

**การพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC
โดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐาน
สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี**

**THE DEVELOPMENT OF PROGRAMMING SKILLS ON CNC MILLING MACHINE
BY USING A SET OF LEARNING ACTIVITIES WITH PROJECTBASED
FOR UNDERGRADUATE STUDENTS**

**สุรเชษฐ์ อรัญนุมาส¹ เมธา อึ้งทอง² นำนัน บัวคล้าย³
Surachat Aralnumas¹ Matha Oungdong² Nannam Buaklay³**

วันที่รับบทความ 11 พฤษภาคม 2566 แก้ไขบทความ 22 เมษายน 2567 ตอรับบทความ 26 มิถุนายน 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC กับเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาปีที่1 สาขาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 30 คน ใช้วิธีการ สุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือในงานวิจัย คือ 1) ชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน 2) แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง อยู่ระหว่าง 0.70-1.00 3) แบบวัดทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ หาค่าความยากของงานมีค่าอยู่ที่ 0.83-0.95 และอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ที่ 0.68-0.91 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน และ One Sample t-test

¹ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

^{2,3} ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

¹ Production and Industrial Engineering student King Mongkut's University of Technology North Bangkok.

^{2,3} Assistant Professor Dr. Lecturer in Production and Industrial Engineering Program, Department of Teacher Training in Mechanical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok.

* Corresponding Author, E-mail: metha.o@fte.kmutnb.ac.th

ผลการวิจัย พบว่า ชุดกิจกรรมการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MIAP ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐาน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.64, S.D.= 0.18) ประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC มีประสิทธิภาพ ($E_1=84.58$, $E_2=87.78$) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 3) นักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ กำหนด

คำสำคัญ: : ชุดกิจกรรม, ทักษะ, เขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ

ABSTRACT

The objectives of this research were 1) to develop and find out the effectiveness of a set of learning promotion activities With a project as a base To develop automatic machinery coding skills. 2) to compare the academic achievement of students who study with learning promotion activity sets With a project as a base To develop CNC automatic machine coding skills with criteria. The sample group is 1st year student Department of Production and Industrial Engineering King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 30 people Use the cluster random sampling method as a research tool. 1) A set of activities to promote learning With a project as a base. 2) Form for evaluating the suitability of learning promotion activity sets The consistency index value is between 0.70-1.00. 3) Automated machinery coding skills test Find the difficulty value of the task at 0.83-0.95 and the discriminatory power at 0.68-0.91 Statistics used in data analysis Including mean, standard deviation, and One Sample t-test.

The research findings indicate that: 1) the development of a set of activities for CNC automated machinery coding through MIAP-based learning management combined with project-based learning was highly suitable ($\bar{X}$ = 4.64, S.D. = 0.18). 2) The efficiency of the developed set of activities for CNC automated machinery coding (E_1 = 84.58, E_2 = 87.78) exceeded the predefined

criterion of 80/80. 3) Faculty students Industrial Education King Mongkut's University of Technology North Bangkok demonstrated learning outcomes above the set criterion.

Keywords: learning Package, skills, writing automatic machinery code

บทนำ

โลกของอุตสาหกรรมกำลังก้าวสู่การปฏิวัติครั้งใหม่ ที่เรียกว่า อุตสาหกรรม 4.0 (Industries 4.0) หรือการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 ซึ่งมีบทบาทในระดับโลก ที่ต้องรับมือการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับประเทศไทย ที่ได้นำแนวคิดนี้มาปรับใช้เป็นนโยบาย “Thailand 4.0” ในการขับเคลื่อนประเทศด้วยนวัตกรรม จุดเด่นของอุตสาหกรรม 4.0 คือการที่เครื่องจักรหรือระบบอัตโนมัติสามารถเชื่อมโยงเป็นส่วนหนึ่งของสังคมเครือข่ายผ่านอินเทอร์เน็ต จึงสามารถแบ่งปันข้อมูลข่าวสารถึงกันหมด รวมทั้งสามารถใช้ทรัพยากรบางส่วนร่วมกันได้ เครื่องจักรกลสำหรับอุตสาหกรรม 4.0 จะมีความสามารถที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก ทั้งในด้านการทำงานด้วยตนเอง ความยืดหยุ่นและการปรับตัวให้เข้ากับ เงื่อนไขการผลิต ที่จะทำให้รูปแบบการผลิตเปลี่ยนแปลงไปอย่างสิ้นเชิงเพื่อประสิทธิภาพการผลิตและเพื่อตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของผู้บริโภค [1] โดยปกติเครื่องซีเอ็นซีถูกออกแบบให้มีการทำงานรูปแบบเดียวตามลักษณะของการแปรรูป เช่น เครื่องกลึงเครื่องกัด เครื่องเจาะ เป็นต้น แต่บ่อยครั้งที่ชิ้นงาน ไม่สามารถทำให้เสร็จสมบูรณ์ได้จากเครื่องจักรเพียงเครื่องเดียวหรือหากทำได้ก็จำเป็นต้องมีการจับยึด ชิ้นงานหลายครั้งเพื่อให้สามารถทำชิ้นตอนถัดไปได้ เนื่องมาจากความซับซ้อนของผลิตภัณฑ์ที่มีมากขึ้น หากต้องการให้กระบวนการดังกล่าวเสร็จสิ้นในการ ทำงานเพียงครั้งเดียว ต้องนำเครื่องจักรในกระบวนการ ผลิตนั้นๆ มารวมเป็นเซลล์การผลิตเดียวกัน ในปัจจุบันมี การนำเอาระบบแคด/แคม (CAD/CAM-Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) [2]

เครื่องกัด CNC ทำงานด้วยระบบดิจิทัล ซึ่งช่วยในการผลิตชิ้นงานที่มีความยากหรือต้องการความละเอียดสูง ด้วยการแก้ไขปัญหาละเอียดและวางแผนด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ทำให้ชิ้นงานที่ผลิตด้วยเครื่องกัด CNC มีความละเอียด รวมถึงช่วยให้กระบวนการทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น หากอุตสาหกรรมการผลิตขนาดใหญ่ เช่น ชิ้นส่วนรถยนต์ หรือส่วนประกอบเครื่องบิน ไม่มีเครื่องกัด CNC ก็จะทำให้ชิ้นส่วนเหล่านี้ไม่มีคุณภาพ เนื่องจากชิ้นส่วนเหล่านี้มีความเฉพาะเจาะจงและต้องการความถูกต้องในการผลิตสูง การผลิตจึงต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุม เพื่อให้ง่ายต่อการ

ออกแบบชิ้นงาน และการป้อนคำสั่งที่ถูกต้องให้ชิ้นส่วนที่ถูกผลิตด้วยเครื่องกัด CNC แต่ละชิ้นมีความเที่ยงตรงสูง การใช้งานเครื่องกัด CNC ไม่ได้ถูกจำกัดการใช้งานเพียงในอุตสาหกรรมการผลิตขนาดใหญ่เท่านั้น แต่ยังใช้ในการผลิตอื่นๆ ได้ เช่น เพอร์นิเจอร์ เครื่องมือ เครื่องจักร โมเดล การแกะสลัก [3]

การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐาน เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิซึม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ โดยสิ่งที่อยากเรียนรู้ดังกล่าวจะต้องเริ่มจากปัญหาที่ผู้เรียนสนใจหรือพบในชีวิตประจำวันที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับบทเรียน ครูและนักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับปัญหานั้น กล่าวคือเป็นการใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยครูผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือครูผู้สอนจัดสถานการณ์จำลองขึ้นมา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหา แก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ จึงกล่าวได้ว่าครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิด การแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ และนำทางให้นักเรียนไปสู่เป้าหมายของการคิดที่ถูกต้อง สามารถเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของตนกับความรู้ใหม่มาเป็นพื้นฐานในการคิดอยู่ตลอดเวลา[4] จนเป็นวิถีของการเรียนรู้ของนักเรียนและแนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้อีกแนวทางหนึ่งคือ การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐาน ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ MIAP

ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC โดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี
- 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC กับเกณฑ์

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน(Project-Based learning)

[5] ได้กล่าวให้ความหมาย การเรียนรู้ แบบโครงการเป็นฐาน หมายถึง การกระทำกิจกรรมร่วมกันซึ่งช่วยเหลือกันในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ภายในกลุ่ม ด้วยวิธีการปฏิบัติจริง เพื่อการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอันนำไปสู่ความสามารถ วิเคราะห์ แสวงหาข้อมูลและแนวทางในการแก้ปัญหาเหล่านั้น

กระบวนการMIAP

[6] MIAP เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นด้านสมรรถนะของผู้เรียน มีองค์ประกอบ ทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ Motivation, Information, Application และ Progress การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ MIAP สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี และเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถสร้างการเรียนรู้แก่ผู้สอนในสถานศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ชุดกิจกรรม

[7] ชุดกิจกรรม เป็นสื่อประเภทหนึ่งซึ่งมีจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่จะสอนเท่านั้น ชุดกิจกรรมจึงเป็นนวัตกรรมการใช้สื่อการสอนแบบประสมโดยอาศัยระบบบูรณาการสื่อหลายๆอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC โดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผู้วิจัย ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1) ประชากร คือ นักศึกษาภาคครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 384 คน

1.2) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2565 สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม ภาคครุศาสตร์เครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 30 คน โดยผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling Random)

2) ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

2.1) ตัวแปรอิสระ คือ การสอนด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน

2.2) ตัวแปรตาม คือ ทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC

3) แผนการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม มีการทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Shot Case Study ใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวและมีการวัดผลหลังการทดลอง 1 ครั้ง โดยแทนด้วยสัญลักษณ์ X O

4) เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ลักษณะของเครื่องมือวิจัย

4.1) ชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ ใบเนื้อหา แบบฝึกหัดระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และคู่มือครู



ภาพที่ 1 ชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC

4.2) แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้

4.2) แบบวัดทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ(CNC) เรื่อง แนวแกนและโค้ด ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

5) การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

5.1) ชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1.1.) ศึกษาเนื้อหาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC

5.1.2.) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ใบเนื้อหา แบบฝึกหัดระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และคู่มือครู ตามประเด็นที่ 5.1.1

5.1.3.) ตรวจสอบความถูกต้องและรายละเอียดของชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

5.2) แบบประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

5.2.1) ศึกษาเนื้อหารายละเอียดของชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC เพื่อกำหนดประเด็นการตั้งข้อคำถาม

5.2.2) ศึกษาการเขียนข้อคำถาม โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ด้านใบเนื้อหา ด้านวัตถุประสงค์ ด้านสื่อการเรียนรู้ และด้านวัดและประเมินผล

5.2.3) สร้างข้อคำถามให้ครอบคลุม โดยสร้างขึ้นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) 5 ระดับ ได้แก่ [8]

5 หมายถึง ความเหมาะสมชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง ความเหมาะสมชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก

3 หมายถึง ความเหมาะสมชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ อยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง ความเหมาะสมชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ อยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง ความเหมาะสมชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ อยู่ในระดับน้อยที่สุด

แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจและความชัดเจนในการสื่อความหมาย โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบสอบถามความคิดเห็น อยู่ระหว่าง 0.70-1.00 ทุกรายการคำถาม

5.3) แบบวัดทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ เรื่องแนวแกนและโค้ด ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MIAP ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐาน สำหรับ นักศึกษาระดับปริญญาตรี

5.3.1) ศึกษาเอกสารการสร้างแบบวัดทักษะเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ แบบโครงงานเป็นฐาน

5.3.2) สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Test Blueprint) เพื่อสร้างข้อสอบ ได้ครอบคลุมกับเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมใน เรื่อง แนวแกนและโค้ด

5.3.3) สร้างแบบวัดทักษะ เรื่องแนวแกนและ เป็นแบบปรนัยจำนวน 18 ข้อ แบบ อัตนัย จำนวน 12 ข้อ

5.3.4) นำแบบวัดทักษะ ที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruency : IOC) ระหว่าง วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน เป็นผู้ประเมิน จากนั้นนำ ผลมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง ผลการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง คือ 0.80 - 1.00

5.3.6) นำแบบวัดทักษะ เรื่อง แนวแกนและโค้ด ไปทดลองใช้ (try out) กับ นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

5.3.7) นำแบบวัดทักษะ เรื่อง แนวแกนและโค้ด มาตรวจสอบให้คะแนน แล้วนำมา วิเคราะห์คะแนนรายข้อ เพื่อหาค่าความยากของงานมีค่าอยู่ที่ 0.83-0.95 และอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ที่ 0.68-0.91 โดยสูตรดัชนีความยากของงาน [9] และหาค่าอำนาจจำแนกแบบพอยต์ไบซีเรียส จากนั้นจัดทำ แบบวัดทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC ฉบับสมบูรณ์

6) การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวม ข้อมูลดังขั้นตอน ดังต่อไปนี้

6.1) เตรียมสถานที่ อุปกรณ์ เครื่องมือในการในการทดลอง รวมถึงนัดหมายกลุ่ม ตัวอย่าง ซึ่งกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระ นครเหนือ จำนวน 30 คน

6.2) ผู้วิจัยชี้แจงนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง ถึงลำดับขั้นตอนในการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ เรื่องแนวแกนและโค้ด ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

6.3) ผู้วิจัยให้นักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนในเรื่อง แนวแกนและโค้ด

6.4) ผู้วิจัยให้นักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ เรื่องแนวแกนและโค้ด ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นฐานใช้เวลา 3 ชั่วโมง ดังภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2 ผู้วิจัยชี้แจงลำดับขั้นตอนในการเรียนรู้



ภาพที่ 3 การดำเนินกิจกรรมการเรียนด้วยชุดกิจกรรม



ภาพที่ 4 การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้



ภาพที่ 5 การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้

ผลการวิจัย

1) ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

1.1) ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในภาพรวม

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{x}$	S. D.	
1) ด้านใบเนื้อหา	4.71	0.48	มากที่สุด
2) ด้านวัตถุประสงค์	4.62	0.13	มากที่สุด
3) ด้านสื่อการเรียนรู้	4.57	0.06	มากที่สุด
4) ด้านวัดและประเมินผล	4.65	0.15	มากที่สุด
ภาพรวม	4.64	0.18	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี พบว่าในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.64, S.D.= 0.18) เมื่อพิจารณาความเหมาะสมในแต่ละด้าน พบว่า ด้าน ที่มีค่าความเฉลี่ยสูงสุด คือด้านใบเนื้อหา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.71, S.D.= 0.48) รองลงมาคือ ด้านวัตถุประสงค์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.62, S.D.= 0.13) และ ด้านวัดและประเมินผล มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.65, S.D.= 0.15) ตามลำดับ

1.2) ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

ตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

คะแนน	n	คะแนน		%	เกณฑ์
		คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย		
กระบวนการ (E ₁)	30	163	137.87	84.58	80
ผลลัพธ์ (E ₂)		30	26.33	87.78	80

จากตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วย
 โครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC สำหรับ
 นักศึกษาระดับปริญญาตรี พบว่า ประสิทธิภาพของ (E_1) มีค่าเท่ากับ 84.58 และ
 ประสิทธิภาพของ (E_2) มีค่าเท่ากับ 87.78 พบว่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมส่งเสริมการ
 เรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC
 สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ
 80/80

2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดกิจกรรม
 ส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกล
 อัตโนมัติ CNC กับเกณฑ์

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดกิจกรรม
 ส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกล
 อัตโนมัติ CNC กับเกณฑ์ร้อยละ 80

ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของนักศึกษา	n	$\bar{x}$	S.D.	t	df	P- Value
	30	87.78	5.44	59.17	29	0.00

จากตารางที่ 3 พบว่าการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน
 ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ด
 เครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC กับเกณฑ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 87.78 ส่วน
 เบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.44 เมื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย พบว่า นักศึกษาคณะครุ
 ศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
 .05 ($t = 59.17$, $df = 29$, $p = 0.00$)

การอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC โดยใช้
 ชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี
 อภิปรายได้ดังนี้

1) ผลการความเหมาะสมของชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อการพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี พบว่าในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC โดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มีกระบวนการขั้นตอนในการพัฒนาที่ชัดเจน เป็นไปตามหลักวิชาการที่มีการตรวจคุณภาพทุกระยะ สอดคล้องกับงานวิจัยของ [6] ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน พบว่า ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีการประเมินความคิดเห็นทั้งหมด 4 ด้าน แบ่งเป็น ด้านความเป็นไปได้ ด้านความมีประโยชน์ ด้านความถูกต้องและด้านความเหมาะสม พบว่าทั้ง 4 ประเด็น อยู่ในระดับมากที่สุดทุกประเด็น

2) ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อการพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC (E_1) มีค่าเท่ากับ 84.58 และประสิทธิภาพของ (E_2) มีค่าเท่ากับ 87.78 พบว่าประสิทธิภาพชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อการพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 อาจเป็นเพราะ ชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อการพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC ทำให้นักศึกษาได้มีพัฒนาการด้านทักษะ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [10] ซึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ พบว่าประสิทธิภาพชุดฝึกด้านชุดฝึกและใบงานทดลองเมื่อนำไปใช้กับกลุ่มผู้เรียน มีค่าเท่ากับ 83.90/84.74 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

3) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC กับเกณฑ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน เพื่อการพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 87.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นฐาน หมายถึงการจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวนักศึกษามาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วย

ตัวนักศึกษาเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติการฟังและการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนักศึกษามีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงการและได้ผลการจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม [11] ได้ทำวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนการสอนแบบโครงการเป็นฐาน (Project Based Learning: PjBL) โดยการใช้ไอซีทีเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาระดับชั้น ปวส.1 สาขาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล วิทยาลัยอาชีวศึกษาพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 8.20 และมีค่า S.D. เท่ากับ 0.40 ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 16.17 มีค่า S.D. เท่ากับ 1.49 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ข้อเสนอแนะการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่อาจเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าต่อไป และเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะดังนี้

- 1) ควรมีการพัฒนาชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงการเป็นฐานในรายวิชาที่เป็นปฏิบัติ อื่นๆ ที่เนื้อหารายวิชามีความยาก เพื่อให้นักศึกษาสามารถเข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น
- 2) ควรมีการเปรียบเทียบกับการสอนโดยใช้นวัตกรรมการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อหาสิ่งที่ดีที่สุดและตอบโจทย์รายวิชามากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- [1] สุนทร วีระเดชลิกุล. (2560). การสร้างเครื่องต้นแบบ เครื่องกัตซีเอ็นซี แบบพาราแรล คินเมติก. วารสารอาชีวศึกษาภาคกลาง, 1(1), 38
- [2] ธเนศ รัตนวิไล สมชาย ชูโณม และ วิษณุ รัตนะ. (2554). การพัฒนาเซลล์การผลิตอัตโนมัติ : กรณีศึกษาเครื่องกัตซีเอ็นซีและหุ่นยนต์อุตสาหกรรม. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 21 (3), 549.
- [3] ศักดิ์ชัย ศรีมากรณ. (2554). การพัฒนาโปรแกรมสำหรับเครื่องซีเอ็นซีขนาดเล็กด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์. วารสารคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพป่าง, 4(1), 49.

- [4] ประภัศสร วงษ์ดี. (2562). รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการท าวิจัยในชั้นเรียนของนักศึกษาครุสาขาช่างอุตสาหกรรม. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 21(1), 112-113
- [5] ปนทอง วิหารธรรม และพงศนันช แซงู. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับห้องเรียนกลับทางเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ในการออกแบบสิ่งของเครื่องใช้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น, 11(2), 166-167.
- [6] ไพรพงศ์ เพชรจันทร์ น่านน้ำ บัวคล้าย สืบศักดิ์ สุ่มอิม และเมธา อึ้งทอง. (2566). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 22(3), 2-5
- [7] จิระศักดิ์ จิตรโรจนรักษ์ สุชาติ อิมสำราญ และณัชชา เจริญชนะกิจ. (2566). ชุดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการสานสำหรับนิสิตระดับอุดมศึกษา. วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์, 18(3), 39-40.
- [8] บุญชม ศรีสะอาด. (2560). การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: บริษัท สุวีริยาสาส์น จำกัด.
- [9] เมธา อึ้งทอง และผดุงชัย ภูพัฒน์. (2563). การวัดและประเมินผลทางการศึกษา. ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [10] สนิท ขวัญเมือง. (2564). ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์, วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 20(3), 81-84.
- [11] ภูมิพัฒน์ วณพิพัฒน์พงศ์ สุภาณี เส็งศรี สุภาณี เส็งศรี และกอบสุข คงมนัส (2564). การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning: PjBL) โดยการใช้ไอซีทีเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาระดับชั้น ปวส.1 สาขาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล วิทยาลัยอาชีวศึกษาพิษณุโลกจังหวัดพิษณุโลก. วารสารวิชาการ T-VET Journal สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3, 5(9), 167-169.