

**การวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะของครูผู้สอนตาม
แนวสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
มัธยมศึกษา เขต 19**

**Factor analysis of STEM education teacher
competencies under the secondary educational
service area office 19**

จุฬาลักษณ์ ไกรพล^{1*} จุไรรัตน์ อาจแก้ว² และ จุฑามาส ศรีจำนงค์¹
Juraluck Kraipol^{1*}, Jurairat Ardkaew² and Jutamas Srijumnong¹

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบสมรรถนะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 และ 2) เพื่อทดสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างสมรรถนะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูผู้สอนสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 จำนวน 400 คน โดยการสุ่มแบบสองขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ มีจำนวน 63 ข้อ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปร ความโค้ง ค่าไค-สแควร์ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ผลการวิจัยพบว่า

¹ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จังหวัด เลย 42000

² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จังหวัด เลย 42000

¹ Faculty of education, Loei Rajabhat University, loei province 42000

² Faculty of science and technology, Loei Rajabhat University, loei province 42000

*Corresponding author e-mail: kaipol88@hotmail.com

1. องค์ประกอบสมรรถนะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้ ด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านคุณลักษณะ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบคือ 0.26, 0.27 และ 0.28 ตามลำดับ และมีค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบระหว่าง 0.01 ถึง 0.26

2. ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า ค่าไค-สแควร์ เท่ากับ 42.15 ที่องศาแห่งความเป็นอิสระ เท่ากับ 49 ค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.75 ส่วนดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง (GFI) มีค่าเท่ากับ 0.98 ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) มีค่าเท่ากับ 0.97 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ในระดับดี ส่วนดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบ (CFI) มีค่าเท่ากับ 1.00 และดัชนีค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.00 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดี

คำสำคัญ: การวิเคราะห์องค์ประกอบ, สมรรถนะครู, สะเต็มศึกษา

Abstract

The purposes of this research were 1) to study the factors of STEM education teacher competencies under the secondary educational service area office 19 and 2) to test the consistency of the structural equation model of STEM education teacher competencies with empirical data. The proportional two stage random sampling was applied for 400 STEM education teacher competencies under the secondary educational service area office 19. The research tool was a five level rating scale questionnaire. There are 63 items. Data was analyzed by using: percentage, mean, standard deviation, skewness, kurtosis, chi-square, pearson's product-moment correlation coefficient and confirmatory factor analysis. The research findings were as follows:

1. The factor of STEM education teacher competency has three factors: Knowledge, Skills and Attribute. The factor loading of three factors are 0.26, 0.27 and 0.28 respectively and factor scores were between 0.01 to 0.26.

2. The test result of the consistency of structural equation model with the empirical data showed that the Chi-Square goodness of fit test at 42.15 with 49 degree of freedom; p-Value = 0.75; Goodness of Fit Index (GFI) = 0.98; Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI)

= 0.97; Comparative Fit Index (CFI) = 1.00; and Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.00. Thus, the model has a good consistency with empirical data.

Keywords: Factor analysis, Teacher competencies, STEM education

บทนำ

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงงานที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผสมผสานกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 5 ประการ ได้แก่ 1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษาในระหว่างการเรียนรู้ 2) มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด 3) มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบแอคทีฟ (active learning) ของผู้เรียน 4) ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ และ 5) สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, 2557)

ในศตวรรษที่ 21 ครูถือได้ว่าเป็นบุคคลสำคัญในการพัฒนาการศึกษา ดังนั้นการพัฒนาครูจึงจำเป็นอย่างยิ่งในโลกยุคปัจจุบันที่มีความเปลี่ยนแปลงทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม เทคโนโลยี และข้อมูลข่าวสารเข้ามาอย่างรวดเร็ว ความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลต่อระบบการศึกษาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้รูปแบบการเรียนรู้และวิธีแสวงหาความรู้เปลี่ยนไปจากระบบการเรียนรู้แบบดั้งเดิมที่มีครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้สู่นักเรียนเพียงฝ่ายเดียวไปสู่รูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเองที่นักเรียนสามารถแสวงหาและสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองเพิ่มมากขึ้น จากสถานะเช่นนี้จึงเป็นสิ่งที่ท้าทายสำหรับครู (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2551) และครูผู้สอนสะเต็มศึกษาจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาสมรรถนะให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงเพราะทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge – based Society) จึงต้องได้รับการพัฒนา

ให้มีความรู้ความเข้าใจในโลกธรรมชาติ และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม มีความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแล รักษา การพัฒนาสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุล และยั่งยืน ช่วยเพิ่มขีดความสามารถ ในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

ครุตามสมรรถนะแห่งศตวรรษที่ 21 ต้องเปลี่ยนแปลงด้วยทักษะและความสามารถ โดยมุ่งเน้นในการพัฒนาตนเอง ตั้งใจปฏิบัติหน้าที่ ให้มีความสามารถในการวางแผน การกำหนดเป้าหมาย การวิเคราะห์ สังเคราะห์ภารกิจงาน มีคุณภาพ ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ เพื่อให้งานประสบความสำเร็จ นอกจากนี้ยังต้องนำชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนมีลักษณะสอดคล้องกับกับความต้องการของชุมชน ผู้วิจัยจึงผนวกรวมเป็นองค์ประกอบสมรรถนะของครูผู้สอน ประกอบด้วย การออกแบบการเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการจัดการเรียนรู้ การบริหารจัดการชั้นเรียนและการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ การวัดการประเมินและติดตามผลการจัดการเรียนรู้ การสร้างความสัมพันธ์กับชุมชนเพื่อการจัดการเรียนรู้ การสื่อสาร การใช้ภาษาและจิตวิทยาการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพ การส่งเสริมความเชี่ยวชาญ และการวิจัยเพื่อการจัดการเรียนรู้ (บรรพต ฐีจันทร์, 2557)

นอกจากนี้องค์ประกอบของสมรรถนะครูตามประกาศคณะกรรมการคุรุสภา ประกอบด้วย ความเป็นครู ปรัชญาการศึกษา ภาษาและวัฒนธรรม จิตวิทยาสำหรับครู หลักสูตร การจัดการเรียนรู้และการจัดการชั้นเรียน การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ การประกันคุณภาพการศึกษา คุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณ การฝึกปฏิบัติวิชาชีพระหว่างเรียน และการปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาในสาขาวิชาเฉพาะ (สมรรถนะครูตามประกาศคณะกรรมการคุรุสภา, 2556)

ส่วนพิมพันธ์ เตะเซคุปต์ และพรทิพย์ แข็งขัน, 2551 (อ้างถึงใน ดอกกรัก แสงผล, 2559) ได้สรุปว่าสมรรถนะครู ประกอบด้วย สมรรถนะด้านความรู้ สมรรถนะด้านการสื่อสารและการใช้ภาษา สมรรถนะด้านการพัฒนาหลักสูตร สมรรถนะด้านการเรียนรู้ สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สมรรถนะด้านการบริหารจัดการชั้นเรียน สมรรถนะด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมทางการศึกษา สมรรถนะด้านการวัดและประเมินผล สมรรถนะด้านการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน สมรรถนะด้านจิตวิทยาสำหรับครู สมรรถนะด้านการสร้างความสัมพันธ์กับชุมชน สมรรถนะด้านคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ สมรรถนะด้านภาวะผู้นำ

และการทำงานเป็นทีม สมรรถนะด้านการพัฒนาตนเองและวิชาชีพ สมรรถนะด้านการพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียน และสมรรถนะด้านการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ดังจะเห็นได้ว่าองค์ประกอบสมรรถนะของครูผู้สอน ที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้นมาหลายองค์ประกอบ ซึ่งองค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านั้นเป็นสมรรถนะของครูผู้สอนจริงหรือไม่

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาการวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถนะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับผู้บริหารสถานศึกษาในการส่งเสริมและพัฒนาสมรรถนะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา และใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเกณฑ์การประเมินสมรรถนะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา รวมทั้งใช้เป็นแนวทางในการฝึกอบรมครูผู้สอน สะเต็มศึกษาตามองค์ประกอบด้านต่าง ๆ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ทบทวนวรรณกรรม

Spencer และ Spencer (1993:11) กล่าวถึงสมรรถนะว่าเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของแต่ละบุคคลที่มีความสัมพันธ์เชิงเหตุผลจากความมีประสิทธิภาพการปฏิบัติงานที่ได้ผลงานสูงกว่ามาตรฐาน ซึ่งมี 5 คุณลักษณะ คือ 1) แรงจูงใจ เป็นสิ่งที่บุคคลคิดหรือต้องการอย่างแท้จริง เป็นแรงขับในการกำหนดทิศทางของบุคคลเพื่อแสดงออกถึงพฤติกรรมหรือการตอบสนองต่อเป้าหมายหรือการถอยออกไปจากสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้น 2) คุณลักษณะส่วนบุคคล เป็นคุณลักษณะทางกายภาพของบุคคลและรวมถึงการตอบสนองของบุคคลต่อข้อมูลหรือสถานการณ์ที่เผชิญ 3) แนวคิดของตนเอง เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับทัศนคติ ค่านิยม และภาพลักษณ์ของบุคคลที่มีต่อตนเอง ซึ่งจะเป็นแรงจูงใจที่ทำให้เกิดพฤติกรรมและทำให้สามารถทำนายพฤติกรรมของบุคคลที่มีต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ในช่วงระยะสั้น ๆ ได้ 4) ความรู้ เป็นขอบเขตของข้อมูลหรือเนื้อหาเฉพาะด้านที่บุคคลใดบุคคลหนึ่งครอบครองอยู่ และ 5) ทักษะเป็นความสามารถในการปฏิบัติงานทั้งที่เกี่ยวข้องกับด้านกายภาพ การใช้ความคิด และจิตใจของบุคคลในระดับที่สามารถคิด วิเคราะห์ใช้ความรู้กำหนดเหตุผลหรือการวางแผนในการจัดการ และขณะเดียวกันก็ตระหนักถึงความซับซ้อนของข้อมูลได้ คุณลักษณะของสมรรถนะทั้ง 5 คุณลักษณะนี้ สามารถนำมาจัดกลุ่มภายใต้เกณฑ์ของพฤติกรรมที่แสดงออกและสังเกตเห็นได้ง่ายจำนวน 2 คุณลักษณะ ดังนี้คือ 1) สมรรถนะที่สังเกตได้หรือเห็นได้ ได้แก่ ความรู้ ทักษะ ซึ่งเป็นสมรรถนะที่มีโอกาสพัฒนาได้โดยง่าย และ 2) สมรรถนะที่อยู่ลึกลงไปหรือซ่อนอยู่ภายในตัวบุคคล ได้แก่ แรงจูงใจ คุณลักษณะส่วนบุคคล ซึ่งเป็นสมรรถนะที่ยากต่อการวัดและพัฒนา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบสมรรถนะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19
2. เพื่อทดสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างสมรรถนะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา

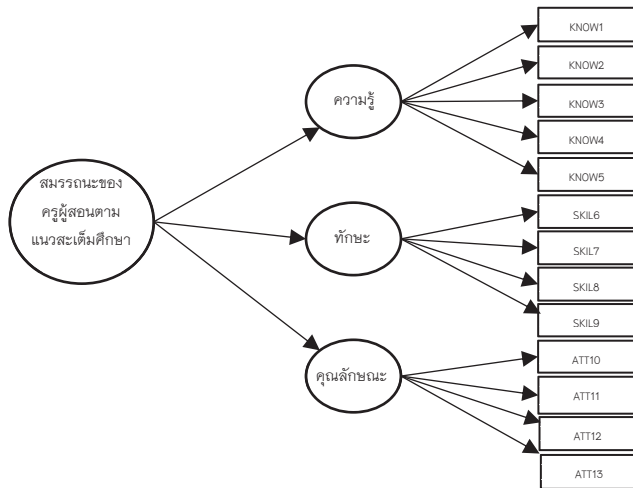
กรอบแนวคิด

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล พบว่า องค์ประกอบสมรรถนะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ 13 ตัวบ่งชี้ (Kaplan and Norton, 2004; สุพรทิพย์ ธนภัทรโชติวัต, 2558; วันเพ็ญ นันทะศรี, 2559; อารณ ภูวิทย์พันธ์, 2548; อภิณห์พร สถิตภาคกุล, 2555) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ด้านความรู้ (Knowledge: KNOW) ประกอบด้วย ความรู้ด้านสาระการเรียนรู้และกระบวนการออกแบบการทางวิศวกรรมในลักษณะบูรณาการ (KNOW1) ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (KNOW2) ความรู้ด้านการจัดการการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (KNOW3) ความรู้ด้านจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (KNOW4) และความรู้การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (KNOW5)

2. องค์ประกอบด้านทักษะ (Skill: SKIL) ประกอบด้วย ทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ (SKIL6) ทักษะการบริหารจัดการชั้นเรียน (SKIL7) ทักษะทางเทคโนโลยีและสื่อการสอน (SKIL8) และทักษะด้านการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง (SKIL9)

3. องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ (Attribute: ATT) ประกอบด้วย การใฝ่รู้ (ATT10) การคิดอย่างมีเหตุผล (ATT11) การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (ATT12) และการมีมนุษยสัมพันธ์ (ATT13)



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปริมาณ ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย คือ ครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 จำนวน 2,205 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบสองขั้นตอน (Two stage random sampling) จำนวน 400 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามจำนวน 1 ฉบับ เพื่อสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบสมรรถนะครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 มีข้อคำถาม 63 ข้อ เป็นลักษณะแบบมาตราประมาณค่า (Rating scale) และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดย ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากสำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ถึง ผู้อำนวยการโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 เพื่อขอความร่วมมือให้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากครูผู้สอนสะเต็มศึกษา จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยประสานงานไปยังผู้อำนวยการโรงเรียน เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลจากครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 คน แล้วนำแบบสอบถามที่รวบรวมมา ได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ จากนั้นจึงนำไปบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการศึกษา

1. หาคุณภาพของเครื่องมือ คือ การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยนำแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความสอดคล้อง พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามอยู่ระหว่าง 0.60–1.00 นำเครื่องมือไปทดลองใช้กับครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – coefficient) ตามวิธีการของครอนบัค (Cronbach) พบว่า ข้อคำถามมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.220 ถึง 0.890 มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับในแต่ละองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 0.899 ถึง 0.939

2. วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นก่อนการวิเคราะห์องค์ประกอบและทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis) โดยพิจารณาจากเกณฑ์ของ Schermelleh–Engel, Moosbrugger and Müller (2003) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การพิจารณาความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ค่าสถิติวัดระดับ ความสอดคล้อง	เกณฑ์	
	ระดับดี	ระดับยอมรับได้
χ^2	$0 < \chi^2 < 2df$	$2df < \chi^2 < 3df$
p-value	$.05 < p < 1.00$	$.01 < p < 1.00$
GFI	$0.95 < GFI < 1.00$	$0.90 < GFI < 0.95$
AGFI	$0.90 < AGFI < 1.00$	$0.85 < AGFI < 0.90$
CFI	$0.97 < AGFI < 1.00$	$0.95 < AGFI < 0.97$
RMSEA	$0 < RMSEA < 0.05$	$0.05 < RMSEA < 0.08$

ผลการศึกษา

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

1.1 การตรวจสอบการแจกแจงของตัวแปรสังเกตได้ พบว่า ความเบ้ของตัวแปรอยู่ระหว่าง -0.266 ถึง 0.055 และความโด่งของตัวแปรอยู่ระหว่าง -0.621 ถึง -0.071 แสดงว่าตัวแปรไม่มีลักษณะการแจกแจงไม่เบ้และไม่โด่งจนผิดปกติ ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์ของความเบ้และความโด่งที่ยอมรับได้ได้โด่งปกติมีค่าความเบ้น้อยกว่า 3 และค่าความโด่งน้อยกว่า 10

1.2 การตรวจสอบความเหมาะสมของเมตริกซ์สหสัมพันธ์ พบว่า ค่าดัชนีไกเซอร์-ไมเยอร์-อลคิน (Kaiser – Miyer – Olkin Measure of Sampling Adequacy, KMO) มีค่าเท่ากับ 0.88 ซึ่งมากกว่า 0.50 และผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วย Bartlett's Test of Sphericity พบว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\chi^2 = 2,263.285$, $p < .01$) แสดงว่าข้อมูลของตัวแปรชุดนี้มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ ดังนั้นเมตริกสหสัมพันธ์มีความเหมาะสมที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบ

1.3 การตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันมีค่าระหว่าง .218 ถึง .758 และตัวแปรสังเกตได้มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p < .01$) และ .05 ($p < .05$)

2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

2.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่ง เป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลองค์ประกอบสมรณะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 19 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับหนึ่ง เพื่อยืนยันตัวแปรแฝงองค์ประกอบสมรณะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษาทั้ง 3 องค์ประกอบ พบว่า 1) องค์ประกอบด้านความรู้ (KNOW) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานระหว่าง 0.48 ถึง 0.67 โมเดลองค์ประกอบด้านความรู้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาจาก $\chi^2 = 1.73$, $df = 3$, $p\text{-value} = 0.63$, $GFI = 1.00$, $AGFI = 0.99$, $CFI = 1.00$, $RMSEA = 0.00$ 2) องค์ประกอบด้านทักษะ (SKIL) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานระหว่าง 0.68 ถึง 0.73 โมเดลองค์ประกอบด้านทักษะมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาจาก $\text{Chi-Square} = 1.43$, $df = 2$, $p\text{-value} = 0.49$, $GFI = 1.00$, $AGFI = 0.99$, $CFI = 1.00$, $RMSEA = 0.00$ และ 3) องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ (ATT) ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานระหว่าง 0.49 ถึง 0.71 โมเดลองค์ประกอบด้านคุณลักษณะมี

ความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาจากค่า $\chi^2 = 0.56$, $df = 1$, $p\text{-value} = 0.45$, $GFI = 1.00$, $AGFI = 0.99$, $CFI = 1.00$, $RMSEA = 0.00$ ทุกองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

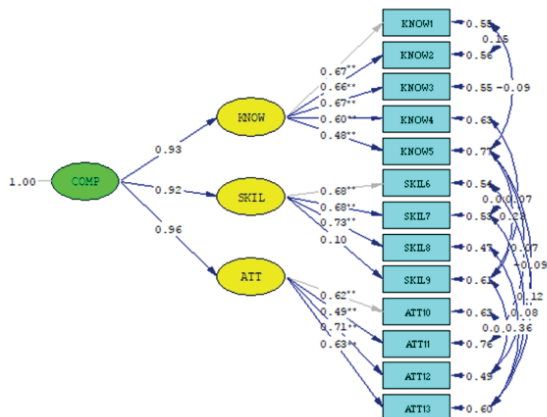
2.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง พบว่า มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานเป็นบวก มีขนาดตั้งแต่ 0.92 ถึง 0.96 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่าสามารถอธิบายได้ด้วยองค์ประกอบร้อยละ 85 ถึง 92 เรียงตามค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานดังนี้ 1) องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ 2) องค์ประกอบด้านความรู้ และ 3) องค์ประกอบด้านทักษะ โมเดลสมรณะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 19 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาจาก $\chi^2 = 42.15$, $df = 49$, $p\text{-value} = 0.75$, $GFI = 0.98$, $AGFI = 0.97$, $CFI = 1.00$, $RMSEA = 0.00$

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง

องค์ประกอบ	เมตริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ				R^2
	b	β	SE	t	
ด้านความรู้ (Knowledge)	0.26	0.93	0.02	12.70**	0.87
1. ความรู้ด้านสาระการเรียนรู้และกระบวนการออกแบบการทางวิศวกรรมในลักษณะบูรณาการ (KNOW1)	1.00	0.67	–	–	0.45
2. ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (KNOW2)	1.13	0.66	0.09	13.14**	0.44
3. ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (KNOW3)	1.12	0.67	0.10	11.10**	0.45
4. ความรู้ด้านจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (KNOW4)	0.92	0.60	0.09	10.18**	0.37
5. ความรู้การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (KNOW5)	0.82	0.48	0.10	7.82**	0.23
ด้านทักษะ (Skills)	0.27	0.92	0.02	12.59**	0.85
1. ทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ (SKIL6)	1.00	0.68	–	–	0.46

องค์ประกอบ	เมตริกชี้หน้าหน้ของค์ประกอบ				R^2
	b	β	SE	t	
2. ทักษะการบริหารจัดการชั้นเรียน (SKIL7)	0.99	0.68	0.08	12.48**	0.47
3. ทักษะทางเทคโนโลยีและสื่อการสอน (SKIL8)	1.17	0.73	0.10	11.50**	0.53
4. ทักษะด้านการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง (SKIL9)	0.17	0.10	0.21	0.79	0.39
ด้านคุณลักษณะ (Attribute)	0.28	0.96	0.02	11.95**	0.92
1. การใ้รู้ (ATT10)	1.00	0.62	-	-	0.38
2. การคิดอย่างมีเหตุผล (ATT11)	0.81	0.49	0.06	12.67**	0.24
3. การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (ATT12)	1.08	0.71	0.10	10.61**	0.51
4. การมีมนุษยสัมพันธ์ (ATT13)	1.09	0.63	0.11	9.70**	0.40

Chi-Square = 42.15, df = 49, p-value = 0.75, GFI = 0.98, AGFI = 0.97, CFI = 1.00, RMSEA = 0.00



ภาพที่ 2 โมเดลองค์ประกอบสมรรถนะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา

อภิปรายและสรุปผล

ผลการทดสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างสมรณะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เขต 19 ที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

องค์ประกอบสมรณะของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เขต 19 ที่ได้รับการยืนยัน มีองค์ประกอบ 3 ด้าน 12 ตัวบ่งชี้ ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ (Knowledge) ประกอบด้วย 5 ตัวบ่งชี้ คือ 1) ความรู้ด้านสาระการเรียนรู้และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะการบูรณาการ 2) ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน 3) ความรู้ด้านการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 4) ความรู้ด้านจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ 5) ความรู้การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานระหว่าง 0.48 ถึง 0.67 และสามารถทำนายองค์ประกอบด้านความรู้ตั้งแต่ร้อยละ 23 ถึง 45

2. องค์ประกอบด้านทักษะ (Skills) ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ คือ 1) ทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ 2) ทักษะการบริหารจัดการชั้นเรียน 3) ทักษะทางเทคโนโลยีและการมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานระหว่าง 0.68 ถึง 0.73 และสามารถทำนายองค์ประกอบด้านทักษะตั้งแต่ร้อยละ 39 ถึง 53

3. องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ (Attribute) ประกอบด้วย 4 ตัวบ่งชี้ คือ 1) การใฝ่รู้ 2) การคิดอย่างมีเหตุผล 3) การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และ 4) การมีมนุษยสัมพันธ์ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานระหว่าง 0.49 ถึง 0.71 และสามารถทำนายองค์ประกอบด้านคุณลักษณะตั้งแต่ร้อยละ 24 ถึง 51

ผู้วิจัยอภิปรายผลตามองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.93 ซึ่งให้เห็นว่าครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษาได้เล็งเห็นความสำคัญของความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี คณิตศาสตร์ รวมทั้งการบูรณาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ และครูยังจำเป็นต้องมีความรู้ในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการวัดประเมินผลตามสภาพจริง สอดคล้องกับ จำรัส อินทลภาพร (2558) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้และการประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรมีความรู้ในด้าน ศึกษาศาสตร์สำคัญของสาขาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็ม

ศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงได้และสอดคล้องกับ ภาสกร เรืองรอง และคณะ (2557) ที่กล่าวถึงเทคโนโลยีการศึกษากับครูไทยในศตวรรษที่ 21 การเรียนการสอนของครูยุคใหม่ครูจะต้องเรียนรู้และทำงานเป็นทีม ต้องพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะด้านเทคโนโลยีต้องออกแบบให้นักเรียนได้เป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองมากกว่าการรับการถ่ายทอดจากครูผู้สอน รูปแบบการสอนแบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะ (Inquiry Learning) การสอนแบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การสอนแบบวิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning) และการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based)

2. องค์ประกอบด้านทักษะ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.92 ซึ่งให้เห็นว่าครูที่สอนตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นผู้มีทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้การจัดกิจกรรมให้นักเรียน มีการบริหารจัดการชั้นเรียนเพื่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีการบูรณาการเทคโนโลยีกับการเรียนการสอนและมีทักษะในการวัดและประเมินผลตามสภาพจริงตามความรู้ความสามารถของนักเรียน สอดคล้องกับบรรพต ฐะเจนทร์ (2557) กล่าวว่าครูที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ประกอบด้วย การออกแบบการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อการจัดการเรียนรู้ การบริหารจัดการชั้นเรียนและการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ การวัดการประเมินและติดตามผลการจัดการเรียนรู้ การสร้างความสัมพันธ์กับชุมชนเพื่อการจัดการเรียนรู้ การสื่อสารการใช้ภาษาและจิตวิทยาการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพ การส่งเสริมความเชี่ยวชาญและการวิจัยเพื่อการจัดการเรียนรู้และยังสอดคล้องกับพิมพ์พันธ์ เคชะคุปต์ (2560) กล่าวว่าครูมืออาชีพต้องมีความชำนาญ 7 ด้าน คือ ด้านการพัฒนาหลักสูตร นักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีรูปแบบ วิธีและเทคนิคการสอน มีการประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริง มีการวิจัยในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน มีหลักการจัดการจัดชั้นเรียนที่เอื้อต่อการเรียนการสอน และครูควรพัฒนาบุคลิกภาพให้เหมาะสมกับความเป็นครู

3. องค์ประกอบด้านคุณลักษณะ มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.96 ซึ่งให้เห็นว่าคุณลักษณะประจำตัวของครูจะต้องมีความใฝ่เรียนรู้ พัฒนานตนเองอยู่เสมอ รู้จักใช้เหตุผล คิดอย่างสร้างสรรค์ สามารถปรับตัวเข้ากับบุคคลอื่นได้ ให้ความร่วมมือในกิจกรรมต่าง ๆ สอดคล้องกับจักรแก้ว นามเมือง (2555) ที่วิเคราะห์บุคลิกภาพของครูที่ดี ตามทัศนะของนิสิตหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต วิชาชีพครู ประกอบด้วย 1) ทางกาย คือ ด้านกายภาพ

ด้านวาจา และด้านการวางตัว 2) อารมณ์ คือการควบคุมอารมณ์ได้ดี ความสนใจผู้เรียน การมีอารมณ์ขัน ยิ้มแย้ม มีความรับผิดชอบต่องาน ซื่อสัตย์จริงใจ มีความยุติธรรม 3) สังคม คือ ความเป็นผู้นำ มีสัมพันธ์กับผู้เรียนและเพื่อนร่วมงานและผู้บังคับบัญชาที่ดี มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี ต่อทุก ๆ คน และ 4) สติปัญญา คือ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความรอบรู้รอบตัวดี และเป็น คนช่างสังเกต ละเอียดรอบคอบ สอดคล้องกับแนวคิดของเฮลซิงและวีคส์ (อ้างถึงใน ไพพรธเนศ เกียรติโชติชัย, 2536) ที่กล่าวว่าครูที่ดีควรมีคุณลักษณะหลากหลาย ครูต้องเป็น ผู้มีความรอบรู้ มีอารมณ์ขัน มีความยืดหยุ่นผ่อนปรน มีความตั้งใจในการทำงาน มีความซื่อสัตย์ มีความสามารถสร้างความชัดเจน เป็นคนเปิดเผย มีความอดทน เป็นแบบอย่างที่ดีเป็น ผู้สามารถประยุกต์ทฤษฎีไปปฏิบัติได้ มีความเชื่อมั่นในตนเองสูง เป็นผู้มีความสามารถในศิลปะ วิทยาการหลาย ๆ ด้าน เป็นผู้แต่งกายเหมาะสมและมีสุขอนามัยส่วนบุคคลดี นอกจากนี้ ครูจะต้องพัฒนาและประสบการณ์ต่าง ๆ ที่สั่งสมมาใช้ โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับการสอนให้มากที่สุด และครูจะต้องเชื่อมั่นในสิ่งที่ตนเองสอน

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า องค์ประกอบที่สำคัญและมีอิทธิพลมากที่สุดต่อสมรรถนะ ของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา พบว่าองค์ประกอบด้านคุณลักษณะ ส่งผลต่อสมรรถนะของ ครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ องค์ประกอบที่มีอิทธิพลรองลงมาคือ องค์ประกอบด้านความรู้ อิทธิพลหรือความสำคัญน้อยที่สุด คือ องค์ประกอบด้านทักษะ ดังนั้น

1. ผู้บริหาร ควรสนับสนุนครูให้มีการใ้รู้ ส่งเสริมให้ครูคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักคิดริเริ่ม สร้างสรรค์และมีมนุษยสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงานและบุคคลอื่น ๆ โดยมีการจัดเข้าค่ายสำหรับครู ในแต่ละกลุ่มสาระเพื่อพัฒนาตนเอง ได้สร้างกระบวนการการทำงานเป็นกลุ่ม นอกจากนี้ ควรมีการจัดอบรมเพิ่มเติมให้กับครูในการเพิ่มทักษะด้านความรู้ในช่วงปิดภาคเรียน เพื่อส่งเสริม ครูทุกคนในโรงเรียนให้มีความรู้และนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป ส่วนใน ด้านทักษะควรส่งเสริมให้มีการเพิ่มทักษะให้กับครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษาให้มากยิ่งขึ้น โดยให้ครูได้ลงมือปฏิบัติจริงก่อนที่จะถ่ายทอดสู่นักเรียน ผู้บริหารควรเปิดโอกาสให้ครูได้รับการพัฒนาทางด้านทักษะจากการเข้าร่วมสัมมนา การจัดการฝึกอบรมต่าง ๆ เพื่อให้เกิด ประสิทธิภาพสูงสุดในการปฏิบัติงานของครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา

2. สำหรับครูผู้สอนตามแนวสะเต็มศึกษา ควรเริ่มจากการพัฒนาสมรรถนะทาง ด้านคุณลักษณะ โดยต้องมีการพัฒนาตนเองให้มีศักยภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใ้รู้ การคิด อย่างมีเหตุผล คิดริเริ่มสร้างสรรค์และความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับบุคคลอื่น รวมถึง

ได้เข้ารับการอบรมพัฒนาความรู้ต่าง ๆ ที่จำเป็นในการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาทั้ง 5 ด้าน และทักษะด้านต่าง ๆ ให้เท่าทันต่อการเปลี่ยนแปลง

เอกสารอ้างอิง

- จักรแก้ว นามเมือง. (2555). บุคลิกภาพและลักษณะการสอนที่ดี. *วารสารบัณฑิตศึกษาปริทรรศน์*, (ฉบับพิเศษ), 33–36.
- จำรัส อินทลาภาพร. (2558). *การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับครูระดับประถมศึกษา*. (ปริญญาณิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ดอกรัก แสนผล. (2559). *การพัฒนาแนวทางเสริมสร้างสมรรถนะครูด้านการจัดการชั้นเรียนสำหรับสถานศึกษาขนาดเล็ก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 4*. (ปริญญาณิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- บรรพต ฐะจนทร์. (2557). *ภาวะผู้นำทางการเรียนการสอนของผู้บริหารสถานศึกษาที่ส่งผลต่อสมรรถนะครูในสถานศึกษา สังกัดกองการบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2560). *ทักษะ 7C ของครู 4.0*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพพรรณ เกียรติโชติชัย. (2536). *ความเป็นครู*. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.
- ภาสกร เรืองรอง และคณะ. (2557). *เทคโนโลยีการศึกษากับครูไทยในศตวรรษที่ 21*. *วารสารปัญญาภิวัฒน์*, 5 (ฉบับพิเศษ), 198.
- วันเพ็ญ นันทะศรี. (2559). *โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณลักษณะความเป็นครูวิชาชีพในศตวรรษที่ 21*. การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 3 ก้าวสู่ศตวรรษที่: บูรณาการงานวิจัย ใช้องค์ความรู้ สู่ความยั่งยืน. นครราชสีมา: วิทยาลัยนครราชสีมา.
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2557). *คู่มือหลักสูตรอบรมครูสะเต็มศึกษา (สสวท.)*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และกระทรวงศึกษาธิการ. (2557). *หลักสูตรอบรมศึกษานิเทศก์*. กรุงเทพมหานคร.

- สุพรทิพย์ ธนภัทรชิตต์, อมรรัตน์ วัฒนาธร, เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, และปกรณ์ ประจัญบาน. (2558). การพัฒนารูปแบบการจัดประสบการณ์วิชาชีพครูเพื่อส่งเสริมคุณลักษณะครูในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, ฉบับที่ 1, 33-48.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2553). *ข้อเสนอเชิงนโยบายการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- อภิสิทธิ์พร สถิตภาคิกุล และคณะ. (2555). *การวิจัยและพัฒนาหลักสูตรการผลิตครูในศตวรรษที่ 21: กรณีศึกษาคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*. นครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.
- อาภรณ์ ภูวิทย์พันธ์. (2548). *Competency Dictionary*. กรุงเทพฯ: เอช อาร์ เซ็นเตอร์.
- Kaplan, Robert S and Norton David P. (2004). *Strategy Maps*. Massachusetts: Harvard Business School Publishing Corporation.
- Schemelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., and Müller, H. (2003). *Evaluating the fit of structural equation models: Test of significance and descriptive goodness-if-fit measures*. *Methods of Psychological Research online*, 8(2): 23-74.
- Spencer, M and Spencer, M.S. (1993). *Competence at work: Models for Superiors Performance*. New York: John Wiley & Sons.