

การพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21*

DEVELOPMENT OF INDICATORS FOR STEM EDUCATION'S TEACHER COMPETENCY IN THE 21ST CENTURY

ฐิตารีย์ ศรีบุญเพ็ง*, เอื้อมพร หลินเจริญ

Thitaree Sribunpheng*, Aumporn Lincharoen

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก ประเทศไทย

Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand

*Corresponding author E-mail: thitareese61@nu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอน สะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 2) ทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอน สะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ และ 3) ตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนศูนย์สะเต็มศึกษาภาค จำนวนทั้งหมด 450 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ คือ 1) แบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้ แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก 2) แบบประเมินสมรรถนะด้านทักษะ และด้านคุณลักษณะ และ 3) แบบประเมินคุณภาพตัวบ่งชี้สมรรถนะ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ผลการวิจัยพบว่า 1) องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 มี 3 องค์ประกอบ คือ ด้านความรู้ (Knowledge) มี 5 ตัวบ่งชี้ ด้านทักษะ (Skill) มี 8 ตัวบ่งชี้ และด้านคุณลักษณะ (Traits) มีจำนวน 3 ตัวบ่งชี้ 2) ความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งมีค่า $\chi^2 = 106.07$ ($df = 88$, $p = 0.092$) ที่ระดับ .05 ค่า $\chi^2/df = 1.205$, $GFI = 0.97$, $AGFI = 0.96$, $RMSEA = 0.021$ แสดงว่าโมเดล มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และ 3) ผลการตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความเชื่อถือได้ ด้านความเหมาะสม ด้านความเป็นไปได้ และด้านความเป็นประโยชน์ พบว่าในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: ตัวบ่งชี้, สมรรถนะ, สะเต็มศึกษา, ศตวรรษที่ 21

Abstract

This research aimed to 1) study the synthesis of components and indicators of STEM teacher competency in the 21st century. 2) test the consistency of the structural equation model of STEM teacher competency indicators in the 21st century with empirical data. And 3) examine the quality of STEM teacher competency indicators in the 21st century. This research study used a quantitative research method. The instruments are: 1) Quiz Test to measure competency in

knowledge of STEM teachers in the 21st century, 4-choice type. 2) Skill and traits of STEM teachers competency in the 21st century by was a five-point rating scale assessment test. And 3) The competency indicator quality assessment form is a five level rating scale questionnaire. Data were analyzed by finding the average, standard deviation and Second Order Confirmatory Factor Analysis (CFA). The research results are as follows. Results of the study synthesized the components and indicators of STEM teacher competency in the 21st century, 3 components, 5 indicators for Knowledge, 8 skills indicators. and traits 3 indicators. Results of the consistency test of the structural equation model of competency indicators for STEM teachers in the 21st century with empirical data. $\chi^2 = 106.07$ (df = 88, p = 0.092) ที่ระดับ .05 ค่า $\chi^2/df = 1.205$, GFI = 0.97, AGFI = 0.96, RMSEA = 0.021. Results of the quality inspection of the STEM teacher competency indicators in the 21st century in all 4 areas: Accuracy standard, Propriety standard, Feasibility standard, Utility standard Overall, the average is at the highest level.

Keywords: Indicators, Competency, STEM Education, 21st Century

บทนำ

การศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21 ย้ำให้เห็นว่า ระบบการศึกษาจำเป็นต้องมีการปรับตัว และเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของเยาวชนสังคมและรวมถึงตลาดแรงงานในอนาคต ซึ่งยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ ดังประกาศคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนด เป้าหมายการพัฒนาคนในทุกมิติ และทุกช่วงวัย ปรับบทบาทครูให้เป็นครูยุคใหม่ เพิ่มประสิทธิภาพระบบบริหารจัดการศึกษาในทุกกระดับ พัฒนากำลังคนให้มีสมรรถนะในการทำงาน ในเรื่องของเทคโนโลยีใหม่ ๆ ความสามารถในการแข่งขัน การผลิต เป็นต้น (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2562) ซึ่งจำเป็นต้องเตรียมพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม และเพื่อให้สามารถรับมือกับความท้าทาย ดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็น ต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ด้านดังกล่าว เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกันและระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตลอดจน การเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วยเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) เพื่อยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ร่วมกับเครือข่าย ดังนั้น การจัดการศึกษาในปัจจุบันจึงให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมาก ครูผู้สอนต้องมีความรู้และทักษะเฉพาะและสมรรถนะในการจัดการเรียนการสอนตามเป้าหมาย ในการพัฒนากำลังคนให้มีสมรรถนะสูง มุ่งเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตอบโจทย์การพัฒนาแห่งอนาคต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2562) จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เป็น จุดอ่อน คือ ครูขาดความรู้ ความสามารถและทักษะในการดำเนินกิจกรรม และขาดการทำงานแบบมีส่วนร่วม และการทำงานเป็นทีมในการจัดการเรียนรู้ ครูขาดการบูรณาการการสอนร่วมกัน (รมณี เหลี่ยมแสง, 2561) ในการพัฒนาผู้นำครูสะเต็มศึกษา พบว่า องค์ประกอบสำคัญและมีอิทธิพลมากที่สุดต่อสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษา คือ ด้านคุณลักษณะ ด้านความรู้และด้านทักษะ ส่งผลต่อสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็ม (รสริน พันธู, 2562) ซึ่งสมรรถนะ

ของครูผู้สอน ถือว่าเป็นเป็นคุณลักษณะเชิงพฤติกรรมที่เป็นผลมาจากความรู้ ทักษะ ความสามารถ และคุณลักษณะอื่น ๆ ที่ทำให้บุคคลสามารถสร้างผลงานได้ โดยคุณลักษณะเหล่านี้จะเป็นตัวผลักดันให้บุคคลสามารถสร้างผลการปฏิบัติงานที่ตนรับผิดชอบให้สูงกว่าหรือเหนือกว่าเกณฑ์หรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ (McClelland, D. C., 1973)

จากการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาปัจจัยวัดสมรรถนะในการศึกษาเพื่อนำไปพัฒนาครูผู้สอนอย่างแพร่หลาย เช่น การศึกษาการวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัย สามารถนำไปใช้เพื่อประเมินสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา (ภิญทิรา ดวงจินดา, 2560) ทั้งนี้ ถ้าได้มีการค้นหาสมรรถนะและตัวบ่งชี้ที่ชัดเจนขึ้นซึ่งจะนำไปสู่การมีสารสนเทศ คุณลักษณะที่ตรงกับสภาพจริงของครูในทางการจัดการเรียนรู้ด้านสะเต็มศึกษา ว่ามีคุณภาพตามมาตรฐานหรือไม่เพียงใด ดังนั้นในการพัฒนาตัวบ่งชี้ทางการศึกษานับเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง กับการพัฒนาศักยภาพ ดังที่ กษภัทร์ สงวนเครือ ได้ศึกษาโปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษา และนำองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่ได้มาเป็นกรอบในการสอบถามความต้องการจำเป็นสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยเพื่อนำไปแก้ปัญหาในการจัดการเรียนรู้ (กษภัทร์ สงวนเครือ, 2562) สอดคล้องกับ กมลสุดประเสริฐ ที่กล่าวว่า การพัฒนาตัวบ่งชี้ (Indicator) จึงมีความสำคัญซึ่งเป็นแนวคิดที่ถูกนำมาใช้ศึกษาปัญหาทางการศึกษา ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ จำนวนมากเพื่อให้ได้ตัวบ่งชี้ที่เหมาะสมและสามารถนำไปตอบปัญหาแก้ปัญหาทางการศึกษา (กมล สุดประเสริฐ, 2543) ความสำคัญและประโยชน์ของตัวบ่งชี้ทางการศึกษามีความสำคัญยิ่งต่อครูผู้สอนได้ตรงกับคุณลักษณะของสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษา จะทำให้สามารถนำมาวิเคราะห์ หรือบ่งชี้ประเด็นปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ได้ และยังสามารถนำไปสู่การปฏิบัติ จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาความสามารถของบุคลากร ให้สอดคล้องกับวิสัยทัศน์ และเป้าประสงค์ขององค์การเพื่อใช้ในการวัดและประเมินผลการปฏิบัติงานของบุคลากรได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะช่วยตรวจสอบคุณลักษณะที่แสดงออกถึงพฤติกรรมบ่งชี้ในการสอนว่าเป็นไปในทิศทางที่ต้องการหรือไม่มีลักษณะอย่างไรที่จะทำให้การจัดการสอนสะเต็มได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

การพัฒนาตัวบ่งชี้ของครูผู้สอนสะเต็ม พบว่า มิติในการพัฒนาตัวบ่งชี้ที่ครอบคลุมครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ ตามองค์ประกอบ ด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านคุณลักษณะ ซึ่งมีตัวบ่งชี้ยังไม่ครอบคลุมสมรรถนะครูผู้สอนตามแนวทางการสอนสะเต็มศึกษา เพื่อให้ได้ตัวบ่งชี้ที่ดีมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือวัดความสำเร็จได้ตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด จึงได้มีการศึกษาการพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะ และใช้ระเบียบวิธีวิจัยที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับตัวชี้วัดทั้งเชิงปริมาณ โดยมีเทคนิคการพัฒนาตัวบ่งชี้จากข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง รวมถึงต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ให้มีคุณภาพครอบคลุมทุกด้าน ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยในฐานะที่เป็นบุคลากรทางการศึกษา จึงสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 เพื่อที่จะนำไปสู่การมีสารสนเทศตรวจสอบพฤติกรรมบ่งชี้สมรรถนะว่าเป็นไปในทิศทางใด ตรงกับสภาพจริงของครูผู้สอนสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถครู หรือประกอบการตัดสินใจกำหนดนโยบายเพื่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้การสอนของครูตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้ตรงตามสมรรถนะที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21
2. เพื่อทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

3. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ โดยมีการแบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสังเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ผู้วิจัยศึกษาสังเคราะห์ตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยศึกษาแนวคิดเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสรุปสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษา และพิจารณาคัดเลือกตัวบ่งชี้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาตรวจสอบและคัดเลือก ตัดทอนเพิ่มเติมและให้ข้อเสนอแนะตัวบ่งชี้สมรรถนะที่สอดคล้องกับการศึกษาในศตวรรษที่ 21 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน มีความเชี่ยวชาญทางด้านสะเต็มศึกษา ได้แก่ นักวิชาการและครูผู้ได้รับรางวัลด้านสะเต็มศึกษา โดยเลือกแบบเจาะจง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ โดยการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนศูนย์สะเต็มศึกษาภาคจำนวน 13 ภูมิภาค จำนวน 450 คน ในการวิจัยครั้งนี้มีพารามิเตอร์ทั้งหมด 39 พารามิเตอร์ กำหนดตัวอย่าง 10 เท่า ต่อ 1 พารามิเตอร์ ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 390 คน แต่เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างมีลักษณะเป็นตัวแทนของประชากรที่น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น จึงใช้ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งหมด 450 คน การสุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling) มีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ใช้การสุ่มโรงเรียนศูนย์สะเต็มศึกษาภาค จำนวน 13 ภูมิภาค โดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นแบ่งตามระดับของโรงเรียน คือ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา 39 โรงเรียน ระดับประถมศึกษา 26 โรงเรียน และโรงเรียนขยายโอกาส 26 โรงเรียน

ขั้นที่ 2 สุ่มตัวอย่างครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ในแต่ละระดับ เป็นกลุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนประชากรในแต่ละระดับ ได้แก่ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา จำนวน 276 คน โรงเรียนระดับประถมศึกษา จำนวน 101 คน โรงเรียนขยายโอกาส จำนวน 73 คน รวม 450 คน

เครื่องมือวิจัย 1) แบบทดสอบวัดสมรรถนะด้านความรู้ ครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และข้อที่มีค่า IOC มากกว่า 0.50 ขึ้นไปและนำไปทดลองใช้กับครูผู้สอน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 20 คน และหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เกณฑ์ค่าความยากระหว่าง 0.20 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.97 และ 2) แบบสอบถามสมรรถนะด้านทักษะ จำนวน 85 ข้อ ด้านคุณลักษณะของ จำนวน 35 ข้อ มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ และตรวจสอบคุณภาพของจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC มากกว่า 0.50 ขึ้นไป และนำไปทดลองใช้กับครูผู้สอน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ การวิเคราะห์ข้อมูล 1) ทำการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา 2) วิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง (Reliability) โดยแบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะ (Skill) มีค่า (CITC) ระหว่าง 0.107 - 0.649 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.961 แบบประเมินสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านคุณลักษณะ (Traits) ระหว่าง 0.016 - 0.775 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.938 และ 3) วิเคราะห์ค่าความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดล โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

อันดับสอง ตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล จากค่าสถิติไค - สแควร์ (χ^2 - test) ค่าสัดส่วน χ^2/df ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องกลมกลืน เปรียบเทียบ (CFI) ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องกลมกลืน (GFI) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน ที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ (RMSEA) และค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือ (SRMR) โดยใช้โปรแกรม LISREL

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

กลุ่มตัวอย่างสำหรับประเมินคุณภาพภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จากผู้ทรงคุณวุฒิ ได้แก่ นักวิชาการศึกษา ผู้บริหารสถานศึกษา ศึกษานิเทศก์ ครูผู้สอน รวมทั้งหมด จำนวน 15 คน โดยเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบประเมินแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ โดยตรวจสอบ 4 ด้าน คือ ด้านความเชื่อถือได้ (Credibility) ด้านความเหมาะสม (Appropriateness) ด้านความเป็นไปได้ (Feasibility) ด้านความเป็นประโยชน์ (Utility) การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยวิเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้ ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ หาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, SD)

ผลการวิจัย

จากการศึกษาเพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ตามขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย 3 ขั้นตอน มีผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลการศึกษาสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ตารางที่ 1 ผลสังเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้
ด้านความรู้ (Knowledge)	1 ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็ม
	2 ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา
	3 ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน
	4 ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา
	5 ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้
ด้านทักษะ (Skill)	1 ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา
	2 ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง
	3 ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น
	4 ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน
	5 ทักษะการอำนวยความสะดวก
	6 ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน
	7 ทักษะการสื่อสาร
	8 ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน
ด้านคุณลักษณะ (Traits)	1 การคิดอย่างเป็นระบบ
	2 ทศนคติเชิงบวกในการสอน STEM
	3 ความคิดสร้างสรรค์

จากตารางที่ 1 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จำนวน 3 องค์ประกอบ ตัวบ่งชี้ จำนวน 16 ตัวบ่งชี้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ องค์ประกอบด้านความรู้ (Knowledge) ตัวบ่งชี้ จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย ตัวบ่งชี้ที่ 1) ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา 2) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา 3) ความรู้

เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน 4) ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอน และ 5) ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ องค์ประกอบด้านทักษะ (Skill) ได้จำนวน 8 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย ตัวบ่งชี้ที่ 1) ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา 2) ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง 3) ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น 4) ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน 5) ทักษะการอำนวยความสะดวก 6) ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน 7) ทักษะการสื่อสาร และ 8) ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน และองค์ประกอบด้านคุณลักษณะ (Traits) ตัวบ่งชี้ มีจำนวน 3 ตัวบ่งชี้ ตัวบ่งชี้ที่ 1) คิดอย่างเป็นระบบ 2) ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM และตัวบ่งชี้ที่ 2) และ 3) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. ผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลการวัดของสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ดัชนีทดสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุ	ค่าสถิติ	เกณฑ์	ผล
ค่าไค - สแควร์ (χ^2)	106.07	ไม่มีนัยสำคัญ	ผ่าน
ค่าสัดส่วน (χ^2 / df)	1.205	< 2.00	ผ่าน
ค่าดัชนีวัดความกลมกลืน (GFI)	0.97	> 0.95	ผ่าน
ค่าดัชนีความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI)	0.96	> 0.95	ผ่าน
ค่ารากของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA)	0.021	< 0.05	ผ่าน

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ของโมเดลตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 จำนวน 3 องค์ประกอบ ซึ่งการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลตัวบ่งชี้กับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีค่าไคสแควร์ (χ^2) เท่ากับ 106.07 ที่องศาอิสระ ($df = 88$, $p = 0.092$) ค่าไค - สแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยพิจารณาค่า (χ^2) / $df = 1.202$, $GFI = 0.97$, $AGFI = 0.96$, $RMSEA = 0.021$ มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์ทุกค่า แสดงว่ายอมรับสมมติฐานหลักที่ว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ตารางที่ 3 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้โมเดลการวัดสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ตัวบ่งชี้	B (SE)	R ²	สัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ
1. ด้านความรู้ (Knowledge) (KN)	0.50 (0.14)	0.47	
ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา (KN1)	1.00 (0.00)	0.07	0.01
ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา (KN2)	1.36 (0.21)	0.16	0.04
ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน (KN3)	0.90 (0.15)	0.36	0.28
ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอน (KN4)	0.49 (0.09)	0.08	0.03
ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ (KN5)	1.67 (0.28)	0.44	0.20
2. ด้านทักษะ (Skill) (SK)	1.00	1.08	<->
ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา (SK1)	0.64 (0.13)	0.12	0.06
ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหากับชีวิตจริง (SK2)	0.73 (0.14)	0.14	0.04
ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น (SK3)	0.72 (0.14)	0.16	0.06
ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน (SK4)	1.00 (0.00)	0.22	0.12
ทักษะการอำนวยความสะดวก (SK5)	0.77 (0.15)	0.14	0.06
ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน (SK6)	0.82 (0.16)	0.13	0.05

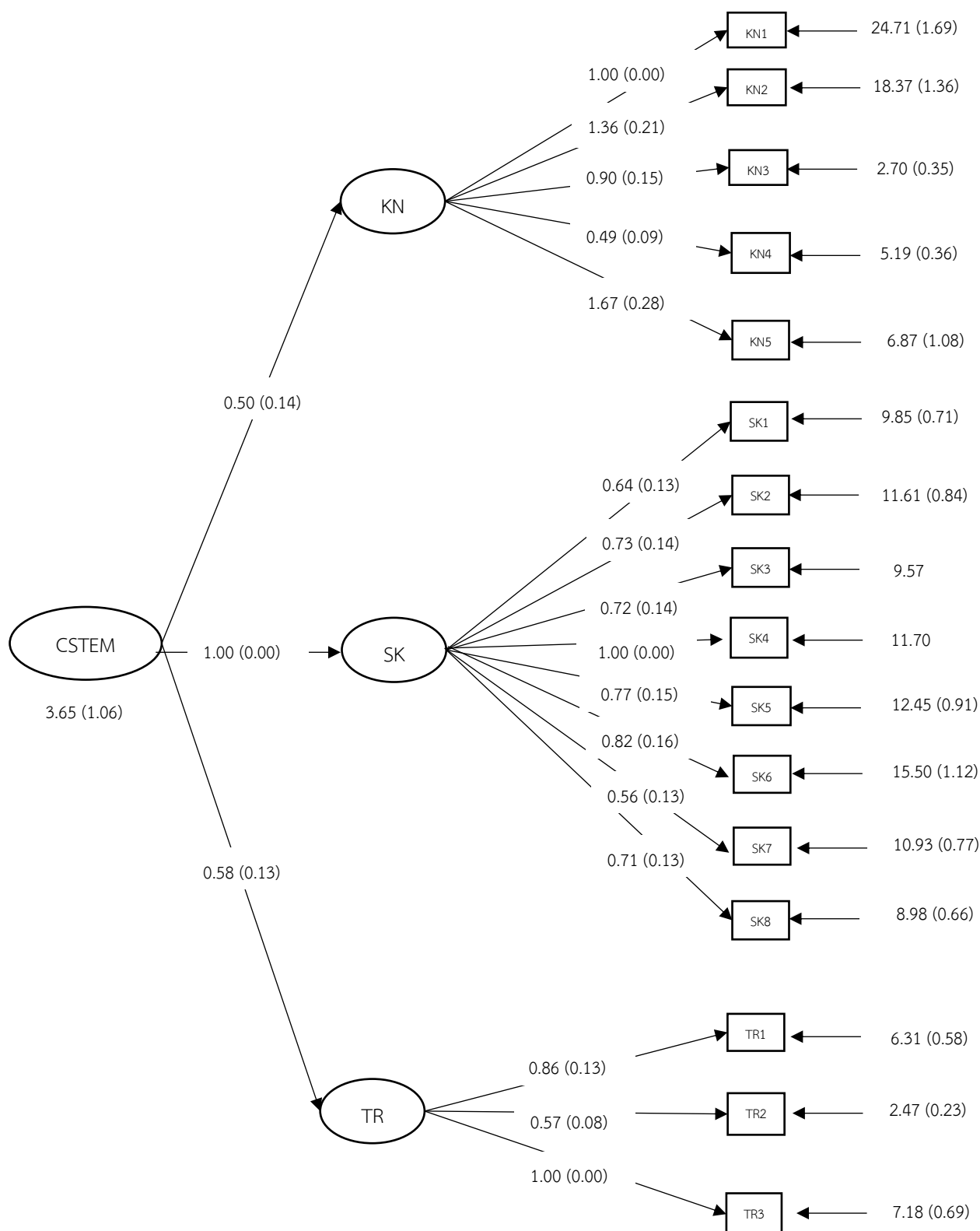
ตารางที่ 3 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้โมเดลการวัดสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 (ต่อ)

ตัวบ่งชี้	B (SE)	R ²	สัมประสิทธิ์คะแนน องค์ประกอบ
ทักษะการสื่อสาร (SK7)	0.56 (0.13)	0.09	0.04
ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน (SK8)	0.71 (0.13)	0.16	0.07
3. ด้านคุณลักษณะ (Traits) TR	0.58 (0.13)	0.32	
การคิดอย่างเป็นระบบ (TR1)	0.86 (0.13)	0.31	0.22
ทัศนคติเชิงบวกในการสอน STEM (TR2)	0.57 (0.08)	0.33	0.33
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (TR3)	1.00 (0.00)	0.35	0.19

จากตารางที่ 3 พบว่า องค์ประกอบ ด้านความรู้ (Knowledge) มี 5 ตัวบ่งชี้ ด้านทักษะ (Skill) มี 8 ตัวบ่งชี้ ด้านคุณลักษณะ (Traits) มี 3 ตัวบ่งชี้ โดยมีค่าน้ำหนักอยู่ระหว่าง 0.50 - 1.00 พบว่า ด้านความรู้ (Knowledge) (KN1-KN5) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.49 - 1.67 ค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (KN5) มีค่า 1.67 ด้านทักษะ (Skill) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.56 - 1.00 ค่าน้ำหนักที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ การออกแบบการเรียนการสอน (SK4) มีค่า 1.00 และด้านคุณลักษณะ (Traits) (TR1-TR3) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.57 - 1.00 ค่าน้ำหนักที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (TR3) มีค่า 1.00 ดังภาพที่ 1

3. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

ผลการประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ครูผู้สอน ทั้งหมด 4 ด้าน ในแต่ละด้าน พบว่า ด้านความเป็นประโยชน์ (Utility) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.74, S.D. = 0.40) รองลงมา คือ ด้านความเป็นไปได้ (Feasibility) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.58, S.D. = 0.41) ด้านความเหมาะสม (Appropriateness) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.56, S.D. = 0.32) และด้านความเชื่อถือได้ (Credibility) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.42, S.D. = 0.21)



$$\chi^2 = 106.07, df = 88, p = 0.092, GFI = 0.97, AGFI = 0.96, RMSEA = 0.021$$

ภาพที่ 1 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

อภิปรายผล

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาสังเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 สามารถสรุปอภิปรายผลได้ ดังนี้

จากผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ 1) องค์ประกอบด้านความรู้ (Knowledge) 2) องค์ประกอบด้านทักษะ (Skill) และ 3) องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ (Traits) จำนวนตัวบ่งชี้ทั้งหมด จำนวน 16 ตัวบ่งชี้ ประกอบด้วย ตัวบ่งชี้ที่ 1) ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา 2) ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา 3) ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน 4) ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอน 5) ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ 6) ทักษะการบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา 7) ทักษะการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับชีวิตจริง 8) ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น 9) ทักษะการออกแบบการเรียนการสอน 10) ทักษะการอำนวยความสะดวก 11) ทักษะการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน 12) ทักษะการสื่อสาร 13) ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน 14) คิดอย่างเป็นระบบ 15) ทักษะคิดเชิงบวกในการสอน STEM และ 16) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จากการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ ได้พิจารณาเห็นว่า องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ทั้ง 3 ด้านมีความเหมาะสมสำหรับเป็นองค์ประกอบของสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ซึ่ง มีความสอดคล้องกับแนวคิดของ ไบรอัน และพูสลี ที่สรุปว่า ได้อธิบายองค์ประกอบของสมรรถนะไว้ 3 ด้านด้วยกัน คือ ด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านคุณลักษณะ (Bryant, J. & Poustie, K., 2001) และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ จุฬาลักษณ์ ไกรพล พบว่า องค์ประกอบสมรรถนะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้ ด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านคุณลักษณะ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ คือ 0.26, 0.27 และ 0.28 ตามลำดับ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์องค์ประกอบระหว่าง 0.01 - 0.26 (จุฬาลักษณ์ ไกรพล, 2561) และของ สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน กล่าวว่า สมรรถนะ มีความสำคัญต่อการปฏิบัติงานของบุคลากรและองค์กร สมรรถนะมีประโยชน์ต่อตัวปฏิบัติงาน ต่อตัวองค์กรหรือหน่วยงาน และต่อการบริหารบุคคลโดย สามารถช่วยคัดเลือกลักษณะบุคคลที่ดี ที่มีความรู้ ทักษะและความสามารถ และลักษณะที่เหมาะสมกับองค์กร (สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน, 2547)

2. ผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมการโครงสร้างสมรรถนะและตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

โดยพิจารณาตามค่าน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบ ด้านความรู้ (Knowledge) ด้านทักษะ (Skill) ด้านคุณลักษณะ (Traits) โดยมีค่าน้ำหนักอยู่ระหว่าง 0.50 - 1.00 ดังนี้

2.1 องค์ประกอบด้านทักษะ (Skill) จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญของสมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 1.00 ซึ่งเป็นความสามารถของแต่ละบุคคลสามารถปฏิบัติและสามารถทำได้ดีซึ่งเกิดจากการฝึกฝนเป็นประจำจนเกิดความชำนาญ และแสดงให้เห็นถึงความชำนาญ สอดคล้องกับแมคเคลแลนด์ และเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานซึ่งช่วยให้บุคคลนำความรู้นั้นไปใช้ได้ (McClelland, D. C., 1973) พบว่า ตัวบ่งชี้การออกแบบการเรียนการสอน (SK4) มีค่า 1.00 และรองลงมา คือ การประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน (SK6) มีค่า 0.82 และการอำนวยความสะดวก (SK5) มีค่า 0.77 (0.15) การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับชีวิตจริง (SK2) มีค่า 0.73 การทำงานร่วมกับผู้อื่น (SK3) มีค่า 0.72 การใช้เทคโนโลยีและสื่อการสอน (SK8) มีค่า 0.71 การบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา (SK1) มีค่า 0.64 การสื่อสาร (SK7) มีค่า 0.56 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ จุฬาลักษณ์ ไกรพล สรุปว่า องค์ประกอบด้านทักษะ (Skills)

มีค่าน้ำหนักสูงสุด 0.73 ตัวบ่งชี้ทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งให้เห็นว่าทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมให้นักเรียนให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย ตามสภาพจริงตามความรู้ความสามารถของนักเรียน (จุฬาลักษณ์ ไกรพล, 2561) และของ สุรัชชัย ผาสุก ในด้านพฤติกรรมกรออกแบบการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษามีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.519 - 0.757 ด้านพฤติกรรมกรอำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน มีค่าน้ำหนัก องค์ประกอบเท่ากับ 0.511 - 0.782 และพฤติกรรมด้านการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียนค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.540 - 0.727 (สุรัชชัย ผาสุก, 2564) สอดคล้องกับ จำรัส อินทลาภาพร ได้สรุปว่าบทบาทครูผู้สอนสะเต็มควรปฏิบัติออกแบบการเรียนรู้จะต้องท้าทาย ความรู้ ความสามารถ ที่เน้นกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์เกิดขึ้นจริงให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติโดยแบบบูรณาการ (จำรัส อินทลาภาพร, 2558) และของ อุดมลักษณ์ สรโยธิน ได้กล่าวไว้ตรงกันว่าครูจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้อยู่ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และมีความสามารถในการออกแบบการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา (อุดมลักษณ์ สรโยธิน, 2560)

2.2 ด้านคุณลักษณะ (Traits) เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ คือ รองลงมา พบว่า ค่าน้ำหนัก จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.57 - 1.00 และมีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (TR3) มีค่า 1.00 และรองลงมา คือ การคิดอย่างเป็นระบบ (TR1) มีค่า 0.86 และทัศนคติเชิงบวกในการสอน STEM (TR2) มีค่า 0.57 สอดคล้องกับการศึกษา กนิษฐ์ ศรีเคลือบ และณัฐพล แจ้งอักษร สรุปว่าสมรรถนะการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM มีค่าเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 2.70 - 4.38 โดยค่าเฉลี่ยด้านความรู้ในระดับปานกลาง ส่วนค่าเฉลี่ยด้านทักษะและเจตคติ อยู่ในระดับมากค่อนข้างไปทางมากที่สุด (กนิษฐ์ ศรีเคลือบ และณัฐพล แจ้งอักษร, 2561) และสอดคล้องกับการศึกษาของ กรวุฒิ แผนพรหม โมเดลเชิงสาเหตุพระระดับของสมรรถนะครูสะเต็มมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ($PPP = .446$, $df = 33$) โดยตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อสมรรถนะครูสะเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับนิตินักศึกษาคือ การคิด และเจตคติต่อสะเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจากการพิจารณาเจตคติต่อสะเต็ม พบว่า นิตินักศึกษาคือเจตคติต่อสะเต็มทุกข้ออยู่ในระดับมาก โดยเจตคติที่นิตินักศึกษาคือมากที่สุด คือ รู้สึกว่าการจัดการเรียนการสอนสะเต็มทำให้ได้พัฒนาตนเองอยู่เสมอ และต้องการให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับการบูรณาการความรู้ความสามารถ และทักษะในเรื่องต่าง ๆ ไปใช้ในการสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน รองลงมา คือ คิดว่าการจัดการเรียนการสอนสะเต็มมีประโยชน์ต่อนักเรียน และต้องการจัดการเรียนการสอนสะเต็มในรายวิชาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งจะเห็นได้ว่าประเด็นดังกล่าวที่นิตินักศึกษาคือเจตคติต่อสะเต็มในทางบวกช่วยส่งเสริม แต่ละบุคคล ซึ่งจะแสดงพฤติกรรมออกมาตามความเชื่อนั้น ๆ หากบุคคลนั้นมีความเชื่อในเชิงบวก จะแสดงพฤติกรรมในทางบวกต่อสิ่งนั้น เป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้ประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอน (กรวุฒิ แผนพรหม, 2562) เช่นเดียวกับ จุฬาลักษณ์ ไกรพล ด้านการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงสุด เท่ากับ 0.71 ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้แก่เด็ก ๆ ซึ่งด้านการใช้ความคิดสร้างสรรค์ต้องการหาสิ่งใหม่ ๆ เพื่อที่จะพัฒนาตนเอง ในปัจจุบันโลกออนไลน์เป็นสื่อทางสังคมเป็นช่องทางในยุคสมัยใหม่ต่อการพัฒนาทางด้านการถ่ายทอดเนื้อหาในการเรียน เป็นยุคของการเปลี่ยนแปลงทางด้านสื่อ ทางด้านวัตถุ และทางด้านความคิด ที่มีผลต่อการพัฒนาการถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียน (จุฬาลักษณ์ ไกรพล, 2561) และการศึกษาของ รสริน พันธุ์ สรุปว่า สมรรถนะและคุณลักษณะผู้นำครูสะเต็มศึกษา ควรมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการสร้างแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่สอดคล้องกับสาขาวิชาและบริบท และสามารถคิดอย่างเป็นระบบโดยเชื่อมโยงสิ่งที่มีอยู่ในบริบทของท้องถิ่นเข้าสู่กระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อช่วยแก้ปัญหาหรือพัฒนาท้องถิ่นให้ดียิ่งขึ้น (รสริน พันธุ์, 2562) นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับ วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนา ได้กล่าวว่า ในทุกอาชีพและทุกสาขามีความต้องการ บุคลากรที่มีความคิดสร้างสรรค์ และสามารถแปลงความคิดสร้างสรรค์ไปเป็นนวัตกรรมใหม่ ๆ ได้ (วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนา, 2562)

2.3 องค์ประกอบด้านความรู้ (Knowledge) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ 0.50 ตัวบ่งชี้ (KN1-KN5) มีค่าเป็นบวก และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกข้อ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.49 - 1.67 และจัดเรียงค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดในการบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ด้านความรู้ (Knowledge) คือ ความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้สะเต็มศึกษา(KN5) มีค่า 1.67 และรองลงมา คือ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา (KN2) มีค่า 1.36 ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา (KN1) 1.00 ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน (KN3) มีค่า 0.90 และความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา (KN4) มีค่า 0.49 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Shulman, L. S, Grossman, F. K., Magnusson, D. ว่าสะเต็มศึกษาแสดงถึงการสอนบูรณาการความรู้ในเนื้อหาการผสมผสาน และความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนทำให้ นำไปสู่ความเข้าใจเกิดการดัดแปลงสามารถ และนำเสนอเนื้อหาที่สอดคล้อง และเหมาะสมกับความต้องการและความสนใจ ที่หลากหลายสำหรับผู้เรียน ซึ่งจะประกอบด้วย ความรู้ด้านเป้าหมายการสอน ความรู้ด้านหลักสูตร ความรู้ความเข้าใจในผู้เรียน ความรู้การประเมินผลการเรียนรู้ และความรู้กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา (Shulman, L. S., 1987); (Grossman, F. K., 1992); (Magnusson, D., 1999) ซึ่งความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (KN5) มีค่า 1.67 ซึ่งสอดคล้องกับของ กษภัทร์ สงวนเครือ ที่สรุปว่า สภาพปัจจุบันของสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ความรู้ของครูเกี่ยวกับเป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา ความรู้ของครูเกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้ ความรู้ของครูเกี่ยวกับกลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา ความรู้ของครูเกี่ยวกับความเข้าใจในผู้เรียน และความรู้ของครูเกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา (กษภัทร์ สงวนเครือ, 2562) และการศึกษาของ วรกันยา แก้วกลม และคณะ ได้ศึกษาเรื่องสภาพปัจจุบันปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความรู้ในด้านต่าง ๆ มีความสำคัญสำหรับสะเต็มศึกษา ดังนี้ ด้านที่ 1) ความรู้เป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา เป็นความรู้ในการการนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ บูรณาการ ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหา 2) ความรู้หลักสูตรสะเต็มศึกษา เป็นความรู้ในการใช้สถานการณ์ปัญหา เชื่อมโยงกับเนื้อหาในชีวิตจริง ในการจัดการเรียนรู้ ในระดับชุมชน สังคมและนานาชาติ เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 3) ความรู้ความเข้าใจในผู้เรียน เป็นความรู้ของครูเกี่ยวกับการช่วยให้ผู้เรียนมีแรงบันดาลใจ เกี่ยวกับการนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ในการทำอาชีพ 4) ความรู้กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และการคิดแก้ปัญหา ทำการออกแบบกิจกรรมอย่างสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหา เลือกใช้ระดับการบูรณาการในชั้นเรียนได้หลายระดับ เชื่อมโยงระหว่างสาขาวิชากับชีวิตจริงและการประกอบอาชีพขึ้นอยู่กับเนื้อหาและบริบท และ 5) ความรู้การประเมินการเรียนรู้ ความรู้ในด้านวัดผลและประเมินผลจากสภาพจริง และวัดผลจากความสำเร็จของงานเป็นหลักสำคัญ สอดคล้องตามกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหาผนวกกับวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge: PCK) ที่ให้ความสำคัญกับการบูรณาการความรู้ (วรกันยา แก้วกลม และคณะ, 2561)

3. การตรวจสอบคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21

จากผลการประเมินดังกล่าว พบว่า ผลการประเมินคุณภาพของตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ทั้งหมด 4 ด้าน ด้านความเชื่อถือได้ ด้านความเหมาะสม ด้านความเป็นไปได้ และ ด้านความเป็นประโยชน์ พบว่าในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ตัวบ่งชี้สามารถนำไปใช้เพื่อประเมินสมรรถนะการปฏิบัติการสอนของครูได้จริง สอดคล้องกับ นงลักษณ์ วิรัชชัย ที่ได้เสนอแนวคิดในการตรวจสอบคุณภาพตัวบ่งชี้โดยการตรวจสอบ ความเป็นไปได้ (Feasibility) ความเป็นประโยชน์ (Utility) ความเหมาะสม (Appropriateness) และความเชื่อถือได้ (Credibility) (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2545) ซึ่งผู้บริหารสถานศึกษา



ศึกษานิเทศก์ ครูผู้สอน สามารถนำไปพัฒนาใช้เป็นเครื่องมือ เพื่อปรับปรุงสมรรถนะในด้านต่าง ๆ ในการประเมินคุณภาพการจัดการเรียนรู้ของครูในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาต่อไป

องค์ความรู้ใหม่

องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาสังเคราะห์และวิเคราะห์ผลยืนยันกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่าสิ่งสำคัญที่มีผลต่อการมีสมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ด้านทักษะ (Skill) ด้านคุณลักษณะ (Traits) และด้านความรู้ (Knowledge) ตามลำดับ ซึ่งครูผู้สอนควรมีทักษะและให้ความสำคัญกับการออกแบบการเรียนการสอน, การประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน, อำนวยความสะดวก, การทำงานร่วมกับผู้อื่น, การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา กับชีวิตจริง, การบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ 4 สาขา, การใช้เทคโนโลยี และสื่อการสอน และการสื่อสาร ตามลำดับ และครูผู้สอนควรมีคุณลักษณะ ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์, การคิดอย่างเป็นระบบ และมีทัศนคติเชิงบวกในการสอน STEM, มีความรู้เกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้, หลักสูตรสะเต็มศึกษา, เป้าหมายการสอนสะเต็ม, กลวิธีการสอนสะเต็มศึกษา และความเข้าใจในผู้เรียน, ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 3 ด้าน และตัวบ่งชี้มีน้ำหนักความสำคัญแตกต่างกัน แต่ตัวบ่งชี้ทั้งหมดมีความสำคัญ ซึ่งจะช่วยนำไปพัฒนาครูผู้สอนในประเด็นต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการจัดการเรียนการสอน และให้ผู้เรียนได้บรรลุเป้าหมายของการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยการพัฒนาตัวบ่งชี้สมรรถนะครูผู้สอนสะเต็มศึกษาในศตวรรษที่ 21 พบว่า ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านความรู้ (Knowledge) ด้านทักษะ (Skill) ด้านคุณลักษณะ (Traits) โดยมีค่าน้ำหนักอยู่ระหว่าง 0.50 - 1.00 และจำนวนตัวบ่งชี้ทั้งหมด จำนวน 16 ตัวบ่งชี้ โดยมีค่าน้ำหนักอยู่ระหว่าง 0.49 - 1.67 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์การทดสอบซึ่งมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ 1) องค์ประกอบด้านความรู้ (Knowledge) จำนวน 5 ตัวบ่งชี้ ตัวบ่งชี้ที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้สะเต็มศึกษา 2) องค์ประกอบด้านทักษะ (Skill) จำนวน 8 ตัวบ่งชี้ โดยตัวบ่งชี้ที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด คือการออกแบบการเรียนการสอน และ 3) องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ (Traits) จำนวน 3 ตัวบ่งชี้ ตัวบ่งชี้ที่มีความสำคัญมากที่สุด คือความคิดสร้างสรรค์ ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้และในการวิจัยครั้งต่อไป จากผลการศึกษาพิจารณาน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบที่ส่งผลต่อสมรรถนะครูผู้สอน ดังนี้ ด้านทักษะ ด้านคุณลักษณะ และด้านความรู้ สามารถนำไปเป็นกรอบในการพัฒนาด้านต่าง ๆ พิจารณาดังต่อไปนี้ 1) ด้านทักษะควรให้ความสำคัญกับการออกแบบการเรียนการสอน และการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียน และนำประเด็นนี้เป็นหลักนำไปพัฒนาการจัดกิจกรรมให้นักเรียน เพื่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย 2) ด้านคุณลักษณะ ส่งเสริมการพัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งมีความสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับสาขาวิชาและบริบท เพื่อช่วยแก้ปัญหาหรือพัฒนาผู้เรียนให้มีการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และ 3) ด้านความรู้ ให้ความสำคัญเกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับการประเมินการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และด้านความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรสะเต็มศึกษา เพราะมีความสำคัญในการเรียนการสอนว่านักเรียนนั้นประสบความสำเร็จในการเรียนรู้หรือไม่ตามหลักสูตรที่สถานศึกษากำหนด ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปนำองค์ประกอบและตัวบ่งชี้สมรรถนะของครูผู้สอนสะเต็มในศตวรรษที่ 21 นำไปออกแบบพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินสมรรถนะครูผู้สอน และนำตัวบ่งชี้ที่มีน้ำหนักความสำคัญในแต่ละองค์ประกอบนำไปพัฒนาศึกษาเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาครูผู้สอนได้ตรงประเด็นและตรงกับด้านที่ครูผู้สอนต้องการพัฒนา

เอกสารอ้างอิง

- กชภัทร์ สงวนเครือ. (2562). โปรแกรมเสริมสร้างสมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทาง สะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. ใน วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาการศึกษา. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- กนิษฐ์ ศรีเคลือบ และณัฐพล แจ้งอักษร. (2561). การพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM ของนักศึกษาครู: การกำหนดจุดตัดคะแนนโดยใช้การวิเคราะห์กลุ่มแฟง. วารสารวิธีวิทยาการวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 32(2), 133-158.
- กมล สุดประเสริฐ. (2543). ดัชนีความสำเร็จของการปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติสำนักนายกรัฐมนตรี.
- กรวุฒิ แผนพรหม. (2562). การพัฒนาเครื่องมือวัดโมเดลเชิงสาเหตุ และแนวทางการเตรียมความพร้อมครูสะเต็ม: การวิเคราะห์โมเดลพหุระดับจำแนกข้ามกลุ่ม. ใน วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2562). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติมจนถึง (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- จำรัส อินทลาภาพร. (2558). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับครูระดับประถมศึกษา. ใน ดุษฎีนิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จุฬาลักษณ์ ไกรพล. (2561). การวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยพะเยา, 6(2), 29-44.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2545). การพัฒนาตัวบ่งชี้สำหรับการประเมินคุณภาพการบริหารและการจัดการเขตพื้นที่การศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ธาออักษร.
- ภัณฑิรา ดวงจินดา. (2560). การวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา. ใน วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รมณี เหลี่ยมแสง. (2561). กลยุทธ์การบริหารจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. ใน วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาบริหารการศึกษา. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- รสริน พันธุ์. (2562). รูปแบบการพัฒนาผู้นำครูสะเต็มศึกษาสำหรับสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 2. ใน วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาผู้นำทางการศึกษาและการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- วรกันยา แก้วกลม และคณะ. (2561). สภาพปัจจุบันปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา. Veridian e-Journal ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ, 11(3), 2092-2112.

- วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล. (2562). การพัฒนาทักษะสร้างสรรค์นวัตกรรม. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ผู้นำนวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). ผลประชุมคณะกรรมการนโยบาย “สะเต็มศึกษา” กระทรวงศึกษาธิการ. เรียกใช้เมื่อ 12 มกราคม 2566 จาก <http://www.krusmart.com/stem-education-committee2/>
- สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน. (2547). การกำหนดสมรรถนะของบุคคล เพื่อการสรรหาและเลือกสรร. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สรรหาและเลือกสรร สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2562). ยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580). (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเลขาธิการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.
- สุรัชชัย ผาสุก. (2564). การวิเคราะห์องค์ประกอบสภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ และครูพี่เลี้ยงมหาวิทยาลัยราชภัฏ. วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยวิทยาเชิงพุทธ, 6(5), 271-283.
- อุดมลักษณ์ สร้อยจิน. (2560). การพัฒนาตัวบ่งชี้สำหรับการประเมินการจัดการเรียนรู้ของครู ตามแนวทางสะเต็มศึกษา. ใน วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Bryant, J. & Poustie, K. (2001). Competencies needed by public library staff. Gutersloh: Ger:Bertelsmann Foundation.
- Grossman, F. K. (1992). Risk and Resilience in young Adolescent. Journal of Youth and Adolescent, 21(5), 259-550.
- Magnusson, D. (1999). Holistic Interactionism: A perspective for Research on Personality Development. New York: Guilford Press.
- McClelland, D. C. (1973). Testing for Competence rather than for Intelligence. American Psychologists, 28(1), 1-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. Harvard Educational Review, 57(1), 1-22.