

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัยและพัฒนา

การวิจัยและพัฒนาชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี รายวิชาหุ่นยนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและพัฒนาเพื่อหาประสิทธิภาพเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ศึกษาพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนและประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน เพื่อให้การวิจัยและพัฒนาเป็นไปอย่างครบถ้วนและสามารถนำผลลัพธ์ไปสู่ผู้ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง ผู้ดำเนินการวิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและสำรวจความต้องการ (Research : R₁)

เป็นการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานและความต้องการในการพัฒนาเพื่อให้ทราบถึงสภาพปัญหา ความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้อง และนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนา (Development : D₁)

การจัดทำชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ

ขั้นตอนที่ 3 การนำนวัตกรรมไปทดลองใช้ (Implementation = Research : R₂)

การนำชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ลักษณะการดำเนินการทดลอง
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ
5. รูปแบบของการวิจัย
6. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล
8. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและการปรับปรุง (Evaluation and Improve = Development : D₂)

เป็นการประเมินผลและปรับปรุงชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับ จากการทดลองใช้งาน

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานและสำรวจความต้องการ (Research : R1)

เป็นการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานและความต้องการในการพัฒนา เพื่อให้ได้ทราบถึงสภาพปัญหาและความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ มีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1.1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการจัดทำและพัฒนาชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ โดยการศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา วารสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและจากอินเทอร์เน็ต ศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนรู้ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบผลิตและพัฒนานวัตกรรมสื่อการเรียนรู้ ให้เป็นไปตามมาตรฐานหลักสูตรและทิศทางของการปฏิรูปการศึกษาจุดหมายทางการศึกษา โดยสอดคล้องกับคุณลักษณะของผู้เรียนที่พึงประสงค์ของกระทรวงศึกษาธิการดังนี้

1.1.1 ศึกษาพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553

1.1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1.3 ศึกษาเอกสารหลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2553 กลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี เกี่ยวกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-3)

1.1.4 ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำชุดการเรียนการสอน

1.1.5 ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวกับหุ่นยนต์

1.1.6 ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวกับกระบวนการทักษะปฏิบัติ

1.1.7 ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es)

1.2 การศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับแนวทางในการจัดทำชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ โดยใช้แบบสัมภาษณ์

1.2.1 วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการจัดทำชุดการเรียนรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ

1.2.2 กลุ่มผู้ให้ข้อมูลในการสัมภาษณ์เชิงลึก

กลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่ใช้ในการสัมภาษณ์เชิงลึก ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ ประสบการณ์ด้านการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ นักวิชาการด้านการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอน ซึ่งทุกคนเป็นผู้ทรงคุณวุฒิระดับเชี่ยวชาญ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ จำนวน 2 คนและผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอน จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและแผน จำนวน 1 คน รวมผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 คน ที่ยินดีให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลแก่ผู้วิจัย (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ เพื่อใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ภาคผนวก ก หน้า 158)

1.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในขั้นนี้เป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยและพัฒนาชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ประกอบการจัดการเรียนรู้ โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้นวัตกรรมสื่อการเรียนรู้ ที่มีรูปแบบการจัดกิจกรรมการสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ และกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. ศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ และแนวทางการจัดกิจกรรมที่มีความจำเป็นที่จะต้องจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. สร้างแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับแนวการพัฒนาและความต้องการในการสร้างชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับ โดยมัลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์ปลายเปิดเพื่อศึกษาสภาพจริง โดยจะครอบคลุมด้านต่าง ๆ ของชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ซึ่งได้แก่ ด้านความ

สำคัญ ด้านพัฒนาการ ด้านลักษณะหรือจุดเด่น ด้านประโยชน์ ด้านการส่งเสริมการนำวัสดุในท้องถิ่น มาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอน

4. นำแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ได้เกี่ยวกับการออกแบบและ พัฒนานวัตกรรมและความต้องการชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ประกอบการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ ไปขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบสำนวนของข้อคำถาม ที่ใช้ในการสัมภาษณ์และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาให้ชัดเจนแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

1.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการติดต่อประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญ ดำเนินการสัมภาษณ์และ เก็บข้อมูลด้วยตนเอง

1.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์โดยการนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ มาสร้างข้อสรุป ด้านความสำคัญ ด้านพัฒนาการ ด้านลักษณะหรือจุดเด่น ด้านประโยชน์ ด้านการส่งเสริมการนำวัสดุ ในท้องถิ่นมาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดทำและพัฒนาชุด การเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐาน การสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ต่อไป

1.3 ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองนักเรียน เกี่ยวกับแนวทางใน การพัฒนาชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ โดยใช้แบบสัมภาษณ์

1.3.1 วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสภาพปัญหา ความต้องการ รวมถึงความสนใจสื่อ การเรียนรู้ของนักเรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองนักเรียน

1.3.2 กลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่ใช้ในการสัมภาษณ์เชิงลึก

กลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่ใช้ในการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งเป็นผู้ที่มีความยินดีให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูล แก่ผู้วิจัยจำนวน 25 คน ได้แก่

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ จำนวน 18 คน
2. ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ช่วงชั้นที่ 3 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ จำนวน 2 คน

3. ผู้ปกครองนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 คน
 ทั้งนี้ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนรายวิชาหุ่นยนต์ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ทำให้สะดวกในการเก็บข้อมูล
 (รายนามนักเรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองนักเรียนในการสัมภาษณ์ ในภาคผนวก ก หน้า 167)

1.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในขั้นนี้เป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน ครูผู้สอน และผู้ปกครองนักเรียนเกี่ยวกับความต้องการและแนวทางการพัฒนาพัฒนาชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์ บังคับมือ ประกอบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้นวัตกรรมสื่อการเรียนรู้ ที่มีรูปแบบการจัดกิจกรรมการสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. ศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับการพัฒนาชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือและแนวทางสำหรับการจัดกิจกรรมที่มีความจำเป็นที่จะต้องจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. สร้างแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองนักเรียน เกี่ยวกับความต้องการและแนวทางการพัฒนาชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ มีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์ ปลายเปิดเพื่อศึกษาสภาพจริง โดยจะครอบคลุมด้านต่าง ๆ ของชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ได้แก่ ด้านความสำคัญ ด้านพัฒนาการ ด้านลักษณะหรือจุดเด่น ด้านประโยชน์ ด้านการส่งเสริมการนำวัสดุในท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

4. นำแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองนักเรียน เกี่ยวกับความต้องการและแนวทางการพัฒนาชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ที่ใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบสำนวนของข้อคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาให้ชัดเจนแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

1.3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลด้วยตนเอง

1.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์โดยการนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ มาสร้างข้อสรุป ด้านความสำคัญ ด้านพัฒนาการ ด้านลักษณะหรือจุดเด่น ด้านประโยชน์ ด้านการส่งเสริมการนำวัสดุ ในท้องถิ่นมาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดทำและพัฒนา ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐาน การสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนา (Development : D₁)

เป็นการออกแบบและพัฒนาชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง รวมถึงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลพื้นฐานที่เป็นผลมาจากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 มาพิจารณาเพื่อกำหนดแนวทางในการดำเนินการออกแบบและพัฒนาชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ คือ สภาพปัญหาและความจำเป็นในการจัดทำชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ โดยศึกษานวัตกรรมการเรียนการสอนที่ สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา นวัตกรรม วิเคราะห์เนื้อหาสาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในด้านการออกแบบทางเทคโนโลยี มีวัตถุประสงค์ที่ต้องการ พัฒนาความสามารถของนักเรียนในด้านกระบวนการทางเทคโนโลยี การสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือ วิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างปลอดภัย นักเรียนสามารถถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 3 มิติ มีความคิดและเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม โดยใช้ความรู้ พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือผ่านกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นทักษะกระบวนการ ปฏิบัติ ที่ต้องการให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมตามกระบวนการที่ครูผู้สอนกำหนดจนเกิดความชำนาญ เพื่อสร้างชิ้นงาน ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่ต้องการให้นักเรียนได้ค้นคว้าความรู้ หรือความจริง โดยเน้นการค้นคว้ามากกว่าการค้นพบเป็นทั้งวิธีสอนและวิธีเรียน วิธีการแก้ปัญหา เฉพาะอย่างมีหลักการรวมทั้งเป็นเทคนิคการค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย

2.1 ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทักษะกระบวนการปฏิบัติ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทักษะกระบวนการปฏิบัติในครั้งนี้ ได้นำรูปแบบทักษะกระบวนการปฏิบัติของกรมวิชาการ (2544 : 7) มาใช้ในการวิจัยและพัฒนา ซึ่งได้สรุปและกำหนดขั้นตอนการสอนทักษะกระบวนการปฏิบัติ กล่าวคือ การสอนทักษะปฏิบัติจะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนต้องมีความเข้าใจและใช้กระบวนการนั้นอยู่ นำผู้เรียนผ่านกระบวนการนั้นทีละขั้นตอนอย่างเข้าใจและครบถ้วนพร้อมทั้งรับรู้ขั้นตอน การนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่และชีวิตประจำวันได้ ทักษะกระบวนการปฏิบัติมุ่งให้ผู้เรียนปฏิบัติจนเกิดทักษะในการปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ ฝึกฝนตนเองจนชำนาญและสามารถนำความรู้และทักษะนั้นไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีขั้นตอนดังนี้

2.1.1 ขั้นการสังเกต รับรู้ ให้ผู้เรียนได้เห็นตัวอย่างที่หลากหลายจนเข้าใจและสรุปความคิดรวบยอด

2.1.2 ขั้นทำตามแบบ ทำตามตัวอย่างที่แสดงให้เห็นทีละขั้นตอนจากขั้นพื้นฐานไปถึงงานที่ซับซ้อนขึ้น

2.1.3 ขั้นทำเอง โดยไม่ต้องดูแบบ คือ ฝึกปฏิบัติชนิดครบถ้วนกระบวนการทำงานตั้งแต่ต้นจนจบด้วยตนเอง

2.1.4 ขั้นฝึกให้ชำนาญ คือ ปฏิบัติด้วยตนเองจนเกิดความชำนาญ หรือทำได้โดยอัตโนมัติ อาจจะเป็นงานชิ้นเดิมหรืองานที่คิดขึ้นใหม่

2.2 ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ในครั้งนี้ ได้นำรูปแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ของสาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556 : 219-220) ซึ่งได้กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และมีความสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (learning cycle) ที่ได้นำเสนอโดยนักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 ขั้นกระตุ้นความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่นักเรียนสนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่นำสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดที่นำสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นตัวกระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่นำสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่

ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น

2.2.2 ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็จะมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในการขั้นต่อไป

2.2.3 ขั้นอธิบายความรู้ (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจ ตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปภาพ สร้างตาราง การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้

2.2.4 ขั้นขยายความเข้าใจ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู กว้างขวางขึ้น

2.2.5 ขั้นตรวจสอบผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำไปประยุกต์ในเรื่องอื่น ๆ

2.3 ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ

ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ซึ่งเป็นนวัตกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน และพัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพได้แก่ แนวคิด รูปแบบ วิธีการ กระบวนการและสื่อต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการศึกษาในรายวิชาหุ่นยนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประกอบด้วยชุดการเรียนรู้ จำนวน 4 เล่ม 4 หน่วยการเรียนรู้ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงรายละเอียดหน่วยการเรียนรู้ และจำนวนชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ

เล่มที่	หน่วยการเรียนรู้	เนื้อหา
1	กลไกศาสตร์ คาน การส่งกำลัง และเฟืองทดเบื้องต้น	<p>1. กลไกศาสตร์ กลไกต่อโยง และข้อเหวี่ยงคู่</p> <p>กิจกรรมสำหรับการฝึกปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบและสร้างกลไกการทำงาน ระบบการหมุนของล้อหัวรถจักรไอน้ำ โดยมีกลไกต่อโยงแบบข้อเหวี่ยงคู่ (Double-Crank) เป็นส่วนประกอบการทำงานของล้อ <p>2. กลไกต่อโยงแบบข้อเหวี่ยงคานโยกและแบบคานโยกคู่</p> <p>กิจกรรมสำหรับการฝึกปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบและสร้างกลไกการทำงานของไม้ถูพื้นแบบแกว่งไปมา โดยมีกลไกต่อโยงแบบคานโยกคู่ (Double-rocker) เป็นส่วนประกอบ <p>3. กลไกต่อโยงแบบลิงค์ขนาน และกลไกสไลด์ข้อเหวี่ยง</p> <p>กิจกรรมสำหรับการฝึกปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบและสร้างกลไกการทำงานของ ราวตากผ้าชนิดพับได้ โดยมีกลไกต่อโยงแบบลิงค์ขนาน (Parallelogram linkage) เป็นส่วนประกอบ <p>4. การส่งกำลังโดยใช้สายพาน หรือพูลี่</p> <p>กิจกรรมสำหรับการฝึกปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบและสร้างกลไกการทำงานของ ระบบรอกตักน้ำอย่างง่าย โดยมีการส่งกำลังโดยใช้สายพานหรือพูลี่ (Pulley) เป็นส่วนประกอบ

ตารางที่ 6 (ต่อ)

เล่มที่	หน่วยการเรียนรู้	เนื้อหา
2	การออกแบบหุ่นยนต์	1. การออกแบบและประเภทของการออกแบบ กิจกรรมสำหรับการฝึกปฏิบัติ - ออกแบบสิ่งของ อุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ โดยให้วาดเป็นภาพวาดลายเส้น (Drawing) 2. การออกแบบหุ่นยนต์และวัตถุประสงค การสร้างหุ่นยนต์ กิจกรรมสำหรับการฝึกปฏิบัติ - ออกแบบและสร้างโมเดลหุ่นยนต์ จากวัสดุเหลือใช้ที่หาได้ทั่วไปในท้องถิ่น 3. การเลือกวัสดุที่นำมาใช้ทำโครงสร้างหุ่นยนต์ บังคับมือและการขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ กิจกรรมสำหรับการฝึกปฏิบัติ - ออกแบบและสร้างหุ่นยนต์สำหรับเก็บสิ่งของจากวัสดุเหลือใช้ที่หาได้ทั่วไปในท้องถิ่น 4. การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ กิจกรรมสำหรับการฝึกปฏิบัติ - ออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ที่มีระบบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์สำหรับใช้เคลื่อนที่ไปบนพื้นผิวที่มีลักษณะเป็นหลุมเป็นบ่อและมีลักษณะลาดชันจากวัสดุเหลือใช้ที่หาได้ทั่วไปในท้องถิ่น
3	การสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ (หุ่นยนต์ลำเลียง 6 ขา)	1. รู้จักชุดเฟืองทด (Gearbox) กิจกรรมสำหรับการฝึกปฏิบัติ - เลือกใช้ชุดเฟืองทดถูกต้องเหมาะสมกับการใช้งาน 2. การฝึกประกอบชุดเฟืองทด 3 สปีด กิจกรรมสำหรับการฝึกปฏิบัติ - การประกอบชุดเฟืองทดในอัตราทด 58.2 : 1 และอัตราทด 203.7 : 1 ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

เล่มที่	หน่วยการเรียนรู้	เนื้อหา
		<p>3. การเตรียมวัสดุ – อุปกรณ์สำหรับสร้างหุ่นยนต์ บังคับมือและการเขียนแบบชิ้นส่วนโครงสร้างหุ่นยนต์</p> <p>กิจกรรมสำหรับการฝึกปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> - การเขียนแบบชิ้นส่วนโครงสร้างหุ่นยนต์ลงบนกระดาษ โดยประกอบด้วยชิ้นส่วน A ,B,C1,C2,D และ E ให้สมบูรณ์ครบถ้วน ถูกต้องตามแบบที่กำหนด <p>4. การตัดชิ้นส่วนลำตัว ขา และคานเชื่อมโยง (Link)</p> <p>กิจกรรมสำหรับการฝึกปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> - การตัดและเจาะชิ้นส่วนโครงสร้างหุ่นยนต์จากวัสดุที่ได้ทำการเขียนแบบไว้ <p>5. การติดตั้งชุดเฟืองทด (Gearbox) เข้ากับลำตัวหุ่นยนต์</p> <p>กิจกรรมสำหรับการฝึกปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> - การประกอบติดตั้งชุดเฟืองทดทั้ง 2 ชุด ลงบนชิ้นส่วนลำตัวหุ่นยนต์ <p>6. การประกอบขาและคานเชื่อมโยง (Link)</p> <p>กิจกรรมสำหรับการฝึกปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> - การประกอบขาและคานเชื่อมโยง ทั้งด้านซ้ายและขวาของหุ่นยนต์ <p>7. การเสริมขาหุ่นยนต์และการติดตั้งชุดลำเลียงอุปกรณ์</p> <p>กิจกรรมสำหรับการฝึกปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ปฏิบัติการเสริมขาหุ่นยนต์และการติดตั้งชุดลำเลียงอุปกรณ์ <p>8. การทดสอบการทำงานและปรับแต่งหุ่นยนต์</p> <p>กิจกรรมสำหรับการฝึกปฏิบัติ</p> <ul style="list-style-type: none"> - การปรับแต่งหุ่นยนต์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

เล่มที่	หน่วยการเรียนรู้	เนื้อหา
4	การสร้างชุดควบคุมหุ่นยนต์แบบสองช่องสัญญาณ	<p>1. รู้จักสวิตช์ และการเตรียมวัสดุ-อุปกรณ์เพื่อสร้างกล่อง</p> <p>กิจกรรมสำหรับการฝึกปฏิบัติ</p> <p>- การเขียนแบบชิ้นส่วนกล่องชุดควบคุมหุ่นยนต์ลงบนแผ่นพลาสติก โดยประกอบด้วยชิ้นส่วน A ,B และ C ให้สมบูรณ์ครบถ้วน ถูกต้องตามแบบที่กำหนด</p> <p>2. การประกอบชุดควบคุมและการเชื่อมวงจรการทำงาน</p> <p>กิจกรรมสำหรับการฝึกปฏิบัติ</p> <p>- การเชื่อมต่อวงจรไมโครสวิตช์ของกล่องควบคุมหุ่นยนต์</p>

2.4 การตรวจสอบคุณภาพของชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ

หลังจากได้พัฒนาและจัดทำชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพตามขั้นตอนดังนี้

2.4.1 นำชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้(5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ พร้อมแบบประเมินความเหมาะสมไปขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบและประเมินความเหมาะสมของชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ

2.4.2 นำคะแนนที่ได้จากการประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาทำการหาค่าเฉลี่ย เพื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์ของบุญชม ศรีสะอาด (2556 : 121) โดยให้ค่าความเหมาะสมเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .60-1.00 จึงจะถือว่าชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ สามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งผลจากการประเมินปรากฏว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 หมายถึง มีความ

เหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และผลการตรวจความสอดคล้องปรากฏว่าได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 80-1.00 ทุกข้อ (ภาคผนวก ข หน้า 175-178)

2.4.3 ปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่อง ของชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้(5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนจะนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนในการทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ต่อไป

2.4.4 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) นำชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้(5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนบ้านนาหว้า หลังสิ้นสุดภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 3 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วสุ่มจากระดับเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ในขั้นตอนของการสอนผลการวิจัยทำให้ผู้วิจัยพบข้อบกพร่อง คือ ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ เล่มที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กลไกศาสตร์ คาน การส่งกำลังและเฟืองทดเบื้องต้น คำอธิบายภาพไม่ถูกต้อง ทำให้คำอธิบายไม่สอดคล้องกับรูปภาพที่ปรากฏ เล่มที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ (หุ่นยนต์ลำเลียง 6 ขา) ภาพประกอบการฝึกปฏิบัติเพื่อสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ นักเรียนยังไม่เข้าใจ เนื่องภาษาที่ใช้ในการอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมและการขาดความต่อเนื่องของภาพประกอบขั้นตอนในบางขั้นตอน และผู้เรียนไม่มีทักษะการใช้งานอุปกรณ์และขาดความระมัดระวัง ผู้วิจัยจึงได้ทำการเพิ่มเนื้อหาที่ส่งเสริมทักษะวิธีการใช้งานอุปกรณ์พร้อมทั้งความระมัดระวังในการใช้งานผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปใช้กับการทดลองกลุ่มเล็ก ดังนี้

1. ทำการแก้ไขและปรับปรุงคำอธิบายภาพภาพในทุก ๆ ตำแหน่งอีกครั้งเพื่อให้คำอธิบายภาพมีความถูกต้อง เมื่อนักเรียนอ่านแล้วสามารถทำความเข้าใจภาพที่ปรากฏอยู่ได้ง่าย
2. ตรวจสอบแก้ไขและปรับปรุง การใช้ภาษาที่ทำความเข้าใจได้ง่ายและเพิ่มเติมรูปภาพเพื่ออธิบายขั้นตอนการปฏิบัติการประกอบสร้างหุ่นยนต์บังคับมือให้มีความต่อเนื่องสอดคล้องกัน เมื่อนักเรียนอ่านเนื้อหาและดูภาพประกอบแล้วสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น
3. เพิ่มเติมเนื้อหาที่ส่งเสริมทักษะวิธีการใช้งานอุปกรณ์ที่ถูกต้องพร้อมทั้งความระมัดระวังในการใช้งาน

2.4.5 ทดลองกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) นำชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้(5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนบ้านนาหว้า หลังจาก

สิ้นสุดภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 9 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับ เก่ง ปานกลาง และอ่อน จากนั้นสุ่มจากระดับเก่ง 2 คน ระดับปานกลาง 5 คน และระดับอ่อน 2 คน โดยไม่ซ้ำคนเดิม เพื่อต้องการทดสอบการใช้งานและอุปสรรคระหว่างการใช้งานชุดการเรียนโดยเน้น ทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้(5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับ มือ ผู้วิจัยพบข้อบกพร่องและข้อสังเกตคือ ชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ เล่มที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การออกแบบหุ่นยนต์และในเล่มที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ (หุ่นยนต์ลำเลียง 6 ขา) เนื้อหาของใบความรู้มีมากจนเกินไป บางใบความรู้มีเนื้อหาที่ซ้ำกันและคำ ชี้แจงของใบกิจกรรมบางกิจกรรมไม่มีความชัดเจน นอกจากนี้นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการใช้อุปกรณ์ การทำงานหลายชนิด เรียกชื่อไม่ถูกต้องหยิบใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขใน ส่วนที่บกพร่องและมีข้อสังเกตก่อนนำไปใช้กับการทดลองภาคสนาม ดังนี้

1. ทำการแก้ไขและปรับปรุงปริมาณของเนื้อหาในใบความรู้และแก้ไขเนื้อหาที่ มีความซ้ำซ้อนกันในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 และหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ให้มีความเหมาะสมกับระยะเวลา ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. ทำการแก้ไขและปรับปรุงคำชี้แจงของใบกิจกรรมที่ 2 ใบกิจกรรมที่ 4 ใบ กิจกรรมที่ 6 และใบกิจกรรมที่ 8 ให้มีความละเอียดชัดเจน นักเรียนอ่านแล้วมีความเข้าใจในการทำ กิจกรรม
3. ทำการเพิ่มเติมเนื้อหาในส่วนของรายละเอียดชื่อเรียกอุปกรณ์แต่ละชนิด

2.4.6 ทดลองภาคสนาม (Field Testing) เป็นการนำชุดการเรียนโดยเน้นทักษะ กระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ที่ได้ทำการแก้ไขข้อบกพร่องแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนบ้าน นาวา หลังสิ้นสุดภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 30 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วสุ่มจากระดับเก่ง 8 คน ระดับปานกลาง 14 คน และระดับ อ่อน 8 คน เพื่อหาความเหมาะสมในด้านเวลาที่ใช้ในแต่ละเนื้อหาและในแต่ละกิจกรรมที่กำหนด พร้อมกับทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยต่าง ๆ ประกอบด้วย ชุดการเรียนโดย เน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์ บังคับมือ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินพฤติกรรม การทำงานกลุ่มของนักเรียน แบบประเมินความพึงพอใจ เมื่อใช้กับนักเรียนจำนวน 30 คน ก่อนนำไป ทดลองใช้จริงเพื่อหาประสิทธิภาพในการทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ผลการทดลองทำให้ ผู้วิจัยพบข้อ บกพร่องที่ควรปรับปรุง คือ ดังนี้

1. ปรับปรุงเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การสร้างชุดควบคุมหุ่นยนต์แบบสองช่องสัญญาณ ให้มีความสอดคล้องกับระยะเวลาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 17-18
2. แก้ไขคำผิดในข้อคำถามของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. ปรับปรุงข้อคำถามเพื่อให้อ่านเข้าใจได้ง่ายและแก้ไขคำผิดในแบบประเมินความพึงพอใจ
4. เพิ่มเติมหัวข้อ สื่อเสริมเพิ่มความรู้ โดยใช้รูปภาพคิวอาร์โค้ด (QR CODE : Quick Response) เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ซึ่งนักเรียนสามารถใช้สมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์โมบายอื่น ๆ สแกนภาพคิวอาร์โค้ด จากนั้นระบบก็จะทำการเชื่อมโยงไปยังลิงค์ข้อมูลที่ต้องการซึ่งมีทั้งความรู้ที่เป็นเนื้อหาและวิดีโอประกอบการทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 การนำนวัตกรรมไปทดลองใช้ (Implementation=Research : R₂)

เป็นการนำชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างโดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ลักษณะการดำเนินการทดลอง
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ
5. รูปแบบของการวิจัย
6. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล
8. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การทดลองระยะที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560

3.1.1 ลักษณะการดำเนินการทดลอง

เป็นการทดลองใช้ชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) โดยผู้วิจัยได้ทำการทดลองในช่วงเวลาปิดภาคเรียนที่ 1 (เดือนตุลาคม) ปีการศึกษา 2560

3.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ในการทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ผู้วิจัยได้ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์จากโรงเรียนชุมชนบ้านนาวา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

ประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 ซึ่งเป็นโรงเรียนที่อยู่ใกล้เคียงและได้เปิดทำการเรียนการสอน รายวิชาหุ่นยนต์ ภาคเรียนที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีบริบทในการจัดการเรียนการสอนที่เหมือนกัน โดยขอให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 50 คน โดยได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยวิธีการจับสลาก (จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา จำนวน 3 ห้องเรียน มีนักเรียน 91 คน) เข้าร่วมสำหรับการทดลองใช้ชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ในช่วงปิดภาคเรียนที่ 1 เป็นกลุ่มทดลอง (Try Out)

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา จำนวน 3 คน ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยสุ่มจากนักเรียนระดับเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน มีวิธีดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่างดังนี้ (การสุ่มทั้งหมดใช้วิธีการจับสลาก)

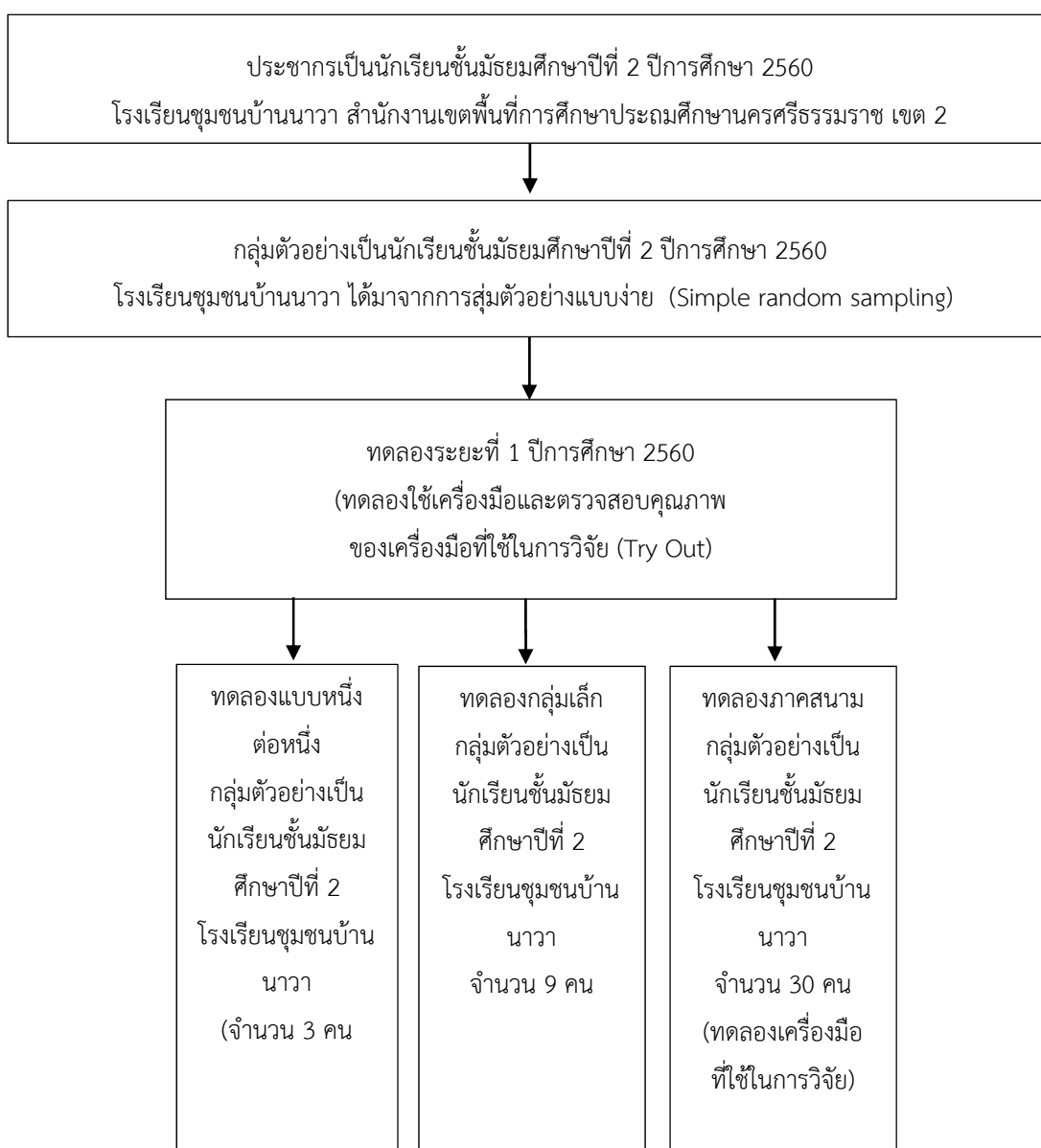
2.1.1 เรียงลำดับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 50 คน ตามคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเรียงจากคะแนนสูงไปหาคะแนนต่ำ

2.1.2 แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ คือนักเรียนที่มีระดับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 27 บน เป็นระดับเก่ง นักเรียนที่มีระดับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 46 ตรงกลาง เป็นระดับปานกลาง และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 27 ล่าง เป็นระดับอ่อน

2.1.3 สุ่มนักเรียนทั้ง 3 ระดับโดยใช้วิธีจับสลากเข้าเป็นกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนระดับเก่ง 1 คน ระดับปานกลาง 1 คน และระดับอ่อน 1 คน รวม 3 คน

2.2 ทดลองกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา จำนวน 9 คน ได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ใช้วิธีดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเช่นเดียวกันกับการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ต่างกันที่จำนวนของการสุ่มนักเรียนเข้าเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยการสุ่มครั้งนี้จะสุ่มจากระดับเก่ง 2 คน ระดับปานกลาง 5 คน และระดับอ่อน 2 คน รวม 9 คน (ไม่ซ้ำคนเดิม)

2.3 ทดลองภาคสนาม (Field Testing) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ใช้วิธีดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเช่นเดียวกับการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ต่างกันที่จำนวนของการสุ่มนักเรียนเข้าเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยการสุ่มครั้งนี้จะสุ่มจากระดับเก่ง 8 คน ระดับปานกลาง 14 และระดับอ่อน 8 คน รวม 30 คน (ไม่ซ้ำคนเดิม) เพื่อทดลองใช้และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในเบื้องต้น (Try Out เครื่องมือ) ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในการทดลองระยะที่ 1 สามารถสรุปเป็นภาพรวมได้ดังนี้



ภาพที่ 5 สรุปภาพรวมของประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 1

3.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การทดลองระยะที่ 1 เป็นการทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) ซึ่งมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. ชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ
2. แผนการจัดการเรียนรู้ชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ จำนวน 18 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 36 ชั่วโมง (ทดลองใช้ภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 30 คน)
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี รายวิชาหุ่นยนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ต้องการใช้จริงเพียง 40 ข้อ (ทดลองใช้หลังทดลองภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ใช้ทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ 30 คน)
4. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จำนวน 7 ข้อ ต้องการใช้จริงทั้ง 7 ข้อ (ทดลองใช้หลังทดลองภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกันกับที่ทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน)
5. แบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จำนวน 15 ข้อ ต้องการใช้จริงทั้ง 15 ข้อ (ทดลองใช้หลังทดลองภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกันกับที่ทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน)

3.1.4 การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. ชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ

การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ได้นำเสนอไว้แล้วในขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนาชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ (หน้า 81-90)

2. แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ประกอบการจัดการเรียนรู้ เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น เพื่อแสดงกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สารที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี รายวิชา หุ่นยนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พร้อมกับได้แสดงรายละเอียดการใช้งานชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ประกอบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนเพื่อใช้กับกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยได้จัดทำและหาคุณภาพ ดังนี้

1. ศึกษาพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553
2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2553 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เกี่ยวกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-3)
3. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น เพื่อกำหนดสาระการเรียนรู้และกำหนดผลการเรียนที่คาดหวังรายปี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
4. ศึกษาคุณภาพของผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของหลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2553
5. ศึกษาหนังสือเรียน ชุดการเรียนรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาในการออกแบบทางเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
6. แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาและเวลาที่ใช้ในการสอนแต่ละครั้ง พร้อมระบุมาตรฐานการเรียนรู้ว่าตรงกับมาตรฐานใด ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 หน่วยหลัก ประกอบด้วย 18 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-9 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10-18 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทักษะกระบวนการปฏิบัติ ใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 36 ชั่วโมง ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงข้อมูลของแผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	แผนการจัดการเรียนรู้
1. กลไกศาสตร์ คาน การส่งกำลัง และเฟืองทด เบื้องต้น	8	1 .กลไกศาสตร์ กลไกต่อโยง และข้อเหวี่ยงคู่ 2. กลไกต่อโยงแบบข้อเหวี่ยงคานโยกและแบบคานโยกคู่ 3. กลไกต่อโยงแบบลิงค์ขนาน และกลไกสไลด์-ข้อเหวี่ยง 4. การส่งกำลังโดยใช้สายพานหรือฟุ่เล่
2. การออกแบบ หุ่นยนต์	8	5. การออกแบบและประเภทของการออกแบบ 6. การออกแบบหุ่นยนต์และวัตถุประสงค์การสร้างหุ่นยนต์ 7. การเลือกวัสดุที่นำมาใช้ทำโครงสร้างหุ่นยนต์บังคับมือและ การขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ 8. การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
3. การสร้าง หุ่นยนต์บังคับมือ (หุ่นยนต์ลำเลียง 6 ขา)	15	9. รู้จักชุดเฟืองทด (Gearbox) 10. การฝึกประกอบชุดเฟืองทด 3 สปีด 11. การเตรียมวัสดุ – อุปกรณ์สำหรับสร้างหุ่นยนต์บังคับมือและ การเขียนแบบชิ้นส่วนโครงสร้างหุ่นยนต์ 12. การตัดชิ้นส่วนลำตัว ขา และคานเชื่อมโยง (Link) 13. การติดตั้งชุดเฟืองทด (Gearbox) เข้ากับลำตัวหุ่นยนต์ 14. การประกอบขาและคานเชื่อมโยง (Link) 15. การเสริมขาหุ่นยนต์และการติดตั้งชุดลำเลียงอุปกรณ์ 16. การทดสอบการทำงานและปรับแต่งหุ่นยนต์
4. การสร้างชุด ควบคุมหุ่นยนต์ แบบสอง ช่องสัญญาณ	5	17. รู้จักสวิทช์ และการเตรียมวัสดุอุปกรณ์เพื่อสร้างกล่อง 18. การประกอบชุดควบคุมและการเชื่อมวงจรการทำงาน

7. ศึกษาแนวคิด รูปแบบ ลักษณะที่ดีของแผนการจัดการเรียนรู้และวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

8. ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-9 ใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) สำหรับใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีรูปแบบ ดังนี้

8.1 มาตรฐานการเรียนรู้

8.2 ผลการเรียนรู้

8.3 สารสำคัญ

8.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

8.5 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

8.6 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

8.7 สารการเรียนรู้

8.8 กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. **ขั้นกระตุ้นความสนใจ (Engagement)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือจาก การอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

ขั้นจัดการเรียนรู้

2. **ขั้นการสำรวจและค้นหา (Explortion)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็จะมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำกิจกรรมภาคสนาม ทำกิจกรรมการทดลอง การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในการขั้นต่อไป

3. **ขั้นอธิบายความรู้ (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง

การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้

4. ขั้นขยายความเข้าใจ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

ขั้นสรุป

5. ขั้นตรวจสอบผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำไปประยุกต์ในเรื่องอื่น ๆ

8.9 สื่อการเรียนรู้

8.10 การวัดและประเมินผล

8.11 บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

8.12 สรุปผลหลังการจัดการเรียนรู้

9. ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10-18 ใช้รูปแบบการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทักษะกระบวนการปฏิบัติ สำหรับใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีรูปแบบ ดังนี้

9.1 มาตรฐานการเรียนรู้

9.2 ผลการเรียนรู้

9.3 สาระสำคัญ

9.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

9.5 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

9.6 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

9.7 สาระการเรียนรู้

9.8 กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูสนทนาร่วมกับนักเรียนเพื่อทำการเชื่อมโยงความรู้เข้าสู่บทเรียน

ขั้นจัดการเรียนรู้

1. **ขั้นสังเกต รับรู้** ให้ผู้เรียนได้เห็นตัวอย่างที่หลากหลายจนเข้าใจ

และสรุปความคิดรวบยอด

2. **ขั้นทำตามแบบ** ทำตามตัวอย่างที่แสดงให้เห็นทีละขั้นตอนจากขั้น

พื้นฐานไปถึงงานที่ซับซ้อนขึ้น

3. **ขั้นทำเองโดยไม่มีแบบ** คือ ฝึกปฏิบัติชนิดครบถ้วนกระบวนการ

ทำงานตั้งแต่ต้นจนจบด้วยตนเอง

4. **ขั้นฝึกให้ชำนาญ** คือ ปฏิบัติด้วยตนเองจนเกิดความชำนาญหรือ

ทำได้โดยอัตโนมัติ อาจจะเป็นงานชิ้นเดิมหรืองานที่คิดขึ้นใหม่

ขั้นสรุป

นักเรียนและครูจะร่วมกันสรุปความรู้ที่เกิดขึ้นในการทำกิจกรรม เป็นการแสดงความสามารถในการจดจำขั้นตอนจากกระบวนการฝึกปฏิบัติที่ผ่านมา

9.9 สื่อการเรียนรู้

9.10 การวัดและประเมินผล

9.11 บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

9.12 สรุปผลหลังการจัดการเรียนรู้

10. จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้วพร้อมตรวจสอบความเรียบร้อย

11. นำแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พิมพ์และตรวจสอบความเรียบร้อยแล้วพร้อมแบบประเมินคุณภาพและแบบประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ไปขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมและความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้

12. นำคะแนนคุณภาพที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมาหาค่าเฉลี่ยนำไปเทียบกับเกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด (2556 : 121) โดยให้คุณภาพเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป และค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .60-1.00 จึงจะถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ได้ ซึ่งผลการประเมินปรากฏว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77

หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และผลการตรวจความสอดคล้องปรากฏว่าได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง .80-1.00 ทุกข้อ (ภาคผนวก ค หน้า 182-185)

13. ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องในแผนการจัดการเรียนรู้ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

14. นำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ สำหรับประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2560 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา จำนวน 30 คน ในการทดลองระยะที่ 1 เป็นการทดลองภาคสนาม (Field Testing) พร้อมกับชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ เพื่อหาความเหมาะสมเกี่ยวกับเนื้อหาสาระ กิจกรรม สื่อการเรียนรู้ เวลาและภาษาที่ใช้แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

15. นำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแล้ว มาจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้หาประสิทธิภาพกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการทดลองระยะที่ 2 ต่อไป

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีจุดประสงค์เพื่อใช้ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาหุ่นยนต์ จากการใช้ชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ กับนักเรียนที่ผ่านการเรียนรายวิชาหุ่นยนต์ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนทดลองและหลังทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. ศึกษาคู่มือการวัดและประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2553 เกี่ยวกับการประเมินผลการเรียน เกณฑ์การวัดและประเมินผล

3. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างข้อสอบ ได้แก่ เทคนิคการเขียนข้อทดสอบหลักในการเขียนแบบทดสอบ (ภัทรา นิคมานนท์. 2540 : 78)

4. ศึกษาการสร้างแบบทดสอบที่ดี จากหนังสือการวิจัยเบื้องต้น (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 78-93) การวัดผลการศึกษา (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 214-230) และการวิจัยเบื้องต้น (ฉบับปรับปรุงใหม่) (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 56 -119)

5. ศึกษาผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์ และเนื้อหาสาระเรื่อง การออกแบบเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อนำไปเทียบเคียงกับตารางการวิเคราะห์หลักสูตร ให้มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการศึกษา

6. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการใช้ชุดการเรียนรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้าง หุ่นยนต์บังคับมือ เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ต้องการใช้จริง 40 ข้อ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

7. สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาหุ่นยนต์ จากการใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคิร์ต (Likert's Summated Rating Scale) คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด จำนวน 8 ข้อ โดยผู้ทำแบบประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องอ่านข้อความในแบบประเมินทีละข้อและพิจารณาว่าข้อความในแต่ละรายการมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด โดยตรวจให้คะแนนคำตอบด้านบวกเป็นค่าสูง ด้านลบเป็นค่าต่ำ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 121-122) ดังนี้

กรณีที่ 1 ข้อความที่มีความหมายทางบวก ได้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 5 คะแนน
เห็นด้วย	ตรวจให้ 4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ตรวจให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ตรวจให้ 2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 1 คะแนน

กรณีที่ 2 ข้อความที่มีความหมายทางลบ ได้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 1 คะแนน
เห็นด้วย	ตรวจให้ 2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ตรวจให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ตรวจให้ 4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 5 คะแนน

สำหรับเกณฑ์ในการแปลผล กำหนดดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 แปลความว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 แปลความว่า เห็นด้วย
- ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 แปลความว่า ไม่แน่ใจ
- ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 แปลความว่า ไม่เห็นด้วย
- ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 แปลความว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

8. นำแบบทดสอบพร้อมแบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ไปขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบดูความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์และเนื้อหาหรือเรียกว่า IOC โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์
- 0 หมายถึง เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์
- 1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

9. นำแบบประเมินความเหมาะสมและแบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

10. นำผลคะแนนที่ได้จากการประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาหุ่นยนต์ จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ยนำไปเทียบกับเกณฑ์ของบุญชม ศรีสะอาด (2556 : 121) โดยให้ค่าความเหมาะสมเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป จึงจะถือว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้ได้ ซึ่งผลการประเมินปรากฏว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 หมายถึงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (รายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 211)

11. นำผลจากการตรวจสอบความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความสอดคล้องและค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 221) ซึ่งปรากฏว่าได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) .80-1.00 ทุกข้อ (รายละเอียดภาคผนวก ง หน้า 212-214)

12. นำแบบทดสอบที่ได้รับจากผู้เชี่ยวชาญไปปรับปรุงและจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง จำนวน 50 ข้อ เพื่อทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่ใช้หาคุณภาพ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 30 คน หลังสิ้นสุดการทดลองภาคสนาม (Try Out) และหลังจากนักเรียนได้เรียนรายวิชาหุ่นยนต์ โดยใช้ชุด

การเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐาน การสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ แล้ว 1 วัน

13. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาหุ่นยนต์ หลังการทดลองภาคสนาม (Field Testing) มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่า อำนาจจำแนก (r) จากการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากผลการสอบครั้งเดียว แล้วทำการเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ตั้งแต่ .20-1.00 ไว้วู้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 105) โดยผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบไว้วจำนวน 40 ข้อ ที่มีค่าความยากระหว่าง .20-.80 และค่า อำนาจจำแนก ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อสอบครอบคลุมครบตามผลการเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ (รายละเอียดภาคผนวก ง หน้า 215-225)

14. นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ จำนวน 40 ข้อ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบทั้งฉบับ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 104) โดยใช้สูตร KR21 ซึ่งดัดแปลงที่ดัดแปลงมา จากสูตร KR20 ของ Kuder - Richardson ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนเท่ากับ .86 (รายละเอียดภาคผนวก ง หน้า 226-234)

15. จัดพิมพ์ข้อสอบทั้ง 40 ข้อ เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาหุ่นยนต์ จากการใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและ เทคโนโลยี สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ในการทดลองระยะที่ 2 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียน วัดวังริบุญเลิศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการหาประสิทธิภาพ ต่อไป (รายละเอียดภาคผนวก ง หน้า 235-241)

4. การสร้างแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน ที่เรียน โดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ผู้ศึกษาได้ดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิดทฤษฎี รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวกับการประเมินพฤติกรรมการ ทำงานกลุ่ม เทคนิคการสร้างแบบประเมินพฤติกรรม จากหนังสือการวิจัยเบื้องต้นของ บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 63 -71) และตัวอย่างแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนที่มี ผู้สร้างไว้แล้ว

2. สร้างแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐาน การสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของ ลิเคิร์ท (Likert's Summated Rating Scale) คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด จำนวน

5 ข้อ โดยข้อความรายการในแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนเป็นข้อคำถามความคิดเห็นในพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในการทำงานกลุ่ม จากการใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ซึ่งผู้ตอบแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนจะต้องอ่านข้อความในแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนทีละข้อและพิจารณาว่าข้อความในแต่ละข้อตรงกับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนที่เกิดขึ้นและความคิดเห็นของผู้ตอบมากน้อยเพียงใด โดยตรวจให้คะแนนคำตอบด้านบวกเป็นค่าสูง ด้านลบเป็นค่าต่ำ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 121-122) ดังนี้

กรณีที่ 1 ข้อความที่มีความหมายทางบวก ได้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 5 คะแนน
เห็นด้วย	ตรวจให้ 4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ตรวจให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ตรวจให้ 2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 1 คะแนน

กรณีที่ 2 ข้อความที่มีความหมายทางลบ ได้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 1 คะแนน
เห็นด้วย	ตรวจให้ 2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ตรวจให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ตรวจให้ 4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 5 คะแนน

สำหรับเกณฑ์ในการแปลผล กำหนดดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 แปลความว่า	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 แปลความว่า	เห็นด้วย
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 แปลความว่า	ไม่แน่ใจ
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 แปลความว่า	ไม่เห็นด้วย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 แปลความว่า	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3. นำแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ไปขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องและความเหมาะสมของข้อคำถามโดยพิจารณาความเหมาะสมของข้อความและภาษาที่ใช้ รวมถึงประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนมีความสอดคล้องและเหมาะสม
- 0 หมายถึง เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนมีความสอดคล้องและเหมาะสม
- 1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนไม่มีความสอดคล้องและเหมาะสม

4. นำคะแนนที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมาหาค่าความเหมาะสมและค่าความสอดคล้อง (IOC) โดยค่าความเหมาะสมมากกว่าหรือเท่ากับ 3.51 และดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ .60 จะถือว่าใช้ได้ จากผลการประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน ปรากฏว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และค่าความสอดคล้องของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน มีค่า IOC .80 - 1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 245-246)

5. นำแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ฉบับทดลองไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2560 (เป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกันกับกลุ่มที่ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน) หลังสิ้นสุดการทดลองภาคสนาม (Field Testing) ในการทดลองภาคสนาม แล้ว 2 วัน แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนต่อการใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 117) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .81 (รายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 247-249)

6. จัดพิมพ์แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนต่อการใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างในการทดลองระยะที่ 2 ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 เป็นกลุ่มตัวอย่างในการหาประสิทธิภาพต่อไป (รายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 250)

5. การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้

ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิดทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ เทคนิคการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ จากหนังสือการวิจัยเบื้องต้น (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 63 -71) และตัวอย่างแบบสอบถามที่มีผู้สร้างไว้แล้ว

2. สร้างแบบประเมินความพึงพอใจต่อชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคิร์ต (Likert's Summated Rating Scale) คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด จำนวน 15 ข้อ โดยข้อความในแบบประเมินความพึงพอใจเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ ความคิดเห็นของนักเรียนต่อชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ซึ่งผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจนี้จะต้องอ่านข้อความในแบบประเมินทีละข้อ และพิจารณาว่าข้อความในแต่ละข้อตรงกับความพึงพอใจและความคิดเห็นของผู้ตอบมากน้อยเพียงใด โดยทำการตรวจให้คะแนนคำตอบด้านบวกเป็นค่าสูงและด้านลบเป็นค่าต่ำ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 121-122) ดังนี้

กรณีที่ 1 ข้อความที่มีความหมายทางบวก ได้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 5 คะแนน
เห็นด้วย	ตรวจให้ 4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ตรวจให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ตรวจให้ 2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 1 คะแนน

กรณีที่ 2 ข้อความที่มีความหมายทางลบ ได้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 1 คะแนน
เห็นด้วย	ตรวจให้ 2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	ตรวจให้ 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ตรวจให้ 4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ตรวจให้ 5 คะแนน

สำหรับเกณฑ์ในการแปลผล กำหนดดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00	แปลความว่า	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50	แปลความว่า	เห็นด้วย
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50	แปลความว่า	ไม่แน่ใจ
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50	แปลความว่า	ไม่เห็นด้วย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49	แปลความว่า	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3. นำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ไปขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อทำการตรวจสอบประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ โดยพิจารณาความเหมาะสมของข้อความและภาษาที่ใช้ รวมถึงประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อความคำถามกับคุณลักษณะที่มีความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1	หมายถึง	เมื่อแน่ใจว่าแบบประเมินมีความสอดคล้องและเหมาะสม
0	หมายถึง	เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบประเมินมีความสอดคล้องและเหมาะสม
-1	หมายถึง	เมื่อแน่ใจว่าแบบประเมินไม่มีความสอดคล้องและเหมาะสม

4. นำคะแนนที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมาหาค่าความเหมาะสมและค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยค่าความเหมาะสมมากกว่าหรือเท่ากับ 3.51 และดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ .60 จะถือว่าใช้ได้ ถ้าไม่ผ่านก็ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จนครบทั้งจำนวน 15 ข้อ ซึ่งจากผลการประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจ ปรากฏว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และค่าความสอดคล้องของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน มีค่า IOC .80 - 1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ฉ หน้า 254-257)

5. นำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ฉบับสำหรับทดลองไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนชุมชนบ้านนา ในภาคเรียนที่ 1 จำนวน 30 คน (เป็นนักเรียนกลุ่มเดียว

กันกับกลุ่มที่ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน) หลังสิ้นสุดการทดลองภาคสนาม (Field Testing) ในการทดลองระยะที่ 1 แล้ว 2 วันแล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์อัลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 117) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .82 (รายละเอียดในภาคผนวก ฉ หน้า 258-262)

6. จัดพิมพ์แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลในการทดลองระยะที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการหาประสิทธิภาพต่อไป (รายละเอียดในภาคผนวก ฉ หน้า 263-264)

3.1.5 รูปแบบของการวิจัย

การทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2560 เป็นการทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา ภาคเรียน ที่ 1 ปีการศึกษา 2560

3.1.6 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองซึ่งมีวิธีดำเนินการ ดังนี้

1. ระยะเวลาในการทดลอง

ผู้วิจัยได้นำชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ มาดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละครั้งใช้เวลา 18 วัน วันละ 2 ชั่วโมง จำนวน 36 ชั่วโมง และทำการปฐมนิเทศจำนวน 1 ชั่วโมง (ไม่นับรวมกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบก่อนทดลองและหลังทดลอง) โดยดำเนินการทดลองระยะที่ 1 ในปีการศึกษา 2560 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา รายละเอียดแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2560

การทดลอง	ปีการศึกษา	วัน เดือน ปี	ลักษณะการทดลอง	โรงเรียน
ระยะที่ 1 (ทำการ ทดลองแบบ คู่ขนาน)	2560	1 ต.ค. 60 – 18 ต.ค. 60	ทดลองใช้ชุดการเรียนโดยเน้น ทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้าง หุ่นยนต์บังคับมือ ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง	โรงเรียน ชุมชนบ้าน นาวา
		7 ต.ค. 60 – 24 ต.ค. 60	ทดลองใช้ชุดการเรียนโดยเน้น ทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้าง หุ่นยนต์บังคับมือ ทดลองกลุ่มเล็ก	โรงเรียน ชุมชนบ้าน นาวา
		14 ต.ค. 60 – 31 ต.ค. 60	ทดลองใช้ชุดการเรียนโดยเน้น ทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหา ความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้าง หุ่นยนต์บังคับมือ (ทดลองภาคสนาม (Try Out))	โรงเรียน ชุมชนบ้าน นาวา

ตามช่วงระยะเวลาที่แสดงไว้ในตารางที่ 8 ในการทดลองระยะที่ 1 ผู้วิจัยได้
ประสานขอความอนุเคราะห์กับทางโรงเรียนชุมชนบ้านนาวา ซึ่งเป็นโรงเรียนที่อยู่ใกล้เคียงและได้เปิด
ทำการเรียนการสอนรายวิชาหุ่นยนต์ ภาคเรียนที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีบริบทในการจัดการเรียน
การสอนรายวิชาหุ่นยนต์ที่เหมือนกัน เพื่อทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้
ในการวิจัย (Try Out) ในช่วงเวลาปีภาคเรียนที่ 1 (เดือนตุลาคม) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โดยได้กำหนดเวลาทดลองในแต่ละการทดลอง ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 วันและเวลาการทดลองระยะที่ 1 ของนักเรียนโรงเรียนชุมชนบ้านนา

วัน	เวลา
ทุกวัน	13.00 – 15.00 น.

จากตารางที่ 9 แสดงเวลาการทดลองในแต่ละวันของนักเรียนกลุ่มทดลองใช้กับการทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) ในการทดลองภาคสนาม (Field Testing)

2. วิธีดำเนินการทดลอง

การทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2560 เป็นการทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) โดยผู้วิจัยได้ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์จากโรงเรียนชุมชนบ้านนา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 โดยทดลองใช้ชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ และทำการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) ในช่วงเวลาปิดภาคเรียนที่ 1 (เดือนตุลาคม) ปีการศึกษา 2560 ได้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองด้วยตัวเองทั้งหมด โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) เตรียมความพร้อมนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ของโรงเรียนชุมชนบ้านนา จำนวน 3 คน โดยได้ทำการแนะนำเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนและการใช้ชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อหาข้อบกพร่องของชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับ ในด้านเนื้อหา โดยการสังเกต การสอบถาม พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลข้อบกพร่องที่ตรวจพบ เพื่อนำไปทำการปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้กับการทดลองกลุ่มเล็กต่อไป

2.2 การทดลองกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) เป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผ่านการเรียนในรายวิชาหุ่นยนต์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนชุมชนบ้านนา จำนวน 9 คน (ไม่ซ้ำคนเดิม) ผู้วิจัยได้แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนและทดลองใช้ชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ และได้ทำการทดลอง

เพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อทดสอบการใช้งานชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมทั้งทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของเนื้อหาและขั้นตอนต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ก่อนนำไปใช้กับการทดลองภาคสนามต่อไป

2.3 ทดลองภาคสนาม (Field Testing) ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา จำนวน 30 คน (ไม่ซ้ำคนเดิม) โดยได้แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนและทดลองใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ เพื่อทดสอบความสมบูรณ์ของการใช้งานในภาพรวมทั้งหมดและปัญหาอุปสรรค นอกจากนี้ยังได้ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยต่าง ๆ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียนและแบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ โดยดำเนินการ ดังนี้

2.3.1 ทำการเตรียมความพร้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนชุมชนบ้านนาวา จำนวน 30 คน (ไม่ซ้ำคนเดิม) ผู้วิจัยได้ทำการแนะนำวิธีการเรียน วัตถุประสงค์ของบทเรียน บทบาทของนักเรียน ใบความรู้ ใบกิจกรรม และการทำกิจกรรมกลุ่ม พร้อมกับแนะนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการ และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้(5Es) จากการใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ

2.3.2 กำหนดนักเรียนเข้ากลุ่มย่อย ตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยจะทำการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 4-5 คนแบบความสามารถทางการเรียน ดังนั้น เพื่อลดปัญหาระหว่างการทดลองและลดความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (เนื่องจากจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างมี 30 คน) จึงได้กำหนดนักเรียนแต่ละคนเข้ากลุ่มย่อยไว้ล่วงหน้าโดยปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดจำนวนกลุ่มย่อย ในการตัดสินใจว่าจะมีจำนวนกลุ่มเท่าไรให้หารจำนวนนักเรียนทั้งหมดด้วย 4 ถ้าหารลงตัวก็ได้จำนวนกลุ่มตามผลหารที่ได้ (ถ้าเป็นไปได้แต่ละกลุ่มควรมีสมาชิก 4 คน) ถ้าหารไม่ลงตัวเหลือเศษ 1,2 หรือ 3 ก็จะได้ 1,2 หรือ 3 กลุ่ม ที่มีจำนวนสมาชิก 5 คน เช่น ในการทดลองครั้งนี้ใช้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ก็จะได้ 7 กลุ่ม โดย 5 กลุ่มแรก มีสมาชิก 4 คน และ 2 กลุ่มหลังมีสมาชิก 5 คน

2. นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาหุ่นยนต์ ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายมาจัดลำดับชั้นของนักเรียน โดยเรียงลำดับจากคะแนนสูงไปหาคะแนนต่ำ

3. จัดนักเรียนเข้ากลุ่มย่อย การจัดนักเรียนเข้ากลุ่มย่อยกลุ่มละ 4-5 คน โดยใช้ตารางลำดับชั้นคะแนนของนักเรียน เพื่อลดความแตกต่างระหว่างกลุ่มในการแบ่งนักเรียนทำกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้แต่ละกลุ่มประกอบไปด้วยนักเรียนแบบความสามารถทางการเรียน เก่ง 1 คน ปานกลาง 2-3 คน และอ่อน 1 คน และระดับคะแนนเฉลี่ยของทุกกลุ่มในชั้นเท่า ๆ กัน จึงใช้ตารางลำดับชั้นคะแนนของนักเรียน จัดแบ่งกลุ่มโดยใส่ชื่อกลุ่มลงไปบนชื่อของนักเรียนแต่ละคน (ชื่อลำดับผู้เรียน) โดยเริ่มจากนักเรียนคนแรกที่มีคะแนนสูงสุดเรียงลำดับต่อเนื่องกันตั้งแต่ A ถึง G เมื่อเรียงไปถึง G แล้วให้เรียงใหม่ในทิศทางตรงกันข้าม และเริ่มกระบวนการใหม่จากนักเรียนคนสุดท้ายขึ้นมา โดยเริ่มต้นและจบลงด้วยอักษร A แต่เนื่องจากนักเรียนในชั้นมี 30 คน จึงได้ 5 กลุ่มแรก (A, B, C, D, E) มีสมาชิก 4 คน และ 2 กลุ่มหลัง (F, G) มีสมาชิก 5 คน ดังตัวอย่างในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มย่อย โดยใช้ตารางลำดับชั้นคะแนนของนักเรียน

ระดับผู้เรียน	ชื่อลำดับผู้เรียน	กลุ่มสังกัด
นักเรียน เรียนเก่ง	1	A
	2	B
	3	C
	4	D
	5	E
	6	F
	7	G
นักเรียน เรียนปานกลาง	8	G
	9	F
	10	E
	11	D
	12	C
	13	B
	14	A
	15	G
	16	F
	17	A
	18	B
	19	C
	20	D
	21	E
	22	F
	23	G
นักเรียน เรียนอ่อน	24	G
	25	F
	26	E
	27	D
	28	C
	29	B
	30	A
จำนวนนักเรียนทั้งหมด 30 คน		

ดังนั้น สมาชิกในกลุ่มสังกัด A	ประกอบด้วยชื่อลำดับผู้เรียน	1,14,17,30
สมาชิกในกลุ่มสังกัด B	ประกอบด้วยชื่อลำดับผู้เรียน	2,13,18,29
สมาชิกในกลุ่มสังกัด C	ประกอบด้วยชื่อลำดับผู้เรียน	3,12,19,28
สมาชิกในกลุ่มสังกัด D	ประกอบด้วยชื่อลำดับผู้เรียน	4,11,20,27

สมาชิกในกลุ่มสังกัด E	ประกอบด้วยชื่อลำดับผู้เรียน	5,10,21,26
สมาชิกในกลุ่มสังกัด F	ประกอบด้วยชื่อลำดับผู้เรียน	6,9,16,22,25
สมาชิกในกลุ่มสังกัด G	ประกอบด้วยชื่อลำดับผู้เรียน	7,8,15,23,24

2.3.3 ดำเนินการทดลอง (Try Out) โดยให้นักเรียนเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ (พร้อมกับการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้) ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองเอง ใช้ระยะเวลาดำเนินการจัดการเรียนรู้ 18 วัน วันละ 2 ชั่วโมง ระหว่างดำเนินการทดลองผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน สอบถาม บันทึกข้อมูล เพื่อใช้ในการปรับปรุงข้อบกพร่องของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.3.4 ทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาหุ่นยนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับนักเรียน จำนวน 30 คน หลังสิ้นสุดการทดลองภาคสนามและหลังจากนักเรียนได้เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ครบถ้วนแล้ว 1 วัน พร้อมทั้งทำการทดลองใช้แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนและทดลองใช้แบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับนักเรียน หลังสิ้นสุดการทดลองแล้ว 2 วัน

2.3.5 วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนและแบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ตลอดจนถึงการหาความเหมาะสมในด้านเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการทดลองระยะที่ 2 ต่อไป

3.1.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการทดลองในระยะที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Try Out) จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง การทดลองกลุ่มเล็ก และการทดลองภาคสนามแล้วปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ได้แก่

1. หาค่าความเหมาะสมและค่าความสอดคล้องของแบบประเมินความเหมาะสมของชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es)

พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) แล้วเทียบกับเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 121) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 221)

2. หาค่าความเหมาะสมและค่าความสอดคล้องแบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) แล้วเทียบกับเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 121) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 221)

3. หาค่าความเหมาะสมและค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่าเฉลี่ยความเหมาะสม (\bar{X}) แล้วเทียบกับเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 121) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 221)

4. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อหาค่าความยาก (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 97-98)

5. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR21 ซึ่งดัดแปลงที่ดัดแปลงมาจากสูตร KR20 ของ Kuder - Richardson (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 104)

6. หาค่าความเหมาะสมและค่าความสอดคล้องของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ โดยหาค่าเฉลี่ยความเหมาะสม (\bar{X}) แล้วเทียบกับเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 121) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 221)

7. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ทั้งฉบับ โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 117)

8. หาค่าความเหมาะสมและค่าความสอดคล้องของแบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ โดยทำการหาค่าเฉลี่ยความเหมาะสม (\bar{X}) แล้วเทียบกับเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 121) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 221)

9. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้

การงานอาชีพและเทคโนโลยี สารที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี รายวิชาหุ่นยนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งฉบับ โดยใช้สูตรหาสัมประสิทธิ์อัลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 117)

3.1.8 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 การหาค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนและแบบประเมินความพึงพอใจจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 221)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผล
การเรียนรู้ที่คาดหวัง (หรือ IOC แทน ดัชนีความ
สอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับคุณลักษณะที่
ต้องการวัด)

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

1.2 การหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาหุ่นยนต์ เป็นรายข้อ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 97-98)

ค่าระดับความยาก

$$P = \frac{Ru+Rl}{2f}$$

เมื่อ p แทน ค่าระดับความยาก
Ru แทน จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก
Rl แทน จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
f แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ (ซึ่งเท่ากัน)

ค่าอำนาจจำแนก (r)

$$r = \frac{Ru - Rl}{f}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

Ru แทน จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก

Rl แทน จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

f แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ (ซึ่งเท่ากัน)

1.3 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR21 ซึ่งดัดแปลงที่ดัดแปลงมาจากสูตร KR20 ของ Kuder - Richardson
(บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 104)

$$r_{tt} = \frac{ks^2 - \bar{x}(k - \bar{x})}{S^2(k-1)}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อสอบ

S^2 แทน ความแปรปรวน

\bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย

1.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของ
นักเรียนและแบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้น
ทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์
บังคับมือ ทั้งฉบับ โดยใช้สูตรหาสัมประสิทธิ์อัลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach)
(บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 117)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

k แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

$\sum S_i^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

2. สถิติพื้นฐาน

2.1 ค่าเฉลี่ย (μ) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 124)

$$\mu = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	μ	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
	N	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม

2.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 :

126)

$$\sigma = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N}}$$

เมื่อ	σ	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X^2	แทน	คะแนนแต่ละตัว
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
	N	แทน	จำนวนคะแนนในกลุ่ม
	Σ	แทน	ผลรวม

3.2 การทดลองระยะที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

3.2.1 ลักษณะการดำเนินการทดลอง

เป็นการทดลองหาประสิทธิภาพ จากการใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้รูปแบบการทดลองกลุ่มเดี่ยว เนื่องจากมีนักเรียนเพียงห้องเดียวและทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ถือโอกาสทำการปรับปรุงชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือไปพร้อม ๆ กับการทดลองในครั้งนี้ด้วย

3.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

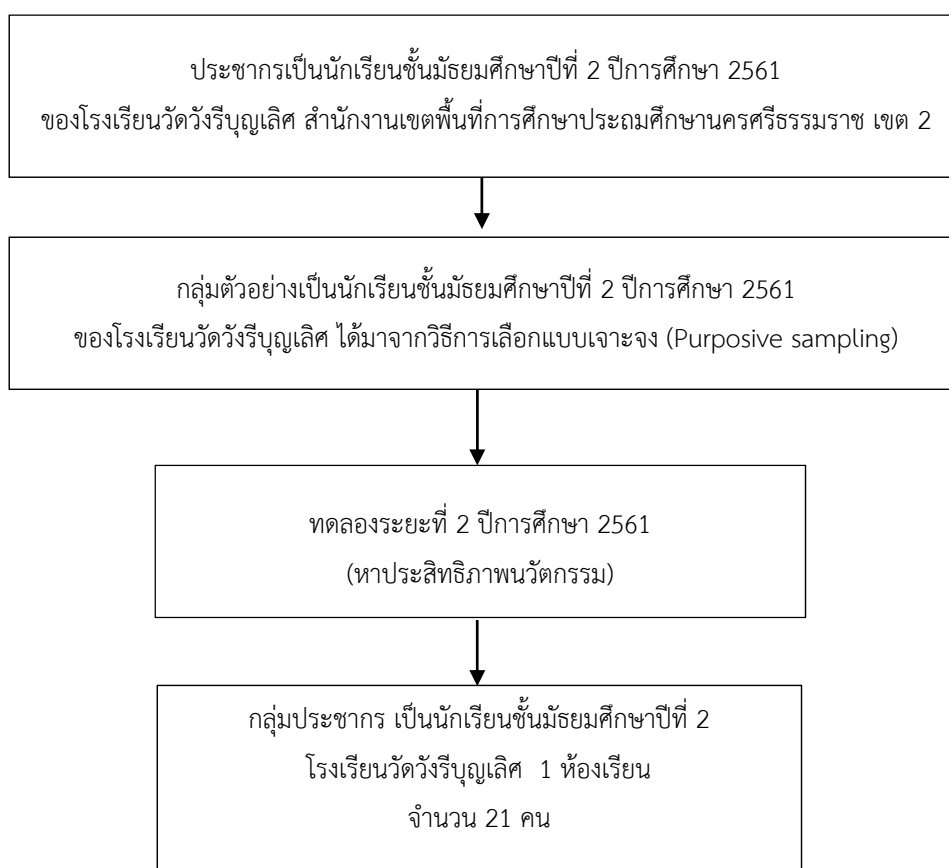
1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในการทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2561 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา

ประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 ซึ่งเป็นโรงเรียนขยายโอกาสขนาดเล็ก มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 21 คน (จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 21 คน) ทั้งนี้ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอน รายวิชาหุ่นยนต์ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ จึงทำให้สะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2561 เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของการใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ ซึ่งมี 1 ห้องเรียน มีนักเรียน จำนวน 21 คนได้มาโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ใช้รูปแบบการทดลองกลุ่มเดี่ยว เนื่องจากมีนักเรียนเพียงห้องเดียว ทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในการทดลองระยะที่ 2 สามารถสรุปเป็นภาพรวม ได้ดังนี้



ภาพที่ 6 สรุปภาพรวมของประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 2

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การทดลองระยะที่ 2 เป็นการทดลองหาประสิทธิภาพของการใช้ชุดการเรียนรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้าง หุ่นยนต์บังคับมือ ประกอบการจัดการเรียนรู้ มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ

2. แผนการจัดการเรียนรู้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ จำนวน 18 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 36 ชั่วโมง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี รายวิชาหุ่นยนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

4. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จำนวน 7 ข้อ

5. แบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จำนวน 15 ข้อ

3.2.4 รูปแบบของการวิจัย

การทดลองระยะที่ 2 แบบแผนที่ใช้ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของการใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดำเนินการทดลองกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดวังรีบุญเลิศ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ใช้รูปแบบการทดลอง (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555 : 148) One Groups, Pretest - Posttest Design มีรูปแบบการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 11 รูปแบบการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการทดลอง

E แทน	กลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
T ₁ แทน	การทดสอบก่อนทดลอง
T ₂ แทน	การทดสอบหลังทดลอง
X แทน	การเรียนโดยใช้ชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ

3.2.5 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองซึ่งมีวิธีดำเนินการ ดังนี้

1. ระยะเวลาในการทดลอง

ผู้วิจัยได้นำชุดการเรียนโดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ มาดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละครั้ง ใช้เวลา 18 วัน วันละ 2 ชั่วโมง จำนวน 36 ชั่วโมง และปฐมนิเทศ จำนวน 2 ชั่วโมง (ไม่นับรวมกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบก่อนทดลองและหลังทดลอง) โดยดำเนินการทดลองระยะที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 รายละเอียดในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2561

การทดลอง	ปีการศึกษา	วัน เดือน ปี	ลักษณะการทดลอง	โรงเรียน
ระยะที่ 2	2561	21 พ.ค. 61 – 29 ก.ย. 61	หาประสิทธิภาพ (กลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม)	โรงเรียน วัดวังริบุญเลิศ

ตารางที่ 13 วันและเวลาการทดลองระยะที่ 2 ของนักเรียนโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ

วัน	เวลา	วันที่ เดือน ปี
จันทร์	12.30-14.30 น.	21,28 พฤษภาคม 2561 4,11,18,25 มิถุนายน 2561 2,9,16,23 กรกฎาคม 2561 4,6,18,20,27 สิงหาคม 2561 3,10,17,22,29 กันยายน 2561

จากตารางที่ 13 แสดงวันและเวลาการทดลองระยะที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มทดลองโรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ ใช้กับการทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ทดลองหาประสิทธิภาพของการใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัยและพัฒนา ข้อที่ 1 ถึงข้อที่ 4 โดยผู้วิจัยใช้ช่วงเวลาตามตารางสอนปกติ ภาคเรียนที่ 1 ที่โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ กำหนดขึ้นในทุกวันจันทร์ เวลา 12.30-14.30 น.

2. วิธีดำเนินการทดลอง

การทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2561 เพื่อทำการทดลองหาประสิทธิภาพของการใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อทดสอบผลตามสมมติฐานการวิจัย ข้อ 1 ข้อ 2 ข้อ 3 และข้อ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

2.1 เตรียมความพร้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนวัดวังริบุญเลิศ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 2 จำนวน 21 คน (1 ห้องเรียน จำนวน 21 คน) โดยแนะนำวิธีการเรียน วัตถุประสงค์ของการเรียน หน้าที่ของนักเรียน การกำหนดนักเรียนเข้ากลุ่มย่อย และการทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกัน พร้อมกับแนะนำชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es)

พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ การฝึกฝนทักษะกระบวนการปฏิบัติและทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2 กำหนดนักเรียนเข้ากลุ่มย่อย ตามแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนจะแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แบบคณะกรรมการการเรียนรู้ ดังนั้น เพื่อลดปัญหาระหว่างการทดลองและลดความแตกต่างระหว่างกลุ่ม จึงได้กำหนดนักเรียนแต่ละคนเข้ากลุ่มย่อยไว้ล่วงหน้า โดยปฏิบัติตามขั้นตอนเช่นเดียวกันกับการทดลองภาคสนาม (Field Testing) ในการทดลองระยะที่ 1 (หน้า 110 ถึง 113)

2.3 ทำการทดสอบก่อนทดลอง (Pretest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยทดสอบก่อนทดลอง 1 วัน เพื่อวัดพื้นฐานความรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2.4 ดำเนินการทดลอง โดยให้นักเรียนเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองด้วยตนเองใช้ระยะเวลาดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 18 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน วันละ 2 ชั่วโมง จำนวน 36 ชั่วโมง และปฐมนิเทศ จำนวน 2 ชั่วโมง (ไม่รวมกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบก่อนทดลองและหลังทดลอง) ระหว่างดำเนินการทดลองผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลใช้สำหรับการปรับปรุงข้อบกพร่องของชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ต่อไป

2.5 ทำการทดสอบหลังทดลอง (Posttest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนทดลอง หลังสิ้นสุดการทดลองแล้ว 1 วัน โดยใช้สถิติอนพาราเมตริก (Nonparametric Statistics) ใช้วิธีการทดสอบแบบ The Wilcoxon Matched – Pairs – Rank Test วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

2.6 ให้นักเรียนตอบแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ หลังสิ้นสุดการทดลองแล้ว 2 วัน โดยใช้ค่าเฉลี่ย (μ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)

2.7 เก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. คะแนนระหว่างเรียน แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ คะแนนที่เกิดจากการทำใบกิจกรรมหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หน่วยที่ 1-2 คิดเป็นร้อยละ 35 (ให้คะแนนเป็นรายบุคคล) คะแนนจากการทำใบกิจกรรม หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้ที่ 3-4 คิดเป็นร้อยละ 35 (ให้คะแนนเป็นรายกลุ่ม) และคะแนนแบบทดสอบย่อยหลังหน่วยการเรียนรู้ที่ 1-4 คิดเป็นร้อยละ 30 (ให้คะแนนเป็นรายบุคคล)
2. ตรวจสอบให้คะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนทดลองและหลังทดลอง
3. ตรวจสอบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนและแบบประเมินความพึงพอใจหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือเพื่อหาค่าเฉลี่ย (μ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)

2.8 บันทึกผลคะแนนของนักเรียนแต่ละคน พร้อมข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลจากการทดลองมาวิเคราะห์ผลตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ข้อที่ 2 ข้อที่ 3 และข้อที่ 4 และทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบ

3.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองในระยะที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของการใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่

1. วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556 : 10)
2. วิเคราะห์หาค่าดัชนีประเมินประสิทธิผล (The Effectiveness Index : E.I.) (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 159)
3. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการ โดยใช้สถิตินอนพาราเมตริกใช้วิธีทดสอบแบบ The Wilcoxon Matched - Pairs – Rank - Test (สุวิมล ติรภานันท์. 2553 : 40-45)
4. วิเคราะห์แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนเพื่อหาค่าเฉลี่ย (μ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 124-126)
5. วิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจ เพื่อหาค่าเฉลี่ย (μ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 124-126)

3.2.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย (μ) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 124)

$$\mu = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ μ แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
 N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 :

126)

$$\sigma = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N}}$$

เมื่อ σ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 X^2 แทน คะแนนแต่ละตัว
 \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย
 N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม
 \sum แทน ผลรวม

2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัย

สถิติที่ใช้สำหรับทดสอบสมมติฐานการวิจัยของชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือที่ใช้สำหรับประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีดังนี้

2.1 หาค่าประสิทธิภาพโดยใช้สูตร E1/E2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556 : 10)

ดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \quad E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน (คะแนนระหว่างเรียน แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ คะแนนจากการทำใบกิจกรรมหลังการจัดกิจกรรม การเรียนรู้หน่วยที่ 1-2 คิดเป็นร้อยละ 35 (ให้คะแนน เป็นรายบุคคล) คะแนนจากการทำใบกิจกรรม หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้ที่ 3-4 คิดเป็นร้อยละ 35 (ให้คะแนนเป็นรายกลุ่ม) และคะแนน แบบทดสอบย่อยหลังหน่วยการเรียนรู้ที่ 1-4 คิดเป็น ร้อยละ 30 (ให้คะแนนเป็นรายบุคคล)
	A	แทน	คะแนนเต็มระหว่างเรียน
	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน	ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบหลังทดลอง
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังทดลอง
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

2.2 หาค่าดัชนีประสิทธิผล (The Effectiveness Index : E.I.) ใช้สูตรดังนี้
(บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 159)

$$E.I. = \frac{\text{คะแนนทดสอบหลังทดลอง} - \text{คะแนนทดสอบก่อนทดลอง}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{คะแนนทดสอบก่อนทดลอง}}$$

เมื่อ E.I. แทน ค่าดัชนีประสิทธิผล

1.3 หาค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน ใช้สถิตินอนพาราเมตริก
(Nonparametric Statistics) ใช้วิธีทดสอบแบบ The Wilcoxon Matched - Pairs - Rank Test
(สุวิมล ติรกานนท์. 2553 : 40-45)

$$D = Y - X$$

เมื่อ D แทน ค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบ
หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับผลการทดสอบ
ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

X	แทน	คะแนนผลการทดสอบก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
Y	แทน	คะแนนผลการทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและการปรับปรุง (Evaluation and Improve = Development : D₂)

การประเมินผลและปรับปรุงได้ดำเนินการหลังจากนำชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือไปทดลองใช้มีวิธีการดังนี้

4.1 การประเมินผลชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ

4.1.1 จุดประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพจากการทดลองใช้ ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี รายวิชาหุ่นยนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4.1.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน

4.1.2.1 เกณฑ์ในการพิจารณาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ

- มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ .50 ขึ้นไป
- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ สูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ อยู่ในระดับมาก หรืออยู่ในระดับเกณฑ์ที่กำหนด 3.51 ขึ้นไป
- การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ อยู่ในระดับมากหรืออยู่ในระดับเกณฑ์ที่กำหนด 3.51 ขึ้นไป

4.1.2.2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับ

- ด้านรูปเล่ม
- ด้านรูปภาพ
- ด้านเนื้อหา

4.1.3 การประเมินผล ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี รายวิชาหุ่นยนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4.1.3.1 ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และ มีค่าดัชนีประสิทธิผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (.50 ขึ้นไป) นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนโดยชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ มีระดับผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนอยู่ในระดับมากที่สุดและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 3.51 ขึ้นไป และนักเรียนที่เรียนโดยชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 3.51 ขึ้นไป เช่นเดียวกัน

4.1.3.2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ได้ทำการประเมินชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ

- ด้านรูปเล่ม สรุปลผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด คือ รูปแบบปกมีความสวยงามน่าสนใจ และตัวหนังสือมีความชัดเจน อ่านง่าย มีขนาดเหมาะสม สรุปลผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด คือ ลักษณะขนาด สีของตัวอักษร รูปเล่ม เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน
- ด้านรูปภาพ สรุปลผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด คือ รูปภาพที่นำมาใช้มีความถูกต้อง สอดคล้องกับเนื้อหาและการเรียงลำดับภาพกิจกรรมเป็นขั้นตอนเข้าใจง่าย สำหรับสรุปลผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด คือ รูปภาพ องค์ประกอบของรูปภาพได้สัดส่วนเหมาะสม ภาพและคำบรรยายอ่านเข้าใจง่าย ไม่สับสน

- ด้านเนื้อหา สรุปผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุดคือ 1. เนื้อหาในใบความรู้มีการจัดระบบอย่างมีความเหมาะสม เข้าใจได้ง่ายและมีความต่อเนื่อง 2. เนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียน 3. เนื้อหาใบความรู้และใบกิจกรรมใช้สำนวนภาษาเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน 4. เวลาที่กำหนดไว้สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม 5. ใบกิจกรรมมีการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างหลากหลายและน่าสนใจ 6. แบบทดสอบย่อยสามารถใช้วัดและประเมินผลได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ สำหรับการสรุปผลการประเมินอยู่ในระดับมาก คือ 1. เนื้อหาใบความรู้และใบกิจกรรมมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 2. การจัดลำดับในการนำเสนอเนื้อหาเป็นขั้นตอนต่อเนื่องและเหมาะสม

4.2 การปรับปรุงชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ

การประเมินผลการทดลองใช้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ตั้งแต่ในการทดลองระยะที่ 1 จนถึงการทดลองระยะที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงส่วนที่เป็นข้อบกพร่องและข้อสังเกตที่เกิดขึ้นทั้งจากที่ได้รับข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่ได้ทำการประเมินชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ ข้อคิดเห็นของนักเรียน ครูผู้สอนและผู้ปกครองนักเรียน รวมถึงผู้สนใจที่ได้ให้การสนับสนุน ผู้วิจัยได้คิดค้นหาวิธีการปรับปรุงแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องหรือข้อสังเกตต่าง ๆ อย่างพิถีพิถัน เนื่องจากชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือ มีรายละเอียดของเนื้อหาการเรียนรู้และขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นจำนวนมาก การพัฒนาและปรับปรุงจึงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ได้แก่

1. การปรับปรุงเกี่ยวกับเนื้อหาและคำอธิบายภาพต่าง ๆ ที่นักเรียนมีความรู้สึกละเลยหรือความสอดคล้องหรือไม่มีความชัดเจนกับภาพที่ปรากฏในเนื้อหา จึงได้ทำการปรับปรุงข้อความหรือคำอธิบายรูปภาพใหม่ให้มีความเข้าใจได้ง่ายขึ้น
2. การปรับปรุงรูปภาพประกอบการฝึกทักษะปฏิบัติบางขั้นตอนไม่มีความต่อเนื่องของภาพ ทำให้เกิดปัญหาการทำความเข้าใจในขณะปฏิบัติกิจกรรม จึงได้ทำการปรับปรุงเพิ่มเติมรูปภาพของกิจกรรมให้มีความต่อเนื่องสอดคล้องกัน เมื่อนักเรียนอ่านเนื้อหาและดูภาพประกอบแล้วสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น พร้อมทั้งเพิ่มเติมเนื้อหาที่ส่งเสริมทักษะวิธีการใช้งานอุปกรณ์ที่ถูกต้อง
3. ปรับปรุงเนื้อหาที่มีความซ้ำซ้อนกันในบางใบความรู้และปรับลดปริมาณเนื้อหาของใบความรู้ให้มีความสอดคล้องกับระยะเวลาที่ออกแบบไว้
4. ทำการปรับปรุงคำชี้แจงในการทำกิจกรรม ให้มีความละเอียดชัดเจนซึ่งเมื่อนักเรียนอ่านแล้วสามารถเข้าใจได้ง่าย

5. แก้ไขคำผิดในเนื้อหาตามที่นักเรียนได้ตรวจพบในตำแหน่งต่าง ๆ
6. เพิ่มเติมหัวข้อ “สื่อเสริมเพิ่มความรู้” ในใบความรู้ โดยใช้รูปภาพคิวอาร์โค้ด (QR CODE : Quick Response) เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ศึกษาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ โดยนักเรียนสามารถใช้สมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์โมบายอื่น ๆ สแกนรูปภาพคิวอาร์โค้ด จากนั้นระบบก็จะทำการเชื่อมโยงไปยังลิงค์ข้อมูลที่ต้องการซึ่งมีทั้งความรู้ที่เป็นเนื้อหาภาพและวิดีโอประกอบการทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น
7. ปรับปรุงรูปเล่ม ภาพไอคอนบริเวณหัวข้อเนื้อหา และภาพปก ให้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

ซึ่งการปรับปรุงดังกล่าวดังกล่าวมาแล้วข้างต้น เพื่อให้ชุดการเรียนรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการปฏิบัติ ร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) พื้นฐานการสร้างหุ่นยนต์บังคับมือเป็นนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้ที่มีความน่าสนใจและช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ จนสามารถแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการ นอกจากนี้ยังทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้โดยคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น มีความคิดสร้างสรรค์และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติ ถือเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียน ทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ด้านความชำนาญ หรือทักษะปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ