบคลุมมากขึ้นและใช้เวลาน้อยลง ผู้วิจัยให้ความช่วยเหลือน้อยลง
ข้อบกพร่อง	1. นักเรียนบางกลุ่มยังสับสนการระบุปัญหาจากสถานการณ์และเงื่อนไขของสถานการณ์ รวมทั้งการระบุปัญหา ผลกระทบ และผู้ได้รับผลกระทบยังไม่ครอบคลุม	1. นักเรียนบางกลุ่มยังระบุปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ไม่เหมาะสมกับเงื่อนไขของสถานการณ์	-

## ตาราง 31 (ต่อ)

	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3
<b>ข้อบกพร่อง</b>	1. นักเรียนบางกลุ่มยังสับสนการระบุปัญหาจากสถานการณ์และเงื่อนไขของสถานการณ์ว่าต้องระบุอย่างไร ทำให้ใช้เวลาในชั้นเรียนปัญหานั้น รวมทั้งการระบุปัญหาผลกระทบ และผู้ได้รับผลกระทบยังไม่ครอบคลุม	1. นักเรียนบางกลุ่มยังระบุปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ไม่เหมาะสมกับเงื่อนไขของสถานการณ์	-
<b>การปรับปรุง</b>	1. ปรับปรุงความชัดเจนของสถานการณ์และเงื่อนไขของสถานการณ์ให้ชัดเจน สอดคล้องกันมากขึ้น และเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนให้มากขึ้น 2. ใช้เทคนิคให้นักเรียนแต่ละคนระบุปัญหาด้วยตนเองลงในสมุดและนำปัญหาที่ตนเองระบุได้มาแบ่งปันและระบุปัญหาร่วมกับกลุ่ม จากนั้นให้มาสรุปเป็นการระบุปัญหาของกลุ่ม 3. อธิบายวิธีการระบุปัญหาเพื่อที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้แก้ไขปัญหาได้ถูกต้อง และให้นักเรียนดูผลที่เกิดขึ้นจากปัญหาทำให้นักเรียนสามารถระบุผลกระทบและผู้ได้รับผลกระทบได้	1. มีการกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันระบุปัญหาให้ได้ ควรทำให้ง่ายในเชิงปฏิบัติโดยการให้ทุกคนระดมสมองและช่วยกันระบุปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์และเงื่อนไขสถานการณ์ และผู้วิจัยจะต้องทำหน้าที่ช่วยให้ผู้เรียนระบุปัญหาได้เหมาะสม ไม่ออกนอกขอบเขต 2. ปรับปรุงความชัดเจนของสถานการณ์และเงื่อนไขของสถานการณ์ให้สอดคล้องกันมากขึ้น และเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนให้	-
<b>3.3 สร้างแนวทางการแก้ปัญหา</b>			
<b>ข้อดี</b>	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นหาวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลายและสร้างสรรค์เหมาะสม	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันค้นหาข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและนำความรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ 2. นักเรียนมองหาข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดในแต่ละวิธีการได้	1. นักเรียนช่วยกันค้นหาข้อมูลความรู้ที่ได้จากการสืบค้นและนำความรู้ในเรื่องที่กำลังเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหารวมทั้ง มองเห็นอุปสรรค ข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดในแต่ละวิธีการได้คำนึงถึงความเหมาะสมมากขึ้น มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหามากขึ้น



## ตาราง 31 (ต่อ)

	วงจรรูปปฏิบัติการที่ 1	วงจรรูปปฏิบัติการที่ 2	วงจรรูปปฏิบัติการที่ 3
<b>ข้อบกพร่อง</b>	1. นักเรียนยังไม่สามารถระบุข้อดีข้อเสีย ข้อจำกัดของแต่ละวิธีได้อย่างเหมาะสม	1. ยังคงมีนักเรียนบางกลุ่มที่ยังออกแบบการแก้ปัญหาจากข้อมูลสนับสนุนเพียงเล็กน้อยจึงทำให้ยังวางแผนแก้ปัญหาได้ไม่ดีมากนัก	-
<b>การปรับปรุง</b>	1. ให้นักเรียน ตั้งประเด็นสิ่งที่จะเปรียบเทียบของแต่ละวิธี เช่นลองพิจารณาประเด็นของความคุ้มค่า ความเหมาะสม ความมีประสิทธิภาพ ฯลฯ 2. วิธีการสร้างแนวทางการแก้ปัญหาว่าเนื้อหาในด้านเคมีหรือวิทยาศาสตร์ด้านใดบ้าง ที่นักเรียนสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ เพื่อที่นักเรียนจะได้สืบค้นหาข้อมูลได้เหมาะสมมากขึ้น 3. ปรับแก้สถานการณ์ให้นักเรียนได้นำความรู้ในเนื้อหาที่เรียนอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหามากขึ้น 4. ผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนที่ไม่ค่อยร่วมกันสืบค้นหาข้อมูลโดยการให้นักเรียนแต่ละคนสืบค้นหาข้อมูลการแก้ปัญหามาคนละ 1 วิธี	1. กระตุ้นให้กลุ่มนักเรียนที่ยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ร่วมกันเลือกแนวทางมากขึ้น	-
<b>3.4 ทำการตัดสินใจ</b>			
<b>ข้อดี</b>	1. นักเรียนสามารถหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และดีที่สุดหลากหลายและแตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม 2. นักเรียนช่วยเหลือกันปฏิบัติหน้าที่ได้ตามที่ออกแบบไว้	1. นักเรียนสามารถนำข้อมูลความรู้ที่ตนเองได้สืบค้น ข้อดีข้อเสีย และข้อจำกัดมาใช้เป็นเหตุผลในการเลือกวิธีที่ดีที่สุดของแต่ละกลุ่ม โดยใช้หลักฐานจากข้อมูลที่สืบค้น 2. สมาชิกในทีมแบ่งหน้าที่และกระจายงานให้แต่ละคนมีส่วนร่วม	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถบอกเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุสารเคมีได้เหมาะสม และสามารถดำเนินการทดลองปฏิบัติตามการออกแบบวางแผนของแต่ละกลุ่มได้ 2. สมาชิกในทีมแบ่งหน้าที่ได้ชัดเจนยิ่งขึ้นและตั้งใจทำหน้าที่ของตนเองให้สำเร็จก่อนไป

## ตาราง 31 (ต่อ)

	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3
<b>ข้อดี</b>		ชัดเจนยิ่งขึ้น มีความสามัคคีและช่วยเหลือกันทำงาน มี	ช่วยเหลือเพื่อน และเมื่อพบปัญหาต่างปรึกษาและหารือกันเพื่อแก้ไข ร่วมกันให้ถูกต้อง มีความ
<b>ข้อบกพร่อง</b>	1. แม้นักเรียนจะสามารถระบุวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มที่ดีที่สุดได้ แต่ส่วนใหญ่ยังให้เหตุผลการเลือกที่ยังไม่เหมาะสม และขาดความมั่นใจ 2. นักเรียนบางกลุ่มแก้ปัญหาไม่ทันตามเวลาที่กำหนด และมีบางกลุ่มที่ผู้เตรียมอุปกรณ์เตรียมอุปกรณ์และสารเคมีผิดพลาด	1. นักเรียนที่ได้รับหน้าที่เป็นผู้เตรียมอุปกรณ์บางคนยังทำการทดลองไม่รอบคอบ ทำให้ผลที่ได้ไม่ถูกต้อง	1. ยังคงมีนักเรียนที่คำนวณการทดลองผิดพลาด
<b>การปรับปรุง</b>	1. ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นกันภายในกลุ่มมากขึ้น เพื่อร่วมกันอภิปรายวิธีการที่ดีที่สุดร่วมกัน 2. กระตุ้นให้นักเรียนหมั่นช่วยกันตรวจสอบการทำงานของเพื่อนสมาชิกในขณะปฏิบัติการทดลองแก้ปัญหา และควรช่วยกันตรวจสอบการทำงาน 3. ครูผู้สอนควรชี้แจงเรื่องระยะเวลาในการทดลองให้นักเรียนอย่างชัดเจนก่อนเริ่มปฏิบัติการ และแจ้งเวลาที่เหลือในขณะที่ทำการทดลองให้นักเรียนทราบ เพื่อให้ทำงานได้เสร็จทันเวลา	1. กระตุ้นให้นักเรียนหมั่นช่วยกันสังเกตและตรวจสอบการทำงาน ของกัน และ กัน ให้มากขึ้น โดยเฉพาะในขั้นคำนวณและเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี เมื่อมีปัญหาจะได้แก้ไขได้ทันที	1. หมั่นตรวจสอบการคำนวณให้กับนักเรียนรายบุคคลมากขึ้น
<b>3.5 สะท้อนผลลัพธ์</b>			
<b>ข้อดี</b>	1. นักเรียนได้สะท้อนการทำงานของตนเอง และการทำงานขอเพื่อนในกลุ่ม และผลการแก้ปัญหา	1. การสรุปภาพรวมของกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจกิจกรรมและมองเห็นว่าสามารถใช้ความรู้ในเนื้อหาและความรู้ที่ได้จากการ	1. นักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำเสนอการสะท้อนการทำงานของตนเอง และการทำงานขอเพื่อนในกลุ่ม และผลการแก้ปัญหาได้ตรง

## ตาราง 31 (ต่อ)

	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3
<b>3.5 สะท้อนผลลัพธ์</b>			
	2. การอวดวิดีโอทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถชมวิธีการแก้ปัญหาของเพื่อนกลุ่มอื่น และสามารถนำไปเปรียบเทียบกับแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองได้	สืบค้นข้อมูลมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาได้	ประเด็นและมีรายละเอียดในแต่ละประเด็นมากขึ้น
	3. การแก้ปัญหาที่มีระยะเวลาในการสังเกตผลนานนั้น การให้สมุดติดตามผลการดำเนินงานช่วยให้สังเกตการตรวจสอบผลการดำเนินการแก้ปัญหา การปรับปรุงในระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหาได้ชัดเจนขึ้น	2. การใช้วิดีโอในการนำเสนอการสะท้อนผลทำให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้นเนื่องจากมีความพร้อมในการเตรียมตัวก่อนการนำเสนอมากขึ้นทำให้นักเรียนมีทักษะการนำเสนอดีขึ้น	1. นักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำเสนอการสะท้อนการทำงานของตนเอง และการทำงานของเพื่อนในกลุ่ม และผลการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็นและมีรายละเอียดในแต่ละประเด็นมากขึ้น
<b>ข้อบกพร่อง</b>	1. ยังพบนักเรียนบางคนที่ยังนำเสนอได้ไม่ครบตามประเด็นที่ผู้วิจัยกำหนด	3. นักเรียนสามารถสะท้อนผลการแก้ปัญหาและการปฏิบัติตามหน้าที่และกฎระเบียบภายในกลุ่มได้เหมาะสมมากขึ้น	2. นักเรียนช่วยกันสังเกตและติดตามผลการแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่องจนครบวันที่กำหนด
<b>การปรับปรุง</b>	1. ควรชี้แจงประเด็นที่ต้องการให้นักเรียนนำเสนอให้ละเอียดพร้อมยกตัวอย่างการสะท้อน	-	-
	2. ควรสรุปภาพรวมของกิจกรรมการแก้ปัญหาทั้งหมดภายในห้องก่อนที่จะให้นักเรียนอวดวิดีโอสะท้อนการทำงานของตนเองและของกลุ่ม รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามปัญหาหรือข้อสงสัยที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำกิจกรรม	-	-



**คำถามวิจัยข้อที่ 2 ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ อย่างไร**

การตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 ผู้วิจัยรายงานผลการดำเนินการวิจัย 2 ตอน โดยตอนที่ 1 จะนำเสนอผลการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ และตอนที่ 2 จะนำเสนอผลการส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา

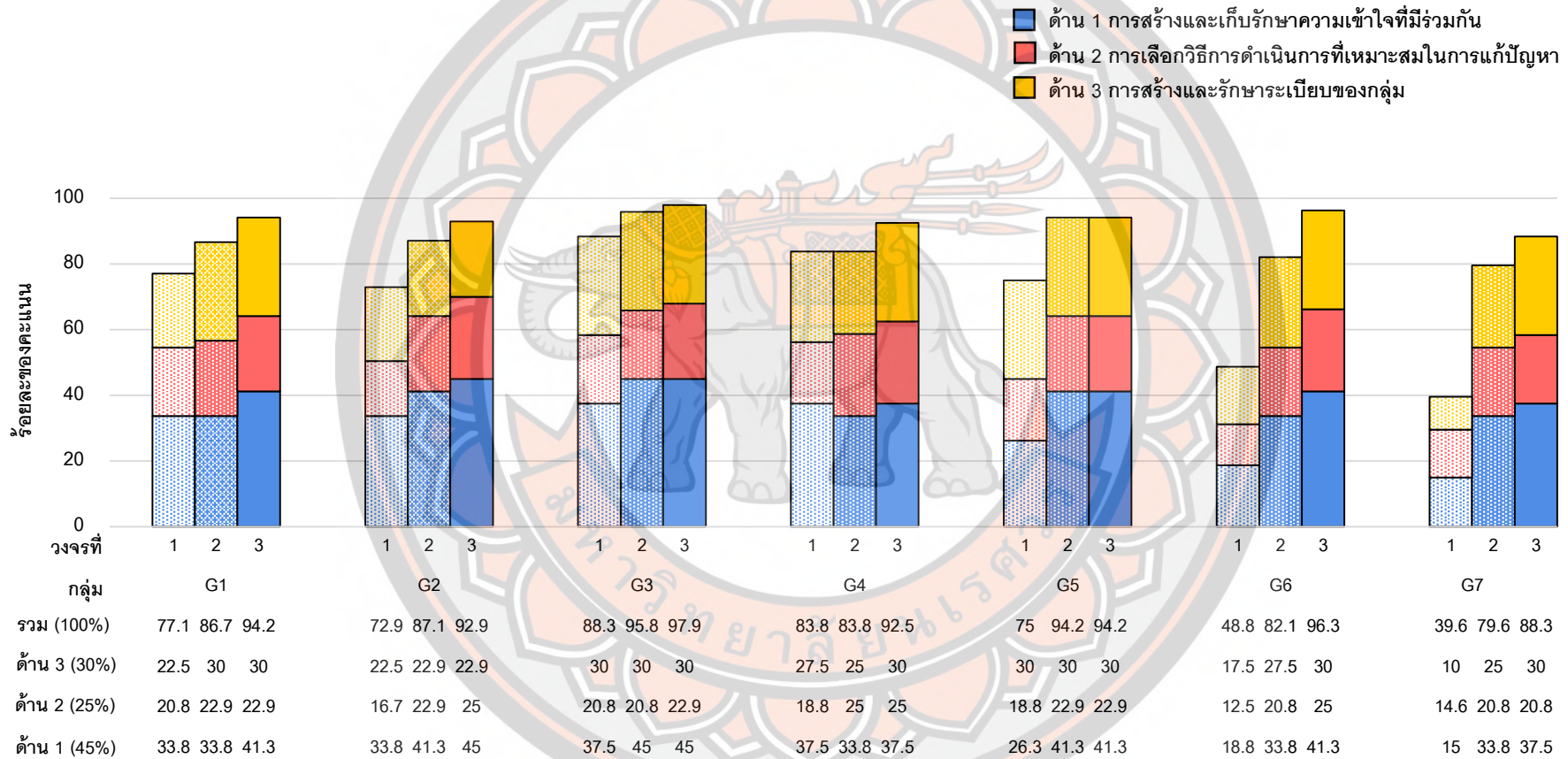
**ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา**

ผลจากการศึกษานี้ได้จากการวิเคราะห์ โดยใช้วิธีวิเคราะห์เนื้อหาในใบกิจกรรมของนักเรียนที่ได้รับมอบหมายให้ทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งใบกิจกรรมของนักเรียนเป็นหลักฐานที่แสดงถึงระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน ร่วมกับการวิเคราะห์การบันทึกผลการสังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนแต่ละกลุ่มในขณะทำกิจกรรมจากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ผลจากการวิจัยพบว่าเมื่อเปรียบเทียบร้อยละของจำนวนนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 1 นั้น พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะย่อยทั้ง 12 สมรรถนะ จากระดับต่ำไปอยู่ในระดับกลางและสูงมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของจำนวนนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะย่อยทั้ง 12 สมรรถนะ จากระดับกลางไปอยู่ในระดับสูงมากขึ้น โดยไม่มีนักเรียนที่อยู่ในระดับต่ำ และโดยภาพรวมนักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มมากที่สุด รองลงมาคือ สมรรถนะด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน และที่พัฒนาได้น้อยสุดคือสมรรถนะด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ดังตาราง 32 และเมื่อพิจารณาการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนกลุ่มที่ 1 (G1) ถึง กลุ่มที่ 7 (G7) โดยแบ่งร้อยละการให้คะแนนตามน้ำหนักคะแนนของ PISA 2015 ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันคิดเป็นคะแนนร้อยละ 45 ด้านที่ 2 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา คิดเป็นคะแนนร้อยละ 25 และด้านที่ 3 การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มคิดเป็นคะแนนร้อยละ 30 คะแนนออกมาเป็นผลการประเมิน แสดงได้ดังภาพ 14

ตาราง 32 ร้อยละของจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบ  
ร่วมมือในระหว่างการจัดการเรียนรู้

สมรรถนะ	ร้อยละของจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับสมรรถนะ								
	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	สูง	กลาง	ต่ำ	สูง	กลาง	ต่ำ	สูง	กลาง	ต่ำ
<b>1. ด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน</b>									
1.1 ค้นพบมุมมองและ ความสามารถของสมาชิกภายใน กลุ่ม	14.29	71.43	14.29	71.43	28.57	0.00	85.71	14.29	0.00
1.2 แบ่งปันข้อมูล และทำความเข้าใจในปัญหา ร่วมกัน	57.14	14.29	28.57	28.57	71.43	0.00	57.14	42.86	0.00
1.3 สื่อสารร่วมกันเพื่อระบุถึง ปัญหา และการดำเนินการภายใน กลุ่ม	28.57	28.57	42.86	57.14	42.86	0.00	71.43	28.57	0.00
1.4 ตรวจสอบและแก้ไขความ เข้าใจร่วมกัน	0.00	57.14	42.86	42.86	57.14	0.00	85.71	14.29	0.00
<b>2. ด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา</b>									
2.1 ระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่ เหมาะสมในการแก้ปัญหา	0.00	85.71	14.29	85.71	14.29	0.00	100.00	0.00	0.00
2.2 ระบุและอธิบายภาระงานที่ ต้องปฏิบัติให้เสร็จ	14.29	71.43	14.29	85.71	14.29	0.00	57.14	42.86	0.00
2.3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง	42.86	42.86	14.29	85.71	14.29	0.00	100.00	0.00	0.00
2.4 ตรวจสอบผลของการ ดำเนินการและประเมินความสำเร็จ ในการแก้ปัญหา	28.57	71.43	0.00	28.57	71.43	0.00	85.71	14.29	0.00
<b>3. ด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม</b>									
3.1 เข้าใจบทบาทหน้าที่ของ ตนเองและของสมาชิกกลุ่ม	57.14	28.57	14.29	100.00	16.67	0.00	100.00	0.00	0.00
3.2 ปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายได้	28.57	42.86	28.57	71.43	28.57	0.00	100.00	0.00	0.00
3.3 อธิบายและประพุดติดตาม ระเบียบของกลุ่มที่ตั้งไว้	57.14	14.29	28.57	85.71	14.29	0.00	100.00	0.00	0.00
3.4 ตรวจสอบ สะท้อนผลและ เสนอข้อปรับปรุงการจัดการในกลุ่ม และหน้าที่ของสมาชิก เพื่อเป็นข้อ ปรับปรุงในการทำงานร่วมกัน	42.86	42.86	14.29	85.71	14.29	0.00	100.00	0.00	0.00



ภาพ 14 ร้อยละของคะแนนสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือตามน้ำหนักคะแนนของ PISA 2015 ของนักเรียน G1 ถึง G7  
 ในภาพรวมระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการครบทั้ง 3 วงจร



ซึ่งผลการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในแต่ละสมรรถนะย่อยสามารถอธิบายได้ดังนี้

## 1. สมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน

### 1.1 การค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกภายในกลุ่ม

ในภาพรวมนักเรียนสามารถแบ่งหน้าที่ให้กับสมาชิกในกลุ่มและระบุเหตุผลในการแบ่งหน้าที่ได้เหมาะสมมากขึ้น ในวงจรที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ สำหรับบางกลุ่มก็มีการระบุเหตุผลในการแบ่งหน้าที่ได้เหมาะสมอยู่แล้ว ดังนั้นในวงจรที่ 2 และ 3 นักเรียนจึงคงไว้ซึ่งหน้าที่เดิมให้กับสมาชิกในกลุ่ม เนื่องจากการแบ่งนักเรียนคนละกัน และก่อนหน้านั้นนักเรียนไม่ได้เป็นกลุ่มเพื่อนสนิท ทำให้ในระยะแรกการปรับตัวและการเรียนรู้ทำความเข้าใจซึ่งกันและกันของนักเรียนยังไม่พัฒนามากนัก จนเมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกันมากขึ้นในวงจรที่ 2 และ 3 ทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับเพื่อนในกลุ่ม และรู้จักกันมากขึ้น กล่าวที่จะเสนอแนะปรับเปลี่ยนโครงสร้างหน้าที่ให้เหมาะสมมากขึ้น สำหรับการตั้งกฎระเบียบของแต่ละกลุ่มนั้น แต่ละกลุ่มสามารถสร้างกฎระเบียบในการทำกิจกรรมได้เหมาะสมทั้ง 3 วงจร สำหรับกลุ่มที่แบ่งหน้าที่ระบุหน้าที่ได้แต่ระบุเหตุผลยังไม่เหมาะสมก็สามารถระบุเหตุผลที่เหมาะสมต่อหน้าที่ของสมาชิกทุกคนได้ในวงจรที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

ก่อนเริ่มทำงานมาลองแบ่งหน้าที่กัน

สมาชิกในกลุ่มของนักเรียนทั้งหมด.....4.....คน มีการแบ่งหน้าที่กันดังนี้

รายชื่อสมาชิกคนที่	ทำหน้าที่	เหตุผลที่ได้ทำหน้าที่นี้
1. ชื่อ น.ส. อัญญา ทวีชัย-สุข	ผู้จัดซื้ออุปกรณ์	สามารถคิดวิธีการ กล. ค่าของวัสดุ
2. ชื่อ น.ส. กนกวิภา กุศลใจ	ผู้สืบค้น	ครองทิวลา วัสดุ
3. ชื่อ น.ส. เขมมา ศรีสวัสดิ์	ผู้นำเสนองาน	พูดวัสดุ
4. ชื่อ น.ส. สุวิมลรัตน์ มหัทธ	ผู้บันทึก	มีคอมพล. วัสดุ 6 มกราคม ๑๓

ภาพ 15 การแบ่งหน้าที่ในการทำงานของกลุ่ม G5

1.2 แบ่งปันข้อมูล และทำความเข้าใจในปัญหาร่วมกัน และ 1.3 สื่อสารร่วมกันเพื่อ  
ระบุดังปัญหา และการดำเนินการภายในกลุ่ม

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 การทำความเข้าใจพื้นหลังของปัญหานั้นยังเป็นการ  
กระทำของสมาชิกไม่กี่คนในกลุ่ม นั่นคือมีสมาชิกไม่กี่คนในกลุ่มที่อ่านกรณีศึกษาและทำความเข้าใจ  
เข้าใจเกี่ยวกับไขเยียวม้าในประเด็นต่างๆ เช่น ไขเยียวม้าคืออะไร ทำไมถึงมีประเด็นที่ว่ากินไขเยียว  
ม้าเป็นประจำแล้วจะเป็นอันตรายต่อร่างกาย และสรุปแล้วไขเยียวม้าอันตรายจริงหรือไม่ รวมทั้ง  
ประเด็นอื่นๆ ที่นักเรียนต้องการทำความเข้าใจ และร่วมกันศึกษาหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตและ  
นำมาแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม จากนั้นเมื่อถึงขั้นการระบุปัญหานั้น ผู้วิจัยสังเกตได้ว่า  
ทุกกลุ่มระบุปัญหาได้แต่ขาดการพิจารณาถึงเงื่อนไขของสถานการณ์ รวมทั้งการระบุปัญหาได้แต่  
ยังไม่เหมาะสม และยังเป็นไปในทิศทางที่หลากหลาย ซึ่งการระบุปัญหาที่เหมาะสมนั้นควร  
พิจารณาเงื่อนไขของสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดด้วย เมื่อนักเรียนระบุปัญหาแล้วทุกกลุ่มส่วนใหญ่  
สามารถบอกผลกระทบ ผู้ได้รับผลกระทบจากปัญหาที่แต่ละกลุ่มตั้งได้

**ตอนที่ 2 ให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์ปัญหา ผลกระทบและผู้ได้รับผลกระทบของปัญหา**

4. จากสถานการณ์นักเรียนคิดว่าสิ่งที่เป็นปัญหาคือ

.....กินไขเยียวม้าเป็นประจำไปเรื่อยๆ.....

**ภาพ 16 ตัวอย่างการระบุปัญหาของนักเรียนที่ไม่ครอบคลุมกับเงื่อนไขของบริบท  
และสถานการณ์ วงจรปฏิบัติการที่ 1**

ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 สังเกตเห็นความเปลี่ยนแปลงคือ สมาชิกในแต่ละ  
กลุ่มร่วมกันศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการระเบิดของบอยเลอร์มากขึ้น เริ่มแลกเปลี่ยน  
ข้อมูลกับสมาชิกคนอื่นๆในกลุ่มรวมถึงบอกสภาพปัญหามากขึ้น ขั้นการระบุปัญหานั้น ผู้วิจัย  
สังเกตได้ว่า ทุกกลุ่มระบุปัญหาได้และพิจารณาถึงเงื่อนไขของสถานการณ์มาใช้ในการระบุปัญหา  
ได้เหมาะสมมากขึ้น และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และระบุผลกระทบและผู้ได้รับผลกระทบได้  
เหมาะสมในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ไม่ค่อยมีการแลกเปลี่ยนข้อมูล ก็สามารถ  
แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเองเกี่ยวกับปัญหาให้กับสมาชิกในกลุ่มได้ดีขึ้น และร่วมกันระบุถึง  
ปัญหาร่วมกันได้เหมาะสมมากขึ้น







#### 1.4 ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจร่วมกัน

สำหรับในขั้นนี้ ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีความพยายามที่จะสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลและปรับความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันมากขึ้น จากวงจรปฏิบัติการแรกที่สมาชิกแต่ละคนต่างมองปัญหาคนมุมมองที่แตกต่างกัน จนทำให้ในคราวที่ต้องลงข้อสรุปว่าสรุปแล้วปัญหาที่กลุ่มจะแก้ไขนั้นคืออะไร ใช้เวลาในการลงข้อสรุปค่อนข้างนาน และบางกลุ่มมีการโต้เถียงกันเกิดขึ้น ซึ่งในวงจรปฏิบัติการต่อมา นักเรียนเริ่มเรียนรู้ที่จะจัดการความหลากหลายของมุมมองให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันมากขึ้น มีการแลกเปลี่ยนและรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม และใช้เหตุผลในการระบุปัญหาร่วมกันมากขึ้น จนทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถระบุปัญหาได้เหมาะสมและชัดเจนมากขึ้น และนำสิ่งที่ได้สรุปปัญหาที่ต้องการแก้ไขมาเขียนแสดงให้สมาชิกทุกคนเข้าใจลงในใบกิจกรรม เพื่อร่วมกันหาแนวทางการแก้ปัญหาต่อไป

### 2. สมรรถนะการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

#### 2.1 ระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจปัญหาและระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไขแล้ว นักเรียนหลายกลุ่มสามารถร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวทางการผลิตไข่เยี่ยวม้าที่ปลอดภัยและสร้างสรรค์ร่วมกันได้อย่างน้อยหนึ่งวิธีและหลากหลายรวมทั้งสามารถเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดได้ และมากขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนสามารถหาสารเคมีที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาได้อย่างน้อยกลุ่มละ 2 วิธีและในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนช่วยกันหาวัสดุดูดซับแก๊สเอทิลีนเพื่อใช้ในการทำบรรจุภัณฑ์แอดคิฟเพื่อชะลอการสุกของกล้วยหอมร่วมกันมากขึ้น รวมทั้งระบุข้อดี ข้อเสีย ข้อจำกัดได้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มที่มีการสร้างแนวทางการแก้ปัญหาไม่เหมาะสมในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 ก็มีแนวโน้มในการพัฒนาการสร้างแนวทางการแก้ปัญหาได้เหมาะสม รอบคอบมากขึ้น

### ตอนที่ 3 การสร้างแนวทางการแก้ปัญหา

6. กลุ่มของนักเรียนมีวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำในบอยเลอร์โดยใช้วิธีการทางเคมีอย่างไร พร้อมระบุข้อดี / ข้อเสีย / ข้อจำกัด (ให้นักเรียนหาวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้มีสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในหม้อบอยเลอร์ให้ได้มากที่สุด)

1. กำจัดความกระด้างของน้ำ	โง่ดี	นสารเคมีได้ง่าย
- ใช้ปูนขาว	โง่เส่ง	ต้องต้มปูนขาว สัมผัสกับก้อน
	โง่กัด	นสาร ฟันตอน
2. กำจัดความเค็มกรดของน้ำ	โง่ดี	นสารเคมีได้ง่าย , ทำได้ง่าย
- ใช้ $\text{NaOH}$	โง่เส่ง	โซดาไฟ ปลอดภัย
	โง่กัด	ต้องมีความระมัดระวังในการใช้สารเคมี

### ภาพ 19 ตัวอย่างแนวการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่ม G2 วงจรปฏิบัติการที่ 2

2.2 ระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จ และ 2.3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง

จากการสังเกตในปฏิบัติการวงจรที่ 1 พบว่า บางกลุ่มตัดสินใจแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับบริบทของการแก้ปัญหาจริง โดยจะคำนึงถึงอุปกรณ์และสารเคมีที่สามารถใช้ได้ทันที แต่บางกลุ่มเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ยังไม่เหมาะสม หรือเกิดการสับสน ไม่สามารถตัดสินใจได้ เพราะยังค้นหาข้อมูลไม่มากพอ และบางส่วนต้องขอความช่วยเหลือจากผู้วิจัยบ้างในส่วนของ การเตรียมสารเคมี และขอให้ช่วยตรวจสอบการคำนวณปริมาณสารในสมการเคมีว่าถูกต้องหรือไม่ แต่โดยทั่วไปแล้วพบว่าเมื่อนักเรียนเกิดปัญหาหรืออุปสรรคใด ๆ ก็ตาม นักเรียนมักจะพยายามช่วยกันแก้ปัญหาภายในกลุ่มก่อน เช่น ช่วยกันสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ตทันทีว่าสามารถใช้สารตัวอื่นแทนได้หรือไม่ หรือสมการเคมีของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร การดูแลสมการเคมีเป็นอย่างไร ถูกต้องหรือไม่ และนำมาปรึกษาหารือ แลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่มก่อนจะขอความช่วยเหลือจากผู้วิจัย ในปฏิบัติการวงจรที่ 1 นั้น บางกลุ่มยังใช้เหตุผลส่วนตัวในการตัดสินใจ แต่ในกิจกรรมต่อไปนักเรียนสามารถรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนสมาชิกด้วยความตั้งใจ มีการสื่อสารกันอย่างมีเหตุผลและไม่ใช้อารมณ์เป็นหลักแต่ถกเถียงกันด้วยชุดข้อมูลที่หามาได้ รวมทั้งใช้องค์ความรู้เกี่ยวกับปริมาณสารสัมพันธ์และความรู้ในศาสตร์อื่นๆ มาช่วยแก้ปัญหาได้เหมาะสมมากขึ้น ตามลำดับในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3



เมื่อนักเรียนได้ทำการแก้ปัญหาร่วมกันจริงๆ พบว่านักเรียนสามารถปฏิบัติตามหน้าที่ได้เป็นขั้นตอนตามที่ได้วางแผนไว้ นักเรียนที่ปฏิบัติหน้าที่ในการเป็นผู้เตรียมสารเคมีและอุปกรณ์ก็สามารถทำหน้าที่ของตนเองได้เป็นอย่างดี แต่ในบางกลุ่มก็เตรียมสารเคมีโดยขาดความรอบคอบและไม่ระมัดระวัง ทำให้สารที่เตรียมนั้นไม่ถูกต้อง เกิดการสลับสาร หรือเตรียมสารมาในปริมาณที่เกินจากการคำนวณไปบ้าง ซึ่งพบได้บ่อยมากในช่วงปฏิบัติการในวงจรที่ 1 และ 2 แต่ในวงจรต่อไปนักเรียนก็สามารถเตรียมสารได้รอบคอบขึ้น เนื่องจากเพื่อนที่ไม่มีหน้าที่เตรียมสารก็ช่วยดูแลและติดตามการทำงานของเพื่อนที่ทำหน้าที่เตรียมสาร ทำให้ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีจำนวนครั้งน้อยลง และนักเรียนที่เตรียมสารก็นำไปเป็นข้อปรับปรุงการทำงานของตนได้ในวงจรต่อไป นอกจากนี้ในวงจรปฏิบัติการแรกนี้นักเรียนยังค่อนข้างสับสนว่าต้องทำอะไรบ้าง และไม่เคยได้จัดเตรียมอุปกรณ์เอง ทำให้ใช้เวลาในการทำการปฏิบัตินาน จึงมีกลุ่มที่แก้ปัญหามาไม่ถึงทันเวลา อยู่ 2 กลุ่ม

ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 เมื่อสังเกตการระบุด้านขั้นตอนการแก้ปัญหามาในใบกิจกรรมและสังเกตพฤติกรรมในขณะที่แต่ละกลุ่มดำเนินการแก้ปัญหามา พบว่านักเรียนแต่ละคนรู้จักหน้าที่ของตนเองและปฏิบัติหน้าที่ที่ตนเองได้รับอย่างตั้งใจและเต็มความสามารถ มีการปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่มที่ได้ตั้งไว้ คือ ต้องช่วยเหลือกันเมื่อเกิดปัญหาขึ้น มีการกระตุ้นและช่วยเหลือกันเพื่อให้งานเสร็จเร็วขึ้น ผู้วิจัยยังสังเกตอีกว่า นักเรียนทุกคนจะมีความสุขและสนุกสนานมากขึ้นเวลาที่ได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยเฉพาะในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นั้น นักเรียนทุกกลุ่มสามารถแก้ปัญหามาได้ทันเวลาที่กำหนดให้

#### 2.4 ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหามา

สำหรับผลการแก้ปัญหามา พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถแก้ปัญหามาได้ตามที่วางแผนไว้ เช่น ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทุกกลุ่มสามารถทำไข่เยี่ยวม้าได้อย่างสร้างสรรค์ แต่มีบางกลุ่มที่ขาดความระมัดระวังในระหว่างการทำไข่เยี่ยวม้า จึงทำให้ในวันถัดๆ มา ขวดโหลที่บรรจุไข่เยี่ยวม้าแตกเนื่องจากนำขวดโหลไปวางไว้ในที่ที่มีความร้อนจึงทำให้นักเรียนกลุ่มนี้ไม่สามารถแก้ปัญหามาต่อไปได้จนจบ ตามช่วงระยะเวลาที่วางแผนไว้ ดังที่นักเรียนได้จดบันทึกไว้ในสมุดติดตามการทดลอง อย่างไรก็ตามพบว่าเมื่อนักเรียนจะประเมินการทำไข่เยี่ยวม้าของกลุ่มตนเองแล้วพบว่า มีบางสิ่งที่สังเกตนี้ อาจเป็นอุปสรรคขัดขวางการทำไข่เยี่ยวม้าให้สำเร็จได้ แต่นักเรียนก็ไม่ได้ระบุด้านการแก้ไขปรับปรุงทันที แสดงให้เห็นว่า ความพยายามของแต่ละกลุ่มในการติดตามตรวจสอบผลการแก้ปัญหามา ยังไม่เป็นที่น่าพอใจนัก แต่อย่างไรก็ตามสุดท้ายแล้ว นักเรียนเหล่านี้ก็จะได้เรียนรู้ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นอีกทีในขั้นสะท้อนผลการแก้ปัญหามา



ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เมื่อสังเกตผลการติดตามการปรับปรุงคุณภาพน้ำพบว่า นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมมากขึ้น หากมีข้อผิดพลาดก็สามารถระบุแนวทางการปรับปรุงทันที และสามารถระบุได้ว่าสิ่งที่กลุ่มทำผิดพลาดในระหว่างการแก้ปัญหาได้ และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นั้น นักเรียนร่วมกันติดตามและเฝ้าสังเกตการสุกของกล้วยหอมโดยเปรียบเทียบระหว่าง กล้วยหอมที่บรรจุในถุงซิปล็อคที่มีบรรจุภัณฑ์แอกทีฟกับกล้วยหอมที่ไม่ได้บรรจุอยู่กับบรรจุภัณฑ์แอกทีฟได้ตลอดระยะเวลาที่วางแผนไว้ และสามารถเข้าไปปรับปรุงแก้ไขอุปสรรคที่เกิดขึ้นร่วมกันได้ทันทีเมื่อพบปัญหา

กิจกรรม .....				
วันที่	เวลา	สิ่งที่สังเกตเห็น	สิ่งที่แก้ไข / ปรับปรุง	ผู้ตรวจสอบ
3 มี.ค. 62	08.20 น.	กล้วยยังไม่สุก	อากาศในถุง	ศิรดา
3 มี.ค. 62	11.55 น.	กล้วยยังไม่สุก	"	ศิรดา
3 มี.ค. 62	15.00 น.	กล้วยยังไม่สุก	"	ศิรดา
5 มี.ค. 62	08.30 น.	กล้วยยังไม่สุก	ปริมาณ KM <sub>4</sub> , ปริมาณอากาศ	ศิรดา
5 มี.ค. 62	14.57 น.	กล้วยยังไม่สุก	ความชื้นในถุง	ศิรดา

ภาพ 20 สมุดตรวจสอบผลการดำเนินการการยืดอายุของกล้วยหอมกลุ่ม G1  
วงจรปฏิบัติการที่ 3

### 3. สมรรถนะการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม

3.1 เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและของสมาชิกกลุ่ม และ 3.2 ปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้

จากการสังเกต ในการปฏิบัติงานในวงจรที่ 1 นั้น นักเรียนแต่ละกลุ่มยังทำหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายไม่เต็มที่ บางคนยังไม่สามารถอธิบายได้ว่าหน้าที่ของตนเองต้องทำอะไรบ้าง บางคนยังไม่ทราบว่าตนเองมีบทบาทหลักในขั้นตอนไหนของการแก้ปัญหา บางคนไม่มีส่วนร่วม หรือว่างจากการปฏิบัติงานกลุ่ม เนื่องจากนักเรียนเข้าใจว่าหน้าที่รับผิดชอบของใครคนนั้นต้องทำ จะไม่เข้าไปยุ่งในหน้าที่ของกันและกัน เช่น ในขั้นตอนการสืบค้นข้อมูลนักเรียนที่ทำหน้าที่เป็นผู้เตรียมอุปกรณ์ซึ่งยังไม่ถึงการปฏิบัติหน้าที่ แทนที่จะช่วยเหลือเพื่อนสืบค้นข้อมูลแต่กลับนั่งเล่นโทรศัพท์

เพราะเห็นว่าเพื่อนกำลังทำหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมายอยู่ เป็นต้น แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนสามารถแบ่งงานกันได้ตามความถนัดของสมาชิกในกลุ่ม สามารถอธิบายหน้าที่ที่ตนเองรับผิดชอบได้อย่างเหมาะสมและสามารถปฏิบัติตามทำหน้าที่ได้อย่างเหมาะสมมากขึ้น ไม่มีสมาชิกคนใดว่างงาน เนื่องจากทุกคนต่างเข้าไปช่วยเหลือกันในขณะที่ตนเองยังไม่ถึงคราวที่ต้องปฏิบัติหน้าที่

### 3.3 อธิบายและประพุดิตนตามระเบียบของกลุ่มที่ได้ตั้งไว้

ในวงจรปฏิบัติการแรกนั้น พบว่านักเรียนยังประพุดิตนตามกฎระเบียบของกลุ่มที่ตั้งไว้ร่วมกันยังไม่เต็มที่มากนัก สังเกตได้จากการที่ทุกคนยังไม่สามารถปฏิบัติหน้าที่ของตนเองได้อย่างเหมาะสม พบนักเรียนหลายกลุ่มที่ยังไม่มีส่วนร่วม แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังไม่ยอมรับในกติกาการทำงานที่กลุ่มร่วมกันตกลงไว้เท่าที่ควร

ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 พบว่านักเรียนสามารถปฏิบัติตามกฎระเบียบของกลุ่มได้มากขึ้น แสดงออกให้เห็นว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งในการร่วมกันแก้ปัญหาของกลุ่มมากขึ้น และเข้าใจถึงความสำคัญในการปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่ม มีการตักเตือนกันเมื่อพบว่าเพื่อนไม่ตั้งใจทำหน้าที่ รวมถึงเห็นความสำคัญของหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มต่อการแก้ปัญหาร่วมกัน และเมื่อทีมพบปัญหาที่ไม่คาดคิดหรือไม่ได้เป็นไปตามแผนที่วางไว้ก็จะไม่โทษสมาชิกคนใดคนหนึ่ง แต่ยอมรับความผิดพลาดร่วมกันและหาทางปรับปรุงแก้ไขทันที

### 3.4 ตรวจสอบ สะท้อนผลและเสนอข้อปรับปรุงการจัดการในกลุ่มและหน้าที่ของสมาชิก เพื่อเป็นข้อปรับปรุงในการทำงานร่วมกัน

ในวงจรปฏิบัติการแรก โดยภาพรวมพบว่านักเรียนสามารถสะท้อนข้อผิดพลาดของการทำงานกลุ่มได้บ้างแต่ยังลงรายละเอียดไม่มาก และสะท้อนการปฏิบัติหน้าที่ของตนได้บางส่วน ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 นั้นนักเรียนสามารถพัฒนาการตรวจสอบผลการทำงานของกลุ่มและร่วมกันวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้ พร้อมให้คำแนะนำกับสมาชิกในกลุ่มว่ามีข้อผิดพลาดอย่างไรและควรปรับแก้ไขอย่างไร เพื่อให้การแก้ไขปัญหานั้นมีประสิทธิภาพมากที่สุด

“จากการวิเคราะห์ปัญหานั้นคะได้ข้อสรุปว่า กลัวยมีมากเกินไปเกินความต้องการของตลาดคะทำให้เกิดการเน่าเสีย วิธีการแก้ปัญหาก็คือการยืดอายุกลัวยโดยเติมสารโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตคะหรือต่างทับทิมคะลงในบรรจุภัณฑ์ของกลัวยคะเป็นบรรจุภัณฑ์แอกทีฟคะ สำหรับสิ่งที่ควรปรับปรุงในกลุ่มนะคะ ไม่มีคะ เพราะเราคิดว่าทุกคนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมดีคะ ผลของการยืดอายุกลัวยนะคะก็เพราะว่ากลัวยสามารถคงความดิบได้นานคะประมาณ 3-4 วันคะเมื่ออยู่ในถุงบรรจุภัณฑ์แอกทีฟวิธีการแก้ปัญหาของเราที่เหมาะสมกับสถานการณ์แล้วก็สามารถนำไปใช้ได้จริงเพราะว่าโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตสามารถหาซื้อได้ทั่วไป แล้วเราก็ได้นำความรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์มาใช้ประโยชน์ในการคำนวณต่างทับทิมที่นำไปใช้ในบรรจุภัณฑ์แอกทีฟคะที่มีกลัวยบรรจุอยู่คะ”

(G4, วิดีโอการนำเสนอ, วงจรปฏิบัติการที่ 3)

## ตอนที่ 2 ผลการส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา

ผลจากการวิจัยนี้ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเก็บข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้ จากนั้นทำการวิเคราะห์โดยจัดกลุ่มร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในระดับต่างๆ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ กลาง และสูง โดยแสดงผลการวิจัย ดังนี้

เมื่อประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนตามเกณฑ์รูบริคส์ (0-2) โดย คะแนน 0 หมายถึงผู้เรียนมีสมรรถนะย่อยนั้นระดับต่ำ คะแนน 1 หมายถึงผู้เรียนมีสมรรถนะย่อยนั้นระดับกลาง และคะแนน 2 หมายถึงผู้เรียนมีสมรรถนะย่อยนั้นระดับสูง ดังตาราง 41

จากการจัดระดับตามตาราง 41 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูงทั้ง 3 ด้าน โดยสมรรถนะย่อยที่นักเรียนมีการพัฒนาได้ดีที่สุด คือ สมรรถนะการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม รองลงมา คือ สมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน และลำดับสุดท้าย คือ สมรรถนะการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา



ตาราง 33 อัตราส่วนร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ประเมินตามเกณฑ์รูปรีดส์จาก  
แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้ง 3 สมรรถนะย่อย

สมรรถนะย่อย	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)		
	สูง	กลาง	ต่ำ
<b>1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน</b>			
1.1 ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกภายในกลุ่ม	82.14	17.86	0
1.2 แบ่งปันข้อมูล และทำความเข้าใจในปัญหาร่วมกัน	60.71	21.43	17.86
1.3 สื่อสารร่วมกันเพื่อระบุถึงปัญหา และการดำเนินการภายในกลุ่ม	57.14	32.14	10.71
1.4 ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจร่วมกัน	100.0	0.00	0.00
<b>2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา</b>			
2.1 ระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา	82.14	14.29	3.57
2.2 ระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จ	57.14	42.86	0
2.3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง	75.00	25.00	0
2.4 ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา	53.57	28.57	17.86
<b>3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม</b>			
3.1 เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและของสมาชิกกลุ่ม	85.71	7.14	7.14
3.2 ปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้	71.43	25.00	3.57
3.3 อธิบายและประพฤติตนตามระเบียบของกลุ่มที่ได้ตั้งไว้	78.57	21.43	0
3.4 ตรวจสอบ สะท้อนผลและเสนอข้อปรับปรุงการจัดการในกลุ่มและหน้าที่ของสมาชิก เพื่อเป็นข้อปรับปรุงในการทำงานร่วมกัน	100.00	0	0

และเมื่อนำผลการประเมินที่ได้จากแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือไปวิเคราะห์หาค่าสอดคล้องของผลการประเมินที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและไปกิจกรรมของนักเรียนเพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในแต่ละสมรรถนะย่อยที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้ พบว่า ให้ผลไปในทางที่สอดคล้องกัน จึงสามารถสรุปได้ว่าผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน และลำดับสุดท้ายคือด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยขอเสนอการ

ส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งพิจารณาแยกตามพฤติกรรมของหลังการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 1. สมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน

#### 1.1 ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกภายในกลุ่ม

ผลจากการทำแบบทดสอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถกำหนดหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มและของตนเองได้อย่างเหมาะสมตามความสามารถ

หน้าที่	ชื่อ	เหตุผลที่เลือกหน้าที่นี้ให้
หัวหน้างาน	ไป๋พวี	เพราะ มีความเป็นผู้นำ... คนหนึ่งคนก็คิดดีดี ...น่าจะมีความสามารถในการควบคุม... สิ่งงาน ...สมาชิกได้...
ผู้ค้นคว้าข้อมูล	พี ๘ เอกก	เพราะ ได้ใจความสั้นๆ... ชัดเจน ...ในชั้นเรียนได้... และทำงานที่ใครก็มองแล้ว
ผู้ทำการทดลอง	จี อิง ใจใจ	เพราะ ชอบของแปลกๆ... อยากรู้ ...เพราะ... ปฏิบัติการทดลอง... น่าสนใจ ...การทดลอง... ออกมาถูกต้อง
เลขานุการ	ศักดิ์ชว	เพราะ เป็นคนเป็นอยู่ดี... ละเอียดรอบคอบ ...สามารถ... ในสิ่ง... วิชา... ได้...

ภาพ 21 ตัวอย่างการค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกภายในกลุ่มในระดับสูง

#### 1.2 แบ่งปันข้อมูล และทำความเข้าใจในปัญหาร่วมกัน

ผลจากการทำแบบทดสอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแบ่งปันข้อมูล และ เจาะลึกเกี่ยวกับการทำความเข้าใจปัญหาร่วมกัน สามารถแสดงออกถึงการสื่อสารมุมมองต่อปัญหาให้กับสมาชิกในกลุ่มได้





#### 1.4 ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจร่วมกัน

ผลจากการทำแบบทดสอบ พบว่า นักเรียนทุกคนสามารถตรวจสอบและปรับความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาร่วมกันได้ แม้เพื่อนในกลุ่มของนักเรียนจะมีแนวความคิดเห็นที่ต่างกันอย่างออกไป แต่ยังคงอยู่ในขอบเขตของบริบทและสถานการณ์ปัญหาที่ไม่แตกต่างกันแต่เนนักเรียนก็ยังสามารถตอบคำถามเพื่อปรับความเข้าใจให้ตรงกันได้ โดยการสืบหาข้อมูลเพิ่มเติมและใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์มายืนยันเพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือ

4. นิกเขียนจะทำงานเกี่ยวกับความคิดเห็นที่แตกต่างของสมาชิกในการตั้งสมมติฐาน ก่อนที่จะดำเนินการทดสอบต่อไป
- ก. เห็นด้วยกับนิกรใช้ เพราะตอนนี้น้ำเป็นสีเขียวจึงซึ่งบอกถึงปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำที่มากขึ้นไป จากนั้นขอทราบจุดไม่เขียนทุกคนเห็นด้วยกับนิกรใช้ จากนั้นแจ้งเจ้าหน้าที่ให้ดำเนินการเปลี่ยนน้ำทันที
- ข. ชักจูงให้เพื่อนทุกคนเห็นด้วยกับน้ำจากนั้นดำเนินการตรวจสอบหาปริมาณคลอรีนในสระว่ายน้ำ
- ค. ทำการสืบหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และคลอรีนเพื่อนำหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนการให้เหตุผล จากนั้นหาวิธีตรวจสอบหาปริมาณคลอรีนในสระว่ายน้ำ
- ง. ให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องมาพูดให้ทุกคน เข้าใจ และเห็นด้วยกับความคิดเห็นของตนเอง

ภาพ 24 ตัวอย่างการตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจร่วมกันในระดับสูง

## 2. สมรรถนะการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

### 2.1 ระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

ผลจากการทำแบบทดสอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุความสัมพันธ์กับสมาชิกกลุ่มในการทำร่วมกันให้สำเร็จได้ โดยต้องช่วยกันหาข้อมูลร่วมกันเพื่อให้สามารถวิเคราะห์แนวทางการแก้ปัญหาร่วมกันได้ และมีความเข้าใจในขอบเขตงานที่ทำ

5. นิกเขียนจะทำงานเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น
- ก. เราเห็นด้วยกับเจ้าแม่จ้อยนะ เราคิดว่าควรมีปัญหาที่สิ่งแวดล้อมจนจนนี่ที่อาจหลงเหลืออยู่ในน้ำนั้นโดยใช้วัตถุตัวที่มี
- ข. เราเห็นด้วยกับนิกรใช้ เพราะจากกระดาษติดมีหากเปลี่ยนสีแล้วแสดงว่าน้ำมีที่เรามีคือมีค่ากรดแล้ว ก็สามารถบอกได้ว่าไม่มีคุณภาพแล้ว ถ้ามีสิ่งยากให้คุณภาพในให้ที่เรารู้แล้วละก็หากมีการปริมาณน้อยๆก็ไม่ควร
- ค. เราเห็นด้วยว่าให้ใช้กระดาษติดมันทดสอบก่อน หากเกินก็ค่อยหาวิธีการแก้ปัญหาต่อไป
- ง. เราว่าบางทีกระดาษติดมันก็แพงดี แต่ปริมาณกรดที่ได้จากจะยังไม่โดยเกณฑ์มาตรฐานนะ ทางที่ดีเราต้องหาวิธีการที่สามารถทราบปริมาณกรดได้ และนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน

ภาพ 25 ตัวอย่างการระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาในระดับสูง

## 2.2 ระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จ

ผลจากการทำแบบทดสอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องทำให้เสร็จได้เหมาะสมกับหน้าที่ และรู้ขอบเขตของงานที่ตนต้องปฏิบัติ โดยนักเรียนสามารถเลือกหน้าที่ที่เหมาะสมกับตัวละครสมมติในบทสนทนา ดังเช่น

6. หากนักเรียนเป็นท้าว นักเรียนคิดว่าตนเองเหมาะสมจะทำหน้าที่อะไรในการแก้ปัญหา และจะต้องทำอะไรบ้าง ระบุและอธิบายงานที่ต้องทำให้สำเร็จอย่างละเอียด

ผู้สืบค้นข้อมูล คือ สืบค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับน้ำมันปาล์มไอตีสกุล เกษตรกรฐานของน้ำมันปาล์มไอตีสกุล ๒ จังหวัดในภาคกลาง และช่วยเหลือสมาชิกอื่นที่มีปัญหา

### ภาพ 26 ตัวอย่างการระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จในระดับสูง

## 2.3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง

ผลจากการทำแบบทดสอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ และสามารถปฏิบัติหน้าที่ในการออกแบบการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสามารถบอกเหตุผลในการออกแบบได้โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นของเพื่อนในกลุ่ม

7. จากข้อมูลที่ได้รับ หากนักเรียนเป็นไปได้นักเรียนจะคำนวณค่าความเป็นกรด (Acid Value) อย่างเป็นทางการคำนวณอย่างละเอียด หากข้อมูลที่ได้รับจากการทำการทดลองของแก้วน้อยจากการไทเทรตตัวอย่างน้ำมันปาล์มไอตีสกุลของชุมชน 20 กรัม ได้ใช้ปริมาตรของสารละลาย KOH ไปทั้งหมด 5.0 มิลลิลิตร และความเข้มข้นของ KOH ที่ใช้เท่ากับ 0.1 M

$$\begin{aligned} \text{ค่าความเป็นกรด} &= \frac{5 \times 10^{-3} \times 0.1 \times 56.1}{20 \times 10^{-3}} \\ &= \frac{0.02805}{0.02} \\ &= 1.4025 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

ค่าความเป็นกรดที่คำนวณได้ บอกอะไร และจะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปอย่างไร

ค่าความเป็นกรดใช้กำหนดค่ามาตรฐาน และใช้กำหนดอายุไอตีสกุล

จะกำหนดค่ามาตรฐาน ค่าความเป็นกรดที่ 1.4025 ได้

### ภาพ 27 ตัวอย่างการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเองในระดับสูง

## 2.4 ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา

ผลจากการทำแบบทดสอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถติดตามและตรวจสอบผลการดำเนินงาน และประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหาร่วมกันได้ รวมถึงช่วยกันแก้ปัญหาเมื่อเจอกับอุปสรรคได้

เลย : บางทีอาจจะเกิดปัญหาที่ได้นะ ถ้าเกิดจริงเราจะทำอย่างไร

นักเรียน : .....

8. หากเป็นนักเรียน นักเรียนจะพูดกับเพื่อนอย่างไร

..... เดี๋ยวและเข้าใจดูนะ ถ้าเกิดปัญหาจะได้ช่วยได้ ระวังนะหลาย ๆ อย่าง  
..... ค่ะเดี๋ยวก่อน

## ภาพ 28 ตัวอย่างการตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหาในระดับสูง

### 3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม

#### 3.1 เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและของสมาชิกกลุ่ม

ผลจากการทำแบบทดสอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำความรู้ในเรื่องของการคำนวณปริมาณสารมาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งนำความรู้หรือหลักการคำนวณมาใช้ในการบอกสิ่งที่ตนต้องปฏิบัติตามหน้าที่ของตนเองในบทบาทการเป็นผู้คำนวณได้ถูกต้องตามสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม

9. ในสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นหากนักเรียนได้รับมอบหมายหน้าที่ให้เป็นคนคำนวณปริมาณสารตั้งต้นเพื่อใช้ในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในถุงก๊อบบี้ซึ่งมีปริมาตร 4.48 มิลลิลิตรที่ STP ดังนั้นหน้าที่ของนักเรียนควรทำอย่างไรบ้าง และใช้ความรู้ทางเคมีในเรื่องใดเข้ามาช่วยแก้ปัญหานี้ได้

..... คำนวณปริมาตรของสารตั้งต้น ๒.๒๔ ลิตร คำนวณจำนวนโมลของ CO<sub>2</sub> ที่ STP  
ใช้กฎของแก๊ส ใช้สมการ PV = nRT คำนวณมวลของ CO<sub>2</sub> ที่ STP  
m(CO<sub>2</sub>) = 22.4 dm<sup>3</sup>(L)

## ภาพ 29 ตัวอย่างการเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและของสมาชิกกลุ่มในระดับสูง

#### 3.2 ปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้

ผลจากการทำแบบทดสอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถปฏิบัติตามหน้าที่ของตนเองได้ รวมทั้งเคารพกฎระเบียบของกลุ่ม โดยนักเรียนต้องการที่จะปฏิบัติตามหน้าที่ของ





### 3.4 ตรวจสอบ สะท้อนผลและเสนอข้อปรับปรุงการจัดการในกลุ่มและหน้าที่ของสมาชิก เพื่อเป็นข้อปรับปรุงในการทำงานร่วมกัน

ผลจากการทำแบบทดสอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถให้คำแนะนำเพื่อนได้ เกี่ยวกับการตรวจสอบและปรับปรุงความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นร่วมกันใหม่ โดยการแบ่งหน้าที่กันให้ช่วยค้นหาข้อมูลร่วมกันใหม่ได้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างหน้าที่และการจัดการภายในกลุ่มได้

12. หลังจากให้นักเรียนทำการลงมือทดลองจนได้วัตถุประสงค์ที่สภารับรองโดยออกไซด์แล้ว แต่พบว่าเมื่อเวลาผ่านไปถูกใจจึงยอมรับอยู่ เนื่องจากไม่ได้ควบคุมปัจจัยต่างๆ ในจุดอื่นๆ เช่น ความร้อนและอุณหภูมิ นักเรียนจะทำอย่างไรกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น
- ให้ความสนใจเล็กน้อยแล้วขอให้เพื่อนคนอื่นๆ ไปทำงานที่ปลอดภัย และช่วยเหลือเพื่อนคนนั้นในการปรับปรุงการทดลองให้ถูกต้อง
  - ให้กำลังใจเพื่อนไว้เพื่อนำหน้าที่ของตนเองให้ดีที่สุดและให้กำลังใจเพื่อนในการแก้ไขปัญหาค้นเจอต่อไป แล้วทำหน้าที่ของตนเองต่อ
  - ให้ความช่วยเหลือเพื่อนทันที โดยวางงานตนเองไว้ก่อนและเรียกให้เพื่อนคนอื่นมาช่วยอีกแรง
- ☞ ทำหน้าที่ของตนเองได้เสร็จ แล้วสอบถามเพื่อนคนอื่นๆ ว่า ทำหน้าที่เสร็จเรียบร้อยแล้วหรือไม่ จากนั้นให้มาช่วยกันตรวจสอบและแบ่งหน้าที่กับสมาชิกคนอื่นๆ ให้ช่วยกันตรวจสอบปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้เกิดความผิดพลาดเกี่ยวกับปัญหาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

### ภาพ 32 ตัวอย่างการตรวจสอบ สะท้อนผลและเสนอข้อปรับปรุงการจัดการในกลุ่มและหน้าที่ของสมาชิก เพื่อเป็นข้อปรับปรุงในการทำงานร่วมกันในระดับสูง

จากผลการวิเคราะห์สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษาโดยพิจารณาจากผลการจัดระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนจะพบว่าค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในระดับสูง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตามลำดับทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และค่าร้อยละของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้จากแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในสมรรถนะย่อยการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มมากที่สุด รองลงมาคือ สมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน และสมรรถนะการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ตามลำดับ

## บทที่ 5

### บทสรุป

การวิจัยปฏิบัติการเชิงคุณภาพครั้งนี้ ดำเนินการโดยมีจุดประสงค์ 2 ข้อ คือ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 2) เพื่อศึกษาผลการส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยผู้วิจัยได้รายงานสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะตามลำดับ ดังนี้

#### สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยการเรียนรู้ในห้องเรียนและการเรียนรู้ในห้องเรียนดังนี้

##### การเรียนรู้ในห้องเรียน

##### 1. ขั้นการบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน

ครูอัปเดตวิดีโอการสอนบรรยายลงใน Google classroom เกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ตามเรื่องที่จะเรียน โดยแบ่งการบรรยายออกเป็น 3 ช่วง คือ หลักการ ตัวอย่างการแก้ปัญหา และสรุปหลักการแก้ปัญหา วิดีโอที่ใช้มีความยาวประมาณ 5-7 นาที เพื่อเตรียมนักเรียนรายบุคคลให้มีความรู้พื้นฐาน ลักษณะของวิดีโอควรมีภาษาที่เข้าใจง่าย กระชับ ยกตัวอย่างที่หลากหลาย และประกาศวันที่จะลงวิดีโอให้นักเรียนทราบอย่างชัดเจน เพื่อให้นักเรียนกำหนดเวลาที่จะเรียนรู้ได้ เมื่อนักเรียนเข้าชมวิดีโอ ครูผู้สอนต้องมีวิธีติดตามการชมวิดีโอของนักเรียนได้

##### 2. ขั้นการติดตามการทดสอบออนไลน์

ครูติดตามการชมวิดีโอของนักเรียน โดยการมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนและให้นักเรียนส่งผลการทำแบบฝึกหัดมายัง Google classroom ครูกำหนดวันและเวลา กำหนดส่งแบบฝึกหัดอย่างชัดเจน ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและให้คะแนน



นักเรียนพร้อมผลสะท้อนรายชื่อ หากนักเรียนทำแบบฝึกหัดข้อนั้นผิด ครูชี้แจงและให้คำแนะนำ พร้อมกับให้นักเรียนทำการแก้ไขปรับปรุงและส่งกลับมาใหม่ให้ครูตรวจสอบอีกครั้งจนกว่านักเรียน จะทำถูกต้อง

### การเรียนรู้ในห้องเรียน

#### 1. ขั้นสรุปการเรียนรู้นอกห้องเรียน

ก่อนทบทวนครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามสิ่งที่สงสัยจากการไปเรียนรู้ด้วยตนเอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่นักเรียนได้ชมผ่านวิดีโออีกครั้งในห้องเรียนร่วมกัน จากนั้นครูใช้โจทย์ตัวอย่างที่แตกต่างไปจากแบบฝึกหัด 2-3 ข้อ และ ตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ ใน ประเด็นที่นักเรียนมักเข้าใจผิด เพื่อตรวจสอบและทบทวนความเข้าใจของนักเรียน นอกจากนี้อาจ ให้นักเรียนได้จับกลุ่มเพื่อปรับความเข้าใจและแลกเปลี่ยนกันสอนเนื้อหาที่เรียนยังช่วยให้นักเรียน สามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น

#### 2. ขั้นการสอนบรรยายสั้นๆ เกี่ยวกับกิจกรรม

ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมโดยใช้สื่อที่หลากหลาย เช่น ชาว วิดีโอ ฯลฯ ครูอธิบายลักษณะของกิจกรรม จากนั้นครูแบ่งกลุ่มนักเรียนคละความสามารถ 4 คน ครู แจกใบกิจกรรมที่เตรียมไว้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ให้กับสมาชิกแต่ละคน ได้แก่ ผู้สืบค้นข้อมูล ผู้บันทึกข้อมูล ผู้เตรียมอุปกรณ์และผู้นำเสนอ รวมทั้งตั้งกฎระเบียบในการทำ กิจกรรมร่วมกัน

#### 3. ขั้นกิจกรรมการแก้ปัญหา

##### 3.1 ขั้นการทบทวนปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นหลังของปัญหาใน กรณีสืบค้นร่วมกัน ครูกระตุ้นโดยใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนต่อปัญหาและ กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันค้นหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาพร้อมกับเดินดูนักเรียนที่ละกลุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านสถานการณ์ปัญหาและร่วมกันพูดคุยว่าในกลุ่มทราบอะไรบ้างเกี่ยวกับ ปัญหา และยังไม่ทราบอะไรบ้าง เพื่อช่วยกันหาข้อมูลเพิ่มเติมและนำมาสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับ ปัญหาาร่วมกัน โดยครูช่วยตรวจสอบข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

##### 3.2 ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มประชุมเพื่อร่วมกันระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไขจากสถานการณ์ ปัญหา รวมทั้งผลกระทบและผู้ได้รับผลกระทบที่เกิดขึ้นลงในใบกิจกรรม ครูเดินไปรอบๆนักเรียนแต่ละ กลุ่มและกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันระบุปัญหาและแสดงความคิดเห็น

##### 3.3 ขั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันค้นหาวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด พร้อมระบุข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดของแต่ละวิธีลงในใบกิจกรรม ผู้สอนจัดหาใบรายชื่อสารเคมีและอุปกรณ์ที่มีให้นักเรียนทราบเพื่อให้นักเรียนจะได้หาแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ในการปฏิบัติจริง ครูกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการแก้ปัญหามาอย่างน้อย 1 วิธี โดยใช้การถาม - ตอบ (Question Prompts) เพื่อให้นักเรียนได้พิจารณาข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดของแต่ละวิธี เช่น นักเรียนคิดว่าวิธีการแก้ปัญหานี้คืออะไร มีเหตุผลอื่นอีกมั้ยนอกจากเหตุผลนี้ มีวิธีที่สามารถช่วยแก้ปัญหาข้อจำกัดนี้หรือไม่ ฯลฯ เป็นต้น โดยครูช่วยตรวจสอบข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่นำเสนอถือ

### 3.4 ขั้นทำการตัดสินใจ

นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ตกลงกันแล้วว่าเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด พร้อมระบุเหตุผลรวมทั้งหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือความรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องมาสนับสนุนการแก้ปัญหา จากการเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดในแต่ละวิธี จากนั้นวางแผนการแก้ปัญหาและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหตามหน้าที่ที่ได้มอบหมาย

### 3.5 ขั้นสะท้อนผลลัพธ์

ครูผู้สอนสรุปภาพรวมของกิจกรรม ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสะท้อนผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาในห้องเรียน และให้ข้อเสนอแนะต่อแนวทางการแก้ปัญหาของเพื่อนกลุ่มอื่นๆ และสะท้อนผลการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรมในครั้งนี้ จากนั้นครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสะท้อนการปฏิบัติงานของตนเองและการทำงานของสมาชิกกลุ่ม ในประเด็น สิ่งที่นักเรียนคิดว่านักเรียนทำได้ดีและหรือสิ่งที่ต้องปรับปรุง สิ่งที่นักเรียนคิดว่ากลุ่มของนักเรียนทำได้ดีและสิ่งที่ต้องปรับปรุง โดยนำเสนอเป็นวิดีโอเพื่อให้นักเรียนได้มีเวลาเตรียมตัวและเรียบเรียงสิ่งที่นำเสนอและนำเสนอผ่านวิดีโอลงใน Google classroom

**ด้านบทบาทของครู** ครูคอยให้ความช่วยเหลือหรือให้คำแนะนำเกี่ยวกับแนวทางที่ถูกต้องในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ คอยกำกับเวลา ตรวจสอบแหล่งข้อมูลที่นำเสนอ คอยจัดหาอุปกรณ์และสารเคมีให้นักเรียน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินการต่อไปจนถึงสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ และคอยกระตุ้นให้นักเรียนสื่อสาร แสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่มให้มากที่สุด

### สรุปข้อค้นพบเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้

1. การกระตุ้นให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น อาจใช้เทคนิคที่ง่าย และไม่ซับซ้อน ผู้วิจัยพบว่า การใช้การถาม-ตอบแบบจับพลา้น (Question Prompts) โดยการที่ครูเตรียมชุดคำถามที่เหมาะสมเพื่อแนะแนวทางให้นักเรียนได้คิดตามอย่างเป็นระบบสามารถกระตุ้นการคิดและการเสนอความคิดของนักเรียนผ่านการสื่อสารได้

2. จากกิจกรรมพบว่าสถานการณ์ปัญหาที่จะใช้ในกิจกรรม ควรใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียนและสัมพันธ์กับเนื้อหาที่เรียน เน้นให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้จากเนื้อหาที่เรียนจะทำให้นักเรียนสนใจกิจกรรมมากขึ้น เพราะนักเรียนได้ตระหนักว่าสิ่งที่ตนได้เรียนสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้

3. กรณีศึกษาที่ใช้สำหรับให้นักเรียนแก้ปัญหาควรมีลักษณะเป็นสถานการณ์ที่เล่าเป็นเรื่องราว (Situation case study) และมีลักษณะเป็นปัญหาคลุมเครือไม่ชัดเจน (ill-structured problem) หรือในหนึ่งปัญหานั้นนักเรียนอาจสร้างวิธีการแก้ไขปัญหาได้หลายวิธี จะกระตุ้นให้นักเรียนได้สื่อสารและร่วมกันตัดสินใจลงข้อสรุปว่าเป็นวิธีการที่กลุ่มคิดว่าดีที่สุดสำหรับแก้ปัญหา

4. วิดีโอที่ใช้กระตุ้นก่อนการทำกิจกรรม พบว่า ถ้าวิดีโอเป็นข่าว นักเรียนมีความสนใจมาก เพราะเป็นเรื่องราวที่เกิดขึ้นจริง และมีการให้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ

5. ในกิจกรรมการทดลองที่มีระยะติดตามผลการแก้ปัญหาในระยะยาว การมีสมุดติดตามผลการดำเนินงาน โดยให้นักเรียนเขียนสิ่งที่สังเกตและสิ่งที่ได้ทำการปรับปรุงในระหว่างการติดตามผล สามารถช่วยให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มตรวจสอบและติดตามการดำเนินการแก้ปัญหาของกลุ่มได้ดีขึ้น จากการใช้สมุดติดตามการดำเนินงานสามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาสมรรถนะย่อยการตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหาและสมรรถนะย่อยตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจร่วมกันได้ดียิ่งขึ้น

6. ควรออกแบบกิจกรรมที่นักเรียนสามารถปฏิบัติแล้วได้ผลการแก้ปัญหาจริงและผู้สอน ควรทำการปฏิบัติทดลองก่อนเพื่อประเมินความสำเร็จของการแก้ปัญหาก่อนเพื่อไม่ให้เกิดความล้มเหลวในการแก้ปัญหาเมื่อนักเรียนต้องแก้ปัญหาจริง ดังเช่น กิจกรรมแรกในการทำไข่เยี่ยวม้า นั้นผู้วิจัยคาดว่าจะสามารถทำการทดลองออกมาได้จริงเพราะมีสารเคมีที่ใช้การเกิดปฏิกิริยาครบถ้วน แต่จากการปฏิบัติของนักเรียนพบว่าแม้นักเรียนจะใช้สารเคมีที่สามารถหาได้ครบถ้วนในการทำปฏิกิริยาเคมีนั้น การทำไข่เยี่ยวม้าที่ปลอดภัยไร้สารตะกั่วก็ยังไม่ประสบความสำเร็จโดยส่วนใหญ่ เนื่องจากการผลิตอาจต้องมีสูตรการทำที่เหมาะสม รวมถึงระยะเวลาในการติดตามผลที่นานกว่าที่ผู้วิจัยกำหนดให้

**ตอนที่ 2 ผลการส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์**

ผลสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ พบว่า นักเรียนมีแนวโน้มในการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ดีขึ้นตลอด



กระบวนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และเมื่อการจัดการเรียนรู้สิ้นสุดลงพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มมากที่สุด รองลงมา คือ สมรรถนะการสร้างและรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันและสมรรถนะการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ตามลำดับ

### อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนอผลการอภิปรายออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

**ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

#### การเรียนรู้นอกห้องเรียน

##### 1. ชั้นการบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน

วิดีโอที่เหมาะสม โดยโพสต์ผ่าน Google classroom ความยาวประมาณ 5-7 นาที ไม่ควรมีความยาวเกิน 15 นาที McMahon (2005) อธิบายด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย กระชับ แบ่งเป็น 3 ช่วงการบรรยาย เช่น ในการสอนบรรยาย เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในสมการเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรของแก๊ส ได้แบ่งการสอนบรรยาย เป็น ช่วงของหลักการ คือ กฎของเกย์-ลูสแซก (Gay-Lussac's law) สมมติฐานของอาโวกาโดร (Avogadro's Hypothesis) จากนั้น ช่วงของการยกตัวอย่างจึงได้ยกตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรของแก๊ส ในปฏิกิริยาเคมี 2-3 ตัวอย่าง ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เองได้ต่อเนื่องตามศักยภาพต่อความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน ในแง่ที่ผู้เรียนที่สามารถเรียนรู้ได้ช้าสามารถกลับไปทบทวนเนื้อหาซ้ำได้ หรือผู้เรียนที่เรียนรู้ได้เร็วก็สามารถเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องเพื่อเรียนรู้ในเนื้อหาอื่นถัดไป การสอนผ่านวิดีโอจึงช่วยให้นักเรียนได้รับเนื้อหาในเรื่องที่จะเรียนและจำเป็นสำหรับการนำไปใช้แก้ปัญหาในกรณีศึกษาที่ครูกำหนดให้ในห้องเรียนได้ (McKnight, 2013)

ดังนั้นการที่ครูสอนบรรยายในเนื้อหาทางวิดีโอเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน เป็นการเตรียมความรู้พื้นฐานซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน (PISA 2015, OECD, 2017) ในการแก้ปัญหาในกิจกรรมได้ สอดคล้องกับ Care et al. (2014, p. 94) ที่กล่าวว่า งาน (Task) สำหรับการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ สามารถแบ่งได้เป็น การแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ไม่ใช้เนื้อหา (Content-free collaborative problem solving tasks) และงานแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา (Content-dependent collaborative problem solving tasks) ซึ่งเป็นงานที่ต้องใช้ความรู้พื้นฐานในการแก้ปัญหา เช่น ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ ดังนั้น

ขั้นตอนการบรรยายนอกวิดีโอจึงมีความสำคัญ และเป็นขั้นตอนที่ช่วยให้นักเรียนมีองค์ความรู้พื้นฐานในเรื่องการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับปริมาณสารสัมพันธ์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในปัญหาซึ่งเป็นกิจกรรมที่ครูออกแบบไว้ ดังนั้นผู้เรียนที่ขาดความรู้เฉพาะในเนื้อหาหรือขาดประสบการณ์ความรู้จะมีการแก้ปัญหาที่ลำบากในการระบุปัญหาและการแก้ปัญหารวมถึงการรวบรวม ยืนยัน และแสดงหลักฐานที่สนับสนุนการกล่าวอ้างของตนเอง (Song, & Shin, 2010 as cited in Kim, & Lim, 2019)

## 2. ขั้นการติดตามการทดสอบออนไลน์

ติดตามและประเมินความเข้าใจในเนื้อหาจากการชมวิดีโอบรรยายนอกห้องเรียน โดยมอบหมายแบบฝึกหัดให้แก่ นักเรียน ทำให้สามารถประเมินได้โดยสังเกตว่านักเรียนได้รับชมวิดีโอมาหรือไม่ และช่วยตรวจสอบได้ว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ เช่น การสอนเรื่อง การคำนวณปริมาณสารในสมการเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรของแก๊ส เมื่อมอบหมายวิดีโอการสอนบรรยายแล้ว จึงมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนในหนังสือเรียนเคมี จากนั้น นักเรียนถ่ายรูปแล้วส่งการทำแบบฝึกหัดมาทาง Google classroom ครูตรวจแบบฝึกหัดและสะท้อนผลการทำแบบฝึกหัดเป็นคะแนนให้นักเรียนทันที หากจุดไหนนักเรียนยังทำแบบฝึกหัดไม่ถูกต้องครูแนะนำให้ให้นักเรียนกลับไปแก้ไขและส่งมาใหม่ การใช้ Google classroom เป็นห้องเรียนออนไลน์จึงช่วยให้สามารถสะท้อนผลการทำแบบฝึกหัดและประเมินความเข้าใจของนักเรียนรายบุคคลได้ทันที นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถตรวจสอบความเข้าใจของตนเองได้ทันที สอดคล้องกับ Petrillo (2016) ที่ใช้คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์เทคโนโลยีที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเป็นศูนย์กลางสะท้อนผลการเรียน ซึ่งการสะท้อนของครูช่วยให้นักเรียนสามารถตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองและความก้าวหน้าทางการเรียนของตนได้

## การเรียนรู้ในห้องเรียน

### 1. ขั้นสรุปการเรียนรู้นอกห้องเรียน

ก่อนเริ่มกิจกรรมการแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามและชี้แจงสิ่งที่สงสัย จากการเรียนรู้เนื้อหาจากวิดีโอในห้องเรียน โดยใช้โจทย์ปัญหาที่แตกต่างจากตัวอย่างในวิดีโอ 2-3 ตัวอย่างและใช้การถาม-ตอบในจุดที่นักเรียนมักเข้าใจผิด ช่วยให้นักเรียนเกิดการทบทวนและปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ สอดคล้องกับ Grypp, & Luebeck (2015) ที่กล่าวว่าครูสามารถกระตุ้นให้นักเรียนซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้นอกห้องเรียน การถามและตอบอาจเป็นโอกาสสำหรับครูในการชี้แจงสิ่งที่นักเรียนเข้าใจผิดเกี่ยวกับเนื้อหาในวิดีโอ นอกจากนี้ ในขั้นการสรุปการเรียนรู้ในห้องเรียน เมื่อให้นักเรียนได้ทบทวนร่วมกันแบบกลุ่มทำให้นักเรียนได้เรียนรู้แบบร่วมมือ และตอนทำกิจกรรมนักเรียนจะช่วยแก้ปัญหาร่วมกันมากขึ้นด้วยเพราะรู้สึกถึง



ความสามัคคี ฟังพาและเกื้อกูลกัน สอดคล้องกับ Johnson (1994) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือส่งเสริมให้มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่รวมถึงการพัฒนาทักษะในด้านสังคมด้วย สอดคล้องกับ Vygotsky (1986) อ้างถึงใน Scoular (2018, p. 1) ที่กล่าวว่าทักษะทางสังคมระหว่างมนุษย์มีส่วนสำคัญมากในการเรียนรู้ รวมทั้งการพัฒนาทักษะกระบวนการรู้คิด (Cognitive skills) และความสามารถในการแก้ปัญหาด้วย

## 2. ขั้นการสอนบรรยายสั้นๆ เกี่ยวกับกิจกรรม

กระตุ้นความสนใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมแก้ปัญหาในกรณีศึกษา โดยเลือกใช้สื่อที่หลากหลาย เช่น ผู้วิจัยเลือกใช้ข่าวข่าวสวนกด้วยหอมได้รับความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมขังและวิดีโอการสร้างรายได้ของชาวสวนกด้วยหอมที่ส่งออกกล้วยให้แก่ร้านสะดวกซื้อเซเว่น อีเลฟเว่นที่ได้เลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีการเจาะรูในการช่วยถ่ายเทแก๊สเอทิลีน ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเข้าใจปัญหาในสถานการณ์กรณีศึกษามากขึ้น สอดคล้องกับ สมกร ศิลาโชติ (2560) ที่พบว่าเมื่อใช้สื่อที่หลากหลาย เช่น ข่าว วิดีโอ ฯลฯ ที่เชื่อมโยงกับปัญหาจะสามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้นและสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจกับสถานการณ์ของกิจกรรมได้ดีขึ้น และก่อนเข้ากิจกรรมได้อธิบายลักษณะของกิจกรรม และแบ่งกลุ่มนักเรียนลดความสามารถ 4 คน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กับสมาชิก ได้แก่ ผู้สืบค้นข้อมูล ผู้บันทึกข้อมูล ผู้เตรียมอุปกรณ์และผู้นำเสนอพร้อมบอกเหตุผลในการได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่นั้นๆ รวมทั้งให้แต่ละกลุ่มตั้งกฎระเบียบในการทำกิจกรรมร่วมกันจะทำให้นักเรียนตั้งใจปฏิบัติตามหน้าที่และตามกฎระเบียบของกลุ่มมากขึ้น สอดคล้องกับ จรูญพงษ์ ชลสินธุ์ (2559) ที่กล่าวว่าในการจัดการเรียนรู้ควรมีขั้นตอนที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการระบุนาฬิกาการทำงานหรือหน้าที่รับผิดชอบที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนจะได้แสดงบทบาทหน้าที่ที่ตนเองได้รับอย่างเต็มที่ นอกจากนี้ การแบ่งกลุ่มยังเป็นหนึ่งในกุญแจสำคัญสำหรับการสร้างความร่วมมือกันของกลุ่ม (Rose, 2017 as cited in Rosen, 2019) เนื่องจากความสำเร็จในการแก้ปัญหาและกระบวนการทำงานของกลุ่มขึ้นอยู่กับกระบวนการรู้คิด (Cognitive skills) เฉพาะบุคคล ทักษะการจัดการองค์กร และความร่วมมือของทีม (NRC, 2013, as cited in Rosen, 2017) ดังนั้นกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถสูงทั้งหมดจึงสามารถแก้ปัญหาร่วมกันได้ดี อย่างไรก็ตามพบว่า การจัดกลุ่มในลักษณะที่ไม่ได้ให้นักเรียนจัดกลุ่มเองนั้นจะช่วยให้ นักเรียนเกิดปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกันและให้การช่วยเหลือเกื้อกูลกันในการทำงานได้เป็นอย่างดี (วารสาร ศิริวิโรจน์, 2557) ดังนั้นในขั้นตอนการแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่มจึงส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกภายในกลุ่ม รวมทั้งเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและของสมาชิกกลุ่มและประพฤติตนตามระเบียบของกลุ่มที่ได้ตั้งไว้



### 3. ชั้นกิจกรรมการแก้ปัญหา

#### 3.1 ชั้นการทบทวนปัญหา

นำเสนอปัญหาในกรณีศึกษา สถานการณ์ที่เล่าเป็นเรื่องราว (Situation case study) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาในกรณีศึกษาร่วมกัน สถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมเป็นสถานการณ์ปัญหาที่มีลักษณะคลุมเครือไม่ชัดเจน (ill-structured problem) โดยเป็นปัญหาที่ไม่มีแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ชัดเจนและเกิดในชีวิตประจำวันของนักเรียนโดยสัมพันธ์กับเนื้อหาปริมาณสารสัมพันธ์ เช่น ปัญหาการชะลอการสุกของกล้วยหอมเพื่อช่วยเหลือเกษตรกร ซึ่งมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี พบว่า ปัญหาที่ใกล้ตัวจะกระตุ้นการเรียนรู้และความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนได้และเพิ่มการสื่อสารกับสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการกระทำ การแก้ปัญหาได้ (ปราณีต เชื้อทอง, 2556) และจะช่วยกระตุ้นการสร้างความรู้ที่ได้จากการร่วมมือ ซึ่งถือเป็นแนวคิดสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และนำไปสู่การเรียนรู้ของผู้เรียนได้ (Cohen, 1994 as cited in Hesse, 2014, p. 42) ดังนั้นในชั้นการทบทวนปัญหาจึงทำให้นักเรียนได้แบ่งปันข้อมูล และทำความเข้าใจในปัญหาร่วมกัน

#### 3.2 ชั้นการวิเคราะห์ปัญหา

กระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์ถึงปัญหาเพื่อร่วมกันระบุปัญหาที่ชัดเจนต่อการแก้ไข โดยใช้ชุดคำถามต่อเนื่อง (Question prompts) ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นว่า ในสถานการณ์สาเหตุของปัญหาและผลกระทบรวมทั้งผู้ได้รับผลกระทบคืออะไร ทำให้นักเรียนกระตุ้นการค้นหาข้อมูลและแบ่งปันข้อมูลและเจรจาเพื่อให้เข้าใจปัญหาจนสามารถระบุปัญหาได้ผ่านการปรึกษาร่วมกันในกลุ่ม เมื่อนักเรียนได้บันทึกปัญหา สาเหตุ และสิ่งที่ต้องการรู้เพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา จึงเกิดการตั้งเป้าหมายที่แน่ชัดในการปฏิบัติงาน (Antonenko, 2014 อ้างถึงใน ปาริชาติ ผาสุข, 2559, น. 112) ดังนั้นในชั้นตอนนี้ จึงส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสื่อสารร่วมกันเพื่อระบุถึงปัญหา

#### 3.3 ชั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา

กระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด โดยกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการแก้ปัญหามาอย่างน้อยคนละ 1 วิธี โดยให้นักเรียนระบุข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดของแต่ละวิธีลงในใบกิจกรรม และกระตุ้นให้นักเรียนได้พิจารณาเปรียบเทียบวิธีการต่างๆ โดยใช้การถาม - ตอบฉบับพลัน (Question Prompts) เช่น นักเรียนคิดว่าวิธีการแก้ปัญหานี้คืออย่างไร มีเหตุผลอื่นอีกหรือไม่นอกจากเหตุผลนี้ มีวิธีที่สามารถช่วยแก้ปัญหาข้อจำกัดนี้อีกหรือไม่ ฯลฯ เป็นต้น ทำให้นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(Ge, & Land, 2003) ดังนั้นในขั้นตอนนี้ จึงส่งเสริมให้นักเรียนสามารถระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในสถานการณ์ได้

### 3.4 ขั้นทำการตัดสินใจ

กระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ตกลงกันแล้วว่าเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด โดยให้นักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดในแต่ละวิธีจากขั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนมองหาเหตุผลที่ตัดสินใจเลือกวิธีดังกล่าวร่วมกันโดยกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และความรู้เกี่ยวกับปริมาณสารสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการตัดสินใจร่วมด้วย ทำให้นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดได้ ดังนั้นการกระตุ้นให้นักเรียนได้โต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ด้วยการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับบุคคลอื่นที่มีความเห็นต่างออกไปจะนำไปสู่การลงข้อสรุปที่ถูกต้องและเป็นที่ยอมรับร่วมกัน (เอกภูมิ จันทรวงศ์, 2559) นอกจากนี้งานหรือปัญหาที่มีลักษณะแบบ ill-defined tasks หรืองานที่สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีจะสามารถช่วยให้กลุ่มมีการต่อรองกันได้ เพราะเมื่อหนทางแก้ปัญหาถูกจำกัด แต่กลุ่มจะต้องร่วมกันหาวิธีการแก้ปัญหาโดยอยู่บนพื้นฐานของความพึงพอใจที่จำเป็นต้องมาจากมุมมองของสมาชิกที่หลากหลายและท้ายที่สุดข้อมูลระหว่างสมาชิกจะเกิดการขัดแย้งจนต้องนำมาซึ่งการแลกเปลี่ยนข้อมูลและการเปลี่ยนแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อตัดสินใจว่าข้อมูลไหนที่สามารถใช้แก้ปัญหาได้ดีที่สุด (Davies et al., 2014 as cited in Rosen, 2019) นอกจากนี้ปัญหาที่มีลักษณะคลุมเครือไม่ชัดเจน (ill-structured problem) ยังเป็นปัญหาที่ผู้คนต่างต้องเจอและแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันในสังคม การแก้ปัญหากับเพื่อน (peers) จะสร้างการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ และริเริ่มสู่การแก้ปัญหาได้ (Jonassen, 1997) ดังนั้นในขั้นตอนนี้ จึงส่งเสริมให้นักเรียนสามารถระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จ จนนำไปสู่การดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง ปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้ และร่วมกันตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการปฏิบัติแก้ปัญหาร่วมกัน ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหาได้

### 3.5 ขั้นสะท้อนผลลัพธ์

หลังจากที่ร่วมกันสรุปการเรียนรู้ในห้องเรียนกับนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้สะท้อนผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาในห้องเรียน และให้ข้อเสนอแนะต่อแนวทางการแก้ปัญหาของเพื่อนกลุ่มอื่นๆ ร่วมกัน ซึ่งขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนพัฒนาหนทางการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้นในการแก้ปัญหาลำดับถัดไป เพราะกระบวนการรู้คิดของนักเรียนในการแก้ปัญหาร่วมกันสัมพันธ์กับการสะท้อนและการวิพากษ์วิจารณ์ (Garrison et al., 2001 as cited in Kim, & Lim,



2019, p. 17) และเมื่อมอบหมายให้นักเรียนได้ทำวิดีโอสะท้อนการปฏิบัติงานของตนเองและการทำงานของกลุ่ม และให้แต่ละกลุ่มเข้าไปรับชมวิดีโอของเพื่อนแต่ละกลุ่ม ทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสะท้อนข้อบกพร่องและข้อดีของตนเอง และแนวปรับปรุงการทำงานที่ของตนได้ดียิ่งขึ้น เพราะนักเรียนสามารถมองเห็นข้อผิดพลาดของตนเองจากการชมวิดีโอของเพื่อน นักเรียนจึงปรับปรุงการทำงานที่ของตนให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ จริญญา พงษ์ ชลสินธุ์ (2559) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนได้สะท้อนการทำงานจะทำให้นักเรียนสามารถปรับปรุงหน้าที่การทำงานของตนได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งบริบทปัญหาเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง และเป็นสถานการณ์ที่คลุมเครือไม่ชัดเจน (ill-structured situations) โดยหนทางแก้ปัญหาเป็นเพียงการให้คำแนะนำของครู การเรียนรู้และโอกาสสำหรับการสะท้อนผู้เรียนเป็นผลมาจากการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาและทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน นั่นคือ การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนสะท้อนการเรียนรู้ของตนเองในขณะที่ครูเป็นเพียงผู้คอยอำนวยความสะดวก (Hoffman, & Ritchie, 1997) ดังนั้นในขั้นตอนนี้จึงส่งเสริมให้นักเรียนสามารถตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหาพร้อมกัน รวมทั้งอธิบายและประพจน์ตามระเบียบของกลุ่มที่ได้ตั้งไว้ ตรวจสอบ สะท้อนผลและเสนอข้อปรับปรุงการจัดการในกลุ่มและหน้าที่ของสมาชิกเพื่อเป็นข้อปรับปรุงในการทำงานร่วมกันได้

จากการอภิปรายจะเห็นว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา มีการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 2 ส่วน โดยการเรียนรู้ นอกห้องเรียนนั้นจะเป็นการเตรียมความรู้พื้นฐานสำหรับนำความรู้ในเรื่องที่เรียนมาใช้ในกิจกรรมการแก้ปัญหาในกรณีศึกษา โดยครูจัดเตรียมการสอนไว้ล่วงหน้าผ่านการอัดวิดีโอ และติดตามการเรียนรู้และประเมินความเข้าใจในเนื้อหาพื้นฐานของนักเรียนโดยมอบหมายแบบฝึกหัดผ่าน Google classroom ซึ่งองค์ความรู้พื้นฐานของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการรู้คิด (Cognitive skills) ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาควบคู่กับการมีทักษะทางสังคม (Social skills) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลให้นักเรียนมีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ นอกจากนี้การใช้ชั้นการศึกษาแบบกรณีศึกษาของ Choi et al. (2009) ทั้ง 5 ขั้นตอนซึ่งออกแบบมาเพื่อการแก้ปัญหาในกรณีศึกษาที่มีลักษณะคลุมเครือไม่ชัดเจน (ill-structured problems) สามารถช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีลักษณะแบบคลุมเครือไม่ชัดเจนเช่นกันได้ ผลจากการอภิปรายจึงช่วยให้ได้ข้อสรุปว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง



ปริมาณสารสัมพันธ์ มีขั้นตอนการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้

## **ตอนที่ 2 ผลการส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษาเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์**

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มมากที่สุด รองลงมา คือ สมรรถนะการสร้างและรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน และสมรรถนะการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ตามลำดับ สามารถอภิปรายได้ดังนี้

**การพัฒนาสมรรถนะการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม** นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะนี้มากที่สุด เพราะนักเรียนทุกคนมีความเข้าใจในบทบาทและหน้าที่ตนเองและหน้าที่ของเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม นอกจากนี้กลุ่มที่มีความหลากหลายสามารถช่วยให้เกิดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้จากการมีมุมมองทางสังคมที่แตกต่างหลายระดับและเป็นการเพิ่มโอกาสสำหรับการเปลี่ยนแปลงการสร้างกระบวนการรู้คิด การสนับสนุน การให้ผลสะท้อน และการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ (Hakkinen, 2002 as cited in Rosen, 2019) โดยนักเรียนสามารถตั้งเตือนและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการปฏิบัติหน้าที่ของเพื่อนสมาชิกได้เหมาะสมเมื่อเกิดข้อผิดพลาด หมั่นสอบถามความเข้าใจเพื่อนในกลุ่มต่อแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่เกิดจากการทำงานและในระหว่างการติดตามตรวจสอบผลการดำเนินการแก้ปัญหา นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถสะท้อนการทำงานของตนเองและของสมาชิกในกลุ่มได้อย่างเหมาะสม และมีการปรับเปลี่ยนหน้าที่การทำงานของตนเองและสมาชิกเมื่อเกิดปัญหาหรืออุปสรรคได้ และให้การช่วยเหลือกันในกลุ่มเป็นอย่างดี สามารถดำเนินการแก้ปัญหากับเพื่อนในกลุ่มจนสำเร็จลุล่วง และการให้นักเรียนได้รับชมวิดีโอการสะท้อนผลการปฏิบัติหน้าที่ของแต่ละกลุ่มทำให้นักเรียนมองเห็นจุดดีที่ควรรักษาไว้ และจุดด้อยที่ควรปรับปรุง จากมุมมองของเพื่อนสมาชิกทั้งจากในกลุ่มตนเองและดูจากการสะท้อนของเพื่อนกลุ่มอื่นๆ จนนำไปสู่การพัฒนาและรักษากฎระเบียบของกลุ่มได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้การออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาจริงๆ ยังช่วยให้นักเรียนได้มองเห็นถึงข้อผิดพลาดของตนเอง ของสมาชิกในกลุ่มและการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มมากขึ้น (Hesse et al., 2015 as cited in Care, & Griffin, 2015, p. 371) นอกจากนี้การให้นักเรียนได้ตั้งระเบียบการทำงานร่วมกันก่อนเริ่มกิจกรรมทำให้นักเรียนประพฤติตนตามบทบาทและระเบียบของกลุ่มได้ตลอดการทำงาน เพราะในการแก้ปัญหา

แบบร่วมมือจำเป็นต้องมีกลยุทธ์ในการควบคุมความหลากหลายของสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งจะทำให้เกิดกระบวนการควบคุมทางสังคม (Social regulation) และการต่อรอง (Thompson et al., 2010 as cited in Hesse et al., 2015, p. 45)

**การพัฒนาสมรรถนะการสร้างและรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน** นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะนี้ได้รองลงมา เนื่องจากนักเรียนสามารถร่วมกันระบุปัญหาผ่านการปรึกษากายในกลุ่ม ทำให้นักเรียนค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในทีม แบ่งปันและพูดคุยจนเข้าใจปัญหาได้ (Antonenko et al., 2014) นอกจากนี้ในตลอดกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนมีการตรวจสอบและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน จนสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จลุล่วง ส่วนหนึ่งอาจเป็นเพราะปัญหาในกรณีศึกษาที่มีลักษณะคลุมเครือไม่ชัดเจนสามารถช่วยให้นักเรียนกระตุ้นการสร้างความรู้ที่ได้จากการร่วมมือซึ่งถือเป็นแนวคิดสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และนำไปสู่การเรียนรู้ของผู้เรียนได้ (Cohen, 1994 as cited in Hesse, 2014, p. 42) ทำให้นักเรียนเกิดการค้นหาข้อมูลและนำไปแลกเปลี่ยนร่วมกันในกลุ่ม อย่างไรก็ตามยังพบว่า ในขณะที่เข้าไปกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อปัญหา ยังมีนักเรียนบางคนยังไม่ยอมเสนอความคิดเห็นเป็นของตนเอง แต่จะแสดงความคิดเห็นตามเพื่อนสมาชิกภายในกลุ่ม โดยไม่ได้มาจากความเข้าใจของตนเอง ดังนั้นเพื่อให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนแนวความคิดเห็นที่หลากหลายมากขึ้น ครูควรมีเทคนิคกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน เช่น ให้สมาชิกแต่ละคนเสนอความคิดเห็นของตนเองก่อนเมื่อครบทุกคนแล้วค่อยทำการสรุปเป็นความคิดเห็นของกลุ่ม (O'neil et al., 2003 as cited in Care, & Griffin, 2015, p. 371) และเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและใกล้ตัวนักเรียนจะกระตุ้นการเรียนรู้และความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนได้และเพิ่มการสื่อสารกับสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการกระทำการแก้ปัญหาได้ (ปราณีตเชื้อทอง, 2556)

**การพัฒนาสมรรถนะการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา** นักเรียนมีการพัฒนาน้อยที่สุด โดยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้แต่ต้องได้รับการชี้แนะจากครูผู้สอนเป็นส่วนใหญ่ และส่วนใหญ่นักเรียนยังไม่ได้นำความรู้หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ปริมาณสารสัมพันธ์ ในเรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี ไปใช้สนับสนุนการแก้ปัญหาเท่าที่ควร เมื่อเกิดความผิดพลาดในขณะที่แก้ปัญหา แต่ละกลุ่มสามารถตรวจสอบผลการดำเนินการของเพื่อนในกลุ่มได้บางส่วน และประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหาได้บางส่วน สาเหตุอาจเป็นไปได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงขาดความรู้พื้นฐานที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา และส่วนหนึ่งนักเรียนไม่ได้คำนึงถึงความสำคัญของข้อมูลมากพอ มีการวางแผนด้วยข้อมูลที่สนับสนุนเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ยังเป็นผลมาจากนักเรียนไม่ได้ฝึกให้วาง



แผนการแก้ปัญหาเอง จึงทำให้การออกแบบและแก้ไขปัญหายังไม่รอบคอบและเกิดความผิดพลาด เนื่องจากการวางแผนเป็นหนึ่งในกิจกรรมการแก้ปัญหาที่สำคัญ (Gunzelmann, & Anderson, 2003 as cited in Hesse, 2014, p. 48) โดยทักษะการวางแผนนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถส่วนบุคคลในการพัฒนากฎวิธีการแก้ปัญหาซึ่งอยู่บนพื้นฐานของควมมีเหตุผลในแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหา (Miller et al., 1960 as cited in Hesse, 2014, p. 46) นอกจากนี้การวางแผนการแก้ปัญหายังหมายถึงการปฏิบัติที่เหมือนกับการสร้างสมมติฐาน การปฏิบัติและการประเมินผล ดังนั้นผู้แก้ปัญหาจึงจำเป็นต้องตีความจากหลักฐานและต้องสะท้อนการวางแผนและการปฏิบัติที่เหมาะสมในแต่ละขั้นการแก้ปัญหา (Peterson & Behfar, 2005, as cited in Hesse, 2014, p. 47) ดังนั้นในการจัดกิจกรรมควรตรวจสอบให้มั่นใจว่านักเรียนมีความรู้พื้นฐานในเรื่องที่จะนำมาใช้ในการทำกิจกรรมเพียงพอ และสามารถนำความรู้ที่เรียนมาใช้เป็นเหตุผลในการเลือกวิธีการแก้ปัญหา โดยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และเห็นความสำคัญของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการวางแผนแก้ปัญหาให้มากขึ้น อาจช่วยส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาสมรรถนะการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาได้

### ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

#### 1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ผลการวิจัยพบว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีเวลาเตรียมตัวในการนำเสนอ การสะท้อนการทำงานของตนเอง ของสมาชิกในกลุ่ม และของกลุ่มผ่านการอัดวิดีโอ ช่วยให้นักเรียนสะท้อนผลการปฏิบัติถึงจุดดี จุดด้อยได้ละเอียดมากขึ้น

1.2 ผลการวิจัยพบว่า การใช้เทคนิคถามตอบฉบับพลัน (Question prompts) เป็นเทคนิคการกระตุ้นที่รวดเร็ว โดยใช้การถามคำถามของครูซึ่งช่วยให้นักเรียนได้คิดพิจารณาหาวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาได้ ทำให้นักเรียนสามารถคิดหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายได้

#### 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

2.1 จากผลการวิจัยมีข้อเสนอแนะว่าควรให้ความสำคัญกับการติดตามการเรียนรู้ทางวิดีโอของนักเรียนของนักเรียนมากขึ้น นอกเหนือจากการติดตามผ่านการตรวจแบบฝึกหัด เพื่อให้มั่นใจได้ว่านักเรียนทุกคนมีความรู้พื้นฐานเพียงพอที่จะสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในกิจกรรม





บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กิตติพันธ์ วิบูลศิลป์. (2560). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกรียงไกร สกุลประเสริฐศรี. (2557). ผลของการสอนภาษาอังกฤษโดยใช้แนวคิดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่มีต่อความสามารถในการพูดภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารและแรงจูงใจในการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กำธร คงอรุณ. (2559). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- จรรยาพงษ์ ชลสินธุ์. (2559). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหา แบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชนกกานต์ เนตรวีศมี. (2560). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ในเรื่องเคมี สิ่งแวดล้อมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชนะชัย ทะยอม. (2560). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือโดยใช้กรอบแนวคิดแบบ DEEPER เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2557). การสอนซ่อมเสริม: เติบโตศักยภาพผู้เรียน. กรุงเทพฯ: ทวีพรินทร์.

- ดร.ณนา นาชัยฤทธิ. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสาน ด้วยการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้กรณีศึกษาเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหาและการเรียนรู้ร่วมกันเป็นทีมของนักศึกษาระดับปริญญาตรีครู ศึกษาศาสตร์ / ศึกษาศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัย ศิลปากร.
- ทิตนา เขมมณี. (2557). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัญวลัย กุลวงษ์. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการ แก้ปัญหา เรื่อง วิกฤตการณ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการ จัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษาและการแก้ปัญหา (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ธีรญา ไชยเดช. (2559). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ (วิทยานิพนธ์ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- บุญส่ง นิลแก้ว. (2541). วิจัยทางการศึกษา. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปริญญ์ กิจรุ่งเรือง. (2553). การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้กรณีศึกษาทางศาสตร์การเรียน การสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา วิชาชีพครู (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ปราณีต เชื้อทอง. (2556). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถ ในการแก้ปัญหา เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ปรียา สมพีช. (2559). การจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนด้วย กรณีศึกษา ORGANIZED ACTIVE LEARNING BY INSTRUCTIONAL MODEL WITH CASE-BASED. วารสารวิจัยราชภัฏ พระนคร, 11(2), 260-270.
- ปาริชาติ ผาสุข. (2559). วิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วย การจัดการเรียนรู้ ตามกรอบการเสริมต่อการเรียนรู้แบบ DEEPER เรื่อง ระบบ ย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.



ภาพ เลาน์ไปบุลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ลือชา ลดาชาติ. (2558). *การวิจัยเชิงคุณภาพสำหรับครูวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. กรุงเทพฯ:

สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: ตาตา พับลิเคชั่น.

วัชรา เล่าเรียนดี. (2552). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด*.

นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วัชร นวลผ่อง. (2553). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ*

*ชิปปา เรื่อง งานประดิษฐ์จากภูมิปัญญาไทย วิชางานประดิษฐ์ 1 ง40221*

*ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต)*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วราภรณ์ ศรีวิโรจน์. (2557). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์*

*แบบเน้นการบูรณาการการฝึกอบรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 16(3), 1-13.*

วารินทร์ แก้วอุไร. (2541). *การพัฒนาแบบการสอนสำหรับวิชาวิธีสอนทั่วไปแบบเน้นกรณี*

*ตัวอย่างเพื่อส่งเสริมความสามารถของนักศึกษาครูด้านการคิดวิเคราะห์แบบตอบได้ในศาสตร์การสอน (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ดุสิตบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศมกร ศิลลาโชติ. (2560). *การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นการใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อ*

*ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่ม*

*สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2559). *รายงานสภาวะการศึกษาไทย ปี 2557/2558*

*จะปฏิรูปการศึกษาไทยอย่างไรให้ทันโลกในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างไร*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

สมชาย วรภิเษมสกุล. (2554). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*.

อุดรธานี: อักษรศิลป์การพิมพ์.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21*.

เพชรบูรณ์: จุลติสการพิมพ์.

สุทัศน์ สังคะพันธ์. (2557). *ทำไมต้องทักษะในศตวรรษที่ 21 บทความทักษะแห่งศตวรรษที่*

21. สืบค้น 20 พฤษภาคม 2561, จาก <https://www.srn2.go.th/attachments/article/145/รวมบทความ>

สุวิทย์ มูลคำ, และอรทัย มูลคำ. (2551). *21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*.

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

สุติเทพ ศิริพิพัฒน์กุล. (2553). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเรียนรู้เป็น*

*ทีมของนิสิตปริญญาบัณฑิตด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันด้วยกรณีศึกษาและเทคโนโลยีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่ต่างกัน (วิทยานิพนธ์ คุรุศาสตร์ดุสิตบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัญญาพร สุคนธ์พันธ์. (2559). *ผลของการเรียนรู้โดยใช้กรณีตัวอย่างเป็นฐานที่มีต่อ*

*ความสามารถในการแก้ปัญหาและการประยุกต์ใช้ความรู้ชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์คุรุศาสตร์มหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาลาวีเยะ สะอะ (2559). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์*

*ทางการเรียน ทักษะการคิดวิเคราะห์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต)*. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เอกภูมิ จันทรวงศ์. (2559). *การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการโต้แย้งในชั้น*

*เรียนวิทยาศาสตร์. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 11(1), 217-232.*

เอกรินทร์ อัครชะกุลวิสุทธิ. (2557). *การประเมินด้านการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ PISA 2015*.

สืบค้น 27 ธันวาคม 2560, จาก <http://pisathailand.ipst.ac.th/article-4>

Allchin, D. (2013). *Problem-and case-based learning in science: an introduction to*

*distinctions, values, and outcomes. CBE-Life Sciences Education, 12(3), 364- 372.*

Barkley, E. F., & Major, C. H. (2015). *Learning assessment techniques: A handbook for college faculty*. California: John Wiley & Sons.

- Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New directions for teaching and learning*, 1996(68), 3-12.
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. New York: Springer Publishing Company.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. USA: International society for technology in education.
- Bondarenko, O., Mantulenko, S., & Pikilnyak, A. (2019). *Google Classroom as a Tool of Support of Blended Learning for Geography Students*. New York: Cornell university.
- Brame, C. (2013). *Flipping the classroom*. Vanderbilt University Center for Teaching. Retrieved May 15, 2017, from <http://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/flipping-the-classroom/>.
- Bransford, J., Brown, A., & Cocking, R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academy Press.
- Bridges, S., McGrath, C., & Whitehill, T. L. (Eds.). (2012). *Problem-based learning in clinical education*. New York. Springer Science & Business Media.
- Brodahl, C., Hadjerrouit, S., & Hansen, N. (2011). Collaborative writing with web 2.0 technologies: Education students' perceptions. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 10, 73-103.
- Çam, A., & Geban, Ö. (2017). Effectiveness of case-based learning instruction on pre-service teachers' chemistry motivation and attitudes toward chemistry. *Research in Science & Technological Education*, 35(1), 74-87.
- Centre for the New Economy and Society. (2018). *The Future of Jobs Report 2018*. *World Economic Forum 2018*. Retrieved May 15, 2017, from [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2018.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf)
- Conner, N. (2008). *Google Apps: The missing manual*. Sebastopol, California: O'Reilly Media.



- Chao, C. Y., Chen, Y. T., & Chuang, K. Y. (2015). Exploring students' learning attitude and achievement in flipped learning supported computer aided design curriculum: A study in high school engineering education. *Computer Applications in Engineering Education*, 23(4), 514-526.
- Choi, I., & Lee, K. (2009). Designing and implementing a case-based learning environment for enhancing ill-structured problem solving: Classroom management problems for prospective teachers. *Educational Technology Research and Development*, 57(1), 99-129.
- Davidowitz, B., Chittleborough, G., and E. Murray. (2010). Student-generated submicro diagrams: a useful tool for teaching and learning chemical equations and stoichiometry. *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 154-164.
- Dori, Y. J., & Herscovitz, O. (2005). Case-based long-term professional development of science teachers. *International journal of science education*, 27(12), 1413-1446.
- Duschl, R., and J. Osborne. 2002. Supporting and promoting argumentation discourse. *Studies in Science Education*, 38, 39-72.
- Flor, M., Yoon, S. Y., Hao, J., Liu, L., & von Davier, A. (2016). Automated classification of collaborative problem solving interactions in simulated science tasks. *In Proceedings of the 11th Workshop on Innovative Use of NLP for Building Educational Applications*, 31-41.
- Fulton, K. (2012). Upside down and inside out: Flip your classroom to improve student learning. *Learning & Leading with Technology*, 39(8), 12-17.
- Gauvain, M., & Cole, M. (1997). *Reading on the development of children*. Retrieved May 15, 2017, from <https://www.psy.cmu.edu/~siegler/vygotsky78.pdf>
- Ge, X., & Land, S. M. (2003). Scaffolding students' problem-solving processes in an ill-structured task using question prompts and peer interactions. *Educational Technology Research and Development*, 51(1), 21-38.
- Graesser, A., Kuo, B. C., & Liao, C. H. (2017). Complex problem solving in assessments of collaborative problem solving. *Journal of Intelligence*, 5(2), 10.

- Grypp, L., & Luebeck, J. (2015). Rotating solids and flipping instruction. *Mathematics Teacher*, 109(3), 186-193.
- Günter, T., & Alpat, S. K. (2017). What is the Effect of Case-Based Learning on the Academic Achievement of Students on the Topic of "Biochemical Oxygen Demand?". *Research in Science Education*, 1-27.
- Hall, H., Magee, C., & Clapp, T. (2016). 4-Step Model to Approach Case-Base Learning in the Classroom. *MPAEA Journal of Adult Education*, 45(2).
- Hamdan, N., McKnight, P., McKnight, K., & Arfstrom, K. (2013). *A review of flipped learning*. Retrieved May 15, 2017, from <http://www.flippedlearning.org/review>
- Hayat, A. Z., & Wahyu, W. (2018, May). Comparison of peer-tutoring learning model through problem-solving approach and traditional learning model on the cognitive ability of grade 10 students at SMKN 13 Bandung on the topic of Stoichiometry. *In Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1), 012208.
- Herreid CF. (2013). *Start with a Story: The Case Study Method of Teaching College Science*. Virginia: NSTA press.
- Herreid CH. (1994). Case studies in science: A novel method of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(4), 221-229.
- Hesse, F., Care, E., Buder, J., Sassenberg, K., & Griffin, P. (2015). A framework for teachable collaborative problem solving skills. *In Assessment and teaching of 21st century skills*, 37-56.
- Hoffmann, B. O. B., & Ritchie, D. (1997). Using multimedia to overcome the problems with problem based learning. *Instructional Science*, 25(2), 97-115.
- Hung, L. T., Lien, V. P., & Vy, N. T. P. (2018). Assessing collaborative problem-solving competency through an integrated theme based on teaching chemistry. *In Educational Administration Innovation for Sustainable Development: Proceedings of the International Conference on Research of Educational Administration and Management (ICREAM 2017)* (p. 111). Bandung: Indonesia.
- IPST. (2016). *Collaborative Problem Solving: How is PISA measured?*. *FOCUS in PISA*. Retrieved May 15, 2017, from <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2018-25/>

- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1994). *The new circles of learning: Cooperation in the classroom and school*. Virginia: ASCD.
- Jonassen, D. H. (1997). Instructional design models for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology Research and Development*, 45(1), 65-94.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner*. Victoria: Deakin University press.
- Kim, H., & Hannafin, M. J. (2008). Situated case-based knowledge: An emerging framework for prospective teacher learning. *Teaching and Teacher Education*, 24(7), 1837-1845.
- Kim, J. Y., & Lim, K. Y. (2019). Promoting learning in online, ill-structured problem solving: The effects of scaffolding type and metacognition level. *Computers & Education*, 138, 116-129.
- Kulak, V., & Newton, G. (2014). A guide to using case-based learning in biochemistry education. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 42(6), 457-473.
- Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1), 30-43.
- Lo, C. K., Lie, C. W., & Hew, K. F. (2018). Applying "First principles of instruction" as a design theory of the flipped classroom: Findings from a collective study of four secondary school subjects. *Computers & Education*, 118, 150-165.
- Luo, H., Koszalka, T. A., Arnone, M. P., & Choi, I. (2018). Applying case-based method in designing self-directed online instruction: a formative research study. *Educational Technology Research and Development*, 66(2), 515-544.
- McMahon, M., & Pospisil, R. (2005). Laptops for a digital lifestyle: Millennial students and wireless mobile technologies. *Proceedings of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education*, 2, 421-431.
- Mok, H. N. (2014). Teaching tip: The flipped classroom. *Journal of Information Systems Education*, 25(1), 7.



- Moraros, J., Islam, A., Yu, S., Banow, R., & Schindelka, B. (2015). Flipping for success: Evaluating the effectiveness of a novel teaching approach in a graduate level setting. *BMC Medical Education*, 15(1), 1.
- Ng, W. (2015). *Technology integration and the flipped classroom*. In *New digital technology in education*. Switzerland: Springer, Cham.
- Nookhong, J., & Wannapiroon, P. (2015). Development of collaborative learning using case-based learning via cloud technology and social media for enhancing problem-solving skills and ICT literacy within undergraduate students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 2096-2101.
- OECD. (2017). *PISA 2015 COLLABORATIVE PROBLEM-SOLVING FRAMEWORK*. Paris: OECD.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2013). *PISA 2015 Draft collaborative problem solving framework*. Paris: OECD.
- Petrillo, J. (2016). On flipping first-semester calculus: a case study. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(4), 573-582.
- Rahman, A. A., Aris, B., Rosli, M. S., Mohamed, H., Abdullah, Z., & Mohd Zaid, N. (2015). Significance of Preparedness in flipped classroom. *Advanced Science Letters*, 21(10), 3388-3390.
- Rosen, Y., Wolf, I., & Stoeffler, K. (2019). Fostering collaborative problem solving skills in science: The Animalia project. *Computers in Human Behavior*. Netherlands: Elsevier Ltd.
- Schleicher, A. (2017). *Are school systems ready to develop students' social skills?*. Retrieved October 30, 2560, from <http://oecdeducationtoday.blogspot.com/2017/11/are-school-systems-ready-to-develop.html>
- Scoular, C., & Care, E. (2019). Monitoring patterns of social and cognitive student behaviors in online collaborative problem solving assessments. *Computers in Human Behavior*. Netherlands: Elsevier Ltd.
- Sharma, A. K., & Wolfgang, D. E. (2016). The Golden Drain: A Stoichiometry Case Study for General Chemistry. *Chem. Educ*, 21, 77-80.

- Strayer, J. F., Hart, J. B., & Bleiler, S. K. (2015). Fostering instructor knowledge of student thinking using the flipped classroom. *Primus*, 25(8), 724-735.
- Szpunar, K. K., Moulton, S. T., & Schacter, D. L. (2013). Mind wandering and education: from the classroom to online learning. *Frontiers in psychology*, 4, 495.
- Sutia, C., Wulan, A. R., & Solihat, R. (2019, February). Students' response to project learning with online guidance through google classroom on biology projects. *In Journal of Physics: Conference Series*, 1157(2), 022084.
- Tikkanen, G., & Aksela, M. (2012). Analysis of Finnish chemistry matriculation examination questions according to cognitive complexity. *Nordic Studies in Science Education*, 8(3), 257-268.
- Tingle, J. B., & Good, R. (1990). Effects of cooperative grouping on stoichiometric problem solving in high school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(7), 671-683.
- Touchton, M. (2015). Flipping the classroom and student performance in advanced statistics: Evidence from a quasi-experiment. *Journal of Political Science Education*, 11(1), 28-44.
- Valerie, M., Tobias, E., Greiff, S., Krkovic, K., & Ras, E. (2014). Moving towards the Assessment of collaborative problem solving skill with a tangible user interface. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 13(4), 95-104.
- Wilkerson, L., & Gijsselaers, W. (1996). Bringing problem-based learning to higher education: Theory and practice. *New Directions For Teaching and Learning Series*, 68, 3-11.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้และแบบทดสอบสมรรถนะการ  
แก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินตนา กล้าเทศ

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. ดร.สุริยา ชานู

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3. คุณครูสุภัค พักเงิน

ผู้อำนวยการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาขาเคมี โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง  
ในจังหวัดพิษณุโลก



ภาคผนวก ข ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหา  
แบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ตาราง 34 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหา  
แบบร่วมมือ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3			
สถานการณ์ที่ 1						
1	+1	+1	+1	3	1	ผ่าน
2	+1	+1	+1	3	1	ผ่าน
3	+1	+1	+1	3	1	ผ่าน
4	+1	+1	+1	3	1	ผ่าน
สถานการณ์ที่ 2						
5	+1	+1	+1	3	1	ผ่าน
6	+1	+1	+1	3	1	ผ่าน
7	+1	+1	0	2	0.67	ผ่าน
8	+1	+1	+1	3	1	ผ่าน
สถานการณ์ที่ 3						
9	+1	+1	+1	3	1	ผ่าน
10	+1	+1	+1	3	1	ผ่าน
11	+1	+1	+1	3	1	ผ่าน
12	+1	+1	+1	3	1	ผ่าน

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือกับแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

### คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือกับแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือกับแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

**ส่วนที่ 1** รายการประเมินความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือกับแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แบ่งตามระดับค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง “คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง” ดังนี้

+1 แทน มีความเห็นด้วยว่าสอดคล้องสัมพันธ์

0 แทน ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องสัมพันธ์

-1 แทน มีความเห็นด้วยว่าไม่สอดคล้องสัมพันธ์

**ส่วนที่ 2** ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม หากมีข้อเสนอแนะกรุณาเขียนลงในช่องว่างที่กำหนด

\*\*\*ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ในความกรุณาของท่าน\*\*\*



**ส่วนที่ 1** รายการประเมินเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างตัวบ่งชี้สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบ  
ร่วมมือกับประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

รายการประเมิน	ข้อที่	คะแนนการพิจารณา ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
<b>ตัวบ่งชี้สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ</b>					
<b>สถานการณ์ที่ 1 สมรรถนะการสร้างและเก็บความเข้าใจที่มีร่วมกัน</b>					
ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกภายในกลุ่ม	1				
แบ่งปันข้อมูล และทำความเข้าใจในปัญหาร่วมกัน	2				
สื่อสารร่วมกันเพื่อระบุถึงปัญหาและการดำเนินการภายในกลุ่ม	3				
ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจร่วมกัน	4				
<b>สถานการณ์ที่ 2 สมรรถนะการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา</b>					
ระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา	5				
ระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จ	6				
ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง	7				
ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา	8				
<b>สถานการณ์ที่ 3 สมรรถนะการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม</b>					
เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองเพื่อแก้ปัญหา	9				
ดำเนินการตามขั้นตอน เพื่อให้สมาชิกในทีมทำหน้าที่ของตนตามภาระงาน	10				
ปฏิบัติตามกฎที่มีร่วมกัน	11				
ตรวจสอบ สะท้อนผลและเสนอข้อปรับปรุงการจัดการในกลุ่มและหน้าที่ของสมาชิก	12				

**ส่วนที่ 2** ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....  
 .....

ลงชื่อ..... (ผู้ประเมิน)

(.....)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

**แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

**คำชี้แจงการทำแบบทดสอบ**

1. แบบทดสอบนี้ใช้เวลา 60 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้มี 13 หน้า (รวมใบปะหน้าข้อสอบ) จำนวน 12 ข้อ ประกอบด้วย 3 สถานการณ์โดยมีสถานการณ์ละ 4 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบเลือกตอบเชิงซ้อน และแบบเขียนบรรยายอิสระ
3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ - นามสกุล ชั้น เลขที่ ลงในกรอบด้านล่าง
4. การเขียนตอบแบบทดสอบฉบับนี้ให้ใช้ปากกาสีน้ำเงินหรือดำเท่านั้น
5. อนุญาตให้นักเรียนขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆลงในแบบทดสอบได้
6. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณในการทำข้อสอบชุดนี้

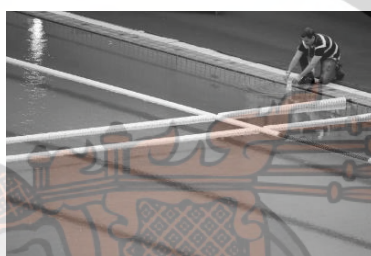
ชื่อ - นามสกุล \_\_\_\_\_ ชั้น \_\_\_\_\_ เลขที่ \_\_\_\_\_

**คำอธิบาย**

แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือนี้เป็นแบบทดสอบตามกรอบของ PISA 2015 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเป็นสมรรถนะที่สำคัญต่อการดำเนินชีวิตในสังคมปัจจุบันเป็นอย่างมาก โดยมีบริบทสำหรับแบบทดสอบ ได้แก่ ลักษณะเฉพาะของงาน โครงเรื่องของปัญหา การสื่อสารจากเนื้อเรื่อง และองค์ประกอบของกลุ่ม ซึ่งสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่แบ่งออกเป็น 3 สมรรถนะย่อย ได้แก่ การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม

### สถานการณ์ที่ 1 : แดกตื่น สระว่ายน้ำโอลิมปิกเปลี่ยนเป็นสีเขียวกะทันหัน

สระว่ายน้ำในการแข่งขันโอลิมปิก 2016 ที่กรุงริโอเดอจาเนโร เปลี่ยนสีกะทันหันจากสีฟ้ากลายเป็นสีเขียว สร้างความแตกตื่นให้กับเหล่านักกีฬาเป็นอย่างมาก เนื่องจากหวั่นกลัวว่าอาจเกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ สาเหตุคาดว่าอาจเกิดจาก 1) จุลินทรีย์ หรือไมก์ 2) ปฏิกริยาออกซิเดชันของทองแดง ซึ่งจากเหตุดังกล่าว ทางเจ้าหน้าที่จัดการแข่งขันจึงได้รับมอบหมายให้ทีมของนักเรียนลงพื้นที่เพื่อสำรวจปัญหาทันที โดยมีสมาชิกคือ นักเรียน ป๊อกกี้ ไอริโอ และเป่าเปา



แหล่งที่มา : <https://news.mthai.com/world-news/512589.html>

ก่อนการทำงานนักเรียนกับเพื่อนได้ร่วมกันแลกเปลี่ยนประสบการณ์และความถนัดของเพื่อน ซึ่งได้ข้อมูลดังนี้

ไอริโอ : ชอบออกแบบการทดลอง และเชี่ยวชาญการปฏิบัติการทดลอง

ป๊อกกี้ : ถนัดการค้นหาข้อมูลและชำนาญด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

เป่าเปา : กล้าพูด กล้าตัดสินใจ ใจเย็น มีความสามารถในการไกล่เกลี่ย โน้มน้าวใจคนได้ดี มีความเป็นผู้นำ

นักเรียน : เป็นคนคิดอย่างมีเหตุผล ละเอียดยรอบคอบ

1. นักเรียนคิดว่าควรแบ่งหน้าที่ให้กับสมาชิกในทีมอย่างไร รวมทั้งบอกเหตุผลที่สมาชิกแต่ละคนเหมาะสมกับหน้าที่นั้นๆ (หน้าที่ทั้งหมด 4 หน้าที่ได้แก่ หัวหน้ากลุ่ม ผู้ทำการทดลอง ผู้ค้นคว้าข้อมูล และผู้ทำการคำนวณ)

หน้าที่	ชื่อ	เหตุผลที่เลือกหน้าที่นี้ให้
หัวหน้างาน		
ผู้ค้นคว้าข้อมูล		
ผู้ทำการทดลอง		
เลขานุการ		



เป่าเป่า : จากการแบ่งหน้าที่กันแล้ว ฉันคิดว่าเรามาช่วยกันหาปัญหาที่อันกันเถอะ

ไอริโอ : ฉันว่าปัญหาคือน้ำเปลี่ยนเป็นสีเขียวอาจทำให้นักกีฬาเกิดอันตราย

ป๊อกกี้ : แต่ฉันเห็นว่าปัญหาที่เราต้องช่วยกันแก้ไข คือการตรวจสอบว่าสาเหตุที่ทำให้ น้ำเปลี่ยนสีเป็นสีเขียวนั้นมีสาเหตุมาจากอะไรกันแน่จะได้แก้ไขได้ถูกต้อง เพราะตอนนี้สาเหตุมันคลุมเครือว่าเกิดจากจุลินทรีย์หรือปฏิกิริยาออกซิเดชันของทองแดงกันแน่

เป่าเป่า : ฉันเห็นด้วยกับป๊อกกี้ แล้วเธอ (นักเรียน) อะ คิดว่าไง

2. จากสถานการณ์ นักเรียนจะนำเสนอปัญหาตามความคิดของนักเรียนให้กับเพื่อนในกลุ่มอย่างไร

.....

.....

.....

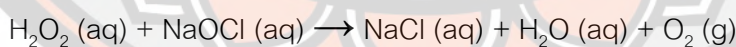
หากนักเรียนเป็นป๊อกกี้ นักเรียนจะสืบค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ดีขึ้น เพื่อนำเสนอต่อเพื่อนในกลุ่ม

.....

.....

.....

ขณะที่ทีมของนักเรียนกำลังจะเริ่มดำเนินการตรวจสอบปัญหา นักเรียนได้รับข้อมูลเพิ่มเติมว่า ผู้รับจ้างดูแลสระว่ายน้ำในการแข่งขัน ได้เทไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณ 160 ลิตร ลงไปในสระน้ำ ซึ่งโดยปกติแล้วไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นสารตัวหนึ่งที่ใช้ในการทำมาสะอาดสระว่ายน้ำ แต่จะไม่ใช้ร่วมกับคลอรีนเนื่องจากอาจลดประสิทธิภาพของคลอรีนดังกล่าว



3. นักเรียนจะสื่อสารกับเพื่อนในทีมอย่างไรเพื่อช่วยให้ระบุปัญหาที่ชัดเจนได้และนักเรียนจะเริ่มดำเนินการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ร่วมกับสมาชิกในกลุ่มโดยวิธีใด

นักเรียนจะสื่อสารว่า .....

.....

.....

นักเรียนจะเริ่มดำเนินการโดย

ก. เริ่มต้นสื่อสารโดยการสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์ของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาของตนเองแก่เพื่อนในกลุ่ม

ข. รอเวลาที่เหมาะสมจนกว่าจะมีบุคคลในกลุ่มเริ่มพูดว่าให้แบ่งหน้าที่กันในการดำเนินการ

แก้ปัญหาพร้อมทั้งสอบถามถึงวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม

ค. รอเวลาที่เหมาะสม ให้หัวหน้ากลุ่มแบ่งงานให้ รวมทั้งสอบถามถึงวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม

ง. เสนอแนวทางแก้ปัญหาของตนเองแก่เพื่อนในกลุ่มและชักจูงให้เพื่อนทุกคนในกลุ่มเห็นด้วยกับความคิดของนักเรียน

อย่างไรก็ตามสมาชิกในทีมยังคงไม่เชื่อว่าน้ำเปลี่ยนเป็นสีเขียวนั้นเกิดจากคลอรีนที่ไม่เพียงพอในสระน้ำซึ่งเป็นผลมาจากความไม่รู้ของเจ้าหน้าที่ที่ตัดสินใจเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไปเพื่อหวังให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไปฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ควบคู่กับคลอรีน ดังบทสนทนา

เป่าเป่า : แต่ฉันก็ยังไม่เชื่อนะว่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งปกติก็เป็นสารตัวหนึ่งที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์หากใส่ไปในน้ำก็จะช่วยฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และถ้ายิ่งใส่ไปพร้อมกับคลอรีนก็ต้องช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์สิ

ไอริโอ้ : นั่นสิ ฉันเห็นด้วยกับเป่าเป่านะ ฉันก็คิดว่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใส่ไปต้องช่วยฆ่าจุลินทรีย์แน่ๆ แต่เจ้าหน้าที่ใส่ไปไม่พอกับปริมาณจุลินทรีย์มันเลยทำให้จุลินทรีย์เติบโตได้ น้ำเลยเป็นสีเขียว

ป๊อกกี้ : นั่นสิ ฉันเห็นด้วยกับเป่าเป่านะ

4. นักเรียนจะทำอย่างไรกับความคิดเห็นที่แตกต่างกันของสมาชิกในการตั้งสมมติฐาน ก่อนที่จะดำเนินการทดสอบต่อไป

ก. เห็นด้วยกับไอริโอ้ เพราะตอนนี้ น้ำเป็นสีเขียวจริงซึ่งบ่งบอกถึงปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำที่มากเกินไป จากนั้นพยายามพูดให้เพื่อนทุกคนเห็นด้วยกับไอริโอ้ จากนั้นแจ้งเจ้าหน้าที่ให้ดำเนินการเปลี่ยนน้ำทันที

ข. ชักจูงให้เพื่อนทุกคนเห็นด้วยกับเป่าเป่าจากนั้นดำเนินการตรวจสอบหาปริมาณคลอรีนในสระว่ายังน้ำ

ค. ทำการสืบหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับปฏิกิริยาระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และคลอรีน เพื่อนำหลักฐานทางวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนการให้เหตุผล จากนั้นหาวิธีตรวจสอบหาปริมาณคลอรีนในสระว่ายน้ำ

ง. ให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องมาพูดคุยให้ทุกคน เข้าใจ และเห็นด้วยกับความคิดเห็นของตนเอง

## สถานการณ์ 2 : ฝ่าวิกฤติน้ำมันแพง-ลดปัญหามลพิษ ผลิต "ไบโอดีเซล" ใช้ในชุมชน

ปัจจุบันนี้ประเทศไทยได้มีการผลิตและใช้ไบโอดีเซลกันอย่างแพร่หลายทั้งในระดับอุตสาหกรรมและระดับชุมชน จังหวัดพิษณุโลกเป็นจังหวัดหนึ่งที่ส่งเสริมให้ชุมชนผลิตน้ำมันไบโอดีเซลและสามารถนำไปใช้งานได้ในระดับชุมชน เพื่อช่วยลดต้นทุนด้านค่าใช้จ่ายพลังงานเชื้อเพลิง นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันปัญหาด้านสุขภาพ และรักษาสิ่งแวดล้อมไปพร้อมๆ กัน ผ่านโครงการ "พัฒนาเครื่องต้นแบบผลิตไบโอดีเซลและแหล่งเรียนรู้ไบโอดีเซลชุมชนตำบลท่าทอง" ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

อย่างไรก็ตามพบว่าไบโอดีเซลที่ชุมชนผลิตขึ้นนั้นบางส่วนยังไม่มี การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพ เพราะการวิเคราะห์สมบัติเบื้องต้นและตรวจสอบคุณภาพของไบโอดีเซลที่ผลิตได้นั้นเป็นสิ่งที่สำคัญเพื่อให้ไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีสมบัติเหมาะแก่การนำไปใช้งาน และไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อเครื่องยนต์ แต่เนื่องจากการวิเคราะห์ทดสอบสมบัติของไบโอดีเซลตามมาตรฐานประกาศของกรมธุรกิจพลังงานนั้นต้องใช้เครื่องมือราคาแพง และมีเทคนิคการวิเคราะห์ที่ต้อ งให้ผู้ชำนาญในการทดสอบ อีกทั้งหน่วยงานที่ให้บริการวิเคราะห์ทดสอบไบโอดีเซลมีไม่ทั่วถึง ทำให้การผลิตไบโอดีเซลในระดับชุมชนขาดความสามารถในการวิเคราะห์ว่าไบโอดีเซลที่ชุมชนผลิตได้เองนั้นมีคุณภาพที่ได้มาตรฐานหรือไม่

ค่าความเป็นกรด (Acid Value) เป็นค่าหนึ่งที่สำคัญในอันดับต้นๆ ในการที่จะดูว่าไบโอดีเซลนั้นมีคุณภาพหรือไม่ เพราะในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลอาจมีสิ่งปนเปื้อนต่างๆ เช่น น้ำ อยู่ในน้ำมันไบโอดีเซล หากมีน้ำอยู่ในน้ำมันไบโอดีเซล น้ำสามารถเข้าไปทำปฏิกิริยากับไตรกลีเซอไรด์แล้วได้เป็นกลีเซอรินและกรดไขมันอิสระ ซึ่งกรดไขมันอิสระนี้หากมีจำนวนมากจะทำให้ น้ำมันมีสภาพเป็นกรด จึงทำให้คุณภาพน้ำมันที่ได้ไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในเครื่องยนต์ เนื่องจากอาจก่อให้เกิดการกัดกร่อนของชิ้นส่วนโลหะ ซึ่งสมการอย่างง่ายเขียนได้ดังนี้



ภาพแสดง : การเกิดกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid)



ผู้ใหญ่บ้านได้ประสานกับโรงเรียนโดยมอบหมายให้ทีมของนักเรียนให้มีบทบาทในการตรวจสอบค่าความเป็นกรดของไบโอดีเซลของชุมชนว่าเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ ดังนั้นทีมของนักเรียนจะช่วยแก้ปัญหาได้อย่างไร โดยสมาชิกในทีมของนักเรียนทั้งหมดมี 5 คนได้แก่ แก้วแก่น้อย เลย์ โปเต้ โก่อ๊ และ ทาโร่

ที่มา : <http://www.thaihealth.or.th/Content/17626>

เมื่อได้รับปัญหาทีมของนักเรียนจึงปรึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในตอนเย็นหลังเลิกเรียนเพื่อหาแนว

แก้วแก่น้อย : เราเห็นว่าไม่เห็นต้องตรวจค่ากรดเลย ตรวจหาน้ำในน้ำมันไบโอดีเซลก็ทราบได้ เพราะถ้าหากมีน้ำในน้ำมัน ก็ต้องเกิดกรดแน่นอนเพราะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

โก่อ๊ : แต่ปัญหาที่เราต้องการแก้คือตรวจสอบค่ากรดในไบโอดีเซลไป ไม่ใช่หาน้ำนะแก้วแก่น้อย

ทาโร่ : เราเห็นด้วยกับโก่อ๊ แล้วเราจะตรวจสอบค่ากรดโดยวิธีอะไรดีละ

โปเต้ : กระดาษลิตมัสไปตรวจสอบก็ได้ผลแล้ว

เลย์ : แล้วมันบอกได้เลยหรือว่ามีค่าความเป็นกรดมากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานอะ

นักเรียน : .....

5. นักเรียนจะอย่างไรกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

ก. เราเห็นด้วยกับแก้วแก่น้อยนะ เราคิดว่าควรแก้ปัญหาที่ต้นเหตุก็คือตรวจหาน้ำที่อาจหลงเหลืออยู่ในน้ำมันโดยใช้วัสดุดูดซับดีมัย

ข. เราเห็นด้วยกับโปเต้ นะ เพราะว่ากระดาษลิตมัสหากเปลี่ยนสีแล้วแสดงว่าน้ำมันที่เราใช้ต้องมีค่ากรดแล้ว ก็สามารถบ่งบอกได้ว่าไม่มีคุณภาพแล้ว ถ้ายังอยากให้คุณภาพไบโอดีเซลสูงๆ แล้วละก็หากมีกรดปริมาณนิดหน่อยก็ไม่ควร

ค. เราเห็นด้วยว่าให้ใช้กระดาษลิตมัสทดสอบก่อน หากเกินก็ค่อยหาวิธีการแก้ปัญหาต่อไป ง. เราว่าบางทีกระดาษลิตมัสเปลี่ยนสี แต่ปริมาณกรดที่ได้อาจจะยังไม่เลยเกณฑ์มาตรฐานนะ ทางที่ดีเราต้องหาวิธีการที่สามารถทราบปริมาณกรดได้ และนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน

เลย์ : ถ้าอย่างนั้นเดี๋ยวก่อนเราเป็นคนเตรียมตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซลที่เอาไว้ใช้ทดสอบนะ

โปเต้ : งั้นเราขอคำนวณละกัน เราไม่ค่อยถนัดการทำปฏิบัติการอะ

ทาโร่ : มันพอจะมีเว็บไซต์อยู่นะ วันก่อนเราหาข้อมูลทำรายงานซึ่งจะเกี่ยวกับพีชน้ำมันของเว็บต่างประเทศได้เยอะเลย ละก็ทีหอดสมุดก็มี

เก้าแก่น้อย : งั้นเราขอเป็นคนทดสอบละกัน เราชอบทดลองมากกว่าให้นั่งคำนวณเลขให้ปวดหัว แล้วเดี๋ยวเราช่วยทาโร่หาข้อมูลอีกแรง

โก้แก่ : งั้นเราเป็นฝ่ายบันทึกผลการทดลองละกัน

6. หากนักเรียนเป็นทาโร่ นักเรียนคิดว่าตนเองเหมาะสมจะทำหน้าที่อะไรในการแก้ปัญหา และจะต้องทำอะไรบ้าง ระบุและอธิบายงานที่ต้องทำให้สำเร็จอย่างละเอียด

.....  
.....  
หลังจากที่ทาโร่ค้นหาวิธีการทดสอบไบโอดีเซลและปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มพบว่าสมาชิกในกลุ่มเห็นด้วยกับการเลือกวิธีการไทเทรตโดยมีหลักการดังนี้ :

การไทเทรตด้วยด่างเช่นโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ที่ทราบค่าความเข้มข้นแน่นอนจุดสมมูลของปฏิกิริยาสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ได้ว่าไบโอดีเซลที่ผลิตได้มีปริมาณกรดที่ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณเท่าใด เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่ โดยมีฟีนอล์ฟธาไลน์เป็นสารเคมีบ่งชี้จุดสมมูลของปฏิกิริยา (Indicator) ซึ่งฟีนอล์ฟธาไลน์นั้นจะไม่มีสีเมื่อทดสอบด้วยสารละลายกรด และจะมีสีชมพูอมม่วงเมื่อสารละลายเป็นเบส

โดยในการทดสอบ ก็จะนำสารละลาย KOH ที่ทราบค่าความเข้มข้นที่แน่นอนเป็นสารละลายเบสที่ใช้ทำปฏิกิริยากับกรดไขมันอิสระในน้ำมันไบโอดีเซล และมีฟีนอล์ฟธาไลน์เป็นอินดิเคเตอร์ก่อนไทเทรตนั้นจะผสมตัวทำละลาย isopropyl alcohol ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่ละลายได้ในน้ำและน้ำมันทำให้เกิดการผสมของตัวทำละลายที่ละลายได้ในน้ำและในน้ำมันไบโอดีเซลผสมกันได้เป็นเนื้อเดียวกันไม่แยกชั้นทำให้ผลการไทเทรตถูกต้องและเหมาะสม ก่อนการไทเทรตจะหยดฟีนอล์ฟธาไลน์เป็นอินดิเคเตอร์สีถึงห้าหยด สารละลายผสมก่อนไทเทรตจะมีสีเหลืองอ่อนๆซึ่งเป็นสีผสมของน้ำมันกับตัวทำละลาย จากนั้นนำไปไทเทรตด้วยสารละลายด่าง KOH แล้ววัดปริมาตรสารละลาย KOH ที่ใช้เพื่อนำไปคำนวณหาค่าความเป็นกรดต่อไป

เกณฑ์มาตรฐานที่บ่งบอกว่าน้ำมันไบโอดีเซลนั้นมีคุณภาพหรือไม่ ดูได้จากค่าความเป็นกรด (Acid Value) ของไบโอดีเซล ซึ่งจะรายงานออกมาเป็นจำนวนมิลลิกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ซึ่งจะทำปฏิกิริยาพอดีต่อจำนวนกรัมกรดไขมันอิสระ ซึ่งน้ำมันไบโอดีเซลที่มีค่ากรดเหมาะสมจะต้องใช้จำนวน KOH ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อ 1 กรัมน้ำมัน ซึ่งค่าความเป็นกรดหาได้จากสูตร

ค่าความเป็นกรด (Acid Value) =

$$\frac{\text{ปริมาตรสารละลาย KOH (L)} \times \text{ความเข้มข้นของสารละลาย KOH } \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right) \times 56.1(\text{g/mol})}{\text{น้ำหนักของน้ำมันไบโอดีเซล (g)}}$$

7. จากข้อมูลที่ได้รับ หากนักเรียนเป็นไปเต้ นักเรียนจะคำนวณค่าความเป็นกรด (Acid Value) อย่างไรจงแสดงการคำนวณอย่างละเอียด หากข้อมูลที่ได้รับจากการทำการทดลองของเค้าแก่น้อย จากการไทเทรตตัวอย่างน้ำมันไบโอดีเซลของชุมชน 20 กรัม ได้ใช้ปริมาตรของสารละลาย KOH ไปทั้งหมด 5.0 มิลลิลิตร และความเข้มข้นของ KOH ที่ใช้เท่ากับ 0.1 M

ค่าความเป็นกรดที่คำนวณได้ บอกอะไร และจะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปอย่างไร

ในขณะที่เค้าแก่น้อยทำการทดสอบหาค่ากรดในสารตัวอย่างไบโอดีเซลซ้ำอีก 2 ครั้งในห้องปฏิบัติการ สมาชิกคนอื่นได้ออกมาอยู่ข้างนอกห้องรอ เนื่องจากภายในห้องปฏิบัติการร้อนมากจนกระทั่งเวลาได้ผ่านไปเป็นระยะเวลาานพอสมควร

ไปเต้ : ถ้าเค้าแก่น้อยทำการทดลองครั้งแรกไปแล้ว ครั้งต่อไปก็ไม่นำทำนานขนาดนี้นะ

โก้แก่ : นั่นสิ รอสักพักมัย ถ้ามันนานจริงๆเดี๋ยวค่อยไปดู หรือว่าวิธีนี้จะไม่เวิร์ค

ทาโร่ : นั่นสิ ถ้านานจริงๆ ค่อยมาทำต่อวันพรุ่งนี้มัย เดี่ยวฉันกลับไปหาข้อมูลเพิ่มเผื่อมีวิธีที่เร็ว ประหยัดเวลาและมีประสิทธิภาพกว่านี้

เลย์ : บางทีอาจจะเกิดปัญหาที่ได้นะ ถ้าเกิดจริงเราจะทำอย่างไร

นักเรียน : .....

8. หากเป็นนักเรียน นักเรียนจะพูดกับเพื่อนอย่างไร



### สถานการณ์ที่ 3 : ความบวมถุงกิมจิ ทำไมถุงกิมจิถึงบวม เสียหรือป่าว? ทานได้มั๊ย? มันจะระเบิดมั๊ย?

การหายใจของพืช การหมักของยีสต์ แบคทีเรียและราบางประเภทที่ปล่อยออกในระหว่างการเจริญเติบโต รวมทั้งปฏิกิริยาเคมีในอาหารบางชนิดทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และส่งผลทำให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหาร

กิมจิ (Kimchi) หรือผักดองก็เป็นอาหารชนิดหนึ่งที่เกิดจากการหมักผักแบบทั่วไป เช่น กะหล่ำปลี หัวหอมใหญ่ หัวไชเท้า และขึ้นฉ่าย ผักเหล่านี้เมื่อเกิดกระบวนการหมักแล้วก็สามารถปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ ก๊าซบางส่วนอาจมาจากน้ำของผักที่ปรุงสุกแล้วได้เช่นกัน การบรรจุอาหารเหล่านี้จึงต้องกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ออกเพื่อลดความเสื่อมเสียและป้องกันภาชนะบรรจุโป่งหรือระเบิดออก

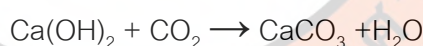


รูปแสดงการบวมของถุงกิมจิที่เกิดจากก๊าซ CO<sub>2</sub>

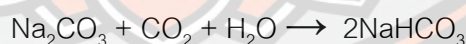
วัตถุประสงค์ขั้บแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ  
ตัวดูดซับแบบสารเคมีและตัวดูดซับทางกายภาพ

#### 1. ตัวดูดซับแบบสารเคมี (Chemical absorbers)

1.1 แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca(OH)<sub>2</sub>) เป็นสารประกอบในรูปของแข็ง เป็นตัวดูดซับที่นิยมใช้มากที่สุดในการบรรจุ ภัณฑ์อาหาร สารประกอบจะเกิดปฏิกิริยาดังสมการ



1.2 โซเดียมคาร์บอเนต (NaHCO<sub>3</sub>) เป็นตัวดูดซับที่สามารถเกิดปฏิกิริยากับคาร์บอนไดออกไซด์ได้ ภายใต้สภาวะ ที่มีความชื้น และได้ผลิตภัณฑ์เป็นโซเดียมไบคาร์บอเนตออกมาดังสมการ



#### 2. ตัวดูดซับทางกายภาพ (Physical absorbers)

เช่น ซีโอไลท์ (Zeolite) และ ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับคือ ปริมาณรูพรุน การกระจายขนาดของรูพรุน และพื้นที่ผิว

หากวันหนึ่งบริษัทผลิตกิมจิต้องการจ้างให้นักเรียนในฐานะที่เป็นผู้มีความรู้ทางเคมีให้ช่วยแก้ปัญหาถุงกิมจิบวมพอง โดยการผลิตตัวดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้ตัวดูดซับแบบสารเคมี นักเรียนและสมาชิกในกลุ่มจะร่วมกันแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นนี้อย่างไร

ที่มา : งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2537. ก๊าซกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, กรุงเทพฯ.

9. ในสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นหากนักเรียนได้รับมอบหมายหน้าที่ให้เป็นคนคำนวณปริมาณสารตั้งต้นเพื่อใช้ในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในถุงกิมจิซึ่งมีปริมาณ 20 มิลลิลิตร ดังนั้นหน้าที่ของนักเรียนควรทำสิ่งใดบ้าง และใช้ความรู้ทางเคมีในเรื่องใดเข้ามาช่วยแก้ไขปัญหานี้ได้

10. หากนักเรียนพบว่าในขณะที่นักเรียนกำลังคำนวณปริมาณสารอยู่นั้น เพื่อนในกลุ่มของนักเรียนไม่ปฏิบัติตามหน้าที่ของตนเองคือการเตรียมอุปกรณ์การทดลอง แต่กลับเข้ามาช่วยนักเรียนคำนวณปริมาณสาร นักเรียนจะพูดกับเพื่อนว่าอย่างไร

11. หากสมาชิกในกลุ่มคนอื่นๆ มีหน้าที่เป็นหัวหน้ากลุ่ม ผู้ทำการทดลอง เลขากลุ่ม และผู้สืบค้นข้อมูล นักเรียนคิดว่าสมาชิกคนใดสำคัญที่สุดในการแก้ปัญหานี้ และหากขาดสมาชิกในกลุ่มไปปัญหานี้ที่ทีมของนักเรียนจะยังสามารถแก้ปัญหานี้ได้อยู่หรือไม่ อย่างไร

และนักเรียนคิดว่าในการแก้ปัญหานี้ในลักษณะนี้ควรแก้ไขเพียงคนเดียวหรือแก้ไขเป็นทีมจะประสบความสำเร็จได้มากกว่า

12. หลังจากที่นักเรียนทำการลงมือทดลองจนได้วัดดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว แต่พบว่าเมื่อเวลาผ่านไปถุงกิมจิยังบวมอยู่ เนื่องจากไม่ได้ควบคุมปัจจัยต่างๆ ในถุงอื่นๆ เช่น ความชื้นและอุณหภูมิ นักเรียนจะทำอย่างไรกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

ก. ให้ความสนใจเล็กน้อยแล้วขอให้เพื่อนคนอื่นๆ ไปทำหน้าที่ปัดบอบ และช่วยเหลือเพื่อนคนนั้นในการปรับปรุงการทดลองให้ถูกต้อง

ข. ให้กำลังใจเพื่อนให้เพื่อนทำหน้าที่ของตนเองให้ดีที่สุดและให้กำลังใจเพื่อนในการแก้ปัญหานี้ของตนเองต่อไป แล้วทำหน้าที่ของตนเองต่อ

ค. ให้ความช่วยเหลือเพื่อนทันที โดยวางงานตนเองไว้ก่อนและเรียกให้เพื่อนคนอื่นมาช่วยอีกแรง

ง. ทำหน้าที่ของตนเองให้เสร็จ แล้วสอบถามเพื่อนๆคนอื่นๆว่า ทำหน้าที่เสร็จเรียบร้อยแล้วหรือไม่ จากนั้นให้มาช่วยกันตรวจสอบและแบ่งหน้าที่กับสมาชิกคนอื่นๆให้ช่วยกันตรวจสอบปัจจัยต่างๆที่ทำให้เกิดความผิดพลาดเพื่อแก้ปัญหาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

### เกณฑ์การประเมินและแนวตอบแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

สถานการณ์ที่ 1		
ข้อที่ 1 การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน : วัตถุประสงค์พบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม		
แนวตอบ :		
หน้าที่	ชื่อ	เหตุผลที่เลือกหน้าที่นี้ให้
หัวหน้างาน	เปาเปา	กล้าพูด กล้าตัดสินใจ ใจเย็น มีความสามารถในการไกล่เกลี่ย ใฝ่มน้ำใจคนได้ดี มีความเป็นผู้นำ ซึ่งเป็นบุคลิกของคนที่สามารถเป็นผู้นำได้
ผู้ค้นคว้าข้อมูล	ป๊อกกี้	ถนัดการค้นหาค้นหาข้อมูลและชำนาญด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ดังนั้นจึงเหมาะกับการทำหน้าที่ค้นคว้าหาข้อมูล
ผู้ทำการทดลอง	ไอริโอ	เพราะชอบออกแบบการทดลอง และถนัดการปฏิบัติการทดลอง
ผู้ทำการคำนวณ	นักเรียน	เป็นคนคิดอย่างมีเหตุผล ละเอียดรอบคอบ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญทางคณิตศาสตร์ จึงเหมาะกับความสามารถในด้านนี้
ระดับสมรรถนะการค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม		
ระดับสูง	ระดับกลาง	ระดับต่ำ
นักเรียนสามารถระบุหน้าที่สมาชิกทุกคนในกลุ่มอย่างเหมาะสมกับบุคลิกลักษณะความสามารถที่สมาชิกแต่ละคนมีและสอดคล้องกับปัญหา	นักเรียนสามารถระบุหน้าที่สมาชิกทุกคนในกลุ่มได้แต่ไม่เหมาะสมกับบุคลิกลักษณะความสามารถที่สมาชิกแต่ละคนมีและสถานการณ์ปัญหา	นักเรียนไม่สามารถระบุหน้าที่ของสมาชิกทุกคนในกลุ่มได้ และไม่เกี่ยวข้องกับความสามารถของสมาชิกในกลุ่มของนักเรียนได้
ข้อที่ 2 การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน : วัตถุประสงค์แบ่งปันข้อมูล และทำความเข้าใจในปัญหาร่วมกัน		
แนวตอบ : นักเรียนมีการแบ่งปันข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ตนเองศึกษาเพื่อสร้างความเข้าใจให้แก่เพื่อนในกลุ่มซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาโดยการตรวจสอบว่าน้ำสีเขียวกเกิดจากอะไร เพื่อหาทางแก้ไขต่อไป ดังนั้นนักเรียนต้องแบ่งปันข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุของการเกิดน้ำสีเขียว หรือปฏิกิริยาของสารเคมีที่ใช้ในสระว่ายน้ำ ฯลฯ ให้กับเพื่อนในกลุ่ม		
ระดับสมรรถนะการแบ่งปันข้อมูล และทำความเข้าใจในปัญหาร่วมกัน		
ระดับสูง	ระดับกลาง	ระดับต่ำ
นักเรียนแบ่งปันข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ตนเองศึกษาได้สอดคล้องกับปัญหาด้านน้ำในสระว่ายน้ำเปลี่ยนเป็นสีเขียว โดยมีการนำเสนอความรู้เกี่ยวกับสาเหตุของการเกิดน้ำสีเขียว หรือปฏิกิริยาของสารเคมีที่ใช้ใน	นักเรียนแบ่งปันข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาจากสถานการณ์ที่ตนเองศึกษา แต่ไม่สอดคล้องกับปัญหาด้านน้ำในสระว่ายน้ำเปลี่ยนเป็นสีเขียวให้กับสมาชิกในกลุ่ม	นักเรียนให้ข้อมูลที่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหากับสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม



สระว่ายน้ำ ฯลฯ ให้กับสมาชิกในกลุ่มด้วย		
<b>ข้อที่ 3 การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน : วัตถุประสงค์สื่อสารร่วมกันเพื่อระบุถึงปัญหาและการดำเนินการภายในกลุ่ม</b>		
<p>แนวตอบ : นักเรียนจะเป็นผู้เริ่มต้นเสนอมุมมองต่อปัญหาเกี่ยวกับความเข้าใจผิดของผู้รับจ้างดูแลสระว่ายน้ำที่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลงไปบนสระน้ำ ซึ่งโดยปกติแล้วไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นสารตัวหนึ่งที่ใช้ในการทำความสะอาดสระว่ายน้ำ แต่จะไม่ใช้ร่วมกับคลอรีนดังสมควร</p> $\text{H}_2\text{O}_2 (\text{aq}) + \text{NaOCl} (\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{aq}) + \text{O}_2 (\text{g})$ <p>และตอบข้อ ก เมื่อนักเรียนเสนอมุมมองของปัญหาแล้วนักเรียนนักเรียนจะเริ่มดำเนินการแก้ปัญหาโดยการสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสถานการณ์ของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม</p>		
ระดับสมรรถนะการสื่อสารร่วมกันเพื่อระบุถึงปัญหาและการดำเนินการภายในกลุ่ม		
ระดับสูง	ระดับกลาง	ระดับต่ำ
นักเรียนเป็นผู้ริเริ่มเสนอมุมมองต่อปัญหา และเริ่มการสื่อสารข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม โดยใช้สมการเคมีในการอธิบาย	นักเรียนสื่อสารโดยการสอบถามข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา แต่ไม่ได้ระบุมุมมองของตนเองต่อปัญหากับเพื่อนในกลุ่ม	นักเรียนมีการสื่อสารในเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา
<b>ข้อที่ 4 การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน : วัตถุประสงค์ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจร่วมกัน</b>		
<p>แนวตอบ : ข้อ ค. นักเรียนมีการปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน</p>		
ระดับสมรรถนะการตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจร่วมกัน		
ระดับสูง	ระดับกลาง	ระดับต่ำ
นักเรียนมีการปรับความคิดเห็นของสมาชิกเกี่ยวกับปัญหาให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน และตรวจสอบความเข้าใจผิดเกี่ยวกับสถานการณ์น้ำเปลี่ยนเป็นสีเขียวของสมาชิกคนอื่นๆ	นักเรียนสื่อสารกับเพื่อนเพื่อปรับความคิดเห็นของสมาชิกเกี่ยวกับปัญหาให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน	นักเรียนไม่พยายามที่จะปรับความเข้าใจร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม แต่พยายามโน้มน้ำโดยการนำความคิดเห็นของผู้อื่นหรือผู้อื่นที่ไม่ใช่สมาชิกในกลุ่มมาตรวจสอบและปรับความเข้าใจให้กับสมาชิกในกลุ่มแทน
<b>สถานการณ์ที่ 2</b>		
<b>ข้อที่ 5 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา: วัตถุประสงค์ระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา</b>		
<p>แนวตอบ : นักเรียนอธิบายเหตุผลที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหากับเพื่อนสมาชิก โดยตอบ ข้อ ง. เราว่าบางทีกระดาษลิตมัสเปลี่ยนสี แต่ปริมาณกรดที่ได้อาจจะยังไม่เพียงพอมาตรฐานนะ ทางที่ดีเราต้องหาวิธีการที่สามารถทราบปริมาณกรดได้ และสังเกตเห็นได้จากชุดทดสอบว่าปริมาณกรดเกินเกณฑ์มาตรฐานแล้ว</p>		
ระดับสมรรถนะการระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา		
ระดับสูง	ระดับกลาง	ระดับต่ำ
นักเรียนมีการอธิบาย และอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบค่ากรดในน้ำมันไปโอดีเซล โดยแสดงผลร่วมกับสมาชิกในกลุ่มอย่างเหมาะสม	นักเรียนเห็นด้วยกับเพื่อนในกลุ่มเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหา แต่ไม่อภิปรายว่าทำไมวิธีที่เลือกถึงเหมาะสม	นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาในประเด็นที่ไม่สอดคล้องกับปัญหา
<b>ข้อ 6 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา: วัตถุประสงค์ระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จ</b>		

<p><b>แนวคิด :</b> นักเรียนอธิบายงานที่ต้องทำให้เสร็จได้ สมมติหากนักเรียนเป็นเพื่อนที่ได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่ในการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนต้องโดยระบุได้ว่าหน้าที่ของนักเรียนคือผู้สืบค้นข้อมูล โดยจะต้องค้นข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการหาปริมาณกรดในไบโอดีเซลโดยวิธีการต่างๆ</p>		
<p>ระดับสมรรถนะการระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จ</p>		
ระดับสูง	ระดับกลาง	ระดับต่ำ
นักเรียนระบุหน้าที่ได้และมีการอธิบายถึงหน้าที่ที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จ ในการแก้ปัญหาพร้อมกับสมาชิก	นักเรียนระบุหน้าที่ได้แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าสิ่งที่ตนต้องทำมีอะไรบ้าง	นักเรียนระบุหน้าที่ได้ไม่เหมาะสม แม้จะอธิบายสิ่งที่ตนต้องทำได้
<p><b>ข้อ 7 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา: จัดการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง</b></p>		
<p><b>แนวคิด :</b> นักเรียนคำนวณหาค่าความเป็นกรดในน้ำมันไบโอดีเซลโดยใช้ความรู้ทางเคมี และใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองโดยเพื่อน รวมทั้งสามารถระบุได้ว่าค่าความเป็นกรดที่คำนวณได้จะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลในการบ่งบอกคุณภาพของไบโอดีเซล</p>		
<p>ระดับสมรรถนะการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง</p>		
ระดับสูง	ระดับกลาง	ระดับต่ำ
นักเรียนระบุได้ว่าต้องนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองโดยเพื่อนมาคำนวณปริมาณสารคือหาปริมาณกรดไขมันอิสระแล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานเพื่อใช้ในการบ่งบอกคุณภาพของไบโอดีเซล	นักเรียนระบุได้ว่าต้องนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองโดยเพื่อนมาคำนวณปริมาณสารคือหาปริมาณกรดไขมันอิสระแต่ไม่สามารถบอกได้ว่าการคำนวณปริมาณกรดไขมันอิสระนี้เป็นข้อมูลในการบ่งบอกคุณภาพของไบโอดีเซล	นักเรียนไม่มีการบ่งบอกว่าต้องใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองโดยเพื่อนมาคำนวณหาปริมาณกรดไขมันอิสระ
<p><b>ข้อ 8 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา: จัดการตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา</b></p>		
<p><b>แนวคิด :</b> สักรวจเพื่อนว่าสมาชิกคนอื่นนำหน้าที่ตนเองเรียบร้อยแล้วหรือไม่ จากนั้นชวนเพื่อนเข้าไปตรวจสอบปัญหาด้วยกัน โดยถามเพื่อนที่ทำการทดลองว่ามีปัญหาอะไร ทำไม่ถึงใช้เวลานาน และมีอะไรที่จะให้ช่วยหรือไม่ และดูว่าวิธีที่ใช้ในการตรวจสอบค่ากรดวิธีนี้มีประสิทธิภาพหรือไม่ ถ้ายังไม่มีประสิทธิภาพ อาจต้องช่วยกันปรับปรุงหรือหาวิธีใหม่ที่ดีกว่าเดิมโดยหารีกร่วมกับเพื่อน</p>		
<p>ระดับสมรรถนะการตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา</p>		
ระดับสูง	ระดับกลาง	ระดับต่ำ
นักเรียนมีการระบุประสิทธิภาพของวิธีการตรวจสอบหาค่ากรดในน้ำมันไบโอดีเซลว่ามีปัญหาหรือไม่ ควรปรับปรุงอย่างไร รวมทั้งมีการตรวจสอบการทำงานของกลุ่ม	นักเรียนมีการตรวจสอบความสำเร็จในการดำเนินงานของกลุ่ม เมื่อถูกกระตุ้น	นักเรียนไม่มีวิธีการตรวจสอบความสำเร็จของการดำเนินการแก้ปัญหาของกลุ่มไม่เหมาะสม
<p><b>ข้อ 9 การสร้างและรักษาระเบียบกลุ่ม : จัดการเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองเพื่อแก้ปัญหา</b></p>		
<p><b>แนวคิด :</b> นักเรียนต้องทราบบว่าตนเองมีหน้าที่คำนวณหาปริมาณสารที่ใช้ดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้ความรู้เรื่องหาคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับแก๊สในการแก้ปัญหา</p>		
<p>ระดับสมรรถนะการเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองเพื่อแก้ปัญหา</p>		
ระดับสูง	ระดับกลาง	ระดับต่ำ

นักเรียนมีการกระทำ และการสื่อสารที่แสดงความเข้าใจในหน้าที่ของตนเองที่แตกต่างกับหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มที่ต้องดำเนินการแก้ปัญหา	นักเรียนมีการกระทำ และการสื่อสารที่สะท้อนให้เห็นถึงการตระหนักในหน้าที่ของการเป็นส่วน ของกลุ่ม ในการแก้ปัญหา	นักเรียนมีการกระทำ และการสื่อสารที่สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไม่มีความเข้าใจบทบาทของตนเองที่แตกต่างจากสมาชิกในกลุ่ม
<b>ข้อ 10 การสร้างและรักษาระเบียบกลุ่ม : วัตรการดำเนินการตามขั้นตอนเพื่อให้สมาชิกในที่มทำหน้าที่ของตนเองตามภาระงาน</b>		
<p><b>แนวตอบ :</b> หากเพื่อนเข้ามาช่วยนักเรียนในขณะที่เพื่อนเองก็มีหน้าที่ของตนเองอยู่แล้ว นักเรียนต้องอธิบายให้เพื่อนเข้าใจว่าตนเองมีหน้าที่คำนวณปริมาณสาร จากนั้นถามเพื่อนว่าเพื่อนได้ทำหน้าที่ของตนเองเสร็จสมบูรณ์แล้วหรือยัง ถ้ายังไม่เสร็จก็ให้เพื่อนช่วยจนเสร็จก่อน จากนั้นค่อยมาช่วยนักเรียนคำนวณปริมาณสารได้</p>		
ระดับสมรรถนะการอธิบายและประพฤติตนตามระเบียบของกลุ่มที่ได้ตั้งไว้		
<b>ระดับสูง</b>	<b>ระดับกลาง</b>	<b>ระดับต่ำ</b>
นักเรียนสามารถอธิบายหน้าที่การคำนวณปริมาณสารของตนแก่สมาชิกในกลุ่ม รวมทั้งเตือนเพื่อนให้รู้หน้าที่ของตนเองเพื่อร่วมกันแก้ปัญหา ให้สำเร็จ เพื่อช่วยกันแก้ปัญหาครั้งนี้ให้สำเร็จ	นักเรียนสามารถอธิบายหน้าที่การคำนวณปริมาณสารของตนแก่สมาชิกในกลุ่มแต่ไม่ได้ชี้ให้เพื่อนเห็นว่าหน้าที่ของเพื่อนคืออะไรในการแก้ปัญหา ร่วมกัน	นักเรียนมีการกระทำที่ไม่เหมาะสมกับบทบาทที่ได้รับมอบหมาย
<b>ข้อ 11 การสร้างและรักษาระเบียบกลุ่ม : วัตรการปฏิบัติตามกฎที่มีร่วมกัน</b>		
<p><b>แนวตอบ :</b> อธิบายโดยให้ความสำคัญกับทุกหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มเท่าเทียมกัน และอธิบายถึงความสำคัญของการปฏิบัติหน้าที่ในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือกันที่มีผลต่อความสำเร็จมากกว่าการแก้ปัญหาเพียงคนเดียว</p>		
ระดับสมรรถนะปฏิบัติตามกฎที่มีร่วมกัน		
<b>ระดับสูง</b>	<b>ระดับกลาง</b>	<b>ระดับต่ำ</b>
นักเรียนมีการยอมรับในกฎระเบียบของกลุ่ม โดยการกระทำและการสื่อสารที่แสดงความเข้าใจในการเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มในการแก้ปัญหา	นักเรียนมีการยอมรับในกฎระเบียบของกลุ่ม โดยการกระทำและการสื่อสารของนักเรียนในการสะท้อนให้เห็นถึงความตระหนักในการเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มในการแก้ปัญหา	นักเรียนมีความพยายามที่จะแก้ไขปัญหาเพียงคนเดียวเมื่อต้องมีการพึ่งพาผู้อื่น
<b>ข้อ 12 การสร้างและรักษาระเบียบกลุ่ม : วัตรการตรวจสอบ สะท้อนผลและเสนอข้อปรับปรุงการจัดการในกลุ่ม และหน้าที่ของสมาชิก</b>		
<p><b>แนวตอบ :</b> ช่าง ทำหน้าที่ของตนเองให้เสร็จ แล้วสอบถามเพื่อนๆ คนอื่นๆ ว่า ทำหน้าที่เสร็จเรียบร้อยแล้วหรือไม่ จากนั้นให้มาช่วยกันตรวจสอบและแบ่งหน้าที่กับสมาชิกคนอื่นๆ ให้ช่วยกันตรวจสอบปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้เกิดความผิดพลาดเพื่อแก้ปัญหาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น</p>		
ระดับสมรรถนะการตรวจสอบ สะท้อนผลและเสนอข้อปรับปรุงการจัดการในกลุ่ม และหน้าที่ของสมาชิก		
<b>ระดับสูง</b>	<b>ระดับกลาง</b>	<b>ระดับต่ำ</b>
นักเรียนมีการระบุ การนำเสนอการอธิบายหรือการยอมรับบทบาทของตนเอง และสมาชิกคนอื่นในกลุ่มเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของปัญหา หรืออุปสรรคที่เกิดขึ้น	นักเรียนมีการยอมรับปัญหาอุปสรรคที่พบในกระบวนการแก้ปัญหาเมื่อได้รับการกระตุ้นให้แสดงออกถึงการเกิดขึ้นของอุปสรรค	นักเรียนมีความพยายามที่จะดำเนินงานเฉพาะที่ตนได้รับมอบหมายจากสมาชิกในกลุ่ม



ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษา เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหา แบบร่วมมือ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายวิชา ว30222 เคมีเพิ่มเติม 2 ภาคเรียนที่ 2/2561 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

เรื่อง การคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรของแก๊ส

จำนวนเวลา 4 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวเฉลิมพร เตชะพะโลกุล

โรงเรียนแห่งหนึ่งในพิษณุโลก

#### 1. สาระเคมี

ข้อ 2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยา รีดอกซ์และ เซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### ผลการเรียนรู้

ข้อ 11 คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส

#### 2. สาระสำคัญ

เลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมีบอกถึงจำนวนโมลของสารในปฏิกิริยาเคมี และสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณต่าง ๆ ของสาร เช่น ปริมาตรของแก๊สที่สภาวะมาตรฐานได้

#### 3. สาระการเรียนรู้

แก๊สซึ่งมีมวลน้อยมาก การวัดมวลของแก๊สทำได้ยากจึงนิยมวัดปริมาตรของแก๊ส เนื่องจากสมบัติของแก๊สที่พุ่งกระจายเต็มภาชนะที่บรรจุเสมอ วิธีการวัดปริมาตรของแก๊สที่อยู่ในปฏิกิริยาเคมีจึงนิยมวัดเป็นปริมาตร ณ อุณหภูมิและความดันในขณะทำการทดลอง เนื่องจากเราไม่สามารถใช้กฎทรงมวลในการคำนวณปฏิกิริยาเคมีที่เป็นแก๊สได้จึงต้องใช้การคำนวณปริมาณสารสัมพันธ์จากปฏิกิริยาของแก๊สแทน

ปฏิกิริยาเคมีของแก๊สของสารประกอบหนึ่งๆ แก๊สสามารถทำปฏิกิริยากันแล้วเกิดเป็นก๊าซชนิดใหม่ เนื่องจากมวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบคงที่เสมอ ดังนั้นหากพิจารณาอัตราส่วนโดยปริมาตรระหว่างแก๊สทั้งสองที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันจะพบว่าปริมาณของสารในปฏิกิริยามีความสัมพันธ์กันกับปริมาตรแก๊สที่เกี่ยวข้อง และแก๊สที่เกิดจากปฏิกิริยาจะเป็นไปตามกฎการรวมปริมาตรแก๊สของเกย์-ลุสแซก (Gay-Lussac's law of combining volumes of gases หรือ Gay-Lussac's law)

นอกจากนี้อัตราส่วนโดยปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมีมีค่าเท่ากับอัตราส่วนโดยโมล ซึ่งพิจารณาจากเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมี และอัตราส่วนโดยโมลก็จะมีค่าเท่ากับอัตราส่วนโดยปริมาตรของแก๊ส ซึ่งสัมพันธ์กับจำนวนโมเลกุลและจำนวนโมล ตามสมมติฐานของอาโวกาโดร (Avogadro's Hypothesis)

### กฎของเกย์- ลูสแซก (Gay-Lussac's law)

เกย์- ลูสแซก ได้ทำการทดลองวัดปริมาตรของแก๊สที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน และแก๊สที่เกิดจากปฏิกิริยา โดยวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน เมื่อเขาได้ทำการทดลองหลายๆครั้ง เขาได้พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของแก๊ส และสรุปเป็นกฎเรียกว่า “กฎรวมปริมาตรของแก๊ส” ซึ่งต่อมาเรียกว่า กฎของเกย์- ลูสแซก โดยสรุปว่า “อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของแก๊สที่ทำปฏิกิริยาพอดีและปริมาตรของแก๊สผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยา ซึ่งวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จะเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อยๆ”

- สรุป
1. ผลรวมของปริมาตรของแก๊สก่อนและหลังปฏิกิริยาอาจเท่ากันหรือแตกต่างกันก็ได้
  2. แก๊สจะทำปฏิกิริยาพอดีกันด้วยอัตราส่วนโดยปริมาตรคงที่ เมื่อวัดปริมาตรภายใต้อุณหภูมิและความดันเดียวกัน
  3. อัตราส่วนโดยปริมาตรของแก๊สที่ทำปฏิกิริยากันพอดี และที่ได้จากปฏิกิริยา ณ อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อยๆ

### สมมติฐานของอาโวกาโดร (Avogadro's Hypothesis)

อาโวกาโดร ได้ศึกษากฎของเกย์-ลูสแซก และให้เหตุผลว่า “การที่อัตราส่วนโดยปริมาตรของแก๊สที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันและแก๊สที่ได้จากปฏิกิริยาเป็นอัตราส่วนจำนวนเต็มลงตัวน้อยๆที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน” เนื่องจากปริมาตรของแก๊สมีความสัมพันธ์กับโมเลกุลของแก๊สที่มา รวมกันเป็นสารประกอบ จึงได้เสนอสมมติฐานว่า “แก๊สที่มีปริมาตรเท่ากัน เมื่อวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะมีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน”

- สรุป
1. อาโวกาโดรได้เสนอสมมติฐานว่า แก๊สที่มีปริมาตรเท่ากันเมื่อวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะมีจำนวนอนุภาคเท่ากัน และเสนอให้เรียกอนุภาคนี้ว่า โมเลกุล
  2. โมเลกุลของธาตุที่เป็นแก๊สประกอบด้วย 2 อะตอม ทำให้สมมติฐานของอาโวกาโดรเป็นจริง ต่อมาจึงยอมรับเป็นกฎของอาโวกาโดร

### สรุปลักษณะสำคัญของกฎของเกย์- ลูสแซกและกฎของอาโวกาโดร

- เมื่อวัดปริมาตรของแก๊สภายใต้อุณหภูมิและความดันคงที่ แก๊สจะทำปฏิกิริยากันพอดีด้วยอัตราส่วนโดยปริมาตรคงที่
- อัตราส่วนโดยปริมาตรของแก๊สที่ทำปฏิกิริยากันพอดี และที่ได้จากปฏิกิริยา ณ อุณหภูมิ

และความดันเดียวกันจะเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อย ๆ

- แก๊สที่มีปริมาตรเท่ากันเมื่อวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จะมีจำนวนอนุภาคเท่ากัน

- สำหรับปฏิกิริยาที่มีทั้งสถานะของแข็ง ของเหลวและแก๊ส ปริมาตรที่ใช้คำนวณจะพิจารณาเฉพาะสารที่มีสถานะเป็นแก๊ส ไม่รวมปริมาตรของของแข็งหรือของเหลว เนื่องจากมีปริมาตรคงที่

#### 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

##### ด้านความรู้

- 1) นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊สได้อย่างถูกต้องร้อยละ 70

##### ด้านทักษะและกระบวนการ

- 1) นักเรียนมีทักษะการนำเสนอในระดับดี

##### ด้านจิตพิสัย

- 1) นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี

##### ด้านสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

- 1) การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน
  - 1.1 ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกภายในกลุ่ม
  - 1.2 แบ่งปันข้อมูล และทำความเข้าใจในปัญหาร่วมกัน
  - 1.3 สื่อสารร่วมกันเพื่อระบุถึงปัญหา และการดำเนินการภายในกลุ่ม
  - 1.4 ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจร่วมกัน
- 2) การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
  - 2.1 ระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
  - 2.2 ระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จ
  - 2.3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง
  - 2.4 ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา
- 3) การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม
  - 3.1 เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและของสมาชิกกลุ่ม
  - 3.2 ดำเนินการตามขั้นตอน เพื่อให้สมาชิกในทีมทำหน้าที่ของตนตามภาระงาน
  - 3.3 ปฏิบัติตามกฎหมายที่มีร่วมกัน
  - 3.4 ตรวจสอบ สะท้อนผลและเสนอข้อปรับปรุงการจัดการในกลุ่ม และหน้าที่ของ

สมาชิก



### ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ | <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง              |
| <input type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต        | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย     | <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย                |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้ | <input type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ                  |

### 5. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน	ผู้ประเมิน
<b>ด้านความรู้</b>				
1) นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊สได้อย่างถูกต้องร้อยละ 70	ตรวจจากการทำแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัดในหนังสือเรียน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป	ครู
<b>ด้านทักษะกระบวนการ</b>				
1) นักเรียนมีทักษะการนำเสนอในระดับดี	สังเกตการค้นหาคำข้อมูลของนักเรียน	แบบประเมินทักษะการนำเสนอ	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป	ครู
<b>ด้านจิตพิสัย</b>				
1) นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี	ตรวจจากแบบวัดเจตคติ	แบบวัดเจตคติ	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป	ครู
<b>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</b>				
1) นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ ตั้งใจทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับมอบหมาย	- สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานและร่วมกิจกรรมกลุ่ม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป	ครู
2) นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	- สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานและร่วมกิจกรรมกลุ่ม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป	ครู
<b>ด้านสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ</b>				
1) ด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน 1.1 ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกภายในกลุ่ม 1.2 แบ่งปันข้อมูล และทำความเข้าใจในปัญหาร่วมกัน	- ตรวจจากใบกิจกรรม - สังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ - ตรวจจากสมุดติดตามผลการดำเนินงาน	- ใบกิจกรรม - แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ - สมุดติดตามผลการดำเนินงาน	- ผ่านเกณฑ์ระดับกลางขึ้นไป	ครู

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน	ผู้ประเมิน
1.3 สื่อสารร่วมกันเพื่อระบุถึงปัญหาและการดำเนินการภายในกลุ่ม 1.4 ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจร่วมกัน				
2) <b>ด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา</b> 2.1 ระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา 2.2 ระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จ 2.3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง 2.4 ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา	- ตรวจสอบจากใบกิจกรรม - สังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหา แบบร่วมมือ - ตรวจสอบสมุดติดตามผลการดำเนินงาน	- ใบกิจกรรม - แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แบบร่วมมือ - สมุดติดตามผลการดำเนินงาน	- ผ่านเกณฑ์ระดับกลางขึ้นไป	ครู
3) <b>ด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มได้</b> 3.1 เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองเพื่อแก้ปัญหา 3.2 ดำเนินการตามขั้นตอนเพื่อให้สมาชิกในทีมทำหน้าที่ของตนตามภาระงาน 3.3 ปฏิบัติตามกฎหมายที่ร่วมกัน 3.4 ตรวจสอบ สะท้อนผลและเสนอข้อปรับปรุงการจัดการในกลุ่ม และหน้าที่ของสมาชิก	- ตรวจสอบจากใบกิจกรรม - สังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหา แบบร่วมมือ - ตรวจสอบสมุดติดตามผลการดำเนินงาน	- ใบกิจกรรม - แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แบบร่วมมือ - สมุดติดตามผลการดำเนินงาน	- ผ่านเกณฑ์ระดับกลางขึ้นไป	ครู

## 6. ชั้นกิจกรรมการเรียนรู้

วิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้ Google classroom ร่วมกับการใช้กรณีศึกษาประกอบการเรียนรู้นอกห้องเรียนและการเรียนรู้ในห้องเรียน

### 1. การเรียนรู้นอกห้องเรียน

#### 1.1 ชั้นการบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน

- 1) ครูอัปเดตวิดีโอการสอน เรื่อง การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมี กฎของเกย์- ลูสแซก (Gay-Lussac's law) และ สมมติฐานของ

อาโวกาโดร (Avogadro's Hypothesis) ในกลุ่ม Google classroom ให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองก่อนเข้าทำกิจกรรมในห้องเรียน

- 2) ครูยกตัวอย่างโจทย์การคำนวณปริมาณสารที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรของแก๊ส 1-3 ข้อ ลงในวิดีโอ

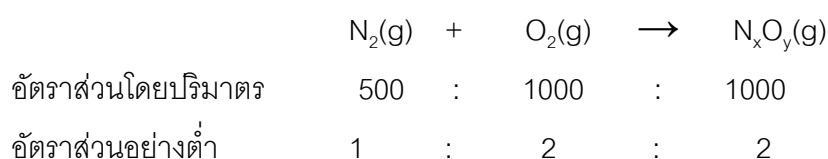
### 1.2 ขั้นการติดตามการทดสอบออนไลน์

- 3) ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนเป็นรายบุคคลในหนังสือเรียนเคมีแบบฝึกหัด 6.4 หน้า 132 ข้อ 1-4
- 4) นักเรียนถ่ายรูปภาพการแสดงวิธีคำนวณโจทย์ปัญหาของนักเรียน พร้อมคำถามที่สงสัย หลังจากการทำแบบฝึกหัดแล้วส่งมาใน Google classroom ที่ครูตั้งไว้
- 5) ครูตรวจแบบทดสอบของนักเรียน และให้ผลสะท้อนการทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล และชี้แจงในจุดที่นักเรียนไม่เข้าใจ

## 2. การเรียนรู้ในห้องเรียน

### 2.1 ขั้นสรุปการเรียนรู้นอกห้องเรียน (20 นาที)

- 6) ครูทบทวนความเข้าใจของนักเรียนอีกครั้งโดยใช้ตัวอย่างโจทย์ 2 ข้อและการใช้คำถามดังนี้
- ข้อ 1 หากนำก๊าซ  $N_2$  500  $cm^3$  ทำปฏิกิริยาพอดีกับก๊าซ  $O_2$  1000  $cm^3$  ได้ก๊าซผลิตภัณฑ์ ปริมาตร 1000  $cm^3$  จงหาสูตรโมเลกุลของก๊าซผลิตภัณฑ์ (วัดปริมาตรที่สภาวะเดียวกัน)
- จากโจทย์นักเรียนสามารถเขียนสมการเคมีอย่างง่ายได้อย่างไร  
(แนวตอบ :  $N_2 + O_2 \rightarrow NO$ )
  - จากสมการนักเรียนคิดว่าสมการนี้สมบูรณ์แล้วหรือยัง  
(แนวตอบ : ยัง)
  - นักเรียนจะสามารถทำให้สมการนี้ได้หรือไม่  
(แนวตอบ : ดุลสมการเคมี)
  - จะดุลสมการอย่างไร  
(แนวตอบ : ใช้อัตราส่วนโดยปริมาตรเพื่อจะได้ทราบอัตราส่วนโดยโมล โดยแทน ปริมาตรของก๊าซที่เข้าทำปฏิกิริยาและก๊าซที่ได้จากการทำปฏิกิริยาลงไป



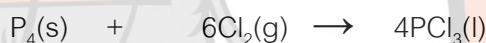


จะได้อัตราส่วนโดยโมลของ  $N_2 : O_2 : NO$  เท่ากับ  $1 : 2 : 2$  จากนั้นนำอัตราส่วนโดยโมลไปดุลสมการเคมีได้  $N_2(g) + 2O_2(g) \rightarrow 2N_xO_y(g)$

- จากสมการเคมีที่นักเรียนดุล จำนวนอะตอมของไนโตรเจนและจำนวนอะตอมของออกซิเจนในสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากันหรือไม่ ถ้าไม่ จะทำให้มีจำนวนเท่ากันได้อย่างไร

(แนวตอบ : แก้สมการหาจำนวนอะตอมของ N จากสมการ  $2x = 2$  ดังนั้น  $x = 1$  จากนั้นแก้สมการหาจำนวนอะตอมของ O จากสมการ  $2y = 4$  ดังนั้น  $y = 2$  จากการแก้สมการทำให้ทราบค่า  $x$  และ  $y$  ทำให้หาสูตรโมเลกุลของก๊าซผลิตภัณฑ์ได้เป็น  $NO_2$ )

- ข้อ 2 ปฏิริยาของฟอสฟอรัสกับก๊าซคลอรีนได้ผลิตภัณฑ์เป็นฟอสฟอรัสไตรคลอไรด์ หากใช้ฟอสฟอรัส 1.45 กรัมจะต้องใช้ก๊าซคลอรีนปริมาตรกี่ลิตรเพื่อสังเคราะห์ฟอสฟอรัสไตรคลอไรด์ หากสมการที่ดุลแล้วเป็นดังนี้ หากปฏิริยาเกิดที่สภาวะมาตรฐาน (STP)



- สมการที่ดุลแล้วบอกอะไร  
(แนวตอบ : อัตราส่วนโดยโมลของสารต่างๆในปฏิริยาเคมี)
- จากโจทย์ นักเรียนต้องการทราบอะไร  
(แนวตอบ : สิ่งที่ต้องการทราบคือต้องใช้  $Cl_2$  กี่ลิตรในการทำปฏิริยากับ  $P_4$  1.45 กรัม)
- อัตราส่วนของ  $P_4$  กับ  $Cl_2$  เป็นเท่าใด แปลความหมายว่าอย่างไร  
(แนวตอบ : อัตราส่วนของ  $P_4$  กับ  $Cl_2$  เป็น  $1 : 6$  หมายความว่าต้องใช้  $P_4$  1 โมลเพื่อใช้ในการทำปฏิริยากับ  $Cl_2$  6 โมล)
- จำนวนโมลของ  $P_4$  เป็นเท่าไร  
(แนวตอบ : 0.0117 โมล)
- ดังนั้นจำนวนโมลของ  $Cl_2$  ที่ใช้ในการทำปฏิริยากับ  $P_4$  เป็นเท่าใด  
(แนวตอบ :  $0.0117 \text{ mol } P_4 \times \frac{6 \text{ mol } Cl_2}{1 \text{ mol } P_4} = 0.07 \text{ mol } Cl_2$   
คิดเป็น  $0.07 \text{ mol } Cl_2 \times \frac{22.4 \text{ L } Cl_2}{1 \text{ mol } Cl_2} = 1.568 \text{ ลิตร}$ )

## 2.2 ชั้นบรรยายสั้น ๆ เกี่ยวกับกิจกรรมการแก้ปัญหา (20 นาที)

7) ครูจับกลุ่มให้นักเรียน กลุ่มละ 4 คน โดยลดความสามารถเก่ง ปานกลางและอ่อน จากนั้น

ให้นักเรียนจัดโต๊ะและเก้าอี้เป็นวงกลมและนั่งเป็นกลุ่ม

8) ครูแนะนำกิจกรรมที่จะทำในชั่วโมงว่าเป็นกิจกรรมในลักษณะของกิจกรรมที่ให้นักเรียน ร่วมกันวางแผนออกแบบและหาแนวทางการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้

9) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ตามคุณสมบัติของสมาชิกในกลุ่มที่ครูกำหนดให้โดย หน้าที่ที่ได้รับมอบหมายประกอบด้วย ผู้บันทึก ผู้สืบค้นข้อมูล ผู้เตรียมอุปกรณ์ และผู้นำ เสนอ พร้อมระบุเหตุผล

10) ครูให้นักเรียนอ่านข่าวเกษตรกรรมเมืองเพชร จบป.6 ปลุกกล้วยหอมทองส่งร้านสะดวกซื้อ เซเว่น อีเลฟเว่นรับปีละ 4 แสนกว่า จากหนังสือพิมพ์มติชนเส้นทางเศรษฐกิจออนไลน์ จาก เว็บไซต์

[https://www.sentangsedtee.com/exclusive/article\\_8560](https://www.sentangsedtee.com/exclusive/article_8560)

11) ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับ

- นักเรียนชอบกินกล้วยหอมที่ร้านสะดวกซื้อเซเว่น อีเลฟเว่นหรือไม่
- นักเรียนรู้สาเหตุหรือไม่ว่าถูกบรรจุกล้วยหอมของร้านสะดวกซื้อเซเว่น อีเลฟเว่นเจาะรู เพราะอะไร
- นักเรียนรู้หรือไม่ว่ามีวิธีการทำให้กล้วยหอมยืดอายุออกไป อะไรบ้าง

### 2.3 ชั้นกิจกรรมการแก้ปัญหา

ครูจัดกิจกรรมโดยใช้กรณีศึกษาโดยมีขั้นตอน ดังนี้

#### 1) ทบทวนปัญหา (20 นาที)

1.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านใบกิจกรรมที่ 2 กรณีศึกษา ไม่กลัวเสียหายถ้ามีบรรจุ ภัณฑ์แอคทีฟ..บรรจุภัณฑ์ยืดอายุเก็บรักษา และร่วมกันอ่านรายละเอียดเงื่อนไข ของสถานการณ์

1.2 นักเรียนอ่านกรณีศึกษาพร้อมทำความเข้าใจเกี่ยวกับไข่เยี่ยวม้า ดังนี้

- เอทิลีนคืออะไร
- บรรจุภัณฑ์แอคทีฟคืออะไร
- อื่นๆ

1.3 นักเรียนตอบคำถามลงในใบกิจกรรมตอนที่ 1

#### 2) วิเคราะห์ปัญหา (20 นาที)

2.1 ครูให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์เกี่ยวกับ

- ปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนต้องการแก้ไขปัญหา
- ผลกระทบของปัญหา และผู้ที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาดังกล่าว

2.2 นักเรียนสืบค้นข้อมูลและความรู้ที่ต้องใช้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาและตอบคำถามลงในใบกิจกรรมตอนที่ 2

### 3) สร้างแนวทางการแก้ปัญหา (40 นาที)

- 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันหาวิธีการผลิตบรรจุภัณฑ์แอดทีฟดูดซับแก๊สเอทิลีนของกล้วยหอมให้ได้มากที่สุด ระบุข้อดี ข้อเสียและข้อจำกัด ของแต่ละวิธี
- 3.2 นักเรียนระดมสมองและบันทึกวิธีการผลิตบรรจุภัณฑ์แอดทีฟดูดซับแก๊สเอทิลีนลงในใบกิจกรรมตอนที่ 3

### 4) ทำการตัดสินใจ (90 นาที)

- 4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหามาหนึ่งวิธีที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสมที่สุด พร้อมเหตุผล
- 4.2 จากนั้นให้นักเรียนออกแบบวิธีการผลิตบรรจุภัณฑ์แอดทีฟดูดซับแก๊สเอทิลีนให้กับกล้วยหอม และระบุปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นและคำนวณปริมาณสารที่ต้องใช้ (นักเรียนได้รับใบสารเคมีที่มีอยู่ในห้องเก็บสารเคมีในโรงเรียนจากครู)
- 4.3 นักเรียนลงมือผลิตบรรจุภัณฑ์แอดทีฟดูดซับแก๊สเอทิลีนตามที่ออกแบบไว้ พร้อมกับจะได้สมุดติดตามผลการดำเนินงาน ซึ่งแต่ละกลุ่มจะต้องสังเกตผลิตบรรจุภัณฑ์แอดทีฟว่าดูดซับแก๊สเอทิลีนที่ปลดปล่อยมาจากกล้วยหอมเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 สัปดาห์

### 5) สะท้อนผลลัพธ์ (30 นาที)

- 5.1 ครูและนักเรียนสรุปและอภิปรายผลการแก้ปัญหาร่วมกัน แต่ละกลุ่มสะท้อนผลการ

แก้ปัญหาร่วมกัน ในประเด็น การแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม ผลการแก้ปัญหา อุปสรรคที่เกิดขึ้น จากนั้นครูสรุปผลการทำกิจกรรมในภาพรวม

- 5.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่กลุ่มของนักเรียนตัดสินใจเลือกใช้โดยทำออกมาเป็นวิดีโอและโพสต์ลงในกลุ่ม Google Classroom กำหนดให้นำเสนอกลุ่มละ 10 นาที โดยกำหนด หัวข้อที่ต้องนำเสนอ ดังนี้

- ในการทำกิจกรรมนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มได้รับหน้าที่อะไร (อธิบายมาพอสังเขป)



- จากการวิเคราะห์ปัญหาได้ข้อสรุปว่าอย่างไร
- สรุปแล้วเลือกวิธีแก้ปัญหาอะไร มีวิธีการทำการทดลองเป็นอย่างไร
- สิ่งที่นักเรียนคิดว่าตนเองสามารถทำได้ดีในการทำกิจกรรมคืออะไร  
(ให้นักเรียนแต่ละคนพูดสั้นๆ)
- สิ่งที่น่าสนใจในทีมของนักเรียนทำได้ดี หรือสิ่งที่ควรปรับปรุงในการทำกิจกรรม  
ร่วมกันมีอะไรบ้าง

5.3 ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเข้าไปชมวิดีโอของเพื่อนแต่ละกลุ่ม

5.4 นักเรียนประเมินความสำเร็จของการผลิตบรรจุภัณฑ์แอกทีฟดูดซับแก๊สเอทิลีน

ปัญหา อุปสรรค และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหลังจากการติดตาม 2 สัปดาห์ผ่านการอัปเดตวิดีโอ 1-2 นาทีพร้อมแสดงผลงานไข่มุกร่วมมา กำหนดประเด็นการประเมินดังนี้

- วิธีการแก้ปัญหาเหมาะสมกับสถานการณ์
- วิธีการแก้ปัญหาสามารถนำไปใช้ได้จริง
- ผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาไม่คุณภาพ
- ได้นำความรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์มาใช้ประโยชน์

5.5 ครูให้นักเรียนเป็นรายบุคคลประเมินเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี

### กิจกรรมที่ 3

ชื่อกลุ่ม .....

ก่อนเริ่มทำงานมาลองแบ่งหน้าที่กัน

สมาชิกในกลุ่มของนักเรียนทั้งหมด.....คน มีการแบ่งหน้าที่กันดังนี้

รายชื่อสมาชิกคนที่	ทำหน้าที่	เหตุผลที่ได้ทำหน้าที่นี้
1. ชื่อ		
2. ชื่อ		
3. ชื่อ		
4. ชื่อ		

กฎระเบียบของกลุ่มในการทำกิจกรรม

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....



### กิจกรรมที่ 3

#### กรณีศึกษา ไม่กลัวเสียหายถ้ามีบรรจุก๊าซแอกทีฟ..บรรจุก๊าซยืดอายุเก็บรักษา

##### วิธีดำเนินกิจกรรม

##### 1. ศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการยืดอายุกล้วยหอม



นายสุวิทย์ กิ่งแก้ว รองกรรมการผู้จัดการอาวุโส บริษัท ซีพี ออลล์ จำกัด (มหาชน) ผู้บริหารร้านสะดวกซื้อเซเว่น อีเลฟเว่น อีเลฟเว่น ร้านอิมสะดวกของคนไทย กล่าวว่า บริษัทมีนโยบายส่งเสริมและสนับสนุนสินค้าจากผู้ประกอบการขนาดกลางและเล็กหรือเอสเอ็มอี ที่

สามารถผลิตสินค้าได้คุณภาพมาตรฐานและเป็นที่ยอมรับจากประชาชนมาโดยตลอด

ปัจจุบันทั้งร้านสะดวกซื้อเซเว่น อีเลฟเว่น อีเลฟเว่น และทเวนตีไฟร์ ซ็อบปี้ง จัดจำหน่ายสินค้าเอสเอ็มอีรวมทั้งสิ้นประมาณกว่า 6,300 รายการ และมีการเพิ่มสัดส่วนสินค้าเอสเอ็มอีอย่างต่อเนื่อง

ล่าสุด บริษัทฯ ได้พาเปิดบ้านเยี่ยมชมสินค้าผลผลิตกล้วยหอมทองของ สหกรณ์การเกษตรท่ายาง จำกัด จ.เพชรบุรี โดยสหกรณ์ฯ ท่ายาง เป็นแหล่งผลิตกล้วยหอมขนาดใหญ่สามารถผลิตกล้วยหอมทอง ได้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคยุคใหม่ที่มีพฤติกรรมเปลี่ยนไปเน้นความสะดวก รับประทานครั้งละ 1 ลูก และชอบกล้วยหอมในลักษณะสุกกำลังพอดี เปลือกมีสีเขียวมากกว่าเขียว

การจำหน่ายกล้วยลูกเดี่ยวจึงกลายเป็นกระแสนิยมของคนไทยสังเกตได้จากปริมาณกล้วยหอมทองที่จำหน่ายผ่านร้านสะดวกซื้อเซเว่น อีเลฟเว่นที่มียอดขายเพิ่มขึ้นทุกวัน โดยปัจจุบันกล้วยหอมทองที่จำหน่ายผ่านร้านร้านสะดวกซื้อเซเว่น อีเลฟเว่น มีปริมาณวันละเกือบ 100,000 ลูก

ปกติแล้วการสุกของผลไม้เกิดจากเอทิลีน ( $C_2H_4$ ) ซึ่งเป็นฮอร์โมนพืชชนิดเดียวที่อยู่ในรูปก๊าซ พืชสามารถสร้างเอทิลีนได้มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่ผลไม้ใกล้สุก ก่อนการหลุดร่วงของใบและก่อนการออกดอกของพืชบางชนิด นอกจากนี้เอทิลีนยังเร่งการสุกของผลไม้ เพราะเมื่อผลไม้เมื่อแก่จัดและเข้าสู่ระยะการสุกจะมีการสร้างเอทิลีนขึ้นมาซึ่งเอทิลีนที่ผลไม้สร้างขึ้นนั้นเป็นตัวการ



สำคัญในการกระตุ้นให้ผลไม้มัสุก ดังนั้นถ้ามีการยับยั้งสารเอทิลีนในระยะที่ผลไม้มัแก่จัดแต่ยังไม่สุก ก็จะมีผลทำให้เกิดการสุกช้าลง

สอดคล้องกับปัญหาที่สำคัญในการส่งออกผลไม้สดของไทย ได้แก่การเน่าเสีย การสูญเสียคุณภาพของผลิตผลก่อนที่จะส่งถึงตลาดปลายทางและระหว่างการตลาดในประเทศผู้นำเข้า ซึ่งปัญหานี้เป็นปัจจัยสำคัญในการขยายตลาดของผลิตผลสดหลังการเก็บเกี่ยวโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้องใช้เวลาในการขนส่งนานๆในตู้เรือปรับอากาศไปยังประเทศต่างๆที่ห่างไกล ผู้ส่งออกส่วนใหญ่มักอาศัยอายุการเก็บเกี่ยวผลไม้ม่าใช้ในการเก็บรักษา

ซึ่งการยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้มี่หลายวิธี เช่น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ การใช้สารเคลือบผิว การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (modified atmosphere) และการใช้สารดูดซับเอทิลีน



ในปีที่ผ่านมาเห็นว่าพฤติกรรม

ผู้บริโภคเปลี่ยนแปลงไปเน้นคุณภาพ สะดวก รวดเร็วและพร้อมรับประทานได้ทันที การขายกล้วยเป็นหวี ทำให้ผู้บริโภคหลายคนรับประทานไม่ทัน จึงได้ลองเสนอขายกล้วยหอมทองในร้านร้านสะดวกซื้อเซเว่น อีเลฟเว่นฯ แบบบรรจุใส่ถุงเป็นลูกเดี่ยว โดยช่วงแรกส่งขายร้านสะดวกซื้อเซเว่น อีเลฟเว่นฯ วันละ 900 ลูก ล่าสุดปีนี้ปริมาณการส่งจำหน่ายเติบโตวันละ 28,000 ลูก และปีหน้าตั้งเป้าส่งขายในร้านสะดวกซื้อเซเว่น อีเลฟเว่นฯ 35,000 ลูกต่อวัน

ซึ่งกล้วยหอมทองที่ส่งนี้จะอยู่หน้าร้านได้ประมาณ 2-3 วัน และหากมีนวัตกรรมด้านบรรจุภัณฑ์ที่ช่วยยืดอายุกล้วยหอมทองให้อยู่ได้นานยิ่งขึ้น ก็จะช่วยให้อาจจัดส่งกล้วยไปขายในร้านร้านสะดวกซื้อเซเว่น อีเลฟเว่นฯ ได้จำนวนมากยิ่งขึ้น” หัวหน้าฝ่ายการตลาด สหกรณ์ฯ ทำยาง กล่าว นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับเกษตรกรที่เผยด้วยว่า จากเดิมพึ่งส่งออกเป็นหลัก ปัจจุบันเหลือสัดส่วนส่งออกเพียง 10% หรือประมาณ 15 ตันต่อเดือน ในขณะที่ตลาดส่งร้านสะดวกซื้อเซเว่น อีเลฟเว่นฯ พุ่งทะยานเป็นกว่า 4-5 ตันต่อวัน หรือคิดเป็นสัดส่วนกว่า 80% ของรายได้ทั้งหมด ซึ่งจากอัตราเติบโตดังกล่าว นอกจากเพิ่มปริมาณการปลูกแล้ว กำลังพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้ยืดอายุกล้วยให้อยู่นานขึ้นเป็น 4-7 วัน ซึ่งจะช่วยให้ส่งขาย ร้านสะดวกซื้อเซเว่น อีเลฟเว่นฯ ได้มากขึ้นด้วย

ปรับปรุงจาก : <http://www.711fanclub.com/>

### ศึกษารายละเอียดเงื่อนไขของสถานการณ์ ดังนี้

“กล้วย” ถือเป็นพืชเศรษฐกิจทางเลือกที่สำคัญในสถานการณ์ปัจจุบัน จังหวัดพิษณุโลกถือเป็นแหล่งแปรรูปผลิตภัณฑ์กล้วยตากที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย ทุกๆปีชุมชนของนักเรียนจะเป็นอันดับต้นๆ ในการส่งออกกล้วยให้กับโรงงานและร้านสะดวกซื้อเซเว่น อีเลฟเว่นฯในชุมชน

แต่สิ่งที่ไม่คาดคิดก็เกิดขึ้นได้เสมอ เพราะเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูฝนนั้น จะเกิดภาวะลุ่มเสี่ยงน้ำท่วมที่อาจเกิดขึ้นและน้ำอาจท่วมยืดเวลาได้ ดังเช่น ชาวชาวสวนกล้วยหอมทอง จ.สงขลา ถูกน้ำท่วมเสียหายกว่า 20 ล้านบาท ดังนั้นในสภาวะเช่นนี้ชาวสวนเกษตรกรที่มีสวนกล้วยอาจต้องเสี่ยงเก็บหรือตัดผลผลิตมาก่อนเพื่อส่งขายต่อกับกล้วยจำนวนมากนี้ไม่สามารถจำหน่ายได้หมด ดังนั้นการชะลอการสุกของกล้วยจึงเป็นสิ่งจำเป็น การยืดอายุของกล้วยได้หนึ่งวันหรือหนึ่งอาทิตย์ย่อมดีกว่า

จากสถานการณ์ดังกล่าว หากกลุ่มของนักเรียนได้รับมอบหมายให้ช่วยเหลือเกษตรกรในชุมชนในการพัฒนานวัตกรรมบรรจุภัณฑ์แอคทีฟเพื่อช่วยยืดอายุของกล้วยให้อยู่ได้นานยิ่งขึ้นกว่าเดิม นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร และจะนำความรู้ทางเคมีมาประยุกต์ใช้อย่างไร หากกำหนดให้กล้วยหอม 1 ลูกสามารถปลดปล่อยแก๊สเอทีลินได้ 0.01 ลิตรที่สภาวะมาตรฐาน

### ตอนที่ 1 รวบรวมข้อมูลและทำความเข้าใจกับปัญหา



1. เติทิสันคืออะไร

.....

.....

.....

2. บรรจุภัณฑ์แคะทีฟคืออะไร

.....

.....

.....

3. ประเด็นอื่นๆที่สนใจ

.....

.....

.....

### ตอนที่ 2 ให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์ปัญหา ผลกระทบและผู้ได้รับผลกระทบของปัญหา

4. จากสถานการณ์นักเรียนคิดว่าสิ่งที่เป็นปัญหาคือ

.....

.....

5. ผลกระทบของปัญหานี้คืออะไร / ใครที่ได้รับผลกระทบจากปัญหานี้บ้างอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....





ออกแบบขั้นต้นก่อนการทำจริง พร้อมระบุปฏิริยาที่เกิดขึ้นและคำนวณปริมาณสารที่ต้องใช้



### ตอนที่ 5 นำเสนอ สะท้อนผลและประเมินผลการแก้ปัญหาและการทำกิจกรรม

9. ให้นักเรียนนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยมีหัวข้อ ดังนี้

(หมายเหตุ ให้นักเรียนอัปวิดีโอการนำเสนอและโพสต์ลงในกลุ่ม Google Classroom ความยาวประมาณ 10 นาที)

9.1 ในการทำกิจกรรมนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มได้รับหน้าที่อะไร (อธิบายมาพอสังเขป)

9.2 จากการวิเคราะห์ปัญหาได้ข้อสรุปว่าอย่างไร

9.3 สรุปแล้วเลือกวิธีแก้ปัญหาอะไร มีวิธีการทำการทดลองเป็นอย่างไร

9.4 ประเมินความสำเร็จของการทำไขเย็บแก้ว ปัญหา อุปสรรค และแนวทางการปรับปรุงแก้ไข

9.5 สิ่งที่นักเรียนคิดว่าตนเองสามารถทำได้ดีในการทำกิจกรรมคืออะไร (แต่ละคนพูดสั้นๆ)

9.6 สิ่งที่น่าสนใจในทีมของนักเรียนทำได้ดี หรือสิ่งที่ควรปรับปรุงในการทำกิจกรรมร่วมกันมีอะไรบ้าง

10. นักเรียนประเมินความสำเร็จของการผลิตบรรจุภัณฑ์แอดที่ฟูดซ์บักเก็ตที่สิ้นปัญหา

อุปสรรค และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหลังจากการติดตาม 2 สัปดาห์ผ่านการอัปวิดีโอ 1-2

นาทีพร้อมแสดงหลักฐานเช่น ภาพก๊อปปี้ที่ถูกยืดอายุด้วยบรรจุภัณฑ์แอดที่ฟูดซ์บักเก็ตที่เปรียบเทียบกับที่ไม่ถูกยืดอายุ และสมุดติดตามผลการดำเนินงาน โดยกำหนดประเด็นการประเมินดังนี้

10.1 วิธีการแก้ปัญหาเหมาะสมกับสถานการณ์

10.2 วิธีการแก้ปัญหาสามารถนำไปใช้ได้จริง

10.3 ได้นำความรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์มาใช้ประโยชน์



## สมุดติดตามผลการดำเนินงาน



กลุ่ม .....



รายชื่อสมาชิกคนที่

1. ชื่อ
2. ชื่อ
3. ชื่อ
4. ชื่อ

กิจกรรม .....

วันที่	เวลา	สิ่งที่สังเกตเห็น	สิ่งที่แก้ไข / ปรับปรุง	ผู้ตรวจสอบ

“Somewhere, something incredible is waiting to be known.”

- Carl Sagan, Astronomer -





## 7. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 กรณีศึกษา “ไม่กลัวเสียหายถ้ามีบรรจุก๊าซแคคทีฟ..บรรจุก๊าซยืดอายุเก็บรักษา”
2. หนังสือเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม ม.4 เล่ม 2 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
3. วิดีโอการสอน
4. แบบประเมินเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี
5. แบบประเมินทักษะการนำเสนอ
6. ใบรายชื่อสารเคมี
7. อุปกรณ์และสารเคมี
8. ใบความรู้ เรื่อง การสุกของผลไม้

## 8. ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....(ครูพี่เลี้ยง)

(นางสาวสุภาภักดิ์ พักเงิน)

## 9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรคระหว่างการเรียนการสอน

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....

ลงชื่อ.....(ผู้สอน)

(นางสาวเฉลิมพร เตชะพะโลกุล)

### แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

เรื่อง..... วันที่..... กลุ่มที่ .....

คำชี้แจง : ให้สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่แสดงออกถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยการเขียนบรรยายตามอิสระ

สมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน	
1.1 ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกภายในกลุ่ม	..... ..... .....
เพิ่มเติม	..... .....
1.2 แบ่งปันข้อมูล และทำความเข้าใจในปัญหาร่วมกัน	..... ..... .....
เพิ่มเติม	..... .....
1.3 สื่อสารร่วมกันเพื่อระบุถึงปัญหาและการดำเนินการภายในกลุ่ม	..... ..... .....
เพิ่มเติม	..... .....
1.4 ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจร่วมกัน	..... ..... .....
เพิ่มเติม	..... .....
สมรรถนะการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา	
2.1 ระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา	..... .....

เพิ่มเติม .....

## 2.2 ระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องปฏิบัติให้เสร็จ

เพิ่มเติม .....

## 2.3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง

เพิ่มเติม .....

## 2.4 ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา

เพิ่มเติม .....

### สมรรถนะสร้างและรักษาระเบียบกลุ่ม

#### 3.1 เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองเพื่อแก้ปัญหา

เพิ่มเติม .....

#### 3.2 ดำเนินการตามขั้นตอน เพื่อให้สมาชิกในทีมทำหน้าที่ของตนตามภาระงาน

เพิ่มเติม .....

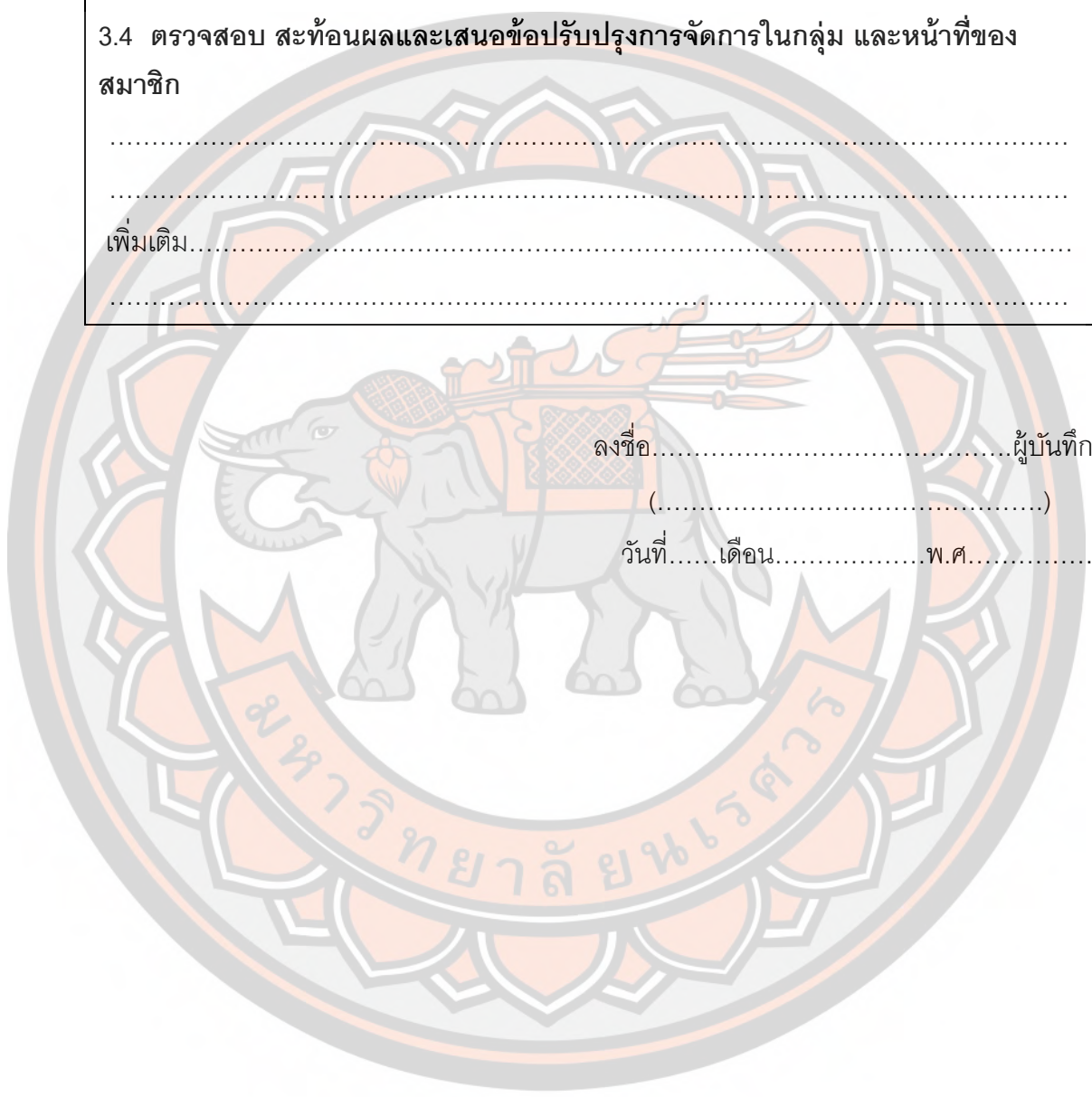
#### 3.3 ปฏิบัติตามกฎหมายที่มีร่วมกัน



.....  
เพิ่มเติม.....

3.4 ตรวจสอบ สะท้อนผลและเสนอข้อปรับปรุงการจัดการในกลุ่ม และหน้าที่ของสมาชิก

.....  
เพิ่มเติม.....



ลงชื่อ.....ผู้บันทึก

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

## แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

คาบที่ ..... เวลา..... น. วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

กิจกรรมเรื่อง .....

**คำชี้แจง** ให้ผู้บันทึกจดบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนที่สังเกตพบในแต่ละขั้นตอนโดยระบุรายละเอียดที่พบในแต่ละขั้นตอนรวมทั้งข้อดี ข้อเสีย ความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ จากการจัดการเรียนรู้ด้วยตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการใช้กรณีศึกษาและ Google classroom เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

### ด้านการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดขึ้นส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือหรือไม่ เหตุใดท่านจึงคิดเช่นนั้น

#### 1. การเรียนรู้นอกห้องเรียน

##### 1.1 ขั้นการบรรยายทางวิดีโอก่อนเรียน

.....

.....

##### ขั้นการติดตามการทดสอบออนไลน์

.....

.....

#### 2. เรียนการรู้ในห้องเรียน

##### 2.1 ขั้นสรุปการเรียนรู้นอกห้องเรียน

.....

.....

##### 2.2 ขั้นการสอนบรรยายสั้นๆ เกี่ยวกับกิจกรรมการแก้ปัญหา

.....

.....

2.3 ขั้นตอนกิจกรรมการแก้ปัญหา

1) ทบทวนปัญหา

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

2) วิเคราะห์ปัญหา

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

3) สร้างแนวทางการแก้ปัญหา

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

4) ทำการตัดสินใจ

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

5) สะท้อนผลลัพธ์

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

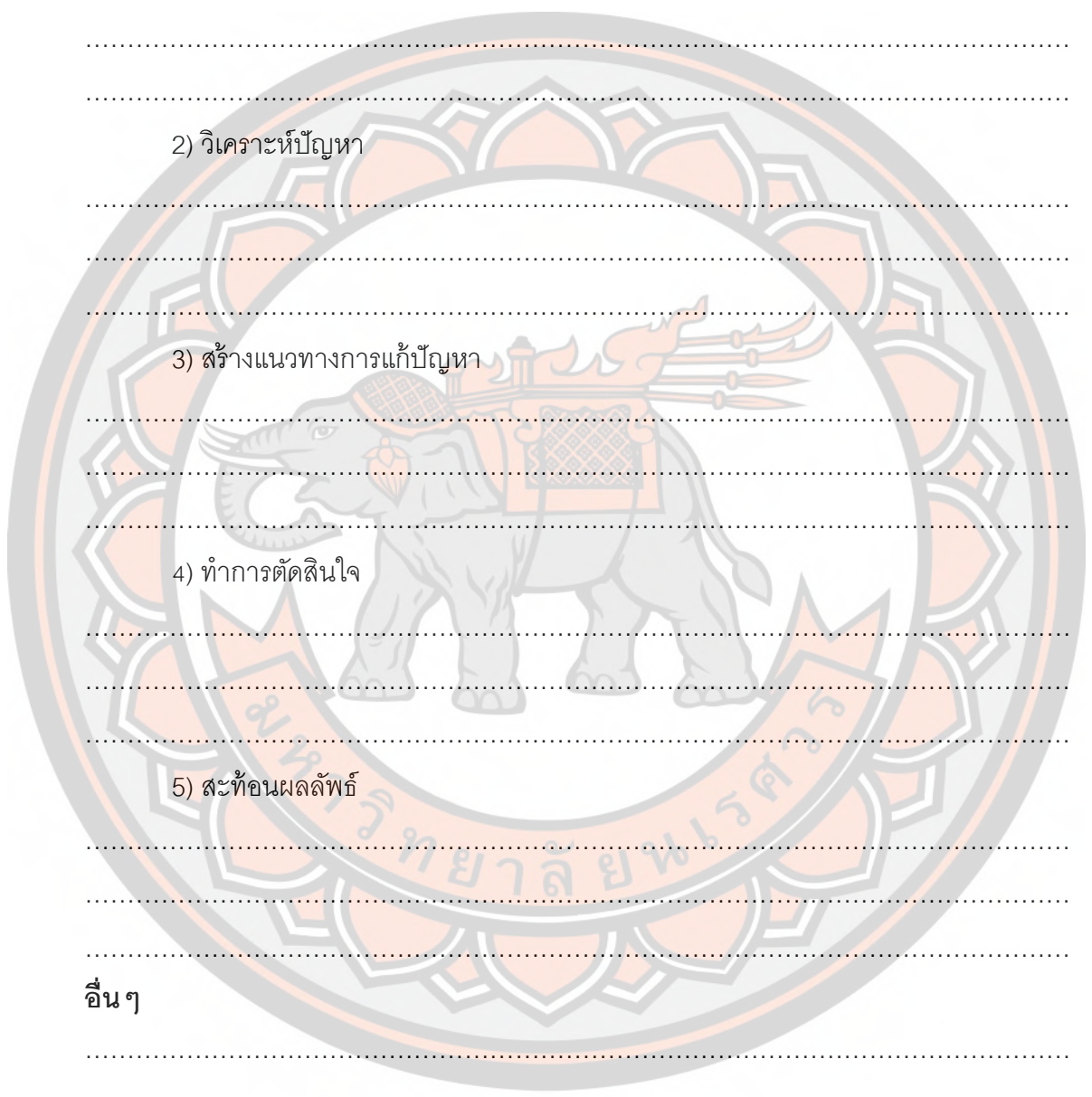
อื่นๆ

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

ลงชื่อ..... (ผู้สะท้อนผล)

(.....)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....







ประวัติผู้วิจัย

