

## บทที่ 6

### สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา และทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา จากข้อค้นพบที่ได้จากการวิจัยสามารถนำเสนอตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. สรุป
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

#### 6.1 สรุป

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

6.1.1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา พบว่า องค์ประกอบรูปแบบการเรียนรู้มี 5 องค์ประกอบได้แก่ โมดูลคลังความรู้ (Knowledge Module) โมดูลการสอน (Teaching Module) โมดูลการช่วยเหลือ (Coaching Module) โมดูลกลยุทธ์การเรียนรู้สะเต็ม (STEM Strategy Module) โมดูลการประเมินผล (Evaluation) และโมดูลการสอน มีขั้นตอนการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นเตรียมความพร้อม ขั้นศึกษาข้อมูล / ปัญหา ขั้นตั้งสมมุติฐาน ขั้นลงมือปฏิบัติ ขั้นนำเสนอผลงานและขั้นประเมินผล

6.1.2 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนบนเว็บตามองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนา คือ รายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลักสูตรกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ตามโครงสร้างหลักสูตรแกนกลาง สำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม โดยใช้โปรแกรมเวิร์ดเพรส พัฒนาเป็นบทเรียนออนไลน์ จากนั้นได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์

ที่พัฒนาขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้และประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยแบบสอบถาม พบว่าผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคและวิธีการ มีความคิดเห็นตรงกันว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น อยู่ในระดับเหมาะสมมากและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์เมกุยแกนส์

6.1.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์เมกุยแกนส์

6.1.4 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6.1.5 พฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 10 ด้านอยู่ในระดับมาก

6.1.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนตามปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6.1.7 นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา มีความพึงพอใจในระดับมาก

## 6.2 อภิปรายผล

### 6.2.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้ได้ตามประสิทธิภาพตามแนวคิดของเมกุยแกนส์ มีค่าเท่ากับ 1.06 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องจาก

1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้มีการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 12 ท่าน และมีการประเมินความเหมาะสมของของบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดการเรียนรู้และด้านเทคนิควิธีการด้านละ 5 ท่าน จึงนำรูปแบบที่ได้จากการสังเคราะห์รูปแบบมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ และองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ มีโมดูลการสอนที่สังเคราะห์รูปแบบโดยบูรณาการจากขั้นตอนการสอนแบบบูรณาการ การคิดวิเคราะห์และขั้นตอนการจัดกิจกรรมของสะเต็มศึกษาและในกลยุทธ์สะเต็มศึกษา มีกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดนอกกรอบ มีการศึกษาค้นคว้าบูรณาการความรู้ข้ามวิชา เช่นวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม คณิตศาสตร์ เพื่อใช้แก้ปัญหาและครูผู้สอนได้ปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนตลอด ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและนำองค์ความรู้ที่มาจากบูรณาการมาแก้ปัญหา สร้างชิ้นงานจากโจทย์ปัญหา กิจกรรมที่ครูมอบหมายให้ต้องสร้างความสนใจ ทำท่ายและสนุกสนานเน้นฝึกทักษะการคิด โดยการบูรณาการองค์ความรู้ นักเรียนต้องศึกษา ค้นคว้าและทดลองทำ ในขณะเดียวกันนักเรียนมีการติดตามผลการเรียน กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับ Fantz, T., and Grant, M. (2013) ซึ่งได้ศึกษาวิธีการสอนแบบสะเต็มศึกษา โดยมีการออกแบบกิจกรรมที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนมีทักษะและสร้างชิ้นงานที่มีคุณภาพ โดยเน้นการบูรณาการองค์ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา และโมดูลการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ ผู้วิจัยได้ออกแบบหน่วยเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาครบทั้ง 6 ขั้นตอน ซึ่งในขั้นตอนลงมือปฏิบัติ แก้ไขปรับปรุงชิ้นงาน ประเมินชิ้นงานและนำเสนอชิ้นงานที่สมบูรณ์ จะมีการเชื่อมโยงการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ และนักเรียนจะกำหนดนิยามขอบเขตของปัญหา สร้างสรรค์ชิ้นงาน เพื่อแก้ปัญหาประเมินผลและปรับปรุงชิ้นงานของตนเองการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาต้องใช้เวลาตลอดภาคเรียนหรือตลอดปีการศึกษา ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้มีเวลาสร้างสรรค์ชิ้นงานและนำผลงานหรือนวัตกรรมนำมาแสดงผลงานต่อสาธารณชนได้อย่างภาคภูมิใจ และในการจัดกิจกรรมแบบโครงงานนักเรียนจะทำโครงงานได้สำเร็จและมีประสิทธิภาพและยังสอดคล้องกับ ภาณุพงศ์ แสงฤทธิ์ (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนบนเว็บที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสำหรับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนบนเว็บตามแนวคิดของเมกุยแกนส์ มีค่าเท่ากับ 1.11 แสดงว่าบทเรียนบนเว็บที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ นักเรียนสามารถทบทวนเนื้อหาและฝึกการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลาที่ต้องการ เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้บนเว็บ

2) ครูผู้สอนต้องศึกษาเทคนิคขั้นตอนการสอนแบบบูรณาการ แบบการคิดวิเคราะห์ และแนวทางและหลักการของสะเต็มศึกษา ก่อนที่จะออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้และบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้มุ่งเน้นให้นักเรียนได้บูรณาการองค์ความรู้ข้ามวิชาจาก 4 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนั้น ครูผู้สอนต้องศึกษาการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเอง ก่อนที่จะนำมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552, น.18-20 ; ทิศนาแชมมณี, 2556 น.141.; Bruce R. Joyce, Marsha Weil, Emily Calhoun, p.215-216) ได้ศึกษาแนวคิดของการสืบเสาะ หาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ให้ความสำคัญกับข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการทดลองมากกว่าความรู้ที่ได้จากทฤษฎีเพียงอย่างเดียว และยังสอดคล้องกับ พลศักดิ์ แสงพรหมศรี, (2558) ได้ทำการวิจัย เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีอยู่ในระดับดี และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่อยู่ในระดับค่อนข้างดี

#### 6.2.2 การศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนของกลุ่มทดลอง

ผลการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนของกลุ่มทดลองพบว่าการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 10 ด้าน ระหว่างการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ในระดับมาทั้งหมดนี้เนื่องจาก

1) นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและรับรู้เข้าใจในกระบวนการจัดการเรียนรู้จากครูผู้สอนได้เป็นอย่างดี สามารถปรึกษาครูผู้สอนได้ตลอดเวลาและยังได้นำองค์ความรู้ที่ได้จากการบูรณาการความรู้ข้ามวิชาจากทั้ง 4 ศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนได้มีการปฏิบัติกิจกรรมพร้อมกับได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ เนื่องจากโจทย์ปัญหาที่มีความท้าทายทำให้นักเรียนมีความสนุกสนานในการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมและเนื้อหาบทเรียนมีความน่าสนใจมีระบบคลังความรู้ที่หลากหลาย เช่น คลิปวิดีโอสารคดีกิจกรรมและให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้วัสดุเหมือนกันหรือแตกต่างกันมาใช้ในการสร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงานใหม่ ๆ ได้ เพราะในทุกกิจกรรมครูผู้สอนออกแบบกิจกรรมให้มีความสัมพันธ์กับกลยุทธ์สะเต็มศึกษา เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดนอกกรอบสอดคล้องกับธีระวัฒน์ ประกอบผล (2558) การจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการต้องนำความรู้ต่าง ๆ ที่มีสร้างเป็นผลงานออกมา จึงต้องใช้ทักษะทั้งวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการเหล่านี้ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปคิดและสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ ออกมาได้ และมีจัดการแข่งขันและท้าทายความสามารถนักเรียนทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียนเกิดแรงบันดาลใจ มีสมาธิจดจ่อกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงรางวัลที่นักเรียนจะได้รับหลังจากที่ทำการกิจเสร็จสิ้นหรือทำกิจกรรมการเรียนรู้สำเร็จ นักเรียนสามารถใช้สื่อทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาที่มีความทันสมัยซึ่งสอดคล้องกับ วัชรภรณ์ อมรศักดิ์ (2556) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องปัจจัยเชิงเหตุและผลของพฤติกรรมใฝ่รู้ใฝ่เรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนแสดงพฤติกรรมคือตั้งใจเรียน มีสมาธิในการเรียน

ในระหว่างที่ครูผู้สอนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม แสดงความคิดเห็นและสะท้อนผลการเรียน เนื่องจากครูผู้สอนมีคะแนนและรางวัลมอบให้นักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งสอดคล้องกับ น้ำฝน พิทักษาไพศาล (2548) ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนรู้กับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับ ประณต คำฉิม (2549) ได้ทำการศึกษาวินิจฉัยพฤติกรรมการเรียนรู้ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ปัจจัยแรงจูงใจในการเรียนเป็นตัวแปรที่โดดเด่นที่สุดในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แสดงให้เห็นว่าแรงจูงใจทางการเรียนมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งนี้เพราะแรงจูงใจเป็นสภาวะหรือสภาพอารมณ์ของบุคคลที่พร้อมจะแสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง และมุ่งไปสู่เป้าหมายอย่างใดอย่างหนึ่ง ทำให้บุคคลเกิดพลังที่จะแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ อันจะทำให้เกิดการที่จะกระทำหรือไม่กระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใด และทำให้เกิดความพร้อมในการเรียนได้เป็นอย่างดีและยังสอดคล้องกับ พรพจน์ เพ็ชรทวีพรเดช. (2547) นักศึกษาที่ขาดเรียนค่อนข้างบ่อยทำให้นักศึกษาขาดความรู้ที่ต่อเนื่อง ส่งผลให้ไม่เข้าใจในบทเรียน การซักถามในชั้นเรียนจะมีส่วนช่วยทำให้นักศึกษามีความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้นและนักศึกษามีความเครียดและความวิตกกังวลจะมีผลทางลบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หากนักศึกษามีความเครียดในการเรียนหรือมีความวิตกกังวล จะส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามีน้อย

### 6.2.3 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีค่าเฉลี่ยของการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนวิธีการเรียนแบบปกติ ทั้งนี้เนื่องจาก

1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้ มีการออกแบบตามองค์ประกอบของรูปแบบที่มีกระบวนการเรียนรู้เป็นต้นแบบของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ผ่านระบบเครือข่าย นักเรียนสามารถทบทวนการเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา เกิดแรงจูงใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ และได้นำโมดูลการสอนผนวกกับกลยุทธ์ของสะเต็มศึกษามาเป็นองค์ประกอบในการพัฒนา เป็นบทเรียนบนเว็บมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีกิจกรรมการฝึกทักษะการคิดแก้โจทย์ปัญหา โดยให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าจากโมดูลคลังความรู้ได้หลากหลายและมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ทำให้นักเรียนกับครูผู้สอนมีการปฏิสัมพันธ์ การติดต่อสื่อสาร การปรึกษาหารือระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับครูผู้สอน รวมไปถึงขั้นตอนของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ ได้มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการคิด ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับที่สูงขึ้นสอดคล้องกับ กวิน เชื้อมกลาง (2557) ได้ทำการศึกษาและจัดอบรมกิจกรรมสะเต็มศึกษา ผลจากการศึกษาการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนต้องเริ่มจาก

การกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เห็นภาพมากขึ้น จากนั้นจึงให้นักเรียนลองตั้งคำถามในสิ่งที่ตนอยากรู้เพิ่มเติม ซึ่งผู้สอนจะมีบทบาทในการแนะนำแนวทางในการออกแบบวิธีการหาคำตอบให้กับคำถามที่นักเรียนสงสัย จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นและหาคำตอบด้วยตนเอง ดังนั้น ครูผู้สอนจะต้องสอนให้นักเรียนรู้จักหลักการของสะเต็มศึกษา จะทำให้นักเรียนคิดและวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เข้าใจเหตุและผลของปัญหาที่พบเจอในทุกกิจกรรมมีการเสริมแรงนักเรียนด้วยการมอบคะแนน รางวัลและการชมเชยซึ่ง โจทย์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้มีรูปแบบกิจกรรมที่ทำทลายความสามารถและมีการแข่งขัน ทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการเรียนรู้ สอดคล้องกับ นววรรณ กองสีมา (2554) ได้ทำการศึกษาวิจัยการพัฒนาตัวแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการเจเอสแอล เพื่อพัฒนาทักษะการคิดที่ได้จากการบูรณาการการเรียนการสอนแบบร่วมมือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์และแนวทางการเพิ่มทักษะการคิดให้กับนักเรียน ผลการวิจัยพบว่าเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนำไปประยุกต์กับการเรียนการสอนได้สอดคล้องกับและยังสอดคล้องกับ จำรัส อินทลาภาพร (2558) ได้ทำการศึกษาวิจัยการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาผู้สอนควรศึกษาและทำความเข้าใจระดับของการบูรณาการทั้ง 4 ระดับ ให้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ผู้สอนทั้ง 3 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ควรวางแผนในการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษา เป็นการประเมินผู้เรียนตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ผู้สอนควรใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลายและวัดหลายครั้ง

#### 6.2.4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ทั้งนี้เนื่องจาก

1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้ มีการนำองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น โมดูลการสอน มีขั้นตอนการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นเตรียมความพร้อม 2) ขั้นศึกษาข้อมูล / ปัญหา 3) ตั้งสมมุติฐาน 4) ลงมือปฏิบัติ 5) นำเสนอผลงาน และ 6) ชั้นประเมินผลและในโมดูลกลยุทธ์สะเต็มศึกษา ครูผู้สอนจะมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ต้องมีการให้นักเรียนบูรณาการข้ามวิชา และมีการจัดทำโครงงานฝึกให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติจริง มีอิสระในการแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ ฝึกให้รู้จักวิธีการตั้งสมมุติฐาน การตั้งคำถามแก้ปัญหาและสร้างทักษะการสืบค้นหาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ ทำให้นักเรียนรู้จักนำองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการกัน เพื่อมุ่งการแก้ปัญหาสำคัญ ๆ ที่พบในชีวิตจริงและจะมีส่วนของโมดูลการช่วยเหลือของครูผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ที่คอยให้

คำแนะนำหรือคอยให้คำปรึกษาต่าง ๆ และในส่วนของกิจกรรมจะมีการออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและได้ฝึกทักษะการคิดแบบอิสระ โดยมีการคิดนอกกรอบและสามารถไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมในโมดูลคลังความรู้ทั้งในบทเรียนบนเว็บ สื่อสังคมออนไลน์และการเรียนแบบโค้ช นักเรียนนำองค์ความรู้ที่ได้มาแก้ปัญหาทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้มีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ซึ่งสอดคล้องกับ กวิน เชื่อมกลาง (2557) การจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ถ้าเปรียบเทียบกับกิจกรรมในห้องเรียนส่วนใหญ่ ซึ่งนักเรียนมักจะมองว่าครูเป็นผู้ให้ครูเป็นผู้ที่รู้อยู่แล้ว ว่าคำตอบที่ถูกต้องคืออะไรนักเรียนก็จะไม่กล้าคิดนอกกรอบ ดังนั้นการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ออกแบบมา จึงช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ กล้าคิดกล้าแสดงออกและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับการนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงมากขึ้น ทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจและความกระตือรือร้นมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ สอดคล้องกับ พลศักดิ์ แสงพรหมศรี (2558) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ผลการศึกษากิจกรรมการเรียนการสอนแบบ STEM PBL ส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นและเจตคติต่อการเรียนเคมีสูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติ

### 6.3 ข้อเสนอแนะ

6.3.1 รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นควรมีการนำไปทดลองใช้ในการจัดการเรียนการสอนในทุกระดับชั้น สนับสนุนให้ครูผู้สอนได้นำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา และควรมีการปรับปรุงพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบ Responsive Web Design เพื่อให้ยืดหยุ่นมีประสิทธิภาพทั้งส่วนของการแสดงผลและการออกรายงาน ที่สามารถรองรับการทำงานบนอุปกรณ์ที่แตกต่างกันได้และมีระบบคลังความรู้ที่เป็นแบบออนไลน์ เพื่อให้นักเรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้าและสืบค้นข้อมูลได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วขึ้น

6.3.2 ควรมีการจัดอบรมแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หลักการของสะเต็มศึกษาให้กับครูผู้สอนทุกกลุ่มสาระวิชา เพื่อที่ครูผู้สอนจะได้เข้าใจสะเต็มศึกษาอย่างลึกซึ้งจึงจะสามารถทำงานร่วมกันเป็นทีม ในการออกแบบการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเนื้อหาที่สามารถเชื่อมโยงกัน เนื่องจากการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้ ที่มีการนำเอาเทคนิคการสอนแบบบูรณาการและแนวทางของสะเต็มศึกษามาใช้ในการออกแบบกิจกรรม นอกจากจะบูรณาการข้ามวิชาของศาสตร์

ทั้ง 4 ประกอบด้วย วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมและวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้นองค์ความรู้พื้นฐานของแต่ละวิชา จึงเป็นสิ่งสำคัญในการบูรณาการความรู้ของนักเรียน ครูผู้สอนจึงต้องมีการคิดการออกแบบกิจกรรมและกลยุทธ์ของสะเต็มศึกษา เพื่อความเหมาะสมและให้ความรู้พื้นฐานของนักเรียน ก่อนที่จะจัดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา

6.3.3 รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา มีองค์ประกอบ โมดูลการสอนที่ต้องใช้โมดูลคลังความรู้ไว้ให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ และในกิจกรรมเน้นการ แก้ไขปัญหาทำโครงการ สร้างชิ้นงาน ซึ่งล้วนแต่เป็นวิธีการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ดังนั้นครูผู้สอนต้องมีการบูรณาการและปรับรูปแบบการเรียนรู้ ทั้งแบบสืบเสาะ แบบใช้ปัญหา เป็นฐานหรือแบบโครงการเป็นฐาน มาพัฒนาการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีเข้ามาเพื่ออำนวยความสะดวกในการออกแบบชิ้นงาน ตามขั้นตอนของกระบวนการทางวิศวกรรมเพื่อใช้แก้ปัญหา ได้ชิ้นงานที่มีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

## 6.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

6.4.1 ควรศึกษาวิจัยถึงผลกระทบจากการจัดการเรียนรู้ทั้งด้านบวกและด้านลบของรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่มีต่อความสนใจเรียนและความรับผิดชอบต่อภาระงานที่ครูมอบหมายให้ โดยเฉพาะการนำองค์ความรู้มาบูรณาการ

6.4.2 ควรทำการวิจัยอย่างต่อเนื่อง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มเดิมและมีการติดตามผลการสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการคิดวิเคราะห์ พฤติกรรมการเรียนรู้และความพึงพอใจของนักเรียน เมื่อสำเร็จการศึกษาตามระดับชั้น

6.4.3 ควรทำการศึกษาต่อยอดการวิจัย พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะกับตัวแปรตามอื่น ๆ เช่น ทักษะการคิดขั้นสูงที่สำคัญในศตวรรษที่ 21

6.4.4 ควรนำรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผู้สอนควรนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาอื่น ๆ ทุกรายวิชา โดยจัดการเรียนการสอนได้ทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา อาชีวศึกษาและอุดมศึกษา