**บทที่ 3**

**วิธีดำเนินการวิจัย**

โครงการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการดำเนินการวิจัยตามรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

**กลุ่มเป้าหมาย**

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นันักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จำนวน 38 คน

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย

1. กิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นโปรแกรมการฝึกอบรมการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่บูรณาการองค์ความรู้ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) การออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) มีลักษณะการสอนที่ตั้งอยู่บนฐานการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เน้นการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งมีความสามารถในการควบคุมและการสั่งการอุปกรณ์ต่าง ๆ คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียูหน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอุปกรณ์ Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ถูกนำมาใช้ในงานออกแบบเพื่อแก้ปัญหาในการบูรณาการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งจุดเด่นของบอร์ด Arduino คือ มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐานไม่ซับซ้อน เหมาะสำหรับครูวิทยาศาสตร์ผู้เริ่มต้นนำไปต่อยอดใช้งานแก้ปัญหาจากสถานการร์หรือประเด็นปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนด ซึ่งในกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการนี้นักศึกษาครูจะต้องประยุกต์การเขียนคำสั่ง (Coding ) เข้ามาเพื่ออำนวยความสะดวกในการออกแบบชิ้นงานบอร์ด Arduino ให้ทำงานร่วมกับโปรแกรม Arduino IDE เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน คือ 1) การระบุปัญหาหรือสถานการณ์ 2) การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 3) การออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา 4) การทดสอบชิ้นงาน 5) การประเมินและปรับปรุงแก้ไข และ6) การนำเสนอผลการสร้างนวัตกรรม

2. แบบประเมินทักษะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ครอบคลุมคุณลักษณะเชิงพฤติกรรมด้านการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ความรู้ความสามารถในการแก้สถานการณ์ปัญหาโดยใช้ทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการออกแบบชิ้นงาน ผ่านขั้นตอนการขั้นระบุปัญหาหรือสถานการณ์ การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา การทดสอบชิ้นงาน ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไข และการนำเสนอผลการสร้างนวัตกรรม

**การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

ผู้วิจัยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เพื่อสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยซึ่งแบ่งตามขั้นตอนการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

**การดำเนินการวิจัยระยะที่ 1** การศึกษาแนวคิดกำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนการสังเคราะห์แนวคิดจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เพื่อสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับครู เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบโปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็ม ในการประชุมสนทนากลุ่ม ยังได้ร่วมพิจารณาเกณฑ์บ่งชี้และระดับคุณภาพด้านความรู้ความสามารถในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้เข้าร่วมการประชุมสนทนากลุ่ม ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนแนวทางสะเต็มศึกษาจำนวน 2 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 คน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

1) ดร.จักรพันธ์ พิรักษา ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการโรงเรียนนางรอง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 32 ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนแนวทางสะเต็มศึกษา

2) ดร.สิทธิศักดิ์ จินดาวงษ์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนแนวทางสะเต็มศึกษา

3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรวัฒน์ พรหมเด่น ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

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)

ในการพัฒนาหลักสูตรการอบรมเชิงปฏิบัติการการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการนำข้อมูลจากการสังเคราะห์แนวคิดจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการประชุมสนทนากลุ่มมาพัฒนาเป็นแนวทางในการกำหนดกิจกรรม แนวทางการประเมิน เกณฑ์และตัวชี้วัดในการประเมินสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นตรวจสอบคุณภาพความเหมาะสมของโปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มภายใต้การแนะนำโดยผู้เชี่ยวชาญ และปรับปรุงเครื่องมือ แล้วนำไปทดลองใช้จริง

เครื่องมือวิจัยที่ใช้ประเมินทักษะด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) จากการประเมินทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หมายถึง คะแนนความสามารถในการคิด ระบุปัญหา วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา นำเสนอวิธีหรือนวัตกรรมที่ใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบหรือประเมินผลจากการใช้วิธีหรือนวัตกรรมในการแก้ปัญหา การประยุกต์ใช้ความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาแก้ไขปัญหาผ่านการสร้างสรรค์ชิ้นงาน หรือนวัตกรรมจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาประเมินได้จากคะแนนการตอบคำถามและความสามารถในการการแก้ไขปัญหาของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ จากสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามออกแบบขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหาที่ผู้วิจัยได้กำหนดให้ คือ การออกแบบใบพัดที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุดภายในระยะเวลาที่กำหนด (15 นาที) ออกแบบเสาและฐานกังหันมีขนาดเหมาะสม และเขียนคำสั่งในการรประมวลผลข้อมูลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่แสดงผลและติดตามตัวแปรต่าง ๆ ที่ตรวจวัดเป็นแบบอัตโนมัติได้

2. การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยค้นหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตเพื่อสืบค้นเกี่ยวกับลักษณะใบพัดกังหันลม การทำงานของไดนาโม และศึกษาข้อมูลเพิ่มจากคู่มือการใช้งานบอร์ด Arduino พร้อมกับปรึกษาสมาชิกในกลุ่มโดยศึกษาหาวิธีการทำใบพัดให้สามารถรับลมได้มากที่สุด

3. การออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหา ผู้วิจัยมอบหมายงานให้นัหศึกษาครูวิทยาศาสตร์มีการแบ่งหน้าที่ในกลุ่มในการรวบรวมความคิดและวางแผนร่วมกันโดยสังเกตได้จากการออกแบบชิ้นงานในกระดาษ ระบุส่วนต่างๆ ของกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าอย่างชัดเจน เพื่อใช้เป็นแบบในการสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

4. การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ได้ลงมือทำชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบไว้ และร่วมกันแก้ปัญหาเมื่อชิ้นงานเกิดข้อผิดพลาด นักศึกษาร่วมกันปรับปรุงชิ้นงานของกลุ่มตัวเอง

5. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยนำผลงานที่ออกแบบไปทดสอบการหมุนของกังหันลมผลิตพลังงานไฟฟ้า

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ให้นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ระบุปัญหาที่พบ และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตัวเอง โดยนักศึกษาแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงปัญหาและแนวทางในการพัฒนานวัตกรรรมต่อไป

**การดำเนินการวิจัยระยะที่ 2** การพัฒนากิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการในการพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็ม ตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิเคราะห์แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้และแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเพื่อออกแบบกิจกรรมและโปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็ม

2. ศึกษาเนื้อหา สาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในลักษณะของการบูรณาการ

3. ออกแบบกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษา โดยมีผู้เชี่ยวชาญได้ร่วมวิพากษ์และเสนอแนะ แล้วปรับปรุงแก้ไข

4. ออกแบบแผนปฏิบัติกิจกรรมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ คือ การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา การเขียนผังความคิดเหตุ-ผล การออกแบบการจัดการเรียนรู้ เรียนรู้แนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) การจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 การนำเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์และการเขียนคำสั่ง Arduino IDE มาใช้ในงานออกแบบการสอนสะเต็มศึกษา และแนวทางในการจัดการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลทักษะการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ โปรแกรมพัฒนานักศึกษาครูแบบบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษา คู่มือกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ คู่มือการการใช้บอร์ด Arduino UNO และแก้ปัญหา คู่มือการเขียนคำสั่ง Arduino IDE

5. นำแผนการจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบ

บูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อใช้ฝึกอบรมพัฒนาครูต่อไป

6. สร้างแบบสำรวจทัศนคติต่อกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการการออกแบบการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาทฤษฎีและวิธีสร้างแบบสำรวจทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาจากงานวิจัยต่างประเทศและในประเทศ

2) ศึกษาเป้าหมายของเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา วิเคราะห์จุดประสงค์ของกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ทำวิจัย

3) กำหนดโครงสร้างของแบบสำรวจเป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนักศึกษา

ตอนที่ 2 กำหนดหัวข้อของแบบสำรวจและความคิดเห็นต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นแบบวัดประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 12 ข้อ

ตอนที่ 3 ความรู้สึกและข้อเสนอแนะทั่วไป

4) สร้างแบบสำรวจทัศนคติต่อกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการการออกแบบการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 12 ข้อ

5) นำแบบสำรวจทัศนคติของนักเรียนที่สร้างขึ้นพิจารณาปรับปรุงแก้ไข และดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

6) นำแบบสำรวจทัศนคติต่อกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการการออกแบบการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านเพื่อพิจารณาความสอดคล้อง โดยใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนนตามแบบประเมินของลิเคิร์ท (Likert) เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย โดยกำหนดขอบเขตในการแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

การศึกษาครั้งนี้ใช้เกณฑ์ 3.50 ขึ้นไปเป็นเกณฑ์ตัดสินในการวัดความสอดคล้องเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ

**การดำเนินการวิจัยระยะที่ 3**

นำแผนการจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การพัฒนาทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ อบรมให้แก่นักศึกษาที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัยใช้แบบประเมินก่อนการอบรม และหลังการอบรม ด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อดูผลการพัฒนา

**การดำเนินการวิจัยระยะที่ 4**

สรุปและวิเคราะห์ผลการประเมินสมรรถนะ โดยใช้โปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็ม เพื่อประเมินทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ หลังการอบรมเชิงปฏิบัติการสรุปและวิเคราะห์แบบสำรวจทัศนคติต่อกิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการสะเต็มศึกษาของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ หลังการอบรมเชิงปฏิบัติการ

**การวิคราะห์ข้อมูล**

ในการวิจัยเพื่อพัฒนานักศึกษาครู โดยใช้โปรแกรมพัฒนาครูด้านการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็ม ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ต่าง ๆ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อสอบก่อนเรียน – หลังเรียน ซึ่งเป็นข้อสอบชุดเดียวกัน โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับอุปกรณ์ Arduino ทักษะการอกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องลมและพลังงานจำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ แบบทดสอบถูก/ผิด 20 ข้อ การวัดผลและประเมินมีจุดมุ่งหมายเพื่อทราบความรู้ความเข้าใจของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์เป็นรายบุคคล

2. ประเมินทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หลังการอบรมโดยใช้โปรแกรมพัฒนานักศึกษาครูด้านการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็ม โดยวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการคิด การระบุปัญหา การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา การนำเสนอวิธีหรือนวัตกรรมที่ใช้แก้ปัญหา และการตรวจสอบหรือประเมินผลจากการใช้วิธีหรือนวัตกรรมในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาแก้ไขปัญหาผ่านการสร้างสรรค์ชิ้นงาน หรือนวัตกรรมจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ทักษะการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาประเมินได้จากคะแนนการตอบคำถามและความสามารถในการการแก้ไขปัญหาของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. วิเคราะห์และสรุปผลจากแบบสำรวจทัศนคติของนักเรียนต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

**สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล**

ในการวิจัยเพื่อสร้างโปรแกรมการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็ม ในการพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ มีดังนี้

1. สูตรการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ (Index of Item Objective Congruence: IOC) เพื่อประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Content Knowledge)

แทน ดัชนีความสอดคล้อง

แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. วิเคราะห์หาความยากง่าย (Difficulty) และการหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบเพื่อประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Content Knowledge)

สูตรคำนวณความยากง่าย (Difficulty)

แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

แทน จำนวนนัคนที่ตอบถูก

แทน จำนวนผู้ตอบข้อสอบทั้งหมด

สูตรคำนวณค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) สูตรของ Brenan (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2540 : 198 )

เมื่อ แทน ค่าดัชนี บี หรือค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

แทน จำนวนคนในกลุ่มผู้รอบรู้ (หรือสอบได้คะแนนเท่ากับหรือสูงกว่าจุดตัด)

แทน จำนวนคนในกลุ่มผู้ไม่รอบรู้ (หรือสอบได้คะแนนต่ำกว่าจุดตัด)

แทน จำนวนคนในกลุ่มผู้รอบรู้ ( ) ที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก

แทน จำนวนคนในกลุ่มผู้ไม่รอบรู้ () ที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก

3. การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบแบบปรนัย เพื่อประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Content Knowledge) ใช้สูตรของโลเวท (Lovett) (บุญชม ศรีสะอาด, 2535: 96)

แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

แทน จำนวนข้อสอบ

แทน คะแนนของแต่ละคน

แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ (60 คะแนน)

4. การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบอัตนัยคำนวณจากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney, D.R. & Sabers, D.L., 1970) โดยวิเคราะห์ค่าดัชนีอำนาจจำแนก (Index of Discrimination) ค่าดัชนีความยาก (Index of Difficulty) วิธีของวิทนีย์และซาเบอร์ ได้เสนอแนะวิธีการวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัย โดยผู้สอนทำการแบ่งกลุ่มนักศึกษาที่เข้าสอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มเก่ง (กลุ่มสูง) และกลุ่มอ่อน (กลุ่มต่ำ) โดยใช้เทคนิค 25% ของจำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ

สูตรของดัชนีความยาก

สูตรดัชนีค่าอำนาจจำแนก

แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่ง หรือกลุ่มอ่อน(เฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง)

แทน คะแนนสูงสุดที่นักศึกษาได้

แทน คะแนนต่ำสุดที่นักศึกษาได้

การพิจารณาช่วงระดับของความยากของข้อสอบ (Whitney, D.R. & Sabers, D.L., 1970)

ดัชนีค่าความยาก (P) ระดับความยากง่ายของข้อสอบ

0.00 ≤ ≤ 0.19 ยากไป

0.20 ≤ ≤ 0.39 ค่อนข้างยาก

0.40 ≤ ≤ 0.60 ยากปานกลาง

0.61 ≤ ≤ 0.80 ค่อนข้างง่าย

0.81 ≤ ≤ 1.00 ง่ายไป

การพิจารณาช่วงระดับของอำนาจจำแนกของข้อสอบ

ดัชนีค่าอำนาจจำแนก () ระดับอำนาจจำแนกของข้อสอบ

≤ 0.19 ต่ำ

0.20 ≤ ≤ 0.39 ปานกลาง

0.40 ≤ ≤ 1.00 สูง

5. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ในการวิจัยนี้คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค(Cronbach’s Alpha Method) ซึ่งเป็นการวัดคุณภาพความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบสอบถามว่าแต่ละข้อคำถามสอดคล้องกันหรือไม่ (Cronbach,1951 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538 : 200) มีสูตรคานวณดังนี้



α แทน สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

 แทน ความแปรปรวนของข้อที่ i

 แทน เกณฑ์ที่คาดหวังหรือมาตรฐาน

k แทน เป็นจำนวนข้อสอบ

6. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระแก่กัน เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจ และทักษะการคิดแก้ปัญหา ก่อนและหลังอบรมเชิงปฏิบัติการโดยใช้สถิติ t-test Dependent มีสูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531: 176)

; df = N-1

เมื่อ  แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา

 แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

 แทน จำนวนคู่ของคะแนนหรือจำนวนนักเรียน

 แทน ผลรวมทั้งหมดของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการ ทดลอง

 แทน ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของคะแนนก่อนและ หลังการทดลอง