**บทที่ 5**

**สรุปและอภิปรายผล**

 การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำโปรแกรมพัฒนาครูแบบบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษา ไปใช้ในการพัฒนาการพัฒนาทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั่วไป โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จากการประเมินทักษะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และประเมินการสดสอบผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ หลังจากที่ผ่านการอบรมด้วยโปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาครูตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในการสรุปและอภิปรายผล ผู้วิจัยขอนำเสนอการอภิปรายผล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

**สรุปและอภิปรายผล**

ผู้วิจัยนำเสนอผลการอภิปราย ตามประเด็นต่าง ๆ ที่สำคัญ ดังนี้

 1. นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการฝึกอบรมด้วยโปรแกรมพัฒนาครูแบบบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษา มีคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ การที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้ เนื่องมาจากกิจกรรมการอบรมด้วยโปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็ม สามารถนำไปพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ และสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ของครูได้ ซึ่งแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นการเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (รักษพล ธนานุวงศ์, 2556) และการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการเรียนที่รู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทั้งด้านอารมณ์ สังคม สติปัญญา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะที่จำเป็นในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ ด้วยตนเอง เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริงไม่ใช่แค่การเรียนรู้จากการท่องจำ (ประสาท เนืองเฉลิม. 2557) ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นเป็นวิธีการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความพร้อมต่อการดำรงชีวิตและปรับตัวในศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดี (Cheung. 2011) ทำให้มีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ร่วมกันถาม ร่วมกันแก้ปัญหา (ประสาท เนืองเฉลิม, 2557) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Han และคณะ (2014) ที่ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งตลอดระยะเวลาการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ โรงเรียนแต่ละแห่งมีการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบสะเต็มศึกษา มาก่อน ส่วนครูผู้สอนในโรงเรียนก็ได้เข้าร่วมกิจกรรมการอบรมและพัฒนาสู่ครูมืออาชีพทางด้านแบบสะเต็มจากมหาวิทยาลัย ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบสะเต็มศึกษา ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเพิ่มสูงขึ้น ผลการวิจัยครั้งนี้จึงสามารถสรุปได้ว่าคะแนนการรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 เนื่องจากผลของโปรแกรมพัฒนานักศึกษาครูแบบบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ได้ออกแบบอยู่บนพื้นฐานของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การออกแบบเชิงวิศวกรรม และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

 2. หลังการฝึกอบรมด้วยเพื่อสร้างทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่าทักษะด้านการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ทั้ง 5 องค์ประกอบ มีผลการประเมิน (ค่าเฉลี่ยรายด้าน) เท่ากับ 2.76 (S.D.=0.32) ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพ เริ่มชำนาญ (Approaching Proficient) จนถึงค่อนข้างชำนาญ ทั้งนี้เนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยได้ออกแบบมีลักษณะเป็นการเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยแผนการอบรมในกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการได้กำหนดให้ครูได้ค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาช่วยในการแก้ปัญหา มีการสะท้อนความคิดจากประสบการณ์โดยตรงที่เป็นอาจารย์จากมหาวิทยาลัยและผู้ที่เข้าร่วมอบรมช่วยกันสรุปประเด็นสำคัญร่วมกัน จนนำไปสู่การออกแบบชิ้นงานหรือสร้างเครื่องมือขึ้นมาใช้แก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ และมีการบูรณาการเทคโนโลยี และสื่อต่าง ๆ เข้ามาใช้ในการจัดกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการ เพื่อให้ผู้ที่เข้าร่วมอบรมได้เข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ทันที (รักษพล ธนานุวงศ์, 2556; พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556; มนตรี จุฬาวัฒนฑล, 2556; อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ, 2556; Lantz, 2009; Breiner et al., 2012; O’Neil et al., 2012) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจความเชื่อมโยงระหว่างหลักการ แนวคิด และทักษะของแต่ละวิชา (Nikitina; & Mansilla. 2003) ขยายความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ (Torp; & Sage. 2002) เชื่อมโยงการเรียนรู้สู่การคิดและการปฏิบัติ (Goodnough; & Cashion. 2006) ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (Capon and Kuhn, 2004) ส่งเสริมให้ผุ้เรียนสนใจเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ (Dusch. 1995) และพัฒนาความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ให้เกิดกับผู้เรียนได้ (Torp; & Sage 2002)

 3. ในการพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ทักษะการจัดการเรียนรู้ และความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของครู ให้เกิดขึ้นกับนักศึกษาครูเป็นงานที่ค่อนท้าทาย เนื่องจากทักษะการจัดการเรียนรู้ในแต่ละองค์ประกอบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันอย่างซับซ้อนและไม่ได้แยกกันอย่างชัดเจน ซึ่งในการประเมินความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของครูหรือนักศึกษาครู ผู้วิจัยเสนอว่าควรวัดและประเมินผลให้ครอบคลุมสิ่งที่ครูผู้สอนรู้ สิ่งที่ครูผู้สอนปฏิบัติ และเหตุผลในการปฏิบัติของครูผู้สอนด้วย นักวิจัยจึงควรวางแผนเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการที่หลากหลาย (Multi-method evaluation) ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีวิธีวัดวิธีใดวิธีหนึ่งที่สามารถวัดความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนได้ครบและครอบคลุมทุกองค์ประกอบ (Baxter; & Lederman, 1999: 159) วิธีการวัดและประเมินผลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จะประกอบด้วยวิธีเก็บรวบรวมข้อมูลที่หลากหลายซึ่งประกอบด้วยการสังเกตการนิเทศการสอน การสัมภาษณ์หลังการสอน การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ การอภิปรายเกี่ยวกับกรณีตัวอย่าง การเก็บรวบรวมชิ้นงาน การเขียนอนุทินสะท้อนแนวคิด และการตรวจแฟ้มสะสมงาน เป็นต้น

 ในการวิจัยครั้งนี้ เมื่อนำกระบวนการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการทางด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยกิจกรรมการฝึกอบรมประกอบด้วยการให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา การเขียนผังความคิดเหตุ-ผล การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) การจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 กระบวนการโค้ชและระบบพี่เลี้ยง (Coaching & mentoring) ส่งผลต่อการพัฒนาระบบผลิตลพัฒนาครูที่มีประสิทธิภาพ และแนวทางในการจัดการจัดการเรียนรู้และการประเมินทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่นักศึกษาครูได้วางแผนและออกแบบร่วมกันกับนักวิจัยภายใต้การให้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญส่งผลให้เกิดพัฒนาการด้านสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้และความรู้วิทยาศาสตร์ที่คงทนจึงทำให้ครูมีผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ หลังอบรมสูงกว่าเกณฑ์

 4. จากการนิเทศติดตามประเมินผลการปฏิบัตการสอนของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการใช้โครงงานเป็นฐาน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากแป้งโดว์ในแต่ละกลุ่มเมื่อสรุปเป็นร้อยละพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีคะแนนอยู่ในระดับสูงซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอภิรักษ์ กุลชุตินธร และอัญชลี ทองเอม (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้โครงงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศิลาจารพิพัฒน์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการการเรียนรู้วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้โครงงานสูงขึ้น จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 80 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้โครงงาน นักเรียนผ่าน เกณฑ์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 จำนวน 23 คน คิดเป็น ร้อยละ 76.66 และ นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 7 คน คิดเป็น ร้อยละ 23.33 3) ความพึงพอใจโดยรวมของนักเรียนในการเรียนรู้วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้ โครงงาน อยู่ในระดับมาก ( =3.77) จากรายงานการวิจัยของ มาฆศินันจา ทองมูล และสุระ วุฒิพรม ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากแป้งโดว์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับ Medium Gain จำนวน 23 คน โดยมีค่า Normalized Gain <g> เฉลี่ยเท่ากับ 0.30 นักเรียนส่วนใหญ่ มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากแป้งโดว์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อยู่ในระดับมาก จึงสามารถสรุปได้ว่าผลจากการนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์มาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น แต่ก็ยังมีความรู้บางด้านที่นักเรียนยังต้องพัฒนาเพิ่มให้มากขึ้น

 5. จากจากการนิเทศติดตามประเมินผลการปฏิบัตการสอนของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปิญาดา ฤกษ์อนันต์ (2554 : 58) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อทักษะการเขียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งพบว่าการเรียนรู้แบบโครงงานสามารถพัฒนาความสามารถในการเขียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และปวัลรัตน์ สุวรรณโคตร (2558) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังจากใช้วิธีการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการใช้โครงงานเป็นฐาน มีทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ อรุณี ศรีสิทธิชูชาติ (2557 : 578-579) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบคะแนนทักษะทางสังคมที่ประเมินหลังเรียนกับเกณฑ์ที่คะแนนร้อยละ 60 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะทางสังคมของกลุ่มตัวอย่างการวิจัยที่ประเมินหลังเรียนแบบโครงงานมีคะแนนเฉลี่ยทักษะทางสังคมสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์จะส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น และมีบางทักษะที่นักเรียนยังต้องพัฒนาอีก คือการค้นหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริง การนำเสนอโครงงาน และการให้เหตุผล

 6. จากจากการนิเทศติดตามประเมินผลการปฏิบัตการสอนของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานตามแนวทางวสะเต็มศึกษา จะมีทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในเชิงบวก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรัตนาภรณ์  ริยะป่า (2550) ได้ศึกษาเรื่องการศึกษาเจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีระดับผลการเรียนต่างกัน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนต่างกัน มีเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน โดยนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนสูงมีเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับดี  มีค่าเฉลี่ย 3.05  และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)  1.40 นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนปานกลาง มีเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 2.89 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)  1.66 และนักเรียนระดับผลการเรียนต่ำ มีเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับค่อนข้างไม่ดี มีค่าเฉลี่ย 2.44 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)  1.52  และปวัลรัตน์ สุวรรณโคตร (2558) ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 ที่มีต่อวิธีการสอนแบบใช้โครงงานเป็นฐาน พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อวิธีการสอนแบบใช้โครงงานเป็นฐานในระดับมาก นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ อรุณี ศรีสิทธิชูชาติ (2557 : 579) ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด จึงสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์สามารถทำให้นักเรียนมีทัศนคติในเชิงบวก

**ข้อเสนอแนะ**

1. การนำโปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไปใช้อบรมและพัฒนานักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ควรมีการการประเมินทักษะและสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ที่หลากหลาย เช่น ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านวิธีการสอน และความรู้ในเนื้อหาผนวกศาสตร์การสอนและเทคโนโลยี เป็นต้น นอกจากนี้ผลของกระบวนการฝึกปฏิบัติการสอน และการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักศึกษาครูจะส่งผลให้ครูฝึกสอนเกิดความชำนาญ คล่องแคล่ว มีความมั่นใจในการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษามากขึ้น และยังช่วยให้ครูได้มีโอกาสปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่ช่วยให้ครูได้เห็น “ผลย้อนกลับ” ของการสอนจริงจากผลการประเมินการทดลองจากผู้เชี่ยวชาญ

 2. ควรนำเครื่องมือประเมินทักษะด้านการจัดการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ไปวิจัยและวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Factor Analysis) เพิ่มเติม เพื่อเป็นการสร้างความเชื่อมั่นของคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ประเมินทักษะและสมรรถนะการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาครูวสิทยาศาสตร์

 3. เนื่องจากความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีหลายองค์ประกอบ และทุกองค์ประกอบมีความสัมพันธ์และเกื้อหนุนกัน การศึกษาเชิงลึกโดยใช้วิธีเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยเครื่องมือวิจัยที่หลากหลาย เช่น การตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ การสังเกตการเรียนการสอนในวิชาวิธีสอน การสังเกตการสอนในระหว่างการปฏิบัติการสอน และการประเมินผลจากการเข้าร่วมกิจกรรมการประชุมเชิงปฏิบัติการ การสัมภาษณ์นักศึกษาครูก่อนและ/หรือหลังการสอน บันทึกการสัมภาษณ์นักศึกษาครูเกี่ยวกับการเรียนการสอน การประเมินความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของนักศึกษาครู การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ชิ้นงานหรือผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้น การวิเคราะห์บันทึกหลังการสอนของนักศึกษาครู การอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับกรณีตัวอย่างที่แสดงให้เห็นปัญหาหรือสะท้อนความสำเร็จของการสอน หรือการประเมินความรู้ในเนื้อหาและความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของครูด้วยวิธีการอื่น ๆ ที่เหมาะสม เป็นต้น

 4. ในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานวิทยาศาสตร์ที่บูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษาครูผู้สอนจะต้องจัดการเรียนรู้ให้ต่อเนื่อง เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ครูผู้สอนจะต้องมีเวลาอย่างเพียงพอ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกพัฒนาทักษะกระบวนการอย่างเต็มที่

 5. ในการวิจัยครั้งนี้ครูสามารถปรับแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยเปลี่ยนเงื่อนไขจากการสร้างโรงเรียนในฝันของตัวเองเป็นการสร้างเมืองจำลองจากผังเมืองจริงให้สว่างด้วยหลอดไฟและสายไฟจากแป้งโดว์โดยสืบค้นผังเมืองที่สนใจหรือผังเมืองในอำเภอหรือจังหวัด โดยให้นักเรียนกำหนดอัตราส่วนให้สมจริง และอาจเพิ่มการฝึกคำนวณค่าไฟฟ้าจากการใช้ไฟของเมืองจำลองต่อยอดได้เพื่อให้ครูได้จัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในบริบทที่มีความแตกต่างได้