

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษา เรื่อง ผลการใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการทำโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนศิลป์ ที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (ว 411) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 ของโรงเรียนประชาสงเคราะห์วิทยา อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ได้มาจากการนำเอาคะแนนสอบคัดเลือกเข้าเรียนต่อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนมาจัดเรียงหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานให้ได้ใกล้เคียงกัน แล้วนำคะแนนมาเรียงจากคะแนนสูงสุดไปหาต่ำสุด โดยนำคะแนนที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกันมาจับคู่กันเพื่อแบ่งนักเรียนเป็นสองกลุ่ม จากนั้นทำการจับฉลากนักเรียนทีละคู่ เพื่อแบ่งเป็นกลุ่มทดลองได้รับการสอนกระบวนการคิดด้วยการใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการทำโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 40 คน และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู จำนวน 40 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการสอนกระบวนการคิดด้วยการใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการทำโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.1 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา ขอบข่ายเนื้อหาและกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จากคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (ว 411) และเอกสารสำหรับนักเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (ว 411)

1.2 สร้างแผนการสอนกระบวนการคิดด้วยการใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 9 แผนการสอน ใช้เวลา 24 คาบ ซึ่งแต่ละ แผนประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

1.2.1 ความคิดรวบยอด

1.2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.2.3 กิจกรรมการเรียนรู้การสอน ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้น คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
ขั้นการสอน ขั้นสรุปและประเมิน

1.2.4 สื่อการเรียนการสอน

1.2.5 การวัดและประเมินผล

1.3 นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 13 ท่าน (รายนามแสดงในภาคผนวก ก) ตรวจสอบด้านความเที่ยงตรงของเนื้อหาและ สื่อการเรียนการสอนที่ใช้ เพื่อดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ โดยถือความคิดเห็นที่ สอดคล้องกันของผู้เชี่ยวชาญร้อยละ 80 ขึ้นไปเป็นเกณฑ์

1.4 นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วในข้อ 3 ไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ พายัพ อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ เป็นนักเรียนที่เคยเรียน วิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 20 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียน การสอน สื่อการสอน การวัดผลและเวลาที่ใช้ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ สอนจริงกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองต่อไป (ตัวอย่างแผนการสอนกระบวนการคิดด้วยการ ใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการทำโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมแสดงในภาค ผนวก ข)

2. แผนการสอนตามคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยสร้างแผนการสอนตามคู่มือครู วิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (ว 411) ตามแนว ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จำนวน 9 แผนการสอน ใช้เวลา 24 คาบ ซึ่งในแต่ละแผนการสอนมีส่วนประกอบ ได้แก่ ความคิดรวบยอด จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้การสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล (ตัวอย่างแผนการสอน ตามคู่มือครูแสดงในภาคผนวก ข)

3. แบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

3.1 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา ขอบข่ายเนื้อหา และกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จากคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (ว 411) และเอกสารสำหรับนักเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (ว 411)

3.2 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาจากคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (ว 411) และเอกสารสำหรับนักเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (ว 411)

3.3 ศึกษาหลักการสร้างแบบฝึกตามแนวของ บัทธส์ (Butts, 1974, p. 85 อ้างใน ชูติมา วัฒนศิริ, 2535, หน้า 28) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณเกี่ยวกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม

3.4 สร้างแบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณเกี่ยวกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจำนวน 5 ด้าน คือ พลังงาน น้ำ อากาศ ดิน ป่าไม้ ด้านละ 1 ชุด รวม 5 ชุด ซึ่งแบบฝึกแต่ละชุด มีส่วนประกอบดังนี้

3.4.1 ชื่อแบบฝึก หมายถึง หัวข้อเรื่อง

3.4.2 จุดประสงค์ของกิจกรรม หมายถึง การระบุจุดมุ่งหมายของกิจกรรม

3.4.3 คำชี้แจงในการใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ข้อความที่อธิบายรายละเอียดของแบบฝึก และวิธีการใช้แบบฝึก

3.4.4 เอกสารหมายเลข 1 หมายถึง เอกสารเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นประเด็นปัญหา ที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบันด้านต่าง ๆ เช่น พลังงาน น้ำ อากาศ ดิน ป่าไม้ ประกอบด้วยรูปภาพ บทความ หรือข้อความ เพื่อเป็นสิ่งเร้ากระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยมีข้อคำถามให้นักเรียนวิเคราะห์ ตอบคำถาม อธิบาย และแสดงความคิดเห็น เป็นการฝึกการคิดอย่างอิสระเป็นรายบุคคล ใช้เวลา 20 นาที

3.4.5 เอกสารหมายเลข 2 หมายถึง เอกสารที่ให้นักเรียนรวมกลุ่มย่อย หมุนเวียนตามเลขที่ กลุ่มละ 4-5 คน เพื่อร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนผลการคิดของตน กับสมาชิกภายในกลุ่มตามประเด็นคำถาม อธิบาย และแสดงความคิดเห็น เป็นการให้นักเรียนฝึกการคิดเป็นกลุ่มย่อย นักเรียนได้แสดงผลการคิดของตน ขณะเดียวกันก็ได้รับทราบผลการคิดของคนอื่นด้วย จากนั้นร่วมกันหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลที่สุด ใช้เวลา 10 นาที

3.4.6 เอกสารหมายเลข 3 หมายถึง เอกสารที่ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม แล้ววิเคราะห์ตามประเด็นคำถาม ตอบคำถาม อธิบาย และแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระเป็นรายบุคคล ใช้เวลา 10 นาที

3.4.7 เอกสารหมายเลข 4 หมายถึง เอกสารที่ให้นักเรียนรวมกลุ่มย่อยเดิม กลุ่มละ 4-5 คนอีกครั้งหนึ่ง เพื่อร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนผลการคิดของตนกับสมาชิกภายในกลุ่มตามประเด็นคำถาม ตอบคำถาม อธิบาย และแสดงความคิดเห็น ใช้เวลา 20 นาที

3.4.8 เวลา หมายถึง ระยะเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละตอน

3.5 นำแบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้าง ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 13 ท่าน (รายนามแสดงในภาคผนวก ก) ตรวจสอบคุณลักษณะด้านโครงสร้าง ความถูกต้องของเนื้อหา และความเหมาะสมของเวลาในแต่ละเอกสาร ปรับปรุงแก้ไข โดยถือความคิดเห็นที่สอดคล้องกันของ ผู้เชี่ยวชาญร้อยละ 80 ขึ้นไปเป็นเกณฑ์

3.6 นำแบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ พายัพ อำเภอแรมิม จังหวัดเชียงใหม่ เป็นนักเรียนที่เคยเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 20 คน บันทึกปัญหาในด้านความชัดเจนของข้อคำถาม การใช้ภาษา และเวลาที่ใช้ทำกิจกรรมในแต่ละเอกสาร นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง เพื่อนำไปใช้จริงในกลุ่มทดลองต่อไป (ตัวอย่างแบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แสดงในภาคผนวก ข)

4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4.1 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา ขอบข่ายเนื้อหา และกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จากคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (ว 411) และเอกสารสำหรับนักเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (ว 411)

4.2 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาจากคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (ว 411) และเอกสารสำหรับนักเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (ว 411)

4.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ มลิวัลย์ สมศักดิ์ (2540) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4.4 กำหนดพฤติกรรมบ่งชี้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (ตามรายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข)

4.5 วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมบ่งชี้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (ตามรายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค)

4.6 สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยปรับปรุงจากแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ มลิวัลย์ สมศักดิ์ (2540) ครอบคลุมกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 6 ขั้นตอน เป็นสถานการณ์ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมมีเนื้อหาเกี่ยวกับพลังงาน น้ำ อากาศ ดิน ป่าไม้ ลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ประกอบด้วยข้อความ บทสนทนา และรูปภาพที่เป็นปัญหาหรือข้อโต้แย้ง การตรวจให้คะแนนให้ข้อละ 1 คะแนน สำหรับคำตอบที่ถูกต้อง คำตอบที่ผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่าหนึ่งตัวเลือกให้ 0 คะแนน

4.7 นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 13 ท่าน (รายนามแสดงในภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบคุณลักษณะในด้านความถูกต้องเที่ยงตรงของเนื้อหา และโครงสร้างตามพฤติกรรมบ่งชี้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอที่ได้รับ โดยถือความคิดเห็นที่สอดคล้องกันของผู้เชี่ยวชาญ ร้อยละ 80 ขึ้นไปเป็นเกณฑ์

4.8 นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนนวมินทราชูทิศ พายัพ อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เคยเรียนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมมาแล้ว จำนวน 20 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 82 คน รวมจำนวนทั้งหมด 102 คน

4.9 นำผลที่ได้จากข้อ 8 ไปวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (Index of Difficulty) ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ (Index of Discrimination) เป็นรายข้อ โดยใช้สูตรอย่างง่าย กลุ่มสูงต่ำ 25 % และหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson Formula 20) มีค่าเท่ากับ 0.5665 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ) จากนั้นคัดเลือก

ข้อทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้จำนวน 30 ข้อ นำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองต่อไป (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ง)

5. แบบประเมินคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

5.1 ศึกษาเกณฑ์การวัดผลและประเมินผล รวมทั้งการให้น้ำหนักคะแนนและเกณฑ์ในการให้คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมจากคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (ว 411)

5.2 วิเคราะห์พฤติกรรม ที่แสดงถึงลักษณะการทำโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ทั้งในส่วนกระบวนการ และผลงาน กำหนดสัดส่วนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5.3 สร้างแบบประเมินคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ตามพฤติกรรมที่วิเคราะห์ไว้ทั้งในส่วนกระบวนการ และผลงาน

5.4 นำแบบประเมินคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่สร้าง ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 13 ท่าน (รายนามแสดงในภาคผนวก ก) ตรวจสอบคุณลักษณะในด้านความถูกต้องเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ทำการปรับปรุงแก้ไข โดยถือความคิดเห็นที่สอดคล้องกันของผู้เชี่ยวชาญร้อยละ 80 ขึ้นไปเป็นเกณฑ์

5.5 นำแบบประเมินคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้เป็นแบบประเมินคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต่อไป (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ฉ)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองดังนี้

1. ทำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ไปโรงเรียนประชาสงเคราะห์วิทยา อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

2. ทำการทดสอบนักเรียนก่อนการเรียน ทั้งกลุ่มที่ได้รับการสอนกระบวนการคิดด้วยการใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อนำผลไปวิเคราะห์ต่อไป

3. ทำการสอนด้วยตนเองทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนกระบวนการคิดด้วยการใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ตามแผนการสอนกระบวนการคิดด้วยการใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และแผนการสอนตามคู่มือครู ในเนื้อหา เรื่อง วิเคราะห์ปัญหาสิ่งแวดล้อม และเสริมสร้างสิ่งแวดล้อมในชุมชน กลุ่มละ 24 คาบ ระยะเวลาสอน 8 สัปดาห์

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว ทำการประเมินคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยใช้แบบประเมินโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คณะกรรมการในการประเมินครั้งนี้ ได้ขอความร่วมมืออาจารย์โรงเรียนประชาสงเคราะห์วิทยาที่เกี่ยวข้องและมีความเชี่ยวชาญในการสอนโครงการ รวมทั้งผู้วิจัยเป็นผู้ประเมิน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) ใช้การสอบถามกระบวนการคิด การปฏิบัติกิจกรรมตามแผนปฏิบัติการโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและผลงานที่ปฏิบัติได้เมื่อสิ้นสุดการทำโครงการ จากนั้นนักเรียนเป็นรายกลุ่มย่อย

5. ทดสอบหลังการเรียนกับนักเรียน ทั้งกลุ่มที่ได้รับการสอนกระบวนการคิดด้วยการใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดอย่างมีวิจารณญาณฉบับเดิม

6. ตรวจให้คะแนนการตอบแบบทดสอบวัดความคิดอย่างมีวิจารณญาณ และคะแนนประเมินคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แล้วนำผลคะแนนมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS for Windows

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำคะแนนผลการทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และคะแนนประเมินคุณภาพโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS for Windows ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการสอนกระบวนการคิดด้วยการใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการทำโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยการทดสอบค่า t-test แบบสองกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน (Paired t-test)

2. วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนกระบวนการคิดด้วยการใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการทำโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมกับการสอนตามคู่มือครู โดยการทดสอบค่า t-test แบบสองกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน (Paired t-test)

3. วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนกระบวนการคิดด้วยการใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการทำโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมกับการสอนตามคู่มือครู โดยการใช้การทดสอบแบบแมนวิทนียู (The Mann-Whitney U Test) (กนกทิพย์ พัฒนาพัวพันธ์, 2529, หน้า 358-359)