

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของนักศึกษาครูเคมี  
โดยใช้การปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวัน  
Development of STEM Education Learning Plan of Pre-service Chemistry  
Teacher Using Daily Life Chemistry Experiments

วีรณัฐ คฤหานนท์<sup>1\*</sup> ดวงจันทร์ แก้วกวงพาน<sup>2</sup> สมศักดิ์ กำทอง<sup>2</sup> พูนฉวี สมบัติศิริ<sup>3</sup> และ นิภา จันทร์อ่อน<sup>4</sup>  
Weeranuch Karuehanon<sup>1\*</sup> Duangjan Kaewkongpan<sup>2</sup> Somsak Gathong<sup>2</sup>  
Punchavee Sombatsiri<sup>3</sup> and Nipa Jun-on<sup>4</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาเคมีและศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

<sup>2</sup>สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

<sup>3</sup>สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

<sup>4</sup>สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

<sup>1</sup>Chemistry Program and Center of Excellence for Innovation in Chemistry, Faculty of Science,  
Lampang Rajabhat University

<sup>2</sup>General Science Program, Faculty of Science, Lampang Rajabhat University

<sup>3</sup>Chemistry Program, Faculty of Science, Lampang Rajabhat University

<sup>4</sup>Mathematics Program, Faculty of Science, Lampang Rajabhat University

\*Corresponding author, E-mail: [w.karuehanon@lpru.ac.th](mailto:w.karuehanon@lpru.ac.th), โทร. 082-7606567

วันที่ส่งบทความ 14 มีนาคม 2566 วันที่แก้ไขครั้งสุดท้าย 19 เมษายน 2566

วันที่ตอบรับบทความ 27 เมษายน 2566 วันที่เผยแพร่ออนไลน์ 1 กรกฎาคม 2567

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของนักศึกษาครูเคมีโดยใช้ปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวัน 2) ศึกษาความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบสะเต็มศึกษาของนักศึกษาครูเคมี และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาครูเคมีที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาสะเต็มศึกษา เนื้อหาการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ประชากรคือนักศึกษาครูเคมี ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาสะเต็มศึกษา จำนวน 8 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริงที่ผู้วิจัยพัฒนา ในเนื้อหาการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา 2) แบบประเมินความรู้ความเข้าใจ แบบประเมินทักษะที่เกี่ยวข้อง 3) แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ 4) แบบประเมินกระบวนการจัดการเรียนรู้ และ 5) แบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลวิจัยโดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักศึกษาครูเคมี สามารถพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยใช้ปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวัน ได้จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่พัฒนาโดยนักศึกษาอยู่ในระดับดี ( $\mu = 4.42$ ,  $\mu = 0.39$ ) 2) นักศึกษาครูเคมี สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยมีกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบปฏิบัติการทดลองในชีวิตประจำวัน และสามารถจัดการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีผลการวิเคราะห์การประเมินความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

ตามแนวคิดเพิ่มเติมศึกษาในระดับดี ( $\mu=4.28, \alpha=0.28$ ) และ 3) ความพึงพอใจของนักศึกษาครูเคมี ในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกกิจกรรมในรายวิชาเพิ่มเติมศึกษาในเนื้อหา “การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเพิ่มเติมศึกษา” ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการประเมินความรู้ความเข้าใจของตนเอง ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของรายวิชา และด้านการนำไปประยุกต์ใช้ พบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\mu=4.68, \alpha=0.02$ )

**คำสำคัญ:** สะเต็มศึกษา การปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวัน นักศึกษาครู

## Abstract

This research aimed to 1) develop pre-service chemistry teachers' lesson plans for STEM education by using daily life chemistry experiment learning activity, 2) study pre-service chemistry teachers' ability in the learning activity design for stem education and 3) study satisfaction of pre-service chemistry teachers for classroom activities in STEM Education course, in the topic of “the learning activity design for STEM education”. The participants of this study were eight second-year pre-service chemistry teachers enrolled in STEM Education course. Research tools included 1) the lesson plans indicating the learning activities designed for STEM education course 2) the form for measurement of knowledge, understanding and expected skills 3) the form for evaluation of quality of lesson plans developed by the participating pre-service teachers 4) the form for evaluation of the learning process and 5) the satisfaction questionnaire. The data collected were analyzed by using average and standard deviation.

It was found that 1) Eight lesson plans and STEM learning activities based on daily life chemistry experiments developed by participating pre-service chemistry teachers were at the ‘good’ level for quality ( $\mu =4.42, \alpha=0.39$ ). 2) Pre-service chemistry teachers could design learning activities based on the daily life chemistry experiments and effective leaning management was observed in microteaching activity. The ability of learning design in the concept of STEM education of the target group was also shown in the ‘good’ level ( $\mu =4.28, \alpha =0.28$ ). 3) Satisfaction, in the topic of “Designing the STEM education learning activities” of STEM education course for the pre-service chemistry teachers in three aspects--knowledge and understanding, course learning activity management and application of the lessons was shown at the ‘highest’ level ( $\mu =4.68, \alpha=0.22$ ).

**Keywords:** STEM Education, Daily life chemistry experiments, Pre-service teachers

## บทนำ

การเตรียมความพร้อมสำหรับนักศึกษาครูเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงหรือการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้อุทิศศตวรรษที่ 21 เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับหลักสูตรทางการศึกษาที่ผลิตครูนั้นจะต้องติดตาม ปรับปรุง และพัฒนาให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคปัจจุบัน โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้เมื่อมุ่งผลลัพธ์การเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างแท้จริงผ่านการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งจะเป็นการพัฒนาทักษะของผู้เรียนในหลายมิติ ทั้งทักษะการคิด การแก้ปัญหา การปฏิบัติการ และการบูรณาการ (สมสกุล เทพประทุน และ ศักดิพันธ์ ต้นวิมลรัตน์, 2561) โดยบทบาทหน้าที่ของผู้สอนก็จำเป็นที่จะต้องปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมตามกิจกรรมที่ออกแบบ ปรับเปลี่ยนบทบาทจากผู้สอน เป็นผู้อำนวยความสะดวกและเป็นผู้ให้คำแนะนำกับผู้เรียน จะทำให้การจัดการเรียนรู้นั้นเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญได้อย่างแท้จริง (ณัฐตะวัน ลิ้มประสงค์, 2563) โดยเฉพาะศาสตร์สาขาวิชาที่ผู้เรียนส่วนใหญ่จะมีปัญหาในการเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาวิชา วิชาเคมีเป็นอีกหนึ่งรายวิชาที่เป็นปัญหากับผู้เรียนจำนวนมากเนื่องจากมีเนื้อหาวิชาที่ค่อนข้างเข้าใจยาก ผู้เรียนส่วนใหญ่มองไม่เห็นถึงความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ยังมองว่าในรายวิชานี้เป็นการเรียนรู้ในทฤษฎีเชิงลึกที่นำมาประยุกต์ใช้ไม่ได้ (Wang, Rocabdo, Lewis, & Lewis, 2021) ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้อุทิศศตวรรษที่ 21 วิชาเคมีให้มีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องมีการเรียนรู้ในภาคทฤษฎีควบคู่ไปกับภาคปฏิบัติการทดลองหรือกิจกรรมต่าง ๆ จึงจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในทฤษฎีและเนื้อหาทางเคมีได้ เนื่องจากการปฏิบัติการทดลองต่าง ๆ เมื่อได้ผลการทดลองมาแล้ว จะช่วยในการยืนยันทฤษฎีหรือเนื้อหาในเรื่องนั้น ๆ ได้ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้เคมี ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจใคร่รู้มีเจตคติที่ดีต่อรายวิชา รวมถึงให้ผู้เรียนรับรู้ถึงประโยชน์ของการเรียนวิชาเคมีได้นั้น จะต้องมีการเชื่อมโยงองค์ความรู้ของเนื้อหาวิชาในบริบทของสิ่งรอบตัว เช่น ในประเด็นของการเชื่อมโยงปัญหาทางเทคโนโลยี หรือด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น (Stuckey & Elikes, 2014) และอีกประการหนึ่งที่สำคัญที่สุด คือการเชื่อมโยงความรู้ทางเคมีสู่ชีวิตประจำวัน โดยการเรียนรู้ทฤษฎีหรือเนื้อหาทางเคมีผ่านปฏิบัติการทดลองทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน หรือประสบการณ์ รวมถึงเหตุการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันนั้น นอกจากจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เรียนสนุก และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนในวิชาเคมีได้อีกด้วย

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการองค์ความรู้ทั้งในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ มาใช้ในการหาคำตอบหรือแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกกระบวนการตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้น กระบวนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ในศาสตร์สาขาวิชาที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแก้ปัญหา และสามารถเสริมสร้างและพัฒนาทักษะต่าง ๆ ให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ทักษะด้านปัญญาที่ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาหรือมีองค์ความรู้พื้นฐานหรือเนื้อหาเพื่อนำมาบูรณาการ การส่งเสริมทักษะด้านการคิดทั้งในเชิงการคิดวิเคราะห์ในการแก้ไขปัญหา หรือคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่คำตอบหรือข้อค้นพบ ที่จะนำไปสู่การสร้างสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรม อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมทักษะด้านการสื่อสารวิทยาศาสตร์ในการสื่อสารผลงานหรือกระบวนการต่าง ๆ ได้อีกด้วย (นุรอาซีกิน สาและ, ณัฐนี โมพันธ์ และ มัสดี แวดราแมคู, 2560) โดยในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานี้ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถออกแบบกิจกรรมได้หลากหลาย สามารถปรับกิจกรรมให้เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่ หรือสภาพแวดล้อมทั้งในและนอกชั้นเรียนได้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยมีการเชื่อมโยงกับบริบทของชีวิตประจำวัน เป็นอีกหนึ่งแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจ เนื่องจากการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมรอบตัว ปรากฏการณ์ หรือสิ่งที่พบในชีวิตประจำวันนั้น จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ใคร่รู้ เห็นถึงความสำคัญและประโยชน์ของการเรียนในเนื้อหานั้น ๆ รวมถึงการนำไปประยุกต์ใช้หรือต่อยอดในชีวิตประจำวัน (อภิญา สิงโต, 2564) ซึ่งการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีการบูรณาการความรู้โดยมีวิทยาศาสตร์เป็นฐานนั้น เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจอย่างยิ่งสำหรับรายวิชาเคมี เนื่องจากที่ได้กล่าวไปข้างต้นว่ารายวิชาเคมีเป็นหนึ่งในรายวิชาที่ผู้เรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในด้านความเข้าใจในเนื้อหาความรู้ รวมถึงไม่เข้าใจถึงประโยชน์ในการเรียนรายวิชา หากนำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้ปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวันมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ จะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ เห็นประโยชน์ของการเรียนเคมี มีเจตคติที่ดีต่อรายวิชาเคมี นำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนในรายวิชาเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ (พิบูล คำภีระปาวงค์ และ เฉลิมพรทองพูน, 2559; ดุษฎีพร หิรัญ และ สุรวุฒิ สุดทา, 2021) เหมาะกับการนำไปใช้ในชั้นเรียนทุกระดับชั้นทั้งผู้สอนในระดับอุดมศึกษาและมัธยมศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเหมาะสำหรับนักศึกษาครูเคมี ที่จะสามารถพัฒนาและนำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เชื่อมโยงกับปฏิบัติการทดลองในชีวิตประจำวันนี้ไปใช้ในการฝึกปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาในการพัฒนาทั้งผู้เรียน และพัฒนาตนเองในการเตรียมความพร้อมสำหรับการเป็นครูเคมีในการปฏิบัติงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษาเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สำคัญสำหรับการพัฒนาประสิทธิภาพในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นอีกหนึ่งทักษะที่จำเป็นของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (ฐิตินันท์ ดาวศรี และคณะ, 2564) โดยคำนึงถึงหลักการในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับบริบท คำนึงถึงผลที่จะเกิดกับผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเฉพาะความรู้ทักษะและเจตคติที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งคำนึงถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้เพื่อทำให้การจัดการเรียนรู้นั้นมีประสิทธิภาพ (สุวัจน ศรีนิเวตร, 2562; อภินันท์พร สถิตย์ภาคีกุล, 2561) ซึ่งนอกจากครูจะต้องสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้หรือออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการองค์ความรู้แล้วนั้น ครูยังต้องมีความเป็นครูนวัตกรรมที่สามารถสร้างนวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อยกระดับคุณภาพของผู้เรียนได้ ดังนั้น ในการผลิตครูที่จะสามารถยกระดับคุณภาพการศึกษาได้ในอนาคต จะต้องเสริมสร้างทักษะการสร้างนวัตกรรมให้แก่ นักศึกษาครู เพื่อให้มีความพร้อมทั้งด้านองค์ความรู้ และการสร้างนวัตกรรม รวมถึงการประยุกต์ใช้นวัตกรรมนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งนอกจากจะเป็นการพัฒนาผู้เรียนแล้วยังเป็นการพัฒนาและเสริมสร้างความเป็นครูนวัตกรรมให้แก่ นักศึกษาครูได้อีกด้วย

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ในการเสริมสร้างให้นักศึกษาครูเคมีสามารถสร้างนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเคมีที่มีประสิทธิภาพที่สามารถนำไปพัฒนาผู้เรียนได้นั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาค้นคว้าพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของนักศึกษาครูเคมี ในรูปแบบของการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กิจกรรมการปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวันในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยศึกษาความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ รวมไปถึงการนำนวัตกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่นักศึกษาครูเคมีได้พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้จริงในการปฏิบัติการสอนแบบจุลภาค ตลอดจนศึกษาความพึงพอใจของกระบวนการในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักศึกษาครูเคมีในการเป็นครูนวัตกรรม ที่สามารถสร้างนวัตกรรมทางการศึกษาในรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้

### วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของนักศึกษาครูเคมีโดยใช้ปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวัน
2. ศึกษาความสามารถในการออกแบบและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้การปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวันของนักศึกษาครูเคมี
3. ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาครูเคมีที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาสะเต็มศึกษาในเนื้อหาการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน

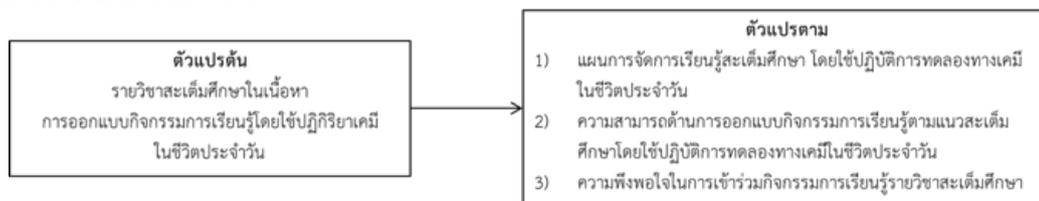
## นิยามศัพท์เฉพาะ

แผนการเรียนรู้สะเต็มศึกษา คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา โดยมีกิจกรรมหลักเป็นการปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวันที่ออกแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบของสะเต็มศึกษาที่พัฒนานักศึกษาครูเคมี ชั้นปีที่ 2 ในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

## สมมติฐานงานวิจัย

นักศึกษาครูเคมี ชั้นปีที่ 2 ในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี สามารถพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้ปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวันได้ จากการเรียนในรายวิชาสะเต็มศึกษาในเนื้อหาการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปฏิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

## กรอบแนวคิดของการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

## วิธีการดำเนินการวิจัย

### 1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2562 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพกาลัง ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาสะเต็มศึกษา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 8 คน

### 2. ขอบเขตของการวิจัย

#### 2.1 ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาสะเต็มศึกษา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 8 คน

#### 2.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหาเรื่องสะเต็มศึกษา หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2562 และเนื้อหาในรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

#### 2.3 ตัวแปรที่ใช้ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยใช้ปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวันตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้ปฏิบัติการทดลองในชีวิตประจำวัน และความพึงพอใจของนักศึกษาครูเคมีในรายวิชาสะเต็มศึกษา

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริงที่ผู้วิจัยพัฒนา ในเนื้อหาการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา จำนวน 4 แผน สำหรับการเรียนรู้จำนวน 7 ครั้ง ครั้งละ 4 ชั่วโมง รวมใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสิ้น 28 ชั่วโมง ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ภายใต้กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (มคอ. 3) ในรายวิชาสะเต็มศึกษา หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ประกอบไปด้วย สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล และผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยมีการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง และประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญพบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วง 0.50 – 1.00 และแผนการจัดการเรียนรู้ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินคุณภาพที่มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X}$  =4.64, S.D.=0.31)

3.2 แบบประเมินความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาและการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินแบบแยกประเด็นย่อยสำหรับก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ และผ่านการหาคุณภาพของเครื่องมือประเมินในการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องกับกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีผลการประเมินอยู่ในช่วง 0.60 – 1.00

3.3 แบบประเมินความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดของสะเต็ม โดยใช้แบบประเมินรูบริค (Scoring rubric) โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินแบบแยกประเด็นย่อยสำหรับการเข้าร่วมกิจกรรมสะเต็มที่ 1 ซึ่งมีการประเมินแยกเป็น 5 ประเด็น ได้แก่ 1) “S” 2) “T” 3) “E” และ 4) “M” ซึ่งผ่านการหาคุณภาพของเครื่องมือประเมินในการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องกับกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ มีผลการประเมินอยู่ในช่วง 0.60 – 1.00

3.4 แบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการแก้ปัญหา โดยเป็นแบบประเมินแบบรูบริค โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินแบบแยกประเด็นย่อยสำหรับการเข้าร่วมกิจกรรมสะเต็มที่ 3 ซึ่งมีการประเมินแยกเป็น 4 ประเด็น ได้แก่ 1) การตั้งสมมติฐาน 2) การเลือกใช้อุปกรณ์ 3) การออกแบบการทดลอง 4) การระบุตัวแปร 5) การบันทึกผลการทดลอง 6) การอธิบายผลการทดลอง 7) การสรุปผลการทดลอง และ 8) การเชื่อมโยงการทดลองกับ STEAM ซึ่งผ่านการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยมีผลการประเมิน อยู่ในช่วง 0.80 – 1.00

3.2.4 แบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยเป็นแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า ซึ่งมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินแบบแยกประเด็นย่อยสำหรับการเข้าร่วมกิจกรรมสะเต็มที่ 4 ซึ่งมีการประเมินแยกเป็น 10 ประเด็น ได้แก่ 1) ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ 2) สารสำคัญ 3) ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน/ผลการเรียนรู้ 4) สารการเรียนรู้ 5) กรอบแนวคิดสะเต็มศึกษา 6) จุดประสงค์ของกิจกรรม 7) อุปกรณ์และสารเคมี 8) แนวการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ 9) การวัดผลประเมินผล และ 10) สื่อและแหล่งเรียนรู้ ซึ่งผ่านการประเมินหาค่าดัชนีความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยมีผลการประเมิน อยู่ในช่วง 0.60 – 1.00

3.2.5 แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเป็นแบบประเมินคุณภาพแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ซึ่งมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินแบบแยกประเด็นย่อยสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งมีการประเมินแยกเป็น 4 ประเด็น ได้แก่ 1) ความครบถ้วนขององค์ประกอบ 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน/ผลการเรียนรู้ 4) สารการเรียนรู้ 5) กรอบแนวคิดสะเต็มศึกษา 6) จุดประสงค์ของกิจกรรม 7) อุปกรณ์และสารเคมี 8) แนวการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ 9) การวัดผลประเมินผล 10) สื่อและแหล่งเรียนรู้ และ 11) การนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้จริง

ซึ่งผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินคุณภาพเท่ากับ  $\bar{X}=4.67$ ,  $SD=0.31$  ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

3.2.6 แบบประเมินกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยเป็นแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่าที่มีการกำหนดเกณฑ์การประเมินแบบแยกประเด็นย่อยสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งมีการประเมินแยกเป็น 5 ประเด็น ได้แก่ 1) การนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ 2) การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 3) การสรุปกิจกรรมการเรียนรู้ 4) สื่อการจัดการเรียนรู้ 5) บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินคุณภาพเท่ากับ  $\bar{X} = 4.57$ ,  $SD=0.27$  ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

3.2.7 แบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาในการเรียนรู้รายวิชาสะเต็มศึกษา โดยเป็นแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ที่มีการกำหนดเกณฑ์การประเมินแบบแยกประเด็นหลัก 3 ประเด็น ได้แก่ 1) ด้านการประเมินความรู้ความเข้าใจของตนเอง 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของรายวิชา และ 3) ด้านการนำไปประยุกต์ใช้ ซึ่งผ่านการประเมินหาคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินคุณภาพมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X}=4.73$   $SD=0.31$ )

#### 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้ มีการดำเนินการในการเก็บรวบรวมข้อมูล และดำเนินการวิจัย โดยออกแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาสะเต็มศึกษา ในเนื้อหาการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา เพื่อการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของนักศึกษาครุเคมี จำนวนทั้งสิ้น 7 สัปดาห์ โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาเรื่อง การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา รายวิชาสะเต็มศึกษา จำนวน 7 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
1	1) ทำแบบประเมินความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาและการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 2) ทบทวนความรู้ความเข้าใจและนิยามของสะเต็ม เป็นรายบุคคลผ่านสิ่งของ/สิ่งประดิษฐ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยให้ผู้เรียนเลือกสิ่งของด้วยวิธีการสุ่ม และวิเคราะห์สะเต็ม ผ่าน Google Slide และนำเสนอ	1) ทำแบบประเมินความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาและการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 2) ทบทวนความรู้ความเข้าใจและนิยามของสะเต็ม เป็นรายบุคคลผ่านสิ่งของ/สิ่งประดิษฐ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยให้ผู้เรียนเลือกสิ่งของด้วยวิธีการสุ่ม และวิเคราะห์สะเต็ม ผ่าน Google Slide และนำเสนอ



**สัปดาห์ที่**                      **รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้**                      **รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้**

- 1                      3) กำหนดตัวอย่างเทคโนโลยี/นวัตกรรมที่เป็นประเด็นหรือเป็นที่สนใจในปัจจุบัน และแบ่งกลุ่มเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน เพื่อร่วมกันวิเคราะห์เพิ่มเติมของสิ่งประดิษฐ์ดังกล่าว และนำเสนอผ่าน Google Slide



- 3) กำหนดตัวอย่างเทคโนโลยี/นวัตกรรมที่เป็นประเด็นหรือเป็นที่สนใจในปัจจุบัน และแบ่งกลุ่มเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน เพื่อร่วมกันวิเคราะห์เพิ่มเติมของสิ่งประดิษฐ์ดังกล่าว และนำเสนอผ่าน Google Slide

- 2                      1) ดำเนินกิจกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน จำนวน 3 กิจกรรม โดยจับคู่ทำกิจกรรม กำหนดปัญหาให้แก้ไขผ่านการปฏิบัติการทดลอง การออกแบบ และการประดิษฐ์ โดยมีการตั้งสมมติฐาน การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ การออกแบบการทดลอง และการวิเคราะห์เพิ่มเติมของการทดลอง พร้อมทั้งนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาผ่านการทดลอง และบันทึกในใบกิจกรรม



- 1) แบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการแก้ปัญหา

- 2) ยกตัวอย่างกิจกรรมสะเต็ม พร้อมทั้งร่วมกันอภิปรายรายละเอียดของกิจกรรม ทั้งการวิเคราะห์เพิ่มเติม และความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

- 3                      1) กำหนดกิจกรรมสะเต็มจำนวน 4 กิจกรรม โดยแบ่งกลุ่มนักศึกษาออกเป็น 4 กลุ่ม กำหนดหัวข้อกิจกรรมสะเต็มได้ด้วยการสุ่ม จากนั้นทำการวิเคราะห์กิจกรรม และการออกแบบกิจกรรม การทดลองให้เชื่อมโยงกับสะเต็ม ในแบบบันทึกกิจกรรม พร้อมทั้งนำเสนอและอภิปรายผลการวิเคราะห์กิจกรรม



สัปดาห์ที่	รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4	<p>1) ให้ความรู้เกี่ยวกับแนวทางการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา</p> <p>2) เรียนรู้องค์ประกอบและรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้แบบทั่วไป โดยยกตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีและร่วมกันอภิปราย</p> <p>3) ยกตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา จำนวน 2 แผน ซึ่งเป็นตัวอย่างจาก สสวท. ทำการเรียนรู้องค์ประกอบและรายละเอียดแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม ร่วมกันวิเคราะห์องค์ประกอบและรายละเอียด รวมถึงเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบทั่วไป และแบบสะเต็มศึกษา และนำเสนอผลการวิเคราะห์</p> <p>4) ให้นักศึกษาเลือกหัวข้อกิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน เพื่อนำไปสู่การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยทำกิจกรรมออกแบบการทดลองเบื้องต้นและนำเสนอผ่านใบงาน “My Direction” และอภิปรายร่วมกัน และเตรียมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อจัดเตรียมในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในสัปดาห์ถัดไป</p>	<p>1) แบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์</p>
5	<p>1) จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล โดยใช้หัวข้อกิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ที่มีการออกแบบการทดลองเบื้องต้นในสัปดาห์ก่อนหน้า โดยจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบฟอร์มอ้างอิงจาก สสวท. โดยมีคู่มือการจัดทำแผนในส่วนของการระบุตัวชี้วัด และผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ และกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560</p> <p>2) เตรียมความพร้อมสำหรับปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคตามแผนการจัดการเรียนรู้ของตนเอง</p> <p>1) ปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคตามแผนการจัดการเรียนรู้และปฏิบัติการทดลองที่นักศึกษาเป็นผู้พัฒนา</p>	<p>1) แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้</p>

สัปดาห์ที่	รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4	<p>1) ให้ความรู้เกี่ยวกับแนวทางการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา</p> <p>2) เรียนรู้องค์ประกอบและรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้แบบทั่วไป โดยยกตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีและร่วมกันอภิปราย</p> <p>3) ยกตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา จำนวน 2 แผน ซึ่งเป็นตัวอย่างจากสสวท. ทำการเรียนรู้องค์ประกอบและรายละเอียดแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม ร่วมกันวิเคราะห์องค์ประกอบและรายละเอียด รวมถึงเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบทั่วไป และแบบสะเต็มศึกษา และนำเสนอผลการวิเคราะห์</p> <p>4) ให้นักศึกษาเลือกหัวข้อกิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน เพื่อนำไปสู่การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยทำกิจกรรมออกแบบการทดลองเบื้องต้นและนำเสนอผ่านใบงาน “My Direction” และอภิปรายร่วมกัน และเตรียมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อจัดเตรียมในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในสัปดาห์ถัดไป</p>	<p>1) แบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์</p>
5	<p>1) จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล โดยใช้หัวข้อกิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ที่มีการออกแบบการทดลองเบื้องต้นในสัปดาห์ก่อนหน้า โดยจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบฟอร์มอ้างอิงจาก สสวท. โดยมีคู่มือการจัดทำแผนในส่วนของการระบุตัวชี้วัด และผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ และกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560</p> <p>2) เตรียมความพร้อมสำหรับปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคตามแผนการจัดการเรียนรู้ของตนเอง</p>	<p>1) แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้</p>

สัปดาห์ที่	รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
6-7	<p>1) ปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคตามแผนการจัดการเรียนรู้และปฏิบัติการทดลองที่นักศึกษาเป็นผู้พัฒนาขึ้นตามแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยมีเวลาในการปฏิบัติการสอนจำนวน 2 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คน คนละ 50 นาที (1 คาบเรียน) โดยมีเพื่อนร่วมชั้นเป็นผู้เรียน</p> <p>2) นักศึกษาประเมินความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาสะเต็มศึกษา ในเนื้อหาเรื่อง การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา</p>	<p>1) แบบประเมินกระบวนการจัดการเรียนรู้</p> <p>2) แบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาในการเรียนรู้รายวิชาสะเต็มศึกษา</p> <p>3) แบบสัมภาษณ์ที่ไม่มีโครงสร้าง</p>

## 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ที่ไม่มีโครงสร้าง ด้วยวิธีการตีความ (Interpretation) และดำเนินการสรุปข้อมูลตามประเด็นที่ต้องการ พร้อมทั้งวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล และจุดมุ่งหมายของการศึกษา

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในจากการประเมินความถี่ การสังเกตพฤติกรรม การประเมินทักษะที่เกี่ยวข้อง การประเมินคุณภาพ และการประเมินความพึงพอใจ โดยการใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) ผ่านการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean;  $\mu$ ) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation;  $\alpha$ )

## ผลการวิจัย

ผลการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของนักศึกษาครูเคมีโดยใช้การปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวัน สำหรับนักศึกษาครูเคมี ชั้นปีที่ 2 ได้ดำเนินการวิจัยโดยวางแผนและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักศึกษาเกิดการพัฒนากิจกรรมในด้านต่าง ๆ ไปจนถึงการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง และการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคจากการออกแบบด้วยตนเอง ซึ่งถือเป็นนวัตกรรมที่เกิดจากการพัฒนาด้วยตัวนักศึกษาครู โดยมีผลการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ผลวิเคราะห์การประเมินความรู้ความเข้าใจในเรื่องของสะเต็มศึกษา รวมถึงความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ก่อนการเรียนรู้ในรายวิชาสะเต็มศึกษา ในเนื้อหา “การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา” ของนักศึกษาครูเคมี ชั้นปีที่ 2 แสดงผลดังตารางที่ 2

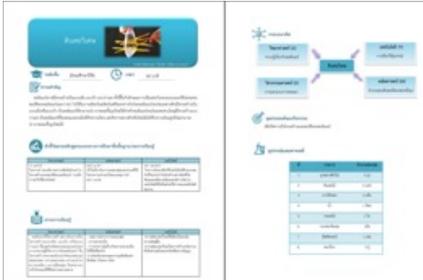
**ตารางที่ 2** ผลการวิเคราะห์การประเมินความรู้ความเข้าใจ และความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ก่อนเรียนรู้ในรายวิชาสะเต็มศึกษา เนื้อหา “การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา”

รายการประเมิน	$\mu$	$\alpha$	ระดับความรู้ความเข้าใจ
1. นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจและความหมายของสะเต็มศึกษา	3.12	0.35	ปานกลาง
2. นักศึกษาสามารถในการอธิบายความหมาย/คำนิยาม ของ “S”	3.00	0.00	ปานกลาง
3. นักศึกษาสามารถในการอธิบายความหมาย/คำนิยาม ของ “T”	2.38	0.51	น้อย
4. นักศึกษาสามารถในการอธิบายความหมาย/คำนิยาม ของ “E”	3.00	0.00	ปานกลาง
5. นักศึกษาสามารถในการอธิบายความหมาย/คำนิยาม ของ “M”	3.00	0.00	ปานกลาง
6. นักศึกษาสามารถอธิบายสะเต็มของสิ่งของ/สิ่งประดิษฐ์ในชีวิตประจำวัน	2.12	0.52	น้อย
7. นักศึกษาสามารถการออกแบบกิจกรรมสะเต็มได้	1.38	0.52	น้อยที่สุด
8. นักศึกษาสามารถจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ได้	1.50	0.54	น้อยที่สุด
9. นักศึกษาสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	1.25	0.46	น้อยที่สุด
10. นักศึกษาสามารถเชื่อมโยงการทดลองในชีวิตประจำวันกับการจัดการเรียนรู้	1.88	0.35	น้อยที่สุด
<b>รวม</b>	<b>2.26</b>	<b>0.22</b>	<b>น้อย</b>

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความรู้ความเข้าใจของนักศึกษาครูเคมีต่อการสะเต็มศึกษาและการจัดกิจกรรมสะเต็มตามประเด็นประเมิน พบว่ามีระดับความรู้ความเข้าใจในภาพรวมเฉลี่ยเท่ากับ  $\mu = 2.26, \alpha = 0.22$  ซึ่งถือว่ามีความรู้ความเข้าใจน้อย โดยประเด็นประเมินเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจสะเต็มกับความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับน้อยที่สุด คืออยู่ในช่วง  $\mu = 1.25, \alpha = 0.45$  ถึง  $\mu = 1.88, \alpha = 0.35$  โดยจากข้อมูลที่ได้พบว่านักศึกษาครูเคมี มีความรู้ความเข้าใจในความหมายของสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับน้อยถึงปานกลาง โดยส่วนใหญ่เป็นการรู้ความหมายของตัวอักษรย่อ แต่ยังขาดความเข้าใจถึงการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา และนักศึกษาครูเคมีประเมินตนเองด้านความสามารถในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับน้อยที่สุด ซึ่งมีเหตุผลหลักคือการขาดประสบการณ์การจัดการเรียนรู้

2. ผลการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษา ได้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ได้แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน ที่ใช้ปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวันเป็นองค์ความรู้หลักในการวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี ดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่พัฒนาโดยนักศึกษาครูเคมี ชั้นปีที่ 2

ลำดับ	แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็ม	แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็ม	ตัวอย่างรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้
1.	กฎป่วนจนหัวจะปวด	กฎป่วนจนหัวจะปวด	
2.	ดินสอวิเศษ	ดินสอวิเศษ	
3.	เทียนดูดน้ำ	เทียนดูดน้ำ	
4.	จับเหรียญอาบน้ำ	จับเหรียญอาบน้ำ	
5.	เป่าลูกโป่งจากปากขวด	เป่าลูกโป่งจากปากขวด	
6.	ภูเขาไฟใต้ทะเล	ภูเขาไฟใต้ทะเล	
7.	หมอกจำลอง	หมอกจำลอง	
8.	เครื่องกรองน้ำ	เครื่องกรองน้ำ	

จากตารางที่ 3 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่พัฒนาโดยการเชื่อมโยงเนื้อหาองค์ความรู้ทางเคมีหลากหลายเนื้อหาผ่านกิจกรรมการทดลองภายใต้กิจกรรมสะเต็มศึกษาดังตารางที่ 3 ยกตัวอย่างเช่น แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็ม เรื่อง ดินสอวิเศษ ที่มีลักษณะกิจกรรมให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มและกำหนดให้โจทย์ให้ออกแบบในการเจาะรูถุงพลาสติกที่บรรจุน้ำอย่างไรให้น้ำไม่รั่ว โดยมีการกำหนดเวลาและตัดสินจากจำนวนตำแหน่งในการเจาะถุงพลาสติก พร้อมทั้งนำเสนอและอภิปรายความรู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งการทดลองนี้ใช้อุปกรณ์ ได้แก่ ถุงพลาสติกแบบต่าง ๆ ยางรัด ดินสอ และน้ำ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่หาได้ง่าย ราคาถูก และเป็นของที่ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยเป็นกิจกรรมที่เชื่อมโยงเนื้อหาเรื่องพอลิเมอร์ และสมบัติของพอลิเมอร์เบื้องต้นผ่านกิจกรรมเป็นต้น

3. ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้ปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวัน ตามแบบฟอร์มอ้างอิงจาก สสวท. โดยนักศึกษาครูเคมี ชั้นปีที่ 2 จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (เอมิกา สุวรรณหิตาทร และ ศิริชัย กาญจนวาสี, 2559) ดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักศึกษาครูเคมี  
 ชั้นปีที่ 2

รายการประเมิน	$\mu$	$\alpha$	การแปลผล
1. ความครบถ้วนขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (ตามแบบฟอร์มของ สสวท.)	5.00	0.00	ระดับดีมาก
2. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด	4.38	0.52	ระดับดี
3. ระบุตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน/ผลการเรียนรู้ครบถ้วน และถูกต้องของทั้งกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์	4.00	0.00	ระดับดี
4. สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัด	4.38	0.52	ระดับดี
5. กรอบแนวคิดสะเต็มศึกษามีความชัดเจนและถูกต้องตามกิจกรรมและสาระการเรียนรู้	4.88	0.35	ระดับดีมาก
6. จุดประสงค์ของกิจกรรมระบุชัดเจนและเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.13	0.35	ระดับดี
7. อุปกรณ์และสารเคมีสามารถหาได้ง่าย ปลอดภัย และเป็นอุปกรณ์ในชีวิตประจำวัน	4.50	0.53	ระดับดีมาก
8. แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	5.00	0.00	ระดับดีมาก
9. การวัดผลและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	ระดับดี
10. สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความเหมาะสม ครบถ้วน และสามารถต่อยอดองค์ความรู้ได้	4.00	0.00	ระดับดี
11. กิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้มีความเป็นไปได้ในการนำไปประยุกต์ใช้จริง	4.38	0.52	ระดับดี
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.42</b>	<b>0.39</b>	<b>ระดับดี</b>

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่พัฒนาโดยนักศึกษาครูเคมี พบว่านักศึกษาครูเคมีมีความสามารถในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งมีการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับดี ( $\mu = 4.42$ ,  $\alpha = 0.39$ ) ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีองค์ประกอบครบถ้วน แสดงถึงความชัดเจนของกรอบแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีความถูกต้องและมีการเชื่อมโยงกิจกรรมกับสาระการเรียนรู้ นอกจากนั้นยังมีเป็นไปตามขั้นตอนตามแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีการใช้ปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวัน ที่มีการใช้อุปกรณ์สารเคมีที่หาได้ง่าย ปลอดภัย และใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งประเด็นที่กล่าวมาเมื่อประเมินคุณภาพแล้วอยู่ในระดับดีมาก

4. ผลวิเคราะห์การประเมินความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในการเรียนรู้รายวิชาสะเต็มศึกษาในเนื้อหา “การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา” ของนักศึกษาครูเคมี ชั้นปีที่ 2 มีการประเมินโดยคณาจารย์จำนวน 3 คน ประกอบด้วยอาจารย์ประจำวิชาจำนวน 2 คน และอาจารย์ในสาขาวิชาเคมี 1 คน เครื่องมือที่เหมาะสมในการประเมินทักษะหรือประสิทธิภาพในด้านต่าง ๆ ตลอดระยะเวลา 7 สัปดาห์ ดังตารางที่ 5

**ตารางที่ 5** ผลการวิเคราะห์การประเมินความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

รายการประเมิน	$\mu$	$\alpha$	การแปลผล
1. การประเมินความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดของสะเต็ม	4.01	0.57	ระดับดี
2. การประเมินทักษะการคิดขั้นสูง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา	4.10	0.74	ระดับดี ระดับดี
3. การประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่พัฒนาโดยนักศึกษา	4.42	0.39	ระดับดีมาก
4. การประเมินทักษะการจัดการเรียนรู้ในการปฏิบัติการสอนแบบจุลภาค จากกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่นักศึกษาเป็นผู้ออกแบบ	4.60	0.48	
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.28</b>	<b>0.28</b>	<b>ระดับดี</b>

จากตารางที่ 5 การประเมินทักษะและประสิทธิภาพของนักศึกษาครูเคมีในด้านต่าง ๆ ตลอดการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมในแต่ละสัปดาห์ พบว่า นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดของสะเต็ม หลังจากทำกิจกรรมอยู่ในระดับดี ( $\mu = 4.01, \alpha = 0.57$ ) นอกจากนี้การประเมินทักษะการคิดขั้นสูง ได้แก่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา มีผลการประเมินเฉลี่ย เท่ากับ ( $\mu = 4.10, \alpha = 0.74$ ) ซึ่งอยู่ในระดับดี และเมื่อทำการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งจัดเป็นนวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาโดยนักศึกษา พบว่า มีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยมีระดับคุณภาพเฉลี่ยเท่ากับ ( $\mu = 4.42, \alpha = 0.39$ ) และเมื่อประเมินการปฏิบัติการสอนแบบจุลภาค ในส่วนของทักษะการจัดการเรียนรู้ พบว่ามีระดับคุณภาพเฉลี่ยเท่ากับ ( $\mu = 4.60, \alpha = 0.48$ ) ซึ่งอยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีผลการประเมินในภาพรวมของความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในระดับดี ( $\mu = 4.28, \alpha = 0.28$ ) ซึ่งพบว่านักศึกษาครูเคมีมีความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดของสะเต็ม มีการพัฒนาทักษะการคิดและการแก้ปัญหา และสามารถพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพสามารถนำไปจัดการเรียนรู้ได้ นอกจากนี้ นักศึกษาครูเคมียังสามารถจัดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยใช้การทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวันได้ในระดับดีมาก

5. ผลวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกกิจกรรมในรายวิชาสะเต็มศึกษาในเนื้อหา “การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา” ของนักศึกษาครูเคมี ชั้นปีที่ 2 โดยเป็นการประเมินหลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยแบ่งเป็นการประเมิน 3 ด้านหลัก ได้แก่ ด้านการประเมินความรู้ความเข้าใจของตนเอง ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของรายวิชา และด้านการนำไปประยุกต์ใช้ แสดงผลดังตารางที่ 6

**ตารางที่ 6** ผลการวิเคราะห์การประเมินการประเมินความพึงพอใจหลังจากการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้  
 ในรายวิชาสะเต็มศึกษา เนื้อหา “การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา”

รายการประเมิน	$\mu$	$\alpha$	การแปลผล
<b>1. ด้านการประเมินความรู้ความเข้าใจของตนเอง</b>	<b>4.66</b>	<b>0.09</b>	<b>มากที่สุด</b>
1.1 นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษามากยิ่งขึ้น	4.63	0.52	มากที่สุด
1.2 นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษามากยิ่งขึ้น	4.63	0.52	มากที่สุด
1.3 นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้	4.88	0.35	มากที่สุด
1.4 นักศึกษาสามารถอธิบายเพิ่มเติมของสิ่งของ เครื่องใช้/สิ่งประดิษฐ์ในชีวิตประจำวันได้	4.63	0.52	มากที่สุด
1.5 นักศึกษาสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มโดยใช้การทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้	4.63	0.52	มากที่สุด
1.6 นักศึกษาสามารถเชื่อมโยงกิจกรรมสะเต็ม ในการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาในหลักสูตรแกนกลางได้	4.63	0.52	มากที่สุด
1.7 นักศึกษาสามารถจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของสะเต็มได้	4.63	0.52	มากที่สุด
1.8 นักศึกษาสามารถจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของสะเต็มได้ด้วยตนเอง	4.63	0.52	มากที่สุด
<b>2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของรายวิชา</b>	<b>4.69</b>	<b>0.17</b>	<b>มากที่สุด</b>
2.1 มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจและหลากหลาย	4.63	0.52	มากที่สุด
2.2 ใช้ตัวอย่างและกิจกรรมนำในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.63	0.52	มากที่สุด
2.3 กิจกรรมสามารถทำให้เกิดการเรียนรู้และมีความเข้าใจในความคิดรวบยอดของสะเต็มมากยิ่งขึ้น	4.75	0.46	มากที่สุด
2.4 กิจกรรมสามารถนำไปสู่การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมสะเต็มได้	4.88	0.35	มากที่สุด
2.5 เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนในการนำเสนอความคิดเห็น และอภิปรายกิจกรรม	4.88	0.35	มากที่สุด
2.6 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาได้	4.63	0.52	มากที่สุด
2.7 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักศึกษาได้	4.75	0.46	มากที่สุด
2.8 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาได้	4.25	0.46	มาก
2.9 เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดการบูรณาการองค์ความรู้ทั้งในศาสตร์ความรู้ต่าง ๆ และการบูรณาการกับชีวิตประจำวัน	4.88	0.35	มากที่สุด
2.10 เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาให้นักศึกษาสามารถจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาได้ด้วยตนเอง	4.63	0.52	มากที่สุด
2.11 เป็นกิจกรรมที่พัฒนาทักษะด้านการจัดการเรียนรู้ให้กับนักศึกษา	4.88	0.35	มากที่สุด
2.12 มีสื่อการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม	4.63	0.52	มากที่สุด
2.13 มีการประเมินที่ชัดเจน	4.63	0.52	มาก
2.14 เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดความสนใจ ใคร่รู้ และมีความสุขกับการเรียน	4.63	0.52	มากที่สุด

รายการประเมิน	$\mu$	$\alpha$	การแปลผล
<b>3. ด้านการนำไปประยุกต์ใช้</b>	<b>4.69</b>	0.22	<b>มากที่สุด</b>
3.1 นักศึกษาสามารถนำกิจกรรมที่ได้จากการเรียนวิชานี้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมสะเต็มได้ด้วยตนเอง	4.38	0.52	มาก
3.2 นักศึกษาสามารถประยุกต์กิจกรรมให้เหมาะสมกับสถานการณ์ได้	4.75	0.46	มากที่สุด
3.3 นักศึกษาสามารถนำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในรายวิชานี้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมชั้นเรียนของตนเองได้	4.88	0.35	มากที่สุด
3.4 นักศึกษาสามารถต่อยอดกิจกรรม สำหรับกิจกรรมสะเต็มในด้านอื่น ๆ เช่น การเป็นที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ หรือจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบสะเต็มให้แก่โรงเรียนเมื่อไปปฏิบัติงานในโรงเรียนได้	4.75	0.46	มากที่สุด
<b>เฉลี่ยรวมทุกด้าน</b>	<b>4.68</b>	<b>0.02</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางที่ 6 ผลการประเมินจากนักศึกษาหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยแยกเป็นประเด็นหลัก 3 ประเด็น พบว่ามีระดับความพึงพอใจเฉลี่ยในทุกประเด็นเท่ากับ ( $\mu=4.68, \alpha=0.02$ ) โดยในประเด็นของการประเมินความรู้ความเข้าใจของตนเอง มีระดับคุณภาพในการมีความรู้ความเข้าใจในระดับมากที่สุดในทุกรายการประเมิน โดยมีระดับคุณภาพอยู่ในช่วง ( $\mu=4.63, \alpha=0.52$ ) ถึง ( $\mu=4.88, \alpha=0.35$ ) โดยมีระดับความรู้ความเข้าใจเฉลี่ยเท่ากับ ( $\mu=4.66, \alpha=0.09$ ) ซึ่งถือว่ามีระดับความรู้ความเข้าใจในระดับมากที่สุด ในการประเมินความพึงพอใจของการจัดการเรียนรู้ในรายวิชา พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยเท่ากับ ( $\mu=4.69, \alpha=0.17$ ) นอกจากนี้ ในการประเมินด้านการนำไปประยุกต์ใช้ พบว่ามีผลการประเมินเท่ากับ ( $\mu=4.69, \alpha=0.22$ ) ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักศึกษาครูเคมีมีความรู้ความเข้าใจ รวมถึงสามารถออกแบบจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มได้หลังเข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่ได้ สามารถสรุปผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของนักศึกษาครูเคมี โดยใช้การปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวัน ได้ดังนี้

1. นักศึกษาครูเคมี ชั้นปีที่ 2 สามารถพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ในรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยใช้ปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวัน ได้จำนวน 8 นวัตกรรม ซึ่งมีผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่พัฒนาโดยนักศึกษายู่ในระดับดี ( $\mu=4.42, \alpha=0.39$ )

2. นักศึกษาครูเคมี สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยมีกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบปฏิบัติการทดลองในชีวิตประจำวัน และสามารถจัดการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีผลการวิเคราะห์การประเมินความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในระดับดี ( $\mu=4.28, \alpha=0.28$ )

3. ความพึงพอใจของนักศึกษาครูเคมี ในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกกิจกรรมในรายวิชาสะเต็มศึกษาในเนื้อหา “การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา” ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการประเมินความรู้ความเข้าใจของตนเอง ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของรายวิชา และด้านการนำไปประยุกต์ใช้ พบว่ามีความพึงพอใจมากที่สุด ( $\mu=4.68, \alpha=0.02$ )

## อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย ในการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษาของนักศึกษาครูเคมีโดยใช้การปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวัน สามารถอภิปรายแยกเป็นรายประเด็น ดังนี้

1. คุณภาพของแผนเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ออกแบบโดยใช้การปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวัน ที่พัฒนาโดยนักศึกษาครูเคมี ชั้นปีที่ 2 มีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยมีระดับคุณภาพเท่ากับ  $\mu = 4.42$ ,  $\alpha = 0.39$  โดยนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ได้ดำเนินการภายใต้การออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาด้วยตัวของนักศึกษาเอง ซึ่งมีการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบอ้างอิงจาก สสวท. โดยมีกระบวนการพัฒนาผ่านการเรียนรู้และประสบการณ์ของนักศึกษาครูเคมี ที่ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตั้งแต่การสร้างความเข้าใจในความคิดรวบยอดของสะเต็มศึกษา ผ่านกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การสืบเสาะหาความรู้ การคิดวิเคราะห์ ประยุกต์ใช้และการบูรณาการองค์ความรู้ตามแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (จิตินันท์ ดาวศรี และคณะ, 2564) โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นจำนวน 8 แผนนี้ เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ใหม่ ที่พัฒนาจากการนำการปฏิบัติการทดลองทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเป็นองค์ความรู้เริ่มต้น ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ปฏิบัติจริง สำหรับการออกแบบกิจกรรมเรียนรู้แบบสะเต็มที่มีการบูรณาการกับศาสตร์ต่าง ๆ ทั้งวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรม และเทคโนโลยีจนนำไปสู่แผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ซึ่งเป็นเรื่องที่ทำหายอย่างมากสำหรับนักศึกษาครูชั้นปีที่ 2 ที่ยังไม่มีความรู้ในเรื่องการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนั้น ในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้นี้ นอกจากการที่นักศึกษาจะต้องใช้องค์ความรู้ และมีความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว ยังต้องมีการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้เข้าใจในแต่องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ การเชื่อมโยงตัวชีวิตและผลลัพธ์การเรียนรู้ให้ถูกต้อง โดยมีอาจารย์ผู้สอนคอยชี้แนะและให้คำแนะนำต่าง ๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ในหลายมิติ นำไปสู่การพัฒนาตนเองทั้งทักษะการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ การคิดเชิงสร้างสรรค์ และการบูรณาการสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐตะวัน ลิ้มประสงค์ (2563) ที่ศึกษาการบูรณาการองค์ความรู้สู่นวัตกรรมของครูยุค 4.0 ข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้ โดยพบว่าการเรียนรู้แบบบูรณาการนั้นจะทำให้เกิดองค์ความรู้ที่มีลักษณะเชื่อมโยงกันเป็นองค์รวมและเกิดการพัฒนาด้านในทุกด้าน นอกจากนั้น การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษาของนักศึกษาครูเคมีในครั้งนี้ถือเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีในการเสริมสร้างความเป็นครูนวัตกรรม ที่พัฒนานวัตกรรมการศึกษาโดยเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านชีวิตประจำวัน นำไปสู่การจัดการเรียนรู้เคมีโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีความน่าสนใจ และเพิ่มเจตคติในการเรียนรายวิชาเคมีต่อไป (วสันต์ สุทธาวาส และ ธีระวัฒน์ จันทิก, 2559; วิวัฒน์ มีสุวรรณ, 2560; Xu & Lewis, 2011)

2. การประเมินความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักศึกษาครูเคมี ชั้นปีที่ 2 เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาสะเต็มศึกษามีความสามารถในระดับดี ( $\mu = 4.28$ ,  $\alpha = 0.28$ ) แสดงให้เห็นถึงการมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น รวมถึงเกิดการพัฒนาทักษะที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ของนักศึกษาครูเคมี เมื่อเปรียบเทียบกับประเมินความรู้ความเข้าใจก่อนการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาซึ่งอยู่ในระดับน้อย ( $\mu = 2.26$ ,  $\alpha = 0.22$ ) โดยเฉพาะประเด็นที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับน้อยที่สุด ได้แก่ ประเด็นความสามารถการออกแบบกิจกรรมสะเต็ม ( $\mu = 1.38$ ,  $\alpha = 0.52$ ) ความสามารถจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ( $\mu = 1.50$ ,  $\alpha = 0.54$ ) ความสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ( $\mu = 1.25$ ,  $\alpha = 0.46$ ) และความสามารถเชื่อมโยงการทดลองในชีวิตประจำวันกับการจัดการเรียนรู้ ( $\mu = 1.88$ ,  $\alpha = 0.35$ ) ทั้งนี้ อาจเป็นผลเนื่องมาจากนักศึกษาครูเคมีที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้ เป็นนักศึกษาที่กำลังศึกษาในชั้นปีที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงปีที่กำลังเก็บเกี่ยววิชาความรู้ ทั้งวิชาชีพรู และแขนงวิชาเอกเคมี อีกทั้งยังไม่มีประสบการณ์ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้และการออกแบบจัดการเรียนรู้มาก่อน จึงทำให้การประเมินก่อนเรียน มี

การประเมินในระดับน้อยที่สุดในประเด็นดังกล่าว แต่เมื่อนักศึกษาได้เข้าร่วมกิจกรรมในรายวิชาตั้งแต่การเรียนรู้และเข้าใจนิยามของสะเต็มศึกษา ได้ปฏิบัติการจริงในกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ยกตัวอย่าง รวมถึงได้เรียนรู้การจัดทำแผนการจัดเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ส่งผลให้สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาผ่านการปฏิบัติการทดลองได้ทุกคน อีกทั้งยังสามารถสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคได้ ซึ่งถือว่าทักษะในการออกแบบและจัดการเรียนรู้ (ไชยวัฒน์ ชูมนาเสียว, 2562) รวมถึงสมรรถนะครูวิทยาศาสตร์ (ศุภลักษณ์ แป้นเพชร, ปณณวิชญ์ ไบกุลลาบ, และ พัชรวาลัย มีทรัพย์, 2558) ในการจัดการเรียนรู้ผ่านสะเต็มศึกษานั้นได้เกิดขึ้นกับนักศึกษาครูเคมีหลังกระบวนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม แก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ และเกิดทักษะการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 (ประสาธต์ เมืองเฉลิม, 2560) นอกจากนี้ยังส่งผลให้นักศึกษาครูเคมีสมรรถนะของครูวิทยาศาสตร์ สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เสริมสร้างการคิดสร้างสรรค์ที่ผนวกกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ส่งผลให้เกิดการบูรณาการในการจัดการเรียนรู้และการพัฒนานวัตกรรมการศึกษาได้อย่างแท้จริง (ปราโมทย์ พรหมจันทร์, 2556; เรวณี ชัยเชาวรัตน์, 2560; สุวรรณญา จ้อยทอง, 2565)

อีกประการหนึ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง คือนักศึกษาครูเคมี สามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงองค์ความรู้ทางเคมีไปสู่ชีวิตประจำวันได้ สามารถอธิบายการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันโดยใช้องค์ความรู้ทางเคมี และจัดกิจกรรมปฏิบัติการทดลองผ่านความคิดสร้างสรรค์และการบูรณาการที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ทางเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ ยกตัวอย่างเช่น การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง “ดินสอพิเศษ” ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีเนื้อหาหลักในเรื่อง พอลิเมอร์ ซึ่งเป็นการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาเข้ามาทดแทนการเรียนรู้ออกจากการบรรยายเกี่ยวกับสมบัติของพอลิเมอร์ ให้เปลี่ยนเป็นการทดลองโดยใช้อุปกรณ์และในชีวิตประจำวันเพียง 4 ชนิดเท่านั้น ได้แก่ ถุงพลาสติก ยางรัด ดินสอ และน้ำเปล่า โดยกำหนดให้มีการแข่งขันในระหว่างกิจกรรมเพื่อกระตุ้นความสนใจให้กับผู้เรียน (Lima et al., 2019) รวมถึงเป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ โดยสุดท้ายแล้ว ผู้เรียนจะเกิดความรู้ ความเข้าใจในเรื่องสมบัติของพอลิเมอร์ผ่านการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติจริง นำไปสู่การต่อยอดองค์ความรู้เกี่ยวกับพอลิเมอร์ตามความสนใจ และก่อให้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ยากและนักเรียนให้ความสนใยน้อย เนื่องจากไม่เห็นภาพความเชื่อมโยงของความรู้ทางเคมีกับชีวิตประจำวัน (Wang et al., 2021) ซึ่งจากที่กล่าวมา แสดงให้เห็นว่าการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ทางเคมีโดยการเชื่อมโยงองค์ความรู้กับชีวิตประจำวัน ผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษา มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับครูเคมี เพื่อที่จะนำไปสู่การจัดการเรียนรู้เคมีที่มีความน่าสนใจ ส่งผลให้ผู้เรียนมีองค์ความรู้ทางเคมีที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างความสนใจและเจตคติที่ดีต่อการเรียนในรายวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาครูเคมี ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหา “การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา” หลังจากเรียนในรายวิชาสะเต็มศึกษา พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ( $\mu = 4.68, \alpha = 0.02$ ) และเมื่อพิจารณาประเด็นย่อยในการประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการประเมินความรู้ความเข้าใจของตนเอง ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของรายวิชา และด้านการนำไปประยุกต์ใช้ พบว่าในประเด็นย่อยทุกด้านมีผลการประเมินในระดับความพึงพอใจมากที่สุดเช่นกัน โดยในประเด็นแรก ในการประเมินความรู้ความเข้าใจของตนเอง มีการกำหนดหัวข้อย่อยของการประเมินในด้านนี้ที่แสดงถึงความพึงพอใจในสมรรถนะของตนเองหลังจากได้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชา ทั้งในด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ความสามารถในการเชื่อมโยงองค์ความรู้ การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งพบว่านักศึกษามีความพึงพอใจเฉลี่ยในระดับมากที่สุด ( $\mu = 4.66, \alpha = 0.09$ ) แสดงให้เห็นถึงสมรรถนะและพัฒนาการที่เกิดขึ้นจากการประเมินตนเอง

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์การประเมินความรู้ความเข้าใจ และความสามารถในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาก่อนเรียนรู้อันตรายวิชาสะเต็มศึกษาที่มีผลการประเมินตนเองอยู่ในระดับน้อย ( $\mu=2.26$ ,  $\alpha = 0.22$ ) ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจผ่านการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ตั้งแต่การสร้างความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดและคำนิยามของสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษา ไปจนถึงการออกแบบและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งการค้นคว้าหาความรู้หรือแก้ปัญหาและการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ จะทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาศักยภาพของตนเอง และเกิดเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่มีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในรายวิชาต่าง ๆ ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาศักยภาพ ยกตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ สิริยาพร พลเล็ก, อรุณรัตน์ คำแห่งพล, และกุลวดี สุวรรณไตรย์. (2564) ที่มีการนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ในเนื้อหาเรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน รวมไปถึงงานวิจัยของ นูรออาซีกิน สาและ, ณัฐินี โมพันธ์, และ มัสดี แวดราแมคู (2560) ที่นำแนวคิดสะเต็มศึกษามาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี เรื่องแบบจำลองอะตอม ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 ซึ่งพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ รวมไปถึงมีพัฒนาการในการเรียนรู้ และมีคามพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในระดับมาก จากเหตุผลดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญผ่านการปฏิบัติจริงด้วยตนเอง เป็นการพัฒนาผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพทั้งในด้านองค์ความรู้ ทักษะ และเจตคติ

ในประเด็นที่สอง ความพึงพอใจในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของรายวิชา พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ( $\mu =4.57$ ,  $\alpha =0.17$ ) เมื่อพิจารณารายชื่อข้อที่มีความพึงพอใจพบว่า ภาพรวมกิจกรรมสามารถนำไปสู่การออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมสะเต็มได้ เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนในการนำเสนอความคิดเห็นและอภิปรายกิจกรรม นอกจากนี้ยังเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดการบูรณาการองค์ความรู้ทั้งในศาสตร์ความรู้ต่าง ๆ และการบูรณาการกับชีวิตประจำวัน รวมถึงการพัฒนาทักษะด้านการจัดการเรียนรู้ให้นักศึกษา ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาสะเต็มศึกษาที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยอาจารย์ผู้สอนมีบทบาทหน้าที่เป็นผู้ให้คำปรึกษาและผู้อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถส่งเสริมทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นของผู้เรียน (Butzler, 2015; Warfa, Roehrig, Schneider, & Nyachwaya 2014) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองนั้น สามารถพัฒนานักศึกษาทั้งในด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา รวมไปถึงการเชื่อมโยงและบูรณาการองค์ความรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาได้ด้วยตนเอง มากไปกว่านั้น คือการถ่ายทอดองค์ความรู้ทางเคมีผ่านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้ปฏิบัติการทดลองทางเคมีในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักศึกษาครูเคมีได้อีกด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรัญญู พิชญภูษิติ และ เอี่ยมพร หลินเจริญ (2563) ที่พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของผู้เรียน ซึ่งพบว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนมีผลการประเมินทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้ยังมีความพึงพอใจในการเรียนในรายวิชาในระดับมากอีกด้วย ซึ่งเมื่อนำการจัดการเรียนรู้ที่นักศึกษาได้ออกแบบไปใช้ในการจัดการเรียนรู้จริงในโรงเรียน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในรายวิชาเคมีผ่านกิจกรรมการปฏิบัติการทดลองจากสิ่งรอบตัว ส่งผลให้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี ซึ่งเป็นรายวิชาที่นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาที่มีความคิดว่าเป็นรายวิชาที่เข้าใจและเข้าใจยาก (Adams, Wieman, Perkins, & Barbera, 2008) ซึ่งทักษะการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาที่ได้รับการพัฒนานี้ สอดคล้องกับความพึง

พอใจในการนำองค์ความรู้ที่ได้จากรายวิชาไปประยุกต์ใช้ ซึ่งมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด ( $\mu=4.69, \alpha=0.22$ ) ซึ่งนักศึกษามีความพึงพอใจและมั่นใจในการนำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบในรายวิชานี้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมชั้นเรียนของตนเองได้ รวมไปถึงสามารถต่อยอดกิจกรรมสะเต็มในด้านอื่น ๆ ได้ ยกตัวอย่างเช่น การเป็นที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ หรือกิจกรรมสะเต็มในด้านอื่น ๆ เมื่อไปปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา ได้อีกด้วย อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ยังคงมีข้อจำกัด

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 ควรมีการเพิ่มเติมรายละเอียดหรือเวลาสำหรับการอธิบายในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบเต็มรูปแบบเนื่องจากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 2 ที่ยังไม่ได้เรียนในเนื้อหาการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักศึกษานำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานี้ไปขยายและปรับเป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบเต็มรูปแบบ เมื่อออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพได้

1.2 นอกจากการเชื่อมโยงการปฏิบัติการทดลองทางเคมีกับชีวิตประจำวันแล้ว ควรเพิ่มเติมหรือแนะนำในการใช้เทคโนโลยีหรือสารสนเทศเข้ามาประกอบหรือเสริมกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจและสร้างการเรียนรู้หรือยกตัวอย่างประกอบเพิ่มเติมเพื่อขยายความรู้ให้กับผู้เรียน รวมถึงการลดข้อจำกัดบางประการของการทดลอง

1.3 เนื่องด้วยนักศึกษาไม่มีประสบการณ์ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงทำให้พบอุปสรรคในการทำ ความเข้าใจและการเรียนรู้ตั้งแต่เริ่มต้น ซึ่งจำเป็นต้องมีการเพิ่มเวลาในการทำ ความเข้าใจและเรียนรู้ตั้งแต่ต้องประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ หลักการออกแบบการจัดการเรียนรู้ และนำเสนอตัวอย่างของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเพิ่มความรู้อย่างเข้าใจให้แก่ นักศึกษา และสามารถนำไปปฏิบัติจริงได้

1.4 เนื่องจากข้อจำกัดของงานวิจัยนี้คือจำนวนประชากร ที่มีจำนวนน้อย ดังนั้นการจัดกิจกรรมตามกระบวนการ จึงสามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างเต็มที่และเป็นไปตามแผนที่วางไว้ หากนำผลการวิจัยไปใช้ควรคำนึงถึงระยะเวลาในการจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับจำนวนนักศึกษาในชั้นเรียน

### 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาการใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาเพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์หรือออกแบบโครงงานทางวิทยาศาสตร์ ที่เชื่อมโยงกับภูมิปัญญาท้องถิ่น ในรูปแบบของสะเต็มศึกษากับวิทยาศาสตร์ท้องถิ่น เพื่อการบูรณาการองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาของชุมชนที่จะนำไปสู่การแก้ไขปัญหาที่พบ หรือยกระดับภูมิปัญญาท้องถิ่นของตนเองด้วยวิทยาศาสตร์

2.2 ควรศึกษาการพัฒนากระบวนการคิดเชิงนวัตกรรมให้กับนักศึกษาครูผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยเชื่อมโยงการปฏิบัติการทดลองทางเคมีสู่การผลิตชิ้นงานที่เป็นนวัตกรรมในลักษณะของสื่อการจัดการเรียนรู้เคมี

2.3 ควรศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในเชิงคุณภาพเพื่อแสดงให้เห็นพัฒนาการของนักศึกษาครูเคมีในการออกแบบและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ได้ โดยดำเนินการวิจัยและเก็บข้อมูลในรูปแบบของ Action Research เนื่องจากงานวิจัยนี้มีข้อจำกัดคือจำนวนประชากรจำนวนน้อย

2.4 ควรตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในตัวชี้วัดอื่นเพิ่มเติม เช่น ค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก ในกรณีที่มีการวัดความรู้ นอกเหนือไปจากการตรวจสอบคุณภาพในส่วนของ Content validity เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนในการศึกษาครั้งต่อไป

## รายการอ้างอิง

- ไชยวัฒน์ ชุ่มนาเสียว. (2562). การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ สู่นวัตกรรมการสอนของครู. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 6(2), 28-41.
- ฐิตินันท์ ดาวศรี, พรนภา ทิพย์กองลาด, พิรพล เข้มผง, สมเชาว์ ดับโศรก, สุทธิดา เฟ่งพิศ, วรวัฒน์ วิศรุตไพศาล, และ จันทร์ศม์ ภูติอริยวัฒน์. (2564) แนวทางการจัดการเรียนรู้ของสถานศึกษาในศตวรรษที่ 21. *วารสารวิชาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม*, 11(1), 59-74.
- ณัฐตะวัน ลิ้มประสงค์. (2563). การบูรณาการองค์ความรู้สู่นวัตกรรมของครูยุค 4.0. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 8(ฉบับเพิ่มเติม), 251-268.
- ศุภฎีพร หิรัญ, และ สุรวุฒิ สุคทา. (2565). การพัฒนากิจกรรมการทดสอบความเป็นกรด-เบส ของสารเคมีในชีวิตประจำวันโดยใช้อินดิเคเตอร์จากสารสกัดจากวัสดุในท้องถิ่น. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม*, 13(2), 165-176.
- นุรอาซีกัน สาและ, ณัฐนี โมพันธ์, และ มัยดี แวดราแมค. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 4(1), 42-53.
- ประสาท เนื่องเฉลิม. (2560). ทักษะการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 36(4), 109-116.
- ปราโมทย์ พรหมจันทร์. (2556). การพัฒนาความสามารถของครูด้านการออกแบบและสร้างนวัตกรรมการศึกษา โดยใช้วิจัยเป็นฐาน. *วารสารครุศาสตร์*, 41(3), 98-114.
- พิกุล คำภีระปาวงค์, และ เฉลิมพร ทองพูน. (2559). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) เรื่อง ปฏิกริยาเคมี เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว*, 32(2), 240-256.
- เรวณี ชัยเขาวรัตน์. (2560). สมรรถนะด้านการออกแบบการเรียนการสอนของนักศึกษาครูที่เข้าร่วมการเป็นสมาชิกชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ. *วารสารครุศาสตร์*, 45(4), 143-164.
- วชิญญา พิษณุสุทธิ, และ เอี่ยมพร หลินเจริญ. (2563). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้แบบนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 15(3), 89-104.
- วสันต์ สุทธาวาส และ ธีระวัฒน์ จันทิก. (2559). วิจัยพัฒนาศักยภาพความเป็นนวัตกรการศึกษา. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 9(1), 748-767.
- วิวัฒน์ มีสุวรรณ. (2560). ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณลักษณะของครูนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีการศึกษาในสถานศึกษา สำหรับปฏิบัติการสอน เครือข่ายมหาวิทยาลัยนเรศวร. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 19(3), 50-62.
- ศุภลักษณ์ แป้นเพชร, ปณณวิชญ์ ไบกุหลาบ, และ พัชรวาลัย มีทรัพย์. (2558). การวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 39, 41 และ 41. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, 9(1), 90-108.

- สมสกุล เทพประทุม, และ ศักดิพันธ์ ตันนิมลรัตน์. (2561). แนวทางการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียน  
ในสถานศึกษานำร่อง ลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ในอำเภอบ้านโป่ง. *วารสารการบริหารการศึกษา  
มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 9(2), 124-138.
- สิริยาพร พลเล็ก, อรุณรัตน์ คำแห่งพล, และ กุลวดี สุวรรณไตรย์. (2564). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด  
สะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. *วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต*,  
15(1), 210-224
- สุวรรณ จ้อยทอง. (2565). ผลการออกแบบการเรียนรู้ฐานสมรรถนะที่มีต่อความสามารถในการสอนของนักศึกษาครู.  
*วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 12(1), 15-29.
- สุวัจนาศรีวินทร. (2562). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมีที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบนำตนเอง  
เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด*, 13(2), 41-52.
- อภิญา สิงโต. (2564). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารมหาจุฬานาครธรรมศาสตร์*, 7(7), 387-398.
- อภิสิทธิ์พร สถิติย์ภาศีกุล. (2561). การออกแบบการเรียนการสอน: ทักษะเพื่อความสำเร็จของครู. *วารสารนาคบุตร  
ปริทรรศน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 10 (ฉบับพิเศษ), 107-115.
- เอมิกา สุวรรณหิตาทร, และ ศิริชัย กาญจนวาสี. (2559). การพัฒนาแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของครู  
ระดับชั้นมัธยมศึกษา. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 11(4), 574-586.
- Adams, W.K., Wieman, C.E., Perkins, K.K., & Barbera, J. (2008). Modifying and validating the Colorado  
learning attitudes about science survey for use in chemistry. *Journal of Chemical  
Education*, 85(10), 1435-1439. doi.org/10.1021/ed085p1435
- Butzler, K.B. (2015). ConfChem conference on flipped classroom: flipping at an open-enrollment  
college. *Journal of Chemical Education*, 92(9), 1574-1576. doi.org/10.1021/ed500875n
- Lima, M.A.S., Monteiro, Á.C., Leite J., A.J.M., Matos, I.S.A., Alexandre, F.S.O., Nobre, D.J., ...Silva J., J.N.  
(2019). Game-based application for helping students review chemical nomenclature in  
a fun way. *Journal of Chemical Education*, 96(4), 801-805. doi.org/10.1021/acs.  
jchemed.8b00540
- Stuckey, M., & Eilks, I. (2014) Increasing student motivation and the perception of chemistry's  
relevance in the classroom by learning about tattooing from a chemical and societal  
view. *Chemistry Education Research and Practice Journal*, 15(2), 156-167.
- Wang, Y., Rocabdo, G.A., Lewis, J.E., & Lewis, S.E. (2021). Prompts to promote success: evaluating  
utility value and growth mindset interventions on general chemistry student's attitude  
and academic performance. *Journal of Chemical Education*, 98, 1476-1488.  
doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01497

- Warfa, A.M, Roehrig, G.H., Schneider, J.L., & Nyachwaya, J. (2014). Role of teacher-Initiated discourses in students' development of representational fluency in chemistry: a case study. *Journal of Chemical Education*, 91(6), 784-792. doi.org/10.1021/ed4005547
- Xu, X., & Lewis, J.E. (2011). Refinement of a chemistry attitude measurement for college students. *Journal of Chemical Education*, 88, 561-568. doi.org/10.1021/ed900071q

### Translated Thai References

- Chaichaowarat, R. (2017). Competency in designing the instruction of student teachers who become professional learning community (PLC) members. *Journal of Education Studies*, 45(4), 143-164. [In Thai]
- Chumnasiao, C. (2019). Designing of learning activities to achieve teachers' teaching innovation. *Journal of Graduate MCU KhonKaen Campus*, 6(2), 28-41. [In Thai]
- Daosri, T., Thipkonglad, P., Khemphong, P., Dabsork, S., Pengpis, S., Wisarutphaisan, W., Phutiariyawat, J. (2021). The study of the learning management approach of school in the 21st century. *Journal of Humanities and Social Sciences Nakhon Pathom Rajabhat University*, 11(1), 59-74. [In Thai]
- Hirun, H., & Sudha, S. (2022). The development of activity set for acid-base of chemical in daily life by using indicators made from common plants in locality. *Mahachulagajajara*, 13(2), 165-176. [In Thai]
- Juithong, S. (2022). The effects of competency-based learning design for enhancing student teachers's teaching ability of teacher students. *Valaya Alongkorn Review (Humanities and Social Science)*, 12(1), 15-29. [In Thai]
- Kumpeerapawong, P., Thongpoon, C. (2016). Development of Instructional package by using science technology and society approach (STS) in chemical reaction to enhance problem solving ability for grade 10 students. *SWU Science Journal*, 32(2), 240-256. [In Thai]
- Limprasong, N. (2020). Integration of Knowledge into Innovation of Teachers 4.0. *Journal of MCU Peace Studies*, 8(suppl.), 251-268. [In Thai]
- Meesuwan, W. (2560). Factors contributing to characteristics of teacher innovators in educational technology in professional pre-service teacher schools of Naresuan University network. *Journal of Education Naresuan University*, 19(3), 50-62. [In Thai]
- Nuangchalerm, P. (2017). Science teachers' 21st century learning skills. *Journal of Humanities and Social Sciences Mahasarakham University*, 36(4), 109-116. [In Thai]
- Panphet, S., Baikularb, P., & Meesup, P. (2015). A factor analysis of science teachers competencies in The secondary schools under educational service area office 39, 41 and 42. *Humanities and Social Sciences Journal of Graduate School, Pibulsongkram Rajabhat University*, 9(1), 90-108. [In Thai]

- Pitchayapusit, W., & Lincharoen, A. (2020). Development of learning activities on chemistry course on rate of chemical reactions using STEM education approach to learning and innovation skills of students for grade 11 students'. *Social Sciences Research and Academic Journal*, 15(3), 89-104. [In Thai]
- Phonlek, S., Khamhaengpol, A., & Suwannatrai, K. (2021). Development of creative thinking of grade 10 students on the topic of organisms' basic chemistry by using STEM education with sufficiency economy philosophy. *Journal of Rangsit University: Teaching & Learning*, 15(1), 210-224. [In Thai]
- Promkan, P. (2013). Developing teachers' abilities to design and create educational innovation using research-based learning. *Journal of Education Studies*, 41(3), 98-114. [In Thai]
- Salaeh, N., Mophan, N., & Waedeamae. (2017). Effect of STEM education on chemistry achievement, analytical thinking ability and instructional satisfaction of grade 10 students. *Princess of Naradhiwas University Journal of Humanities and Social Sciences*, 4(1), 42-53. [In Thai]
- Satitpakeekul, A. (2018). Instructional design: teacher's skill for success. *Narkbhutparitat Journal Nakhon Si Thammarat Rajabhat University*, 10(suppl.), 107-115. [In Thai]
- Singto, A. (2020). The development of STEM education learning activities to enhance problem solving thinking ability for mathayomsuksa 1. *Journal of MCU Nakhondhat*, 7(7), 387-398. [In Thai]
- Sriwinet, S. (2019). The development of an instructional model for chemistry focus on self-directed learning to promote critical thinking and learning achievement for mathayomsuksa 4 students. *Journal of Roi Et Rajabhat University*, 12(2), 41-52. [In Thai]
- Sutthawart, W., & Chuntuk, T. (2016). Educational innovator's potential development method. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 9(1), 748-767. [In Thai]
- Suwanahitatorn, A., & Kanchanawasri, S. (2016). Devekpmnt of the lesson plan evaluation form for secondary school teachers. *An Online Journal of Education*, 11(4), 574-586. [In Thai]
- Thepprathoon, S., & Tonwimonrat, S. (2018). The 21st century skills development guideline for students in the "moderate class more knowledge" pilot schools Banpong district. *Journal of Educational Administration, Silpakorn University*, 9(2), 124-138. [In Thai]