



วิจัยในชั้นเรียน

การพัฒนาทักษะการต่อวงจรนิวเมติกส์โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติร่วมกับใบงาน
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1
ปีการศึกษา 2569 รายวิชา งานนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น

โดย

นายเจตริน อุทโท

แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพวารินชำราบ
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาทักษะการต่อวงจรนิวเมติกส์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติร่วมกับใบงาน และ 2) เปรียบเทียบทักษะการต่อวงจรนิวเมติกส์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพวารินชำราบ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2569 จำนวน 38 คน ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมจำนวน 18 สัปดาห์ รวม 72 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรนิวเมติกส์ ใบงานการต่อวงจรนิวเมติกส์ และแบบประเมินทักษะการต่อวงจรนิวเมติกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และการทดสอบค่าทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน

ผลการวิจัยพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนทักษะการต่อวงจรนิวเมติกส์เฉลี่ย 7.16 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.73 คิดเป็นร้อยละ 23.86 หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 24.68 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.89 คิดเป็นร้อยละ 82.28 โดยมีคะแนนเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 17.53 คะแนน หรือเพิ่มขึ้น 58.42 จุดร้อยละ นักเรียนทั้ง 38 คนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีนักเรียนจำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 97.37 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการทดสอบค่าทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่า $t(37) = 52.71, p < .001$ แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติร่วมกับใบงานสามารถช่วยพัฒนาทักษะการต่อวงจรนิวเมติกส์ของนักเรียนในกลุ่มที่ศึกษาได้อย่างชัดเจน

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษามุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทั้งความรู้ความเข้าใจและทักษะในการปฏิบัติงานที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพได้จริงโดยเฉพาะนักเรียนแผนกวิชาช่างยนต์ซึ่งจำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับระบบควบคุมและระบบส่งกำลังที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมและงานช่างสมัยใหม่

รายวิชางานนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้นเป็นรายวิชาที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะด้านงานช่าง เนื่องจากระบบนิวเมติกส์ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในเครื่องจักร อุปกรณ์อัตโนมัติ และระบบควบคุมต่าง ๆ ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของอุปกรณ์สัญลักษณ์ทางนิวเมติกส์การเลือกใช้อุปกรณ์ตลอดจนสามารถต่อและตรวจสอบวงจรนิวเมติกส์ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

จากการจัดการเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ พบว่าผู้เรียนบางส่วนสามารถอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์ได้แต่ยังมีปัญหาในการนำความรู้ไปใช้ในการปฏิบัติจริง เช่น การจำแนกอุปกรณ์ การอ่านสัญลักษณ์ การเลือกอุปกรณ์ให้เหมาะสม การเชื่อมต่อสายลม การต่อวงจรตามแผนภาพ และการตรวจสอบข้อผิดพลาดของวงจร ส่งผลให้ใช้เวลาในการปฏิบัติงานค่อนข้างมาก และวงจรที่ต่อบางครั้งไม่สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นเพียงการอธิบายหรือการสาธิตของครูอาจไม่เพียงพอต่อการพัฒนาทักษะของผู้เรียน เนื่องจากทักษะด้านงานช่างจำเป็นต้องเกิดจากการลงมือปฏิบัติจริงอย่างเป็นขั้นตอน มีโอกาสทดลองแก้ไขข้อผิดพลาด และฝึกปฏิบัติซ้ำจนเกิดความชำนาญ

ชุดฝึกปฏิบัติเป็นสื่อการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกต่อวงจรจากสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลองโดยสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีเข้ากับการปฏิบัติได้อย่างเป็นรูปธรรมขณะที่ใบงานช่วยกำหนดลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ ตั้งแต่การศึกษาอุปกรณ์ อ่านสัญลักษณ์ วิเคราะห์วงจร วางแผนการปฏิบัติงาน ต่อวงจร ทดสอบและสรุปผลการทำงานเมื่อใช้ชุดฝึกปฏิบัติร่วมกับใบงานจึงคาดว่าจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบ ลดความสับสนระหว่างการปฏิบัติงาน และสามารถพัฒนาทักษะได้อย่างต่อเนื่อง

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาทักษะการต่อวงจรนิวเมติกส์โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติร่วมกับใบงานสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีวพาณิชยกรรม เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถต่อวงจรนิวเมติกส์ได้อย่างถูกต้อง เป็นลำดับขั้น มีความปลอดภัย และสามารถนำความรู้และทักษะที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการเรียนและการประกอบอาชีพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาทักษะการต่อวงจรนิวเมติกส์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติร่วมกับใบงาน
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการต่อวงจรนิวเมติกส์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติร่วมกับใบงาน

1.3 สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติร่วมกับใบงานมีคะแนนทักษะการต่อวงจรนิวเมติกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีวพาณิชยกรรม ที่เรียนรายวิชางานนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น จำนวน 38 คน

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

1. หลักการเบื้องต้นของระบบนิเวศ
2. สัญลักษณ์และหน้าที่ของอุปกรณ์นิเวศ
3. การเตรียมและตรวจสอบอุปกรณ์
4. การต่อวงจรควบคุมกระบอกสูบแบบทางเดียว
5. การต่อวงจรควบคุมกระบอกสูบแบบสองทาง
6. การควบคุมความเร็วของกระบอกสูบ
7. การตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของวงจร
8. ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

1.4.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติร่วมกับใบงาน

ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะการต่อวงจรนิเวศของนักเรียน

1.4.4 ระยะเวลาในการวิจัย

ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2569 ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมจำนวน 18 สัปดาห์ รวม 72 ชั่วโมง

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

ชุดฝึกปฏิบัติ หมายถึง ชุดอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับฝึกการต่อวงจรนิเวศ ซึ่งประกอบด้วยแหล่งจ่ายลม ชุดปรับปรุงคุณภาพลม วาล์วควบคุมทิศทาง กระบอกสูบ สายลม ข้อต่อ และอุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถฝึกปฏิบัติการต่อวงจรได้จริง

ใบงาน หมายถึง เอกสารประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นเพื่อใช้กำกับและส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับจุดประสงค์ อุปกรณ์ที่ใช้ แผนภาพวงจร ขั้นตอนการปฏิบัติ คำถาม และการบันทึกผลการทดลอง

ทักษะการต่อวงจรนิเวศ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการเตรียมอุปกรณ์ อ่านและวิเคราะห์แผนภาพวงจร เลือกใช้อุปกรณ์ ต่อวงจร ทดสอบการทำงาน ตรวจสอบข้อบกพร่อง และปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย ซึ่งวัดจากแบบประเมินทักษะที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นักเรียนมีทักษะในการต่อวงจรนิเวศสูงขึ้น
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีกับการปฏิบัติจริงได้ดีขึ้น
3. นักเรียนสามารถตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดของวงจรนิเวศเบื้องต้นได้
4. ครูผู้สอนได้แนวทางในการจัดกิจกรรมที่เน้นการฝึกปฏิบัติอย่างเป็นระบบ
5. ได้ชุดฝึกปฏิบัติและใบงานที่สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชานิเวศและไฮดรอลิกส์เบื้องต้นในครั้งต่อไปได้

บทที่ 2

เอกสารและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนาทักษะการต่อวงจรนิวเมติกส์โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติร่วมกับใบงาน ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดและเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือวัดผล โดยแบ่งสาระสำคัญออกเป็นหัวข้อต่อไปนี้

2.1 การจัดการเรียนรู้อาชีวศึกษาและการพัฒนาทักษะปฏิบัติ

การจัดการอาชีวศึกษามีเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพ การเรียนรู้จึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง ฝึกแก้ปัญหา และเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับสถานการณ์งานจริง การประเมินผลควรสะท้อนความสามารถในการปฏิบัติงาน ไม่จำกัดเฉพาะการวัดความรู้เชิงทฤษฎี

สำหรับงานช่าง ทักษะปฏิบัติเกิดจากการเรียนรู้ขั้นตอนที่ถูกต้อง การฝึกซ้ำ การได้รับข้อมูลย้อนกลับ และการแก้ไขความผิดพลาด ผู้เรียนจึงควรได้รับกิจกรรมที่มีลำดับจากง่ายไปยาก และมีเกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน เพื่อให้สามารถติดตามพัฒนาการของตนเองได้

2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบนิวเมติกส์

ระบบนิวเมติกส์เป็นระบบที่ใช้อากาศอัดเป็นตัวกลางในการส่งกำลังและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ จุดเด่นของระบบคือมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน ตอบสนองรวดเร็ว และเหมาะกับงานอัตโนมัติหลายประเภท องค์ประกอบพื้นฐานประกอบด้วยแหล่งจ่ายลม ชุดปรับปรุงคุณภาพลม อุปกรณ์ควบคุมทิศทาง อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหล กระบอกสูบ สายลม และข้อต่อ

ผู้เรียนที่ศึกษาระบบนิวเมติกส์จำเป็นต้องเข้าใจสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ อ่านแผนภาพวงจรวิเคราะห์ลำดับการทำงาน เลือกอุปกรณ์ได้เหมาะสม และสามารถต่อวงจรจริงให้ทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนด รวมทั้งมีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้อากาศอัด

2.3 การเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติ

การเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนสร้างความเข้าใจจากประสบการณ์ตรง การลงมือทำช่วยให้ผู้เรียนเห็นผลของการกระทำและเชื่อมโยงแนวคิดเชิงทฤษฎีกับผลที่เกิดขึ้นจริง ในการฝึกต่อวงจรนิวเมติกส์ ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีจากการทำงานหรือไม่ทำงานของวงจร ทำให้สามารถตรวจสอบสมมติฐานและแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง

กระบวนการดังกล่าวยังช่วยส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ เนื่องจากผู้เรียนต้องวิเคราะห์แผนภาพเตรียมอุปกรณ์ วางแผนขั้นตอน ต่อวงจร ทดสอบ และตรวจสอบข้อผิดพลาด การฝึกซ้ำในสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยจะช่วยเพิ่มความคล่องแคล่วและความมั่นใจในการปฏิบัติงาน

2.4 ชุดฝึกปฏิบัติ

ชุดฝึกปฏิบัติเป็นสื่อที่จำลองหรือจัดเตรียมสภาพการทำงานให้ผู้เรียนสามารถทดลองและฝึกทักษะได้อย่างเป็นรูปธรรม ชุดฝึกที่ดีควรสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีอุปกรณ์ที่เพียงพอใช้งานและตรวจสอบได้สะดวก มีความปลอดภัย และสามารถจัดกิจกรรมได้หลายระดับความยาก

การใช้ชุดฝึกในการเรียนวิชานิวเมติกส์ทำให้ผู้เรียนได้สัมผัสอุปกรณ์จริง เห็นความสัมพันธ์ระหว่างสัญลักษณ์กับอุปกรณ์ และเข้าใจลำดับการทำงานของวงจรจากผลที่เกิดขึ้นจริง จึงเหมาะกับการพัฒนาทักษะที่ต้องการความถูกต้องและความชำนาญ

2.5 ใบงานเพื่อกำกับการเรียนรู้

ใบงานเป็นเครื่องมือที่ช่วยจัดลำดับกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนดำเนินงานอย่างเป็นขั้นตอน โดยสามารถระบุจุดประสงค์ รายการอุปกรณ์ แผนภาพวงจร ขั้นตอนการปฏิบัติ คำถามชวนคิด และพื้นที่สำหรับบันทึกผล ใบงานจึงทำหน้าที่ทั้งเป็นแนวทางในการปฏิบัติและเป็นหลักฐานการเรียนรู้ของผู้เรียน

เมื่อใช้ใบงานร่วมกับชุดฝึก ผู้เรียนสามารถตรวจสอบขั้นตอนของตนเอง ลดความสับสนระหว่างการปฏิบัติงาน และกลับมาทบทวนส่วนที่ยังไม่เข้าใจได้ นอกจากนี้ ครูยังสามารถใช้ใบงานเป็นเครื่องมือสังเกตกระบวนการคิดและจุดบกพร่องของผู้เรียนได้

2.6 การประเมินทักษะปฏิบัติ

การประเมินทักษะปฏิบัติควรพิจารณาทั้งความถูกต้องของผลลัพธ์และกระบวนการทำงาน เช่น การเตรียมอุปกรณ์ การอ่านแผนภาพ การเลือกใช้อุปกรณ์ การต่อวงจร การทดสอบและแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนความปลอดภัยและความเป็นระเบียบการกำหนดเกณฑ์คะแนนเป็นระดับช่วยให้การประเมินมีความชัดเจนและสามารถสะท้อนความสามารถของผู้เรียนได้เป็นรายด้าน

2.7 กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดของการวิจัยกำหนดให้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติร่วมกับใบงานเป็นตัวแปรต้น และทักษะการต่อวงจรนิเวติกส์เป็นตัวแปรตาม กระบวนการเรียนรู้ประกอบด้วยการศึกษาอุปกรณ์ การอ่านและวิเคราะห์วงจร การวางแผน การต่อวงจร การทดสอบ การตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาด และการสรุปผล

ตัวแปรต้น	กระบวนการเรียนรู้	ตัวแปรตาม
ชุดฝึกปฏิบัติร่วมกับใบงาน	ศึกษาอุปกรณ์ → อ่านวงจร → วางแผน → ต่อวงจร → ทดสอบ → ตรวจสอบ/แก้ไข → สรุปผล	ทักษะการต่อวงจรนิเวติกส์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยในชั้นเรียน โดยใช้รูปแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ (One-Group Pretest-Posttest Design) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของทักษะการต่อวงจรนิวมेटิกส์ของผู้เรียน รูปแบบการทดลองเขียนได้เป็น $O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$ โดย O_1 หมายถึง การประเมินทักษะก่อนเรียน X หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติร่วมกับใบงาน และ O_2 หมายถึง การประเมินทักษะหลังเรียน

3.2 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพวารินชำราบ ที่เรียนรายวิชางานนิวมेटิกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น จำนวน 38 คน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรนิวมेटิกส์
2. ใบงานการต่อวงจรนิวมेटิกส์ จำนวน 4 ใบงาน
3. แบบประเมินทักษะการต่อวงจรนิวมेटิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน

3.4 ใบงานที่ใช้ในการจัดกิจกรรม

ใบงาน	หัวข้อ	สาระสำคัญ
1	รู้จักอุปกรณ์และสัญลักษณ์นิวมेटิกส์	ศึกษาอุปกรณ์จริง จับคู่ชื่อกับสัญลักษณ์และอธิบายหน้าที่
2	การต่อวงจรควบคุมกระบอกสูบพื้นฐาน	ฝึกต่อวงจรตามแผนภาพและทดสอบการทำงาน
3	การควบคุมทิศทางและความเร็วของกระบอกสูบ	ฝึกต่อวาล์วและอุปกรณ์ ควบคุมความเร็วพร้อมสังเกตผล
4	การวิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของวงจร	ตรวจหาสาเหตุและแก้ไขวงจรจากสถานการณ์ที่กำหนด

3.5 แบบประเมินทักษะการปฏิบัติงาน

แบบประเมินทักษะกำหนดคะแนนเต็ม 30 คะแนน แบ่งออกเป็น 6 ด้าน ด้านละ 5 คะแนน ได้แก่ การเตรียมอุปกรณ์ การอ่านและวิเคราะห์แผนภาพวงจร การเลือกใช้อุปกรณ์ การต่อวงจรอย่างถูกต้อง การทดสอบและแก้ไขข้อบกพร่อง และความปลอดภัยและความเป็นระเบียบในการปฏิบัติงาน

ระดับคะแนน	เกณฑ์การประเมิน
5	ปฏิบัติได้ถูกต้องครบถ้วนด้วยตนเอง
4	ปฏิบัติได้ถูกต้องเกือบทั้งหมด มีข้อผิดพลาดเล็กน้อย
3	ปฏิบัติได้ แต่ต้องได้รับคำแนะนำบางส่วน
2	ปฏิบัติได้บางส่วนตอนและต้องได้รับคำแนะนำอย่างใกล้ชิด
1	ปฏิบัติได้เพียงเล็กน้อย
0	ไม่สามารถปฏิบัติได้

กำหนดเกณฑ์ผ่านที่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม หรืออย่างน้อย 21 คะแนนจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน

3.6 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาปัญหาและวิเคราะห์สภาพการจัดการเรียนรู้
2. ศึกษาเนื้อหาและกำหนดทักษะที่ต้องการพัฒนา
3. สร้างชุดฝึกปฏิบัติและใบงาน
4. สร้างแบบประเมินทักษะการต่อวงจรนิเวติิกส์
5. ประเมินทักษะของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรม
6. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติร่วมกับใบงาน
7. ประเมินทักษะหลังการจัดกิจกรรม
8. นำคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์
9. สรุปและอภิปรายผล

3.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยประเมินทักษะการต่อวงจรนิเวติิกส์ก่อนเรียนจากนั้นดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามใบงานและชุดฝึกปฏิบัติเมื่อสิ้นสุดกิจกรรมจึงประเมินทักษะหลังเรียนด้วยเกณฑ์เดียวกันและบันทึกคะแนนรายบุคคลเพื่อนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบ

3.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยค่าเฉลี่ย (Mean)
2. วิเคราะห์การกระจายของคะแนนด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
3. คำนวณร้อยละของคะแนนและร้อยละของผู้ผ่านเกณฑ์
4. คำนวณคะแนนพัฒนาการจากผลต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนและก่อนเรียน
5. เปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการทดสอบค่าทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน (Paired Samples t-test)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้นำคะแนนทักษะการต่อวงจรนิวมेटิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนจำนวน 38 คนมาวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ คะแนนพัฒนาการ และการทดสอบค่าทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน โดยมีผลดังต่อไปนี้

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- N แทน จำนวนผู้เรียน
- $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย
- S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบค่าที
- p แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

4.2 ผลการประเมินทักษะการต่อวงจรนิวมेटิกส์เป็นรายบุคคล

ตารางที่ 4.1 คะแนนทักษะการต่อวงจรนิวมेटิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนรายบุคคล

ลำดับ	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนเพิ่มขึ้น
1	6	20	14
2	9	27	18
3	6	25	19
4	8	24	16
5	6	22	16
6	6	21	15
7	9	26	17
8	7	25	18
9	10	28	18
10	8	26	18
11	7	24	17
12	9	25	16
13	8	23	15
14	7	25	18
15	6	24	18
16	8	27	19
17	9	26	17

ลำดับ	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนเพิ่มขึ้น
18	8	23	15
19	5	25	20
20	7	28	21
21	8	24	16
22	6	26	20
23	4	22	18
24	8	24	16
25	4	26	22
26	5	25	20
27	11	27	16
28	6	23	17
29	9	24	15
30	5	24	19
31	4	25	21
32	8	27	19
33	10	26	16
34	6	25	19
35	8	22	14
36	6	24	18
37	8	23	15
38	7	27	20
เฉลี่ย	7.16	24.68	17.53

จากตารางที่ 4.1 พบว่า นักเรียนจำนวน 38 คนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนทุกคน คิดเป็นร้อยละ 100 โดยคะแนนพัฒนาการเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 14–22 คะแนน และมีคะแนนเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 17.53 คะแนนแสดงให้เห็นว่าภายหลังการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนทุกคนมีพัฒนาการด้านทักษะการต่อวงจรนิวเมติกส์ในทิศทางที่ดีขึ้น

4.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

การประเมิน	N	คะแนนเต็ม	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ
ก่อนเรียน	38	30	4	11	7.16	1.73	23.86
หลังเรียน	38	30	20	28	24.68	1.89	82.28

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนทักษะเฉลี่ย 7.16 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.73 คิดเป็นร้อยละ 23.86 โดยมีคะแนนต่ำสุด 4 คะแนน และสูงสุด 11 คะแนน หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 24.68 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.89 คิดเป็นร้อยละ 82.28 โดยมีคะแนนต่ำสุด 20 คะแนน และสูงสุด 28 คะแนน

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 17.53 คะแนน หรือเพิ่มขึ้น 58.42 จุดร้อยละแสดงให้เห็นว่าทักษะการต่อวงจรนิวเมติกส์ของนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้สูงขึ้น อย่างชัดเจน

4.4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนด้วยสถิติทดสอบค่าที

ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะก่อนเรียนและหลังเรียน

การประเมิน	N	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ผลต่างเฉลี่ย	t	df	p
ก่อนเรียน	38	7.16	1.73				
หลังเรียน	38	24.68	1.89	17.53	52.71	37	< .001

จากตารางที่ 4.3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 24.68 คะแนน สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนซึ่งเท่ากับ 7.16 คะแนน โดยมีผลต่างเฉลี่ย 17.53 คะแนน เมื่อทดสอบด้วยสถิติ t-test สำหรับ กลุ่ม ตัวอย่างที่ สัมพันธ์กัน พบว่า $t(37) = 52.71$, $p < .001$ แสดงว่าคะแนนทักษะหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

4.5 ผลการประเมินตามเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 4.4 จำนวนนักเรียนที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์หลังเรียน

ผลการประเมิน	เกณฑ์คะแนน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ผ่านเกณฑ์	21-30	37	97.37
ไม่ผ่านเกณฑ์	ต่ำกว่า 21	1	2.63
รวม		38	100.00

จากตารางที่ 4.4 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 97.37 และมีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.63 โดยผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ได้ 20 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์เพียง 1 คะแนน และยังมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างชัดเจน

4.6 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ก่อนเรียน นักเรียนมีคะแนนทักษะเฉลี่ย 7.16 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 23.86
2. หลังเรียน นักเรียนมีคะแนนทักษะเฉลี่ย 24.68 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.28
3. คะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนเฉลี่ย 17.53 คะแนน หรือ 58.42 จุดร้อยละ

4. นักเรียนทั้ง 38 คน หรือร้อยละ 100 มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
5. นักเรียนจำนวน 37 คน หรือร้อยละ 97.37 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
6. คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย $t(37) = 52.71, p < .001$

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาทักษะการต่อวงจรนิวเมติกส์โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติร่วมกับใบงาน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพวารินชำราบ เป็นการวิจัยในชั้นเรียนที่มุ่งพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียนโดยให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง ร่วมกับใบงานที่กำหนดขั้นตอนอย่างเป็นระบบ

5.2 สรุปผลการวิจัย

5.2.1 ผลการพัฒนาทักษะการต่อวงจรนิวเมติกส์

ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนทักษะเฉลี่ย 7.16 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 23.86 หลังการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 24.68 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.28 โดยคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 17.53 คะแนน หรือ 58.42 จุดร้อยละ และนักเรียนทั้ง 38 คนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน

5.2.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการทดสอบค่าทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กันพบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดย $t(37) = 52.71, p < .001$ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

5.2.3 ผลการประเมินตามเกณฑ์ร้อยละ 70

หลังการจัดการเรียนรู้มีนักเรียนจำนวน 37 คน จากทั้งหมด 38 คน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 97.37 และมีนักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.63 โดยนักเรียนดังกล่าวได้ 20 คะแนน ต่ำกว่าเกณฑ์ผ่าน 1 คะแนน แต่ยังมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน

5.3 อภิปรายผล

5.3.1 นักเรียนมีทักษะการต่อวงจรนิวเมติกส์หลังเรียนสูงขึ้น

ผลการวิจัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยเพิ่มจากร้อยละ 23.86 เป็นร้อยละ 82.28 แสดงให้เห็นว่าหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติร่วมกับใบงาน นักเรียนสามารถปฏิบัติการต่อวงจรนิวเมติกส์ได้ดีขึ้นอย่างชัดเจน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเรียนด้านงานช่างจำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์ตรง ผู้เรียนได้สัมผัสอุปกรณ์ เลือกใช้อุปกรณ์ ต่อสายลม ตรวจสอบวงจร ทดลองการทำงาน และแก้ไขข้อผิดพลาดด้วยตนเอง จึงช่วยให้เกิดความเข้าใจและทักษะที่ชัดเจนกว่าการเรียนจากคำอธิบายเพียงอย่างเดียว

5.3.2 ใบงานช่วยให้กระบวนการฝึกปฏิบัติเป็นระบบ

การใช้ใบงานควบคู่กับชุดฝึกช่วยให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมอย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่ศึกษาอุปกรณ์ อ่านและวิเคราะห์แผนภาพ เลือกอุปกรณ์ วางแผนการต่อวงจร ลงมือปฏิบัติ ทดสอบระบบ ตรวจสอบข้อผิดพลาดและสรุปผลลักษณะดังกล่าวช่วยลดความสับสนและทำให้ผู้เรียนสามารถทบทวนขั้นตอนได้ด้วยตนเอง

5.3.3 การฝึกปฏิบัติช่วยพัฒนาความชำนาญ

นักเรียนทั้ง 38 คนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีคะแนนเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 14–22 คะแนน สะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการอย่างต่อเนื่องการฝึกปฏิบัติและได้รับข้อมูลย้อนกลับทันทีจากผลการทำงานของวงจร ช่วยให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบการต่อสาย ตำแหน่งวาล์ว การเลือกใช้อุปกรณ์ และลำดับการทำงาน เมื่อฝึกซ้ำ ความผิดพลาดจึงมีแนวโน้มลดลง และความมั่นใจเพิ่มขึ้น

5.3.4 ผู้เรียนส่วนใหญ่บรรลุเกณฑ์ที่กำหนด

นักเรียนร้อยละ 97.37 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนเกือบทั้งหมดพัฒนาทักษะถึงระดับที่กำหนด อย่างไรก็ตาม มีนักเรียน 1 คนที่ได้ 20 คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์เพียง 1 คะแนน จึงควรจัดกิจกรรมซ่อมเสริมหรือฝึกเพิ่มเติมเฉพาะจุด เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุเกณฑ์ได้ครบถ้วน

5.3.5 ผลการทดสอบทางสถิติ

คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย $t(37) = 52.71, p < .001$ แสดงว่าความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียนในกลุ่มที่ศึกษามีขนาดมากเมื่อเทียบกับความแปรปรวนของคะแนนพัฒนาการ อย่างไรก็ตาม การวิจัยนี้ใช้รูปแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังโดยไม่มีกลุ่มควบคุม จึงควรตีความผลภายในขอบเขตของกลุ่มผู้เรียนและบริบทการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ ไม่ควรสรุปว่าการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดเกิดจากชุดฝึกและใบงานเพียงปัจจัยเดียว

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ควรใช้ชุดฝึกปฏิบัติร่วมกับใบงานเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีกับการปฏิบัติจริง
2. ควรจัดกิจกรรมจากวงจรง่ายไปสู่วงจรที่ซับซ้อนขึ้นตามลำดับ
3. ควรให้นักเรียนมีโอกาสดมมือปฏิบัติด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยครูทำหน้าที่ให้คำแนะนำ
4. เมื่อวงจรไม่ทำงาน ควรให้ผู้เรียนตรวจสอบและวิเคราะห์สาเหตุด้วยตนเองก่อน
5. ควรจัดชุดฝึกและอุปกรณ์ให้เพียงพอต่อจำนวนผู้เรียน
6. ควรตรวจสอบความพร้อมของสายลม ข้อต่อ วาล์ว และอุปกรณ์ก่อนการจัดกิจกรรม
7. ควรเน้นย้ำเรื่องความปลอดภัยในการใช้ระบบลมอัดทุกครั้ง
8. นักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ควรได้รับการฝึกซ่อมเสริมเป็นรายบุคคล

5.4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษากับนักเรียนในระดับหรือสาขาวิชาอื่นเพื่อพิจารณาความเหมาะสมในบริบทที่แตกต่างกัน
2. ควรพัฒนากิจกรรมให้ครอบคลุมวงจรที่ซับซ้อนขึ้นเช่นวงจรควบคุมหลายกระบอกสูบลมหรือวงจรทำงานตามลำดับ
3. ควรศึกษาการใช้โปรแกรมจำลองวงจรนิเมติกส์ร่วมกับชุดฝึกจริง
4. ควรศึกษาความสามารถในการวิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของวงจรเป็นตัวแปรเฉพาะ
5. ควรประเมินความคงทนของทักษะหลังสิ้นสุดการเรียนรู้ 2-4 สัปดาห์
6. หากต้องการศึกษาผลเชิงสาเหตุให้ชัดเจนขึ้น ควรพิจารณารูปแบบที่มีกลุ่มเปรียบเทียบหรือกลุ่มควบคุม

5.5 ข้อจำกัดของการวิจัย

1. การวิจัยศึกษากับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างยนต์ จำนวน 38 คน ในบริบทของวิทยาลัยการอาชีวศึกษาราชบุรี การนำผลไปอ้างอิงกับกลุ่มอื่นควรพิจารณาความแตกต่างของบริบท
2. การวิจัยใช้รูปแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังโดยไม่มีกลุ่มควบคุมจึงไม่สามารถแยกผลจากปัจจัยอื่นที่อาจเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกันได้อย่างสมบูรณ์
3. ผลการวิจัยสะท้อนทักษะในช่วงหลังสิ้นสุดกิจกรรม ยังไม่ได้ประเมินความคงอยู่ของทักษะในระยะยาว
4. ประสิทธิภาพของการฝึกอาจได้รับอิทธิพลจากจำนวนและสภาพของชุดฝึก ความพร้อมของอุปกรณ์ระยะเวลา และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

5.6 สรุปสาระสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ภายหลังจากจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติร่วมกับใบงาน นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่2แผนกวิชาช่างยนต์มีคะแนนทักษะการต่อวงจรนิวเมติกส์สูงขึ้นจากก่อนเรียนอย่างชัดเจน คะแนนเฉลี่ยเพิ่มจาก 7.16 คะแนน หรือร้อยละ 23.86 เป็น 24.68 คะแนน หรือร้อยละ 82.28 นักเรียนทุกคนมีคะแนนสูงขึ้นและร้อยละ 97.37 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดผลการทดสอบทางสถิติพบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดย $t(37) = 52.71$, $p < .001$ ผลดังกล่าวสนับสนุนการใช้ชุดฝึกปฏิบัติร่วมกับใบงานเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาทักษะการต่อวงจรนิวเมติกส์อย่างเป็นขั้นตอน