



# การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดง ด้วยไฟฟ้าที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

## Effect of Learning STEM Education together with Electro Plating Copper of Electrochemistry on Scientific Creativity Ability Thinking of Grade 11<sup>th</sup> Students

\*ธนภรณ์ จุลพูล<sup>1</sup> นินนาท์ จันท์สุริย์ และเมธี ดิสวัสดิ์<sup>3</sup>

\*Tanaporn Julphoon<sup>1</sup>, Ninna Jansoon<sup>2</sup> and Matee Disawat<sup>3</sup>

<sup>1</sup>นักศึกษาปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

<sup>1</sup>Master's student, Faculty of Science, Thaksin University

<sup>2</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

<sup>2</sup>Asst. Prof. Dr., Faculty of Science, Thaksin University

<sup>3</sup>อาจารย์ ดร. ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

<sup>3</sup>Lecturer Dr., Faculty of Education, Thaksin University

\*Corresponding author. E-mail.com: djtanaporn@gmail.com

Received : November 1, 2019

Revised : May 26, 2020

Accepted : May 26, 2020

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้าตามแนวทางสะเต็มศึกษา 2) เปรียบเทียบความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์ และ 3) ศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสันตราชประชาอุทิศ จังหวัดกระบี่ ปีการศึกษา 2562 จำนวน 21 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้าโดยใช้วิธีการชุบแบบทาด้วยปากกา 2) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์ 3) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้าที่ออกแบบและสร้างขึ้นโดยใช้วิธีการชุบแบบทาด้วยปากกา มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์ มีความคิดสร้างสรรค์



ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์ ในระดับมากที่สุด

**คำสำคัญ:** การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า ไฟฟ้าเคมี  
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษา

## Abstract

The objectives of this study were to 1) develop and find efficiency of copper electroplating equipment, 2) compare the scientific creativity thinking ability of grade 11<sup>th</sup> students who have been learned according to STEM educational approach with the equipment set, and 3) study the satisfaction of learning management according to the STEM educational approach with the equipment set. Twenty one students in grade 11<sup>th</sup> at Lantarachpracha Utit School academic year 2019, Krabi province were sampling. The research instruments were 1) Electroplating copper plating kit by pen plating, 2) Lesson plan according to the STEM educational approach with the equipment set, 3) Science creativity test, 4) Questionnaire for satisfaction on learning management according to the STEM Education using the equipment set. Percentage, mean, standard deviation and Dependent t-test were statistically analyzed. The results showed that copper electroplating equipment set using pen plating was very good. 2) Students' scientific creativity thinking skills in posttest were significantly higher than pretest ( $P < .01$ ), and 3) Students' satisfaction of learning management according to the STEM education with the equipment set was highest level (4.70).

**Keywords:** Learning Management of STEM Education, Electroplating Copper Plating Kit, Electrochemistry, Scientific Creativity Thinking, Secondary education

## บทนำ

ประเทศไทยก้าวเข้าสู่การเป็นประเทศพัฒนา โดยมีการพัฒนาด้านต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วไม่  
ว่าจะเป็นด้านอุตสาหกรรม เทคโนโลยี การสื่อสาร สังคมและวัฒนธรรม รวมทั้งวิทยาศาสตร์ที่เปลี่ยนแปลงไป แต่  
ประเทศไทยยังคงประสบกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลายด้าน ได้แก่ แรงงานทางด้านวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอต่อ  
ความต้องการ เครื่องมือและอุปกรณ์ไม่ก้าวหน้าหรือสามารถรองรับความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วได้ เป็นต้น รวมไปถึงการ  
ประสบปัญหาเกี่ยวกับการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายประการ ดังที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยี (สสวท.) (2559, น. 1) ได้จำแนกปัญหาเกี่ยวกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย จำนวน  
นักเรียนสายวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีลดลงตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐาน อาชีวศึกษา และอุดมศึกษา



ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นอกจากนี้การประเมินผลทั้งในระดับประเทศและระดับนานาชาติบ่งชี้ว่า การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในระดับโรงเรียน โดยเฉลี่ยมีคุณภาพต่ำ อีกทั้งประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในกลุ่มที่มีรายได้ระดับปานกลาง ซึ่งต้องการกำลังคนที่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการผลิตและการบริการที่มีการแข่งขันสูง แต่การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของชาติได้อย่างทั่วถึง ปัญหาสำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ ในยุคประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community – AEC) ที่เริ่มในปี พ.ศ. 2558 มีการเคลื่อนย้ายเสรีของกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) เช่น วิศวกร นักสำรวจ สถาปนิก แพทย์ ทันตแพทย์ และพยาบาล ซึ่งประเทศไทยยังขาดแคลนกำลังคนทางด้านนี้ ทั้งด้านปริมาณและด้านคุณภาพ จึงจำเป็นต้องเร่งปรับยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ให้เน้นความรู้ทักษะที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพ

นอกจากนี้จากการรายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015 พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์จำแนกตามเนื้อหาวิชา ประเทศไทยทำคะแนนได้ดีในรายวิชาชีววิทยาและโลก ดาราศาสตร์ แต่ทำคะแนนได้น้อยกว่าในรายวิชาเคมีและฟิสิกส์ (สสวท., 2560, น. 20) ในการประเมินโครงการ TIMSS ของประเทศไทย ปี ค.ศ. 1999 2007 2011 และ 2015 พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามในปี ค.ศ. 2015 คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเท่านั้น (สสวท., 2560, น. 32) และจากสรุปผลการประเมิน PISA 2015 ของประเทศไทย แนวโน้มจากการประเมิน PISA 2000 จนถึง PISA 2015 พบว่า ผลการประเมินทั้งสามด้านมีแนวโน้มลดลง แม้ว่าช่วง PISA 2009 ถึง PISA 2012 ผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์การอ่าน และคณิตศาสตร์จะมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ใน PISA 2015 ทั้งสามด้านกลับมีคะแนนลดลงจาก PISA 2012 โดยการอ่านเป็นด้านที่มีคะแนนลดลงมากที่สุด รองลงมาคือวิทยาศาสตร์ ยกเว้นวิชาคณิตศาสตร์ จึงทำให้ต้องมุ่งพัฒนากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มีความก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น (สสวท., 2559, น. 4)

ปัจจุบันทุกประเทศล้วนให้ความสำคัญเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ กระทรวงศึกษาธิการจึงได้ริเริ่มการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในปีการศึกษา 2560 โดยกำหนดจุดเน้นด้านหลักสูตรและกระบวนการจัดการเรียนรู้ การปฏิรูปการจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้สถานศึกษาใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยมีการนิเทศติดตามผลการจัดการเรียนรู้ มีการจัดอบรมความรู้ด้านสะเต็มศึกษาให้แก่บุคลากรทางการศึกษาจากทุก ๆ สังกัด

พรทิพย์ สิริภัทราชัย (2556, น.55) ได้สรุปการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ไว้ว่า สังคมโลกในขณะนี้มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเทคโนโลยีการสื่อสารซึ่งมีส่วนช่วยให้เกิดการเปลี่ยนถ่ายทอดข้อมูลใหม่ ๆ หมุนเวียนอยู่ตลอดเวลาอย่างไม่มีการสิ้นสุด ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า การไหลบ่าของข่าวสาร ข้อมูลวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีส่วนช่วยให้เศรษฐกิจและสังคมเจริญก้าวหน้า เกิดการค้าที่แข่งขันกันทั่วโลก ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการเตรียมนักเรียนให้มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เยาวชนเหล่านี้สามารถดำรงชีวิตในสังคมโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ โดยพร้อมที่จะ



ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เผชิญกับสภาพสังคมเศรษฐกิจและเทคโนโลยีในอนาคต การตื่นตัวและเตรียมพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น การสร้างประชากรทางการศึกษาให้มีคุณภาพ จึงเป็นกลยุทธ์ของการพัฒนาชาติแนวทางหนึ่ง การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจึงเป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่ตอบสนองต่อการเตรียมคนไทยรุ่นใหม่ในศตวรรษที่ 21 เพราะธรรมชาติของทั้ง 4 วิชาที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้และความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้ดีและมีคุณภาพ มีความเป็นโลกาภิวัตน์ที่ต้องอยู่บนฐานความรู้และเต็มไปด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี อีกทั้งยังเป็นวิชาที่มีความสำคัญกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิตและความมั่งคั่งของประเทศได้นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของแต่ละวิชาที่บูรณาการและสามารถนำไปใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง (O'Neil, Yamagata, & Togioka, 2012 , pp. 36-40) เป็นการจัดการศึกษาที่สามารถพัฒนาให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิด โดยเฉพาะทักษะความคิดสร้างสรรค์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า สร้าง และพัฒนาคิดค้นสิ่งต่าง ๆ ในโลกปัจจุบันได้ (ปาจริย์ เนรมิตพานิชย์, 2560, น. 4) การเน้นความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การมีส่วนร่วมของนักเรียนกับข้อมูลเครื่องมือทางเทคโนโลยี การสร้างความยึดหยุ่นในเนื้อหาวิชา ความท้าทาย ความคิดสร้างสรรค์ ความแปลกใหม่และการแก้ปัญหาอย่างมีความหมายของบทเรียน ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาจึงเหมาะที่จะทำให้อาจารย์รุ่นใหม่เกิดการเรียนรู้และอยู่ในโลกแห่งอนาคตได้อย่างแท้จริง

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง โดยผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีความเหมาะสม ให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ ของนักเรียน สามารถคิดแก้ปัญหาหรือหาข้อมูล เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของปัญหานั้นได้ โดยใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ประกอบกับรายวิชาเคมีเพิ่มเติมเรื่อง ไฟฟ้าเคมี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ซับซ้อนและเข้าใจได้ยาก หากนักเรียนไม่ได้ทำการลงมือปฏิบัติทดลองจริง ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามาประยุกต์ใช้ โดยการใช้ชุดอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถทดลองหรือสร้างชิ้นงานได้ด้วยตนเอง และยังสามารถค้นคว้าหรือทดลองเพิ่มเติมได้ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ พัฒนาทักษะกระบวนการคิด การแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งชุดอุปกรณ์สามารถประดิษฐ์ได้ง่าย มีต้นทุนต่ำ ลดการใช้ปริมาณสารเคมี และสามารถพกพาได้สะดวก ชุดอุปกรณ์นี้เป็นสื่อที่สามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน โดยการนำวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่นมาสร้างสรรค์ชิ้นงานได้อย่างหลากหลาย และยังส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจ กระตือรือร้น และตื่นตัวกับการใช้ชุดอุปกรณ์ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้าเหมาะกับสภาพบริบทของโรงเรียน โดยเฉพาะโรงเรียนในพื้นที่ห่างไกลและได้รับการจัดสรรงบประมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการในการพัฒนานักเรียน

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยคาดว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้ชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า สามารถนำไปใช้สำหรับเป็นสื่อการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับดี



ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนหันมาสนใจวิชาเคมีเพิ่มขึ้น เพื่อเป็นการพัฒนาประเทศให้มีความก้าวหน้าทางด้านสะเต็มศึกษา สำหรับประเทศที่กำลังพัฒนาอย่างประเทศไทย รวมไปถึงการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 และยังเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนที่จะศึกษาและนำไปใช้ในรายวิชา หรือกลุ่มสาระการเรียนรู้ อื่น ๆ อีกต่อไปด้วย

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้าตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้าเคมี โดยผู้เชี่ยวชาญทางสาขาเคมี
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า

## สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้ชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้ามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้าที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นการวิจัยกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังนี้

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมศึกษาในพื้นที่อำเภอเกาะลันตา จังหวัดกระบี่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 โรงเรียน โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน รวม 2 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 50 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนลันตาราชประชาอุทิศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จังหวัดกระบี่ จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 21 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) จากการจับฉลากห้องเรียน

### 2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า



2.2 ตัวแปรตาม คือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า โดยใช้วิธีการชุบแบบทาด้วยปากกา

ในการวิจัยสร้างชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงจากการทดลองในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 4 (สสวท.) โดยเปลี่ยนวิธีการชุบเป็นการชุบแบบทาด้วยปากกาดังภาพที่ 1



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 เปรียบเทียบ (ก) วิธีการชุบตามหนังสือเรียนรายวิชาเคมีเพิ่มเติม เล่ม 4 กับ (ข) วิธีการชุบแบบทาด้วยปากกา

โดยชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้าที่ออกแบบประกอบด้วย ลวดทองแดง หลอดหยดพลาสติก สายไฟพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง ถ่านไฟฉาย 9 โวลต์ ก้านสำลี น้ำยาเงทองแดง และหมึกนำไฟฟ้า ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า

นำชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า พร้อมแบบประเมินประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์การทดลองที่สร้างขึ้น ไปประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญสาขาเคมี จำนวน 3 คน รายการประเมินครอบคลุมประเด็นใน 4 ด้าน คือ ลักษณะทางกายภาพทั่วไป ลักษณะการใช้งาน การบำรุงรักษาและซ่อมแซม และความ



ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เหมาะสมด้านการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ในการออกแบบ

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลต์ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยสอนจำนวน 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 9 ชั่วโมง นำแผนการจัดการเรียนรู้พร้อมแบบประเมินความสอดคล้องไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญสาขาเคมี จำนวน 3 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมตามองค์ประกอบด้านต่าง ๆ และภาษาที่ใช้แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ให้คะแนนแบบมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ได้ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมเท่ากับ 4.46

3.3 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นแบบคู่มือนาน จำนวน 2 ชุด ๆ ละ 3 ข้อ วัด 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และความคิดริเริ่ม (Originality) โดยใช้มีเกณฑ์การให้คะแนนด้วยรูบิคสเกลของณัฐชา พัฒนา, นวลจิตต์ เขาวงกตพิงศ์, และทวีศักดิ์ จินดาบุรุษ (2562, น. 123) ซึ่งข้อสอบชุดก่อนเรียนมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.30 – 0.40 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.36 – 0.45 ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.87 และข้อสอบชุดหลังเรียนมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.22 – 0.38 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.31 – 0.45 ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.96

3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยรายการประเมินความพึงพอใจ จำนวน 5 ด้าน 28 รายการ โดยใช้แบบมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ รายการประเมินครอบคลุมประเด็น ด้านบทบาทผู้สอน ด้านชุดอุปกรณ์ชุบโลหะด้วยไฟฟ้า ด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านประโยชน์ที่ได้รับแบบสอบถามความพึงพอใจ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.80

#### 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ

4.2 ดำเนินการสอนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้ชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า เรื่อง ไฟฟ้าเคมี จำนวน 9 ชั่วโมง

4.3 เมื่อดำเนินการสอนเสร็จสิ้นจึงทำการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ และตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

4.4 ตรวจสอบผลการสอบ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแบบสอบถามความพึงพอใจ แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

#### 5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้



5.1.1 คะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการทดสอบค่าที (t-test for dependent sample)

5.1.2 คะแนนจากแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า เรื่อง ไฟฟ้าเคมี โดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรายด้าน และคะแนนเฉลี่ยจากแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า เรื่อง ไฟฟ้าเคมี กับเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจ ดังนี้

มีความพึงพอใจมากที่สุด	มีค่าคะแนนเฉลี่ย	4.26 - 5.00
มีความพึงพอใจมาก	มีค่าคะแนนเฉลี่ย	3.51 - 4.25
มีความพึงพอใจปานกลาง	มีค่าคะแนนเฉลี่ย	2.51 - 3.50
มีความพึงพอใจน้อย	มีค่าคะแนนเฉลี่ย	1.51 - 2.50
มีความพึงพอใจน้อยที่สุด	มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า	1.50

## 5.2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

5.2.1 สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ( $M$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ )

### 5.2.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1) ความตรง (Validity) ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC

2) ค่าความยาก ( $p$ ) ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ใช้สูตรของวิทนีและซาเบอร์ (Whiney and Saber)

3) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ใช้สูตรของวิทนีและซาเบอร์ (Whiney and Saber)

4) ความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจ ใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ ) ของครอนบาค

5.2.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ การทดสอบค่าที (t-test for dependent sample)

## สรุปผลการวิจัย

1. ชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้าที่ออกแบบและสร้างขึ้นโดยใช้วิธีการชุบแบบทาด้วยปากกาประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ดังตารางที่ 1





**ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์ชุปโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า เรื่อง ไฟฟ้าเคมี**

รายการประเมิน	<i>M</i>	<i>SD</i>	การแปลความหมาย
1. ลักษณะทางกายภาพทั่วไป	4.67	0.14	ดีมาก
2. ลักษณะการใช้งาน	5.00	0.00	ดีมาก
3. การบำรุงรักษาและซ่อมแซม	4.83	0.29	ดีมาก
4. ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน	4.80	0.20	ดีมาก
<b>ภาพรวมเฉลี่ย</b>	<b>4.83</b>	<b>0.12</b>	<b>ดีมาก</b>

จากตารางที่ 1 พบว่าผลการประเมินประสิทธิภาพของชุดอุปกรณ์ชุปโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า โดยผู้เชี่ยวชาญสาขาเคมี จำนวน 3 คน มีผลการประเมิน ในภาพรวมพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก และเหมาะสมในการนำไปใช้ป็นสื่อการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

1.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์ชุปโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์ชุปโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า เรื่องไฟฟ้าเคมี ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน**

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	21	62.95	14.74	7.635**	.000
หลังเรียน	21	145.43	58.85		

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 2 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์ชุปโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า มีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รายด้าน พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดคล่องของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์ชุปโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า ก่อนเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 27.95 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 30.05 คะแนน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน ก่อนเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 13.19 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 15.57 คะแนน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของนักเรียน ก่อนเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 21.81 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 99.81 คะแนน เมื่อนำคะแนนเฉลี่ย ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบมาวิเคราะห์เปรียบเทียบได้ผล ดังตารางที่ 3



**ตารางที่ 3** ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์ชุปโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า เรื่องไฟฟ้าเคมี ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	การทดสอบ	n	M	SD	t	p
ความคิดคล่อง	ก่อนเรียน	21	27.95	7.61	1.115	.139
	หลังเรียน	21	30.05	12.24		
ความคิดยืดหยุ่น	ก่อนเรียน	21	13.19	2.82	2.707**	.007
	หลังเรียน	21	15.57	4.43		
ความคิดริเริ่ม	ก่อนเรียน	21	21.81	7.47	8.806**	.000
	หลังเรียน	21	99.81	43.54		

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนในแต่ละองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนด้านความคิดคล่องของนักเรียนไม่แตกต่างจากคะแนนก่อนเรียน ส่วนคะแนนสอบหลังเรียนด้านความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนและด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.3 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์ ในระดับมากที่สุด ดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** ระดับความพึงพอใจการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์ชุปโลหะด้วยไฟฟ้า

รายการประเมิน	M	SD	ระดับความพึงพอใจ
1.ด้านบทบาทผู้สอน	4.69	0.47	มากที่สุด
2.ด้านชุดอุปกรณ์ชุปโลหะด้วยไฟฟ้า	4.83	0.38	มากที่สุด
3.ด้านการจัดการเรียนรู้	4.70	0.47	มากที่สุด
4.ด้านการวัดและประเมินผล	4.75	0.43	มากที่สุด
5.ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	4.56	0.55	มากที่สุด
<b>รวมเฉลี่ย</b>	<b>4.70</b>	<b>0.46</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์ชุปโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า ทั้ง 5 ด้าน มีระดับความพึงพอใจในทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 และเมื่อพิจารณารายด้านนักเรียนมีความพึงพอใจ ด้านชุดอุปกรณ์ชุปโลหะด้วยไฟฟ้า ในระดับมากที่สุดเท่ากับ 4.83



## อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยมีประเด็นที่จะอภิปราย ดังนี้

1. ชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า ที่ออกแบบและสร้างขึ้นโดยใช้วิธีการชุบแบบทาด้วยปากกา ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งผู้วิจัยได้นำแนวคิดและหลักการออกแบบชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า เรื่อง เซลล์อิเล็กโทรไลต์ โดยใช้หลักการชุบโลหะการชุบแบบทาด้วยปากกา ออกแบบให้ชุดอุปกรณ์สามารถใช้งานได้ง่าย ตรงกับการใช้งานคือ ชุบโลหะเฉพาะพื้นผิวบางส่วน และบริเวณผิวหน้าของชิ้นงาน การประเมินชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ทำการประเมินใน 4 ด้าน ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพทั่วไป ลักษณะการใช้งาน การบำรุงรักษาและการซ่อมแซม และความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 4.83 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมิน พบว่า ชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้าที่สร้างขึ้นมาอยู่ในระดับดีมาก โดยผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกับชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้าที่สร้างขึ้น ชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้าสามารถนำไปใช้ประกอบการสอนในโรงเรียนที่ขาดแคลนอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ช่วยลดการใช้ปริมาณสารเคมีในห้องปฏิบัติการ และมีความเหมาะสมกับนักเรียน อีกทั้งการออกแบบชุดอุปกรณ์ที่เน้นให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้คำนึงถึงความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการทดลอง ข้อจำกัดของชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้าที่สร้างขึ้นมา และความเหมาะสมในเนื้อหา ระดับชั้นของนักเรียน ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทำให้ชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้าสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนเรื่องไฟฟ้าเคมีได้

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบในองค์ประกอบย่อยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มี 2 องค์ประกอบ คือ ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มของนักเรียน มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยมีความคิดริเริ่มมีคะแนนสูงที่สุด ส่งผลให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานใหม่ โดยวัสดุที่นำมาผลิตชิ้นงาน เป็นวัสดุที่นักเรียนสามารถหาได้ในชุมชนของตนเอง เพื่อเพิ่มมูลค่าของชิ้นงานจากสิ่งที่มีอยู่รอบตัว ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด ด้านความคิดริเริ่มสอดคล้องกับใบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักเรียน ในขั้นตอนของการออกแบบชิ้นงานในแต่ละกลุ่มที่นักเรียนร่วมกันออกแบบจะมีความแตกต่างกัน และนักเรียนเลือกใช้วัสดุที่ต่างกัน แสดงให้เห็นถึงด้านความคิดริเริ่มของนักเรียนที่เกิดขึ้นในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นการวัดและการประเมินผลการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับรอบลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่แสดงออกมาในขณะทำกิจกรรมหรือสะท้อนออกมาในชิ้นงาน (สุทธิดา จำรัส, 2560, น. 27)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้ชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ ของนักเรียน ได้ฝึกทักษะให้นักเรียน



ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ได้ทดลองและลงมือปฏิบัติการด้วยตนเอง ซึ่งวิธีการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์คือการผลิตงานศิลปะ การเขียนเรื่องราวจากสิ่งที่เรียนตลอดจนการใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2542, น. 222) ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่เกิดจากการเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งของหรือความคิดที่แตกต่างกันเข้าด้วยกันจนกลายเป็นความคิดใหม่ที่แตกต่างไปจากความคิดเดิม (สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ, 2541, น.2) บรรยายภาศในห้องเรียนที่ให้อิสระ ไม่ถูกควบคุมจากระเบียบวินัยที่เคร่งครัดจนเกินไป มีความเป็นกันเอง เปิดโอกาสในการแสดงออกด้านต่าง ๆ อย่างเต็มที่ ยอมรับความคิดเห็น รวมทั้งการให้ได้รู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเอง (อารี พันธุ์ณี, 2540, น.101) และการส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น ต่อความคิดและคำตอบแปลกใหม่ของนักเรียน รวมทั้งการเปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดการรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระ ให้นักเรียนใช้จินตนาการของตนเองอย่างก้าวไกล (Torrance, 1959) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mayasari, Kadarohman, Rusdiana, and Kaniawati (2016) ได้ศึกษาระดับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผ่านการสร้างสร้งร้งขึ้นงาน พลังงานทดแทน (พลังงานแสงอาทิตย์) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 29 คน ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยแบบผสมผสาน และประเมินระดับความคิดสร้างสรรค์โดยใช้ 4P ผลการวิจัยพบว่า ชิ้นงานที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ และนักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้และทักษะเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อีกด้วยสอดคล้องกับงานวิจัยของ น้ำเพชร กะการดี (2560) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการโดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาระหว่างหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ อับดุลยามีน หะยีชาเคร์ (2560) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐชา พัฒนา และคณะ (2562) ซึ่งได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาระหว่างหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์ ในระดับมากที่สุด การศึกษาความพึงพอใจหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า ประเมินโดยกลุ่มตัวอย่าง 21 คน โดยใช้แบบสอบถามมาตรฐานค่า ประเมินใน 5 ด้านคือ ด้านบทบาทผู้สอน ด้านชุดอุปกรณ์ชุบโลหะด้วยไฟฟ้า ด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านประโยชน์ที่ได้รับ จากผลการประเมินด้านบทบาทผู้สอน มีความพึงพอใจในทุกด้านอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ยรายด้านเท่ากับ 4.69 ด้านชุดอุปกรณ์ชุบโลหะด้วยไฟฟ้า มีความพึงพอใจในทุกด้านอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด



ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ค่าเฉลี่ยรายด้านเท่ากับ 4.83 ด้านการจัดการเรียนรู้ มีความพึงพอใจในทุกด้านอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ยรายด้านเท่ากับ 4.70 ด้านการวัดและประเมินผล มีความพึงพอใจในทุกด้านอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ยรายด้านเท่ากับ 4.75 ด้านประโยชน์ที่ได้รับ มีความพึงพอใจในทุกด้านอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ยรายด้านเท่ากับ 4.56 ทั้ง 5 ด้าน มีความพึงพอใจในทุกด้านอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 และเมื่อพิจารณารายด้าน ด้านชุดอุปกรณ์ชุบโลหะด้วยไฟฟ้า มีความพึงพอใจมากที่สุดเท่ากับ 4.83 นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้า สามารถใช้งานได้ง่ายและช่วยทำให้เข้าใจเนื้อหาและทฤษฎีมากขึ้น สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ มีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยวรรณ มัชฌมนันท์ (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาการทำงานเป็นทีม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สภาพสมดุล โดยใช้ชุดกิจกรรมตามแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมตามแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ นัสรินทร์ บือซา (2558) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง (2560) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด จากผลการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยชุดอุปกรณ์แสดงให้เห็นว่า ชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้าที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ให้ผลการทดลองที่เห็นได้ชัด โดยเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้นและหันมาสนใจวิชาเคมีมากยิ่งขึ้น

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ชุดอุปกรณ์การชุบโลหะทองแดงด้วยไฟฟ้าช่วยลดการใช้ปริมาณสารเคมีในห้องปฏิบัติการได้ และสามารถนำไปใช้ประกอบการสอนในโรงเรียนที่ขาดแคลนอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ได้

1.2 เนื้อหาไฟฟ้าเคมีเป็นเนื้อหาที่ยากต่อการทำความเข้าใจ หากไม่ได้ทำการทดลอง การนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มมาใช้ร่วมกับชุดอุปกรณ์นั้น จะทำให้สามารถออกแบบกิจกรรมได้หลากหลายเหมาะสมกับวัยของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้ดียิ่งขึ้น

1.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ชุดอุปกรณ์ เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ออกแบบและสร้างชิ้นงาน โดยชิ้นงานนั้นใช้วัสดุที่มีในท้องถิ่นของตนเอง ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่มีไปสู่การใช้จริงในชีวิตประจำวันได้ และเกิดประโยชน์ต่อนักเรียน



1.4 จากการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่า ความความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดคล่องหลังเรียนของกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด จึงควรเพิ่มกิจกรรมและระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ จะช่วยให้เพิ่มความสามารถด้านความคิดคล่องให้มากขึ้นได้

## 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรพัฒนาชุดอุปกรณ์โดยทดลองเปลี่ยนไปใช้โลหะและสารละลายอื่น ๆ ในการชุป เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น

2.2 ควรพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันการทดลองเสมือนจริง เรื่อง ไฟฟ้าเคมี โดยใช้ควบคู่ไปกับการทดลองโดยใช้ชุดอุปกรณ์ เพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นการทดลองทั้งในระดับมหภาคและจุลภาคได้

2.3 ควรมีการศึกษาผลของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนด้วยการทดลองโดยใช้ชุดอุปกรณ์ อาจศึกษาเป็นรายบุคคล รายกลุ่ม หรือทั้งชั้นเรียน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

## บรรณานุกรม

เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปัตตานี.

ณัฐชา พัฒนา, นวลจิตต์ เขาวกิตพิงศ์, และทวิศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 12(2), 118 – 132.

นัสรินทร์ บือชา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปัตตานี.

น้ำเพชร กะการดี. (2560). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ โดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

ปาจริย์ เนรมิตพานิชย์. (2560). การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้เชิงความคิดสร้างสรรค์ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.



- ปิยวรรณ มัชฌมนันท์. (2558). การพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สภาพสมมูลโดยใช้ชุดกิจกรรมตามแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี. ไม่ได้ตีพิมพ์).
- พรทิพย์ สิริภัทรราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร*, 33(2), 49-56.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559ก). *สะเต็มศึกษา(STEM Education)*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- \_\_\_\_\_. (2559ข). *สรุปผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- \_\_\_\_\_. (2560). *รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมศักดิ์ ภู่วิภาดาพรรณ. (2541). *เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- สุทธิดา จำรัส. (2560). นิยามของสะเต็มและลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มศว*, 10(2), 13-34.
- อับดุลยามีน หะยีบาเดร์. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปัตตานี.
- อารี พันธุ์มณี. (2540). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ : ดันอ้อ แกรมมี่.
- Mayasari, T., Kadarohman, A., Rusdiana, D. & Kaniawati, I. (2016). *Exploration of student's creativity by integrating STEM knowledge into creative products*. AIP conference.
- O'Neil, T. L., Yamagata, J. Y. & Togioka, S. (2012). Teaching STEM Means Teacher Learning. *Phi Delta Kappan*, 94(1), 36-40.
- Torrance, E.P. (1959). Current research on the nature of creative talent. *Journal of Counseling Psychology*, 6(4), 309-316.