

การวิเคราะห์องค์ประกอบสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง
สะเต็มศึกษาของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์
และครูพี่เลี้ยงมหาวิทยาลัยราชภัฏ*
FACTOR ANALYSIS ABOUT SITUATION FOR PRE-SERVICE SCIENCE
TEACHERS AND MENTOR TEACHER' STEM TEACHING
AT RAJABHAT UNIVERSITY

สุรัชชัย ผาสุข

Surachchai Parsukh

พินิจ ขำวงษ์

Pinit Khumwong

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Srinakarinwirot University, Thailand

E-mail: surachai.p@pkru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์และครูพี่เลี้ยงของมหาวิทยาลัยราชภัฏเป็นงานวิจัยเชิงปริมาณแบบไม่ทดลอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่ปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาในปีการศึกษา 2563 และครูพี่เลี้ยงที่กำกับดูแลให้คำปรึกษานักศึกษาที่ปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาจำนวนจำนวน 315 คน จากมหาวิทยาลัยในเขตจังหวัดภาคใต้ ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามประเมินสภาพการจัดการเรียนรู้ของครูตามแนวทางสะเต็มศึกษามีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ โดยสกัดองค์ประกอบด้วยเทคนิควิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก และหมุนแกนแบบอโรทอนอลด้วยวิธีแวนเดอร์เกร์ และค่าความแปรปรวนค่าไคสแควร์ ผลการวิจัยพบว่า สภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์และครูพี่เลี้ยงของมหาวิทยาลัยราชภัฏ มี 3 องค์ประกอบหลักคือ 1) พฤติกรรมการออกแบบการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา มี 14 สภาพการจัดการเรียนรู้ 2) พฤติกรรมการอำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน มี 11 สภาพการจัดการเรียนรู้ และ 3) พฤติกรรมการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน มี 9 สภาพการจัดการเรียนรู้ โดยองค์ประกอบทั้ง 3 สามารถร่วมกันอธิบายความสอดคล้องขององค์ประกอบสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักศึกษาครู



วิทยาศาสตร์และครูพี่เลี้ยง ได้ร้อยละ 67.216 ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่สำคัญของมหาวิทยาลัยราชภัฏ

คำสำคัญ: การวิเคราะห์องค์ประกอบ, สภาพการจัดการเรียนรู้, สะเต็มศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏ

Abstract

The objectives of this article were to exploratory factor analysis about situation for Pre - service science teachers and mentor teacher' STEM teaching at Rajabhat University. The samples in this research were pre-service science teachers who have practicum at school on academic year 2020 and mentor teacher who have mentor and supervisors for pre-service science teachers consisted of 315 form Rajabhat University in the south of Thailand were selected on the basis of the cluster random sampling technique. The instrument used for collecting data was a five -point rating scale questionnaire about situation for STEM teaching. Data analysis were percentage, mean, standard deviation, and were derived by exploratory factor analysis technique, obtained by Principle Component Analysis and Orthogonal Rotation by Varimax Method, and Chi - square values. The results showed that there were three main characteristics of situation for STEM teaching which are: 1) The behaviors for learning design and Integrated STEM Education approach there were fourteen situations, 2) The behaviors for facilitating and mentoring learners there were eleven situations, and 3) The behaviors for assessment working process and student project there were nine situations. In particular, the obtained three factors accounted for 67.216 percent of situation for science teachers' STEM teaching at Rajabhat University. Research results also shows the factor that is important for STEM education of Rajabhat University.

Keywords: Factor Analysis, Situation for Teaching, STEM Education, Rajabhat University.

บทนำ

ปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลกตระหนักและให้ความสำคัญต่อการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์หรือ สะเต็มศึกษา (STEM Education) ในการเตรียมกำลังคนให้เป็นบุคคลที่มีความรู้ความสามารถ เพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ โดยเห็นว่าองค์ความรู้ดังกล่าวสามารถช่วยพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้เป็นประชากรที่มีคุณภาพ มีทักษะการคิด มีทักษะการเรียนรู้ และเป็นบุคคลที่มี



ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา และเป็นบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์และเป็นนวัตกรรม นำไปสู่การพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า การจัดการศึกษาตามแนวสะเต็มศึกษามีความสำคัญต่อประเทศในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้เป็นประชากรที่มีคุณภาพ มีทักษะการคิด การเรียนรู้มีความสามารถในการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา และมีความคิดสร้างสรรค์ที่จะสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ ด้วยเหตุนี้ สะเต็มศึกษาจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่จะนำพาประเทศออกจากกับดักประเทศรายได้ปานกลาง (สุทธิดา จำรัส, 2560) สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการจัดการศึกษาของชาติที่ได้บรรจุเอาสะเต็มศึกษาไว้ในแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 ทั้งในส่วนตัวชี้วัดเป้าหมายการศึกษา ที่กล่าวว่าการจัดการศึกษาต้องมีแนวทางในการสร้างและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้เป็นบุคคลที่มีสมรรถนะในสาขาที่เป็นที่ต้องการของตลาดแรงงานเพื่อนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ เป็นต้น สะเต็มศึกษา จึงเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่ส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่สามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางเทคโนโลยี การออกแบบทางวิศวกรรม และความรู้ทางคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21

สะเต็มศึกษามีได้เป็นเรื่องใหม่สำหรับประเทศไทย ที่ผ่านมามีประเทศไทยมีการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่สอดคล้องกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ไม่ว่าจะเป็นโครงการต้นแบบและโครงการขยายผลในการสนับสนุนและพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งระดับขั้นพื้นฐานและอุดมศึกษาที่มุ่งเน้นการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ หรือโครงการบ่มเพาะกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถเพื่อสร้างความสามารถในการแข่งขันของประเทศ เป็นต้น อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบว่านโยบายและแนวทางการขับเคลื่อนด้านสะเต็มศึกษาในระดับชาติของไทย เช่น การพัฒนาสะเต็มศึกษาอย่างขาดความชัดเจนในทางปฏิบัติ ทั้งในส่วนของแนวทางการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการสะเต็มศึกษา การพัฒนาผู้สอนให้สามารถจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ตลอดจนหน่วยงานที่ทำหน้าที่ขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและเครือข่ายความร่วมมือกับหน่วยงานต่าง ๆ ส่งผลให้สะเต็มศึกษาที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนากำลังคนและสร้างความเป็นนวัตกรรม และการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไม่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพการกระจายอำนาจและกลไกในการนำไปสู่การปฏิบัติที่สำคัญของนโยบายการพัฒนาด้านการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการทั้งด้านกฎหมายและการบริหารจัดการก็ประสบปัญหาของความชัดเจนในกรอบการดำเนินงาน งบประมาณ และความไม่พร้อมของทรัพยากรทางการศึกษา เช่น บุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญ ทุนการศึกษาและสถานที่ ในการพัฒนาสะเต็มศึกษาก็ประสบปัญหาเช่นกัน โดยประเทศไทยยังขาดแนวทางที่ชัดเจนในด้านกลไกการขับเคลื่อนสะเต็ม รวมทั้งการจัดการสรรทรัพยากรบุคลากรที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญ รูปแบบหลักสูตร ไปสู่ท้องถิ่นอย่างทั่วถึงเพื่อเป็นการยกระดับคุณภาพการศึกษาในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน นอกจากนี้การสร้าง ความเข้าใจต่อภาคประชาสังคมถึงความหมายและ



ประโยชน์ของสะเต็มศึกษาต่อผู้เรียนและสังคม และการสร้างความเข้าใจในเส้นทางอาชีพด้านสะเต็มให้แก่เยาวชนในระดับปฏิบัติการนั้น ประเทศไทยยังไม่มีการพัฒนาหลักสูตรสะเต็มที่ชัดเจน มีแต่การนำเอากิจกรรมที่เน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาเป็นกิจกรรมเสริมในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนเพื่อให้นักเรียนมีทักษะในการเชื่อมโยงบทเรียนที่เกี่ยวข้องบ้างในบางสถานศึกษา ในขณะที่เดียวกัน ปัญหาขาดแคลนครุสะเต็มทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพก็เป็นอีกปัญหาหนึ่งที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน รวมทั้งปัญหาการพัฒนาครูประจำการให้มีความรู้ความเข้าใจในสะเต็มศึกษา ส่งผลให้การปฏิบัติการศึกษาของไทยในด้านสะเต็ม ไม่สามารถขับเคลื่อนไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560)

มหาวิทยาลัยราชภัฏ ซึ่งเป็นสถาบันที่มีการผลิตและพัฒนาคูครูวิทยาศาสตร์นั้น พบปัญหาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครูระดับประถมศึกษา คือ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในชั้นเรียนและการกำหนดแนวทางในการวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษายังขาดประสิทธิภาพเพราะผู้สอนยังขาดความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในบางประเด็น นอกจากนี้ยังไม่สามารถกำหนดเนื้อหาและมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรในแต่ละสาระการเรียนรู้มาบูรณาการในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้ด้วยตนเอง (วรกันยา แก้วกลม และคณะ, 2561) ครูพี่เลี้ยงเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญและใกล้ชิดกับนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูมากที่สุด ครูพี่เลี้ยงตามความหมายที่คุรุสภากำหนดไว้ นั้นหมายถึงครูผู้สอนที่ได้รับการแต่งตั้งจากผู้บริหารสถานศึกษาให้เป็นผู้ที่เป็นครูคู่คิดให้แก่นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ครูพี่เลี้ยงจึงเป็นแบบอย่างของการปฏิบัติตน แบบอย่างด้านการสอน ตลอดจนความสามารถด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเป็นเป้าหมายสำคัญอันดับแรกของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูตามเกณฑ์มาตรฐานวิชาชีพครูที่คุรุสภาได้กำหนดไว้ ซึ่งการจะพัฒนาให้นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูให้มีคุณภาพได้นั้นต้องอาศัยการดูแลเอาใจใส่จากครูพี่เลี้ยงเป็นหลัก โดยครูพี่เลี้ยงจะต้องแสดงบทบาทในการส่งเสริมความสามารถด้านการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาภายใต้การสนับสนุนพัฒนาของคณะครุศาสตร์หรือศึกษาศาสตร์ (สายฝน แสนใจพรหม และน้ำผึ้ง อินทเนตร, 2560) ในส่วนขององค์ประกอบของสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถจัดได้ 3 องค์ประกอบที่สำคัญได้แก่ 1) ด้านความรู้ต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 2) ด้านทักษะต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและ 3) ด้านเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (Bang-Hee, K. & Kim J., 2016); (Micah, S. et al., 2012); (จรัส อินทลาภาพร, 2558) ; (อุดมลักษณ์ สร้อยอิน, 2560)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการทราบถึงองค์ประกอบของสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาใดที่นักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ที่ปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาและครูพี่เลี้ยง เพื่อกำหนดเป็นองค์ประกอบสำคัญของสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในการพัฒนาหลักสูตรเพื่อให้นักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ต่อไป



วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักศึกษาครุวิทยาการศึกษาศาสตร์และครูพี่เลี้ยงของมหาวิทยาลัยราชภัฏ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิเคราะห์องค์ประกอบสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครุวิทยาการศึกษาศาสตร์และครูพี่เลี้ยงมหาวิทยาลัยราชภัฏเป็นรูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณแบบไม่ทดลอง (Non - Experimental research) (ประเวศน์ มหารัตน์สกุล, 2557) โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรในการวิจัยในครั้งนี้คือนักศึกษาครุวิทยาการศึกษาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตจังหวัดภาคใต้ ที่ทำการปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาในปีการศึกษา 2563 และครูพี่เลี้ยงที่ทำหน้าที่กำกับดูแลให้คำปรึกษานักศึกษาที่ปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาจำนวน 460 คน จากจำนวน 250 โรงเรียน โดยเป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครุวิทยาการศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาวิทยาการศึกษาศาสตร์ทั่วไป ชั้นปีที่ 5 มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จำนวน 230 คน และครูพี่เลี้ยงที่กำกับดูแลนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครุวิทยาการศึกษาศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏดังกล่าว สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 230 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในครั้งนี้คือนักศึกษาครุวิทยาการศึกษาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตจังหวัดภาคใต้ ที่ทำการปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาในปีการศึกษา 2563 และครูพี่เลี้ยงที่ทำหน้าที่กำกับดูแลให้คำปรึกษานักศึกษาที่ปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา ซึ่งในการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างนั้นผู้วิจัยได้เลือกเกณฑ์การกำหนดขนาดตัวอย่างของ คอมเรย์ (Comrey, A. L., 1973) ที่ได้เสนอว่าขนาดกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบจำนวน 300 ราย ถือว่า ดี (As a Good) ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำจำนวน 315 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยแบ่งประชากรออกเป็น 5 กลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มละ 92 คน จากนั้นทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่ายออกมากลุ่มละ 63 คน (วาโร เฟิงส์สวัสดิ์, 2557)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบสอบถามประเมินการจัดการเรียนรู้ของครูตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาแนวคิดทฤษฎี เกี่ยวกับองค์ประกอบของสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครูเพื่อกำหนดเป็นสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม



ศึกษาและนำมาใช้ในการสร้างแบบสอบถาม ได้ทั้งสิ้น 100 สภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.2 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของ (IOC) ของข้อความกับนิยามปฏิบัติการ และนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) คัดเฉพาะข้อความที่มีค่ามากกว่า 0.5 ได้จำนวน 70 ข้อ

2.3 นำข้อคำถามที่คัดเลือกไว้ จำนวน 70 ข้อ ไปทดลองใช้ (Try out) กับนิสิตนักศึกษาครุวิทยาการศาสตร์ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) เป็นรายข้อด้วยการวิเคราะห์ค่าสถิติ ทดสอบที (t - test) ระหว่างกลุ่มสูงกลุ่มต่ำคัดเลือกไว้เฉพาะข้อความที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จำนวน 50 ข้อ และหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ระดับ 0.954

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลกับนักศึกษาครุวิทยาการศาสตร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตจังหวัดภาคใต้ ที่ทำการปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาในปีการศึกษา 2563 และครูพี่เลี้ยงที่ทำหน้าที่กำกับดูแลให้คำปรึกษานักศึกษาที่ปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา จำนวน 315 คน จากจำนวน 250 โรงเรียนในเขตจังหวัดภาคใต้ โดยใช้แบบสอบถามประเมินการจัดการเรียนรู้ของครูตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

4. การวิเคราะห์ข้อมูลมีขั้นตอน ดังนี้

4.1 หาค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Derivation)

4.2 วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

4.2.1 ตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูลนำมาจะมีความเหมาะสมในการวิเคราะห์องค์ประกอบโดยใช้สถิติ Kaiser Meyer Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) (ศศิวิมล ว่องวิไล, 2558) จากนั้นทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สถิติ Bartlett's test of Sphericity มีสมมติฐาน ดังนี้

H_0 : ตัวแปรต่าง ๆ ไม่มีความสัมพันธ์กัน

H_1 : ตัวแปรต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กัน

การวิเคราะห์ Bartlett's Test of Sphericity ถ้าพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ จะยอมรับสมมติฐาน H_1 นั่นคือ ตัวแปรต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันสามารถนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบได้ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2562)

4.2.2 ตรวจสอบโดยพิจารณาค่าความแปรปรวนตัวแปรแต่ละตัวโดยพิจารณาค่าความร่วมกันของตัวแปร (Communality: h^2) ซึ่งไม่ควรต่ำกว่า 0.50 และหากมีค่า



น้อยกว่า 0.50 ควรตัดตัวแปรนี้ออกไปจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ (กัลยา วาณิชย์บัญชา, 2562)

4.2.3 สกัดองค์ประกอบ (Factor Extraction) ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม (Common Factor Analysis: CFA) เทคนิคย่อยวิธีแกนหลัก (Principal Axis Factoring: PAF) และหมุนแกนองค์ประกอบแบบมุมฉาก (Orthogonal Rotation) ด้วยวิธีแวร์แม็กซ์ (Varimax Method)

4.2.4 พิจารณาองค์ประกอบ โดยใช้เกณฑ์การกำหนดจำนวนองค์ประกอบ ดังนี้

4.2.4.1 องค์ประกอบแต่ละตัวต้องมีตัวแปรสังเกตได้ตั้งแต่ 3 ตัวขึ้นไป

4.2.4.2 Eigen Value ต้องมีค่ามากกว่า 1

4.2.4.3 ค่าร้อยละของความแปรปรวนสะสมมากกว่า 60%

4.2.4.4 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ต้องมากกว่า 0.3

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบ พบว่าสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครู ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้มีการตั้งชื่อให้สื่อความหมายได้สอดคล้องครอบคลุมรายการในแต่ละองค์ประกอบดังแสดงในตารางที่ 2

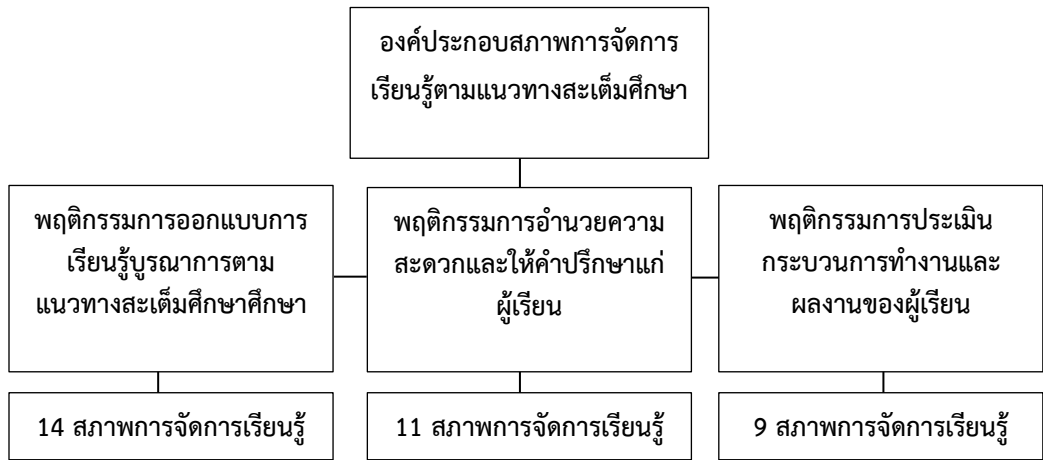
ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครู

องค์ประกอบ	สภาพการจัดการเรียนรู้
พฤติกรรมการออกแบบการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา	1. วิเคราะห์หลักสูตร เลือกมาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา 2. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้หรือเนื้อหาที่เลือกที่สามารถเชื่อมโยงเข้ากับบริบทใด หรือปัญหาใดในสังคมได้บ้าง 3. กำหนดวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของการเรียนรู้สะเต็มศึกษาอย่างชัดเจน 4. กำหนดประเด็นปัญหา สถานการณ์ที่ทำทหายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริงของผู้เรียน 5. วิเคราะห์องค์ความรู้ ทักษะหรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ที่ต้องนำมาใช้ในการตอบคำถาม การออกแบบ การสำรวจตรวจสอบประเด็นข้อสงสัย การแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ทำทหายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง 6. เตรียมการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบที่หลากหลาย 7. ออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง 8. กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 9. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดที่นำไปสู่การออกแบบและพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา 10. ส่งเสริมให้ผู้เรียนร่วมกันทำงานกลุ่มได้ด้วยตนเอง 11. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่มและในชั้นเรียน 12. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่น่าตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา



องค์ประกอบ	สภาพการจัดการเรียนรู้
	13. ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน
	14. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานการออกแบบหน้าชั้นเรียน
พฤติกรรมกรอำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน	1. สนับสนุนแหล่งการเรียนรู้ สื่อ อุปกรณ์ประกอบการสืบเสาะหาความรู้และการทำงานของผู้เรียน 2. อำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนในระหว่างการทำกิจกรรม 3. ชี้แนะผู้เรียนโดยการใช้คำถามเพื่อนำมาสู่แนวทางการศึกษาข้อมูลในส่วนจำเป็นต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา การออกแบบ และการสร้างสรรค์และการทดสอบประสิทธิภาพของผลงาน 4. ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน โดยใช้คำถามซึ่งนำจนกระทั่งผู้เรียนได้แนวทางการแก้ปัญหาหรือคำตอบ 5. ให้ความรู้เพิ่มเติมหรือแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน 6. สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน เพื่อช่วยเหลือ ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้อย่างราบรื่น 7. รับฟังปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยความตั้งใจ 8. แนะนำแนวทางการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองได้เต็มศักยภาพ 9. เสริมแรงให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการกระทำของตนเอง จะได้พัฒนาตนเองให้ดียิ่งขึ้น 10. สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียนรักการเรียนรู้และพัฒนาตนเอง 11. ให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน
พฤติกรรมการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน	1. วัดประเมินความสามารถของผู้เรียนโดยให้ความสำคัญกับกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด และคุณภาพของงาน มากกว่าความสำเร็จของงาน 2. แจ้งเกณฑ์การวัดประเมินให้ผู้เรียนทราบล่วงหน้า 3. ใช้กระบวนการและวิธีการวัดประเมินผลการเรียนรู้ที่หลากหลาย 4. วัดประเมินผลการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องทั้งก่อน ระหว่างและหลังทำกิจกรรม 5. วัดประเมินผลตามสภาพจริง โดยพิจารณาจากการแสดงออกของผู้เรียนในขณะที่ทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ 6. วินิจฉัยจุดเด่นและจุดที่ควรพัฒนาของผู้เรียน 7. ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวัดประเมินตนเอง 8. ให้เพื่อนในชั้นเรียนมีส่วนร่วมในการวัดประเมิน 9. แจ้งผลการประเมินให้ผู้เรียนรับทราบ เพื่อให้ผู้เรียนรู้จุดเด่นและจุดที่ควรพัฒนาของตนเอง

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์องค์ประกอบสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครูพบว่า มีทั้งหมด 34 ข้อ สามารถจัดสามารถจัดกลุ่มเป็นองค์ประกอบ ได้ 3 องค์ประกอบ อธิบายความแปรปรวนได้รวม = 67.216 ประกอบด้วย 1) พฤติกรรมกรออกแบบการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา มี 14 สภาพการจัดการเรียนรู้ 2) พฤติกรรมกรอำนวยความสะดวก มี 11 สภาพการจัดการเรียนรู้ และ 3) พฤติกรรมกรประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน มี 9 สภาพการจัดการเรียนรู้ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนผังแสดงองค์ประกอบสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ตารางที่ 3 แสดงค่าไอเกน ค่าร้อยละความแปรปรวน และค่าร้อยละความแปรปรวนสะสมขององค์ประกอบสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครู

องค์ประกอบ	ค่าไอเกน	ร้อยละของ ความแปรปรวน	ร้อยละของความ แปรปรวนสะสม
1.พฤติกรรมกรออกแบบการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา	20.60	60.591	60.591
2.พฤติกรรมกรอำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน	1.190	3.500	64.091
3.พฤติกรรมกรประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน	1.063	3.125	67.216

จากตารางที่ 3 แสดงว่าองค์ประกอบสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครูประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) พฤติกรรมกรออกแบบการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา 2) พฤติกรรมกรอำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน และ 3) พฤติกรรมกรประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน มีค่าไอเกน (Eigen Values) อยู่ระหว่าง 1.063 – 20.60 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1.0 มีค่าความแปรปรวนอยู่ระหว่าง 3.125 – 20.60 และมีค่าร้อยละความแปรปรวนสะสมอยู่ระหว่าง 67.216 – 60.591 โดยองค์ประกอบทั้ง 3 สามารถร่วมกันอธิบายสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครูได้ร้อยละ 67.216



ตารางที่ 4 แสดงค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ขององค์ประกอบสภาพ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครูแต่ละด้าน

องค์ประกอบ	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ
1. พฤติกรรมการออกแบบการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา	0.519 - 0.757
2. พฤติกรรมการอำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน	0.511 - 0.782
3. พฤติกรรมการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน	0.540 - 0.727

จากตารางที่ 4 แสดงค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ขององค์ประกอบสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครู แต่ละด้าน ได้แก่ ด้านพฤติกรรมการออกแบบการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษามีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.519 - 0.757 ด้านพฤติกรรมการอำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.511 - 0.782 และ พฤติกรรมด้านการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียนค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.540 - 0.727

อภิปรายผล

ผลจากการวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงสำรวจขององค์ประกอบสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครูที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้มี 3 องค์ประกอบ สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 พฤติกรรมการออกแบบการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการกำหนดบทเรียนที่เกี่ยวกับสะเต็ม การสร้างการเรียนรู้แบบร่วมมือและการทำงานร่วมกัน จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะเป็นฐาน สนับสนุนการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล และ มีการวัดผลและสะท้อนผลการเรียนรู้ (Hyo - Jeong, S. et al., 2019) ดังที่ จำรัส อินทลาภาพร ได้กล่าวถึงบทบาทผู้สอนควรปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ คือ การส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงนั้น จะต้องจัดบรรยากาศและ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่น่าตื่นเต้น ดึงดูดความสนใจ มีชีวิตชีวาและมีความสนุกสนาน ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นจะต้องท้าทายความรู้ความสามารถ ที่เน้นกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเกิดขึ้นจริงในโลกปัจจุบัน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะต้องจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติโดยแบบบูรณาการใน 3 สาระ คือ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) โดยที่สถานการณ์ที่ใช้จะต้องเป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงหรือเกี่ยวข้องกับผู้เรียนทั้งในระดับประเทศ ชุมชน หรือท้องถิ่น เพื่อทำให้เกิดความท้าทายกระบวนการคิดของผู้เรียน (จำรัส อินทลาภาพร, 2558) โดยที่ อุดมลักษณ์ สรโยธิน ได้กล่าวไว้ตรงกันว่าสภาพ



การจัดการเรียนรู้ที่ใช้สำหรับการประเมินการจัดการเรียนรู้ของครูที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาคือ ครูจะต้องประเมินความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของครูตามแนวทางสะเต็มศึกษาและมีความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา (อุดมลักษณ์ สรโยธิน, 2560) สอดคล้องกับ สุทธิดา จำรัส ที่ได้กล่าวถึงลักษณะของครูและแนวปฏิบัติในชั้นเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาว่า การพัฒนาผู้สอนให้เป็นผู้มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นจะต้องพัฒนาผู้สอนทั้งในด้านความรู้ เนื้อหาผนวกวิธีสอนและผลงานเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge : TPACK) เป็นบุคคลที่มีแนวคิดในการเป็นนักประดิษฐ์คิด สร้าง รังสรรค์ การจัดการเรียนรู้เน้นการปฏิบัติ มากกว่าถ่ายทอดหรือบรรยายความสามารถออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้ด้วยตนเองที่เน้นการจัดการเรียนรู้ในบริบทเฉพาะของแต่ละสถานที่ ชุมชน และห้องเรียน การสร้างชุมชนเพื่อเป็นนักปฏิบัติ ที่จะก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้และการจัดการองค์ความรู้ทั้งในระดับศาสตร์ความรู้ทั้ง 4 และการจัดการองค์ความรู้ข้ามสาขาวิชา เพื่อที่จะสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการระดับสหสาขาวิชา Interdisciplinary) และข้ามสาขาวิชา (Tran disciplinary) ได้ (สุทธิดา จำรัส, 2560)

องค์ประกอบที่ 2 พฤติกรรมการอำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน เป็นการแนะนำผู้เรียนอย่างชัดเจนผ่านกระบวนการชั้นเรียนเพื่อสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ด้วยตนเอง ชักนำให้ผู้เรียนสื่อสารกันเพื่อให้สามารถเสนอแนะความคิดเห็นต่างๆ สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เปิดกว้างสำหรับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กระตุ้นกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กระตุ้นให้เกิดการมอบหมายงานโดยความร่วมมือระหว่างผู้เรียน (Hyo - Jeong, S. et al., 2019) ดังที่ จำรัส อินทลาภพร ที่ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนควรปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้คือผู้สอนจะต้องเป็นผู้โค้ช (Coach) และเป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ (Mentor) รู้จักตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด (จำรัส อินทลาภพร, 2558) สอดคล้องกับ สโทล์แมนน์และคณะ Micah, S. et al. ที่ได้กล่าวถึงแนวปฏิบัติที่ดีสำหรับผู้สอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาว่าผู้สอนจะต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกแก้ปัญหา (Teacher as a Facilitator) (Micah, S. et al., 2012)

องค์ประกอบที่ 3 พฤติกรรมการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน เป็นการประเมินเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพพร้อมกัน ใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายเพื่อพิจารณาความหลากหลายกับผู้เรียน ประเมินกระบวนการปฏิบัติงานของนักเรียนที่ได้รับมอบหมายโดยเชื่อมโยงกับผลการเรียนของผู้เรียนให้การเสริมแรงโดยการชื่นชมและรางวัลเพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง (Hyo - Jeong, S. et al., 2019) โดยที่ สโทล์แมนน์และคณะ Micah, S. et al. ที่ได้กล่าวถึงแนวปฏิบัติที่ดีสำหรับผู้สอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาว่าผู้สอนจะต้องใช้การประเมินเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน (Use Assessment as a Part of Instruction) (Micah, S. et al., 2012) สอดคล้องกับ จำรัส อินทลาภพร ที่ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนควรปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้และ



การประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้คือผู้สอนจะต้องประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างและหลังจากปฏิบัติการทดลอง โดยใช้การสื่อสารเชิงบวก (จรัส อินทลาภาพร, 2558) และ อุดมลักษณ์ สร้อยธิน ได้กล่าวถึงสภาพที่ใช้สำหรับการประเมินการจัดการเรียนรู้ของครูที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ตรงกันว่าผู้สอนจะต้องประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน (อุดมลักษณ์ สร้อยธิน, 2560)

สรุป/ข้อเสนอแนะ

1) ผลของการศึกษานี้ทำให้ทราบองค์ประกอบที่สำคัญของสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์และครูพี่เลี้ยงของมหาวิทยาลัยราชภัฏได้ 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่พฤติกรรมกรรมการออกแบบการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา พฤติกรรมการอำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน และ พฤติกรรมการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน สามารถนำองค์ประกอบทั้ง 3 นี้ ไปใช้ในการพัฒนาหลักสูตรที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา การประเมินสมรรถนะ ตลอดจนสนับสนุนส่งเสริมและเพิ่มพูนความสามารถให้กับนิสิต นักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาต่อไป

2) ควรศึกษาองค์ประกอบเชิงสำรวจของผู้สอนหรืออาจารย์ในสถานศึกษาที่มีประสบการณ์การสอนนักศึกษาครูเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ได้องค์ประกอบของสภาพการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับสภาพบริบทในสังคมปัจจุบันต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2562). การวิเคราะห์สมการโครงสร้าง (SEM) ด้วย AMOS. (พิมพ์ครั้งที่ 3.). กรุงเทพมหานคร: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้จัดจำหน่าย.
- จรัส อินทลาภาพร. (2558). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับครูระดับประถมศึกษา. ใน ดุษฎีนิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประเวศน์ มหารัตน์สกุล. (2557). หลักการและวิธีการเขียนงานวิจัย วิทยานิพนธ์ สารนิพนธ์. กรุงเทพมหานคร: ปัญญาชน.
- วรกันยา แก้วกลม และคณะ. (2561). สภาพปัจจุบันปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของครุวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา. Veridian e-Journal ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ, 11(3), 2092-2112.
- วารุ เฟ็งสวัสดิ์. (2557). การวิจัยทางการบริหารการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 1.). กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.



- ศศิวิมล ว่องวิไล. (2558). การวิเคราะห์องค์ประกอบของกระบวนการจัดการความรู้ของมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ. *Veridian e-Journal ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ*, 8(3), 811-829.
- สายฝน แสนใจพรม และน้ำผึ้ง อินทะเนตร. (2560). บทบาทครูพี่เลี้ยงในการส่งเสริมความสามารถด้านการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยพาร์อีสเทอร์น*, 11(3), 133-133.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2560-2579)*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- สุทธิดา จำรัส. (2560). นิยามของสะสมและลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะสมศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 10(2), 13-34.
- อุดมลักษณ์ สรโยธิน. (2560). การพัฒนาตัวบ่งชี้สำหรับการประเมินการจัดการเรียนรู้ของครูตามแนวทางสะสมศึกษา. ใน *วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Bang-Hee, K. & Kim J. (2016). Development and Validation of Evaluation Indicators for Teaching Competency in STEAM Education in Korea. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1909-1924.
- Comrey, A. L. (1973). *A first course in factor analysis*. New York: Academic Press.
- Hyo-Jeong, S. et al. (2019). What Constitutes Korean Pre-service Teachers' Competency in STEAM Education: Examining the Multi-functional Structure. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 28(1), 47-61.
- Micah, S. et al. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 28-34.