บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet เรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

EAHANCING 11th GRADE STUDENTS' COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING COMPETENCY BY USING COLLABORATIVE PROBLEM-BASED LEARNING APPROACH (CPBL) WITH THE USE OF PADLET APPLICATION ON THE TOPIC OF ELECTROCHEMISTRY

Received: May 22, 2020 **Revised:** June 19, 2020 **Accepted:** June 30, 2020

หทัยรัตน์ ชุ่มเชื้อ[1*] และสกนธ์ชัย ชะนูนันท์[2]

Hatairat Choomchua[1*] and Skonchai Chanunan[2]

[1,2]คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[1,2]Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: Hatairatc60@email.nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงคุณภาพนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet ที่พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และผลการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว เรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้า ผู้เข้าร่วมวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 19 คน ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการสะท้อนผล และแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพแบบสามเส้า ผลการวิจัย พบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet มีลักษณะดังนี้ ครูให้นักเรียนสร้างความคุ้นเคยระหว่างสมาชิกในกลุ่มเพื่อกำหนดบทบาทตามความสามารถ แล้วร่วมกันระบุปัญหา และเป้าหมายของการเรียนรู้จากสถานการณ์ หลังจากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล โพสต์ข้อมูลลงบนกระทู้ในสื่อออนไลน์ Padlet เพื่อร่วมกันคัดเลือกข้อมูลและลงมือแก้ปัญหา สุดท้ายนักเรียนร่วมกันประเมินผลงานของกลุ่มเพื่อให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้มากที่สุด และนำเสนอผลการแก้ปัญหาให้สมาชิกต่างกลุ่มสะท้อนผลในสื่อออนไลน์ Padlet และ

2) หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet นักเรียนส่วนใหญ่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูง

คำสำคัญ: สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกัน แพ็ดเล็ต

Abstract

The purposes of this action research were to investigate ways of using Collaborative Problem-Based Learning (CPBL) with Padlet for enhancing Collaborative Problem Solving (CPS) competency and to examine the result of the developed learning management for enhancing Collaborative Problem Solving (CPS) competency on Electrochemistry. The participants were 19 Grade 11th students. The research methodology was classroom action research. The research instruments were: the developed lesson plans, reflect journal and the developed CPS test. Data analysis was conducted by using content analysis and data creditability by triangulation method was used. The study found that teacher gave students defined roles according to personal ability. Students identified the problem and learning goal of situation. After that student searched the data and took their own data to post on Padlet for chose necessary data. and collaborative problem solving. Finally, students evaluated the solution by Padlet for giving a possible solution and presented problem solution for another group members reflected on Padlet. The results found that most of students had a high level of competency after learning through CPBL and Padlet.

Keywords: Collaborative Problem Solving Competency, Collaborative Problem-Based Learning, Padlet

บทนำ

จากการเปลี่ยนแปลงของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ส่งผลให้การดำรงชีวิตของคนจำเป็นต้องมีความสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น มีการทำงานร่วมกันและพึ่งพาอาศัยกันมากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้ทุกประเทศจึงต้องเตรียมคนรุ่นใหม่ให้มีความพร้อมในการทำงาน มีทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะความร่วมมือ และทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น (Panich, 2012) เพื่อพัฒนานักเรียนซึ่งเป็นกำลังสำคัญของประเทศในอนาคตให้มีความพร้อม และมีศักยภาพที่จะแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ ตามที่ภาคีเพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Skills, 2009) ได้ผลักดันให้มีการนำทักษะแห่งอนาคต ได้แก่ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศสื่อและเทคโนโลยี ทักษะชีวิตและการทำงานนั้นเข้าร่วมภายในระบบของการศึกษา แต่เนื่องจากว่าการทำงานในโลกสมัยใหม่นั้น ทักษะเฉพาะส่วนบุคคลไม่เพียงพอสำหรับการทำงาน และทักษะหนึ่งที่สำคัญ คือ การแก้ปัญหาที่ต้องมีการทำงานร่วมกันหลายฝ่าย OECD จึงได้มีการจัดโครงการประเมินผลนักเรียนในระดับนานาชาติ (PISA) ขึ้น เพื่อวัดความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative Problem Solving) (IPST., 2018a)

จากการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2015 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเฉลี่ยเพียง 436 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ผลการทดสอบนี้สะท้อนว่าผู้เรียนไทยสามารถปฏิบัติการแก้ปัญหาอย่างร่วมมือในระดับที่มีความยากปานกลางเท่านั้น และยังไม่สามารถใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับตนเอง ท้องถิ่น ประเทศ รวมทั้งสถานการณ์ระดับโลกได้ (IPST., 2018b) ประกอบกับการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในอำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร ปีการศึกษา 2562 พบว่า เมื่อจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มขึ้น นักเรียนไม่สามารถวางแผนหรือแบ่งงานให้สมาชิกในกลุ่มอย่างเท่าเทียมกันตั้งแต่แรก มีเพียงนักเรียนส่วนน้อยที่ต้องการหาแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยตัวเอง โดยขาดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจากเพื่อนในกลุ่ม ส่งผลให้การทำงานร่วมกันนั้นไม่มีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาธรรมชาติของเนื้อหาที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือนั้น พบว่า เนื้อหาเรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้า นั้นมีหัวข้อย่อย เช่น ประเภทของเซลล์กัลป์วานิก หรือเซลล์อิเล็กโตรไลท์ เป็นต้น เหมาะสำหรับให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมคิดค้นหาคำตอบเป็นกลุ่ม เน้นการทำงานร่วมกันระหว่างนักเรียนผ่านกิจกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ดังนั้น การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือให้ปรากฏในตัวนักเรียนนั้น ครูต้องเน้นการมีส่วนร่วมของนักเรียนผ่านกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน และเน้นการตั้งคำถามเพื่อสืบค้นหาคำตอบด้วยตนเอง Thailand Development Research Institute (2013, p. 41) โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งเป็นการนำการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาร่วมกับหลักการเรียนรู้ร่วมกัน และกระบวนการเรียนรู้การแก้ไขปัญหาผ่านการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้ช่วยเหลือ แลกเปลี่ยนทักษะ ความคิด และมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างนักเรียน (Khantajan, 2017) อย่างไรก็ดี การมอบหมายงานกลุ่มทำเพียงช่วงเวลาคาบเรียนซึ่งค่อนข้างจำกัด ทำให้ผู้เรียนไม่ได้ใช้ศักยภาพอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น การนำสื่อออนไลน์ Padlet ซึ่งเป็นเสมือนแอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์ที่อยู่ในแพลตฟอร์มของบอร์ดสำหรับการระดมความคิดเห็น แลกเปลี่ยนร่วมกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม (Education Technology Development and Service, n.p.) เข้ามาใช้ร่วมกับการเรียนดังกล่าว จะช่วยเพิ่มช่องทางในการติดต่อสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่ม เพิ่มความสะดวกและเวลาให้กับผู้เรียน

จากสภาพการณ์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวทางและผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้า ซึ่งทักษะดังกล่าวมีความจำเป็นต่อการทำงานและการดำเนินชีวิตของนักเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องเซลล์เคมีไฟฟ้า

2. เพื่อศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้า ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ที่เป็นวงจรปฏิบัติการซ้ำต่อเนื่องกันเป็น 4 วงจร ตามรูปแบบของ Kemmis and McTaggart (as cited in Kijkuakul, 2014) และมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ผู้เข้าร่วมวิจัย

1.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 19 คน โรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในอำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร

1.2 เนื้อหาที่ใช้การวิจัย เป็นเนื้อหาในรายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในอำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร ประกอบด้วย เนื้อหา เรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้า เซลล์กัลวานิก เซลล์อิเล็กโทรไลต์ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้า

2. เครื่องมือที่ใช้วิจัย

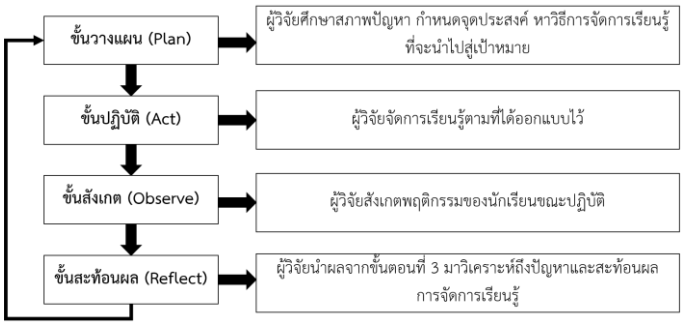
2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet เรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้า จำนวน 4 แผน ประกอบไปด้วย แผนที่ 1 เซลล์เคมีไฟฟ้า แผนที่ 2 เซลล์กัลป์วานิก แผนที่ 3 เซลล์อิเล็กโทรไลต์ และแผนที่ 4 ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้า รวม 12 ชั่วโมง ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี การสอนเคมี และครูผู้สอนรายวิชาเคมี จำนวน 3 ท่าน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในภาพรวมเท่ากับ 4.29

2.2 แบบบันทึกการสะท้อนผล สำหรับผู้วิจัยและผู้ร่วมสะท้อนผลการวิจัยในการบันทึกลักษณะของการจัดการเรียนรู้ ปัญหา รวมถึงข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

2.3 แบบบันทึกกิจกรรม สำหรับนักเรียนในการบันทึกลักษณะหรือพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ได้จากการเรียนรู้ ซึ่งทำการบันทึกระหว่างการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

2.4 แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ประกอบไปด้วย 2 สถานการณ์จำนวน 12 ข้อ ลักษณะข้อสอบเป็นคำถามแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ข้อคำถามเลือกตอบ 4 ตัวเลือกและเขียนตอบสั้นๆ และแบบอัตนัยตามแนวทางของ PISA 2015 เพื่อวัดสมรรถนะย่อยทั้ง 3 สมมรรถนะ ผลการประเมินความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญพบว่าแบบทดสอบมีดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67 – 1.00

3. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามรูปแบบวิธีวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ดังภาพ 1



ภาพ 1 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลของการวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้

4. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet เรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้า เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือพิจารณาจากเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกการสะท้อนผล ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยการคัดเลือกข้อมูลที่สามารถตอบคำถามงานวิจัยได้มาวิเคราะห์ ตีความ จัดกลุ่มและสรุปข้อมูล และตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยวิธีสามเส้า (Triangulation) ด้านแหล่งที่มาของข้อมูล (Resource Triangulation)

4.2 การวิเคราะห์การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet พิจารณาจากเครื่องมือ ได้แก่ แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและแบบบันทึกกิจกรรม ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) เพื่อตีความคำตอบของนักเรียนและสรุปข้อมูลแต่ละวงจรปฏิบัติการและจัดกลุ่มระดับสมรรถนะของนักเรียนตามแนวทางของ PISA 2015 (OECD, 2013) ดังตาราง 1 ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) ด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล (Method Triangulation)

ตาราง 1 แสดงเกณฑ์การประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจาก PISA 2015

สมรรถนะย่อย	ระดับต่ำ	ระดับกลาง	ระดับสูง
การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน	นักเรียนสื่อสารไม่ตรงประเด็น เสนอความคิดเห็นเพียงเล็กน้อย เกี่ยวกับมุมมองของตนเอง ให้ข้อมูลไม่ถูกต้องกับสมาชิกในกลุ่มในช่วงเวลาที่ไม่เหมาะสม	นักเรียนสืบค้นข้อมูลที่เหมาะสมกับบริบท ยอมรับข้อผิดพลาดที่เกิดจากการแบ่งปันความเข้าใจ และลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น	นักเรียนกระตือรือร้นในการแบ่งปันข้อมูล เป็นผู้เริ่มค้นหาความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม และค้นพบข้อผิดพลาดระหว่างทำความเข้าใจร่วมกัน

สมรรถนะย่อย	ระดับต่ำ	ระดับกลาง	ระดับสูง
การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา	นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาไม่เป็นระบบ หรือลองผิดลองถูก กระจายภาระงานและเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาไม่เหมาะสมกับบริบทและสถานการณ์	นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหา กระจายภาระงานและบทบาทหน้าที่ได้อย่างเหมาะสม สื่อสารเกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน	นักเรียนสืบค้นข้อมูล วางแผนการทำงาน ปรับเปลี่ยนหน้าที่เมื่อมีอุปสรรคต่อการแก้ปัญหา สามารถระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดได้
การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม	นักเรียนไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและเพื่อนในกลุ่ม มีความพยายามที่จะแก้ปัญหาเพียงคนเดียวหรือเมื่อมีความจำเป็นต้องพึ่งพาอาศัยคนอื่นเท่านั้น	นักเรียนดำเนินการตามบทบาทที่ได้รับมอบหมาย ยอมรับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการแก้ปัญหา เมื่อได้รับแจ้งเตือน	นักเรียนเป็นผู้เริ่มระบุปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา ระบุบทบาทหน้าที่ และปรับเปลี่ยนหน้าที่การทำงานเมื่อมีสมาชิกในกลุ่มไม่ทำตามบทบาท

ที่มา: PISA 2015, 2013

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน เรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการทำกิจกรรมครบทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยพบประเด็นปัญหาที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้และดำเนินการปรับปรุงแก้ไข 6 ประเด็น ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงการสรุปประเด็นจากการสะท้อนผลในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ประเด็นที่พบ	หลักฐานการสะท้อนผล			
	วงจรปฏิบัติการ 1	วงจรปฏิบัติการ 2	วงจรปฏิบัติการ 3	วงจรปฏิบัติการ 4
แนวทางในการกำหนดบทบาทของผู้เรียน	การกำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่มเป็นหน้าที่ของหัวหน้ากลุ่มเพียงคนเดียว	นักเรียนร่วมกันพูดคุยเกี่ยวกับสิ่งที่ตนเองชอบและถนัดมากขึ้นเพื่อกำหนดบทบาท	นักเรียนกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม โดยผ่านเสียงส่วนใหญ่	มีการปรับเปลี่ยนบทบาท หน้าที่ให้เหมาะสมกับสถานการณ์มากยิ่งขึ้น
แนวทางในการระบุปัญหาและกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้	นักเรียนเขียนระบุปัญหาในใบกิจกรรมคล้ายคลึงกับเป้าหมายในการเรียนรู้	นักเรียนระบุประเด็นปัญหาและกำหนดเป้าหมายได้ตรงประเด็น	นักเรียนระบุปัญหาได้ละเอียดมากขึ้น	นักเรียนกำหนดเป้าหมายในทิศทางเดียวกันได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น

ประเด็นที่พบ	หลักฐานการสะท้อนผล			
	วงจรปฏิบัติการ 1	วงจรปฏิบัติการ 2	วงจรปฏิบัติการ 3	วงจรปฏิบัติการ 4
แนวทางในการใช้สื่อออนไลน์ Padlet ในการร่วมกันสืบค้น	ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นไม่เพียงพอต่อการตั้งสมมติฐานเพื่อทำการทดลอง	ข้อมูลที่นักเรียนบางกลุ่มไปสืบค้นและโพสต์ใน Padlet ยังไม่เพียงพอต่อการตั้งสมมติฐาน	นักเรียนสามารถหาข้อมูลได้เพียงพอต่อการตั้งสมมติฐานในการทดลองมากขึ้น	ข้อมูลที่ทุกกลุ่มสืบค้นมาเพียงพอต่อการคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหา
การลงมือแก้ปัญหาตามบทบาทหน้าที่ที่ได้รับ	นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาในลักษณะลองผิดลองถูก	สมาชิกในแต่ละกลุ่มยังดำเนินการแก้ปัญหาไม่คล่องแคล่วเท่าที่ควร	นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างคล่องแคล่ว	นักเรียนดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้
แนวทางในการใช้สื่อออนไลน์ Padlet ในการประเมินอย่างมีประสิทธิภาพ	มีนักเรียนส่วนน้อยเข้าไปแสดงความคิดเห็นใน Padlet และไม่มีการโต้แย้งเพื่อสรุปแนวทางแก้ปัญหา	นักเรียนส่วนใหญ่เข้าไปแลกเปลี่ยนผลการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลในสื่อออนไลน์Padlet จนกระทั่งได้ข้อสรุป	นักเรียนทุกกลุ่มลงความเห็นใน Padlet เพื่อประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหาได้	นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาผลการแก้ปัญหาในสื่อออนไลน์ Padlet ได้
แนวทางการส่งเสริมการใช้สื่อออนไลน์ Padlet ในการสะท้อนผล	นักเรียนรายงานผลการดำเนินการโดยการโพสต์ข้อความเพียงอย่างเดียว ทำให้มีนักเรียนส่วนน้อยที่เข้าไปแสดงความคิดเห็น	นักเรียนสรุปรายงานผลที่ชัดเจน มีการใช้ภาพประกอบการนำเสนอให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น ทำให้สมาชิกคนอื่นๆสามารถเข้าไปแสดงความคิดเห็นได้มากขึ้น	นักเรียนเรียบเรียงประเด็นในการนำเสนอให้เข้าใจได้ง่าย มีการใช้รูปภาพ หรือไฟล์ PDF นำเสนอทำให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นได้อย่างสร้างสรรค์	นักเรียนรายงานผลการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยรูปแบบ ที่หลากลายและน่าสนใจมากขึ้น ทำให้นักเรียนได้คำแนะนำในการปรับปรุงผลงานของกลุ่มตัวเองให้ดีขึ้น

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet เรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้า ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนที่ได้จากการใช้แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ	ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ระดับสมรรถนะ		
	สูง	กลาง	ต่ำ
1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน			
- ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในทีม	42.11	36.84	15.79
- แบ่งปันข้อมูลและเจรจาต่อรองเพื่อระบุความหมายของปัญหา	57.89	42.11	0.00
- สื่อสารระหว่างสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการดำเนินงาน	73.68	26.32	0.00
- ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจของสมาชิกในกลุ่ม	57.89	15.79	26.32
2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา			
- ค้นพบรูปแบบปฏิสัมพันธ์แบบร่วมมือเพื่อแก้ปัญหาตามเป้าหมายที่วางไว้	52.63	47.37	0.00
- ระบุและอธิบายภาระงานที่จะต้องทำให้สำเร็จ	78.95	21.05	0.00
- ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง	84.21	0.00	15.79
- ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา	63.16	0.00	36.84
3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม			
- เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่ม	73.68	15.79	10.53
- อธิบายบทบาทหน้าที่และระเบียบของกลุ่มตามที่ตกลงไว้	52.63	31.58	15.79
- กระตุ้นเพื่อนร่วมกลุ่มในการปฏิบัติหน้าที่	57.89	42.11	0.00
- ตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะและปรับเปลี่ยนระเบียบและบทบาทของกลุ่ม	94.74	5.26	0.00

จากตาราง 3 พบว่า ในภาพรวมมีจำนวนนักเรียนร้อยละ 69.74 ที่มีสมรรถนะการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม อยู่ในระดับสูง โดยเฉพาะสมรรถนะย่อยที่มีจำนวนนักเรียนที่มีระดับสมรรถนะสูงมากที่สุดถึงร้อยละ 94.74 คือ สมรรถนะ “ตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะและปรับเปลี่ยนระเบียบและบทบาทของกลุ่ม” สิ่งที่น่าสนใจ คือ สมรรถนะย่อย “ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในทีม” ที่พบว่าสมรรถนะนี้เป็นสมรรถนะเดียวที่มีจำนวนนักเรียนที่มีระดับสมรรถนะสูงน้อยกว่าร้อยละ 50

2. ผลของการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนที่ได้จากการทำกิจกรรมทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ พบว่า

สมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนยังไม่สามารถแลกเปลี่ยนมุมมองและความสามารถของสมาชิกในกลุ่มเท่าที่ควรทำให้สมาชิกบางคนมีหน้าที่ซ้ำกัน แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 นั้น พบว่า สมาชิกบางคนค้นพบความสามารถที่ตนเองมีจากการทำกิจกรรมในวงจรที่ผ่านมา ทำให้สมาชิกในกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนความสามารถกันได้มากขึ้น สมรรถนะการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า การดำเนินการของนักเรียนนั้นค่อนข้างมีลักษณะลองผิดลองถูก ซึ่งเกิดจากนักเรียนยังไม่สามารถส่งผ่านข้อสนเทศและมุมมองภายในกลุ่มให้เข้าใจเหมือนกันทุกคนได้ แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 4

สมาชิกแต่ละคนสามารถเสนอความคิดเห็นในการวางแผนการแก้ปัญหา ร่วมกันดำเนินการทดลองเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนสามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพ และสมรรถนะการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มยังไม่มีการสื่อสารการเกี่ยวกับการทำงาน แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 พบว่า ในระหว่างการทำกิจกรรมแต่ละขั้นตอนสมาชิกในกลุ่มมีการเสนอความคิดเห็นและหมุนเวียนหน้าที่ในการทำงาน

การอภิปรายผลการวิจัย

ตอนที่ 1 แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน เรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ควรมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียมพร้อมเรียนรู้ ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม โดยคละความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วสร้างความคุ้นเคยกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่มตามความสามารถ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Srimongkol (2014) ที่พบว่า ในการทำงานร่วมกันนั้นจำเป็นต้องรับรู้ข้อมูลและเข้าใจอารมณ์ความรู้สึกของตนเองและผู้อื่นรวมถึงต้องเคารพและให้เกียรติผู้อื่นที่มาทำงานร่วมกัน

2. ขั้นร่วมการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น โดยสถานการณ์ปัญหานั้นต้องมีความซับซ้อนพอที่จะเกิดการร่วมมือกันเพื่อแก้ไขปัญหาและสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา หรือสถานการณ์ปัญหาที่พูดถึงการทำงานของคนมากกว่า 2 คน ขึ้นไป เป็นต้น หลังจากนั้นร่วมกันระบุปัญหา เงื่อนไข และกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ร่วมกันของกลุ่ม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Roonghuaphai et al. (2015) ที่ระบุว่า การทำงานร่วมกันให้ประสบผลสำเร็จได้ต้องมีเป้าหมายที่ชัดเจน และสมาชิกทุกคนต้องร่วมกันทำงานเพื่อไปสู่เป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ด้วยกัน

3. ขั้นร่วมกันสืบค้น นักเรียนแบ่งหัวข้อไปสืบค้นข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลในส่วนที่ตนเองไปสืบค้นโพสต์ลงบนกระทู้ในสื่อออนไลน์ Padlet โดยครูเน้นย้ำให้นักเรียนคัดเลือกข้อมูลที่จำเป็นต่อการหาแนวทางแก้ปัญหา สอดคล้องกับ Householder and Hailry (2012) ที่กล่าวว่า ในการเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ควรมาจากแนวคิดและการตัดสินใจของสมาชิกในกลุ่มทุกคน แบ่งปันและนำเสนอวิธีแก้ปัญหานั้นกับกลุ่มอย่างเท่าเทียม พร้อมกันนี้การใช้เทคโนโลยีจะช่วยพัฒนาทักษะการคิดรวมไปถึงทักษะการสืบค้นข้อมูลให้กับนักเรียนได้ด้วย (Wijakkanalan, 2005)

4. ขั้นร่วมกันลงมือแก้ปัญหา นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการคัดเลือกมาเป็นฐานในการดำเนินการแก้ปัญหา โดยครูและนักเรียนควรตรวจสอบความเข้าใจในขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยการทำแผนผัง (Flowchart) จากนั้นร่วมกันแก้ปัญหาตามบทบาทที่สมาชิกแต่ละคนได้รับ ซึ่งการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำชิ้นงานหรือวิธีแก้ปัญหาของกลุ่มมาดำเนินการแก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และได้รับประสบการณ์จากข้อค้นพบและข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น (Cholsin et al., 2017)

5. ขั้นร่วมกันประเมิน นักเรียนร่วมกันตรวจสอบและประเมินผลงานของกลุ่มตนเองผ่านสื่อออนไลน์ Padlet โดยครูควรปรับรูปแบบของสื่อออนไลน์ Padlet ให้เอื้อต่อการทำความเข้าใจ เพื่อแลกเปลี่ยนแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้มากที่สุด ตามเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนด อีกทั้งในขั้นตอนนี้ยังช่วยให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และโต้แย้งกัน เพื่อให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด (Antonnenko et al., 2011)

6. ขั้นร่วมกันนำเสนอผลงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานถึงปัญหา เงื่อนไข แนวทางการแก้ปัญหา และผลการดำเนินการแก้ปัญหาให้เพื่อนกลุ่มอื่นฟัง โดยใช้รูปแบบการนำเสนอที่หลากหลาย และให้สมาชิกต่างกลุ่มให้คำแนะนำหรือติชมในสื่อออนไลน์ Padlet ซึ่งสามารถใช้เป็นช่องทางสำหรับการสนทนาออนไลน์ การสะท้อนผล และให้สิทธิของนักเรียนในการร่วมมือกันในชุมชนออนไลน์อย่างปลอดภัย (Delacruz et al., 2014) เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น

ตอนที่ 2 การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้า ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet แบ่งรายงานตามสมรรถนะย่อย ดังนี้

สมรรถนะที่ 1 การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน นักเรียนเกิดสมรรถนะนี้ในขั้นร่วมกันกำหนดเป้าหมาย การจะเกิดสมรรถนะนี้จะต้องเริ่มจากการกระตุ้นนักเรียนในแต่ละกลุ่มด้วยสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อนมากพอที่ไม่สามารถแก้ปัญหาเพียงคนเดียวได้ (OECD, 2017) สถานการณ์ปัญหาที่แต่ละกลุ่มระบุนี้ จะเป็นตัวกำหนดทิศทางในการกำหนดเป้าหมายและการร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาของนักเรียน ทำให้นักเรียนได้อธิบายเกี่ยวกับปัญหาเป้าหมายของการเรียนรู้และแบ่งปันความเข้าใจที่มีต่อปัญหากับสมาชิกกลุ่ม นักเรียนสามารถตรวจหาข้อผิดพลาดในระหว่างการทำความเข้าใจร่วมกันและทำการสื่อสารเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดดังกล่าวจนนำไปสู่การระบุความรู้ที่ต้องสืบค้นเพิ่มเติม สอดคล้องกับ Tayom (2016) ที่พบว่า การพัฒนาสมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันให้อยู่ในระดับสูงนั้น ครูต้องเน้นให้นักเรียนรู้จักแก้ปัญหาร่วมกันด้วยการกระตุ้นหรือตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลเพื่อระบุความหมายของปัญหาร่วมกัน

สมรรถนะที่ 2 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา นักเรียนเกิดสมรรถนะนี้ในขั้นร่วมกันสืบค้น ร่วมกันลงมือแก้ปัญหา และร่วมกันประเมิน เนื่องจากมีการส่งเสริมให้สมาชิกร่วมกันระบุภารกิจที่สมาชิกแต่ละคนต้องทำ สอบถามข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินงานกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อดำเนินการแก้ปัญหาตามบริบทที่เหมาะสมได้ หากวิธีการที่นักเรียนเลือกไว้ยังไม่สามารถดำเนินการทดลองในครั้งแรกได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนก็สามารถที่จะปรับเปลี่ยนการดำเนินงานให้เข้ากับบริบทนั้น มีการโต้แย้งกันด้วยเหตุผลในสื่อออนไลน์ Padlet เพื่อส่งผ่านมุมมองความรู้ของตนเองและกลุ่ม เพื่อประเมินผลการแก้ปัญหาร่วมกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kleinsmith (2017) ที่พบว่า การใช้ Padlet สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น และ Chaidech et al. (2017) ที่พบว่า การพัฒนาสมรรถนะการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาให้อยู่ในระดับสูงนั้น ควรใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีแนวทางการแก้ปัญหาได้หลายวิธี เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องและนำความรู้หรือทักษะที่มีมาบูรณาการเข้าด้วยกัน และระดมสมองกันในกลุ่มเพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา รวมถึงการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

สมรรถนะที่ 3 การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม นักเรียนเกิดสมรรถนะนี้ ในขั้นเตรียมพร้อมเรียนรู้และร่วมกันนำเสนอผลงาน เนื่องจากสมาชิกในกลุ่มจะสร้างความคุ้นเคย โดยการพูดคุยหรือแลกเปลี่ยนถึงสิ่งที่ตนเองสนใจและถนัด เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดบทบาทหน้าที่ตามความสามารถของแต่ละคน หากนักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาไปแล้ว พบว่า สมาชิกในกลุ่มสามารถปฏิบัติหน้าที่อื่นได้ดี ก็สามารถปรับเปลี่ยนหน้าที่เพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์ได้ และสรรถนะนี้ยังถูกพัฒนาในขั้นร่วมกันนำเสนอผลงาน ซึ่งนักเรียนจะได้ออกไปรายงานผลการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มอื่นได้ร่วมกันสะท้อนผล ผ่านการแสดงความคิดเห็นบนสื่อออนไลน์ Padlet หากการสะท้อนผลของเพื่อนมีประเด็นที่น่าสนใจ สมาชิกในกลุ่มต้องกลับมาคุยกันว่าจะปรับเปลี่ยนหรือแก้ไขตามคำแนะนำนั้นหรือไม่ ซึ่งสื่อออนไลน์ Padlet นี้สามารถใช้เป็นช่องทางสำหรับการสะท้อนผลและให้สิทธิแก่นักเรียนในการร่วมมือกันในชุมชนออนไลน์อย่างปลอดภัย (Delacruz et al., 2014) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Phasuk (2016) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมที่นักเรียนได้กำหนดหน้าที่ของตนเองและสร้างกฎที่ใช้ร่วมกันทั้งในกลุ่มของตนและในชั้นเรียนจะทำให้เข้าใจบทบาทของตนเอง และมีสมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาระเบียบของกลุ่มอยู่ในระดับสูง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 สถานการณ์ปัญหาที่จะนำมาใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนนั้น จะต้องเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน มีความซับซ้อนพอที่จะให้เกิดกระบวนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของสมาชิกในกลุ่มได้ และสอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องเซลล์เคมีไฟฟ้า

1.2 ในการจัดการเรียนรู้ วิธีการดำเนินการแก้ปัญหาของนักเรียนอาจทำได้หลายวิธี เช่น การสืบค้นและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ร่วมกัน การปฏิบัติการทดลอง การโต้แย้งถึงข้อมูล เป็นต้น ดังนั้นครูต้องมีเกณฑ์ในการให้คะแนนหลากหลาย

1.3 ผู้สอนควรคำนึงถึงความพร้อม และทักษะในการใช้เทคโนโลยีของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาความสามารถในการใช้เทคโนโลยีของผู้เรียนที่มีผลต่อสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

References

Antonenko, P. D., Hudson, G., Townsend, R., & Pritchard, J. (2011). DEEPER e-learning with environment for collaborative learning integrating problem solving experience (ECLIPSE). In *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2011* (pp. 1811-1816). Chesapeake, VA: AACE.

Chaidech, T., Chanunan, S., & Chaiyasit, W. C. (2017). Development of collaborative problem solving competency using research-based learning according to STEM education in fossil fuels and products. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 8(1), 51-66. [in Thai]

Cholsin, J., Kijkuakul, S., & Chaiyasith, W. C. (2017). The action research for developing learning management on stoichiometry based on stem approach emphasized engineering design process to promote collaborative problem solving competency. *Journal of Education Naresuan University*, 20(2), 32-46. [in Thai]

Delacruz, E., Brock, D., Fuglestad, T., Ferrell, K., Huffer, J., & Melvin, S. (2014). Teaching art in the age of social media: Firsthand accounts of five technology-savvy art teachers. Retrieved April 17, 2020, from http://www.elizabethdelacruz.com/uploads/5/4/3/6/5436943/delacruz_5techteachers.pdf

Education Technology Development and Service (ETS). (n.p.). *Padlet.* Retrieved August 12, 2019, from http://modps62.lib.kmutt.ac.th/files/Manual_PAdlet.pdf [in Thai]

Householder, D. L., & Hailey, C. E. (2012). *Incorporating engineering design challenges into STEM courses.* Retrieved from http://ncete.org/flash/pdfs/NCETECaucusReport.pdf

IPST. (2018a). *Collaborative problem solving: How to test PISA*. Retrieved July 14, 2019, from https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2018-25/ [in Thai]

IPST. (2018b). *Results of PISA 2015 about collaborative problem solving: How to test PISA*. Retrieved July 14, 2019, from https://pisathailand.ipst.ac.th/news-9/ [in Thai]

Khantajan, A. (2017). Development of science learning model using collaborative problem – based learning (CPBL) to enhance problem solving skills and collaboration skills for eighth grade students (Doctoral dissertation). Bangkok: Srinakharinwirot University. [in Thai]

Kijkuakul, S. (2014). *Learning management direction for 21st century teachers.* Phetchabun: Juldis Printing. [in Thai]

Kleinsmith, C. L. (2017). *The effects of using Padlet on the academic performance and engagement of students in a fifth grade basic skills mathematics classroom* (Master thesis). Glassboro, NJ: Rowan University.

OECD. (2013). *Draft collaborative problem solving framework*. Retrieved August 12, 2019, from http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Collaborative%20Problem%20Solving%20Framework%20.pdf

OECD. (2017). *PISA 2015 assessment and analytical framework science, reading, mathematic, financial literacy and collaborative problem solving.* Retrieved June 6, 2020, from https://read.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework_9789264281820-en#page3

Panich, V. (2012). *Way of learning for students in the 21st century skills.* Bangkok: Sodsri-Saritwong Foundation. [in Thai]

Partnership for 21st Century Skills (2009). *A framework for twenty-first century learning*. Retrieved http://www.p21.org/

Phasuk, P. (2016). *An action research for enhancing collaborative problem solving competency of grade 10 students in topic "Digestive System" using learning management through DEEPER scaffolding framework* (Master thesis). Phitsanulok: Naresuan University. [in Thai]

Roonghuaphai, R., Chamchuri, D., Poonsuwan, S., & Yoonisil, W. (2015). Development of measurement a development of learning management plan for encouraging collaborative competencies for primary students. *Journal of Educational Research Faculty of Education, Srinakharinwirot University,* 9(1), 109-116. [in Thai]

Srimongkol, S. (2014). *Promoting 21st century skills: Communication and collaboration skill in the science classroom on cell and its component by simulation techniques* (Master thesis). Khon Kaen: Khon Kaen University. [in Thai]

Tayom, C. (2016). *Action research for developing collaborative problem solving competency by using DEEPER scaffolding framework on stoichiometry topic for enrichment science classroom, mathayomsuksa IV students* (Master thesis). Phitsanulok: Naresuan University. [in Thai]

Thailand Development Research Institute. (2013). Report of Basic Education Strategic for responsibility. Bangkok: Thailand Development Research Institute. [in Thai]

Wijakkanalan, S. (2005). Learning *management of science department for enhancing higher order thinking*. Khon Kaen: Khon Kaen University. [in Thai]