**การประเมินประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา**

**ในบริบทของครูโรงเรียนโครงการกองทุนการศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์**

**Assessing of Teaching Competencies and Pedagogical Content Knowledge**

**after Implementing the Professional Development Instructional Program Integrated STEM**

**in Context of the Education Development Foundation Schools, Buriram**

**เทพพร โลมารักษ์ 1**

1 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

อีเมล : tepporn.lm@bru.ac.th

**บทคัดย่อ**

 การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หลังการอบรมของครูโรงเรียน และ (2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้วิทยาศาสตร์ของครู เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วยโปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม แบบทดสอบวัดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และแบบประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนการสอน ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้บ่งชี้ระดับระดับสมรรถนะด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนกำหนดไว้ 4 ระดับ คือ ยอดเยี่ยม ชำนาญ เริ่มชำนาญ และเริ่มต้น ผลการประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาหลังการอบรม ทั้ง 5 องค์ประกอบ พบว่า ผลการประเมิน (ค่าเฉลี่ยรายด้าน) เท่ากับ 2.48 (S.D.=0.41) ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพระดับเริ่มชำนาญ (Approaching Proficient) ส่วนผลการทดสอบหลังการฝึกอบรมด้วยโปรแกรมพัฒนาครูแบบบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 62.23 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.04 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์กับคะแนนสอบของครูหลังการฝึกอบรมพบว่าคะแนนสอบของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้นคะแนนความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของครู หลังหลังการอบรมสูงกว่าเกณฑ์

**คำสำคัญ:** สะเต็มศึกษา โปรแกรมพัฒนาครู ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้

**Abstract**

 The purpose of this research was to (1) assess teaching competencies and skills after implementing a professional development instructional program integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) for developing in-service science teachers’ pedagogical content knowledge, and (2) compare teachers’ achievement score on science content knowledge of the Education Development Foundation Schools, Buriram. Research instruments including the Professional Development Instructional Program Integrated STEM, teachers’ achievement score on science content knowledge and the rubric scoring assessment observational form and teachers’ achievement score on science content knowledge designed for classifying competencies’ levels of teaching and skills consisted of beginning, approaching proficient, proficient, and distinguished levels. The research findings revealed that competencies’ levels of teaching and skills in teaching and learning management of in-service science teachers was achieved as approaching proficient level (Mean = 2.48, S.D.=0.41)) in 5 aspects including --planning for STEM instruction, classroom environment and STEM classroom learning management, Strategies for encouraging student to learn effectively, feedback and assessment, and Teaching Reflection—with approaching proficient level of assessment. The results of t-test one sample indicated that teachers' achievement score on content knowledge after implementing the integrated STEM program was higher than the criterion score of 75% at the 0.01 level of significance.

**Keywords:** STEM education, Professional Development Program, Pedagogical Content Knowledge, Competencies of teaching and learning management

**1.บทนำ**

 ความท้าทายด้านการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในการเตรียมความพร้อมผู้เรียนในในยุคปัจจุบัน ที่มีผลผลกระทบจากกระแสการเปลี่ยนทางสังคมที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในศตวรรษใหม่ ครูผู้สอนในยุคปัจจุบันจึงต้องปรับตัวและปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนมีทักษะการเรียนรู้และทักษะชีวิตสำหรับการออกไปดำรงชีวิตในโลกปัจจุบันได้อย่างมีความสุข ซึ่งการเสริมสร้างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญที่สุด คือ ทักษะการเรียนรู้ (Learning Skills) ส่งผลให้เกิดการปฏิรูปเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนการเตรียมความพร้อมด้านต่าง ๆ ตลอดเวลา 0จึงอาจกล่าวได้ว่าสาระวิชามีความสำคัญแต่ไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้เพื่อมีชีวิตในโลกยุคศตวรรษที่ 21กรอบแนวคิดเชิงมโนทัศน์สำหรับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางเนื่องด้วยเป็นกรอบแนวคิดที่เน้นผลลัพธ์ที่เกิดกับผู้เรียน (Student Outcomes) ทั้งในด้านความรู้สาระวิชาหลัก (Core Subjects) และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่จะช่วยผู้เรียนได้เตรียมความพร้อมในหลากหลายด้าน รวมทั้งระบบสนับสนุนการเรียนรู้ ได้แก่ มาตรฐานและการประเมิน หลักสูตรและการเยนการสอน การพัฒนาครู สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเรียนในศตวรรษที่ 21 การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ต้องก้าวข้าม “สาระวิชา” ไปสู่การเรียนรู้ “ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21” (21st Century Skills) ซึ่งครูจะเป็นผู้สอนไม่ได้ แต่ต้องให้นักเรียนเป็นผู้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูจะออกแบบการเรียนรู้ ฝึกฝนให้ตนเองเป็นโค้ช และอำนวยความสะดวก (Facilitator) ในการเรียนรู้แบบ PBL (Problem-Based Learning) ของนักเรียน ซึ่งสิ่งที่เป็นตัวช่วยของครูในการจัดการเรียนรู้คือ ชุมชนการเรียนรู้วิชาชีพที่เกิดจากการรวมตัวกันของครูเพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์การทำหน้าที่ของครูแต่ละคนในโรงเรียน (Bell, J., Veal, W. R., & Tippins, D. J. 1998)

 ในขณะที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เสนอแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีเป้าหมายเพื่อขับเคลื่อนนักเรียนไทยทุกช่วงชั้นให้มีความรู้ความสามารถสูงขึ้นและทัดเทียมกับนานาชาติภายในปี พ.ศ. 2570 พร้อมทั้งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นร้อยละ 4 ต่อปี โดยมุ่งยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ทุกช่วงชั้นอย่างเต็มศักยภาพซึ่งประกอบด้วยยุทธศาสตร์การวิจัย พัฒนาและเผยแพร่หลักสูตร สื่อ อุปกรณ์ กระบวนการเรียนรู้ การประเมินมาตรฐานการศึกษา การส่งเสริมพัฒนาสถานศึกษา ครู บุคลากรทางการศึกษา การสร้างความตระหนักส่งเสริมการเรียนรู้ด้านดังกล่าวเพื่อสร้างคุณภาพการดำรงชีวิต ซึ่งการยกระดับคุณภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีตามร่างแผนยุทธศาสตร์นี้เป็นการวางโครงสร้างพื้นฐานที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน พัฒนาการจัดการเรียนการสอนของครู โรงเรียน รวมทั้งการประเมินมาตรฐานการศึกษาที่เข้มแข็งทันสมัยสอดคล้องกันอย่างเป็นระบบที่มีศักยภาพสูงมุ่งผลสำเร็จตามเป้าหมายโดยได้นำแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education ; Science, Technology, Engineering and Mathematics Education) ซึ่งเน้นบูรณาการองค์ความรู้ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ รวมทั้งวิชาต่าง ๆ เพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้แก้ปัญหาได้จริงได้โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างผู้เรียนให้เป็นนักคิด นักแก้ปัญหาและสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันบนเวทีเศรษฐกิจโลกได้

 สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยที่การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเข้ากับการเรียนรู้เนื้อหาด้วย พฤติกรรมเหล่านี้ รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุมีผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ ดังนั้นสะเต็มศึกษาจึงเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดการบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นกลไกขับเคลื่อนกิจกรรมการเรียนการสอน ทั้งนี้เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคตได้ (Dejarnette, 2012; Breiner, et al., 2012; Wayne, 2012; รักษพล ธนานุวงศ์, 2556; อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ, 2555) นอกจากนี้สะเต็มศึกษาเป็นการสอนแบบบูรณาข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติวิชาและวิธีการสอนของแต่ละศาสตร์มาผสมผสานกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา ค้นคว้า และพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกันเพราะในการทำงานนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วนๆ (Breiner, Harkness,Johnson, & Koehler, 2012 ; Dejarnette, 2012; Wayne. 2012) อย่างไรก็ตามครูผู้สอนในโรงเรียนส่วนใหญ่ก็ยังไม่มั่นใจว่าโรงเรียนจะนำสะเต็มศึกษาสู่การปฏิบัติได้อย่างไรเพราะเป็นเรื่องที่ครูจะต้องเรียนรู้ใหม่ ครูส่วนมากไม่แน่ใจว่าจะสามารถนำไปจัดการเรียนรู้ในเวลาเรียนปกติได้หรือไม่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในโรงเรียนจึงเป็นประเด็นที่นักการศึกษาวิพากษ์วิจารณ์กันอย่างกว้างขวางเพื่อหาทางออกร่วมกันและในปัจจุบันการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้รับความสนใจจากครู อาจารย์ และบุคลากรทางการศึกษาอย่างมาก

 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ มีบทบาทโดยตรงในการพัฒนาครูโดยใช้กระบวนการวิจัยและบริการทางวิชาการเพื่อสร้างองค์ความรู้ในการพัฒนาท้องถิ่น มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ได้มีการลงนามความมือ (MOU) ร่วมกับสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา/ประถมศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อเป็นมหาวิทยาลัยพี่เลี้ยงในการส่งเสริมและพัฒนาโรงเรียนในรูปแบบของโครงการบริการวิชาการและวิจัยแก่โรงเรียนในเครือข่ายของมหาวิทยาลัย จากที่มาและความสำคัญของปัญหาที่ได้กล่าวมาแล้ว คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์จึงได้เล็งเห็นความสำคัญในการยกระดับคุณภาพการเรียนรู้และเสริมสร้างทักษะการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ให้เกิดขึ้นกับครูโรงเรียนโครงการกองทุนการศึกษา ซึ่งอยู่ในขอบข่ายในการส่งเสริมและพัฒนาโรงเรียนของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยมุ่งเน้นให้ครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้

**2.คำถามวิจัย**

 2.1 สมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาหลังการอบรมเชิงปฏิบัติการด้วยโปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม ของครูโรงเรียนโครงการกองทุนการศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์ เป็นอย่างไร

 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้วิทยาศาสตร์ ของครูโรงเรียนโครงการกองทุนการศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์ หลังการอบรมเชิงปฏิบัติการด้วยโปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม เป็นอย่างไร

**3.วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

 3.1 ประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาหลังการอบรมของครูโรงเรียนโครงการกองทุนการศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์

 3.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้วิทยาศาสตร์ ของครูโรงเรียนโครงการกองทุนการศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์

**4. สมมติฐานการการวิจัย**

 4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้วิทยาศาสตร์ ของครูโรงเรียนโครงการกองทุนการศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์ หลังการอบรมเชิงปฏิบัติการด้วยโปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม สูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

**5.ขอบเขตของการวิจัย**

 **5.1 ขอบเขตด้านประชากร** กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ครูในโรงเรียนกองทุนการศึกษาในจังหวัดบุรีรัมย์ ที่เข้าร่วมโครงการ จำนวน 4 โรง ได้แก่ โรงเรียนนิคมสร้างตนเอง 5 โรงเรียนบ้านแท่นทัพไทย โรงเรียนบ้านน้อยหนองหว้า และโรงเรียนบ้านลำนางรอง ที่มีปัญหาด้านการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาและมีภาระงานสอนมากกว่า 1 รายวิชา ในระดับชั้นเดียวกัน โดยครูสมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย จำนวน 30 คน

 **5.2 ตัวแปรที่ศึกษา**

5.2.1 ตัวแปรอิสระคือ การอบรมเชิงปฏิบัติการด้วยโปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม

 5.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

 5.2.2.1 สมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาหลังการอบรมของครูโรงเรียนโครงการกองทุนการศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์

 5.2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้วิทยาศาสตร์ ของครูโรงเรียนโครงการกองทุนการศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์

 **5.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา** การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษา (STEM Education) คือแนวทางการสอนแบบบูรณาข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติวิชา วิธีการสอนของแต่ละวิชามาผสมผสานกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา และค้นคว้าหาคำตอบของปัญหา สะเต็มศึกษาจึงเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดการบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงผ่านโปรแกรมการพัฒนาครูด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและการออกแบบชิ้นงานเพื่อใช้แก้ปัญหาตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นระบุปัญหาหรือสถานการณ์ 2) ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 3) ขั้นออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา 4) ขั้นการทดลอง และ 5) ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไข

**6. วิธีดำเนินการวิจัย**

 **6.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย

 6.1.1โปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่บูรณาการองค์ความรู้ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) มีลักษณะการสอนที่ตั้งอยู่บนฐานการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน แล้วใช้เทคโนโลยีเข้ามาเพื่ออำนวยความสะดวกในการออกแบบชิ้นงานเพื่อใช้แก้ปัญหาตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (ดังรูปที่ 1)

 6.1.2 แบบประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนการสอนที่ครอบคลุมคุณลักษณะเชิงพฤติกรรมด้านการจัดการเรียนการสอน ความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีตามสมรรถนะด้านการจัดการเรียนการสอน 5 ด้าน คือ การวางแผนสำหรับการจัดเรียนรู้แบบบูรณาการสอนเต็ม (ก่อนการสอน) การจัดบรรยากาศในการเรียนรู้และการบริหารจัดการห้องเรียนสะเต็ม กลยุทธ์กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ผลย้อนกลับและการประเมินผลผู้เรียน และสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ (หลังสอน) ในการประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนการสอนเป็นการประเมินความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนการสอนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของครูกลุ่มเป้าหมายในโรงเรียนกองทุนการศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์ ที่เข้าร่วมโครงการวิจัย จำนวน 4 โรง ได้แก่ โรงเรียนนิคมสร้างตนเอง 5 โรงเรียนบ้านแท่นทัพไทย โรงเรียนบ้านน้อยหนองหว้า และโรงเรียนบ้านลำนางรอง ที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย

 6.1.3 แบบทดสอบวัดความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบปรนัยและอัตนัย เพื่อประเมินความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Content Knowledge) ซึ่งแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 43 ข้อ และแบบทดสอบแบบอัตนัยประเภทตอบข้อความสั้น จำนวน 31 ข้อ (คะแนนรวมทั้งสองส่วน 80 คะแนน) ซึ่งออกแบบทดสอบตามกรอบในการประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

**6.2 การดำเนินการวิจัย**

 ผู้วิจัยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เพื่อสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยซึ่งแบ่งตามขั้นตอนการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

 6.2.1 การดำเนินการวิจัยระยะที่ 1 การศึกษาแนวคิดกำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับครู เป็นขั้นตอนการสังเคราะห์แนวคิดจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่อสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับครู เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบโปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม ในการประชุมสนทนากลุ่ม ยังได้ร่วมพิจารณาเกณฑ์บ่งชี้และระดับคุณภาพด้านความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้เข้าร่วมการประชุมสนทนากลุ่ม ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนแนวทางสะเต็มศึกษาจำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวน 1 คน

 ผลการจัดประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา พบว่า ผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้ คือ 1) ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน 3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) 4) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นทีม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic assessment) ซึ่งแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic learning)

ในการพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มเป็นการนำข้อมูลจากการสังเคราะห์แนวคิดจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการประชุมสนทนากลุ่มมาพัฒนาเป็นแนวทางในการกำหนดกิจกรรม แนวทางการประเมิน เกณฑ์และตัวชี้วัดในการประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นตรวจสอบคุณภาพความเหมาะสมของโปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม ภายใต้การแนะนำโดยผู้เชี่ยวชาญ และปรับปรุงเครื่องมือ แล้วนำไปทดลองใช้จริง

 เครื่องมือวิจัยที่ใช้ประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ ปรับมาจากงานวิจักรอบการประเมินสมรรถนะด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของครูวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ประกอบด้วยตัวบ่งชี้พฤติกรรมด้านการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในการประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ 5 องค์ประกอบ คือ การวางแผนสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (ก่อนการสอน) การจัดบรรยากาศในการเรียนรู้และการบริหารจัดการห้องเรียนสะเต็ม กลยุทธ์กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ผลย้อนกลับและการประเมินผลผู้เรียน และสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ (หลังการสอน)

 6.2.2 การดำเนินการวิจัยระยะที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับครู เป็นการพัฒนากิจกรรมฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการออกแบบจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับครู ตามขั้นตอนดังนี้

 1. ศึกษาวิเคราะห์แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้และแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเพื่อออกแบบกิจกรรมและโปรแกรมการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

 2. ศึกษาเนื้อหา สาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ

 3. ออกแบบกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษา โดยมีผู้เชี่ยวชาญได้ร่วมวิพากษ์และเสนอแนะ แล้วปรับปรุงแก้ไข

 4. ออกแบบกิจกรรมการฝึกอบรมประกอบด้วยการให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา การเขียนผังความคิดเหตุ-ผล การออกแบบการจัดการเรียนรู้ แนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม และแนวทางในการจัดการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยใช้นวัตกรรมด้านการจัดการเรียนรู้ที่ครูในโรงเรียนออกแบบร่วมกับนักวิจัยภายใต้การให้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ โปรแกรมพัฒนาครูแบบบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษา กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

 5. นำแผนการจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อใช้ฝึกอบรมพัฒนาครูต่อไป

6.2.3 การดำเนินการวิจัยระยะที่ ผู้วิจัยนำแผนการจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษา อบรมให้แก่ครูกลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัยใช้แบบประเมินสมรรถนะก่อนการอบรม และหลังการอบรม ด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีตามแนวทางสะเต็มศึกษา

 จากนั้นผู้วิจัยนำแบบประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ไปประเมินผลการปฏิบัติการสอนที่บูรณาการสะเต็มศึกษาของครูกลุ่มเป้าหมายที่สอนในโรงเรียนกองทุนการศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์ ที่เข้าร่วมโครงการวิจัยจำนวน 4 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนนิคมสร้างตนเอง 5 โรงเรียนบ้านแท่นทัพไทย โรงเรียนบ้านน้อยหนองหว้า และโรงเรียนบ้านลำนางรอง ซึ่งเป็นโรงเรียนที่มีปัญหาด้านการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยครูสมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย จำนวน 30 คน การวิจัยครั้งนี้เป็นรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียว ผู้วิจัยนำแบบประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ ไปประเมินครูที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย จำนวน 30 คน ซึ่งปฏิบัติการสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ครูที่เข้าร่วมโครงการอบรมหลักสูตรการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ได้ทดสอบวัดความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ซึ่งสอบแบบปรนัยและแบบอัตนัยที่ใช้เป็นแนวทางการประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Content Knowledge) โดยแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ นำไปหาความตรงโดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามกรอบประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science Content knowledge) แบบทดสอบที่ได้มีค่าความตรงเชิงโครงสร้างระหว่าง 0.67-1.00 เมื่อนำแบบทดสอบไปหาคุณภาพแล้วจึงคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมและผ่านเกณฑ์คุณภาพไว้จำนวน 43 ข้อ ซึ่งค่าความยาก 0.56-0.76 ค่าอำนาจจำแนก 0.26-0.63 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ(Lovett Reliability) มีค่า 0.8635และผู้วิจัยนำแบบทดสอบอัตนัยชนิดตอบสั้น จำนวน 40 ข้อ ที่ผ่านการประเมิน ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามแนวทางการประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ แบบทดสอบที่ได้ทุกข้อมีค่าความตรงเชิงโครงสร้าง 0.67-1.00 เมื่อนำแบบทดสอบไปหาคุณภาพแล้วจึงคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมและผ่านเกณฑ์คุณภาพไว้จำนวน 31 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก 0.56-0.70 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.33-0.46 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (Coefficient Alpha) มีค่า 0.859

6.2.4 การดำเนินการวิจัยระยะที่ 4 ผู้วิจัยสรุปและวิเคราะห์ผลการประเมินสมรรถนะ โดยใช้โปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เพื่ออธิบายการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนการสอน 5 ด้าน คือ การวางแผนสำหรับการจัดเรียนรู้แบบบูรณาการสอนเต็ม (ก่อนการสอน) การจัดบรรยากาศในการเรียนรู้และการบริหารจัดการห้องเรียนสะเต็ม กลยุทธ์กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ผลย้อนกลับและการประเมินผลผู้เรียน และสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ (หลังสอน) ในการประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนการสอนเป็นการประเมินพัฒนาการของครูด้านประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้โปรแกรมพัฒนาครูแบบบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับโรงเรียนโครงการกองทุนการศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์

**7. การวิเคราะห์ข้อมูล**

 ในการวิจัยเพื่อพัฒนาครูผู้สอนของโรงเรียนกองทุนการศึกษาฯ โดยใช้โปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ต่าง ๆ ดังนี้

 7.1 ประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครู หลังการอบรมโดยใช้โปรแกรมพัฒนาครูแบบบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โรงเรียนโครงการกองทุนการศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์ โดยผู้เชี่ยวชาญได้นิเทศติดตามประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของครูที่ร่วมโครงการหลังจากการอบรมด้วยรูปแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่พัฒนาโดยครู ศึกษานิเทศก์ และนักวิจัย โดยให้คะแนนสมรรถนะรายด้านและนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ยสมรรถนะรายด้านและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วเทียบกับเกณฑ์ของ Charlotte Danielson's Framework for Teaching Evaluation Instrument (The Danielson Group, 2013)

 7.2 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Content Knowledge) หลังเรียน เมื่อเทียบกับเกณฑ์ โดยใช้สถิติ t-test Dependent

 7.3 วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

**8. ผลการวิจัย**

 **8.1 การประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หลังการฝึกอบรมด้วยโปรแกรมการพัฒนาครูแบบบูรณาการสะเต็ม**

 หลังจากนำแบบประเมินการประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาซึ่งเป็นเกณฑ์บ่งชี้คุณภาพ ด้านความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบการประเมินสมรรถนะของครูโดยใช้เกณฑ์บ่งชี้คุณภาพด้านความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาประเมินได้จากเกณฑ์บ่งชี้ระดับคุณภาพ 4 ระดับ คือ ยอดเยี่ยม (Distinguished) ชำนาญ (Proficient) เริ่มชำนาญ (Approaching Proficient) และเริ่มต้น (Beginning) สำหรับการประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครู ผู้วิจัยได้กำหนดตัวชี้วัดและเกณฑ์ในการประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ของครู 5 องค์ประกอบ โดยครูจำนวน 30 คน สมัครใจเข้าร่วมการอบรม (ใช้เวลาอบรมในวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ ต่อเนื่องกันจนครบ 12 ชั่วโมง และนิเทศก์ติดตามประเมินผลที่โรงเรียน) ตามกำหนดการ โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ การออกแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา และแนวทางการพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 วันที่ 17-18 กุมภาพันธ์ 2561 ณ โรงเรียนแท่นทัพไทย ตำบลหนองแวง อำเภอละหานทราย จังหวัดบุรีรัมย์ ผ่านโครงการบริการวิชาการและวิจัยของคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

 ในการประเมินการประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครู ผู้วิจัยได้สร้างกำหนดการนิเทศก์ติดตาม เพื่อให้ครูได้เตรียมออกแบบและวางแผนการสอนในเวลาเรียนปกติ นัดหมายให้ส่งงานและกำหนดให้มีการนิเทศติดตามในระหว่างวันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ.2561 ถึงวันที่ 15 มิถุนายน พ.ศ.2561 หลังจากนั้นผู้วิจัยและศึกษานิเทศก์ จากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา บุรีรัมย์ เขต 3 ร่วมนิเทศติดตามประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครู หลังกระบวนการฝึกอบรมด้วยโปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม ผลการประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครู เป็นดังนี้

*ตารางที่ 1 ผลการประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครูโรงเรียนกองทุนการศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้** | **จำนวน** **(N)** | **สมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (ค่าเฉลี่ยรายด้าน)** | **S.D.** |
| 1. การวางแผนสำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม (ก่อนการสอน)  | 30 | 2.10 | 0.33 |
| 2. การจัดบรรยากาศในการเรียนรู้และการบริหารจัดการห้องเรียนสะเต็ม | 30 | 2.67 | 0.48 |
| 3. กลยุทธ์กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ | 30 | 2.63 | 0.24 |
| 4. ผลย้อนกลับและการประเมินผลผู้เรียน | 30 | 2.45 | 0.34 |
| 5. สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ (หลังการสอน) | 30 | 2.49 | 0.40 |
| **สมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา** | 2.48 | 0.41 |

 จากตารางที่ 1 ผลการประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ผู้ประเมินที่เป็นอาจารย์นิเทศการสอนในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน พบว่าสมรรถนะด้านความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 องค์ประกอบ มีผลการประเมิน (ค่าเฉลี่ยรายด้าน) เท่ากับ 2.48 (S.D.=0.41) ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพระดับเริ่มชำนาญ (Approaching Proficient)

**8.2 ผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หลังจากที่ผ่านการอบรมด้วยโปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็ม**

 ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์คือคะแนนจากแบบทดสอบวัดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์กลุ่มตัวอย่างจำนวน 38 คน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 43 ข้อ (คะแนนเต็ม 43 คะแนน) ที่มีค่าความยาก 0.56-0.76 ค่าอำนาจจำแนก 0.26-0.63 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ(Lovett Reliability) 0.8635ส่วนแบบทดสอบอัตนัยชนิดตอบสั้น จำนวน 31 ข้อ (คะแนนเต็ม 37 คะแนน) ที่มีค่าความยาก 0.56-0.70 ค่าอำนาจจำแนกด้วยวิธีของ Brennan 0.33-0.46 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (Coefficient Alpha) เป็น 0.859 โดยคะแนนรวมของแบบสอบทั้งสองชุด มีคะแนนรวม 80 คะแนน

 คะแนนความรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังการฝึกอบรมด้วยโปรแกรมการพัฒนาสมรรถนะด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบสะเต็มศึกษาของครูโรงเรียนโครงการกองทุนการศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์เมื่อนำคะแนนสอบหลังเรียนมาเปรียบเทียบกับคะแนนเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ที่ 75% (หรือ 60 คะแนน) ผู้วิจัยใช้สถิติเพื่อเปรียบเทียบคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังอบรมและคะแนนเกณฑ์ด้วยสถิติการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มเดียว (t-test one sample) เพื่อการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังอบรมเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ในการวิเคราะห์ข้อมูล กลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม และไม่ทราบค่าความแปรปรวน โดยมีสมมติฐานเป็นดังนี้

 H0: คะแนนเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 60 หรือคิดเป็นร้อยละ 75

 H1: คะแนนเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนมากกว่า 60 หรือมากกว่าร้อยละ 75

ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 4.2

*ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดสอบเปรียบเทียบเกณฑ์ร้อยละ 75 กับคะแนนสอบหลังการอบรม*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| กลุ่ม | N | คะแนนเต็ม | Mean | S.D. | % of Mean | t |
| หลังเรียน | 30 | 80 | 63.23 | 4.569 | 79.04 | 3.88\*\* |

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (t-table.05 =2.756)

 จากตารางที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า การทดสอบหลังการฝึกอบรมด้วยโปรแกรมพัฒนาครูแบบบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 62.23 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.04 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์กับคะแนนสอบของครูหลังการฝึกอบรมด้วยโปรแกรมพัฒนาครูแบบบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่าคะแนนสอบของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าคะแนนความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของครู หลังหลังการอบรมสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

**9. อภิปรายผล**

ผู้วิจัยนำเสนอผลการอภิปราย ตามประเด็นต่าง ๆ ที่สำคัญ ดังนี้

 9.1 ผู้เรียนที่ได้รับการฝึกอบรมด้วยโปรแกรมพัฒนาครูแบบบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษา มีคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้ เนื่องมาจากกิจกรรมการอบรมด้วยโปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม สามารถนำไปพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ และสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาซึ่งแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ของครูมีลักษณะเป็นการเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (รักษพล ธนานุวงศ์, 2556) และการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการเรียนที่รู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทั้งด้านอารมณ์ สังคม สติปัญญา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะที่จำเป็นในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ ด้วยตนเอง เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริงไม่ใช่แค่การเรียนรู้จากการท่องจำ (ประสาท เนืองเฉลิม. 2557) ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นเป็นวิธีการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความพร้อมต่อการดำรงชีวิตและปรับตัวในศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดี (Cheung, D. 2011) ทำให้มีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ร่วมกันถาม ร่วมกันแก้ปัญหา (ประสาท เนืองเฉลิม, 2557) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฮานและคณะ (2015) ที่ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งตลอดระยะเวลาการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ โรงเรียนแต่ละแห่งมีการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบสะเต็มศึกษา มาก่อน ส่วนครูผู้สอนในโรงเรียนก็ได้เข้าร่วมกิจกรรมการอบรมและพัฒนาสู่ครูมืออาชีพทางด้านแบบสะเต็มจากมหาวิทยาลัย ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบสะเต็มศึกษา ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น ผลการวิจัยครั้งนี้จึงสามารถสรุปได้ว่าคะแนนการรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 เนื่องจากผลของโปรแกรมพัฒนาครูแบบบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ได้ออกแบบอยู่บนพื้นฐานของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การออกแบบชิ้นงานผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และใช้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการพัฒนาครู

 9.2 หลังการฝึกอบรมด้วยโปรแกรมการพัฒนาครูโรงเรียนโครงการกองทุนการศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่าสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ของครูที่ร่วมโครงการทั้ง 5 องค์ประกอบ มีผลการประเมิน (ค่าเฉลี่ยรายด้าน) เท่ากับ 2.48 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพ เริ่มชำนาญ (Approaching Proficient) จนถึงค่อนข้างชำนาญ ทั้งนี้เนื่องมาจากโปรแกรมการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านการออกแบบการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยได้ออกแบบมีลักษณะเป็นการเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยแผนการอบรมในกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการได้กำหนดให้ครูได้ค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง กระตุ้นการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาช่วยในการแก้ปัญหา มีการสะท้อนความคิดจากประสบการณ์โดยตรงที่เป็นอาจารย์จากมหาวิทยาลัยและผู้ที่เข้าร่วมอบรมช่วยกันสรุปประเด็นสำคัญร่วมกัน จนนำไปสู่การออกแบบชิ้นงานหรือสร้างเครื่องมือขึ้นมาใช้แก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ และมีการบูรณาการเทคโนโลยี และสื่อและเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาใช้ในการจัดกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อให้ผู้ที่เข้าร่วมอบรมได้เข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ทันที (รักษพล ธนานุวงศ์, 2556; พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556; อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ, 2556; Breiner et al., 2012) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจความเชื่อมโยงระหว่างหลักการ แนวคิด และทักษะของแต่ละวิชาและขยายความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ไปใช้ประโยชน์เชื่อมโยงการเรียนรู้สู่การคิดและการปฏิบัติ (Goodnough, K. 2006) ส่งเสริมให้ผุ้เรียนสนใจเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ และพัฒนาความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ให้เกิดกับผู้เรียนได้ (Dusch. 2001; Torp; & Sage. 1998)

 9.3 ในการพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สมรรถนะการจัดการเรียนรู้ และความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของครู ให้เกิดขึ้นกับครูเป็นงานที่ค่อนข้างยากและท้าทาย เนื่องจากการประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้และทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละองค์ประกอบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันอย่างซับซ้อน ไม่ได้แยกกันอย่างชัดเจน ซึ่งแบกซ์เทอร์และลีเดอร์มัน (Baxter & Lederman, 1999: 158-159) ได้ศึกษาการประเมินความรู้ในเนื้อหาและวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge) ของครู นักวิจัยได้เสนอว่าควรวัดและประเมินผลให้ครอบคลุมสิ่งที่ครูผู้สอนรู้ สิ่งที่ครูผู้สอนปฏิบัติ และเหตุผลในการปฏิบัติของครูผู้สอนด้วย นักวิจัยจึงควรวางแผนเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการที่หลากหลาย (Multi-method evaluation) เนื่องจากไม่มีวิธีวัดวิธีใดวิธีหนึ่งที่สามารถวัดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนได้ครบและครอบคลุมทุกองค์ประกอบ ซึ่งการวัดและประเมินผลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธีเก็บรวบรวมข้อมูลที่ที่มาจากการสังเกต การสัมภาษณ์เชิงลึก การนิเทศติดตามประเมินผลการปฏิบัติกการสอน การสัมภาษณ์หลังการสอน การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ การวิเคราะห์เอกสาร การอภิปรายเกี่ยวกับกรณีตัวอย่าง การเก็บรวบรวมชิ้นงาน การเขียนอนุทินสะท้อนแนวคิด และการตรวจแฟ้มสะสมงาน เป็นต้น

 ในการวิจัยครั้งนี้ เมื่อนำกระบวนการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการทางด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยกิจกรรมการฝึกอบรมประกอบด้วยการให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา การเขียนผังความคิดเหตุ-ผล การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) และแนวทางในการจัดการจัดการเรียนรู้และการประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้นวัตกรรมด้านการจัดการเรียนรู้ที่ครูในโรงเรียนออกแบบร่วมกับนักวิจัยภายใต้การให้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญส่งผลให้เกิดพัฒนาการด้านสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้และความรู้วิทยาศาสตร์ที่คงทนจึงทำให้ครูมีผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ หลังอบรมสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

**10. ข้อเสนอแนะ**

10.1 การพัฒนาครูด้วยการอบรมผ่านโปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม เพื่อพัฒนาสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ควรมีการการประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ที่หลากหลาย เช่น ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านวิธีการสอน และความรู้ในเนื้อหาผนวกการสอน เป็นต้น นอกจากนี้ผลของกระบวนการฝึกปฏิบัติการสอน และการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองของครูจะส่งผลให้ครูเกิดเกิดความชำนาญ คล่องแคล่ว มีความมั่นใจในการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษามากขึ้น และยังช่วยให้ครูได้มีโอกาสปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่ช่วยให้ครูได้เห็น “ผลย้อนกลับ” ของการสอนจริงจากผลการประเมินการทดลองจากผู้เชี่ยวชาญ

 10.2 ควรนำเครื่องมือประเมินสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ไปวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Factor Analysis) เพื่อเป็นการสร้างความเชื่อถือของคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ประเมินสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของครูต่อไป

 10.3 เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้เป็นกลุ่มที่มีความเฉพาะเจาะจง ในการเตรียมความพร้อมด้านการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาในโรงเรียนขนาดเล็กที่ขาดแคลนการสนับสนุนงบประมาณจากส่วนกลาง ผู้วิจัยจะต้องศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวทางและวิธีการพัฒนาโรงเรียนขนาดเล็กที่เน้นการมีส่วนร่วมจากเขตพื้นที่การศึกษาและมหาวิทยาลัยต่อไป

 10.4 เนื่องจากความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของครู มีหลายองค์ประกอบ และทุกองค์ประกอบมีความสัมพันธ์และเกื้อหนุนกัน การศึกษาเชิงลึกโดยใช้วิธีเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยเครื่องมือวิจัยที่หลากหลาย เช่น การตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ การสังเกตการเรียนการสอน การสังเกตการสอน และการประเมินผลจากการเข้าร่วมกิจกรรมการประชุมเชิงปฏิบัติการ การสัมภาษณ์ครูก่อนและ/หรือหลังการสอน บันทึกการสัมภาษณ์ครูเกี่ยวกับการเรียนการสอน การประเมินความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของครู การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ชิ้นงานหรือผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้น การวิเคราะห์บันทึกหลังการสอนของครู การอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับกรณีตัวอย่างที่แสดงให้เห็นปัญหาหรือสะท้อนความสำเร็จของการสอน หรือการประเมินความรู้ในเนื้อหาและความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของครูด้วยวิธีการอื่น ๆ ที่เหมาะสม เป็นต้น

**กิตติกรรมประกาศ**

 งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ และสำสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญารับทุน 85 /2561

**เอกสารอ้างอิง**

ประสาท เนืองเฉลิม. (2557). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. มหาสารคาม*: อภิชาตการพิมพ์.

รักษพล ธนานุวงศ์. (2556). *รายงานสรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ STEM Education. สืบค้นเมื่อ*

 *12 กันยายน 2559*, จาก <http://www.slideshare.net/focusphysics/stem-workshop-summary>.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่21. **นักบริหาร,** 33(2),

49 – 56.

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2547. *มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และ*

 *เทคโนโลยี.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544. *รายงานการวิจัยเพื่อพัฒนานโยบายการปฏิรูป*

 *วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย***.** กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

สุมณฑา จุลชาต และวิสาข์ จัติวัตร์. 2556. การพัฒนารูปแบบการพัฒนาวิชาชีพแบบร่วมมือโดยเน้น

ครูเป็นสำคัญเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ของครู โรงเรียน ประถมศึกษา. *วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย.* ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม).

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และ

คณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา. *สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย,*19 (มกราคม–ธันวาคม 2556), 15 – 18

Baxter, J. A., & Lederman, N. G. 1999**.**Assessment and measurement of pedagogical content

 knowledge. In J.Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), ***“Examining pedagogical***

***content knowledge”*** (pp. 147-161). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publisher.

Bell, J., Veal, W. R., & Tippins, D. J. 1998. “The evolution of pedagogical content knowledge

in prospective secondary physics teachers”. *Paper presented at the annual*

*meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, San Diego, CA.

Breiner, J. M., Carla, C. J., Harkness, S. S., & Koehler, C. M.. (2012). What is STEM? A

discussion about conceptions of STEM in education and Shelly Sheats Harkness Partnerships. *School Science and Mathematics,* 112(1),3-11.

Chueng, M. (2011). Creativity in Advertising Design Education: An experimental study. *Instructional*

*Science,* 39(6), 843 – 864.

Dejarnette. (2012). America’s children: providing early exposure to STEM (science, technology,

engineering and math) initiatives. *Education,* 133(1), 77–84.

Duch, B. (2001). Writing problems for deeper understanding. In B. Duch, S. E. Groh, & D. E.

Allen (Eds.), *The power of problem-based learning: A practical “how to” for teaching undergraduate courses in any discipline* (pp. 47-53). Sterling, VA: Stylus Publishing.

Goodnough, K. (2006). Exploring problem-based learning in the context of high school

science: Design and implementation issues. *School Science and Mathematics,* 106(7), 280-296.

Han, S., Yalvac, B., Capraro, M.M., & Capraro, R. M. (2015). *Eurasia Journal of Mathematics, Science*

*& Technology Education*, 11(1), 63-76.

The Danielson Group. (2013). *The Framework for Teaching Evaluation Instrument (2011/2013).*

Retrieved July 10, 2018, from <http://www.danielsongroup.org/framework/>

Torp, L., & Sage, S. (1998). *Problems as possibilities: Problem-based learning for K-12*

*education.* Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Wayne, C. (2012). *What is S.T.E.M. and why do I need to know?* Retrieved February

 10, 2018, from https://issuu.com/carleygroup/docs/stem12online.