

การสร้างและหาประสิทธิภาพโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น Creating an Efficient Program for Calculating Machine Tools in Teaching Basic Machine Tools Subject

เจษฎา คำภูมิ^{1*}, มานพ ดอนหมื่น² และสุรฤทธิ ปุริสาย³
Jatesada Kumphumee^{1*}, Manop Donmuen² and Suralit Pulisay³

^{1*,2,3}โปรแกรมวิชาช่างกลโรงงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40000

^{1*,2,3} Faculty of Technical Education Rajamangala University of Technology Isan KhonKaen Campus,
KhonKaen 40000, Thailand

^{1*} Corresponding Author, E-mail : jatemummy@gmail.com

Received: 2 April 2021, Revised: 8 September 2021, Accepted: 13 September 2021

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลในการเรียนการสอนเรื่องการคำนวณงานเครื่องมือกล รายวิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น 3) ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้โปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลในการเรียนการสอนรายวิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้นโดยใช้การวิจัยแบบการวิจัยและพัฒนา กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 โปรแกรมวิชาช่างกลโรงงานมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ปีการศึกษา 2/2563 จำนวน 25 คนโดยวิธีเลือกแบบเฉพาะเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ 1) โปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลและคู่มือการใช้งาน 2) สื่อการสอนเรื่องคำนวณงานเครื่องมือกล 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมและ 5) แบบประเมินความผลความพึงพอใจของผู้เรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า 1) ค่าประสิทธิภาพของโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้นคือ 81.84/83.2 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 2) นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนด้วยสื่อและโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 3) ผลประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้โปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลในการเรียนการสอนเรื่องการคำนวณงานเครื่องมือกล รายวิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้นของนักศึกษาเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 มีความพอใจอยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ : โปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล, ประสิทธิภาพของการเรียนการสอน, ผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

Abstract

This research aimed to : 1) Developed and evaluated the effectiveness of the machine tool calculation program for teaching in the basic machine tool course; 2) Compared achievements before and after classes using the machine tool calculation program in the teaching on machine tool calculation in the coursework of the preliminary machine tool work; 3) Assessed the student's satisfaction with the study using the machine tool calculation program in the course of basic machine tool work using research and develop. The sample was 1st year diploma students, Factory Mechanic Program, Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen Campus for the academic year 2/2020 with 25 people by specific selection method. The tools used to collect data were: 1) Machine tool calculation program and instruction manual; 2) Teaching materials on machine tool calculations; 3) Academic Achievement Test; 4) Program Quality Assessment form; 5) Student Satisfaction Assessment. Statistics that used to analyze the data included percentages, averages, and standard deviations. The study showed that: 1) The performance value of the machine tool calculation program for teaching in the introductory machine tool course was 81.84/83.2 according to the specified criteria; 2) Students achieved post-school achievement with a significant 0.05 which was higher media and machine tool calculation program than before school. The students had higher achievement after studying using media and the developed program as compared to before at a significant level of 0.05; 3) The results of students' satisfaction assessment using the machine tool calculation program was 4.55 which indicated that students were satisfied at a high level.

Keywords : Machine Tool Calculating, Teaching Efficiency, Academic Achievement Studying

1. บทนำ

หลักสูตรอาชีวศึกษาเป็นหลักสูตรการศึกษาด้านอาชีพของประเทศอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา แบ่งออกเป็น 2 ระดับคือระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพและประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพมีจำนวนสาขาวิชาแยกย่อย 50 สาขา (สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ, 2562) และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงมีจำนวนสาขาวิชาแยกย่อย 50 สาขา (สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพชั้นสูง, 2563) ปัจจุบันจำนวนสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ปีการศึกษา 2563 มีจำนวนทั้งหมด 429 แห่งทั่วประเทศ และมีนักศึกษาอยู่ในระบบการเรียนกว่า 1 ล้านคน (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและกำลังคนอาชีวศึกษาสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา, 2563) ซึ่งการศึกษา

ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงมีการออกแบบหลักสูตรโดยเน้นหลักการเรียนการปฏิบัติจริง สร้างสมรรถนะเฉพาะด้านด้วยการปฏิบัติมุ่งเน้นให้ผู้เรียนนั้นมียุทธศาสตร์ความรู้วิชาชีพที่เป็นหลัก โดยมีการบรรจุรายวิชาสมรรถนะวิชาชีพจำนวนหน่วยกิตมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนหน่วยกิตทั้งหมด (สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพชั้นสูง, 2563) ปัจจุบันหลักสูตรฉบับปรับปรุง 2563 มีการมุ่งเน้นทางด้านการประยุกต์เทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการเรียนการสอนให้เข้ากับยุคศตวรรษที่ 21 ส่งผลให้สถานศึกษาจะต้องมีการจัดการการศึกษาและพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้านความรู้สาระวิชาหลักและทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งประกอบด้วยทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะชีวิตและอาชีพ และทักษะด้านสารสนเทศ ทำให้สื่อและเทคโนโลยีเป็นภาระที่สำคัญของผู้สอนที่จะต้องรับผิดชอบจัดการศึกษาให้ประสิทธิภาพ (อมรรัตน์ เตชะนอก, รัชนิ จรุงศิริวัฒน์, และพระฮอนด้า วาฬสัทโท, 2563) และผู้สอนในศตวรรษที่ 21 ต้องปรับตัวให้เข้ากับการเรียนรู้ ให้เท่าทันยุคสมัยที่เปลี่ยนแปลง และพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่เข้ามามีบทบาทอย่างมากในวงการศึกษานั้นในปัจจุบันและอนาคต เพื่อให้สามารถชี้แนะให้นักเรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตลอดเวลา (ภาสกร เรืองรอง, ประหยัด จิระวงพงศ์, วิลาวัลย์ สมยาโรจน, ศรีณยู หมื่นเดช, และชไมพร ศรีสุราช, 2557)

ด้วยความมุ่งเน้นพัฒนาให้การศึกษาเข้ากับยุคศตวรรษที่ 21 การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนจึงเป็นบทบาทที่สำคัญของผู้สอนที่ต้องประยุกต์เทคโนโลยีมาเพื่อให้ให้นักศึกษานั้นมียุทธศาสตร์ทักษะทางวิชาการที่สัมพันธ์กับวิชาชีพเทคโนโลยีสารสนเทศในการดำเนินงานได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้มีการนำหลักเทคโนโลยีมาใช้ในการศึกษาโดยประยุกต์เอาแนวคิด เทคนิค วิธีการ วัสดุ อุปกรณ์ การจัดระบบสารสนเทศ และสิ่งต่าง ๆ มาใช้ในการศึกษาให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดเพื่อพัฒนาผู้เรียน (กิตานันท์ มลิทอง, 2548) และมุ่งเน้นให้มีความสอดคล้องกับ (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542, 2542) หมวด 9 มาตรา 66 เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ซึ่งระบุไว้ว่านักศึกษามีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในโอกาสแรกที่ทำได้ เพื่อให้มีทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต ด้วยหลักการพัฒนานี้จึงเกิดการประยุกต์เทคโนโลยีประกอบการสอนทางสายอาชีพที่เข้ากับยุคสมัยอย่างมากมาย เช่นการพัฒนาสื่อดิจิทัลตามแนวคิดของกายเย์ด้วยการสอนบน Padlet ของสาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (สุริรัตน์ สุ่มมาตย์, 2560) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่องการตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติของช่างเทคนิคอุตสาหกรรม (ณรงค์ ไชยมงคล, เมธา อึ้งทอง และอภิชาติ ศรีประดิษฐ์, 2563)

วิชาคำนวณคือหนึ่งในกลุ่มรายวิชาที่ถูกบรรจุในหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ซึ่งสภาพรายวิชาจะอยู่ในรูปแบบของทฤษฎีการจัดการเรียนการสอนจะอยู่ในรูปแบบของการบรรยายและยกตัวอย่าง ปัจจุบันมีนารูปแบบการสอนมาประยุกต์ร่วมกับแนวคิดการศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21 โดยมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในรายวิชาคำนวณในรายวิชาช่างอุตสาหกรรมอย่างเป็นเอกลักษณ์ อ้างอิงตามองค์ความรู้เฉพาะในแต่ละช่างเกิดการนำเทคโนโลยีมาพัฒนาโปรแกรมคำนวณที่นำมาใช้ในเฉพาะของศาสตร์นั้นๆออกมาหลายรูปแบบ เช่น โปรแกรมประมาณปริมาณเหล็กเส้นกลมและเหล็กข้ออ้อยงานก่อสร้าง (ธวัชชัย สีม่าโลหฤทธิ์ และณพรรัตน์ สวัสดิ์สกุล, 2558) โปรแกรมคำนวณค่าความเข้มสนามแม่เหล็กของสายส่งและสายจำหน่ายแรงสูง (ประภาพรรณ

เคลือบวันฉัตร, 2558) โปรแกรมคำนวณขนาดอินเวอร์เตอร์ของระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ให้กับอาคารพักอาศัย (อวยชัย วงศ์รัตน์, พิเชษฐ์ รัตนบุญทวี, สิทธิศักดิ์ มาตี, และอดิศักดิ์ ทองช่วย, 2563)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่นมีการเปิดหลักสูตรการเรียนการสอนโปรแกรมวิชาช่างกลโรงงานหรือสาขาวิชาเทคนิคการผลิตในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในหลักการและกระบวนการทำงานในกลุ่มงานพื้นฐานด้านเทคนิคการผลิตให้มีความเข้าใจและสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศร่วมกับการพัฒนาวิชาชีพด้านเทคนิคการผลิต และสามารถใช้ความรู้และเทคโนโลยีด้านเทคนิคการผลิตในการพัฒนาตนเองและวิชาชีพ (สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพชั้นสูง, 2563) มุ่งเน้นสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะด้านในเรื่องของความเป็นช่างเครื่องมือกลที่สามารถผลิตงานปาดผิวโลหะได้อย่างมีประสิทธิภาพ (อำนาจ ทองแสน, 2559) ซึ่งมีวิชาคำนวณคือวิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้นอยู่ในกลุ่มวิชาชีพเฉพาะด้าน เนื้อหากล่าวถึงลักษณะงานเครื่องมือกล การคำนวณที่เกี่ยวข้องกับงานเครื่องมือกลและสอนหลักการประยุกต์ใช้การคำนวณงานเครื่องมือกลสู่การปฏิบัติงานจริงการเรียนทฤษฎีการคำนวณจะอยู่ในลักษณะของการบรรยายและยกตัวอย่างโดยใช้สื่อ PowerPoint ร่วมกับการใช้กระดานจากสภาพการเรียนการสอนในรายวิชาพบว่า นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาทฤษฎีคำนวณค่อนข้างน้อยเนื่องจากเนื้อหาสูตรการคำนวณและตัวแปรที่เกี่ยวข้องจำนวนมาก การคำนวณผลลัพธ์เป็นการคำนวณแบบต่อเนื่องหลายขั้นตอน มีความยากแก่การจดจำพอสมควร ส่งผลให้นักศึกษาให้ความสนใจกับเนื้อหาค่อนข้างน้อยและนักศึกษาโดยส่วนใหญ่ยังอ่อนต่อเนื้อหาวิชาคำนวณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงออกมาค่อนข้างต่ำเมื่อมาพิจารณาทบทวนหาแนวทางพัฒนาแล้วพบว่านักศึกษาจะต้องมีทักษะที่ดีในรายวิชา โดยมีความเข้าใจในเนื้อหาให้ถ่องแท้ เข้าใจสูตรการคำนวณและตัวแปร สามารถเรียงลำดับการคำนวณและใช้เครื่องมือช่วยในคำนวณได้อย่างแม่นยำ จึงจะมีผลสัมฤทธิ์การเรียนที่ดีในรายวิชานี้ผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดการสร้างโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลมาประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาเครื่องมือกลเบื้องต้น โดยมีเป้าหมายให้โปรแกรมนั้นสามารถนำไปประยุกต์ในการใช้งานได้จริงอย่างถูกต้องแม่นยำ เป็นเครื่องมือให้ผู้เรียนนำมาใช้ประกอบการเรียนหรือเป็นตัวช่วยในการคำนวณที่ถูกต้องช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดียิ่งขึ้น และผลสูงสุดคือเกิดความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายหลักสูตรและตรงกับแนวคิดการศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21 ในเรื่องการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการศึกษาต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลในการเรียนการสอนเรื่องการคำนวณงานเครื่องมือกล รายวิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น

2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้โปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลในการเรียนการสอนเรื่องการคำนวณงานเครื่องมือกล รายวิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น

3. แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับงานวิจัยเชิงพัฒนา

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงพัฒนา (ลาวัลย์ พลกล้า, 2533) สามารถสรุปแนวคิดและการดำเนินงาน ดังนี้
ขั้นที่ 1 วิเคราะห์เนื้อหาการเรียนปัจจุบัน คือการวิเคราะห์เนื้อหาการเรียนในปัจจุบันเพื่อทำการจำแนกออกมาเป็นเนื้อหาที่สามารถนำมาประยุกต์เขียนโปรแกรมคำนวณและเสริมเข้ามาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหานั้น ๆ ได้

ขั้นที่ 2 วางแผนการดำเนินงาน คือ การวางแผนการเขียนโปรแกรมสำเร็จรูป วางแผนการสร้างคู่มือการใช้งานโปรแกรม วางแผนการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการเรียนการสอน วางแผนเนื้อหาการเรียนการสอนวางแผนการสร้างแบบฝึกหัดเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ และวางแผนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจผู้เรียน

ขั้นที่ 3 ดำเนินงานตามแผน คือ ดำเนินงานตามแผนที่ได้วางไว้ในขั้นตอนที่ 2 จนบรรลุผลสำเร็จ

ขั้นที่ 4 หาประสิทธิภาพ คือประเมินประสิทธิภาพ โดยการนำโปรแกรมสื่อ และวิธีการประเมินผลเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ ปรับปรุงแก้ไข และนำไปทดลองใช้จริงกับผู้เรียน เก็บข้อมูลผลการเรียนและทำการวิเคราะห์ผลออกมาเป็นค่าประสิทธิภาพ ผลสัมฤทธิ์หลังการเรียน และค่าความพึงพอใจผู้เรียน

3.2 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล

งานเครื่องมือกลคือการผลิตชิ้นงานที่ได้จากการใช้เครื่องมือกลหรือเครื่องจักรกลในการผลิตชิ้นงาน (อำนาจ ทองแสน, 2559) ในส่วนเครื่องจักรกลนั้นจะเป็นการใช้เครื่องจักรกลโรงงานในการผลิตเช่น เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องเจาะ เครื่องไส เครื่องเจียระไน ฯลฯ ซึ่งในงานเครื่องจักรกลนั้นมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณอยู่มากมาย โดยการวิจัยนี้ได้นำหลักการคำนวณ คือ การคำนวณความเร็วรอบเครื่อง การคำนวณอัตราป้อนงาน การคำนวณเวลางานมาพิจารณาในการสร้างโปรแกรมและวิจัย ซึ่งหลักการคำนวณดังกล่าวเป็นการคำนวณพื้นฐานของงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรทุก ๆ ประเภทดังที่กล่าวมาข้างต้น

โปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล เป็นโปรแกรมที่ได้จากการนำหลักการคำนวณ คือ การคำนวณความเร็วรอบเครื่อง การคำนวณอัตราป้อนงาน การคำนวณเวลางานของงานพื้นฐานคืองานกลึง งานกัด งานเจาะ มาพิจารณาประยุกต์เป็นโปรแกรมสำเร็จรูป โดยใช้หลักการพิจารณาสูตรการคำนวณแล้วแยกตัวแปรที่จำเป็นของแต่ละสูตร แล้วนำมาสร้างเป็นโปรแกรมให้อยู่ในรูปแบบการระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องและประมวลผลเป็นคำตอบที่ต้องการ โดยโปรแกรมคำนวณจะเป็นการสร้างโปรแกรมใหม่ โดยอาศัย Software สำเร็จรูปในการเขียนโปรแกรม

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณรงค์ ไชยมงคล, เมธา อึ้งทอง และอภิชาติ ศรีประดิษฐ์ (2563) ได้ทำการวิจัยเรื่องการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติมาใช้ในการเรียนการสอนเรื่องการตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ซึ่งได้ทำการประยุกต์เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ในการเรียนการสอนรายวิชางานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ของนักศึกษาระดับปวส. 2 แผนกเทคนิคอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีผลวิจัยพบว่า 1) ผลการประเมินคุณภาพมีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับดี 2) ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) มีค่าเท่ากับ 81.08 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) มีค่าเท่ากับ 83.53) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบกับเกณฑ์ พบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 25.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.62 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เสาวเพ็ญ บุญประสพ (2563) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องเส้นขนาน โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาใช้ในการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 โรงเรียนพิบูลมังสาหาร อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 44 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.49/76.74 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่ามีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ คือ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ และโปรแกรม GSP มาใช้ในการเรียนการสอนและวัดผล ซึ่งการวัดผลนั้นเป็นไปในรูปแบบเดียวกันคือ วัดค่าประสิทธิภาพ E1/E2 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน และวัดค่าความพึงพอใจของผู้เรียน ซึ่งจากวิธีการดังกล่าวผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสอดคล้องกับแนวคิด และวิธีการของงานวิจัยนี้ จึงได้มีการพิจารณาว่า อาจจะเป็นแนวทางการวิจัยและสรุปเป็นงานวิจัยที่สอดคล้องดังกล่าว

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักศึกษาระดับปวส.ชั้นปีที่ 1 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเครื่องมือกลเบื้องต้นปีการศึกษา 2/2563 ทั้งหมด 2 ห้อง จำนวน 50 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับปวส. ชั้นปีที่ 1 โปรแกรมวิชาช่างกลโรงงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเครื่องมือกล

เบื้องต้นปีการศึกษา 2/2563 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักศึกษา 25 คน โดยผู้วิจัยใช้วิธีการแบบสุ่ม (Cluster sampling)

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.2.1 โปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล โดยสร้างจากโปรแกรม Visual Studio 2019 และคู่มือการใช้งานโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล

4.2.2 สื่อการสอนเรื่องคำนวณงานเครื่องมือกลโดยประกอบไปด้วยสื่อ PowerPoint และเอกสารการสอนที่มีการพัฒนาปรับปรุงเนื้อหา โดยเพิ่มเติมเนื้อหาและตัวอย่างการคำนวณโดยใช้โปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล

4.2.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบอัตนัยวัดผลโดยคะแนน 0 หรือ 1

4.2.4 แบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลจำนวน 1 ฉบับเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งระดับความพึงพอใจเป็น 5 ระดับคือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

4.2.5 แบบประเมินความผลความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนเนื้อหาเรื่องการคำนวณงานเครื่องมือกลด้วยสื่อการสอนและโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลที่ได้สร้างขึ้นมาจำนวน 1 ฉบับเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งระดับความพึงพอใจเป็น 5 ระดับคือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

4.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

4.3.1 ผู้วิจัยได้นำโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล และคู่มือการใช้งานนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการเขียนโปรแกรม 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและประเมินคุณภาพของโปรแกรมโดยมีผลการประเมินเฉลี่ยอยู่ที่ 4.40 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.49 ซึ่งค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้คือ 3.50 -5.00

4.3.2 ผู้วิจัยได้นำสื่อการสอนเรื่องคำนวณงานเครื่องมือกลโดยประกอบไปด้วยสื่อ PowerPoint และเอกสารการสอนที่มีการพัฒนาปรับปรุงเนื้อหา โดยเพิ่มเติมเนื้อหาและตัวอย่างการคำนวณโดยใช้โปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 3 คน ตรวจสอบความถูกต้องและประเมินความเหมาะสมของสื่อโดยมีผลการประเมินเฉลี่ยอยู่ที่ 4.20 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.54 ซึ่งค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้คือ 3.50 -5.00

4.3.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบอัตนัย มีจำนวนทั้งหมดทั้งสิ้น 30 ข้อ ผู้วิจัยได้ทำการนำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 คน ตรวจให้คะแนนความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้ค่า IOC เท่ากับ 0.91 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้อยู่ระหว่าง 0.6-1.0 และทำการนำแบบทดสอบไปทดลองกับนักศึกษา 20 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างได้ค่าดัชนีความยากง่าย (p) อยู่ที่ 0.4-0.8 และมีค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีการคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR20) อยู่ที่ 0.96

4.3.4 แบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลประกอบไปด้วย 3 ด้านคือด้านการออกแบบโปรแกรม ด้านคุณภาพของโปรแกรม และด้านคู่มือการใช้งานของโปรแกรม โดยมีค่าคะแนน IOC เท่ากับ 0.87 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้อยู่ระหว่าง 0.6-1.0 และได้ผลวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) ด้วยวิธีคอนบาร์คเท่ากับ 0.79

4.3.5 แบบประเมินความผลความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนโดยมีด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่องด้านการใช้สื่อและอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้รวม และด้านแบบทดสอบและแบบฝึกหัดมีค่าคะแนน IOC เท่ากับ 0.87 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้อยู่ระหว่าง 0.6-1.0 และได้ผลวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) ด้วยวิธีคอนบาร์คเท่ากับ 0.80

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.4.1 ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการทดสอบจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 90 นาที แล้วทำการบันทึกผลการทดสอบก่อนเรียน

4.4.2 ผู้วิจัยทำการทดลองหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลกับกลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.4.2.1 จัดเตรียมสื่อการสอนโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล คู่มือการใช้งานโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล โดยแบ่งหน่วยเรียนเป็น 5 หน่วยคือ งานกลึงปอก งานกลึงปาดหน้า งานกัดเติมหน้า งานกัดแบบไม่เติมหน้า และงานเจาะ

4.4.2.2 ผู้วิจัยทำการชี้แจงรายละเอียดของการเรียนเนื้อหาคำนวณงานเครื่องมือกลด้วยสื่อและโปรแกรมคำนวณให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบ

4.4.2.3 ผู้วิจัยทำการสอนเนื้อหาคำนวณงานเครื่องมือกลในแต่ละหัวข้อ โดยทำการสอนทฤษฎี ยกตัวอย่างการคำนวณแบบทั่วไปทำการสาธิตการใช้โปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลพร้อมแนะนำคู่มือการใช้งานโปรแกรม ยกตัวอย่างการหาผลลัพธ์ด้วยโปรแกรม และให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยเรียน แล้วทำการบันทึกผลคะแนนแบบฝึกหัด

4.4.2.4 เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนการสอนเนื้อหาคำนวณงานเครื่องมือกลด้วยสื่อและโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลครบทั้ง 5 หน่วยผู้วิจัยได้ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อและโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลโดยทำการทดสอบจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 90 นาที แล้วทำการบันทึกผลการทำแบบทดสอบ

4.4.3 ผู้วิจัยให้ผู้เรียนตอบแบบประเมินคุณภาพของโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล และแบบประเมินความผลความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนเนื้อหาเรื่องการคำนวณงานเครื่องมือกลด้วยสื่อการสอนและโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล และนำคะแนนความพึงพอใจเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ต่อไป

4.4.4 ผู้วิจัยทำการนำผลคะแนนแบบฝึกหัดในแต่ละหน่วยมาทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) นำผลคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อมาทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) และนำผลคะแนนก่อนและหลังการเรียนรู้มาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ T-Test แบบ Paired-simple group ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

4.5.1 ค่าประสิทธิภาพของโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชา งานเครื่องมือกลเบื้องต้น (E1/E2) ใช้หลักการร้อยละ (Percentage) ในการวิเคราะห์

4.5.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนใช้หลักการร้อยละค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ส่วนเบี่ยงเบน

4.5.3 วัดผลประเมินคุณภาพของโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลและการวัดผลความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนด้วยสื่อการสอนและโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลใช้หลักการค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. ในการวิเคราะห์

5. ผลการวิจัย

5.1 ผู้วิจัยได้ทำการสร้างโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลเป็นผลสำเร็จ โดยโปรแกรมสามารถทำงานได้ 5 หัวข้อ คืองานกลึงปอก งานกลึงปาดหน้า งานกัดเต็มหน้า งานกัดไม่เต็มหน้า และงานเจาะ และโปรแกรมที่ได้ ออกมานั้นผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาแล้วจำนวน 3 ท่าน โดยมีการประเมิน 3 ด้านคือ ด้านการออกแบบ ด้านคุณภาพ และด้านคู่มือการใช้งาน มีคะแนนการประเมินเฉลี่ยอยู่ที่ 4.40 อยู่ในระดับมาก

ภาพที่ 1 หน้าต่างโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล



5.2 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชา งานเครื่องมือกลเบื้องต้น (E1/E2)

ตารางที่ 1 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชา งานเครื่องมือกลเบื้องต้น (E1/E2)

หน่วยการเรียนรู้	ค่าประสิทธิภาพกระบวนการ(E1)			ค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์(E2)		
	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ
งานกลึงปอก	20	16.32	81.60	30	24.96	83.2
งานกลึงปาดหน้า	20	16.24	81.20			
งานกัดเติมหน้า	20	16.4	82.00			
งานกัดไม่เติมหน้า	20	16.64	83.20			
งานเจาะ	20	16.24	81.20			
ผลประสิทธิภาพ			81.84	-		
				83.2		

5.3 ผลการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนเรื่องคำนวณงานเครื่องมือกล รายวิชา งานเครื่องมือกลเบื้องต้น ด้วยสื่อและโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล

ตารางที่ 2 ผลการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนเรื่องคำนวณงานเครื่องมือกล รายวิชา งานเครื่องมือกลเบื้องต้น ด้วยสื่อและโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล

การทดสอบ	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ค่า t	P-Value
ก่อนเรียน	25	30	16.92	3.75	8.58	0.000
หลังเรียน	25	30	24.96	3.48		

5.4 ผลการประเมินคุณภาพโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลจากผู้เรียน

ตารางที่ 3 ผลประเมินคุณภาพโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลจากผู้เรียน

ข้อมูลการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพอใจ
ด้านการออกแบบโปรแกรม	4.49	0.50	ดี
ด้านคุณภาพของโปรแกรม	4.52	0.50	ดีมาก
ด้านคู่มือการใช้งาน	4.47	0.50	ดี
เฉลี่ยรวม	4.50	0.50	ดี

5.5 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนเนื้อหาเรื่องการคำนวณงานเครื่องมือกล ใน รายวิชา งานเครื่องมือกลเบื้องต้น ด้วยสื่อการสอนและโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนเนื้อหาเรื่อง การคำนวณงานเครื่องมือกล
ในรายวิชาการเครื่องมือกลเบื้องต้น ด้วยสื่อการสอนและโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล

ข้อมูลการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความพึงพอใจ
	$\bar{X}$	S.D.	
ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	4.63	0.48	ดีมาก
ด้านการใช้สื่อและอุปกรณ์ประกอบการเรียนรู้รวม	4.48	0.61	ดีมาก
ด้านแบบทดสอบและแบบฝึกหัด	4.54	0.55	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	4.55	0.55	ดีมาก

6. สรุปผลการวิจัย

การสร้างและหาประสิทธิภาพโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาการเครื่องมือกลเบื้องต้นผู้วิจัยได้ทำการสรุปและอภิปรายผลอ้างอิงตามวัตถุประสงค์การวิจัยได้ดังนี้

6.1 ผู้วิจัยได้ทำการสร้างโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลออกมาเป็นผลสำเร็จโดยใช้ Visual Studio 2019 ในการเขียนโปรแกรมโปรแกรมที่ได้มีหัวข้อการทำงาน 5 หัวข้อ ๆ ละ 1 หน้าโปรแกรมการทำงานประกอบไปด้วยการคำนวณงานกลึงปอก กลึงปาดหน้า กัดเติมหน้า กัดไม่เติมหน้า และงานเจาะ ซึ่งโปรแกรมสามารถคำนวณหาความเร็วรอบระยะการตัดเฉือน จำนวนชั้นของการตัดเฉือน และเวลาการทำงาน ซึ่งในแต่ละหัวข้อจะมีองค์ประกอบของหน้าโปรแกรมรูปแบบเดียวกันคือ ภาพแสดงลักษณะของงาน แลบทอธิบายความหมายของตัวแปร และส่วนของการระบุตัวแปรการคำนวณ โดยที่ส่วนของการระบุตัวแปรการคำนวณได้มีการเรียงลำดับการคำนวณให้ผู้ใช้งานอย่างชัดเจนตามลำดับคือ ระบุขนาดเครื่องมือตัด เลือกข้อมูลทางเทคนิคของงาน ระบุจำนวนชั้นการตัด ระบุระยะเวลาการตัด และคำนวณผลลัพธ์เวลางาน นอกจากนั้นในแต่ละขั้นตอนจะมีรูปภาพและแถบแสดงสถานะเพื่ออำนวยความสะดวกและป้องกันการคำนวณผิดขั้นตอน ซึ่งโปรแกรมได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คนมีคะแนนการประเมินเฉลี่ยอยู่ที่ 4.40 อยู่ในระดับดี

6.2 ประสิทธิภาพโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาการเครื่องมือกลเบื้องต้นได้ผลค่าประสิทธิภาพอยู่ที่ $E1/E2 = 81.84/83.2$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80

6.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้โปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลในการเรียนการสอนเรื่องการคำนวณงานเครื่องมือกล รายวิชาการเครื่องมือกลเบื้องต้น ผลที่ได้คือค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์หลังเรียนมีค่าสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

6.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้โปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลในการเรียนการสอนเรื่องการคำนวณงานเครื่องมือกล รายวิชาการเครื่องมือกลเบื้องต้นได้ผลการประเมินเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.55 ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ระดับดี

7.อภิปรายผล

7.1 โปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น ได้ผลค่าประสิทธิภาพอยู่ที่ $E1/E2 = 81.84/83.2$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 เนื่องจากได้มีการนำสื่อการเรียนการสอนและแบบฝึกหัดมาทำการพัฒนาเพิ่มขึ้น โดยเน้นให้มีความเชื่อมโยงและสอดคล้องกับโปรแกรมที่ได้สร้างออกมา เน้นให้เกิดความเหมือนในส่วนของภาพประกอบ สูตรการคำนวณ ความหมายของตัวแปรในสูตรการคำนวณ ขั้นตอนการคำนวณ และผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ ทำให้โปรแกรมสื่อการสอนและแบบฝึกหัดที่ได้นำมาทดลองกับกลุ่มตัวอย่างนั้น เกิดความสอดคล้องกันชัดเจน มีลำดับขั้นตอนการคำนวณทางทฤษฎีและลำดับการใช้งานโปรแกรมที่ตรงกัน ส่งผลให้ผู้เรียนนั้นเกิดความเข้าใจตรงกันทั้งทางด้านการเรียนทฤษฎีและทางด้านการปฏิบัติอีกทั้งสื่อการสอนมีการเพิ่มเนื้อหาแนะนำขั้นตอนการคำนวณของโปรแกรมอย่างชัดเจน แบบฝึกหัดมีการกำหนดตัวแปรตรงตามขั้นตอนการคำนวณกระบวนการคำนวณโดยใช้โปรแกรมนั้นมีการกำหนดขั้นตอนเป็นรูปแบบอย่างชัดเจนตรงตามวิธีการทฤษฎี เกิดความง่ายต่อผู้เรียนในการคำนวณหาคำตอบของโจทย์ปัญหาต่าง ๆ และโปรแกรมสามารถติดตั้งลงในคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนทุกคน ผู้เรียนสามารถทบทวนคำนวณซ้ำและแก้ไขซ้ำได้เมื่อทบทวนจนเกิดความเข้าใจถ่องแท้และชำนาญจะส่งผลต่อมาคือผู้เรียนสามารถคำนวณได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องในเวลาที่รวดเร็ว ส่งผลสูงสุดคือผู้เรียนมีผลการเรียนที่ดีขึ้นเกิดเป็นผลค่าประสิทธิภาพดังกล่าวและสื่อการเรียนการสอนที่ได้พัฒนามานั้นได้ผ่านการตรวจประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคสื่อ และมีการแก้ไขเพิ่มเติมตามข้อเสนอแนะก่อนที่จะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างตามลำดับลักษณะของหลักการที่นำมาพัฒนาสื่อและโปรแกรมของงานวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับณรงค์ ไชยมงคล, เมธา อึ้งทอง และอภิชาติ ศรีประดิษฐ์ (2563) ที่ได้สร้างสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ ช่วยในการสอนการตั้งศูนย์งานกัดด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ ซึ่งได้ประสิทธิภาพ 82.78/82.10 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนดคือ 80/80

7.2 ผลการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนเรื่องคำนวณงานเครื่องมือกล รายวิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น ด้วยสื่อและโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล พบว่าค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์หลังเรียนมีค่าสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการสร้างโปรแกรมการพัฒนาสื่อการสอนและการสร้างแบบฝึกหัดนั้น มีการเน้นให้เกิดความสอดคล้องกันอย่างมากที่สุด โดยเน้นความสอดคล้องในด้านภาพประกอบ สูตรการคำนวณ ความหมายของตัวแปรในสูตรการคำนวณ ขั้นตอนการคำนวณ และผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ สื่อการสอนและแบบฝึกหัดที่ได้นำมาทดลองกับกลุ่มตัวอย่างมีการอธิบายทฤษฎีการคำนวณและวิธีการคำนวณเป็นลำดับขั้นตอนและเชื่อมโยงกับขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม ส่วนคู่มือการใช้งานโปรแกรมนั้นมีการแนะนำขั้นตอนใช้งานที่ชัดเจน และแบบฝึกหัดมีการกำหนดตัวแปรตรงตามขั้นตอนการคำนวณ เกิดความง่ายต่อผู้เรียนในการเรียนทฤษฎีและการคำนวณหาคำตอบของโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ผู้สอนมีการอัปเดตสื่อให้กับผู้เรียนเพื่อการทบทวนหลังเรียน และโปรแกรมสามารถติดตั้งลงในคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนทุกคน ผู้เรียนสามารถศึกษาทบทวนคำนวณซ้ำและแก้ไขซ้ำได้ และเมื่อเกิดความเข้าใจถ่องแท้และชำนาญจะส่งผลต่อมาคือผู้เรียนสามารถ

คำนวณได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องในเวลาที่รวดเร็ว ส่งผลสูงสุดคือผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น มีผลการเรียนที่ดีขึ้นตาม การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของงานวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของสาวเพ็ญ บุญประสพ (2563) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง เส้นขนาน โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง เส้นขนานโดยใช้โปรแกรม GSP หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

7.3 ผลประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้โปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลในการเรียนการสอนเรื่องการคำนวณงานเครื่องมือกล ค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.55 ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ระดับดีอันเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาเนื้อหาของสื่อให้มีการอธิบายได้ถูกต้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาทฤษฎีที่ระบุลงในสื่อมีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่อยู่ในโปรแกรม จัดลำดับเนื้อหาการคำนวณทางทฤษฎีและการปฏิบัติด้วยโปรแกรมที่ตรงกัน มีการปรับปรุงเนื้อหาให้มีภาษาที่ผู้เรียนเข้าใจง่ายเกิดการเรียนรู้อย่างรวดเร็ว ใช้ภาพประกอบที่ถูกต้องหลักการทางเครื่องมือกล มีการยกตัวอย่างการคำนวณที่เป็นลำดับขั้นตอนเป็นรูปแบบที่ชัดเจน และขั้นตอนคำนวณนั้น ๆ เป็นขั้นตอนเดียวกันกับขั้นตอนการคำนวณโดยใช้โปรแกรม ส่งผลให้การศึกษาตัวอย่างในทางทฤษฎีตรงกันกับขั้นตอนการคำนวณทางปฏิบัติทุกประการ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อัตโนมัติทักษะการคำนวณและการใช้โปรแกรมที่รวดเร็วส่วนของสื่อมีการใช้ตัวอักษรที่มีความชัดเจน สีพื้นหลังมีความเหมาะสมรูปภาพประกอบมีขนาดพอดีเพื่อให้ผู้เรียนอ่านและทบทวนได้สะดวก และแบบฝึกหัดที่นำมาทดสอบนั้นมีการใช้รูปประกอบที่ตรงกับเนื้อหาทฤษฎีและตรงกับโปรแกรม กำหนดโจทย์ให้เป็นภาษาที่เข้าใจง่ายตรงกับเนื้อหาการสอน ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนการสอน มีผลให้คะแนนความพึงพอใจสูงในระดับดีมาก มีความสอดคล้องกับสาวเพ็ญ บุญประสพ (2563) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง เส้นขนาน โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานโดยรวมอยู่ที่ 4.59 อยู่ในระดับดีมาก และสอดคล้องกับณรงค์ ไชยมงคล, เมธา อึ้งทอง และอภิชาติ ศรีประดิษฐ์ (2563) ที่ได้สร้างสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ ช่วยในการสอนการตั้งศูนย์งานกัดด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ ซึ่งมีผลคะแนนประเมินคุณภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 4.51 ระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

8.1.1 ผู้สอนควรศึกษาการใช้งานโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลให้เข้าใจอย่างถ่องแท้เพื่อที่จะสามารถสอน สาธิต และให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ เกิดผลสัมฤทธิ์ที่ดีต่อผู้เรียนอย่างสูงสุด

8.1.2 ผู้สอนควรศึกษาขั้นตอนการคำนวณงานเครื่องมือกลให้เข้าใจจนสามารถอธิบายถึงความเชื่อมโยงกับโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลได้อย่างถ่องแท้ ก่อนถ่ายทอดแก่ผู้เรียน

8.1.3 ผู้สอนควรสอนพื้นฐานให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการของงานเครื่องมือกลทั่ว ๆ ไปในเรื่องของงานกลึง ปอก งานกลึงปาดหน้า งานกัดแบบเต็มหน้า งานกัดแบบไม่เต็มหน้า และงานเจาะ และทดสอบจนมั่นใจว่าผู้เรียน

เกิดความเข้าใจแล้วจริง ๆ ก่อนที่จะเข้าสู่การเรียนการสอนในส่วนของการคำนวณงานเครื่องมือกลด้วยโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล

8.1.4 ผู้สอนควรยกตัวอย่างการคำนวณงานเครื่องมือกลโดยวิธี Manual ให้กับผู้เรียนได้เรียนรู้และเข้าใจอย่างถูกต้อง โดยเน้นเป็นขั้นตอนตามลำดับที่ถูกต้อง และทดสอบผู้เรียนโดยวิธี Manual จนมั่นใจว่าผู้เรียนได้เรียนรู้และเข้าใจอย่างถ่องแท้แล้ว นำตัวอย่างและแบบทดสอบนั้น ๆ เข้าสู่กระบวนการสอนการคำนวณโดยการโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลต่อไป

8.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

8.2.1 ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้โปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลกับกลุ่มที่ไม่ได้เรียนโดยใช้โปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกล โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการเรียนรู้รายวิชาเครื่องมือกลเบื้องต้นมาแล้ว

8.2.2 ควรพัฒนาโปรแกรมคำนวณงานเครื่องมือกลที่สามารถใช้งานบนระบบอินเทอร์เน็ตผ่านเว็บไซต์ หรือพัฒนาให้เป็น Application โดยให้สามารถใช้ได้ในระบบ Android และ IOS เพื่อให้นักศึกษาหรือผู้สนใจสามารถเข้าถึงการใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลา เข้ากับยุคศตวรรษที่ 21 ที่สมบูรณ์แบบ

8.2.3 งานวิจัยครั้งนี้ได้นำการคำนวณเพียงบางส่วนจากงานเครื่องมือกลมาทำการวิจัย ซึ่งงานเครื่องมือกลนั้นมีการคำนวณเฉพาะที่หลากหลาย สามารถที่จะนำส่วนที่น่าสนใจมาพัฒนาต่อยอดเป็นโปรแกรมหรือ Application ได้ เพราะฉะนั้นการวิจัยครั้งต่อไปสามารถที่จะเลือกการคำนวณอื่น ๆ ของงานเครื่องมือกลมาพิจารณาเป็นโจทย์วิจัยต่อไป

9. เอกสารอ้างอิง

- กิดานันท์ มลิทอง. (2548). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์.
- ณรงค์ ไชยมงคล, เมธา อึ้งทอง, และอภิชาติ ศรีประดิษฐ์. (2563). เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ: การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*. 19(2) : 80-89.
- ประภาพรณ เคลือบวันฉัตรน. (2558). การออกแบบโปรแกรมคำนวณค่าความเข้มสนามแม่เหล็กของสายส่งและสายจำหน่ายแรงสูง. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร*. 9(1) : 147-162.
- ธวัชชัย สีมานิลฤทธิ์ และนพรัตน์ สวัสดิ์สกุล. (2558). กรณีศึกษาการวิเคราะห์ประมาณปริมาณเหล็กเส้นกลมและเหล็กข้ออ้อยในงานก่อสร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 10(2) : 85-95.

“พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542” (2542, 14 สิงหาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 116 ตอนที่ 74 ก. หน้า 19.

ภาสกร เรืองรอง, ประหยัด จิระวงษ์, วิลาวัลย์ สมยาโรจน, ศรัณยู หมั่นเดช, และชไมพร ศรีสุราช. (2557). เทคโนโลยีการศึกษากับครูไทยในศตวรรษที่ 21. *วารสารปัญญาภิวัฒน์. 5(พิเศษ) : 195-207*.

ลาวัลย์ พลกล้า. (2533). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและกำลังคนอาชีวศึกษา สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา. (2563). สถิติข้อมูลนักเรียนนักศึกษา ปีการศึกษา 2563. สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2563, จาก <https://techno.vec.go.th/ประชาสัมพันธ์/รายละเอียดข่าว/tabid/766/Articled/31625/31625.aspx>

สุรรัตน์ สุ่มมาตย์. (2561). การพัฒนาสื่อดิจิทัลตามแนวคิดของกาเยด้วยการสอนบน Padlet วิชาโปรแกรมตารางคำนวณ (2204-2103) สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ. *วารสารวิจัยและนวัตกรรมการอาชีวศึกษา. 2(1) : 31-38*.

เสาวเพ็ญ บุญประสพ. (2563). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง เส้นขนาน โดยใช้โปรแกรม GSP ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 31(2) : 132-149*.

สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ. (2563). *หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563*. สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2563. จาก <https://bsq.vec.go.th/Portals/9/Course/30/2563/10043370164.pdf>

สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ. (2562). *หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562*. สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2563. จาก <https://bsq.vec.go.th/Portals/9/Course/20/1004337012564.pdf>

อำนาจ ทองแสน. (2559). *งานเครื่องมือกลเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.

อมรรัตน์ เตชะนอก, รัชนิ จรุงศิริวัฒน์, และพระฮอนดำ วาฬสัโท. (2563). การจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21. *วารสารมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตขอนแก่น. 7(9) : 1-15*.

อวยชัย วงศ์รัตน์, พิเชษฐ์ รัตนบุญทวี, สิทธิศักดิ์ มาดี และอดิศักดิ์ ทองช่วย. (2563). การคำนวณขนาดอินเวอร์เตอร์ของระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ให้กับอาคารพักอาศัยด้วยโปรแกรมวิซวลสตูดิโอ.

วารสารวิจัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร. 3(2) : 35-42.