

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา

ระยะที่ 2 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

ระยะที่ 1 พัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา

การวิจัยในระยะนี้ เป็นขั้นตอนการศึกษาเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน สภาพปัญหาและความต้องการด้านการคิดวิเคราะห์ รวมทั้งศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อรวบรวมข้อมูลมาเป็นแนวทางในการพัฒนารอบแนวคิดการวิจัย โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยในระยะนี้มีวัตถุประสงค์ทั่วไป เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งมีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้

1. เพื่อศึกษาหลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา

2. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพปัญหา และความต้องการในด้านการคิดวิเคราะห์ รวมทั้งการจัดการเรียนการสอนตามหลักการสะเต็มศึกษา

3. เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา

4. เพื่อประเมินรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยในระยะนี้ ผู้วิจัยแบ่งประชากรและกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. หนังสือ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นประชากรที่ใช้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับหลักการ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อค้นหาแนวทางในการพัฒนารอบแนวคิด การวิจัย ในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ได้แก่ หนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ การเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการเรียนรู้ตามหลักสะเต็มศึกษา การจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ การวิจัยและพัฒนาแบบ R & D และการพัฒนาบทเรียนด้วย ADDIE Model คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง จากหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา

2. รายงานการวิจัยที่เกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ เป็นประชากรที่ใช้ในศึกษา รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน ปัญหาการจัดการเรียนการสอนและความต้องการด้านการคิดวิเคราะห์ เพื่อค้นหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาและรูปแบบการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ได้แก่ รายงานการวิจัยเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและความต้องการด้านการคิดวิเคราะห์ คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจง จากรายงานผลการวิจัยที่นักวิชาการ นักการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ทำการศึกษา รายงานผลการวิจัยหรือนำเสนอผลการวิจัยเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน ปัญหาการจัดการเรียนการสอนและความต้องการด้านการคิดวิเคราะห์

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านร่างรูปแบบการเรียนรู้ เป็นประชากรที่ใช้ในการรวบรวมความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ได้แก่ คณาจารย์ ในสถาบันอุดมศึกษาที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาเอกหรือบุคลากรทางการศึกษา สังกัดสำนักงาน

เขตพื้นที่การศึกษา ระดับมัธยมศึกษาที่มีตำแหน่งวิทยฐานะระดับครูชำนาญการพิเศษหรือสูงกว่า โดยมีประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนตามหลักการเพิ่มเติมศึกษามาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 12 คน

4. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการประเมินรูปแบบการเรียนรู้ เป็นกลุ่มประชากรที่ใช้ในการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น ได้แก่ คณาจารย์ ในสถาบันอุดมศึกษาที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาเอก และมีตำแหน่งทางวิชาการระดับ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขึ้นไปหรือบุคลากรทางการศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ระดับมัธยมศึกษาที่มีตำแหน่งวิทยฐานะระดับครูชำนาญการพิเศษหรือสูงกว่า โดยมีประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนตามหลักเพิ่มเติมศึกษามาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง แบบเจาะจง ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในระยะที่ 1 ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนำไปใช้ศึกษาแนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการเพิ่มเติมศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา โดยแบ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. แบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์
2. แบบสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ
3. แบบประเมินความเหมาะสมรูปแบบของรูปแบบการเรียนรู้

4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในระยะที่ 1 ผู้วิจัยแบ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยออกเป็น 3 ส่วน มีขั้นตอน การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. แบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลสภาพปัจจุบัน สภาพปัญหาและความต้องการด้านการคิดวิเคราะห์ โดยได้จากเอกสาร ตำรา แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้า รวบรวม วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล แล้วสรุปประเด็นปัญหาการคิดวิเคราะห์รวมถึงการศึกษาแนวทางการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน สภาพปัญหาและความต้องการด้านการคิดวิเคราะห์ พร้อมทั้งแนวทางการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการเพิ่มเติมศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา

1.2. ศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์ แนวทางการสังเคราะห์ เอกสารและงานวิจัย ประเภทการสังเคราะห์งานวิจัย เทคนิคการสังเคราะห์งานวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล การแปลความหมายข้อมูลและการนำเสนอข้อค้นพบจากการวิจัย

1.3. ร่างแบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์ให้ครอบคลุมประเด็นปัญหาการวิจัย

1.4. เสนอแบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์ต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบ หัวข้อรายการและแบบฟอร์มให้ครอบคลุมทุกประเด็นปัญหาการวิจัย ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของภาษาและถ้อยคำที่ใช้ในแบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์

1.5. ปรับปรุงแก้ไขประเด็นข้อบกพร่องของแบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์ ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาก่อนนำไปใช้เก็บข้อมูลจริง

2. แบบสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ เป็นเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมความคิดเห็นและ ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์ คุณลักษณะและองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกรอบแนวทางในการพัฒนารูปแบบ เพื่อรวบรวมข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสังเคราะห์ หาคุณลักษณะและองค์ประกอบของรูปแบบเชื่อมโยง เข้ากับหลักการ แนวคิดและทฤษฎีที่จะนำไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา เพื่อกำหนดกรอบ ข้อคำถามในการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ

2.2. ศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบสัมภาษณ์ การเตรียมประเด็นข้อคำถาม การคัดเลือกผู้ให้การสัมภาษณ์ เทคนิคการสัมภาษณ์ การวิเคราะห์ข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล และการนำเสนอข้อค้นพบจากการวิจัย

2.3. ร่างแบบสัมภาษณ์เชิงลึกแบบมีโครงสร้างตามกรอบแนวคิดการวิจัย โดยตั้งเป็น ประเด็นข้อคำถามแบบปลายเปิดให้ครอบคลุมทุกด้านในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ ดังนี้

- 1) กระบวนการจัดการเรียนรู้
- 2) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
- 3) การจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์
- 4) การเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษา
- 5) กิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้
- 6) การส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2.4. เสนอแบบสัมภาษณ์ต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบข้อคำถามให้ครอบคลุมทุกประเด็นที่ต้องการวิจัย ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของภาษาและถ้อยคำที่ใช้ในแบบสัมภาษณ์ พร้อมทั้งขอข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2.5. นำแบบสัมภาษณ์ เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนแบบประมาณค่า 5 ระดับ ไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ที่มีต่อข้อคำถามแต่ละข้อ พร้อมทั้งความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยแบบสัมภาษณ์ที่นำไปใช้ได้จะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละข้อตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป โดยหลักเกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนกำหนดไว้ ดังนี้

เห็นว่าสอดคล้อง	ให้คะแนน	+1
ไม่แน่ใจ	ให้คะแนน	0
ไม่สอดคล้อง	ให้คะแนน	-1

โดยผลจากการนำแบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องเพื่อพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วงระหว่าง 0.6 ถึง 1.0

2.6. ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา ก่อนที่จะนำไปใช้สัมภาษณ์เก็บข้อมูลจริง

3. แบบประเมินความเหมาะสมรูปแบบการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อรูปแบบที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น โดยผู้วิจัยสร้างเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนแบบประมาณค่า 5 ระดับ จากนั้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบตลอดจนการให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้รูปแบบที่เหมาะสมและนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ มีขั้นตอนดังนี้

3.1. ศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความเหมาะสม รูปแบบการกำหนดประเด็นคำถามให้ครอบคลุมทุกด้านที่ต้องการประเมินการวิเคราะห์ข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล

3.2. ร่างแบบประเมินความเหมาะสมรูปแบบ โดยนำคุณลักษณะและองค์ประกอบของรูปแบบที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ มาสร้างแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เพื่อนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ ก่อนที่จะนำไปใช้เป็นตัวแบบในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ต่อไป

3.3. นำเสนอแบบสอบถามต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้อง ความเหมาะสมของภาษาและถ้อยคำที่ใช้ในแบบสอบถาม รวมทั้งขอข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3.4. นำแบบสอบถามไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาที่มีต่อข้อความในแต่ละข้อ พร้อมทั้งความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยแบบสอบถามที่นำไปใช้ได้ จะต้องมียุทธศาสตร์ความสอดคล้องของข้อความแต่ละข้อตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป ซึ่งหลักเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนกำหนดไว้ ดังนี้

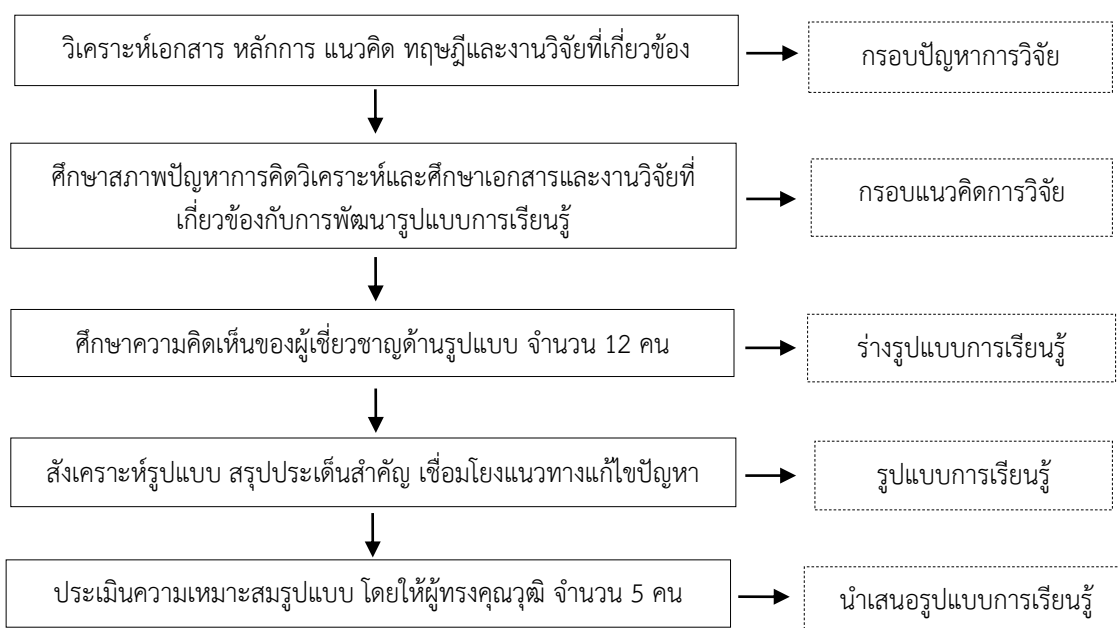
เห็นว่าสอดคล้อง	ให้คะแนน	+1
ไม่แน่ใจ	ให้คะแนน	0
ไม่สอดคล้อง	ให้คะแนน	-1

โดยผลจากการนำแบบประเมินความเหมาะสมรูปแบบ ไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง เพื่อพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วงระหว่าง 0.6 ถึง 1.0

3.5. ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของแบบสอบถามตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ พร้อมทั้งจัดพิมพ์แบบสอบถามต้นฉบับที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้วไปใช้ในการเก็บข้อมูลจริง

3.1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 วิธีดำเนินการสังเคราะห์และประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้

จากภาพที่ 3.1สามารถอธิบายรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัย ได้ดังนี้

1. ศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนศึกษา เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบ ซึ่งเป็นการศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพปัญหาและความต้องการทางด้านการคิดวิเคราะห์ และแนวทางการพัฒนารูปแบบ โดยใช้วิธีการสังเคราะห์เอกสารและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อรวบรวมสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

2. การวิเคราะห์เอกสารหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหาและการพัฒนากรอบแนวคิดการวิจัย เพื่อจะนำไปใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา มีหัวข้อในการศึกษาดังนี้

- 2.1 การปฏิรูปการศึกษา
- 2.2 กรอบแนวคิดการเรียนรู้ในศตวรรษที่21
- 2.3 การเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์
- 2.4 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
- 2.5 การจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์
- 2.6 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. การศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ด้านรูปแบบเป็นการรวบรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับกรอบแนวทางในการพัฒนารูปแบบ จำนวน 12 คน เพื่อนำแนวคิดเทคนิควิธีการและประสบการณ์ด้านการพัฒนารูปแบบ จากผู้เชี่ยวชาญมาใช้เป็นแนวทาง ในการกำหนดคุณลักษณะและองค์ประกอบของรูปแบบ โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบมีโครงสร้าง ด้วยคำถามแบบปลายเปิด (Open Ended Question)

4. การสังเคราะห์รูปแบบเป็นการนำเอาผลสรุปจากความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญด้านรูปแบบมาสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบ พร้อมทั้งเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ในแต่ละองค์ประกอบของรูปแบบเข้ากับหลักการ แนวคิดและทฤษฎีที่นำมาใช้เป็นแนวทางการแก้ไขปัญหา เพื่อพัฒนารูปแบบที่สมบูรณ์ต่อไป มีขั้นตอนดังนี้

- 4.1 การสังเคราะห์รูปแบบ
- 4.2 กำหนดองค์ประกอบของของรูปแบบ
- 4.3 ขั้นตอนการเรียนรู้
- 4.4 การวัดผลและประเมินผล

4.5 บทบาทหน้าที่ของผู้สอน

4.6 บทบาทหน้าที่ของนักเรียน

5. การประเมินความเหมาะสมรูปแบบ เป็นการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น โดยได้นำผลสรุปจากความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ด้านการสังเคราะห์รูปแบบ มาสร้างเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนแบบประมาณค่า 5 ระดับ แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ พร้อมทั้งข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข ทั้งนี้เพื่อให้ได้รูปแบบที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในระยะที่ 1 ผู้วิจัยแบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลมีรายละเอียด ดังนี้

1.1. แบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและความต้องการด้านจิตวิเคราะห์การเรียนรู้ตามหลักการเสริมศึกษา พร้อมทั้งศึกษาเอกสารและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบ

1.2. แบบสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยการติดต่อ ประสานงาน นัดหมาย วัน เวลา สถานที่สัมภาษณ์และดำเนินการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการสังเคราะห์รูปแบบ โดยใช้ข้อคำถามปลายเปิดสอบถามในประเด็นเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้

1.3. แบบประเมินความเหมาะสมรูปแบบ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยนำแบบประเมินไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความเหมาะสมรูปแบบด้วยตัวผู้วิจัยเองตามวัน เวลาและสถานที่ที่ได้นัดหมาย

2. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลมีรายละเอียด ดังนี้

2.1. การเก็บรวบรวมข้อมูลแบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์มีขั้นตอน ดังนี้

2.1.1 ศึกษาขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์วางแผนและกำหนดประเด็นที่ต้องการรวบรวมข้อมูล รวมทั้งศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.2 ค้นหา คัดเลือกรวบรวม จัดหมวดหมู่ข้อมูลที่ได้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งประเภทสื่อสิ่งพิมพ์และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนตรวจสอบคุณภาพงานวิจัยในแต่ละเรื่อง รวบรวมรายละเอียดและผลการวิจัยของงานวิจัย โดยใช้วิธีการจดบันทึกลงในแบบฟอร์ม

2.1.3 วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการคัดเลือกไว้และบันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์

2.1.4 สรุปผลประเด็นสำคัญแต่ละหัวข้อจากแบบบันทึกรายการเชิงสังเคราะห์ให้ชัดเจนแล้วเชื่อมโยงเข้ากับหลักการ แนวคิดและทฤษฎีที่จะนำไปใช้การแก้ไขปัญหาต่อไป

2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ มีขั้นตอนดังนี้

2.2.1 ศึกษาขั้นตอนการสัมภาษณ์ วิธีการใช้แบบสัมภาษณ์เทคนิคการสัมภาษณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสัมภาษณ์ การแปลความหมายของข้อมูล

2.2.2 คัดเลือกผู้เชี่ยวชาญตามคุณสมบัติที่กำหนด รวมทั้งศึกษาข้อมูลผู้เชี่ยวชาญเบื้องต้น

2.2.3 ติดต่อไปยังผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการนัดหมาย วัน เวลา และสถานที่ในการสัมภาษณ์ตามช่องทางที่ผู้เชี่ยวชาญสะดวก ได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ โทรศัพท์ และไปพบผู้เชี่ยวชาญโดยผู้วิจัยเอง

2.2.4 ขอหนังสือขอความอนุเคราะห์แต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ จากมหาวิทยาลัย ราชภัฏมหาสารคาม แล้วจัดส่งไปให้ผู้เชี่ยวชาญตามช่องทางการสื่อสารที่ผู้เชี่ยวชาญสะดวก ได้แก่ ทางไปรษณีย์และนำส่งผู้เชี่ยวชาญโดยผู้วิจัยเอง

2.2.5 ติดต่อไปยังผู้เชี่ยวชาญเพื่อยืนยันการนัดหมาย วัน เวลาและสถานที่สัมภาษณ์ตามช่องทางการสื่อสารที่ผู้เชี่ยวชาญสะดวก ได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ โทรศัพท์และไปพบผู้เชี่ยวชาญโดยผู้วิจัยเอง

2.2.6 ดำเนินการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ โดยวิธีการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างด้วยข้อคำถามปลายเปิดตามวัน เวลาและสถานที่ตามที่นัดหมายไว้

2.2.7 นำประเด็นสำคัญในแต่ละข้อ คำถามที่ได้จากการสัมภาษณ์มาประมวลสรุปเนื้อหาโดยจำแนกหมวดหมู่ จัดกลุ่มข้อมูล เพื่อสังเคราะห์คุณลักษณะสำคัญและองค์ประกอบของรูปแบบ

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลแบบประเมินความเหมาะสมรูปแบบ มีขั้นตอนดังนี้

2.3.1 ศึกษาขั้นตอนในการประเมินรูปแบบ วิธีการใช้งานแบบประเมิน เทคนิคในการประเมิน การวิเคราะห์ข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล

2.3.2 คัดเลือกผู้ทรงคุณวุฒิตามคุณสมบัติที่กำหนด รวมทั้งศึกษาข้อมูลผู้ทรงคุณวุฒิเบื้องต้น

2.3.3 ติดต่อไปยังผู้ทรงคุณวุฒิเบื้องต้น เพื่อขอความอนุเคราะห์ให้เป็นผู้ประเมินความเหมาะสมรูปแบบ โดยใช้ช่องทางการสื่อสารตามที่คุณวุฒิสะดวก ได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์โทรศัพท์ และไปพบผู้ทรงคุณวุฒิโดยผู้วิจัยเอง

2.3.4 ขอหนังสือขอความอนุเคราะห์แต่งตั้งผู้ทรงคุณวุฒิ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม แล้วจัดส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิตามช่องทางการสื่อสารที่คุณวุฒิสะดวก ได้แก่ ทางไปรษณีย์และไปพบผู้ทรงคุณวุฒิโดยผู้วิจัยเอง

2.3.5 รับแบบประเมินความเหมาะสมรูปแบบกลับคืนจากผู้ทรงคุณวุฒิ ตามช่องทางการสื่อสารที่คุณวุฒิสะดวก ได้แก่ ทางไปรษณีย์และไปรับคืนโดยผู้วิจัยเอง

3. แผนระยะเวลาดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยในระยะที่ 1 มีรายละเอียดการดำเนินงานดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

ระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูลในการสังเคราะห์รูปแบบ

กิจกรรม	2557					2558			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ต.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. วิเคราะห์เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	←→								
2. ศึกษาสภาพปัญหาการคิดวิเคราะห์และแนวทางการพัฒนารูปแบบ		←→							
3. ศึกษาความคิดเห็นและข้อเสนอแนะผู้เชี่ยวชาญด้านรูปแบบ				←→					
4. สังเคราะห์รูปแบบ								←→	
5. ประเมินรูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ									←→

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยในระยะที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกการเชิงสังเคราะห์ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัญหาการคิดแก้ปัญหา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบโดยอาศัยวิธีการวิเคราะห์และสังเคราะห์เนื้อหา การจำแนกคำ กลุ่มคำ และข้อความ โดยการจำแนกตามหมวดหมู่ แล้วบันทึกข้อมูลที่ได้ลงแบบบันทึกการเชิงสังเคราะห์ จากนั้นนำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากการสังเคราะห์เพื่อนำไปใช้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย

2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา รายละเอียดจากคำสัมภาษณ์ของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ เพื่อหาความสอดคล้องของข้อมูลและเนื้อหาหลักที่ตรงกัน

3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความเหมาะสมรูปแบบ เป็นการวิเคราะห์ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน ที่มีต่อรูปแบบที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นตามกรอบแนวคิดการวิจัย มีขั้นตอน ดังนี้

3.1 นำแบบประเมินความเหมาะสมรูปแบบ ที่เก็บรวบรวมจากผู้ทรงคุณวุฒิมาวิเคราะห์ข้อมูลแปลความหมายค่าเฉลี่ย ของระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิแปลความหมายจากค่าเฉลี่ยตามน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยที่คำนวณได้ โดยจำแนกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	4.51 – 5.00	หมายความว่า	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	3.51 – 4.50	หมายความว่า	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	2.51 – 3.50	หมายความว่า	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.51 – 2.50	หมายความว่า	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.00 – 1.50	หมายความว่า	เหมาะสมน้อยที่สุด

3.2 สรุปผลและนำรูปแบบที่ผ่านการประเมินไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.1.8 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยระยะที่ 1 ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น.78)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ

IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินความเหมาะสมรูปแบบ
$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลแบบประเมินความเหมาะสมรูปแบบ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ระยะที่ 2 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา

การวิจัยในระยะที่ 2 ผู้วิจัยได้นำรูปแบบที่ผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้ทรงคุณวุฒิ ไปทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานตามรายละเอียด ดังนี้

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยในระยะที่ 2 มีวัตถุประสงค์ทั่วไป เพื่อศึกษาการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบปกติ
4. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา
5. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริม

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา กับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนการสอนแบบปกติ

6. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 2 ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 32 เฉพาะที่ลงทะเบียนเรียน ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 22101 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 14 ห้อง รวมทั้งหมด 700 คนคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียน 2 ห้อง ที่มีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบ ก่อนเรียนไม่แตกต่างกันได้กลุ่มตัวอย่าง 2 ห้อง จำนวน 62 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้กลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 32 คน

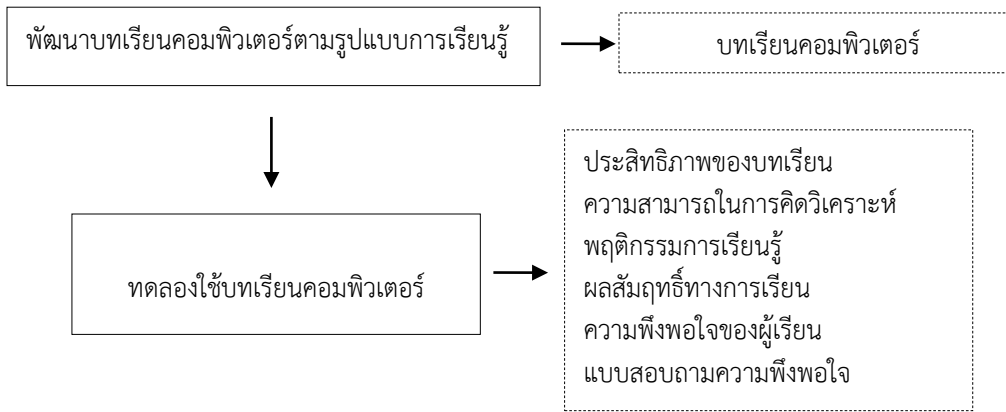
3.2.3 สมมติฐานของการวิจัย

3.2.3.1 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาและเรียนแบบปกติมีความแตกต่างกัน

3.2.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาและเรียนแบบปกติมีความแตกต่างกัน

3.2.4 วิธีดำเนินการวิจัย

การทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษาผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังภาพที่ 3.2 ดังนี้



ภาพที่ 3.2 การทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการตามหลักการสะเต็มศึกษา

จากแผนภาพที่ 3.2 สามารถอธิบายรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัย ในระยะที่ 2 ได้ดังนี้

1 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้ เป็นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา โดยเลือกใช้เนื้อหา รายวิชา ค 21101 คณิตศาสตร์พื้นฐาน จำนวน 1.5 หน่วยกิต ใช้ระยะเวลาในการศึกษาตลอดหลักสูตร 3 ปี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้นำหลักการออกแบบและพัฒนารูปแบบการสอนของ ADDIE เป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การทดลองใช้และการประเมินผล

2. การศึกษาผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ ในการทดลองใช้บทเรียนตามรูปแบบผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.1 การทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปหาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยผู้วิจัยนำไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

2.1.1 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง จำนวน 9 คน

2.1.2 ทดลองแบบกลุ่มย่อย จำนวน 19 คน

2.2 การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ เป็นการนำเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 32 เฉพาะที่ลงทะเบียนเรียน ในวิชาคณิตศาสตร์
พื้นฐาน รหัสวิชา ค 22101 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

3.2.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในระยะที่ 2 ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยแบ่งเป็น 6 ส่วนดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้
2. แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์
3. แบบวัดการคิดวิเคราะห์
4. แบบวัดพฤติกรรมการเรียนรู้
5. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน

3.2.6 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัย ได้แบ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยออกเป็น 6 ส่วน โดยแต่ละส่วนมีวิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้ เป็นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา โดยผู้วิจัยได้นำหลักการออกแบบ และพัฒนารูปแบบการสอน ADDIE มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ในครั้งนี้โดยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 1) กำหนดเนื้อหาวิชาที่จะนำไปทดลองใช้รูปแบบ ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 21101 จำนวน 1.5 หน่วยกิต ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของสถานศึกษา ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนใต้ พ.ศ. 2552 ประกอบด้วยเนื้อหาวิชา จำนวน 5 หน่วย ได้แก่ อัตราส่วนและร้อยละ การวัด แผนภูมิวงกลม การแปลงทางเรขาคณิตและความเท่ากันทุกประการ

- 2) กำหนดกลุ่มนักเรียนเป้าหมาย ที่จะนำไปทดลองใช้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ได้พัฒนาขึ้นตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริม

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 32 เฉพาะที่ลงทะเบียนเรียน วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 22101

3) วิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ การศึกษาเครื่องมือที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรมเวิร์ดเพรส (Word Press) เป็นเครื่องมือพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้เนื่องจากโปรแกรมเวิร์ดเพรสรองรับการทำงานระบบแบบเปิด (Open System) และมีความยืดหยุ่นในการทำงานบนระบบเครือข่าย และไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย นอกจากนี้โปรแกรมเวิร์ดเพรสยังเป็นระบบบริหารจัดการเรียนการสอน (Learning Management System: LMS) ที่มีเครื่องมือสนับสนุนในการบริหารจัดการเรียนรู้ออนไลน์ที่หลากหลาย เช่น เครื่องมือจัดการเนื้อหา เครื่องมือสร้างแบบทดสอบ เครื่องมือการติดต่อสื่อสาร เครื่องมือจัดการข้อมูลนักเรียน เครื่องมือติดตามความก้าวหน้าของนักเรียน เครื่องมือวัดและการประเมินผลและรายงานผลการเรียน เป็นต้น

4) วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นการกำหนดแนวทางจัดการบทเรียนคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ในการกำหนดเนื้อหาและข้อสอบที่ใช้ในการประเมินผลของบทเรียนในแต่ละหน่วย ซึ่งการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจำแนกเป็น 3 ด้านได้แก่ ด้านพุทธิพิสัยด้านทักษะพิสัยและด้านเจตพิสัย ทั้งนี้เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เกณฑ์การประเมินผลลงในตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์ จากนั้นนำไปประเมินความเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 คน

5) วิเคราะห์เนื้อหา เป็นขั้นตอนการกำหนดความสอดคล้องของเนื้อหา กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 คน เป็นผู้ประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบบทเรียนออนไลน์และด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอน ดังนี้

5.1) การร่างแบบประเมินความเหมาะสมของเนื้อหา เป็นกำหนดความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหา โดยสร้างแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยประกอบด้วยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาวิชา

5.2) เสนอแบบประเมินความเหมาะสมต่ออาจารย์ที่ปรึกษา การนำแบบสอบถาม ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบข้อคำถามให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญที่ต้องการประเมิน ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของภาษาและถ้อยคำที่ใช้ในแบบสอบถาม พร้อมทั้งขอข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

5.3) การหาคุณภาพของแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนดังนี้

1. นำแบบสอบถามไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาที่มีต่อข้อคำถามแต่ละข้อ รวมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยแบบสอบถามที่นำไปใช้ได้จะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละข้อ ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป หลักเกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนกำหนดไว้ ดังนี้

เห็นว่าสอดคล้อง	ให้คะแนน	+1
ไม่แน่ใจ	ให้คะแนน	0
ไม่สอดคล้อง	ให้คะแนน	-1

ผลจากการนำแบบสอบถามไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาที่มีต่อข้อคำถามรายข้อ พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละข้ออยู่ในระดับ 0.83

2. ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแบบสอบถามตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และจัดพิมพ์ต้นฉบับนำไปใช้ในการเก็บข้อมูล

3. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการประเมินความเหมาะสมของเนื้อหา โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design) ผู้วิจัยนำเอาผลที่ได้จากการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาที่ผ่านการประเมินความเหมาะสมรูปแบบ โดยผู้ทรงคุณวุฒิและข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษา มาเป็นแนวทางในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์โดย มีขั้นตอนดังนี้

1) การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน การกำหนดความคาดหวังสิ่งที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ในแต่ละบทเรียนที่ได้วิเคราะห์วัตถุประสงค์ไว้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้ใน ขั้นที่ 1

2) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การนำลำดับกิจกรรมการเรียนรู้มาออกแบบรายละเอียด ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีขั้นตอนดังนี้

2.1) โมดูลคลังความรู้ เป็นการออกแบบแหล่งความรู้ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ให้นักเรียนเข้ามาศึกษา ค้นคว้า ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จำแนกออกเป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

1. คลิปข่าวหรือคลิปการทดลอง เป็นการออกแบบแหล่งเรียนรู้ที่ระบุ URL ที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมหรือการทดลองนั้น ที่ส่งเสริม สนับสนุน นักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุดจากการทดลองหรือสถานการณ์จริง

2. ใบบันทึกกิจกรรม เป็นการออกแบบแหล่งเรียนรู้ที่ส่งเสริม สนับสนุน นักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด โดยนักเรียนสามารถบันทึกกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนจากแบบฟอร์มที่ออกแบบไว้ในแต่ละกิจกรรม

3. ใบความรู้ เป็นการออกแบบแหล่งเรียนรู้ที่ส่งเสริม นักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด จากการศึกษาและทบทวนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้น

4. แบบบันทึกผลการทดลองหลังการปฏิบัติ เป็นการออกแบบแหล่งเรียนรู้ที่ส่งเสริมนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด โดยนักเรียนสรุปองค์ความรู้จากการทดลอง และมีการให้นักเรียนเสนอแนะแนวทางปรับปรุงแก้ไข

2.2) โมดูลการสอนเป็นการออกแบบขั้นตอนการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ โดยกระบวนการจะครอบคลุมกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้จะมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับกระบวนการคิดวิเคราะห์และพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยที่นักเรียนจะนำความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อสนองตอบความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน ซึ่งแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อม เป็นการออกแบบส่วนที่ผู้สอนใช้เตรียมความพร้อมให้กับนักเรียน โดยการให้คำแนะนำหรือปฐมนิเทศนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ศึกษาข้อมูล/ปัญหา เป็นการออกแบบส่วนที่นักเรียนใช้ศึกษาค้นคว้า และทำความเข้าใจในประเด็นปัญหาหรือกิจกรรมให้กระจ่างชัด เพื่อค้นหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ในการแก้ปัญหาจากคลังความรู้ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้

ขั้นที่ 3 ตั้งสมมติฐาน เป็นการออกแบบส่วนที่ให้นักเรียนฝึกตั้งสมมติฐานจากกิจกรรมตามที่สาธิตหรือคลิปวิดีโอ เพื่อให้ให้นักเรียนฝึกการทดลองตามตัวอย่าง โดยอาจมีการปรับเปลี่ยนวัสดุอื่นที่เหมาะสมแล้วเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้ว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งหรือไม่

ขั้นที่ 4 ลงมือปฏิบัติ เป็นการออกแบบส่วนที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามกิจกรรม / แผนการเรียนรู้ที่กำหนด ซึ่งอาจจะทำงานเดี่ยวหรืองานกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนฝึกแก้ไขปัญหาจากโจทย์ปัญหา สถานการณ์จำลอง โดยให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้ไปพิสูจน์หรือทดลองตามสมมติฐานเพื่อพิจารณาคัดเลือกคำตอบหรือแนวทางในแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงาน เป็นการออกแบบส่วนที่ให้นักเรียนนำผลงานมานำเสนอแนวคิด / สาธิต อธิบาย อภิปรายผล แลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือนำเสนอในรูปแบบสื่อประสม โดยนักเรียนหรือกลุ่มจะต้องนำเสนอผลงานที่ได้ดำเนินการตามกิจกรรมให้เป็นลักษณะความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 6 ประเมินผล เป็นออกแบบส่วนการประเมินผลการเรียน โดยใช้รูปแบบการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการประเมินผลตามวัตถุประสงค์

2.3) โมดูลการช่วยเหลือ เป็นการออกแบบส่วนที่ผู้สอนให้ความช่วยเหลือนักเรียนในขณะดำเนินการตามกิจกรรมการเรียนรู้หรือเกิดปัญหาข้อสงสัย เช่น ตอบปัญหาผ่านเว็บบอร์ด ห้องสนทนา

2.4) โมดูลกลยุทธ์การเรียนรู้สะเต็ม เป็นการออกแบบส่วนของการเรียนรู้ตามหลักการสะเต็มศึกษา (STEM) โดยเน้นบูรณาการการเรียนรู้ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิด ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

2.5) โมดูลการประเมินผล เป็นการออกแบบส่วนที่ใช้ในประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 3 การพัฒนา (Development) ผู้วิจัยได้นำเอาผลจากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เนื้อหาวิชา กิจกรรม หลักเกณฑ์การประเมินผลและผลลัพธ์จากการออกแบบบทเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ มาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) การเตรียมการ (Preparation Phase) การจัดเตรียมความพร้อมทางด้านทรัพยากร ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มีขั้นตอน ดังนี้

1.1) จัดเตรียมวัสดุประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ ได้แก่ ภาพ ข้อความ และเสียง

1.2) ศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์โปรแกรมเวิร์ดเพรส ซึ่งเป็นเครื่องมือสนับสนุนการจัดการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ที่รองรับระบบแบบเปิดที่มีความยืดหยุ่นสูง ใช้งานฟรี และผู้ใช้สามารถพัฒนาโมดูลเพิ่มเติมได้

2) การสร้างบทเรียน (Content Management) การทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา โดยนำเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ มาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยมีองค์ประกอบของบทเรียนดังนี้

2.1) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามนำเนื้อหาวิชาตามที่กำหนดไว้ในชั้นที่ 2
 2.2) เอกสารประกอบบทเรียน (Manual Documentation) สำหรับใช้เป็นคู่มือประกอบการใช้งาน ทั้งส่วนของผู้สอนส่วนนักเรียนและส่วนการบริหารจัดการบทเรียนคอมพิวเตอร์ ดังนี้

1. คู่มือการจัดการเรียนสำหรับผู้สอน
2. คู่มือขั้นตอนการเรียนรู้สำหรับนักเรียน
3. คู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์

ขั้นที่ 4 การนำไปใช้ (Implementation) ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง การทดสอบการทำงานในส่วนขององค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ในแต่ละด้าน เพื่อตรวจหาข้อบกพร่องของบทเรียนและนำไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง โดยนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายแบบรายบุคคลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 32 ที่เคยลงทะเบียนเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จากกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลางและต่ำ โดยยึดตามคะแนนเฉลี่ยในภาคเรียนที่ผ่านมาครละกัน ระดับละ 3 คน ผลการทดสอบ พบว่า นักเรียนไม่เข้าใจขั้นตอนการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาโดยการสร้างวีดิทัศน์แนะนำขั้นตอนการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ นักเรียนศึกษาและใช้เป็นคู่มือในการเรียนรู้ ผลการหาประสิทธิภาพ (เมมูแกนส์)

2) การทดลองแบบกลุ่มย่อย การทดสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์หลังจากที่ได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องบทเรียน จากการทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่งเพื่อทดลองเรียนตามแผนการเรียนรู้ตามที่ได้กำหนดไว้ และนำผลการทดลองไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยการทดลองแบบกลุ่มย่อย ผู้วิจัยนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย แบบกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 32 ที่เคยลงทะเบียนเรียนใน รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 22101 มาแล้วในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จากกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จำนวน 5 คน ปานกลาง จำนวน 9 คน และต่ำ

จำนวน 5 คนรวมเป็น 19 คน โดยยึดตามคะแนนเฉลี่ยในภาคเรียนที่ผ่านมา เพื่อทดลองเรียนตามแผนการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ จากนั้นนำผลการทดลองไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ผลการทดสอบ พบว่า นักเรียนเข้าใจขั้นตอนการทำงานและสามารถเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ได้ตามแผนการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ผลการหาประสิทธิภาพ (เมมูยแกนส์)

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) ผู้วิจัยได้นำเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ที่ผ่านการทดสอบการหาประสิทธิภาพบทเรียน โดยกลุ่มเป้าหมายไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ เพื่อศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1) การคัดเลือกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ การกำหนดคุณสมบัติประชากรและกลุ่มตัวอย่างของผู้เชี่ยวชาญ ที่จะนำไปใช้ในการประเมินผลการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ ที่พัฒนาตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ได้แก่ คณาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชนที่มีประสบการณ์ด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์มาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี และมีวุฒิกการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาโทหรือเทียบเท่า หรือมีตำแหน่งทางวิชาการระดับผู้ช่วยศาสตราจารย์ขึ้นไป จำนวน 10 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและวิธีการ จำนวน 5 คน

2) การประเมินความเหมาะสมของบทเรียน การศึกษาความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา โดยผู้วิจัยได้สร้างเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นแบบมาตราส่วนแบบประมาณค่า 5 ระดับ ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและวิธีการและผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ ทำการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ใช้ประเมินความเหมาะสม

3) วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการประเมิน การสรุปผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้ผลประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์

2. การสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์ การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของ สุพัตรา แสงสุวรรณ (2549) ซึ่งได้ประยุกต์ใช้กรอบแนวคิดและทฤษฎีของบลูม

(Bloom, B. S) ใน Taxonomy of Education Objectives The Classification of Education Goals (1972) ในการสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นแบบวัดแบบเลือกตอบ (Multiple - choice Test) 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.33 ถึง 0.73 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.24 ถึง 0.80 ซึ่งผลคะแนนทดสอบการคิดวิเคราะห์ โดยการวัดความสามารถในการวิเคราะห์ 3 ด้าน ดังนี้

- 2.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบ
- 2.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์
- 2.3 การวิเคราะห์หลักการ

3. การสร้างแบบวัดพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบวัดพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของ ชำนาญ คำนาคำ (2559) ซึ่งได้ปรับปรุงจาก สิงห์ ไทยวงศ์ ซึ่งดัดแปลงมาจากแบบประเมินพฤติกรรมกรรมการเรียน LASSI Learning and Study Strategies Inventory) ของ ดร.แคลร์ อี เวินสไตน์ (Claire E. Weinstein) ดร.เดวิด อาร์ พาลเมอร์ (David R. Palmer) และ ดร.แอน ซี สคอล์ท (Ann C. Schulte) ในการสร้างแบบวัดพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ โดยได้สร้างเป็นแบบสอบถามแบบประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.87 ซึ่งผลคะแนนทดสอบวัดพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียน โดยวัดพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้จำนวน 10 ด้านดังนี้

- 3.1 ด้านทัศนคติในการเรียน
- 3.2 ด้านแรงจูงใจ
- 3.3 ด้านการจัดการเวลาเพื่อการเรียน
- 3.4 ด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับการปฏิบัติตนในการเรียน
- 3.5 ด้านการมีสมาธิต่อการเรียน
- 3.6 ด้านความกระตือรือร้นในการค้นหาความรู้
- 3.7 ด้านความสามารถในการจับประเด็นในบทเรียน
- 3.8 ด้านการใช้เทคนิคและอุปกรณ์ช่วยเหลือในการเรียน
- 3.9 ด้านการทบทวนและการเตรียมตัวเข้าเรียน
- 3.10 ด้านการเตรียมตัวสอบ

4. การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อวัดความสามารถหรือผลลัพธ์ที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ที่ลงทะเบียนเรียน วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 22101 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการวัดประเมินผลการศึกษา เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางการสร้างข้อสอบและเขียนข้อสอบให้ครอบคลุมในแต่ละบทเรียน ที่ต้องการวัดและประเมินผลศึกษาการหาคุณภาพแบบทดสอบ การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายข้อมูล

4.2 ร่างข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ให้ครอบคลุมเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และตามสัดส่วนของจำนวนข้อสอบของแต่ละหัวข้อในแต่ละบท

4.3 เสนอแบบทดสอบต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยตรวจสอบข้อคำถามให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญ ความถูกต้อง ความเหมาะสมของภาษาและถ้อยคำที่ใช้ในแบบทดสอบ พร้อมทั้งขอข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

4.4 นำเอาแบบทดสอบไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบรายข้อโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน โดยแบบสอบถามที่จะนำไปใช้วัดผลได้จะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป หลักเกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนกำหนดไว้ ดังนี้

เห็นว่าสอดคล้อง	ให้คะแนน	+1
ไม่แน่ใจ	ให้คะแนน	0
ไม่สอดคล้อง	ให้คะแนน	-1

ผลจากการนำแบบทดสอบไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วงระหว่าง 0.6 -1.0 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

4.5 คัดเลือกข้อสอบที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

4.6 นำเอาแบบทดสอบที่ผ่านความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ที่เคยลงทะเบียนเรียน วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 22101 มาแล้ว จำนวน 30 คน โดยได้ทดลองใช้ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 เพื่อวิเคราะห์หาความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

4.7 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง .20 -.80 ค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และมีค่าความเชื่อมั่นมีค่ามากกว่า .60 ขึ้นไป

โดยผลการหาคุณภาพข้อสอบ ได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.47 - 0.68 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.27 - 0.50 และค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.83

5. การสร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน เครื่องมือที่ใช้วัดระดับความคิดเห็นของกลุ่มทดลองที่มีต่อการเรียนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการเสริมศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา โดยผู้วิจัยได้สร้างเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ เพื่อนำไปสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 32 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โดยมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ศึกษาศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถาม กำหนดประเด็นคำถามให้ครอบคลุมทุกด้านที่ต้องการสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูล การแปลความหมายข้อมูลและการนำเสนอข้อค้นพบ

5.2 ร่างแบบสอบถามตามกรอบประเด็นคำถามที่กำหนดไว้ โดยสร้างเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

5.3 เสนอแบบสอบถามต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยตรวจสอบข้อคำถามให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญ ความถูกต้อง ความเหมาะสมของภาษาและถ้อยคำที่ใช้ในแบบสอบถาม พร้อมทั้งขอข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

5.4 นำแบบสอบถามไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาที่มีต่อข้อคำถามแต่ละข้อ พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยแบบสอบถามที่จะนำไปใช้ได้จะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละข้อตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป หลักเกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนกำหนดไว้ดังนี้

เห็นว่าสอดคล้อง	ให้คะแนน	+1
ไม่แน่ใจ	ให้คะแนน	0
ไม่สอดคล้อง	ให้คะแนน	-1

ผลจากการนำแบบสอบถามไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วงระหว่าง 0.6 - 1.0 ซึ่งสามารถนำไปใช้ความพึงพอใจของนักเรียนได้

5.5 ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแบบสอบถามตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ พร้อมทั้งจัดพิมพ์ต้นฉบับนำไปใช้ในการเก็บข้อมูล

3.2.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในระยะที่ 2 ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอน ดังนี้

1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลการหาประสิทธิภาพบทเรียน ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย ดังนี้

1.1.1 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง จำนวน 9 คน

1.1.2 ทดลองแบบกลุ่มย่อย จำนวน 19 คน

1.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยส่งแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามช่องทางการสื่อสารที่ผู้เชี่ยวชาญสะดวก ได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์และนำส่งโดยผู้วิจัยเองตามที่อยู่ที่ได้นัดหมาย

1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดของ สุปัตรา แสงสุวรรณ (2549) ซึ่งได้ประยุกต์ใช้กรอบแนวคิดและทฤษฎีของบลูม (Bloom, B. S) ใน Taxonomy of Education Objectives The Classification of Education Goals (1972) ในการสร้างแบบวัดการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นแบบวัดแบบเลือกตอบ (Multiple-Choice Test) 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1.3.1 เก็บรวบรวมข้อมูล จากแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน

1.3.2 เก็บรวบรวมข้อมูล จากแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์หลังเรียน

1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยนำแบบวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของ ชำนาญ ด่านคำ (2559) ซึ่งได้ปรับปรุงจากแบบประเมินพฤติกรรมการเรียน LASSI Learning and Study Strategies Inventory ของ ดร.แคลร์ อี เวินสไตน์ (Claire E. Weinstein) ดร.เดวิด อาร์ พาลเมอร์ (David R. Palmer) และ ดร. แอน ซี สคอล์ท (Ann C. Schulte) ไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลอง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนของกลุ่มทดลอง

1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1.5.1 เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบก่อนเรียน

1.5.2 เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบระหว่างเรียน

1.5.3 เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบหลังเรียน

1.6 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยนำแบบสอบถามความพึงพอใจไปสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา

2. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล จากการทดลองใช้ภาคสนามกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

แบบแผนการทดลอง ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบแผนการทดลองแบบ Pretest Posttest Control Group Design ซึ่งมีวิธีการทดลอง ดังนี้ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2548)

ER	O1	X	O2
CR	O1 -		O2

เมื่อ	ER	แทน	กลุ่มทดลอง
	CR	แทน	กลุ่มควบคุม
	O1	แทน	การทดสอบก่อนเรียน
	O2	แทน	การทดสอบหลังเรียน
	X	แทน	เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบ
	R	แทน	การสุ่ม

โดยการทดลองแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1.1 ขั้นก่อนทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการปฐมนิเทศให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ทดสอบก่อนเรียนและทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มตัวอย่าง

2.1.2 ขั้นทดลอง ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบแผนการทดลองโดยให้กลุ่มทดลองเรียนตามบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นตามรูปแบบการเรียนรู้ รวมถึงวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างเรียนและให้กลุ่มควบคุมเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามปกติ

2.1.3 ขั้นหลังทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหลังเรียนและทดสอบวัด การคิดวิเคราะห์ของกลุ่มตัวอย่างและวัดความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ ที่พัฒนาขึ้นตามรูปแบบการเรียนรู้วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปทดลองใช้แบบรายบุคคลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 32 ที่เคยลงทะเบียนเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จากกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลางและต่ำ โดยละกัน ระดับละ 3 คน โดยยึดคะแนนเฉลี่ยในภาคเรียนที่ผ่านมาเพื่อให้นักศึกษาทำแบบทดสอบ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ แล้วนำข้อมูลไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น

2.2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองแบบกลุ่มย่อย ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผ่านการปรับปรุงข้อบกพร่องจากการทดลองใช้แบบหนึ่งต่อหนึ่งแล้ว ไปทดลองใช้แบบกลุ่มย่อยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 32 ที่เคยลงทะเบียนเรียนใน รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 22101 มาแล้ว ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โดยยึดคะแนนเฉลี่ยในภาคเรียนที่ผ่านมา คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูง จำนวน 5 คน ปานกลาง จำนวน 9 คน และอ่อน จำนวน 5 คน โดยให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบและกิจกรรมการเรียน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ แล้วนำข้อมูลไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องก่อนนำไปใช้จริง

2.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองกับกลุ่มทดลอง โดยผู้วิจัยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ ตามหลักการสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ในระดับมัธยมศึกษา เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ได้พัฒนาขึ้น ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 32 ที่ลงทะเบียนเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ค 22101 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 30 คน โดยให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบและกิจกรรมการเรียนจนครบทุกหน่วยการเรียน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์

3 แผนระยะเวลาดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยในระยะที่ 2 มีรายละเอียดในการดำเนินงานดังตารางที่ 3.2

3.2.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ มาทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ ตามหลักการสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา โดยใช้สถิติได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	4.51-5.00	หมายความว่า	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	3.51 -4.50	หมายความว่า	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	2.51 -3.50	หมายความว่า	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.51 -2.50	หมายความว่า	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.00 -1.50	หมายความว่า	เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยหลักเกณฑ์เฉลี่ยของระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00

2. การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 การหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) เป็นการหาค่าความเที่ยงตรงระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบรายข้อและแปลความหมาย มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

+1	หมายความว่า	แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดตรงตามวัตถุประสงค์
0	หมายความว่า	ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดตรงตามวัตถุประสงค์
-1	หมายความว่า	แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ได้วัดตรงตามวัตถุประสงค์

2.2 การหาค่าความยากง่าย (Difficulty) เป็นการหาค่าความยากง่ายแบบทดสอบเพื่อให้ทราบว่าข้อสอบข้อใดยากหรือง่ายเกินไป และเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในแบบทดสอบหรือไม่ การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายของค่าความยากง่ายใช้หลักเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	0.81-1.00	หมายความว่า	ข้อสอบที่ง่ายมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	0.61-0.80	หมายความว่า	ข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	0.41-0.60	หมายความว่า	ข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	0.21-0.40	หมายความว่า	ข้อสอบที่ค่อนข้างยาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	0.00-0.20	หมายความว่า	ข้อสอบที่ยากมาก

แบบทดสอบที่เหมาะสมและสามารถนำไปใช้งานได้มีค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ รายชื่ออยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก แบบทดสอบ การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก โดยใช้หลักเกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	0.40-1.00	หมายความว่า	อำนาจจำแนกดีมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	0.30-0.39	หมายความว่า	อำนาจจำแนกดี
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	0.20-0.29	หมายความว่า	อำนาจจำแนกพอใช้ได้
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	0.00-0.19	หมายความว่า	อำนาจจำแนกไม่ดี (ตัดทิ้ง)

แบบทดสอบที่เหมาะสมและสามารถนำไปใช้งานได้ มีค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ รายชื่ออยู่ระหว่าง 0.20 - 0.40

2.4 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาวิเคราะห์ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson: KR-20) โดยใช้หลักเกณฑ์ ดังนี้

2.4.1 แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นเข้าใกล้ 1.00 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นสูง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบนี้เชื่อถือได้

2.4.2 แบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.00 หรือใกล้เคียง 0.00 จนถึงค่า - 1.00 แสดงว่าแบบทดสอบนั้นไม่มีความเชื่อมั่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบเชื่อถือไม่ได้

2.5 การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้วิจัยนำเอา คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียน ตามรูปแบบ การเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาสำหรับ มาคำนวณเปรียบเทียบด้วยสถิติ T-Test (Independent) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ระดับ .01

3. การวิเคราะห์แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากแบบทดสอบ การคิดวิเคราะห์จากกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริม ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา กับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยรูปแบบ การจัดการเรียนการสอนแบบปกติ โดยใช้สถิติ T-Test (Independent) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญ ทางสถิติไว้ที่ระดับ .01

4. การวิเคราะห์แบบวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำเอาคะแนนจากแบบวัดพฤติกรรมการเรียนรู้จากกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ ตามหลักการสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา กับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ โดยใช้สถิติ T-Test (Independent) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ระดับ .01 เกณฑ์การประเมินดังนี้

ให้คะแนน	+1	เมื่อ	แน่ใจว่าข้อนั้นวัดได้ตรงตามนิยาม
ให้คะแนน	0	เมื่อ	ไม่แน่ใจว่าข้อนั้นวัดได้ตรงตามนิยาม
ให้คะแนน	-1	เมื่อ	แน่ใจว่าข้อนั้นวัดไม่ตรงนิยาม

5. การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน การนำเอาคะแนนแบบประเมินความพึงพอใจที่ได้จากการสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการออนไลน์ตามหลักการสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา มาวิเคราะห์หาระดับความพึงพอใจของนักเรียน โดยใช้สถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำไปเทียบกับเกณฑ์การประเมินดังนี้ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543)

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	4.51-5.00	หมายความว่า	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	3.51 -4.50	หมายความว่า	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	2.51 -3.50	หมายความว่า	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.51 -2.50	หมายความว่า	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ	1.00 -1.50	หมายความว่า	เหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์เฉลี่ยของระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00

3.2.9 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยระยะที่ 2 ดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลแบบประเมินความเหมาะสมของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ ดังนี้

- 1.1 การหาค่าเฉลี่ย
- 1.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลแบบทดสอบ

2.1 การหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบและแบบสอบถาม โดยใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้องของเนื้อหา ดังนี้ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2554, น.194)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ

IOC	แทน	ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์
$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การหาค่าความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรดังนี้ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2554)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ

P	แทน	ระดับความยากง่าย
R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกทั้งหมด
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบรายข้อ โดยใช้สูตร ดังนี้ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2554)

$$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}} \quad \text{หรือ} \quad D = \frac{R_U - R_L}{R_U}$$

เมื่อ

D	แทน	อำนาจจำแนก
R_U	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
R_L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.4 การค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้การคำนวณตามวิธีของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder–Richardson : KR-20) ใช้สูตรดังนี้

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_i^2} \right\}$$

เมื่อ

r_{tt}	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
k	แทน	จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ
P	แทน	สัดส่วนของคนที่ตอบแบบทดสอบได้ถูกต้อง
q	แทน	สัดส่วนของคนที่ไม่ตอบแต่ละข้อผิด ($q = 1 - p$)
S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน

3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานใช้สถิติ T-Test (Independent) โดยใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} ; df. = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ

t	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต
\bar{x}_1	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

\bar{x}_2	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
S_1^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม
S_2^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง
n_1	แทน	จำนวนของกลุ่มควบคุม
n_2	แทน	จำนวนของกลุ่มทดลอง
df	แทน	ชั้นความเป็นอิสระ