การพัฒนาชุดการสอนการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซี

ณัฏฐ์ สิริวรรธนานนท์[1] นุชชฎา เกาะไพศาลสุขวัฒนา[2] และ ทรงธรรม ดีวาณิชสกุล[3*]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซี กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล (ต่อเนื่อง) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลสุวรรณภูมิ ชั้นปีที่ 2 จำนวน 22 คน โดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดการสอนการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซี แบบทดสอบภาคทฤษฎี และแบบทดสอบภาคปฏิบัติ การดำเนินการวิจัยเริ่มจากทดสอบพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นจึงดำเนินการสอนด้วยชุดการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งในระหว่างการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้ทำแบบฝึกหัด และฝึกปฏิบัติตามใบงานประลอง เมื่อเรียนจบทุกหัวข้องานแล้วจึงให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบภาคทฤษฎี และแบบทดสอบภาคปฏิบัติอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย การทดสอบค่าที และการทดสอบประสิทธิภาพ ผลการวิจัยพบว่าชุดการสอนมีประสิทธิภาพภาคทฤษฎีเท่ากับ 84.39/80.15 และภาคปฏิบัติเท่ากับ 85.23/82.73 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

คำสำคัญ: ชุดการสอน; นิวแมติกส์; พีแอลซี

รับพิจารณา: 1 มิถุนายน 2565
แก้ไข: 3 สิงหาคม 2565
ตอบรับ: 30 สิงหาคม 2565

[1] อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
[2] อาจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[3] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. +668 1617 7476 อีเมล: songtham_d@rmutt.ac.th

Technical Education Journal : King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Vol. 13 No. 2 May - August 2022

Development of Instructional Package on Pneumatic Control using PLC

Natt Siriwattananon[1] Nuchchada Kohpeisansukwattana[2] and Songtham Deewanichsakul[3*]

Abstract

The purposes of this study were to develop an instructional package on pneumatic control using PLC and to find the efficiency value of this newly developed instructional package. The samples used in this study comprised 22 second-year students majoring in Mechanical Technology (Continuing Program), Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, and were selected by using the purposive sampling technique. The tools used in this study consisted of the instructional package on pneumatic control using PLC, the theory test, and the practical test. The experimental process began with testing the students' basic knowledge by using the pre-test. Then they were taught with the developed instructional package. During the learning process, they had to do exercises and practice following the given worksheets. After finishing every learning topic, they were tested both in theoretical and practical parts. The scores derived from the exercises and the post-test were used to calculate the efficiency value of the instructional package. The following statistical measures, namely, the percentage, the arithmetic mean, the t-test, and the efficiency value, were used to analyze the collected data. The results showed that the developed instructional package had a theoretical efficiency value of 84.39/80.15 and the practical efficiency value of 85.23/82.73, each of which was higher than the set criterion of 80/80.

Keywords: Instructional Package, Pneumatics, PLC

Received: June 1, 2022
Revised: August 3, 2022
Accepted: August 30, 2022

[1] Lecturer, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
[2] Lecturer, Department of Technological Education and Information, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok
[3] Assistant Professor, Department of Technical Education, Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi
[*] Corresponding Author, Tel. +668 1617 7476 e-mail: songtham_d@rmutt.ac.th

1. บทนำ

เป้าหมายของแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2560 – 2579) โดยสร้างความเชี่ยวชาญและความเป็นเลิศของสถานศึกษาในการผลิตและพัฒนากำลังคนที่ตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงานและการพัฒนาประเทศรวมทั้งความท้าทายที่เป็นพลวัตของโลกศตวรรษที่21 [1] ตามนโยบายประเทศไทย 4.0 การพัฒนามนุษย์เป็นปัจจัยในลำดับแรกๆที่รัฐบาลให้ความสำคัญโดยสร้างให้คนไทย ที่มีความพร้อมที่จะเรียนรู้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด พัฒนาความคิดสร้างสรรค์และศักยภาพรองรับเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมใหม่ แต่ประเทศไทยยังขาดทักษะ ความรู้ความเชี่ยวชาญมากพอ [2] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ มีเป้าหมายผลิตบัณฑิตครูวิชาชีพและนักเทคโนโลยีที่มีคุณภาพและการพัฒนากำลังคนให้ตรงตามความต้องการของประเทศ โดยจัดการศึกษาวิชาชีพและเทคโนโลยีขั้นสูงที่เน้นการปฏิบัติสร้างอัตลักษณ์นักศึกษาให้เป็นบัณฑิตนักปฏิบัติตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงานและการพัฒนาประเทศ [3] ดังนั้นหลักสูตรหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต จึงต้องพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลง เพื่อให้ผู้สำเร็จการศึกษามีความพร้อมในการแข่งขันในตลาดแรงงานตรงตามความต้องการของผู้ใช้บัณฑิตและความต้องการทางเศรษฐกิจของประเทศ

อย่างไรก็ดี วิชาการควบคุมอัตโนมัติเป็นวิชาหนึ่งในหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล (ต่อเนื่อง) หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2560 โดยมีคำอธิบายรายวิชา คือ หลักการพื้นฐานระบบควบคุมอัตโนมัติพื้นฐานของระบบนิวแมติกส์ ไฮดรอลิกและไฟฟ้า ทฤษฎีการควบคุมอัตโนมัติ ลักษณะและวิธีการของเซนเซอร์ ที่ใช้อนาล็อกและดิจิตอลที่เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ตลอดจนไฮดรอลิกส์ นิวแมติกส์ และการควบคุมการทำงานด้วย PLC การประยุกต์ใช้งานระบบควบคุมอัตโนมัติในงานวิศวกรรม [4] จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นการจัดการเรียนการสอนรายวิชาดังกล่าว พบว่า ครูผู้สอนส่วนมากใช้วิธีการสอน คือ สอนทฤษฎีและนำเอาทฤษฎีที่ได้เรียนรู้มาวิเคราะห์ ออกแบบวงจรและทดลองการทำงานด้วยโปรแกรมจำลองการทำงาน (FluidSIM) หลังจากนั้นทำการทดลองต่อวงจรที่ออกแบบกับแผงฝึกประลอง เพื่อเป็นการยืนยันว่าสิ่งที่ผู้เรียนได้คิดและออกแบบมานั้นสามารถทำงานได้จริงตามเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่ ซึ่งนักศึกษาสามารถเรียนรู้ และปฏิบัติการประลองได้ดีในส่วนของการควบคุมนิวแมติกส์พื้นฐาน และการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยไฟฟ้า ส่วนการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซีนั้นผู้เรียนยังไม่เข้าใจหลักการทำงานของระบบควบคุม และยังไม่สามารถเขียนโปรแกรมคำสั่งควบคุมการทำงานร่วมกับอุปกรณ์ตามเงื่อนไขตามที่กำหนดได้ โดยจะสามารถเขียนโปรแกรมคำสั่งควบคุมได้เฉพาะในส่วนที่เป็นคำสั่งพื้นฐานเท่านั้น จากการสอบถามสาเหตุที่ทำให้นักศึกษาขาดความเข้าใจในเรื่องดังกล่าว คือ ผู้เรียนที่เข้ามาศึกษาในหลักสูตรอุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเครื่องกลเป็นผู้ที่สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาช่างยนต์ ดังนั้นนักศึกษาจึงขาดพื้นฐานความรู้การควบคุมทางไฟฟ้าและไม่เคยเรียนคำสั่งพีแอลซีมาก่อน ทำให้ขาดความเข้าใจในการประยุกต์ใช้คำสั่งต่าง ๆ มาใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ตลอดจนขาดสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน สอดคล้องกับสุจิตรา [5] ที่ได้พบปัญหาการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมว่า ผู้เรียนขาดความรู้พื้นฐานทำให้ไม่เข้าใจหลักการทำงานของระบบควบคุม ตลอดจนไม่สามารถออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานในงานอุตสาหกรรมได้ อีกทั้งยังขาดสื่อการเรียนการสอนที่จะสามารถสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนสัมผัสและมองเห็นการทำงานได้อย่างไรก็ดีการควบคุมด้วยพีแอลซี (PLC) เป็นเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ ซึ่งนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกลจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ และต้องสามารถเขียนโปรแกรมคำสั่งควบคุมการทำงานเครื่องจักรและอุปกรณ์ได้ ซึ่งถือได้ว่าเป็นสมรรถนะที่สำคัญและมีประโยชน์อย่างยิ่งกับนักศึกษา ด้วยเหตุนี้จึงควรที่จะหาแนวทางเพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ได้ครบตามที่หลักสูตรกำหนดไว้โดยการพัฒนาชุดการสอน เรื่อง การควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซีขึ้นมา เพื่อใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาดังกล่าว ซึ่งชุดการสอนนั้นเป็นกระบวนการสอนแบบอาศัยสื่อผสมที่สอดคล้องกับเนื้อหา และประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาช่วยเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้

ของผู้เรียนให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ [6] สอดคล้องกับวัชรินทร์ [7] ที่ว่า ชุดการสอนเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะการเรียนการสอนทางด้านช่างเทคนิคหรือวิศวกรรมต้องอาศัยสื่อกลางที่ช่วยให้สื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอนดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนให้สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการ

จากประเด็นปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาชุดการสอนการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซีขึ้นทั้งนี้เพื่อให้ได้ชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน และพัฒนาผู้เรียนที่เรียนในรายวิชาดังกล่าวให้มีความสามารถประยุกต์ความรู้และทักษะทางวิชาชีพได้ต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาชุดการสอนการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซี

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพชุดการสอนการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซี

3. สมมติฐานของการวิจัย

ชุดการสอนระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วยพีแอลซีที่พัฒนา ขึ้นสามารถใช้ในการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ชุดการสอนการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซี ประกอบด้วย คู่มือครู ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด สื่อการสอน ใบประลอง และแบบทดสอบ ประกอบด้วย 8 หัวข้องาน เขียนโปรแกรม ดังนี้

4.1.1 การใช้คำสั่ง LOAD/ LOAD NOT

4.1.2 การใช้คำสั่ง AND/ AND NOT

4.1.3 การใช้คำสั่ง OR/ OR NOT

4.1.4 การใช้คำสั่ง OUT

4.1.5 การใช้คำสั่ง TIM (Timer)

4.1.6 การใช้คำสั่ง CNT (Counter)

4.1.7 การใช้คำสั่ง SET/ RST

4.1.8 งานเขียนโปรแกรมโดยประยุกต์ใช้คำสั่งควบคุมอัตโนมัติ

4.2 กลุ่มตัวอย่างการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล (ต่อเนื่อง) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ปีการศึกษา 2564 ชั้นปีที่ 2 จำนวน 22 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

4.3 ด้านเวลา ระยะเวลาในการวิจัยระหว่างภาคเรียนที่ 2/2564 เดือนพฤศจิกายน 2564 - เดือนมีนาคม 2565

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นชุดการสอนการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซี แบบทดสอบภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

6. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental Research) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซี โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

6.1 ศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

6.1.1 ศึกษาข้อมูล และวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา ระบบควบคุมอัตโนมัติ หลักสูตรอุตสาหกรรมบัณฑิต พุทธศักราช 2560 ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะตรงตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

6.1.2 วิเคราะห์งาน โดยศึกษาจากแหล่งข้อมูล เช่น เอกสาร หนังสือ ตำรา ผู้เชี่ยวชาญ และประสบการณ์ผู้สอน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์รายการงานให้สอดคล้องกับหลักสูตรรายวิชา จากนั้นจึงวิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงานตลอดจนความรู้และทักษะที่ต้องการในแต่ละงาน ทั้งนี้เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่จะนำมาสร้างเป็นชุดการสอน [8] และ [9]

6.1.3 ประเมินความเหมาะสมรายละเอียดของรายการงาน ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ความรู้ และทักษะที่ต้องการในแต่ละงาน โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชางานนิวเมติกส์และพีแอลซี จำนวน 5 คน ทั้งนี้เพื่อให้ได้ขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างชุดการสอน จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

6.2 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นชุดการสอนการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซี โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการสร้างดังนี้

6.2.1 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และนำมากำหนดขอบเขตของเนื้อหา สื่อ การวัดและประเมินผลตลอดจนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

6.2.2 สร้างชุดการสอน ประกอบด้วย คู่มือครู ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด ใบประลอง สื่อ และแบบทดสอบ

6.2.3 ประเมินชุดการสอน โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาวิชานิวแมติกส์ และพีแอลซี จำนวน 5 คน รายละเอียดมีดังนี้

6.2.3.1 ประเมินความเหมาะสมของชุดการสอน และนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขชุดการสอนให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

6.2.3.2 ประเมินแบบทดสอบ โดยการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ (IOC: Index of Consistency) ปรากฏว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.6–1.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 0.5

6.2.4 ทดลองใช้ชุดการสอนกับกลุ่มทดลอง จำนวน 5 คน เพื่อศึกษาข้อบกพร่องทางด้านการสอน เนื้อหา สื่อ และภาษาที่ใช้ ตลอดจนกิจกรรมการเรียนการสอน และนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขชุดการสอนก่อนนำไปใช้จริงต่อไป

6.2.5 ได้ชุดการสอนการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซีฉบับสมบูรณ์

6.3 การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนมีรายละเอียด ดังนี้

6.3.1 ทดสอบก่อนเรียน เพื่อทดสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียนด้วยการทำแบบทดสอบก่อนเรียน

6.3.2 ดำเนินการสอนด้วยชุดการสอนที่สร้างขึ้น เมื่อจบในแต่ละงานให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อวัดความก้าวหน้าระหว่างเรียน และให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติงานตามใบประลองในแต่ละงาน

6.3.3 ทดสอบหลังเรียน หลังจากที่ผู้เรียนผ่านการเรียนจนครบทุกงานแล้วจึงทำการทดสอบความรู้ด้วยแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดความก้าวหน้าทางการเรียน โดยใช้สถิติการทดสอบค่าที (t-test) หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบภาคปฏิบัติอีกครั้ง

6.3.4 นำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดแบบทดสอบภาคทฤษฎี และแบบทดสอบภาคปฏิบัติ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอน (E_1/E_2)

7. ผลการวิจัย

7.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอนภาคทฤษฎี พบว่า นักศึกษาทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 84.39 ทำแบบทดสอบได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 80.15 ดังตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าชุดการสอนภาคทฤษฎีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดการสอนภาคทฤษฎี

คะแนน	N	ΣX	$\bar{X}$	ร้อยละ
แบบฝึกหัด	22	557	25.318	84.39
แบบทดสอบ	22	529	24.045	80.15

7.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดการสอนภาคปฏิบัติ พบว่า นักศึกษาฝึกปฏิบัติอยู่ในระดับคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 85.23 และทำการทดสอบปฏิบัติกับชุดฝึกได้ระดับคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 82.73 ดังตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าชุดการสอนภาคปฏิบัติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดการสอนภาคปฏิบัติ

คะแนน	N	ΣX	$\bar{X}$	ร้อยละ
ฝึกปฏิบัติ	22	1500	68.18	85.23
ทดสอบปฏิบัติ	22	364	16.55	82.73

7.3 ผลการวิเคราะห์หาความก้าวหน้าทางการเรียน พบว่า คะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน (Pre-test) ดังตารางที่ 3 แสดงว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาความก้าวหน้าทางการเรียนระหว่างการทดสอบก่อนเรียนและหลังการเรียน

การทดสอบ	N	$\sum X$	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนการเรียน	22	336	193	1809	17.52**
หลังการเรียน	22	529			

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

8. สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

8.1 สรุปผลการวิจัย

8.1.1 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานของการวิจัย โดยภาคทฤษฎีมีค่าประสิทธิภาพตัวแรกที่ได้จากคะแนนการทำแบบฝึกหัดของผู้เรียนในระหว่างการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 84.39 สูงกว่าเกณฑ์ตัวแรกที่กำหนดไว้ และมีค่าประสิทธิภาพตัวหลังที่ได้จากคะแนนทดสอบหลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 80.15 สูงกว่าเกณฑ์ 80 ตัวหลังที่กำหนดไว้

8.1.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดการสอนภาคปฏิบัติแสดงให้เห็นว่า ภาคปฏิบัติมีค่าประสิทธิภาพตัวแรกที่ได้จากคะแนนการฝึกปฏิบัติงานประลองของผู้เรียนในระหว่างการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 85.23 สูงกว่าเกณฑ์ 80 ตัวแรกที่กำหนดไว้ และมีค่าประสิทธิภาพตัวหลังที่ได้จากคะแนนทดสอบปฏิบัติเฉลี่ยร้อยละ 82.73 สูงกว่าเกณฑ์ 80 ตัวหลังที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

8.1.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าชุดการสอนการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซี ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

8.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซี ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์กำหนด 80/80 นอกจากนั้นผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่าชุดการสอนการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซีที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของสุรเชษฐ์ [10] ที่ได้สร้างและหาประสิทธิภาพชุดปฏิบัติการพีแอลซี ผลการวิจัยพบว่า ชุดปฏิบัติการพีแอลซีมีประสิทธิภาพ 81.20/80.50 และใบประลองมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีนอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ อมรกัลยา และธนรัตน์ [11]ที่ได้พัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่องการเดินท่อในงานอุตสาหกรรมการผลิต ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมที่ได้คือ 85.39/88.40 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติโดยผู้เข้ารับการฝึกอบรมหลังจากฝึกอบรมเสร็จแล้วเข้ารับการทดสอบภาคปฏิบัติ พบว่า ผ่านการประเมินคิดเป็น 100% ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ที่พบว่าการจัดการเรียนการสอนการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซี หรือการควบคุมอัตโนมัติเป็นวิชาที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ทางด้านทฤษฎีและการฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องของการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซีจากการลงมือปฏิบัติร่วมกับชุดฝึกอย่างแท้จริง อย่างไรก็ตามนักศึกษาที่เรียนด้านสาขาวิศวกรรมศาสตร์จำเป็นจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น และการควบคุมด้วยพีแอลซีมากขึ้น ดังนั้นการเรียนการสอนจึงควรจะประกอบไปด้วยสองส่วนคือ การเรียนภาคทฤษฎีและการฝึกภาคปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์แนวคิดทางทฤษฎีไปสู่ภาคปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง [12] สอดคล้องกับงานวิจัยของกฤษดา และสายัณห์ [13] ที่ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้เรื่องพีแอลซีในงานควบคุมทางอุตสาหกรรม พบว่า การเรียนทฤษฎีของนักศึกษาที่ผ่านมาจะไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควรแต่เมื่อเปลี่ยนรูปแบบมาฝึกปฏิบัติมากขึ้นทำให้นักศึกษามีความสนใจในการฝึกทักษะมากยิ่งขึ้น มีการเตรียมวัสดุและอุปกรณ์สำหรับการฝึก ตลอดจนมีการติดตามงานที่ฝึกปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนการควบคุมด้วยโปรแกรมพีแอลซีจำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการทดลอง และลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงจากทฤษฎีไปสู่การปฏิบัติและเห็นผลจริงจากการทดลอง นอกจากนี้ผลการวิจัยของภราดร [14] ยังพบว่า โมดูลการฝึกควรมีเนื้อหาสรุปที่จำเป็นเพียงพอที่

ใช้ในการตอบคำถาม หรือปฏิบัติการประลองในใบงานมีภาพประกอบพร้อมคำอธิบาย มีแบบฝึกหัดสำหรับวัดความรู้ และใบงานสำหรับวัดทักษะ เพื่อให้ผู้เข้ารับการฝึกต่อวงจรตามคำสั่ง และทดลองพร้อมบันทึกผลการทดลอง รวมถึงอธิบายการทำงานในวงจรนั้น ๆ อย่างไรก็ตาม การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แยกย่อยเนื้อหาออกเป็นงาน (Job) เพื่อให้เหมาะสมกับการรับรู้เนื้อหาของผู้เรียน ตลอดจนเรียงลำดับการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอน และให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติ โดยการฝึกทำแบบฝึกหัดบ่อย ๆ และฝึกการออกแบบการเขียนโปรแกรมจำลองการทำงานตามใบงานและใบประลองที่ได้กำหนดไว้ หลังจากนั้นจึงทำการทดลองตามเงื่อนไขการทำงานกับชุดฝึกปฏิบัติ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ของจริงบ่อย ๆ ซ้ำ ๆ จนเกิดทักษะและความชำนาญ ซึ่งผลจากการทดลองจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุก และตื่นเต้นกับการทำงานของชุดฝึกปฏิบัติที่ได้จำลองการทำงานเสมือนกับเครื่องจักรในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งส่งผลให้นักศึกษาเกิดความภาคภูมิใจเมื่อสามารถควบคุมการทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในใบประลอง ทั้งนี้เพื่อเป็นการเสริมแรงและกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาหัวข้องานอื่น ๆ ต่อไป นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้จัดเรียงลำดับเนื้อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เป็นขั้นตอน หรือเรียนจากเนื้อหาคำสั่งและเงื่อนไขของคำสั่งที่ง่ายไปหายาก พร้อมทั้งแยกแยะเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับพิสิฐ [15] ที่ว่าเนื้อหาวิชาต้องถูกย่อยหรือแยกออกเป็นส่วน ๆ และต้องจัดเรียงลำดับอย่างเหมาะสม สอนจากสิ่งที่ง่ายไปหายาก สอนจากสิ่งที่รู้แล้วไปสู่สิ่งที่ยังไม่รู้ ตลอดจนจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากการปฏิบัติ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ณัฏฐ์ วัชรินทร์ และกฤษมันต์ [16] ที่ได้ทำวิจัยการพัฒนารูปแบบศูนย์การเรียนด้วยฐานประสบการณ์เพื่อการเรียนการสอนนิวแมติกส์ ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาประสบการณ์ให้ผู้เรียน เมื่อผู้เรียนผ่านการพัฒนาประสบการณ์ในแต่ละฐาน โดยเรียงตามลำดับไปตั้งแต่ฐานที่เป็นพื้นฐานจนถึงการประยุกต์ใช้ประสบการณ์ สามารถนำไปใช้ในการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซีได้ และสอดคล้องกับ ภควัต [17] ได้ทำวิจัยเรื่อง ชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นได้ดำเนินการพัฒนาอย่างเป็นระบบและผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจนทำให้ชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ และเมื่อนำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติงานจริงและเห็นผลการเรียนรู้เป็นรูปธรรม สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและทบทวนเนื้อหาตามที่ต้องการ อย่างไรก็ดีการจัดการเรียนการสอนในเรื่องการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซี ผู้เรียนควรต้องมีความรู้พื้นฐานงานนิวแมติกส์ไฟฟ้า ทั้งในส่วนของการเลือกใช้งานอุปกรณ์ สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า และการออกแบบวงจรตลอดจนมีความรู้พื้นฐานทางคอมพิวเตอร์เพื่อให้สามารถเริ่มต้นเรียนรู้ไปได้พร้อมกัน หากผู้เรียนยังขาดความพร้อมในเรื่องดังกล่าวควรมีการจัดสอนเสริมก่อนเข้ารับการเรียนรู้จึงจะทำให้การพัฒนานักศึกษาบรรลุเป้าหมายตามที่วางไว้ ดังนั้นชุดการสอนการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยพีแอลซีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถนำไปในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผู้เรียนได้อย่างประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นได้ต่อไป

9. ข้อเสนอแนะ

9.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้เรียนควรต้องมีความรู้พื้นฐานในงานควบคุมนิวแมติกส์ไฟฟ้าพีแอลซีพื้นฐานและการใช้งานคอมพิวเตอร์ เพื่อให้สามารถเริ่มต้นเรียนรู้ไปได้พร้อมกัน

9.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการพัฒนาชุดการสอนที่เน้นสมรรถนะอาชีพที่สอดคล้องกับมาตรฐานฝีมือแรงงาน หรือมาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเข้ารับการทดสอบมาตรฐานอาชีพ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มโอกาสในการทำงานและสร้างความมั่นใจให้กับสถานประกอบการมากยิ่งขึ้น

10. เอกสารอ้างอิง

[1] Ministry of Education office of the Education Council Secretarit, "National Education Development Plan (2017-2036)," Bangkok, 2017. (In Thai)

[2] S. Sikabundit, "Thailand 4.0 policy: Opportunities, obstacles and benefits of Thailand in ASEAN region," Asia and Pacific

Parliamentarians Union Working Group, Office of the International Parliamentary Organization, Bangkok, 2018. (In Thai)

[3] Rajamangala Unversity of Technology Suvarnabhumi, "Development Strategic Plan of Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi 2017-2022," Phra Nakhon Si Ayutthaya, 2017. (In Thai)

[4] Suvarnabhumi, Rajamangala University of Technology, "Bachelor of Industrial Technology Program in Mechanical Technology (Continuing Program), Curriculum revised in 2017," Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Suphan Buri, 2016. (In Thai)

[5] S. Changpim, "Experimental set for theaching practice of pneumatics using PLC program for Diploma in Electrical Power," Master of industrial Education Thesis in Electrical Engineering; Faculty of Science in Technical Education; King mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, 2015. (In Thai)

[6] C. Phromwong, 80 innovations in teaching and leaning management, Bangkok: Canex Inter Corporation, 2010. (In Thai)

[7] W. Rucksanoh, "Constructing and evaluating the effectiveness of instructional packages on the use of pneumatic logig controllers in teaching hydraulics and applied pneumatics," *Journal of Technical Education Development,* vol. 21, no. 71, pp. 66-71, 2009. (In Thai)

[8] Omron Electronics Co., Ltd., Method for using PLC at Level 1, Bangkok: Omron Electronics, 2007. (In Thai)

[9] N. Tanchewawong, Pneumatic systems and integrated circuits, Bangkok: SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED, 2014. (In Thai)

[10] S. Wongchaipratum, "PLC Laboratory Series in Industrial Computing, Bacgelor of Science Program in Electrical and Electrolic Technology, Surin Rajabhat University," Master of Industrial Education Thesis in Electrical Communication Engineering; King Mongkut's Institude of Technology Ladkrabang, Bangkok, 2009. (In Thai)

[11] A. Seanghirun, K. Ubontip and T. Taewattana, "Development of Piping System Training Package for Manufacturing Industry," Technical Education Journal: King MongKut's *University of Technology North Bangkok,* vol. 12, no. 2, pp. 102-111, 2021. (In Thai)

[12] T. Ariyawong, "Development of PLC controller experimental kit for flexible production system," in *The 31th Academic Conference of the Mechanical Engineering Network of Thailand*, 2017. (In Thai)

[13] K. Srichanphiyam and S. Chaiyawat, "Development of a Leaning model on PLC in industrial control for graduate technology, Chitralada College of Technology," in *The 10th National Technical Conference on Industrail Education*, Bangkok, 2017. (In Thai)

[14] P. Satienchaiyakij, "The Development of Training Modules on Basic Pneumatic System for Non-Formal Vocational Education," *Technical Education Journal: King Mongkut's University of Technology North Bangkok,* vol. 11, no. 1, pp. 120-128, 2020. (In Thai)

[15] P. Methapat, Teaching tactics in technical subjects, Bangkok: King Mongkut's Institude of Technology North Bangkok, 1987. (In Thai)

[16] N. Siriwattananon, W. Rucksanoh and K. Wattananarong, "Development of Experience-Based Leaning Center Model for Pneumatics Teaching," *Technical Education Journal: King Mongkut's University of Technology North Bangkok,* vol. 11, no. 1, pp. 149-157, 2020. (In Thai)

[17] P. Kerpasit, N. Ritthong, N. Eawsakul and W. Seesung, "Development of a drilling simulation control demonstration kit with automatic," in *The 44th Electrical Engineering Conference (EECON44)*, Nan, 2022. (In Thai)