



การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน เพื่อ
ส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

นายณรงค์ศักดิ์ พฤษาสวย

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน เพื่อ
ส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ



การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกวด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน
เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

โดย นายณรงค์ศักดิ์ พุฒาสาวย

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุทธิวิโรจน์)

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ วีรานุกูล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)

ชื่อ : นายณรงศักดิ์ พญาสววย
ชื่อการค้นคว้าอิสระ : การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด
ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียน
โปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร
วิชาชีพ
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง
ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ 1) แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน 2) ชุดฝึกทักษะ 3) แบบประเมินความเหมาะสม มีความตรงเชิงเนื้อหาตั้งแต่ 0.60-1.00 4) แบบประเมินทักษะ มีความตรงเชิงเนื้อหา ตั้งแต่ 0.60-1.00 และค่าความเชื่อมั่นจากการสังเกตของเกณฑ์การประเมินระหว่างผู้ประเมิน เท่ากับ 0.70 การวิเคราะห์ข้อมูล คือการวิเคราะห์เนื้อหา ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า 1) สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน นักเรียนยังขาดทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัด ขาดความรู้ด้านพฤติกรรมและกระบวนการเขียนโปรแกรมที่ถูกต้อง และสื่อการสอนแสดงเพียงหลักการเขียนโปรแกรมพื้นฐานทำให้นักเรียนมีผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 2) ความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด $\bar{X} = 4.83$ $SD = 0.10$ 3) ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัด สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และ 4) ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนหลังการใช้ชุดฝึกทักษะสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(มีจำนวนทั้งสิ้น 212 หน้า)

คำสำคัญ : ชุดฝึกทักษะ, การเขียนโปรแกรมเอ็นซี, การเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน, ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก

Name : Mr. Narongsak Phueksasuai

Independent Study Title : Development of a Skill Training Package on NC Milling Programming Using the Simpson Learning Approach to Enhance NC Programming Skills for Vocational Certificate Students Certificate Students' Learning Competencies.

Major Field : Mechanical Engineering Education
King Mongkut's University of Technology North
Bangkok

Independent Study Advisor : Assistant Professor Dr. Metha Oungthong

Academic Year : 2024

write contents

ABSTRACT

The objective of the research is to develop and find the efficiency of the training set on NC programming for milling work and compare the students' performance skills against the criteria. The sample group consists of 20 people, selected by cluster sampling. The instruments used for data collection are: 1) Teaching management problem record form 2) Skill training set 3) Appropriateness assessment form with content validity ranging from 0.60-1.00 4) Skill assessment form with content validity ranging from 0.60-1.00 and reliability of observation of the assessment criteria between assessors equal to 0.70. Data analysis is done by content analysis, mean, standard deviation and t-test. The results of the research found that 1) The teaching management problem, students still lack skills in NC programming for milling work, lack knowledge of behavior and correct programming process, and the teaching media only shows basic programming principles, causing students to have lower academic results than the specified criteria. 2) The overall suitability of the skill training set is at the highest level $\bar{X} = 4.83$ $SD = 0.10$ 3) The efficiency of the training set on NC programming for milling work Higher than the specified criteria of 80/80 and 4) the results of the comparison of students'

performance skills after using the skill training kit were significantly higher than the 80% criteria at the statistical significance level of .05.

(Total 212 Pages)

Keywords: Skill training kit, CNC milling programming, Simpson Learning, Vocational Certificate

Advisor



กิตติกรรมประกาศ กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จากความช่วยเหลือ ความกรุณา ความอนุเคราะห์ เอาใจใส่เป็นอย่างดี จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ที่ได้ให้ คำแนะนำ ให้ความเมตตาเอาใจใส่ เสียสละเวลา คอยชี้แนะแนวทางในการทำสารนิพนธ์และ ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะต่างๆ ในการทำวิจัยมาโดยตลอดเวลา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ผศ.ดร.ปราโมทย์ วีรานุกุล ประธานกรรมการสอบ สารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล กรรมการสอบสารนิพนธ์ และผู้ช่วย ศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง กรรมการสอบสารนิพนธ์ ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงสาร นิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความกรุณาและ อนุเคราะห์ในการตรวจสอบ ประเมิน และข้อแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำวิจัยในครั้ง นี้ ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณาจารย์ และนักศึกษาสาขาวิชาช่างกลโรงงาน จากวิทยาลัยเทคนิค ประจวบคีรีขันธ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่วิไลพร พงษ์สาวย ครอบครัวยุติเพื่อนพี่น้อง ที่ได้สนับสนุนให้กำลังใจ คำแนะนำ ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณคณะครู อาจารย์ ทุกท่านที่ ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้มาตั้งแต่ต้นจนถึงปัจจุบัน แก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ณรงค์ศักดิ์ พงษ์สาวย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	7
2.2 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาทักษะปฏิบัติของชิมพ์ชัน	21
2.3 ชุดฝึกทักษะ	22
2.4 การจัดการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติ	25
2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	29
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	38
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	45
3.1 ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน และแนวทาง การพัฒนา ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการ เรียนรู้แบบชิมพ์ชัน	47
3.2 ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและพัฒนา ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน	49

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน	72
3.4 ขั้นตอนที่ 4 ใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับ การเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน	79
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	81
4.1 ผลการศึกษาศาภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวการพัฒนา ชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้ แบบชิมพ์ชัน	82
4.2 ผลการออกแบบและพัฒนา ชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน	83
4.3 ผลทดลองใช้ชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัด ร่วมกับ การเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน	93
4.4 ผลการใช้ชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัด ร่วมกับ การเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน	93
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	95
5.1 สรุปผลการวิจัย	95
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	99
5.3 ข้อเสนอแนะ	102
บรรณานุกรม	104
ภาคผนวก ก	109
รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดพิจารณา กับประเด็นการประเมิน ในแบบสังเกตพฤติกรรมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียน โปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน	110
รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับ นิยามศัพท์	110

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน	111
หนังสือขอความอนุเคราะห์ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ	113
ภาคผนวก ข	122
แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดพิจารณากับประเด็นการประเมิน	123
แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์	128
แบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	135
ภาคผนวก ค	140
ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ(Test Blueprint) ภาคปฏิบัติ	141
ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน	142
ผลการศึกษาแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน	143
ผลการออกแบบเชิงวิศวกรรม การสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน	144
ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ของแบบประเมินความเหมาะสมชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน	145
ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน โดยผู้เชี่ยวชาญ (n=9)	148
ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของของชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน มีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับ 80/80	152
ผลการทดสอบวัดผลหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน (Post-test) โดยใช้แบบฝึกทักษะการปฏิบัติงานเป็นลักษณะแบบสังเกตโดยวิธีการ (Rubrics Score)	153

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานก๊ต ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปากับเกณฑ์	154
ภาคผนวก ง	155
ค่าความเชื่อมั่นจากการสังเกตของเกณฑ์การประเมินระหว่างผู้ประเมิน โดยใช้โปรแกรม SPSS	156
ข้อมูลการหาค่า t-test แบบ Mann-Whitney test	156
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ต ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา	157
ภาคผนวก จ	204
ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	205
ประวัติผู้วิจัย	209

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ค่าความเร็วตัดของวัสดุชนิดต่าง ๆ	9
3-1 การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน	61
3-2 ผลการสังเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมการเรียนรู้โปรแกรมเอ็นซี งานกัด	62
3-3 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1)	74
3-4 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน	74
3-5 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน	74
3-6 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10)	75
3-7 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน	76
3-8 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน	76
3-9 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:100)	77
3-10 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน	78
3-11 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน	78
3-12 แบบแผนการทดลอง	80
4-1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวการพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน	82
4-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน โดยผู้เชี่ยวชาญ (n=9)	86
4-3 ผลการหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน	93

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-4 ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมีพชั่นกับเกณฑ์	93
ค-1 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ (Test Blueprint) ภาคปฏิบัติ	141
ค-2 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน	142
ค-3 ผลการศึกษาแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมีพชั่น	143
ค-4 ผลการออกแบบเชิงวิศวกรรม การสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียน โปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมีพชั่น	144
ค-5 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ (IOC) เพื่อสร้างแบบประเมินความเหมาะสม	145
ค-6 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมีพชั่น โดยผู้เชี่ยวชาญ (n=9)	148
ค-7 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของของชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมีพชั่น มีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับ 80/80	152
ค-8 ผลการทดสอบวัดผลหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัดร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมีพชั่น (Post-test) โดยใช้แบบฝึกทักษะการ ปฏิบัติงานเป็นลักษณะแบบสังเกตโดยวิธีการ (Rubrics Score)	153
ค-9 ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมีพชั่นกับเกณฑ์	154
ง-1 ค่าความเชื่อมั่นจากการสังเกตของเกณฑ์การประเมินระหว่างผู้ประเมิน โดยใช้โปรแกรม SPSS	156
ง-2 ข้อมูลการหาค่า t-test แบบ Mann-Whitney test	156

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย	4
2-1 งานกัดในแนวนอน (Peripheral Milling) และงานกัดในแนวตั้ง (Face Milling)	8
2-2 หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี	12
2-3 ตัวอย่างชุดสั่งงาน G-code ที่ใช้กับเครื่องซีเอ็นซี	13
2-4 ลักษณะของชุดควบคุม (CNC Controller)	13
2-5 เครื่องกัดซีเอ็นซี	14
2-6 การกำหนดระบบแกนเชิงเส้นแบบปฐมภูมิ X, Y และ Z ตามกฎมือขวา	15
2-7 การกำหนดระบบแกนหมุนแบบปฐมภูมิ A, B และ C ตามกฎมือขวา	16
2-8 ส่วนประกอบพื้นฐานของโปรแกรมเอ็นซี	17
2-9 การบอกตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ (Absolute positioning system)	17
2-10 การบอกตำแหน่งแบบต่อเนื่อง (Incremental positioning system)	18
2-11 ชนิดของคำสั่งในตัวโปรแกรมเอ็นซี	19
3-1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	46
3-2 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างชุดฝึกทักษะ	54
3-3 ส่วนประกอบพื้นฐานของโปรแกรมเอ็นซี	55
3-4 หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี	56
3-5 ชนิดของคำสั่งในตัวโปรแกรมเอ็นซี	57
3-6 การกำหนดตำแหน่งโคออร์ดิเนตแบบสัมบูรณ์ และแบบต่อเนื่อง	58
3-7 ร่วมกันกำหนดส่วนประกอบ วางแผนและออกแบบขั้นตอนการสร้างชุดฝึกทักษะ	63
3-8 หน้าปกชุดฝึกทักษะ	64
3-9 ใบเนื้อหา	64
3-10 แบบฝึกหัด	65
3-11 กิจกรรมการเรียนรู้	65
3-12 ใบสังเกตพฤติกรรม	66
3-13 ใบมอบหมายงาน	66
4-1 หน้าปกชุดฝึกทักษะ	83

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-2 ใบเนื้อหา	84
4-3 แบบฝึกหัด	84
4-4 กิจกรรมการเรียนรู้	85
4-5 ใบสังเกตพฤติกรรม	85
4-6 ใบมอบหมายงาน	86
จ-1 การจัดกิจกรรมในขั้นการรับรู้ (Perception)	205
จ-2 การจัดกิจกรรมในขั้นการเตรียมความพร้อม (Readiness)	205
จ-3 การจัดกิจกรรมในขั้นการสนองตอบภายใต้การควบคุม (Guided Response)	206
จ-4 การจัดกิจกรรมขั้นการให้ลงมือกระทำจนกลายเป็นกลไกที่สามารถกระทำตัวเอง (Mechanism)	206
จ-5 การจัดกิจกรรมขั้นการกระทำอย่างชำนาญ (Complex Overt Response)	207
จ-6 การจัดกิจกรรมขั้นการปรับปรุงและประยุกต์ใช้ (Adaptation)	207
จ-7 การจัดกิจกรรมขั้นการคิดริเริ่ม (Origination)	208

บทที่1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยีซีเอ็นซี (Computerized numerical control: CNC) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ในอุตสาหกรรม เช่น ชิ้นส่วนรถยนต์ ชิ้นส่วนแม่พิมพ์โลหะ ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลการเกษตร อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ การควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะต้องอาศัยการเขียนคำสั่งควบคุมเรียกว่า โค้ด (Code) การเขียนคำสั่งอาศัยหลักการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ได้แก่ เรขาคณิตวิเคราะห์ ระบบพิกัด เส้นตรง วงกลม เส้นโค้ง แรง ความเร็ว การเคลื่อนที่ เป็นต้น (สมมาตร และนพรุจ, 2565) ในโปรแกรมซีเอ็นซี จะประกอบไปด้วยกลุ่มคำสั่ง 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) คำสั่งสำหรับควบคุมขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม (Program Technical Commands) เป็นคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี ได้แก่ เอ็นโค้ด (N-Code) ผู้เรียนจะต้องมีความรู้เรื่องการอ่านแบบงานและจะต้องทำการวางแผนลำดับขั้นตอนการตัดเฉือน การเลือกเครื่องมือตัด และกำหนดค่าของเครื่องมือตัด ให้เหมาะสมกับชิ้นงานนั้น ๆ 2) คำสั่งทางเรขาคณิต (Geometrical Commands) เป็นคำสั่งควบคุมให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซี ทำการตัดเฉือน (Machining) ชิ้นงานให้เป็นรูปทรงทางเรขาคณิต ซึ่งต้องกำหนดทิศทางและตำแหน่งของการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด (Tools) โดยลักษณะของการเคลื่อนที่จะเป็นเส้นตรง เส้นโค้งหรือวงกลมก็ได้ และใช้เป็นคำสั่งในการกำหนดระบบการทำงานของเครื่องจักร เช่น กำหนดวิธีการเคลื่อนที่แบบสัมบูรณ์ (Absolute) หรือ แบบต่อเนื่อง (Incremental) หรือกำหนดหน่วยวัดระยะทางโดยมีมาตรฐานต่างๆ ในการใช้งาน เช่น มาตรฐาน ISO 6983/BS 3636 ANSI/EIARS-2740 (สหรัฐอเมริกา) มาตรฐาน BS 3635 (อังกฤษ) เป็นต้น ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ในเรื่องระบบพิกัดตำแหน่งค่าตำแหน่งโคออร์ดิเนตแกน X, Y, และ Z และ 3) คำสั่งทางเทคนิค (Technological Commands) เป็นการควบคุมทางเทคนิคของการทำงานของเครื่องจักร เช่น อัตราป้อน (Feed rate) ความเร็วรอบเพลาสปินเดิล (Spindle Speed) การเปิด-ปิด เพลาจับเครื่องมือตัด (Spindle On-Off) และการเปลี่ยนเครื่องมือตัด (Tools Chang) ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ในเรื่องของหลักการทำงานของเครื่องจักร การเลือกใช้ค่าความเร็วรอบและอัตราป้อน ให้เหมาะสมกับวัสดุชิ้นงาน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี กัดชิ้นงานได้ถูกต้องตามแบบงาน จึงต้องใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะปฏิบัติ ให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี จนเกิดความรู้ความชำนาญในการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี (ณรงค์ เมธา และอภิชาติ 2563)

การจัดการเรียนการสอนรายวิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program) การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี ผู้เรียนจะต้องมีองค์ความรู้เรื่องการอ่านแบบงาน การวางแผนลำดับขั้นตอนการตัดเฉือน ระบบพิกัดตำแหน่ง ค่าตำแหน่งโคออร์ดิเนตแกน X, Y, และ Z การเลือกใช้ค่าความเร็วรอบและอัตราป้อน ให้เหมาะสมกับวัสดุชิ้นงาน จากประสบการณ์ของครูผู้สอนพบว่านักเรียนยังขาดความรู้ดังกล่าว ทำให้ไม่สามารถเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีได้อย่างถูกต้อง การเรียนการสอนปัจจุบันเน้นการบรรยายโดยมีครูผู้สอนเป็นศูนย์กลาง และองค์ความรู้ต่าง ๆ ได้จากการใช้สื่อการสอนเช่น เอกสาร ตำรา หนังสือ และ PowerPoint ซึ่งแสดงเพียงหลักการในการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี ไม่มีการนำโปรแกรมไปทดลองปฏิบัติงานกีดชิ้นงานจริงกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี ทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจในเรื่องการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี และหลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาทักษะปฏิบัติของซิมป์สัน (Simpson 1972) ระบุว่า ทักษะเป็นเรื่องที่มีความเกี่ยวข้องกับพัฒนาการทางกายของผู้เรียน เป็นความสามารถในการประสานการทำงานของกล้ามเนื้อหรือร่างกาย และทำงานดังกล่าวเกิดขึ้นได้จากการสั่งงานของสมอง ซึ่งต้องมีความสัมพันธ์กับความรู้สึกที่เกิดขึ้น ทักษะปฏิบัตินี้สามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝน ซึ่งหากได้รับการฝึกฝนที่ดีแล้ว จะเกิดความถูกต้อง ความคล่องแคล่วความเชี่ยวชาญ ชำนาญการ และความคงทน ผลของพฤติกรรมหรือการกระทำสามารถสังเกตได้จากความรวดเร็วความแม่นยำ ความเร็วหรือความราบรื่นในการจัดการ นอกจากนั้นยังช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และความอดทนให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนด้วย (นิรมล และพรชัย 2566)

จากปัญหาและอุปสรรคดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกีด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมป์สัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกฝนทักษะ การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี งานกีด ในรายวิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program) โดยครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ กระตุ้น แนะนำ กำกับดูแลช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามศักยภาพของแต่ละคน และบรรลุวัตถุประสงค์รายวิชา สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2567

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกีด

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกีด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมป์สันกับเกณฑ์

1.3 สมมติฐานงานวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรได้แก่ นักเรียนแผนกวิชาช่างกลโรงงานระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 184 คน

กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 กลุ่ม จำนวน 20 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ ที่ใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซันกับเกณฑ์ประกอบการเรียนการสอน มีดังนี้

1.4.2.1 หน่วยการเรียนรู้ พื้นฐานการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีงานก๊ัด ประกอบด้วยหัวข้อ

1.4.2.1.1 หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

1.4.2.1.2 คำสั่งเบื้องต้นในการสร้างโปรแกรมซีเอ็นซี

1.4.2.1.3 การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานงานก๊ัด

1.4.3 ขอบเขตด้านตัวแปร

1.4.3.1 ตัวแปรต้นได้แก่ การสอนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน

1.4.3.2 ตัวแปรตามได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน

1.4.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ผู้วิจัยกำหนด ขอบเขตด้านระยะเวลาตามระยะการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซันช่วงเวลา ปีการศึกษา 2567

1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน ผู้วิจัยเขียนกรอบแนวคิดตามตัวแปรที่ศึกษา ดังนี้



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 ชุดฝึกทักษะ หมายถึง ชุดที่ส่งเสริมทักษะที่ออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่อง เรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ประกอบด้วย แบบฝึกทักษะการปฏิบัติงาน ขั้นตอนการปฏิบัติงาน และใบตรวจงาน และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบเนื้อหาแบบทเรียน แบบทดสอบหลังเรียน

1 ชุด

1.6.2 การเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนดังนี้

1.6.2.1 ขั้นการรับรู้ (Perception) เป็นขั้นการให้ผู้เรียนรับรู้ในสิ่งที่จะทำให้โดยการให้ผู้เรียนสังเกตการณ์ทำงานนั้นอย่างตั้งใจเช่น ครูอธิบายเกี่ยวกับ ระบบ CNC, โปรแกรม CNC, การกัด (Milling) และ ความสำคัญของ G-Code และ M-Code และนำเสนอสื่อภาพเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของเครื่อง CNC

1.6.2.2 ขั้นการเตรียมความพร้อม (Readiness) เป็นขั้นการปรับตัวให้พร้อมเพื่อการทำงานหรือแสดงพฤติกรรมนั้น ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ และอารมณ์ โดยการปรับตัวให้พร้อมที่จะทำการเคลื่อนไหวหรือแสดงทักษะนั้น ๆ และมีจิตใจและสภาวะอารมณ์ที่ดีต่อการที่จะทำหรือแสดงทักษะนั้น ๆ เช่น ครูอธิบายเกี่ยวกับการ ตั้งค่าตำแหน่งเริ่มต้น บนเครื่อง CNC แนะนำการใช้คำสั่ง

เริ่มต้นในโปรแกรม CNC เช่น G21, G90, G17, M03 และให้นักเรียนดูการสาธิตการเขียนโปรแกรมที่ใช้คำสั่งเริ่มต้น

1.6.2.3 ขั้นการสนองตอบภายใต้การควบคุม (Guided Response) เป็นขั้นที่ให้โอกาสแก่ผู้เรียนในการตอบสนองต่อสิ่งที่รับรู้ซึ่งอาจใช้วิธีการให้ผู้เรียนเลียนแบบการกระทำ หรือการแสดงทักษะนั้น หรืออาจใช้วิธีการให้ผู้เรียนลองผิดลองถูก (Trial and Error) จนกระทั่งสามารถตอบสนองได้อย่างถูกต้อง เช่นครูแนะนำการ เขียนโปรแกรม CNC สำหรับงานกัดพื้นฐาน เช่น การกัดรูหรือการกัดแนวเส้นตรงครูช่วยนักเรียนในการ ทบทวน G-Code และ M-Code ที่ใช้และ ให้คำแนะนำในการเขียนโปรแกรมจริงและตรวจสอบการทำงาน

1.6.2.4 ขั้นการให้ลงมือกระทำจนกลายเป็นกลไกที่สามารถกระทำตัวเอง (Mechanism) เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการปฏิบัติและเกิดความเชื่อมั่นในการทำสิ่งนั้น ๆ เช่นครูให้นักเรียน เขียนโปรแกรม CNC ด้วยตนเอง โดยใช้คำสั่ง G-Code และ M-Code และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการตรวจสอบโปรแกรม นักเรียนเขียนโปรแกรม CNC สำหรับการกัดรูปทรงที่ซับซ้อน เช่น การกัดวงกลมหรือช่อง นักเรียนทำการ ทดสอบโปรแกรม โดยการใช้ซอฟต์แวร์จำลอง CNC

1.6.2.5 ขั้นการกระทำอย่างชำนาญ (Complex Overt Response) เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการกระทำนั้น ๆ จนผู้เรียนสามารถทำได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญเป็นไปโดยอัตโนมัติ และด้วยความเชื่อมั่นในตนเอง เช่น ครูให้โปรแกรมตัวอย่างที่มีการใช้ G-Code และ M-Code ซับซ้อน เช่น การกัดหลายขั้นตอนหรือการกัดในหลายๆ ทิศทาง นักเรียนเขียนโปรแกรม CNC ที่ซับซ้อน เช่น การกัดตามรูปทรงที่กำหนดและทดสอบโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์จำลองและปรับโปรแกรมตามคำแนะนำของครู

1.6.2.6 ขั้นการปรับปรุงและประยุกต์ใช้ (Adaptation) เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนปรับปรุงทักษะหรือการปฏิบัติของตนให้ดียิ่งขึ้น และประยุกต์ใช้ทักษะที่ตนได้รับการพัฒนาในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่นครูอธิบายวิธีการ ปรับโปรแกรม CNC ให้เหมาะสมกับสภาพงานจริง แนะนำการปรับแต่งโปรแกรม CNC ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น การตั้งค่า Feedrate หรือการเลือกใช้เครื่องมืองานกัดในส่วนที่บัพกรณ์นักเรียนปรับโปรแกรม CNC ที่เขียนขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับการทำงานจริงและทดสอบโปรแกรมด้วยการใช้เครื่อง CNC

1.6.2.7 ขั้นการคิดริเริ่ม (Origination) เมื่อผู้เรียนสามารถปฏิบัติหรือกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างชำนาญ และสามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลายแล้ว ผู้ปฏิบัติจะเริ่มเกิดความคิดใหม่ ๆ ในการกระทำหรือปรับการกระทำนั้นให้เป็นไปตามที่ตนต้องการ เช่นครูให้คำแนะนำเกี่ยวกับการ คิดริเริ่ม และการ ออกแบบโปรแกรม CNC สำหรับงานที่ไม่มีตัวอย่างหรือไม่เคยมีมาก่อน นักเรียนออกแบบโปรแกรม CNC สำหรับงานที่ซับซ้อน ทดสอบโปรแกรมที่ออกแบบและตรวจสอบการทำงาน

1.6.3 นักเรียน หมายถึง นักเรียนแผนกวิชาช่างกลโรงงาน สาขางานเครื่องมือกล ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ ที่ลงทะเบียนเรียน วิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน

1.6.4 การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด หมายถึง การใช้โค้ดคำสั่งการควบคุมโปรแกรม (Program Control Instructions) โค้ดคำสั่งทางเรขาคณิต (Geometric Instructions) และโค้ดคำสั่งทางเทคนิค (Technical Instructions) ในการเขียน ตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกัดชิ้นงานตามแบบที่กำหนด

1.6.5 ประสิทธิภาพ หมายถึง คุณภาพชุดฝึกทักษะที่วัดจากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ E_1/E_2 โดยที่

1.6.5.1 E_1 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการที่ได้จัดไว้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปะชัน หลังจากที่คุณเรียนได้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างเรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปะชัน

1.6.5.2 E_2 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียน ด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปะชัน

1.6.6 เกณฑ์ที่กำหนด 80/80 หมายถึง ระดับประสิทธิภาพที่คาดหวัง ซึ่งวัดได้จากค่าเฉลี่ยดังนี้

80 ตัวแรก คือ คะแนนที่ได้จากแบบฝึกหัดระหว่างเรียนโดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง คือ คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยคิดเป็นร้อยละ

1.6.7 ทักษะ หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปะชัน ด้านทักษะ ในขั้นการเรียนรู้ เลียนแบบ และทำด้วยความถูกต้อง ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่ได้ในแบบทดสอบการปฏิบัติงาน

1.6.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ทักษะในการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีของนักเรียน ที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปะชัน

1.7 ประโยชน์ของงานวิจัย

นักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปะชัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด
- 2.2 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาทักษะปฏิบัติของซิมพ์ชัน
- 2.3 ชุดฝึกทักษะ
- 2.4 การจัดการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติ
- 2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด

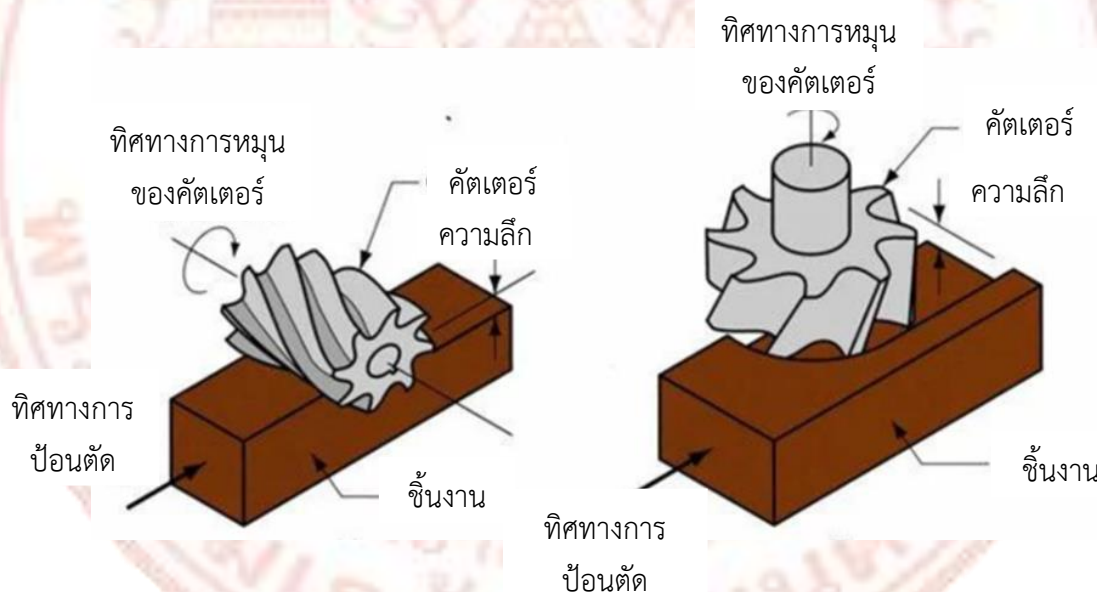
2.1.1 กระบวนการตัดเฉือน (Machining processes)

วีระชาติ (2561) กล่าวว่า กระบวนการตัดเฉือน คือ การสร้างรูปร่างของชิ้นงานโดยการตัดเฉือนเนื้อวัสดุออกโดยไม่มีการเปลี่ยนโครงสร้างภายใน (Microstructure) ซึ่งใช้เครื่องมือตัด (Cutting Tool) รูปทรงต่าง ๆ โดยมีองค์ประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องในกระบวนการตัดเฉือน คือ การเปลี่ยนแปลงรูปร่างด้วยแรงเฉือน (Shear Deformation) เศษตัด (Chip) และเกิดผิวชิ้นงานใหม่ ซึ่งกระบวนการตัดเฉือนใช้ในการผลิตชิ้นงานโลหะให้มีรูปร่างต่าง ๆ ซึ่งสามารถจำแนกประเภทการตัดเฉือนได้ 3 แบบ คือ การกลึง (Turning Processes) เช่น การกลึงปอก การกลึงปาดหน้า การกลึงเกลียวทั้งเกลียวในและเกลียวนอก การคว้านขึ้นรูป เป็นต้น และการกัด (Milling Processes) เช่น การกัดผิวหน้า (Face Milling) การกัดบ่า (Shoulder Milling) การกัดร่อง (Slot Milling) การกัดตามรูปร่าง เป็นต้น และกระบวนการตัดเฉือนอื่น ๆ เช่น การขัดผิวรูด้านใน (Honing) การแทงขึ้นรูป (Broaching) การทำฟันเฟือง (Gear Cutting) เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยนี้เน้นไปที่กระบวนการตัดเฉือนของงานกัด

งานกัด คือ กระบวนการตัดเฉือนซึ่งดำเนินการด้วยเครื่องมือตัดแบบหมุน (Rotary cutter) ที่มีคมตัดหลาย ๆ คมจัดเรียงบนขอบของเครื่องมือตัด กระบวนการนี้ใช้เพื่อสร้างพื้นผิวเรียบ

หรือส่วนโค้งและรูปร่างที่ซับซ้อนอื่น ๆ อีกมากมาย การกัดแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ การกัดผิวหน้า (Face Milling) การกัดลง (Down Milling) และการกัดขึ้น (Up Milling) และเครื่องมือตัดนี้ใช้ร่วมกับเครื่องกัด ซึ่งเครื่องกัดมีสองประเภทใหญ่ ๆ คือ เครื่องกัดแนวนอน (Horizontal Milling Machine) เครื่องกัดแนวตั้ง (Vertical Milling Machines) และเครื่องกัดเอนกประสงค์ (Universal Milling Machines)

สมศักดิ์ (2560) การกัด (Milling) คือการตัดเฉือนวัสดุที่เครื่องมือตัดหมุนรอบตัวเองอยู่กับที่ จากนั้นเลื่อน โต๊ะงานที่ใช้จับชิ้นงานให้เคลื่อนที่เข้าไปหาเครื่องมือตัดเพื่อให้ เครื่องมือตัดที่กำลังหมุนอยู่นั้นตัด เฉือนวัสดุตามรูปร่างที่ต้องการ โดยเครื่องมือตัดจะหมุนและเคลื่อนที่เข้า ๆ สัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ ของชิ้นงาน ทำให้เกิดระนาบของผิวงานใหม่ ทิศทางการป้อน (Feed direction) ของชิ้นงานจะตั้งฉากกับแกนการหมุนของเครื่องมือตัดในขณะที่การหมุนของเครื่องมือตัดถูกกำหนดด้วยความเร็ว (Speed) การกัดขึ้นรูปมีหลายประเภท แต่จำแนกการกัดเป็น 2 ชนิดใหญ่คือ งานกัดในแนวนอน (Peripheral Milling) และงานกัดในแนวตั้ง (Face Milling) ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 งานกัดในแนวนอน (Peripheral Milling) และงานกัดในแนวตั้ง (Face Milling)

(<https://images.app.goo.gl/RUtSFH6xiJnWJyYZ8>)

2.1.2 อิทธิพลที่มีผลต่อการตัดเฉือน

ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีความรู้ในทฤษฎีของการตัดเฉือน พิจารณา 1) ความเร็วตัด (Cutting Speed), 2) ความเร็วรอบ (Speed), 3) อัตราป้อน (Feed Rate) และ 4) ความลึกของการตัด (Depth of Cut) ซึ่งจะต้องสัมพันธ์กับ เครื่องจักรด้วยและข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลทางด้านเทคนิค

ของ วัสดุชิ้นงาน ข้อมูลทางด้านเทคนิคของวัสดุเครื่องมือตัด เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จะมีผลต่อคุณภาพผิว ของชิ้นงาน เพราะจะต้องนำ ค่าต่าง ๆ มาคำนวณ เพื่อจะนำ ไปป้อนค่าต่าง ๆ ลงในโปรแกรม CNC เพื่อ ที่จะนำข้อมูลไปป้อนลงในเครื่องกัดต่อไป

2.1.2.1 ความเร็วตัด (Cutting Speed)

ความเร็วตัด คือ ความเร็วตามแนวเส้นรอบวงของเครื่องมือตัดที่สามารถตัดเฉือนวัสดุชิ้นงานออกได้เป็นระยะทางภายในหนึ่งหน่วยเวลา การเลือกค่าความเร็วตัดนั้น ต้องพิจารณาปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ข้อมูลทางด้านเทคนิคของวัสดุชิ้นงาน ข้อมูลทางด้านเทคนิคของ วัสดุเครื่องมือตัด อัตราป้อน ความลึกของการตัด คุณภาพหรือความหยาบผิวงานที่ต้องการ และประสิทธิภาพของเครื่องกัด เป็นต้นโดยความเร็วตัดจะสามารถคำนวณได้จากสูตรที่ 2-1

$$V_c = \frac{\pi \times D \times N}{1000} \quad (2-1)$$

เมื่อ

V_c	คือ	ความเร็วตัด (เมตร/นาที)
π	คือ	ค่าพายเป็นค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 3.14
D	คือ	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกสว่านหรือดอกเจาะ(มิลลิเมตร)
N	คือ	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)

สำหรับค่าความเร็วตัดของวัสดุแต่ละชนิดนั้น สามารถดูได้จากตารางที่ 2-1 หรือคู่มือในการตัดเฉือนของวัสดุนั้น ๆ ซึ่งในทางปฏิบัติมักจะนำค่าความเร็วตัดจากตารางไป คำนวณหาความเร็วรอบของเครื่องมือตัดอีกครั้งหนึ่ง

ตารางที่ 2-1 ค่าความเร็วตัดของวัสดุชนิดต่าง ๆ

ชนิดของวัสดุ	ความเร็วตัด	
	เครื่องมือตัดเหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel Cutting Tool)	เครื่องมือตัดคาร์ไบด์ (Carbide Cutting Tool)
เหล็กกล้าใช้งานทั่วไป	21 - 30	45 - 75
เหล็กกล้าเครื่องมือ	18 - 20	40 - 60
เหล็กหล่อ	15 - 25	40 - 60
โลหะผสมทองแดงและดีบุก	20 - 35	60 - 120
อลูมิเนียม	150 - 300	300 - 600

2.1.2.2 ความเร็วรอบ (Speed)

ความเร็วรอบ คือ จำนวนรอบหรือความเร็วรอบของเครื่องมือตัดที่หมุนไปได้ภายในหนึ่งหน่วยเวลา (นาที) โดยความเร็วรอบของเครื่องมือตัดจะขึ้นอยู่กับค่าความเร็วตัดและขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเครื่องมือตัดเป็นหลัก โดยความเร็วรอบจะสามารถคำนวณได้จากสูตรที่ 2-2

$$N = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D} \quad (2-2)$$

เมื่อ

N	คือ	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)
V_c	คือ	ความเร็วตัด (เมตร/นาที)
π	คือ	ค่าพายเป็นค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 3.14
D	คือ	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกสว่านหรือดอกเจาะ(มิลลิเมตร)

2.1.2.3 อัตราป้อน (Feed Rate)

อัตราป้อน คือ ระยะที่คมตัดของเครื่องมือตัดที่เคลื่อนที่เข้าตัดเฉือน ขึ้นงานภายในหนึ่งหน่วยเวลา (นาที) อัตราป้อนเป็นตัวแปรที่สำคัญในการกำหนดคุณภาพหรือ ความหยาบผิวงาน และระยะเวลาในการตัดเฉือนอีกด้วย โดยอัตราป้อนจะสามารถคำนวณได้จาก สูตรที่ 2-3

$$V_f = f_z \times Z \times N \quad (2-3)$$

เมื่อ

V_f	คือ	อัตราป้อน (มิลลิเมตร/นาที)
f_z	คือ	อัตราป้อนต่อฟัน (มิลลิเมตร/ฟัน)
Z	คือ	จำนวนฟันของเครื่องมือตัด
N	คือ	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)

การเลือกใช้อัตราป้อนในงานกัด ต้องพิจารณาจากปัจจัยที่สำคัญ เช่น ข้อมูลทางด้านเทคนิคของวัสดุชิ้นงาน ข้อมูลทางด้านเทคนิคของวัสดุเครื่องมือตัดอัตราป้อน ความลึกและความกว้างของการตัด รูปร่างของเครื่องมือตัด ความแข็งแรง ความเที่ยงตรง ความหยาบผิวงานที่ต้องการ ประสิทธิภาพของเครื่องกัดการจับยึดชิ้นงาน และการติดตั้งเครื่องมือตัด เป็นต้น

2.1.2.4 ความลึกของการตัด (Depth of Cut)

ความลึกของการตัดที่เหมาะสมนั้น ต้องคำนึงถึงคุณภาพหรือความหยาบผิวที่ต้องการถ้าเพิ่มความลึกของการตัดเวลาในการผลิตชิ้นงานนั้นจะน้อยกว่าแต่ความหยาบผิวของ

ชิ้นงานจะมีค่ามากเกินไปกว่า ที่จะยอมรับได้แต่ถ้าเราใช้ความลึกของการตัดน้อย ๆ ความหนาผิว ของชิ้นงานจะมีค่าที่ดีขึ้น แต่เวลาในการผลิตชิ้นงานนั้นจะยาวนานขึ้นและมีผลต่อการสึกหรอของเครื่องมือตัดอีกด้วย โดยทางปฏิบัติจะทำการกัดแบบหยาบก่อน แล้วทำการกัดละเอียด เพื่อให้ได้ความหนาผิวของชิ้นงานที่ดี

2.1.3 เครื่องกัดซีเอ็นซี

เครื่องกัดซีเอ็นซีแตกต่างกับเครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ (CNC Machining Center) ตรงที่ เครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ มีอุปกรณ์เปลี่ยน Tool อัตโนมัติ ATC (Automatic Tool Changer) ส่วนเครื่องกัด CNC ไม่มี ประเภทของเครื่องกัด CNC สามารถแบ่งออกได้ตามการติดตั้ง Spindle ได้ 2 แบบ ประกอบไปด้วย

2.1.3.1 Spindle แนวตั้ง (Vertical Machining Center : VMC) ส่วนใหญ่ Spindle จะเคลื่อนที่ขึ้น - ลงตามแนวแกน Z

2.1.3.2 Spindle แนวนอน (Horizontal Machining Center : HMC) ส่วนใหญ่ Spindle จะ เคลื่อนที่เข้า-ออกตามแนวแกน Z และเคลื่อนที่ขึ้น - ลงตามแนวแกน Y ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องกัด CNC ประกอบไปด้วย เช่น แท่นเครื่อง (Machine Bed), โต๊ะงาน (Table), Spindle, ชุดควบคุม (Control Unit), อุปกรณ์สำหรับขับเคลื่อน (Chip Conveyor), ชุดเปลี่ยนโต๊ะชิ้นงาน (Pallet Changer) และชุดโต๊ะงานหมุน (CNC Rotary Table)

2.1.4 หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

เครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะทำงานได้นั้นระบบควบคุมของเครื่องจะต้องได้รับคำสั่งที่ระบบสั่งการเสียก่อนว่าจะต้องการให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีทำอะไร ดังนั้นก่อนที่จะให้เครื่อง ที่ควบคุมการจักรกลซีเอ็นซีทำงาน ผู้ควบคุมต้องทำการป้อนโปรแกรมเอ็นซี เข้าไปในระบบควบคุมของเครื่องโดยผ่านแป้นพิมพ์ หรือช่องทางอื่นๆเมื่อ ระบบควบคุมอ่านโปรแกรมเอ็นซีที่ผู้ควบคุม ป้อนเข้าไปแล้วก็จะไปควบคุมเครื่องจักรให้ทำงานโดยการอาศัย มอเตอร์ป้อน เพื่อให้แท่นเลื่อนสามารถเคลื่อนที่ได้ เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมแล้วจะเปลี่ยนรหัสโปรแกรม นั้นให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อเข้าไปควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน จึงต้องส่งสัญญาณนี้เข้าไปในภาคขยายสัญญาณ ของระบบขับ (Drive Amplified) และส่งสัญญาณไปยังมอเตอร์ป้อนเพื่อควบคุมความเร็วและระยะทาง ของการ เคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนแต่เนื่องจากระบบควบคุมซีเอ็นซีไม่สามารถมองเห็นได้ ซึ่งจะ แตกต่างกับช่างควบคุมเครื่องจักรกลทั่วไปที่อาศัยสายตามองดูตำแหน่งของคมตัดกับชิ้นงาน ก็จะทราบว่าจะต้องเลื่อนแท่นเลื่อนไปยัง ตำแหน่งระยะทางเท่าไร ดังแสดงในภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

(<http://www.tl.ac.th/document/chatchai/cnc1.pdf>)

2.1.5 การควบคุมเครื่องจักรเชิงตัวเลข (Computer numerical control)

พงศ์พันธ์ (2562) การควบคุมเครื่องจักรเชิงตัวเลข (CNC : Computer numerical control) เป็นระบบการควบคุมคำสั่งเชิงตัวคณิตศาสตร์ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โดยระบบคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่เป็นส่วนควบคุมและสั่งการทำงานของเครื่องจักรกล แล้วเก็บข้อมูลและการป้อนข้อมูลเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขซึ่งระบบซีเอ็นซีมีส่วนประกอบพื้นฐานที่สำคัญ 3 ส่วนคือ

2.1.5.1 ส่วนโปรแกรมสั่งงาน (Part programming) โปรแกรมสั่งงานในระบบซีเอ็นซีมีลักษณะเป็นแถวชุดคำสั่ง ในแต่ละแถวจะมีรหัส G-code ที่เขียนไว้ในรูปแบบตัวอักษร, ตัวเลขและสัญลักษณ์ ซึ่งรหัสชุดคำสั่งในแต่ละแถวนี้ จะแทนตำแหน่งของการเคลื่อนที่ปลายดอกตัดเพื่อใช้ในการกัดขึ้นรูปชิ้นส่วน โดยตัวอย่างของโปรแกรมสั่งงาน เช่น N5 G1 X20 Y10 Z0 M03 S2000 F200 เป็นต้น แสดงตัวอย่างในภาพที่ 2-3

```

auto1 - Notepad
File Edit Format View Help
( auto1 )
( File created: ???, ??????? 06, 2023 - 12:57 PM)
( for Mach2/3 from Vectric )
( Material Size)
( X= 80.000, Y= 40.000 ,Z= 3.000)
( )
(Toolpaths used in this file:)
(Profile 9)
(Tools used in this file: )
(1 = End Mill {2 mm})
N100 G00 G21 G17 G90 G40 G80
N110G71
N120T1
N130 (End Mill {2 mm})
N140G00G43Z3.000H1
N150S12000M03
N160(Toolpath:- Profile 9)
N170( )

```

ภาพที่ 2-3 ตัวอย่างชุดสั่งงาน G-code ที่ใช้กับเครื่องซีเอ็นซี

2.1.5.2 ชุดควบคุมหรือ “คอนโทรลเลอร์” (CNC Controller) หรือ หน่วยควบคุมเครื่องจักร (MCU) ของเครื่องซีเอ็นซี เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถจัดเก็บโปรแกรม (Store) และแก้ไขตัดแปลงโปรแกรม (Edit) ได้คอมพิวเตอร์เข้าใจโปรแกรมที่ป้อนและทำการควบคุมเครื่องจักรให้ทำงานตามคำสั่งในโปรแกรม เอ็น ซี นอกจากนี้ยังทำการประมวลและคำนวณข้อมูลและโค้ด (Code) และควบคุมการทำงานโดยผ่านระบบเชื่อมโยง (Interface) แสดงตัวอย่างในภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 ลักษณะของชุดควบคุม (CNC Controller)

(<https://images.app.goo.gl/SJ5ZL6jswtsLkbOn8>)

2.1.5.3 ส่วนเครื่องจักรกล (Machine tooling) เป็นส่วนเครื่องจักรที่ถูกออกแบบมาเพื่อถูกควบคุมด้วยระบบชุดควบคุมเครื่องซีเอ็นซี สามารถแบ่งระบบการควบคุมออกเป็น

2 ลักษณะ คือ แบบวงรอบปิดและแบบวงรอบเปิด หรือการผสมผสานระหว่างทั้ง 2 ระบบ โดยเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยระบบเปิดจะมีสัญญาณส่งไปยังส่วนมอเตอร์ขับเคลื่อนทำให้ชุดดอกกัดเคลื่อนที่ไปตามชุดคำสั่ง G-code แต่จะไม่มีระบบตรวจสอบย้อนกลับ (Feedback controlling system) จึงไม่สามารถที่จะตรวจสอบได้ว่าสัญญาณที่ส่งไปถูกต้องหรือไม่ หรือมีข้อผิดพลาดหรือไม่ ส่วนระบบควบคุมแบบวงรอบปิด จะมีชุดตรวจสอบสัญญาณย้อนกลับ เมื่อชุดดอกกัดเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งที่โปรแกรมไว้ จะมีสัญญาณตรวจสอบเพื่อควบคุมให้ดอกกัดหยุดแสดงตัวอย่างในภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 เครื่องกัดซีเอ็นซี

(<https://www.mreport.co.th/products/machine-tools/1805430051>)

2.1.6 ระบบแกนเครื่องจักร (Machine axis)

ในระบบเครื่องมือกลจะแบ่งการเคลื่อนที่ของระบบแกนเป็น 2 ระบบ คือแบบเชิงเส้นตรง (Linear motion) และแบบแกนหมุน (Rotary axis) โดยการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้นจะเคลื่อนที่ไปเป็นเส้นตรงขนานกับแนวแกนอ้างอิง (Reference axis) ส่วนการเคลื่อนที่แบบหมุนจะเป็นการหมุนรอบ แนวแกนอ้างอิง โดยสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (EIA) ได้กำหนดมาตรฐานสำหรับการกำหนดแกนของเครื่องซีเอ็นซี ไว้ในมาตรฐาน EIA-267-B โดยกำหนดแกนต่างๆไว้ 14 แกนด้วยกัน ประกอบไปด้วยระบบแกนเชิงเส้น 9 แกน และระบบแกนหมุน 5 แกน โดยระบบแกนเชิงเส้นของเครื่องจักรประกอบไปด้วยแกนเชิงเส้นปฐมภูมิ (Primary linear axis) 3 แกน, แกนเชิงเส้นทุติยภูมิ (Secondary linear axis) 3 แกน และแกนเชิงเส้นตติยภูมิ (Tertiary linear axis) 3 แกน ในส่วนระบบแกนจะประกอบไปด้วยแกนหมุนแบบปฐมภูมิ (Primary rotary axis) 3 แกนและระบบแกนหมุนแบบทุติยภูมิ (Secondary rotary axis) 2 แกน แต่โดยทั่วไปแล้วเครื่องซีเอ็นซี ส่วน

ใหญ่นิยมใช้ระบบแกนเชิงเส้น 3 แกนและแกนหมุน 2 แกน ในส่วนการจัดวางตำแหน่งชิ้นงานเพื่อกำหนดพิกัด

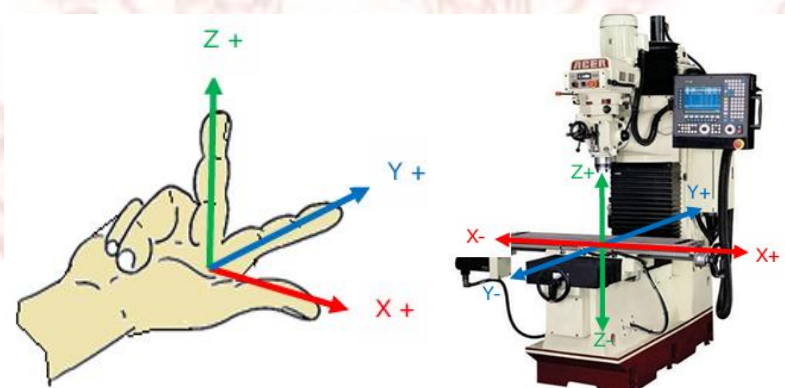
2.1.6.1 ระบบแกนเชิงเส้นปฐมภูมิ (Primary linear axis : XYZ) ระบบแกนเชิงเส้นปฐมภูมิ ถูกกำหนดเป็นแกน X, Y และ Z โดยกำหนดแกนในระบบเครื่องซีเอ็นซีจะใช้กฎพิคัมมือขวา โดยแสดงตัวอย่างในภาพที่ 2-6

2.1.6.2 ระบบแกนหมุนปฐมภูมิ (Primary rotary axis : ABC) ระบบแกนหมุนปฐมภูมิ ถูกกำหนดเป็นแกน A, B และ C โดยเป็นการกำหนดทิศทางการหมุนรอบแกน X, Y และ Z ตามลำดับ โดยแสดงตัวอย่างในภาพที่ 2-7 ซึ่งทิศทางการหมุนใช้กฎหัวแม่มือของมือขวา

2.1.6.3 ระบบแกนเชิงเส้นทุติยภูมิ (Secondary linear axis : UYW) โดยเครื่องซีเอ็นซีบางเครื่องอาจมีการเคลื่อนที่ของแกนเชิงเส้นเพิ่มเติมขึ้นมา โดยแกนเชิงเส้นทุติยภูมิ U, V และ W จะขนานไปกับแกน X, Y และ Z ตามลำดับ

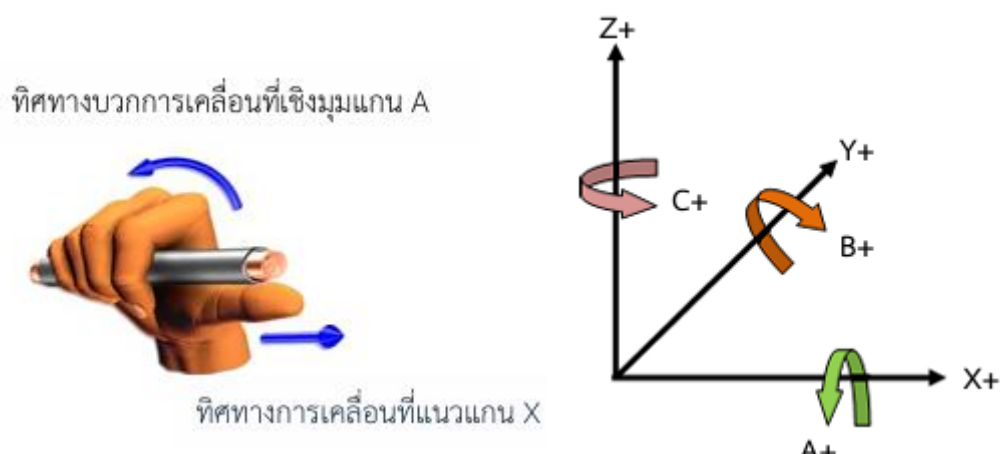
2.1.6.4 ระบบแกนหมุนทุติยภูมิ (Secondary rotary axis : DE) โดยตัวอักษร D และ E จะถูกนำมาใช้แทนระบบแกนหมุนแบบทุติยภูมิ ซึ่งแกนหมุนนี้จะขนานกับแกนหมุน A, B และ C

2.1.6.5 ระบบแกนเชิงเส้นตติยภูมิ (Tertiary linear axis: PQR) ในระบบเครื่องซีเอ็นซีที่มีความซับซ้อนมากๆ จะใช้ชุดระบบแกนเคลื่อนที่เชิงเส้น ชุดที่ 3 ขนานกับ 1 แกนเชิงเส้นกับแกนปฐมภูมิได้ ซึ่งจะแทน P, Q และ R จะแทนแกนเชิงเส้นตติยภูมิที่ขนานกับแกน X, Y และ Z ตามลำดับ



ภาพที่ 2-6 การกำหนดระบบแกนเชิงเส้นแบบปฐมภูมิ X, Y และ Z ตามกฎมือขวา

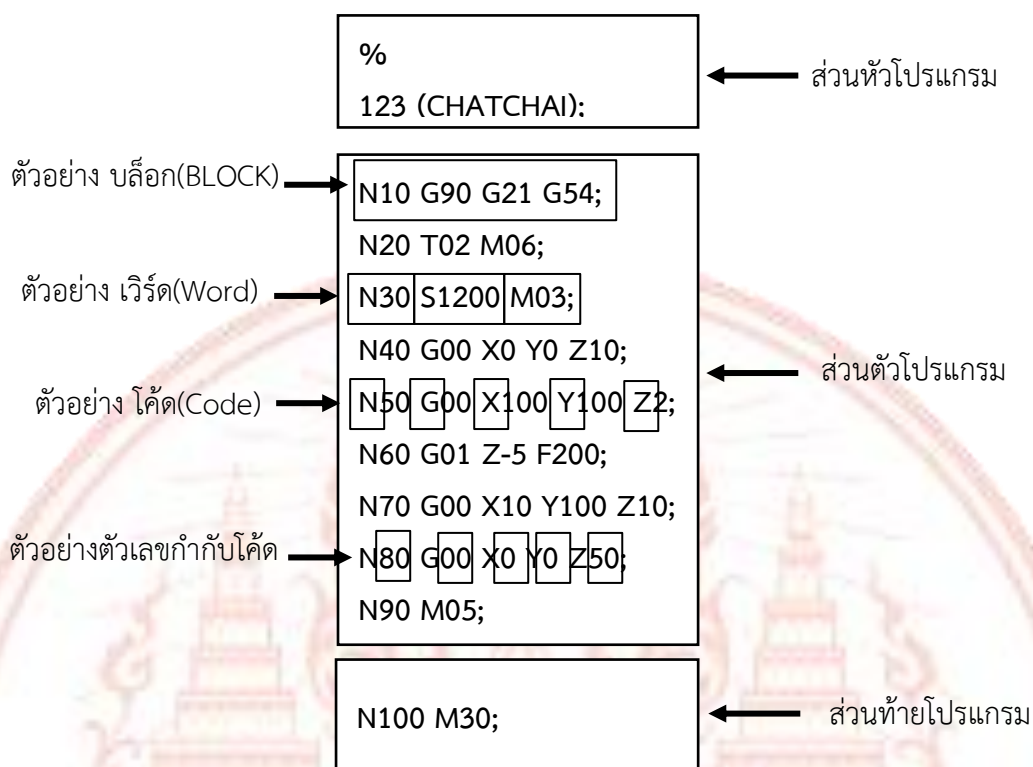
(<http://www.tl.ac.th/document/chatchai/cnc2.pdf>)



ภาพที่ 2-7 การกำหนดระบบแกนหมุนแบบปฐมภูมิ A, B และ C ตามกฎมือขวา
(<http://www.tl.ac.th/document/chatchai/cnc2.pdf>)

2.1.7 ส่วนประกอบของโปรแกรมเอ็นซี

ส่วนประกอบของโปรแกรมเอ็นซี จะแยกได้เป็น 3 ส่วนหลัก ๆ ซึ่งจะประกอบไปด้วย 1) ส่วนหัวของโปรแกรม เป็นส่วนที่คอนโทรลเลอร์กำหนดให้เขียนรายละเอียด เช่น สัญลักษณ์ของ ISO Program (%) หมายเลขโปรแกรมและ ชื่อโปรแกรม เช่น 0123 (CHATCHAI) ชุดควบคุมบางรุ่นอาจใช้เครื่องหมายหรือรูปแบบ การเขียนแบบอื่นๆให้ศึกษาจากคู่มือของเครื่องจักร 2) ส่วนตัวโปรแกรม หรือตัวโปรแกรมเอ็นซี จะประกอบไปด้วย จีโค้ด เอ็มโค้ด และโค้ดอื่น ที่สั่งให้เครื่องมือตัดและเครื่องจักรทำงานโดยสามารถ สรุปได้ดังนี้ ตัวโปรแกรม ประกอบด้วย บล็อก (Block) หรือ บรรทัด บล็อก (Block) ประกอบด้วย เวิร์ด (Word) หรือ คำสั่ง เวิร์ด (Word) ประกอบด้วย โค้ดและตัวเลข 3) ส่วนท้ายของโปรแกรม ท้ายโปรแกรมจะกำหนดลักษณะการจบโปรแกรม ด้วยคำสั่ง M30 หรือ M02 โดยทั้ง 3 ส่วนประกอบ คือส่วนหัวโปรแกรม ส่วนตัวโปรแกรม และส่วนท้ายโปรแกรมสามารถแยกให้เห็นได้ ดังแสดงในภาพที่ 2.8

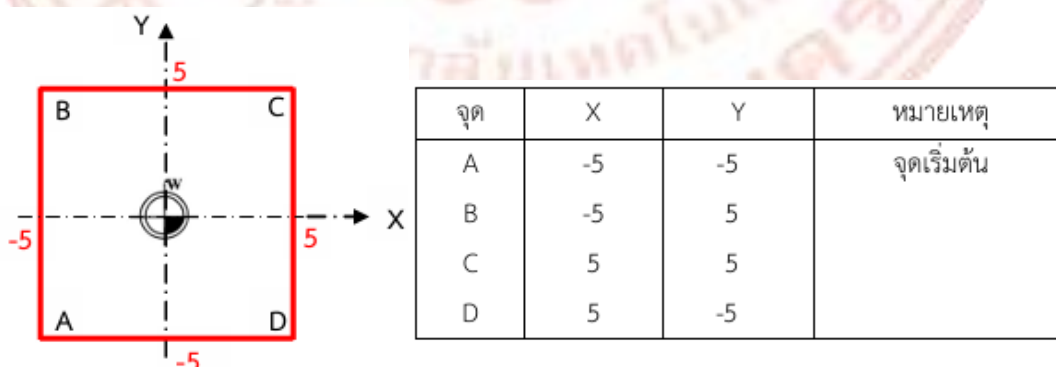


ภาพที่ 2-8 ส่วนประกอบพื้นฐานของโปรแกรมเอ็นซี

2.1.8 ระบบการระบุตำแหน่งเคลื่อนที่ของมีดตัดของเครื่องซีเอ็นซี

ในการออกแบบโปรแกรมกัดชิ้นงานด้วยเครื่องซีเอ็นซี มีวิธีการระบุตำแหน่งชิ้นงาน 2 วิธี คือ

2.1.8.1 ระบบบอกตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ (Absolute positioning system) ซึ่งในระบบนี้การระบุตำแหน่งต่างๆ แบ่งออกมาเป็นค่าเทียบกับจุดอ้างอิงเดิมเสมอ

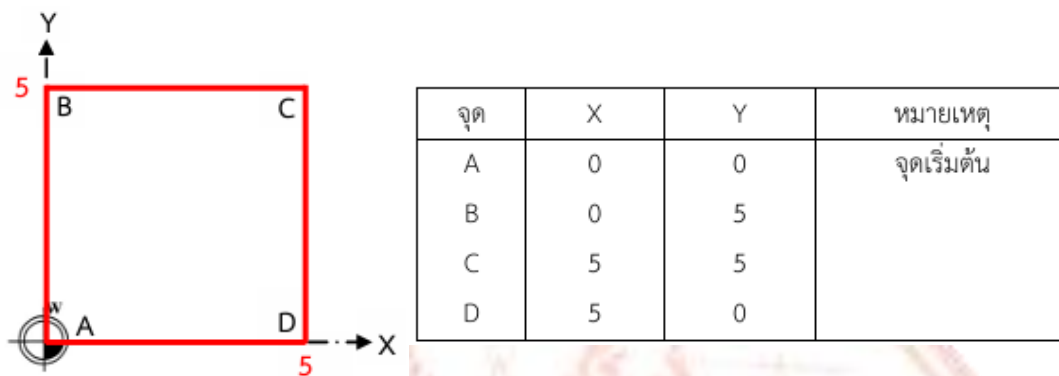


ภาพที่ 2-9 การบอกตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ (Absolute positioning system)

(<http://www.tl.ac.th/document/chatchai/cnc2.pdf>)

2.1.8.2 ระบบบอกตำแหน่งแบบต่อเนื่อง (Incremental positioning system)

ระบบนี้การระบุตำแหน่งจะเป็นค่าที่อ้างอิงจากจุดก่อนหน้าหนึ่งจุดเสมอ



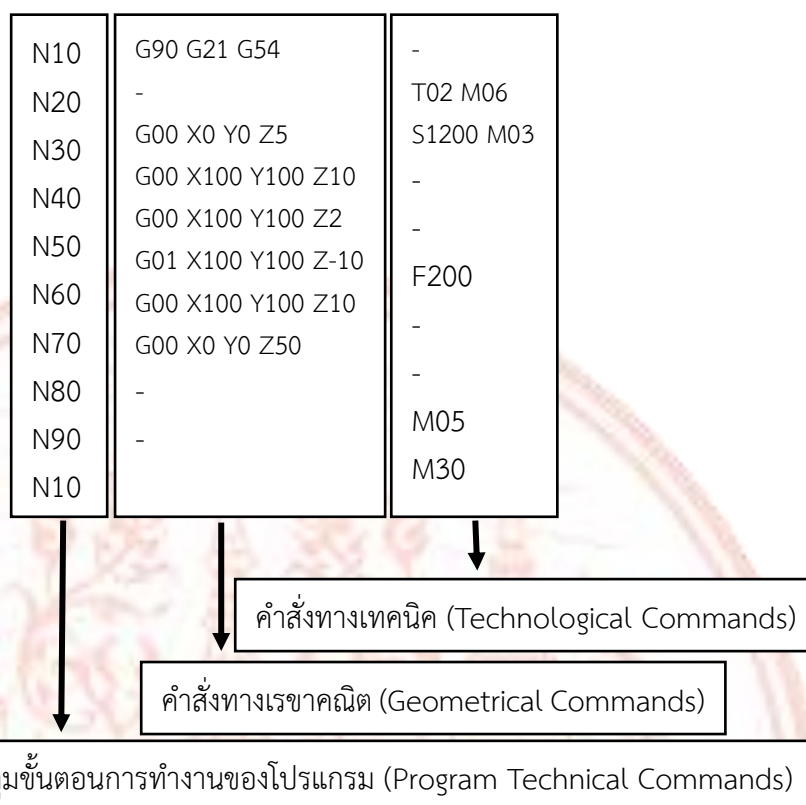
ภาพที่ 2-10 การบอกตำแหน่งแบบต่อเนื่อง (Incremental positioning system)

(<http://www.tl.ac.th/document/chatchai/cnc2.pdf>)

โดยระบบการระบุตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ จะเป็นวิธีการนี้ได้รับความนิยมมากกว่าแบบต่อเนื่อง เพราะมีความแม่นยำในส่วนของความผิดพลาดของตำแหน่ง (Positioning errors) เนื่องจากการระบุตำแหน่งแบบสัมบูรณ์จะมีจุดอ้างอิงเพียงจุดเดียว หากผิดพลาดก็จะผิดเพียงจุดเดียวไม่กระทบกับจุดอื่นๆ ต่างจากระบบการบอกตำแหน่งแบบต่อเนื่อง จะมีการเปลี่ยนแปลงจุดอ้างอิงไปเรื่อย ๆ หากผิดพลาดเพียงจุดเดียวจะทำให้จุดต่อไปผิดไปด้วย

2.1.9 คำสั่งเบื้องต้นในการสร้างโปรแกรมซีเอ็นซี

ชนิดของคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมเอ็นซี สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้ 1) คำสั่งสำหรับควบคุมขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม (Program Technical Commands) คือ คำสั่งที่ใช้ในการกำหนดลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี 2) คำสั่งทางเรขาคณิต (Geometrical Commands) คือ คำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด เพื่อให้ได้ขนาดและรูปร่างทางเรขาคณิตตามแบบงานที่ต้องการ 3) คำสั่งที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี (Technological Commands) เช่น ความเร็วป้อน ความเร็วรอบเพลาลูกเบี้ยวขึ้นงาน การเปิด ชนิดของคำสั่งที่ประกอบอยู่ในโปรแกรมเอ็นซีสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.3 เปิด-ปิดเพลาลูกเบี้ยวเครื่องมือตัด และการเปลี่ยนทูล (Tools Chang) เป็นต้น ชนิดของคำสั่งที่ประกอบอยู่ในโปรแกรมเอ็นซีสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2-11



ภาพที่ 2-11 ชนิดของคำสั่งในตัวโปรแกรมเอ็นซี

2.1.10 การเขียนโปรแกรมเอ็นซี

การเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับงานกัดตามเส้นขอบรูป (Contour) จะใช้คำสั่งจีโค้ดเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดอยู่ 4 คำสั่ง โดยคำสั่งที่ใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดตามเส้นขอบรูปแบบเส้นตรง (Linear Interpolation) คือ คำสั่ง G00 และ G01 ส่วนคำสั่งที่ใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดตามเส้นขอบรูปแบบเส้นโค้ง (Circular Interpolation) คือคำสั่ง G02 และ G03 โดยมีรายละเอียดดังนี้

G00 คือ การเคลื่อนที่แนวเส้นตรงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่อง (Rapid Traverse) โดยบล็อกของ G00 มีโครงสร้างของบรรทัดคำสั่ง ดังนี้

N..... G00 X..... Y..... Z.....

เมื่อ X... Y.... Z.... คือ ค่าโคออร์ดิเนตตำแหน่งเป้าหมายในแนวแกน X, Y, Z ที่ต้องการให้ทูลหยุดการเคลื่อนที่

G01 คือ การเคลื่อนที่แนวเส้นตรงลึกเข้าไปในเนื้อชิ้นงานความเร็ว ตามอัตราป้อนที่กำหนดจากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังตำแหน่งที่ต้องการ โดยบล็อกของ G01 มีโครงสร้างของบรรทัดคำสั่งดังนี้

N..... G01 X..... Y..... Z..... F.....

เมื่อ X... Y... Z... คือ ค่าโคออร์ดิเนตตำแหน่งเป้าหมายในแนวแกน X, Y, Z ที่ต้องการให้ทูลหยุดการเคลื่อนที่ F.... คือ ค่าความเร็วอัตราป้อนตัด

G02 คือ การเคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงานแนวเส้นโค้ง หรือวงกลมจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ด้วยความเร็วตามอัตราป้อนที่กำหนดทิศทางตามเข็มนาฬิกา โดยบล็อกของ G02 มีโครงสร้างของบรรทัดคำสั่ง ดังนี้

N..... G02 X..... Y..... Z..... R.....หรือ (I..... J..... K.....) F.....

เมื่อ X... Y... Z... คือ ค่าโคออร์ดิเนตตำแหน่งเป้าหมายในแนวแกน X, Y, Z ที่ต้องการให้ทูลหยุดการเคลื่อนที่

R... คือ รัศมีของส่วนโค้ง

I... คือ ระยะทางที่วัดในแนวแกน X จากจุดเริ่มต้นส่วนโค้งไปหาจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง

J... คือ ระยะทางที่วัดในแนวแกน Y จากจุดเริ่มต้นส่วนโค้งไปหาจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง

K... คือ ระยะทางที่วัดในแนวแกน Z จากจุดเริ่มต้นส่วนโค้งไปหาจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง

F... คือ ค่าความเร็วอัตราป้อนตัด

G03 คือ การเคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงาน แนวเส้นโค้ง หรือวงกลม จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งด้วยความเร็วตามอัตราป้อนที่กำหนดทิศทาง ทวนเข็มนาฬิกา โดยบล็อกของ G03 มีโครงสร้างของบรรทัดคำสั่ง ดังนี้

N..... G03 X..... Y..... Z..... R.....หรือ (I..... J..... K.....) F.....

เมื่อ X... Y... Z... คือ ค่าโคออร์ดิเนตตำแหน่งเป้าหมายในแนวแกน X, Y, Z ที่ต้องการให้ทูลหยุดการเคลื่อนที่

R... คือ รัศมีของส่วนโค้ง

I... คือ ระยะทางที่วัดในแนวแกน X จากจุดเริ่มต้นส่วนโค้งไปหาจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง

J... คือ ระยะทางที่วัดในแนวแกน Y จากจุดเริ่มต้นส่วนโค้งไปหาจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง

K... คือ ระยะทางที่วัดในแนวแกน Z จากจุดเริ่มต้นส่วนโค้งไปหาจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง

F... คือ ค่าความเร็วอัตราป้อนตัด

2.2 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาทักษะปฏิบัติของซิมป์สัน

2.2.1 ทฤษฎี/หลักการ/แนวคิดของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาทักษะปฏิบัติของซิมป์สัน

ซิมป์สัน (Simpson, 1972) กล่าวว่า ทักษะเป็นเรื่องที่มีความเกี่ยวข้องกับพัฒนาการทางกาย ของผู้เรียนเป็นความสามารถในการประสานการทำงานของกล้ามเนื้อหรือร่างกาย ในการทำงานที่มีความซับซ้อน และต้องอาศัยความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อหลายๆ ส่วน การทำงานดังกล่าวเกิดขึ้นได้จากการสั่งงานของสมอง ซึ่งต้องมีความสัมพันธ์กับความรู้สึกที่เกิดขึ้นทักษะปฏิบัตินี้สามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝน ซึ่งหากได้รับการฝึกฝนที่ดีแล้ว จะเกิดความถูกต้อง ความคล่องแคล่ว ความเชี่ยวชาญ ขำนาญการ และความคงทน ผลของพฤติกรรมหรือการกระทำสามารถสังเกตได้จาก ความรวดเร็ว ความแม่นยำความเร็วหรือความราบรื่นในการจัดการ

2.2.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาทักษะปฏิบัติของซิมป์สัน

เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติหรือทำงานที่ต้องการ โดยการฝึกปฏิบัติซ้ำ ๆ จนเกิดความคล่องแคล่ว และชำนาญจนเกิดเป็นทักษะ แล้วผู้เรียนสามารถแสดงความคิดหลากหลายทิศทาง หลากแง่มุม โดยนำประสบการณ์ที่ผ่านมาเป็นพื้นฐานทำให้เกิดความคิดใหม่ อันนำไปสู่การเคลื่อนไหว หรือการประสานงานของกล้ามเนื้อทั้งหลายได้อย่างดี มีความถูกต้อง

2.2.3 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาทักษะปฏิบัติของซิมป์สัน

ขั้นที่ 1 ขั้นการรับรู้ เป็นขั้นการให้ผู้เรียนรับรู้ในสิ่งที่จะกระทำโดยการให้ผู้เรียนทำการสังเกตการทำงานนั้นอย่างตั้งใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นการเตรียมความพร้อม เป็นขั้นการเตรียมตัวให้พร้อมเพื่อการทำงานหรือการแสดงพฤติกรรมนั้น ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ โดยการปรับตัวให้พร้อมที่จะเคลื่อนไหวหรือแสดงทักษะนั้นๆ และมีจิตใจและสภาวะอารมณ์ที่ดีต่อการที่จะทำหรือแสดงทักษะนั้นๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นการสนองตอบภายใต้การควบคุม เป็นขั้นที่ให้โอกาสแก่ผู้เรียนในการตอบสนองต่อสิ่งที่รับรู้ ซึ่งอาจใช้วิธีการให้ผู้เรียนเลียนแบบการกระทำ หรือการแสดงทักษะนั้นๆ หรืออาจใช้วิธีการให้ผู้เรียนลองผิดลองถูก จนกระทั่งสามารถตอบสนองได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 4 ขั้นการให้ลงมือกระทำจนกลายเป็นกลไกที่สามารถกระทำได้เองเป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการปฏิบัติ และเกิดความเชื่อมั่นในการทำสิ่งนั้นๆ

ขั้นที่ 5 ขั้นการกระทำอย่างชำนาญ เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการกระทำนั้นๆจนผู้เรียนสามารถทำได้อย่างคล่องแคล่ว ขำนาญ เป็นไปโดยอัตโนมัติ และด้วยความเชื่อมั่นในตนเอง'

ขั้นที่ 6 ขั้นการปรับปรุงและประยุกต์ใช้เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนปรับปรุงทักษะหรือการปฏิบัติของตนให้ดียิ่งขึ้น และประยุกต์ใช้ทักษะที่ตนได้รับการพัฒนาในสถานการณ์ต่างๆ

ขั้นที่ 7 ขั้นการคิดริเริ่ม เมื่อผู้เรียนสามารถปฏิบัติหรือกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างชำนาญ และสามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลายแล้ว ผู้ปฏิบัติจะเริ่มเกิดความคิดใหม่ๆ ในการกระทำ หรือปรับการกระทำนั้นให้เป็นไปตามที่ตนต้องการ

2.2.4 ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาทักษะปฏิบัติของซิมพ์สัน

ผู้เรียนจะสามารถกระทำหรือแสดงออกอย่างคล่องแคล่ว ชำนาญ ในสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนทำได้ นอกจากนั้นยังช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และความอดทนให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนด้วย

2.3 ชุดฝึกทักษะ

2.3.1 ความหมายของชุดฝึกทักษะ

ชุดฝึกทักษะเป็นสื่อการเรียนอย่างหนึ่งที่สร้างขึ้น เพื่อให้เกิดทักษะ เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความชำนาญในเนื้อหาที่ผู้เรียนได้เรียนในเรื่องนั้น ๆ และบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งเป็นหน้าที่โดยตรงที่ครูจะต้องจัดทำขึ้นมา เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สำหรับความหมายของชุดฝึกนั้นมีนักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

วันนิสา (2563) ให้ความหมายของชุดฝึก หมายถึง งานหรือกิจกรรมที่ครูสร้างขึ้นโดยมีรูปแบบกิจกรรมหลากหลายมีจุดมุ่งหมายเพื่อฝึกให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น และช่วยฝึกทักษะต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงอาจให้นักเรียนทำชุดฝึกทักษะขณะเรียนหรือหลังจากจบบทเรียนไปแล้วก็ได้

ชัยยงค์ (2537) ให้ความหมายของชุดฝึก หมายถึง คู่มือนักเรียน ที่นักเรียนต้องใช้ควบคู่ไปกับการเรียนการสอน มีลักษณะคล้ายกับ "แบบฝึกหัด" แต่ครอบคลุมกิจกรรมที่ผู้เรียนพึงกระทำมากกว่าแบบฝึกหัด อาจกำหนดแยกเป็นแต่ละหน่วยเรียกว่า "Worksheet" หรือ "กระดาดคำตอบ" ซึ่งผู้เรียนจะต้องถือติดตัวเวลาทำกิจกรรมต่าง ๆ หรืออาจรวมเป็นเล่ม เรียกว่า "Workbook" โดยเย็บรวมเรียงลำดับตั้งแต่หน่วยที่ 1 ขึ้นไป

พรธนา (2560) ชุดฝึกเป็นสื่อการสอนที่ช่วยเสริมทักษะและครูสามารถใช้ชุดฝึกทักษะช่วยพัฒนาการเรียนรู้นำมาใช้อสอนหรือให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะต่างๆ ได้ดีขึ้นหลังจากที่ได้เรียนบทเรียนแล้ว

เจวรี (2566) ชุดฝึกทักษะ คือ สื่อที่เป็นแบบฝึกที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ เป็นการช่วยเสริมให้นักเรียนมีทักษะสูงขึ้น และเป็นการจัดกิจกรรมพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม มีความหลากหลาย และ

ปริมาณเพียงพอที่สามารถตรวจสอบและพัฒนาทักษะกระบวนการคิด กระบวนการเรียนรู้สามารถนำผู้เรียนสู่การสรุปความคิดรวบยอดและหลักการสำคัญของสาระการเรียนรู้รวมทั้งทำให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจในบทเรียนด้วยตนเองได้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาประณแห่งชาติ (2540) ได้ให้ความหมายของชุดฝึกไว้ว่า เป็นสื่อการสอนประเภทหนึ่ง สำหรับนักศึกษาปฏิบัติเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจและมีทักษะเพิ่มขึ้นส่วนใหญ่ชุดฝึกทักษะจะอยู่ท้ายบทเรียนของหนังสือเรียน

ณัฐจิญา (2563) ได้สรุปความหมายของแบบฝึกทักษะไว้ว่า แบบฝึกทักษะ หมายถึง ชุดฝึกทักษะที่ครูสร้างขึ้นให้นักเรียนได้ทบทวนเนื้อหาที่เรียนรู้อย่างซ้ำแล้วเพื่อสร้างความเข้าใจ และช่วยเพิ่ม ทักษะความช านาญและฝึกกระบวนการคิดให้มากขึ้น ทำให้ครูทราบความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน ฝึกให้ เด็กมีความเชื่อมั่นและสามารถประเมินผลของตนเองได้ ทั้งยังมีประโยชน์ช่วยลดภาระการสอนของครู และยังช่วย พัฒนาตามความแตกต่าง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าชุดฝึกทักษะ หมายถึง สื่อที่เป็นแบบฝึกที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ ที่ครูหรือผู้สอนสร้างขึ้น โดยการจัดทำเป็นชุด ๆ จากเนื้อหาง่ายไปหายาก เพื่อให้นักเรียนฝึกปฏิบัติซ้ำ ๆ จนเกิดความชำนาญ เป็นการช่วยเสริมให้นักเรียนมีทักษะสูงขึ้น และเป็นการจัดกิจกรรมพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม มีความหลากหลาย ทำให้การสอนของครูและการเรียนของนักเรียนประสบผลสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.2 หลักการสร้างชุดฝึกทักษะ

เจวรี (2566) ได้สรุปหลักในการสร้างชุดฝึกทักษะไว้ว่า หลักในการสร้าง ชุดฝึกทักษะ ต้องยึดหลักการสร้างตามทฤษฎี และมีจิตวิทยาในการสร้าง และควรสร้างให้ ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการฝึก มีรายละเอียดที่ชัดเจน มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาการ ของผู้เรียน สนองความสนใจและคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จัดทำให้จบเป็น เรื่อง ๆ การประเมินผลแจ้งผลความก้าวหน้าในการฝึกให้ผู้เรียนทราบทันทีทุกครั้ง

พรรณา (2560) ได้สรุปหลักในการสร้างชุดฝึกทักษะไว้ว่า การที่จะสร้างชุดฝึกทักษะนั้นจะต้องใช้หลักจิตวิทยาในการสร้าง เนื้อหาต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน มีคำอธิบายที่ชัดเจน คำนึงถึงประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นกับผู้เรียนมากที่สุด มีรูปแบบที่หลากหลาย เรียงจากง่ายไปหายาก มีรูปภาพประกอบเพื่อเร้าความสนใจ

สุภานันท์ (2551) ได้สรุปหลักการสร้างชุดฝึกไว้ว่า ต้องคำนึงถึงหลักจิตวิทยา คือ สร้างชุดฝึกให้เหมาะสมกับวัยและระดับสติปัญญาของนักเรียน มีหลาย ๆ รูปแบบและกิจกรรมเนื้อหาที่นำมาใช้ในชุดฝึกต้องไม่ยากจนเกิด ความสามารถของเด็กเปิดโอกาสให้เด็กได้ใช้แสดงความคิดเห็นในการตอบคำถามมากกว่า เน้นเรื่องความรู้ความจำเท่านั้นสร้างให้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์หรือ

ความคิดแบบ อเนกนัยแก่นักเรียน มีความเชื่อมั่นมีความเที่ยงตรงสามารถใช้ฝึกและวัดผลได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้และชุดฝึกต้องมีประสิทธิภาพมีความเชื่อมั่นจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ของนักเรียน ได้ดียิ่งขึ้น

เกสร (2553) ได้เสนอแนวทางในการสร้างชุดฝึกทักษะไว้ดังนี้

1. สร้างชุดฝึกทักษะให้เหมาะกับวัยของเด็ก
2. ชุดฝึกทักษะเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก
3. ให้ใช้ภาพประกอบเพื่อที่จะดึงดูดความสนใจ
4. เป็นชุดฝึกทักษะที่สั้นๆง่ายๆใช้เวลาฝึก 30-40 นาที
5. ชุดฝึกทักษะต้องมีหลายลักษณะ

สุวิทย์ และสุนันทา (2550) ได้สรุปหลักในการสร้างแบบฝึกทักษะไว้ว่าต้องมีการกำหนดเงื่อนไขที่จะช่วยให้ผู้เรียนทุกคนสามารถผ่านลำดับขั้นตอนของทุกหน่วยการเรียนรู้ได้ ถ้านักเรียนได้เรียนตามอัตราการเรียนของตนก็จะทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จมากขึ้น

สุคนธ์ (2553) กล่าวว่าชุดฝึกทักษะมีหลักสำคัญเป็นแนวในการจัดทำชุดฝึกทักษะ ดังนี้

1. จัดเนื้อหาสาระในการฝึกตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
2. เนื้อหาสาระ และกิจกรรมการศึกษเหมาะสมกับวัย และความสามารถของผู้เรียน
3. การวางรูปแบบของชุดฝึกทักษะมีความสัมพันธ์กับโครงเรื่อง และเนื้อหาสาระ
4. ชุดฝึกทักษะต้องมีคำชี้แจงง่ายๆ สั้นๆ เพื่อให้ผู้เรียนอ่านเข้าใจ เรียงจากง่ายไปยากมีแบบฝึกทักษะที่น่าสนใจ และท้าทายให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถ
5. มีความถูกต้อง ครูผู้สอนจะต้องพิจารณาตรวจสอบให้ดีอย่าให้มีข้อผิดพลาด
6. กำหนดเวลาที่ใช้ชุดฝึกทักษะแต่ละตอนให้เหมาะสม นอกจากนี้ยังอธิบายถึง

ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกทักษะ ดังนี้

7. ศึกษาหลักสูตร หลักการ จุดมุ่งหมายของหลักสูตร
8. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ เพื่อ

วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์ในแต่ละชุดการฝึก

9. จัดทำโครงสร้างและชุดฝึกในแต่ละชุด
10. ออกแบบชุดฝึกทักษะในแต่ละชุดให้มีรูปแบบที่หลากหลายน่าสนใจ
11. ลงมือสร้างแบบฝึกในแต่ละชุดรวมทั้งออกข้อสอบก่อน และหลังเรียนให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้
12. นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
13. นำชุดฝึกทักษะไปทดลองใช้บันทึกผลแล้วปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่อง
14. ปรับปรุงชุดฝึกทักษะให้มีประสิทธิภาพ

15. นำไปใช้จริง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า หลักในการสร้างชุดฝึกทักษะต้องยึดหลักการสร้างตามทฤษฎี จะต้องใช้หลักจิตวิทยาในการสร้าง เนื้อหาต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน และควรสร้างให้ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการฝึก มีรายละเอียดที่ชัดเจน มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาการ ของผู้เรียน รูปแบบและกิจกรรมเนื้อหาที่นำมาใช้ในชุดฝึกต้องไม่ยากจนเกิดความสามารถของเด็ก เปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงความคิดเห็นในการตอบคำถามมากกว่า เน้นเรื่องความรู้ความจำเท่านั้นและ สร้างให้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์หรือความคิดแบบ อนกนัยแก่นักเรียน สามารถใช้ฝึกและวัดผลได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้และชุดฝึกต้องมีประสิทธิภาพมีความเชื่อมั่นที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น

2.4 การจัดการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติ

2.4.1 ความหมายของทักษะปฏิบัติ

สมคิด (2542) ให้ความหมายเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติว่า หมายถึงความคล่องแคล่ว ความชำนาญ และความสามารถในการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อ หรือการใช้อวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกายในการทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งได้อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง รวดเร็ว

เจตนาร (2547) กล่าวว่า การเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติในการแสดงพฤติกรรมต้องอาศัยองค์ประกอบ 3 ส่วน ประกอบกัน คือ อวัยวะสัมผัส ระบบประสาท และอวัยวะกลไก รวมทั้งอาศัยกระบวนการทางจิตวิทยา ในเรื่องของการรับรู้ข้อมูลวิเคราะห์ความสำคัญของข้อมูล เพื่อให้เกิดการตัดสินใจ โดยขึ้นอยู่กับประสบการณ์ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเรียน เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้มาก่อน ก็จะสามารถประสบความสำเร็จและแสดงออกมาได้อย่างเหมาะสม

พิชิต (2545) ให้ความหมายของทักษะปฏิบัติไว้ว่า พฤติกรรมด้านทักษะพิสัยเป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความสามารถเชิงปฏิบัติการ ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบการใช้งานของอวัยวะต่างๆ ภายในร่างกายที่ต้องอาศัยการประสานสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อกับการทำงานของระบบประสาทต่างๆ ซึ่งเป็นหน่วยสั่งการ เช่น การเคลื่อนไหวอวัยวะต่างๆ ในการทำกิจวัตรประจำวัน เล่นกีฬาเล่นดนตรี หรือกิจกรรมอื่น ๆ หากนักเรียนได้ฝึกฝน การทำงานของกล้ามเนื้อและระบบประสาทให้มีการประสานสัมพันธ์กันย่อมก่อให้เกิดความชำนาญหรือทักษะในการปฏิบัติงาน การจำแนกพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยนี้มีหลายกลุ่มความคิดแต่นำเสนอ 2 แนวทาง แบ่งลักษณะของพฤติกรรมตามพัฒนาการทางด้านทักษะพิสัยออกเป็น 5 ระดับ คือ

1. ขั้นเลียนแบบ (Imitating)
2. การทำโดยยึดแบบ (Patterning)
3. การทำด้วยความชำนาญ (Mastering)

4. การทำในสถานการณ์ต่างๆ ได้ (Applying)

5. การแก้ปัญหาได้โดยฉับพลัน (Improvising)

แบ่งลักษณะพฤติกรรมในเรื่องทักษะการเคลื่อนไหวแบ่งเป็น 4 ด้าน คือ

1. ทักษะการเคลื่อนไหวทั้งร่างกาย (Gross Bodily Movement) เป็นความสามารถที่จะใช้อวัยวะบางส่วนที่ไม่ซับซ้อนในการเคลื่อนไหวอย่างคล่องแคล่ว จำแนกเป็น

1.1 การเคลื่อนไหวอวัยวะส่วนบน

1.2 การเคลื่อนไหวอวัยวะส่วนกลาง

1.3 การเคลื่อนไหวอวัยวะทั้งสองส่วน

2. ทักษะการเคลื่อนไหวที่ต้องใช้ประสาทรวมๆ กัน เป็นความสามารถที่จะใช้การประสานสัมพันธ์ของระบบต่าง ๆ จำแนกเป็น

2.1 การเคลื่อนไหวของมือและนิ้ว

2.2 การประสานระหว่างมือและตา

2.3 การประสานระหว่างมือ ตา และเท้า

2.4 ทักษะการเคลื่อนไหวอื่นๆ ของ มือ เท้า ตา และหู

3. ทักษะการสื่อสารโดยใช้ท่าทาง (Non-Communication Behaviors) เป็นการแสดงออกเพื่อสื่อความหมายกับคนอื่น ด้วยวิธีดังนี้

3.1 การแสดงสีหน้า

3.2 ท่าทาง

3.3 การเคลื่อนไหวทางร่างกาย

4. ทักษะพฤติกรรมทางด้านภาษา (Speech Behaviors) เป็นความสามารถที่แสดงออกทางด้านภาษา ด้วยวิธีดังนี้

4.1 การออกเสียง

4.2 การสร้างเสียงและคำ

4.3 การเปล่งเสียง

4.4 การประสานระหว่างเสียงและท่าทาง

Gagné (1979) ได้ให้ความหมายของการปฏิบัติ (Performance) ว่าการปฏิบัติของทักษะปฏิบัติจะถูกสะท้อนออกมาในการกระทำของการเคลื่อนไหวร่างกายที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของกล้ามเนื้อ การกระทำที่สังเกตได้จะถูกทำให้เป็นมาตรฐานในรูปของความรวดเร็วความแม่นยำความแรง หรือความราบรื่นในการจัดการ

Simpson (1972) กล่าวว่า ทักษะเป็นเรื่องที่มีความเกี่ยวข้องกับพัฒนาการทางกายของผู้เรียนเป็นความสามารถในการประสานการทำงานของกล้ามเนื้อหรือร่างกาย ในการทำงานที่มี

ความซับซ้อน และต้องอาศัยการใช้กล้ามเนื้อหลายๆ ส่วน การทำงานจะเกิดขึ้นได้จากการสั่งงานของสมอง ซึ่งต้องมีความสัมพันธ์กับความรู้สึกที่เกิดขึ้นทักษะปฏิบัตินี้สามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝน ซึ่งหากได้รับการฝึกฝนที่ดีแล้ว จะเกิดความถูกต้อง ความคล่องแคล่ว ความเชี่ยวชาญ ชำนาญการ และความคงทน ผลของพฤติกรรมสามารถสังเกตได้จากความรวดเร็ว ความแม่นยำ ความเร็วหรือความราบรื่นในการจัดการวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอนนี้ มุ่งเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติหรือทำงานที่ต้องอาศัยการเคลื่อนไหวหรือการประสานงานของกล้ามเนื้อทั้งหลายได้อย่างดี มีความถูกต้องและมี ความชำนาญกระบวนการเรียนการสอนของ

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติ จึงสรุปได้ว่า ทักษะการปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับระบบการใช้งานของอวัยวะต่างๆ ภายในร่างกายที่ต้องอาศัยการประสานสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อกับการทำงานของระบบประสาทต่างๆ ซึ่งเป็นหน่วยสั่งการ เช่น การเคลื่อนไหวอวัยวะต่างๆ ในการทำกิจวัตรประจำวัน เล่นกีฬาเล่นดนตรี หรือกิจกรรมอื่น ๆ หากนักเรียนได้ฝึกฝน การทำงานของกล้ามเนื้อและระบบประสาทให้มีการประสานสัมพันธ์กันย่อมก่อให้เกิดความชำนาญหรือทักษะในการปฏิบัติงาน ทักษะปฏิบัตินี้สามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝน ซึ่งหากได้รับการฝึกฝนที่ดีแล้ว จะเกิดความถูกต้อง ความคล่องแคล่ว ความเชี่ยวชาญ ชำนาญการ และความคงทน ผลของพฤติกรรมหรือการกระทำสามารถสังเกตได้จากความรวดเร็ว ความแม่นยำความเร็วหรือความราบรื่นในการจัดการ

2.4.2 รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติ

Davies (1971) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะปฏิบัติไว้ว่า ทักษะส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วยทักษะส่วนย่อย ๆ จำนวนมาก การฝึกให้ผู้เรียนสามารถทำทักษะส่วนย่อย ๆ เหล่านั้นได้ก่อนแล้วค่อยเชื่อมโยงเข้าหากันเป็นทักษะใหญ่ จะช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จได้ดีและรวดเร็วขึ้น ซึ่งกระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบมีทั้งหมด 5 ขั้น คือ

1. ขั้นสาธิตทักษะหรือการกระทำขั้นนี้เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้เห็นทักษะหรือการกระทำที่ต้องการให้ผู้เรียนทำได้ในภาพรวม โดยผู้สอนทำการสาธิตให้ผู้เรียนดูทั้งหมดตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ ทักษะหรือการกระทำที่ผู้สอนสาธิตให้ผู้เรียนดูนั้น จะต้องเป็นการกระทำในลักษณะที่เป็นธรรมชาติ ไม่ช้าหรือเร็วกว่าปกติ ก่อนการสาธิตครูผู้สอนควรให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนในการสังเกตผู้สอนควรชี้แนะจุดสำคัญที่ควรให้ความสนใจเป็นพิเศษในการสังเกตนั้น
2. ขั้นสาธิตหรือให้ผู้เรียนปฏิบัติทักษะส่วนย่อย เมื่อผู้เรียนได้เห็นทักษะทั้งหมดแล้ว ผู้สอนควรแยกทักษะทั้งหมดให้เป็นทักษะย่อย ๆ หรือแบ่งสิ่งที่กระทำออกเป็นส่วนย่อย ๆ และสาธิตส่วนย่อยแต่ละส่วนให้ผู้เรียนสังเกตและทำตามไปทีละส่วนอย่างช้าๆ
3. ขั้นให้ผู้เรียนปฏิบัติทักษะย่อย ผู้เรียนลงมือปฏิบัติทักษะย่อยโดยไม่มีการสาธิต หรือมีแบบอย่างให้ดู หากติดขัดมีปัญหาที่จุดใด ผู้สอนควรให้คำชี้แนะและช่วยแก้ไขปัญหานั้น

ผู้เรียนสามารถกระทำได้ เมื่อได้แล้วผู้สอนจึงเริ่มสาธิตทักษะย่อยส่วนต่อไป และให้ผู้เรียนปฏิบัติทักษะย่อยส่วนนั้นจนทำได้ ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนกระทั่งครบทุกส่วน

4. ขั้นให้เทคนิควิธีการ เมื่อผู้เรียนปฏิบัติได้แล้ว ผู้สอนอาจแนะนำเทคนิควิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำงานนั้นได้ดีขึ้น เช่น ทำได้ประณีตสวยงามขึ้นทำได้รวดเร็วขึ้นทำได้ง่ายขึ้นหรือสิ้นเปลืองน้อยลง เป็นต้น

5. ขั้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงทักษะย่อย ๆ เป็นทักษะที่สมบูรณ์ เมื่อผู้เรียนสามารถปฏิบัติแต่ละส่วนได้แล้ว จึงให้ผู้เรียนปฏิบัติทักษะย่อย ๆ ต่อเนื่องกันตั้งแต่ต้นจนจบและฝึกปฏิบัติหลายๆ ครั้งจนกระทั่งสามารถปฏิบัติทักษะที่สมบูรณ์ได้อย่างที่ชำนาญ

Harrow (1972) ได้จัดลำดับขั้นของการเรียนรู้ทางด้านทักษะปฏิบัติโดยเริ่มจากระดับที่ซับซ้อนน้อยไปจนถึงระดับที่มีความซับซ้อนมาก ซึ่งกระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบนี้มีทั้งหมด 5 ขั้น คือ

1. ขั้นการเลียนแบบ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนสังเกตการกระทำ ที่ต้องการให้ผู้เรียนทำได้ ซึ่งผู้เรียนย่อมจะรับรู้หรือสังเกตเห็นรายละเอียดต่างๆ ได้ไม่ครบถ้วน แต่อย่างน้อยผู้เรียนจะสามารถบอกได้ว่า ขั้นตอนหลักของการกระทำนั้นๆ มีอะไรบ้าง

2. ขั้นการลงมือกระทำตามคำสั่ง เมื่อผู้เรียนได้เห็นและสามารถบอกขั้นตอนของการกระทำที่ต้องการเรียนรู้แล้ว ให้ผู้เรียนลงมือทำโดยไม่มีแบบอย่างให้เห็น ผู้เรียนอาจลงมือทำตามคำสั่งของผู้สอน หรือทำตามคำสั่งที่ผู้สอนเขียนไว้ในคู่มือก็ได้ การลงมือปฏิบัติตามคำสั่งนี้แม้ผู้เรียนจะยังไม่สามารถทำได้อย่างสมบูรณ์ แต่อย่างน้อยผู้เรียนก็ได้ประสบการณ์ในการลงมือทำและค้นพบปัญหาต่างๆ ซึ่งช่วยให้เกิดการเรียนรู้ และการปรับการกระทำให้ถูกต้องสมบูรณ์ขึ้น

3. ขั้นการกระทำอย่างถูกต้องสมบูรณ์ (Precision) ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนจนสามารถทำสิ่งนั้นๆ ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ โดยไม่จำเป็นต้องมีแบบอย่างหรือมีคำสั่งนำทางการกระทำ การกระทำที่ถูกต้องแม่นยำ ตรง พอดี สมบูรณ์แบบ เป็นสิ่งที่ผู้เรียนจะต้องสามารถทำได้ในขั้นนี้

4. ขั้นการแสดงออก (Articulation) ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนมากขึ้นจนกระทั่งสามารถกระทำสิ่งนั้นได้ถูกต้องสมบูรณ์แบบอย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว ราบรื่นและด้วยความมั่นใจ

5. ขั้นการกระทำอย่างเป็นธรรมชาติ (Naturalization) ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถกระทำสิ่งนั้นๆ อย่างสบาย เป็นไปอย่างอัตโนมัติโดยไม่รู้สึกว่าต้องใช้ความพยายามเป็นพิเศษ ซึ่งต้องอาศัยการปฏิบัติบ่อยๆ ในสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลาย

ไพโรจน์ (2542) ได้กล่าวถึงการสอนทักษะปฏิบัติว่า การสอนทักษะปฏิบัติ ต้องดำเนินการด้วยวิธีการที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนที่เหมาะสมในการสอนทักษะปฏิบัติมีลำดับขั้น 4 ขั้น ดังนี้คือ

1. ขั้นกล่าวนำ (Introduction) เพื่อสร้างความสนใจ ชี้แจงให้ผู้เรียนทราบเป้าหมายที่จะฝึกกัน ตลอดจนจัดตำแหน่งผู้เรียนให้เหมาะสมก่อนเริ่มต้นให้เนื้อหาวิชา
2. ขั้นการสาธิตจากครู (Demonstration from the teach) อธิบายลักษณะงาน วิธีการทำงาน แล้วสาธิตพร้อมๆ กับอธิบายด้วย
3. ขั้นการสาธิตจากผู้เรียน (Demonstration from the learner) ให้ผู้เรียนลองปฏิบัติได้เพียงใด ซึ่งจะเป็น Feed back ให้ครูผู้สอนปรับปรุงในการสอน
4. ขั้นให้การฝึกหัดและตรวจผลสำเร็จ (Exercise and Progress) ต้องแน่ใจว่าผู้เรียนทำได้แล้วโดยไม่ผิดพลาด จึงจะมอบหมายให้ทำงานได้

จากรูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติข้างต้นที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การสอนทักษะปฏิบัติต้องใช้เวลาในการฝึกฝน และปฏิบัติ มีการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม ซึ่งจะสามารถพัฒนาทักษะการคิด ทักษะปฏิบัติให้สูงขึ้นจำเป็นต้องกระทำอย่างต่อเนื่อง ฝึกทำซ้ำ ๆ ให้เกิดการเรียนรู้ จากประสบการณ์จริงของตนเองและเพื่อนร่วมชั้นเรียน

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ทิตินา (2562) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้จากการพัฒนาทักษะของผู้เรียน หรือผลที่เกิดจากการกระทำของผู้เรียนเอง เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เนื่องจากได้รับประสบการณ์ผ่านการเรียนรู้จากการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือจากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน สามารถประเมินค่าได้จากแบบทดสอบหรือการสังเกตของผู้สอน

ไพโรจน์ (2556) ให้คำจำกัดความผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า คือ คุณลักษณะ รวมถึงความรู้ ความสามารถของตัวบุคคล อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่ตัวบุคคล ได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้ตัวบุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถสมองของตัวบุคคลว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถด้านใดมากน้อยเท่าไร ตลอดจนผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่างๆ ทั้งในโรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ รวมทั้งความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่างๆ ก็เป็นผลมาจากการฝึกฝนด้วย

ศรีสุภา (2565) สรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถของผู้เรียน ที่มีการ เปลี่ยนแปลงหลังจากการจัดการ

เรียนรู้ ซึ่งอาจได้รับประสบการณ์จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือจากการเรียน การสอนในชั้นเรียน สามารถวัดได้โดยการแสดงออกมาทั้ง 3 ด้าน คือพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย ด้านทักษะพิสัย และใช้แบบทดสอบความสามารถในการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เรียน

สมฤติ (2559) สรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง คุณลักษณะความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนและเป็นผลให้ บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพทางสมองในการจัดการเรียน มีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นที่กล่าวมาสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้จาก การพัฒนาทักษะของผู้เรียน หรือผลที่เกิดจากการกระทำของผู้เรียนเอง รวมถึงความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคล ได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ สามารถวัดได้โดยการแสดงออกมาทั้ง 3 ด้าน คือพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย ด้านทักษะพิสัย การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และใช้แบบทดสอบความสามารถในการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เรียน

2.5.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศรีสุภา (2565) ได้สรุปการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน เป็นการวัดระดับความสามารถของผู้เรียน ตามพฤติกรรม 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ความคิด ด้านปฏิบัติ และด้านความรู้สึก โดยการวัดผลสัมฤทธิ์จะต้อง ครอบคลุมพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านต่างๆ โดยผู้สอนจะต้องศึกษา และนำวิธีการวัดผลสัมฤทธิ์มาประยุกต์ใช้ ให้ตรงกับผลลัพธ์ที่ครูต้องการ และจะต้องนำผลลัพธ์ไปประเมินเพื่อปรับปรุงแก้ไขความสามารถของนักเรียนได้ในอนาคต

จันทิมา (2555) ได้แบ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดประสงค์และลักษณะวิชา ที่สอน ซึ่งสามารถ วัดได้ 2 แบบ คือ

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียน โดย มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าว ในรูปของการกระทำจริงให้ออกมาเป็นผลงาน โดยการวัดจะ เป็นการสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test)

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา อันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน พฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆ สามารถวัดได้โดยข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 3 ด้าน คือ

2.1 ด้านความรู้ ความคิด (Cognitive Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวกับกระบวนการ ทางด้านสติปัญญาและสมองประกอบด้วยพฤติกรรม 6 ด้าน ดังนี้ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า

2.2 ด้านความรู้สึก (Affective Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต และพัฒนาการด้านความสนใจ คุณค่า ความซาบซึ้ง และเจตคติต่างๆ ของนักเรียน

2.3 ด้านการปฏิบัติการ (Psycho-motor Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะในการปฏิบัติและการดำเนินการ

จากการศึกษาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน เป็นการวัดระดับความสามารถของผู้เรียน โดยการวัดผลสัมฤทธิ์จะต้องครอบคลุมพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านต่างๆ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดประสงค์และลักษณะวิชาที่สอนสามารถวัดได้ 2 แบบคือ การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียน โดย มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถ และการวัดด้านเนื้อหา จะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ความคิด ด้านปฏิบัติ และด้านความรู้สึกเป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา อันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน

2.5.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชวาล (2556) ได้แบ่งแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง (Teacher Made Test) เป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใน รายวิชาต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ภาษาอังกฤษ เป็นต้น ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ 1) แบบให้ตอบเสรี และ 2) แบบจำกัดคำตอบ ข้อดีของแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเองคือสามารถปรับเปลี่ยน หรือออกแบบให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมหรือเหตุการณ์ได้

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบมาตรฐานเป็นตัวอย่างของการ กระทำหรือความรู้ของบุคคลแต่ละคนของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ซึ่งรับมาภายใต้สภาพการณ์ที่กำหนดการให้คะแนน เป็นไปตามกฎเกณฑ์ และการตีความหมายก็อาจจะเป็นไปตามตารางเกณฑ์ตามปกติ

บุญชม (2560) กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ ของวิชา หรือเนื้อหาที่สอน โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาต่าง ๆ สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตาม จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่ กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดให้ ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสำคัญของข้อสอบประเภทนี้ คือจะจำแนก ผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ การรายงานผลการสอบจะใช้คะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่ม เปรียบเทียบโดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนตามโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือ สถาบันการศึกษาต่าง ๆ และให้หลักการเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบไว้

ศรีสุภา (2565) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบทดสอบมาตรฐาน และแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง ซึ่งแบบทดสอบจะถามสิ่งที่ผู้เรียนได้จากการเรียนการสอนซึ่งจัดกลุ่มพฤติกรรมได้ 6 ประเภท คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน โดยแบบทดสอบสามารถออกแบ่งได้ทั้งแบบปรนัย และแบบอัตนัยที่มีทั้ง แบบทดสอบปลายเปิดและแบบทดสอบปลายปิด ขึ้นอยู่กับผู้สอนจะประยุกต์ใช้ให้เข้ากับเนื้อหาและระดับของ ผู้เรียนอย่างเหมาะสม ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกออกแบบทดสอบที่มีทั้งแบบทดสอบปรนัยและอัตนัย ซึ่ง แบบทดสอบจะประเมินผู้เรียนในด้านต่าง ๆ

ไพโรจน์ (2556) ได้จัดประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher made tests) และแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized tests) ซึ่งทั้ง 2 ประเภทจะถามเนื้อหาเหมือนกัน คือถามสิ่งที่ผู้เรียนได้จากการเรียนการสอนซึ่งจัดกลุ่มพฤติกรรมได้ 6 ประเภท คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองเพื่อใช้ในการทดสอบ ผู้เรียนในชั้นเรียน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบปรนัย (Objective tests) ได้แก่ แบบถูก – ผิด (True-false) แบบจับคู่ (Matching) แบบเติมคำให้สมบูรณ์ (Completion) หรือแบบคำตอบสั้น (Short answer) และแบบเลือกตอบ (Multiple choice)

1.2 แบบอัตนัย (Essay tests) ได้แก่ แบบจำกัดคำตอบ (Restricted response items) และแบบไม่จำกัดคำตอบหรือตอบอย่างเสรี (Extended response items)

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในเนื้อหาและมีทักษะการสร้างแบบทดสอบ มีการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ มีค่าชี้แจงเกี่ยวกับการดำเนินการสอบ การให้คะแนนและการแปลผล มีความเป็นปรนัย (Objective) มีความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) แบบทดสอบมาตรฐาน ได้แก่ California Achievement Test, Iowa Test of Basic Skills, Stanford Achievement Test และ the Metropolitan Achievement Tests เป็นต้น

ศิริชัย (2556) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบ ดังนี้

1. จำแนกตามผู้สร้าง มี 2 ประเภท ได้แก่

1.1 แบบทดสอบมาตรฐาน สร้างขึ้นโดยหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่ง เช่น สำนักทดสอบทางการศึกษา (สทศ.) หรือบริษัทสร้างแบบทดสอบ มักจะออกข้อสอบที่มีเนื้อหาสาระที่กว้าง ๆ ที่สามารถใช้ได้กับหลาย ๆ สถาบัน และโดยทั่วไปจะมีการบริการดำเนินการจัดสอบแปลผลเปรียบเทียบ และรายงานคุณภาพของแบบทดสอบ

1.2 แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นใช้เองมีลักษณะครอบคลุมเนื้อหาเฉพาะตามหลักสูตรสถานศึกษา การตรวจให้คะแนนจึงมักจะเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้สอนตั้งไว้ หรือเปรียบเทียบเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกันเท่านั้น

2. จำแนกตามการใช้ มี 4 ประเภท ได้แก่

2.1 แบบทดสอบความพร้อม เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดพื้นฐานความรู้หรือทักษะจำเป็นต่อการเรียนรู้วิชา/บทเรียน/หน่วยการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอหรือไม่ผู้สอนจะได้ปูพื้นฐานหรือทบทวนพื้นฐานที่จำเป็นก่อนเริ่มเรียนเนื้อหาในหน่วยการเรียนนั้น

2.2 แบบทดสอบวินิจฉัย เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดจุดอ่อน จุดแข็งหรือวินิจฉัยปัญหาของผู้สอบ เพื่อระบุปัญหาของผู้สอบ ซึ่งมีประโยชน์ต่อการปรับปรุงการเรียนการสอนและนำมาเป็นข้อมูลในการสอนซ่อมเสริม

2.3 แบบทดสอบสมรรถภาพ เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดว่าผู้สอบมีสมรรถนะถึงระดับที่เหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐานหรือตัวชี้วัดหรือยัง เป็นเครื่องบ่งชี้ระดับความสามารถ มักใช้สำหรับการสอบคัดเลือกหรือให้สิทธิบางประการ เช่น การสอบ TOEFL, TOEIC, CU-TEP หรือการสอบใบขับขี่รถยนต์ เป็นต้น

2.4 แบบทดสอบเชิงสำรวจ เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดระดับความรู้เชิงสรุปทั่วไปของนักเรียนนักศึกษาในสาขาวิชาเฉพาะ เพื่อทดสอบความรู้ทั่วไป เช่น แบบทดสอบปลายภาค เป็นต้น

3. จำแนกตามการแปลผล มี 2 ประเภท ได้แก่

3.1 แบบทดสอบอิงกลุ่ม เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ ความสามารถของผู้สอบ มักถูกใช้เพื่อทำหน้าที่จำแนกระดับความรู้ความสามารถที่แตกต่างกันของผู้เข้าสอบ คะแนนสอบจึงนำไปใช้ในการแปลความหมายโดยการเปรียบเทียบความรู้ ความสามารถระหว่างกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน

3.2 แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน ว่ามีความรู้ความสามารถอะไรบ้าง มักถูกสร้างให้ครอบคลุมทักษะที่สำคัญของการเรียนรู้ที่อยากให้เกิดแก่ผู้เรียน คะแนนสอบจึงมีการแปลผลเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

4. จำแนกตามรูปแบบการตอบ มี 2 ประเภท ได้แก่

4.1 แบบทดสอบประเภทเสนอคำตอบ ได้แก่ การเขียนความเรียงแบบปลายเปิด ความเรียงแบบปลายปิด การตอบสั้น ๆ การเติมคำ

4.2 แบบทดสอบประเภทเลือกตอบ ได้แก่ แบบถูก-ผิด แบบจับคู่ แบบหลายตัวเลือก

จากการศึกษาประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นที่กล่าวมาสรุปได้ว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัด ความรู้ ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ ของวิชา หรือเนื้อหาที่สอน โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาต่าง ๆ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher made tests) และแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized tests) ซึ่งทั้ง 2 ประเภทจะถามเนื้อหาเหมือนกัน คือถามสิ่งที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนซึ่งจัดกลุ่มพฤติกรรมได้ 6 ประเภท คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน

2.5.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

สันติ (2560) ได้อธิบายขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้ชัดเจนว่าต้องการให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมด้านใดบ้างหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการจัดการเรียนรู้ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาผู้สอนจะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ชัดเจน ซึ่งการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

2.1 สถานการณ์ เป็นเงื่อนไขที่ผู้สอนกำหนดขึ้น เช่น เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้เมื่อกำหนดสถานการณ์มาให้ เป็นต้น

2.2 พฤติกรรมของผู้เรียน เป็นผลลัพธ์ที่ผู้สอนต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน และแสดงออกในเชิงพฤติกรรมที่เป็นรูปธรรม จะใช้ในรูปแบบของคำกริยา เช่น อธิบาย ระบุ จำแนก สร้าง นำเสนอ เป็นต้น

2.3 เกณฑ์การประเมินผล ผู้สอนจะกำหนดขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับตัดสินผลการบรรลุตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้ เช่น ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 อธิบายได้ถูกต้อง หรือ ระบุได้ถูกต้อง

3. กำหนดผังการสร้างข้อคำถาม โดยมีรายละเอียดประกอบด้วย 1) เนื้อหา 2) น้ำหนักความสำคัญแต่ละเนื้อหา 3) จำนวนข้อสอบ และ 4) ระดับพฤติกรรมทางพุทธิพิสัยที่ต้องการวัด ผังการสร้างข้อคำถามจะช่วยให้ผู้สอนออกแบบข้อคำถามได้อย่างมีหลักการ ครอบคลุมเนื้อหา มีจำนวนข้อคำถามที่เหมาะสมในแต่ละเนื้อหา ครอบคลุมสมรรถนะที่ต้องการวัด

4. เลือกรูปแบบข้อคำถาม เช่น จับคู่ผูกมัด หลายตัวเลือก เต็มคำ เป็นต้น ซึ่งข้อสอบแต่ละแบบมีคุณลักษณะและความสามารถในการวัดผลการเรียนรู้แตกต่างกัน ดังนั้นผู้สอนจึงควรเลือกให้เหมาะสมกับผลการเรียนรู้และสมรรถนะที่ต้องการวัด

5. เขียนข้อคำถามและตัวเลือกตามผังการสร้างข้อคำถาม โดยคำนึงถึงหลักการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างเคร่งครัด เพื่อให้ได้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพ และได้คะแนนทดสอบที่สามารถสะท้อนความรู้ ความสามารถ และสมรรถนะของผู้เรียนตามเนื้อหาและวัตถุประสงค์ที่ผู้สอนกำหนดไว้

6. ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยสามารถตรวจสอบได้ 2 ช่วงเวลาได้แก่ 1) ตรวจสอบคุณภาพก่อนนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้ โดยวิเคราะห์ข้อคำถามรายข้อ หาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวนไม่ต่ำกว่า 3 - 5 คน พิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยค่า IOC ควรมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป พิจารณาภาษาที่ใช้มีความเหมาะสมกับผู้เรียน ความยาวของข้อคำถามมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้สอบและคะแนนที่ต้องการหรือไม่ คำสั่งและคำชี้แจงมีความชัดเจนหรือไม่ เป็นต้น 2) ตรวจสอบคุณภาพหลังนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้ โดยวิเคราะห์ข้อคำถามรายข้อ นำมาหาค่าความยากง่ายของข้อคำถาม ค่าอำนาจจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ

บุญชม (2560) ได้อธิบายการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และสร้างตารางลักษณะข้อคำถาม โดยพิจารณาจากจุดประสงค์การเรียนรู้ และความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อต่าง ๆ

2. สร้างตารางวิเคราะห์ข้อคำถาม โดยด้านซ้ายของตารางในแต่ละแถวให้ระบุหัวข้อของเนื้อหาตามลำดับ ด้านคอลัมน์จะเป็นการวิเคราะห์จุดประสงค์สำหรับสร้างแบบวัด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งนิยมใช้จุดประสงค์ในการวัดระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่ 1) ความรู้ ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ และ 6) การประเมินค่า

3. พิจารณาจำนวนข้อคำถาม ความสำคัญ และระดับพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดของแต่ละหัวข้อ และระบุจำนวนข้อที่ต้องการในแต่ละระดับพฤติกรรมของหัวข้อนั้น ๆ

4. กำหนดรูปแบบของข้อคำถาม และศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. สร้างข้อคำถามตามตารางลักษณะข้อคำถามที่สร้างขึ้นในข้อ 1 และตารางวิเคราะห์ข้อคำถามที่สร้างขึ้นในข้อ 2

6. ตรวจสอบข้อคำถามในประเด็นต่าง ๆ เช่น ภาษา ตัวเลข ความสอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ข้อคำถามที่สร้างขึ้น การสะกดคำ เป็นต้น

7. จัดพิมพ์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับทดลองพร้อมระบุคำชี้แจงและคำอธิบายวิธีการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ชัดเจน

8. นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง และทำการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

9. พิมพ์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับสมบูรณ์ที่มีค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นในระดับที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ศรีสุภา (2565) ได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ว่าขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการดำเนินการสร้างข้อคำถามที่จะนำไปใช้วัดความรู้ และความสามารถของนักเรียนหลังจากผ่านการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษามาตรฐาน ตัวชี้วัด เนื้อหาสาระใน เพื่อสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ให้ครอบคลุมองค์ประกอบทั้งหมด

2. ศึกษาทฤษฎี วิธีสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ การวัดผล การประเมินผลการเรียน และเทคนิคการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์

3. สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ เกินจำนวนที่ต้องการใช้ เพื่อใช้สำหรับการหาคุณภาพและประสิทธิภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาใช้ในการทดสอบต่อไป

4. นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการวัดประเมินผลจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC)

5. นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ แล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อดูความเหมาะสม จากนั้นนำผลการตรวจมา วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) ค่าอนาจจำแนก (r) และหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) หากอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างได้

จากการศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ข้างต้นที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลที่ได้มาจากการเรียนรู้ การทำกิจกรรมต่าง ๆ แล้วสะสมความรู้ความเข้าใจ ออกมาในรูปแบบของการปฏิบัติกิจกรรมการตอบคำถาม หรือการทำแบบทดสอบเพื่อวัดความสำเร็จ ความรู้ความเข้าใจ ทักษะ เป็นการประเมินความรู้และความสามารถของผู้เรียนซึ่งรูปแบบการ ประเมินผลการเรียนรู้มีอยู่หลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีจุดประสงค์และวิธีที่แตกต่างกันสามารถสรุป ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และสร้างตารางลักษณะข้อคำถาม โดย พิจารณาจากจุดประสงค์การเรียนรู้ และความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อต่าง ๆ
3. สร้างตารางวิเคราะห์ข้อคำถาม โดยด้านซ้ายของตารางในแต่ละแถวให้ระบุ หัวข้อของเนื้อหาตามลำดับ ด้านคอลัมน์นั้นจะเป็นการวิเคราะห์จุดประสงค์สำหรับสร้างแบบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งนิยมใช้จุดประสงค์ในการวัดระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่ 1) ความรู้ ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำไปใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การสังเคราะห์ และ 6) การประเมินค่า
4. เลือกรูปแบบข้อคำถาม เช่น จับคู่ผูกผิด หลายตัวเลือก เติมคำ เป็นต้น ซึ่ง ข้อสอบแต่ละแบบมีคุณลักษณะและความสามารถในการวัดผลการเรียนรู้แตกต่างกัน ดังนั้นผู้สอนจึง ควรเลือกให้เหมาะสมกับผลการเรียนรู้และสมรรถนะที่ต้องการวัด
5. สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ เกินจำนวนที่ต้องการใช้ เพื่อใช้สำหรับการหา คุณภาพและประสิทธิภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์มาใช้ในการทดสอบต่อไป
6. ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยสามารถ ตรวจสอบได้ 2 ช่วงเวลาได้แก่ 1) ตรวจสอบคุณภาพก่อนนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้ โดย วิเคราะห์ข้อคำถามรายข้อ หาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวนไม่ต่ำกว่า 3 - 5 คน พิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยค่า IOC ควรมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

7. นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง และทำการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

8. พิมพ์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับสมบูรณ์ที่มีค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นในระดับที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยในประเทศ

ชลันธรณ์ เมธา และวรวิทย์ (2567) ได้ดำเนินการวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะการเขียนเส้นในงานเขียนแบบ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MIAP ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเขียนเส้นในงานเขียนแบบ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะการเขียนเส้นในงานเขียนแบบ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MIAP ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนเรื่อง การเขียนเส้นในงานเขียนแบบ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MIAP ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ 80/80 กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม ภาควิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 30 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย ชุดฝึกทักษะการเรียนรู้ แบบฝึกหัดระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบวัดทักษะการเขียนเส้นในงานเขียนแบบ และแบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ One Samplet-test ผลการวิจัยพบว่า 1)ชุดฝึกทักษะการเขียนเส้นในงานเขียนแบบ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MIAP ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.45/81.032)ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน เรื่อง การเขียนเส้นในงานเขียนแบบด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MIPA ร่วมกับการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวิจัย 0.05

จิรายุทธ วรวิทย์ และน่านน้ำ (2567) ได้ดำเนินการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะการลับมีด เพื่อส่งเสริมทักษะการลับมีดกลึง สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะการลับมีด เพื่อส่งเสริมทักษะการลับมีดกลึง สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม วิชาเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่องการลับมีดกลึง 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน วิชาเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่องการลับมีดกลึง สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรมกับเกณฑ์จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 30 คนจำนวน 1 ห้อง ใช้

วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย 1) ชุดฝึกทักษะ 2) แบบสังเกตพฤติกรรม 3) แบบวัดภาคปฏิบัติวัดทักษะการลับมีดกลึง 4) แบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะการลับมีด สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ One Sample t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียน วิชาเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่องการลับมีดกลึง เพื่อส่งเสริมทักษะการลับมีดกลึง สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรมกับเกณฑ์ ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 81.11 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 84.22 2) ผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะการลับมีด เพื่อส่งเสริมทักษะการลับมีดกลึง วิชาเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่องการลับมีดกลึง สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม 3) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน วิชาเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่องการลับมีด เพื่อส่งเสริมทักษะการลับมีดกลึง สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรมกับเกณฑ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 17.57$, $df = 29$, $p = 0.00$)

กัญญารัตน์ สุนันท์ และชวนพิศ (2567) ได้ดำเนินการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเขียนแบบไฟฟ้าบ้านชั้นเดียวด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการจัดการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติของซิมพ์ชันร่วมกับแบบฝึกทักษะสำหรับนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติของซิมพ์ชันร่วมกับแบบฝึกทักษะ เรื่อง การเขียนแบบไฟฟ้าบ้านชั้นเดียวด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเขียนแบบไฟฟ้าบ้านชั้นเดียวด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการจัดการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติของซิมพ์ชันร่วมกับแบบฝึกทักษะ สำหรับนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) ศึกษาพัฒนาการทักษะ เรื่อง การเขียนแบบไฟฟ้าบ้านชั้นเดียวด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการจัดการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติของซิมพ์ชันร่วมกับแบบฝึกทักษะ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยการอาชีวศึกษาแม่จันทน์ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ปีการศึกษา 2566 จำนวน 21 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติของซิมพ์ชันร่วมกับแบบฝึกทักษะ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบวัดทักษะปฏิบัติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test Dependent) ผลการวิจัย พบว่า 1. แผนการจัดการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติของซิมพ์ชันร่วมกับแบบฝึกทักษะ ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 85.52/83.81 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2. นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติของซิมพ์ชันร่วมกับแบบฝึกทักษะ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3.

นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติของซิมพ์สันร่วมกับแบบฝึกทักษะ มีพัฒนาการทักษะปฏิบัติสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 32.54 คิดเป็นร้อยละ 81.37

ศุภวัฒน์ คำธณ และรจนา (2565) ได้ดำเนินการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยทักษะปฏิบัติแบบซิมพ์สัน ผสมผสานแนวคิดระบบคู่สัญญา ด้วยกิจกรรมเพลงร่ำวงพื้นบ้าน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ ทักษะปฏิบัติ และความมีวินัย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่องเพลงร่ำวงพื้นบ้าน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทักษะปฏิบัติแบบซิมพ์สัน ผสมผสานแนวคิดระบบคู่สัญญา ด้วยกิจกรรมเพลงร่ำวงพื้นบ้าน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติการแสดงพื้นบ้าน เพลงร่ำวงพื้นบ้านของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทักษะปฏิบัติแบบซิมพ์สัน ผสมผสานแนวคิดระบบคู่สัญญา ด้วยกิจกรรมเพลงร่ำวงพื้นบ้าน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 3) เพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านวินัย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทักษะปฏิบัติแบบ ซิมพ์สัน ผสมผสานแนวระบบคิดคู่สัญญา ด้วยกิจกรรมเพลงร่ำวงพื้นบ้าน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มโรงเรียนศูนย์คุณภาพการศึกษา อำเภอนองบัว 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครสวรรค์เขต 3 จังหวัดนครสวรรค์ ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ได้แก่ โรงเรียนชุมชนบ้านกระดานหน้าเกล และโรงเรียนชุมชนวัดห้วยร่วมสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครสวรรค์เขต 3 จังหวัดนครสวรรค์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนทักษะปฏิบัติแบบซิมพ์สัน ผสมผสานแนวคิดระบบคู่สัญญา จำนวน 5 แผนการเรียนรู้ แบบรายงานพฤติกรรมวัดความมีวินัยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์รายวิชานาฏศิลป์ แบบประเมินทักษะปฏิบัติ และแบบบันทึกข้อตกลงสำหรับนักเรียนและคู่สัญญา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่องเพลงร่ำวงพื้นบ้าน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทักษะปฏิบัติแบบซิมพ์สัน ผสมผสานแนวคิดระบบคู่สัญญา ด้วยกิจกรรมเพลงร่ำวงพื้นบ้าน กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) ทักษะการปฏิบัติการแสดงพื้นบ้าน เพลงร่ำวงพื้นบ้านของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทักษะปฏิบัติแบบซิมพ์สัน ผสมผสานแนวคิดระบบคู่สัญญา ด้วยกิจกรรมเพลงร่ำวงพื้นบ้าน กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านวินัย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติแบบซิมพ์สัน ผสมผสานแนวระบบคิดคู่สัญญา ด้วยกิจกรรมเพลงร่ำวงพื้นบ้าน กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

กิจกรรมระบบคู่สัญญาผลปรากฏว่า ผู้เรียนปฏิบัติตามคำแนะนำสัญญาที่ได้ให้กับคู่สัญญาได้ มีการบ้านส่งครูผู้สอนตรงตามเวลาครบถ้วนเรียบร้อย มีมารยาทในห้องเรียน ผู้เรียนมีความรับผิดชอบมากขึ้นในการทำงาน มีกระบวนการวางแผนการจดบันทึกการบ้าน ผู้เรียนมาโรงเรียนตรงตามเวลาสามารถทำกิจกรรมในตอนเช้ากับเพื่อนได้ครบ เมื่อถึงเวลาเข้าห้องเรียนผู้เรียนเข้าห้องตรงเวลาทำให้ได้รับความรู้เพิ่มขึ้น เนื่องจากเวลาสอนของครูผู้สอนเพิ่มมากขึ้น ผู้เรียนได้รับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เต็มที่ ผู้เรียนมีการแต่งกายที่สะอาดเรียบร้อยถูกต้องตามกฎระเบียบของโรงเรียนทำให้ไม่ถูกตัดคะแนนพฤติกรรม เป็นการสร้างค่านิยมและคุณธรรมที่ดีให้กับผู้เรียน

ศักดิ์ระพี และคณะ (2567) ได้ดำเนินการวิจัย เรื่อง การสร้างชุดฝึกควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับการเรียนในรายวิชาเทคนิคการผลิตด้วยเครื่องมือกลซีเอ็นซี สาขาวิชาช่างกลโรงงานวิทยาลัยเทคนิคแพร่ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1)สร้างชุดฝึกควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับการเรียนในรายวิชาเทคนิคการผลิตด้วยเครื่องมือกลซีเอ็นซี สาขาวิชาช่างกลโรงงานวิทยาลัยเทคนิคแพร่ 2)เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนหลังปฏิบัติการใช้ชุดฝึกควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยโปรแกรมซีเอ็นซีของนักศึกษา 3)ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดฝึกควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยโปรแกรมซีเอ็นซีการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้เครื่องมือที่ใช้ 1) ชุดฝึกควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยโปรแกรมซีเอ็นซี 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3)แบบประเมินความพึงพอใจชุดฝึกควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยโปรแกรมซีเอ็นซีกลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาสาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคแพร่ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปี 1 จำนวน 2 กลุ่ม ในปีการศึกษา 2565 มีจำนวนนักศึกษาทั้งหมด 44 คน สรุปผลการวิจัย พบว่า สรุปผลการวิจัย พบว่า ผลการเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยคะแนนสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วย t-test dependent พบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนด้วยวิธีการใช้ชุดฝึกควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยโปรแกรมซีเอ็นซีมากกว่าก่อนเรียนด้วยวิธีการใช้ชุดฝึกควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยโปรแกรมซีเอ็นซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดฝึกควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยโปรแกรมซีเอ็นซีอยู่ที่ 4.10 อยู่ในระดับ พึงพอใจมาก

2.6.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Zhang, Saleewong, & Othakanon, (2025) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลกระทบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โดเมนจิตพลศาสตร์ของซิมป์สันต่อความสามารถในการเล่นบาสเก็ตบอลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ที่โรงเรียนขงอ๊ การวิจัยเชิงทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการเล่นบาสเก็ตบอลของนักเรียนก่อนและหลังได้รับโดยใช้หลักการจิตพลศาสตร์ของซิมป์สัน 2) เปรียบเทียบความสามารถในการเล่นบาสเก็ตบอลของนักเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนดคือ 70 เปอร์เซ็นต์ และ 3) ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนในการใช้หลักการจิตพลศาสตร์ของซิมป์สัน วัสดุและวิธีการ: กลุ่มตัวอย่างของการศึกษานี้คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน

30 คนจากโรงเรียน Chuangyi ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ (1) แผนการสอน 8 แผนโดยใช้ทักษะการฝึกฝนของซิมป์สัน ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับสูงมาก (2) แบบทดสอบทักษะการเล่นบาสเก็ตบอล และ (3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีดัชนีความน่าเชื่อถือ 0.72 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่า t สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระ และการทดสอบค่า t สำหรับกลุ่มตัวอย่างหนึ่งผลการศึกษพบว่า 1) หลังจากใช้ทักษะการฝึกซ้อมของ Simpson ความสามารถในการเล่นบาสเก็ตบอลของนักเรียนหลังจากเรียนรู้โดยใช้หลักการจิตพลศาสตร์ของ Simpson สูงกว่าก่อนเรียนรู้ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 2) ความสามารถในการเล่นบาสเก็ตบอลของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 70% ที่ระดับนัยสำคัญที่ .05 และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนรู้โดยใช้หลักการจิตพลศาสตร์ของ Simpson อยู่ในระดับสูงขึ้น ($M = 4.22$, $SD = 0.75$) สรุปความรู้ที่ได้รับจากการวิจัยคือการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอนโดยใช้หลักการจิตพลศาสตร์ของ Simpson ซึ่งประกอบด้วย (1) การรับรู้ (2) ความพร้อม (3) การตอบสนองที่ได้รับการชี้แนะ (4) กลไก (5) การตอบสนองที่ซับซ้อน (6) การปรับปรุงและการประยุกต์ใช้ และ (7) การริเริ่ม โดเมนจิตพลศาสตร์ 7 ขั้นตอนของซิมป์สันช่วยเพิ่มความสามารถด้านบาสเก็ตบอลด้วยการสอน ฝึกฝน และประยุกต์ใช้ทักษะต่างๆ อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้มีความเข้าใจ ความเชี่ยวชาญ และความมั่นใจในคู่แข่งที่ดีขึ้น

Fatriyana, M. (2020) ได้ทำการวิจัยเรื่อง โปรแกรม CNC และการเขียนโปรแกรมของเครื่อง CNC การวิจัยเชิงทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาวิธีการใหม่ๆ ของการเขียนโปรแกรม NC เพื่อเพิ่มความเร็วในการคำนวณเส้นทางของเครื่องมือและความแม่นยำ สรุปผลการวิจัย พบว่า 1. โปรแกรม CNC ถูกสร้างขึ้นตามกฎและคำสั่งพิเศษเพื่อควบคุมลำดับขั้นตอนการตัดเฉือนที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานบางประเภท 2. การตั้งโปรแกรม NC มีผลโดยตรงต่อความคุ้มค่าทางต้นทุนและความสามารถในการทำกำไรของกระบวนการผลิต NC ดังนั้น บริษัทจึงต้องให้ความสำคัญกับการเลือกกระบวนการตั้งโปรแกรมและการฝึกอบรมบุคลากรอย่างรอบคอบไม่น้อยไปกว่าการจัดการเครื่องจักร 3. การเลือกกระบวนการตั้งโปรแกรมส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับความต้องการซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมกับการใช้งาน มีความพร้อมใช้งานสูง และสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Petrakov, Korenkov, & Myhovich (2022) ได้ทำการวิจัยเรื่อง เทคโนโลยีสำหรับการเขียนโปรแกรมการกัดรูปร่างบนเครื่อง CNC งานวิจัยนี้นำเสนอเทคโนโลยีใหม่สำหรับการออกแบบโปรแกรมควบคุมการกัดตามแนวเส้นโค้ง (Contour Milling) บนเครื่อง CNC โดยการควบคุมอัตราป้อน (Feed Rate) ซึ่งส่งผลให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ ในขณะที่ยังคงปฏิบัติตามข้อกำหนดและข้อจำกัดของกระบวนการผลิต งานวิจัยนี้ได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายปฏิสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือตัดและชิ้นงานในเขตการตัดเฉือนสำหรับรูปทรงที่มีความโค้งเปลี่ยนแปลง ซึ่งช่วยให้สามารถกำหนดคุณลักษณะสำคัญของกระบวนการตัดเฉือนได้ นั้น

คือ อัตราการตัดเนื้อวัสดุ (Material Removal Rate - MRR) เทคโนโลยีนี้ใช้โปรแกรมควบคุมที่ออกแบบในรูปแบบ G-code ผ่านระบบ CAM โดยมีขั้นตอนหลักดังนี้ 1. สร้างเส้นทางการกัด (Shape-formation Trajectory) ในรูปแบบของอาร์เรย์ดิจิทัลสองมิติที่ได้จากโปรแกรม G-code 2. จำลองการกัดชิ้นงาน โดยพิจารณาการปะทะระหว่างเครื่องมือตัดกับชิ้นงานในเขตการตัดเฉือน พร้อมทั้งคำนวณอัตราการตัดเนื้อวัสดุ 3. ออกแบบโปรแกรมควบคุมใหม่ในรูปแบบ G-code โดยใช้ผลการจำลองมาปรับกฎการควบคุมอัตราป้อน (Feed Rate) เพื่อให้กระบวนการตัดเฉือนมีความเสถียรตลอดแนวกัด ซอฟต์แวร์สำหรับเทคโนโลยีใหม่นี้ ได้รับการพัฒนาให้สามารถแปลงโปรแกรมควบคุม G-code เป็นอาร์เรย์ดิจิทัลสองมิติโดยอัตโนมัติ ทำการจำลองกระบวนการกัด และออกแบบโปรแกรมควบคุมใหม่ตามผลการจำลอง สรุปผลการวิจัย พบว่า ในการกัดตามแนวเส้นโค้งที่กำหนด โดยใช้ซอฟต์แวร์จำลองที่พัฒนาขึ้น พบว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ถึง 1.7 เท่า เมื่อเทียบกับโปรแกรมควบคุมเดิมที่ออกแบบโดยระบบ CAM ทั่วไป

Tung, Quynh, & Minh, (2021) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาและการทำงานของเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็ก งานวิจัยนี้นำเสนอ การพัฒนาเครื่องจักรแปรรูปทางกลที่มีระบบ CNC แบบบูรณาการช่วยให้ภาคการผลิตสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่ซับซ้อนได้อย่างรวดเร็วและมีคุณภาพสูง CNC ได้กลายมาเป็นหลักสูตรหลักสำหรับนักศึกษาช่างกลในมหาวิทยาลัยเทคนิคและอาชีวศึกษา การฝึกอบรมเครื่องจักร CNC เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อพัฒนาทักษะของนักศึกษาในการเรียนรู้ด้านการออกแบบและการผลิต อย่างไรก็ตาม ค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องจักร CNC นั้นไม่ถูก ในประเทศกำลังพัฒนาอย่างเวียดนาม ประกอบกับงบประมาณที่จำกัดของมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่ จึงเป็นอุปสรรคต่อโอกาสที่นักศึกษาจะได้ใช้เครื่องจักร CNC เพื่อช่วยให้นักศึกษามีสื่อการสอนในการเรียนรู้ ปรับปรุงศักยภาพในการปฏิบัติงาน บทความนี้เสนอทางเลือกอื่นในการออกแบบและผลิตเครื่องกัดที่ง่ายและราคาไม่แพง พร้อมฟังก์ชันที่จำเป็นทั้งหมดการออกแบบโมเดล CAD ของโครงสร้างโมเดลเครื่องจักรทำโดยใช้ซอฟต์แวร์ Solidwork และ NX ชิ้นส่วนเครื่องจักรส่วนใหญ่ผลิตและประกอบในห้องปฏิบัติการของคณะวิศวกรรมศาสตร์กลศาสตร์และระบบอัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยแห่งชาติเวียดนาม ฮานอย วัตถุประสงค์หลักของการศึกษานี้คือ การเสนอกระบวนการออกแบบและผลิตเครื่องกัด CNC 3 แกนแนวตั้งขนาดเล็กที่มีต้นทุนต่ำแต่มีคุณลักษณะครบถ้วนคล้ายกับเครื่อง CNC ในอุตสาหกรรม โมเดลเครื่องจักรที่แนะนำในบทความนี้สามารถใช้เป็นสื่อการสอนเพื่อพัฒนาศักยภาพในทางปฏิบัติสำหรับนักเรียนด้านการสร้างเครื่องจักร

Anggraini, & Junixsen, (2019) ได้ทำการวิจัยเรื่อง โครงการบริการชุมชนนี้มุ่งหวังที่จะพัฒนาความสามารถของนักเรียนและครูที่โรงเรียน SMK Antartika 1 Sidoarjo ในการใช้งานเครื่อง CNC และซอฟต์แวร์ Mastercam X5 โครงการบริการชุมชนนี้มุ่งหวังที่จะพัฒนาความสามารถของนักเรียนและครูที่โรงเรียน SMK Antartika 1 Sidoarjo ในการใช้งานเครื่อง CNC และซอฟต์แวร์

Mastercam X5 เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของอุตสาหกรรมการผลิตสมัยใหม่ การฝึกอบรมจัดขึ้นเป็นเวลา 2 วัน โดยใช้การฝึกอบรมร่วมกับการให้คำปรึกษา โดยมีผู้เข้าร่วม 20 คน (นักเรียน 15 คนและครู 5 คน) สื่อการฝึกอบรมประกอบด้วยการสร้างแบบการทำงาน การตั้งค่าเครื่องมือ การสร้างรหัส G-Code และการใช้งานเครื่องกัด CNC ของ GSK ผลการประเมินแสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญในด้านความเข้าใจและทักษะของผู้เข้าร่วม โดยครู 60% และนักเรียน 40% บรรลุระดับความเชี่ยวชาญที่ยอดเยี่ยมในการสร้างแบบการทำงาน และครู 40% และนักเรียน 33% บรรลุในการสร้างรหัส G-Code แม้ว่าผู้เข้าร่วมส่วนใหญ่มีความก้าวหน้า แต่ประมาณ 13-20% ของนักเรียนยังคงต้องการการให้คำปรึกษาเพิ่มเติม การฝึกอบรมนี้พิสูจน์ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของ Mastercam X5 ในการปรับปรุงประสิทธิภาพและความแม่นยำของกระบวนการ CNC ขณะเดียวกันก็เตรียมผู้เข้าร่วมให้พร้อมรับมือกับความท้าทายทางอุตสาหกรรม ความคิดริเริ่มนี้ถือเป็นขั้นตอนเชิงกลยุทธ์ในการยกระดับคุณภาพการศึกษาด้านอาชีวศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาวิศวกรรมเครื่องกล

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ในครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development: R & D) แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน และแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน มีขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1.1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)

ขั้นที่ 1.2 ศึกษาแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัดร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและพัฒนา ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน มีขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 2.1 ออกแบบชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน

ขั้นที่ 2.2 สร้างชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน

ขั้นที่ 2.3 ประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน

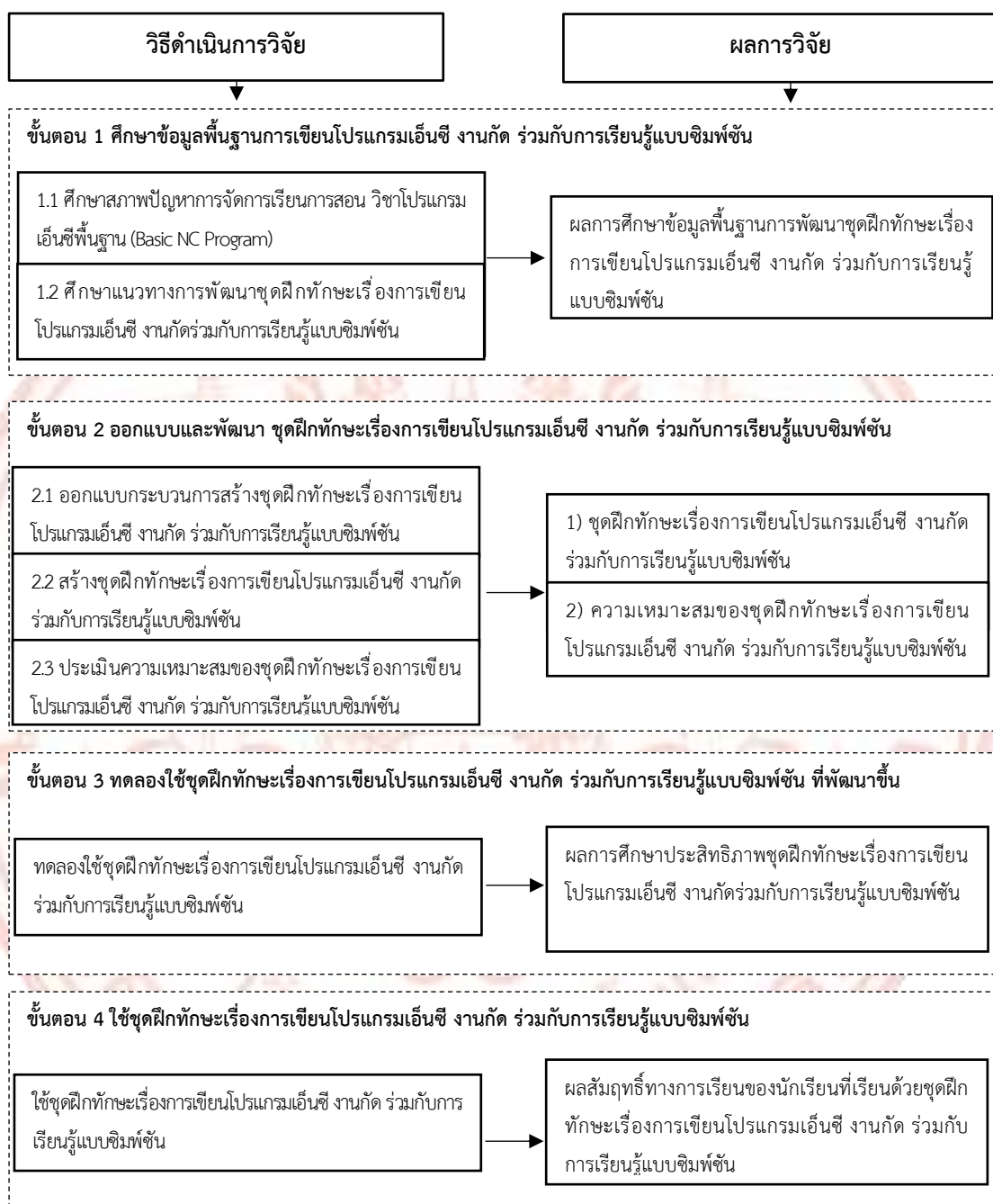
ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน ที่พัฒนาขึ้น มีวิธีการดังนี้

ทดลองใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน

ขั้นตอนที่ 4 ใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน มีวิธีการดังนี้

ใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัดร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน

การดำเนินการวิจัยทั้ง 4 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3. นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและความสอดคล้องในแต่ละประเด็นของแบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)

4. ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ จัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

1.1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษารายงานการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program) รายงานแบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผลรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program) และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน แล้วทำการบันทึกลงในแบบบันทึกตามประเด็นที่กำหนดไว้ในช่วงเวลา 16–31 พฤษภาคม 2567

1.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นที่ 1.2 ศึกษาแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก็ดร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1.2.1 แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก็ดร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน

1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก็ดร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน (ฉบับที่ 2) มีประเด็นดังต่อไปนี้

ประเด็นที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก็ด

ประเด็นที่ 2 การสังเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกรรมการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก็ด

ประเด็นที่ 3 การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน

ประเด็นที่ 4 แนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัตร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน
2. สร้างแบบบันทึกแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัตร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน
3. นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและความสอดคล้องในแต่ละประเด็นของแบบบันทึกการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัตร
4. ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ จัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

1.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษา เอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัตร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน แล้วทำการบันทึกลงในแบบบันทึกตามประเด็นที่กำหนดไว้ในช่วงเวลา 16-31 พฤษภาคม 2567

1.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและพัฒนา ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัตร ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน

ออกแบบและพัฒนา ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัตร ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน มีขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 2.1 ออกแบบกระบวนการสร้างชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัตร ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

2.1.1 แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัตร (ข้อมูลขั้นตอนที่ 1) และแนวคิดหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัตร

2.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1. แบบบันทึกการออกแบบเชิงวิศวกรรมการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัตร ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน (ฉบับที่ 3)

2. แบบฝึกทักษะการปฏิบัติงานเป็นลักษณะแบบสังเกตโดยวิธีการ (Rubrics Score) เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกวด (ฉบับที่ 4)

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบบันทึกการออกแบบเชิงวิศวกรรมการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกวด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปาน (ฉบับที่ 3)

1.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการออกแบบเชิงวิศวกรรมเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกวด และหลักการสร้างแบบบันทึก

1.2 สร้างแบบบันทึกตามองค์ประกอบของการออกแบบเชิงวิศวกรรมการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกวด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปาน

1.3 นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและความสอดคล้องในแต่ละประเด็นของแบบบันทึกการสังเคราะห์เนื้อหาการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกวด

1.4 ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ จัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเวลา วันที่ 16-31 พฤษภาคม 2567

2. แบบฝึกทักษะการปฏิบัติงานเป็นลักษณะแบบสังเกตโดยวิธีการ (Rubrics Score) เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกวด (ฉบับที่ 4)

2.1 วิเคราะห์หลักสูตรเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ โดยสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรระบุจุดประสงค์ของแบบวัดภาคปฏิบัติ สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชา หน่วยการเรียนรู้จำนวนชั่วโมง และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกวด (ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนย่อยที่ 1.1-1.2)

2.2 คัดเลือกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ปฏิบัติ) ที่ต้องวัดภาคปฏิบัติ โดยใช้หลักการคัดเลือกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (ปฏิบัติ) ที่สำคัญเป็นหลักโดยการสร้างแผนผังการสร้างแบบวัดภาคปฏิบัติ (Test Blueprint)

2.3 วิเคราะห์งานเพื่อกำหนดกิจกรรมที่จะวัดภาคปฏิบัติ จะประกอบไปด้วยงานที่ใช้วัดสอบภาคปฏิบัติ น้ำหนัก และเวลา (ชั่วโมง) ในแต่ละงานที่จะเกิดขึ้น สิ่งที่ต้องพิจารณาหนึ่งงานอาจจะวัดได้หลายจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ก็สามารถทำได้

2.4 กำหนดวิธีการวัดและชนิดของเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ สุราษฎร์พรจันทร์ (2552) กล่าวว่า เครื่องมือวัดภาคปฏิบัติส่วนใหญ่จะประกอบด้วย รูปภาพ แบบงานวัสดุที่ใช้ทำชิ้นงาน ขนาดวัดจุดที่ทำชิ้นงาน คำสั่ง รวมถึงข้อควรระวังต่าง ๆ ที่จะให้ผู้เรียนลงมือทำอยู่ในเอกสารเพียงหน้าเดียวก็ได้ ทั้งนี้แบบวัดภาคปฏิบัติมีลักษณะอย่างไรขึ้นอยู่กับงานที่จะให้ผู้เรียน

ปฏิบัตินั้นเป็นอะไร อย่างไรก็ดี แบบวัดภาคปฏิบัตินั้น จำเป็นต้องใช้วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ร่วมด้วย ฉะนั้นสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาถึงอยู่เสมอ ประกอบด้วย

2.4.1 เครื่องมือในการสอบของผู้สอบแต่ละคนควรจะเป็นแบบเดียวกันหรือมีคุณภาพใกล้เคียงกันมากที่สุด การปฏิบัติการสอบควรจะอยู่ภายในอาณาบริเวณการทำงานที่เหมือน ๆ กัน

2.4.2 ในการสอบครูจะต้องสังเกตการทำงานของผู้อสอบโดยใกล้ชิด ดังนั้น ตัวข้อสอบภาคปฏิบัติ อาจต้องมีเครื่องมือช่วยเก็บข้อมูลอย่างอื่น สำหรับครูใช้ควบคู่กันไปด้วย เช่น แบบประเมินผลงาน เป็นต้น

2.5 สร้างเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ เครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ จะประกอบไปด้วย

2.5.1 ใบสังเกตพฤติกรรม

2.5.2 ใบมอบหมายงาน

2.5.3 ใบงาน

2.5.4 ใบตรวจการให้คะแนน

2.6 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสังเกตการปฏิบัติงาน โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ดังรายชื่อต่อไปนี้

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. นายอานนท์ ทองคำ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิค
ประจวบคีรีขันธ์ |
| 2. นายคำณ พ่วงเจริญ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิค
ประจวบคีรีขันธ์ |
| 3. นายวันชาติ พร้อมพันธ์ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิค
ประจวบคีรีขันธ์ |
| 4. นายพันศกร พัฒนสถาพรวาทิ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิค
ประจวบคีรีขันธ์ |
| 5. นายอภิชาต เอี่ยมแก้ว | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิค
ประจวบคีรีขันธ์ |

2.7 วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างจุดพิจารณา กับ ประเด็นการประเมิน (Index of item Objective Congruence: IOC)

2.8 ผู้วิจัยพิจารณาเกณฑ์การประเมินที่มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาของ แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติงานเรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัก

2.9 นำแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการปฏิบัติงาน เรื่อง การเขียนโปรแกรม เอ็นซี งานกัก ไปทดลองใช้ (Implement) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง จำนวน 37 คน

2.10 นำแบบสังเกตตรวจสอบหาความเชื่อมั่น โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index: RAI) เป็นวิธีที่ใช้ประเมินระดับความเห็นพ้องของผู้ประเมินหลายคนที่ให้คะแนนรายการเดียวกัน ดังสมการที่ 3-1

$$RAI = 1 - \frac{\sum_{k=1}^K |R_{1k} - R_{2k}|}{K(I-1)} \quad (3-1)$$

เมื่อ

RAI หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน

R_{1k} หมายถึง คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 1 ในพฤติกรรมที่ K ($k=1,2,3,\dots,k$)

R_{2k} หมายถึง คะแนนที่ได้จากผู้ประเมินคนที่ 2 ในพฤติกรรมที่ K ($k=1,2,3,\dots,k$)

K หมายถึง จำนวนของพฤติกรรมขงชี้ทั้งหมด

I หมายถึง จำนวนของคะแนนทั้งหมดที่เป็นไปได้ (ตามเกณฑ์การให้คะแนน)

2.1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ติดต่อยื่นคำร้องขออนุมัติหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยด้านต่างๆ จากงานบริหารวิชาการ ของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2. นำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยส่งให้ผู้บริหารของวิทยาลัยต่างๆ เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

3. ดำเนินการขอความอนุเคราะห์จากสถานศึกษา เพื่อขออนุญาตในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

4. เก็บข้อมูลกับกลุ่มทดลองที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

5. ปรับปรุง และจัดทำเครื่องมือฉบับสมบูรณ์

2.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

**ขั้นที่ 2.2 สร้างชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบ
ชิมพ์ชัน** มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

2.2.1 แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสารที่ได้จากการสังเคราะห์ ในขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่

2 ขั้นที่ 2.1

2.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1 ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้
แบบชิมพ์ชัน (ฉบับที่ 5)

2 คู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับ
การเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน (ฉบับที่ 6)

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1 ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้
แบบชิมพ์ชัน (ฉบับที่ 5)

1.1 ศึกษาเอกสารแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมเอ็นซี
งานก๊าด การสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบ
ชิมพ์ชัน (ขั้นตอนที่ 1 และ ขั้นตอนที่ 2 ขั้นที่ 2.1)

1.2 กำหนดขอบเขตข้อจำกัดของการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการ
เขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน

1.3 รวบรวมข้อมูลโดยการศึกษาข้อมูลเกี่ยวข้อง เอกสารงานวิจัย ที่
เกี่ยวข้อง บทความ ตำราเอกสาร ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ประกอบการออกแบบการสร้างชุดฝึกทักษะ
เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน ซึ่งประกอบไปด้วย

1.3.1 หน่วยการเรียนรู้ พื้นฐานการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีงานก๊าด
ประกอบด้วยหัวข้อ

1.3.1.1 หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

1.3.1.2 คำสั่งเบื้องต้นในการสร้างโปรแกรมซีเอ็นซี

1.3.1.3 การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานงานก๊าด

1.4 ทำการออกแบบร่างเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการสร้างชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมป์ชัน โดยมีขั้นตอนการสร้างดังภาพที่ 3-2

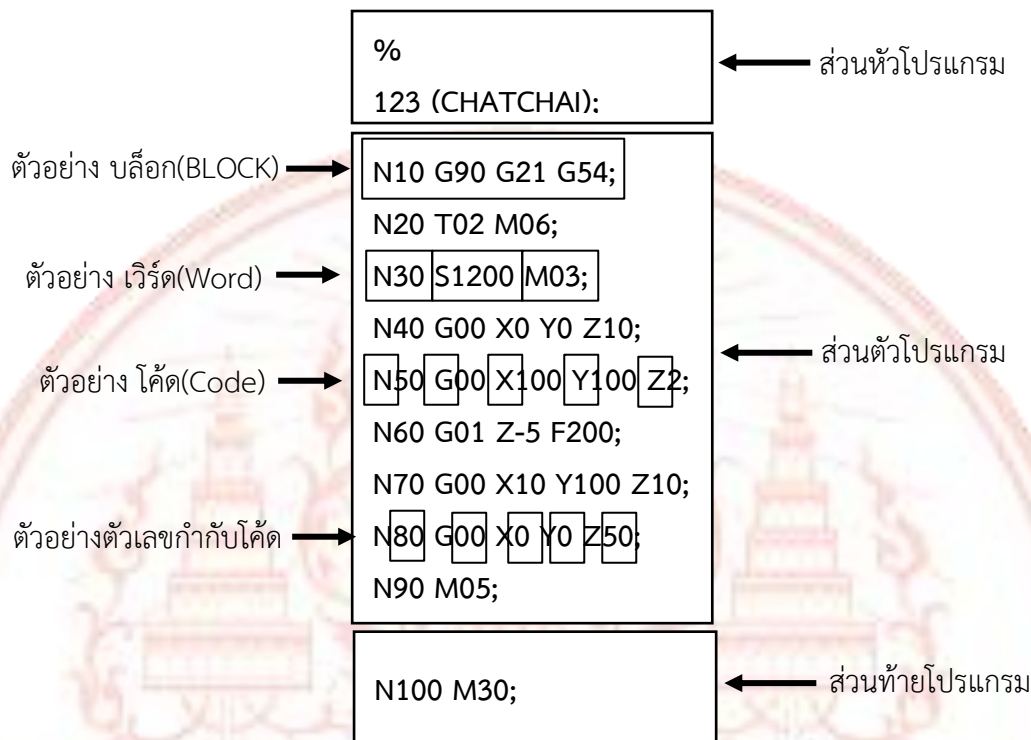


ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างชุดฝึกทักษะ

1.4.1 ศึกษาข้อมูลการเขียนโปรแกรมเอ็นซีซึ่งงานกัดร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมป์ชัน

ส่วนประกอบของ พื้นฐานของโปรแกรมเอ็นซี จะแยกได้เป็น 3 ส่วนหลัก ๆ ซึ่งจะประกอบไปด้วย 1) ส่วนหัวของโปรแกรม เป็นส่วนที่คอนโทรลเลอร์กำหนดให้เขียนรายละเอียด เช่น สัญลักษณ์ของ ISO Program (%) หมายเลขโปรแกรมและ ชื่อโปรแกรม เช่น 0123 (CHATCHAI) ชุดควบคุมบางรุ่นอาจใช้เครื่องหมายหรือรูปแบบ การเขียนแบบอื่นๆให้ศึกษาจากคู่มือของเครื่องจักร 2) ส่วนตัวโปรแกรมหรือตัวโปรแกรมเอ็นซี จะประกอบไปด้วย จีโค้ด เอ็มโค้ด และโค้ดอื่น ที่สั่งให้เครื่องมือตัดและเครื่องจักรทำงานโดยสามารถ สรุปได้ดังนี้ ตัวโปรแกรม ประกอบด้วย บล็อก (Block) หรือ บรรทัด บล็อก (Block) ประกอบด้วย เวอร์ด (Word) หรือ คำสั่ง เวอร์ด (Word) ประกอบด้วย โค้ดและตัวเลข 3) ส่วนท้ายของโปรแกรม ท้ายโปรแกรมจะ

กำหนดลักษณะการจบโปรแกรม ด้วยคำสั่ง M30 หรือ M02 โดยทั้ง 3 ส่วนประกอบ คือส่วนหัวโปรแกรม ส่วนตัวโปรแกรม และส่วนท้ายโปรแกรมสามารถ แยกให้เห็นได้ ดังแสดงในภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 ส่วนประกอบพื้นฐานของโปรแกรมเอ็นซี

1.4.2 หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

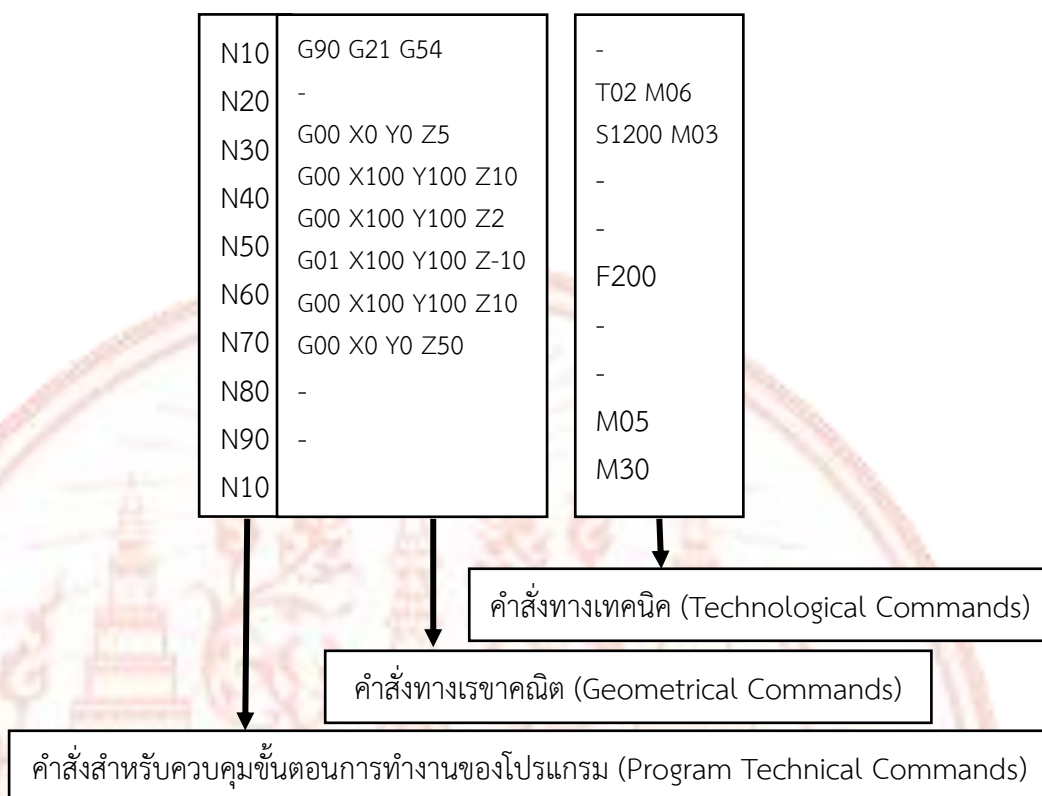
เครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะทำงานได้นั้นระบบควบคุมของเครื่องจะต้องได้รับคำสั่งที่ระบบสั่งการเสียก่อนว่าจะต้องการให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีทำอะไร ดังนั้นก่อนที่จะให้เครื่อง ที่ควบคุมการ จักรกลซีเอ็นซีทำงาน ผู้ควบคุมต้องทำการป้อนโปรแกรมเอ็นซี เข้าไปในระบบควบคุมของเครื่องโดยผ่านแป้นพิมพ์ หรือช่องทางอื่นๆเมื่อ ระบบควบคุมอ่านโปรแกรมเอ็นซีที่ผู้ควบคุม ป้อนเข้าไปแล้วก็จะไปควบคุมเครื่องจักรให้ทำงานโดยการอาศัย มอเตอร์ป้อน เพื่อให้แท่นเลื่อนสามารถเคลื่อนที่ได้ เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมแล้วจะเปลี่ยนรหัสโปรแกรม นั้นให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อเข้าไปควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน จึงต้องส่งสัญญาณนี้เข้าไปในภาคขยายสัญญาณ ของระบบขับ (Drive Amplified) และส่งสัญญาณไปยังมอเตอร์ป้อนเพื่อควบคุมความเร็วและระยะทาง ของการ เคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนแต่เนื่องจากระบบควบคุมซีเอ็นซีไม่สามารถมองเห็นได้ ซึ่งจะ แตกต่างกับช่างควบคุม เครื่องจักรกลทั่วไปที่อาศัยสายตามองดูตำแหน่งของคมตัดกับชิ้นงาน ก็ จะทราบว่าจะต้องเลื่อนแท่นเลื่อนไปยัง ตำแหน่งระยะทางเท่าไร ดังแสดงในภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี
(<http://www.tl.ac.th/document/chatchai/cnc1.pdf>)

1.4.3 คำสั่งเบื้องต้นในการสร้างโปรแกรมซีเอ็นซี

ชนิดของคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมเอ็นซี สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้ 1) คำสั่งสำหรับควบคุมขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม (Program Technical Commands) คือ คำสั่งที่ใช้ในการกำหนดลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี 2) คำสั่งทางเรขาคณิต (Geometrical Commands) คือ คำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด เพื่อให้ได้ขนาดและรูปร่างทางเรขาคณิตตามแบบงานที่ต้องการ 3) คำสั่งที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี (Technological Commands) เช่น ความเร็วป้อน ความเร็วรอบเพลาลูกเบี้ยวขึ้นงาน การเปิด ชนิดของคำสั่งที่ประกอบอยู่ในโปรแกรมเอ็นซีสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.3 เปิด-ปิดเพลาลูกเบี้ยวเครื่องมือตัด และการเปลี่ยนทูล (Tools Chang) เป็นต้น ชนิดของคำสั่งที่ประกอบอยู่ในโปรแกรมเอ็นซีสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3-5

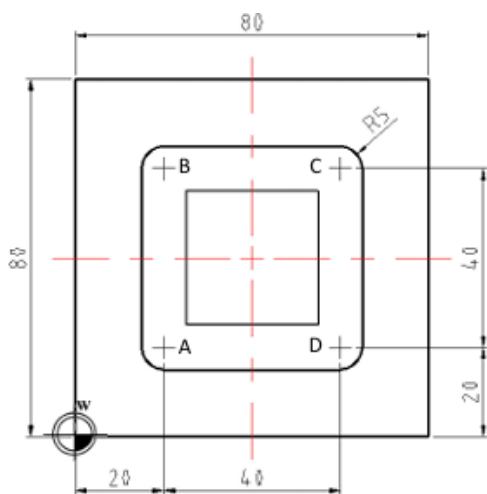


ภาพที่ 3-5 ชนิดของคำสั่งในตัวโปรแกรมเอ็นซี

1.4.4 การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกัด

1.4.4.1 การกำหนดตำแหน่งโคออร์ดิเนต

ก่อนที่จะทำการเขียนโปรแกรมเอ็นซี ผู้ปฏิบัติงานจะต้องทำการศึกษาคู่มือในการใช้งานเครื่องจักรกล ซีเอ็นซี เฉพาะรุ่นก่อนการทำงาน เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน เพราะระบบควบคุมนี้จะ ทำหน้าที่ ควบคุมให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ตามที่กำหนดไว้ใน โปรแกรมเอ็นซี ผู้ปฏิบัติงานจะเป็นผู้ป้อน โปรแกรมเอ็นซี เข้าไปในระบบควบคุม ระบบควบคุมจะอ่านโปรแกรมเอ็นซี และเปลี่ยนข้อมูล เหล่านี้เป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อควบคุมให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีและอุปกรณ์ต่างๆ ทำงานตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ การสร้างโปรแกรมเอ็นซีจะมีรูปแบบที่กำหนดโดยบริษัทผู้ผลิต ระบบควบคุม (Controller) ภายใต้แนวทางที่ เป็นมาตรฐาน โดยแบ่งวิธีการเขียนโปรแกรมตาม ลักษณะการกำหนดตำแหน่งโคออร์ดิเนต ออกได้เป็น 2 ระบบ คือ 1) การเขียนโปรแกรมโดยวิธี กำหนดตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ (Absolute) โดยใช้คำสั่ง G90 2) การเขียนโปรแกรมโดยวิธีกำหนด ตำแหน่งแบบต่อเนื่อง (Incremental) โดยใช้คำสั่ง G91



ตำแหน่ง	การกำหนดตำแหน่งโคออร์ดิเนต			
	Absolute(G90)		Incremental(G91)	
	แกน X	แกน Y	แกน X	แกน Y
A	20	20	20	20
B	20	60	0	40
C	60	60	40	0
D	60	20	0	-40

ภาพที่ 3-6 การกำหนดตำแหน่งโคออร์ดิเนตแบบสัมบูรณ์ และแบบต่อเนื่อง
(http://ctc.chontech.ac.th/files/1909071010161746_22102811111958.pdf)

1.4.4.2 การเขียนโปรแกรมเอ็นซี

การเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับงานกัดตามเส้นขอบรูป (Contour) จะใช้คำสั่งจีโค้ดเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดอยู่ 4 คำสั่ง โดยคำสั่งที่ใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด ตามเส้นขอบรูปแบบเส้นตรง (Linear Interpolation) คือ คำสั่ง G00 และ G01 ส่วนคำสั่งที่ใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดตามเส้นขอบรูปแบบเส้นโค้ง (Circular Interpolation) คือคำสั่ง G02 และ G03 โดยมีรายละเอียดดังนี้

G00 คือ การเคลื่อนที่แนวเส้นตรงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่อง (Rapid Traverse) โดยบล็อกของ G00 มีโครงสร้างของบรรทัดคำสั่ง ดังนี้

N..... G00 X..... Y..... Z.....

เมื่อ X... Y.... Z.... คือ ค่าโคออร์ดิเนตตำแหน่งเป้าหมายในแนวแกน X, Y, Z ที่ต้องการให้ทูลหยุดการเคลื่อนที่

G01 คือ การเคลื่อนที่แนวเส้นตรงลึกเข้าไปในเนื้อชิ้นงานความเร็ว ตามอัตราป้อนที่กำหนดจากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังตำแหน่งที่ต้องการ โดยบล็อกของ G01 มีโครงสร้างของบรรทัดคำสั่ง ดังนี้

N..... G01 X..... Y..... Z..... F.....

เมื่อ X... Y.... Z... คือ ค่าโคออร์ดิเนตตำแหน่งเป้าหมายในแนวแกน X, Y, Z ที่ต้องการให้ทูลหยุดการเคลื่อนที่ F.... คือ ค่าความเร็วอัตราป้อนตัด

G02 คือ การเคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงานแนวเส้นโค้ง หรือวงกลมจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ด้วยความเร็วตามอัตราป้อนที่กำหนดทิศทางตามเข็มนาฬิกา โดยบล็อกของ G02 มีโครงสร้างของบรรทัดคำสั่ง ดังนี้

N..... G02 X..... Y..... Z..... R.....หรือ (I..... J..... K.....) F.....

เมื่อ X... Y.... Z... คือ ค่าโคออร์ดิเนตตำแหน่งเป้าหมายในแนวแกน X, Y, Z ที่ต้องการให้ทูลหยุดการเคลื่อนที่

R... คือ รัศมีของส่วนโค้ง

I... คือ ระยะทางที่วัดในแนวแกน X จากจุดเริ่มต้นส่วนโค้งไปหาจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง

J... คือ ระยะทางที่วัดในแนวแกน Y จากจุดเริ่มต้นส่วนโค้งไปหาจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง

K... คือ ระยะทางที่วัดในแนวแกน Z จากจุดเริ่มต้นส่วนโค้งไปหาจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง

F... คือ ค่าความเร็วอัตราป้อนตัด

G03 คือ การเคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงาน แนวเส้นโค้ง หรือวงกลม จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งด้วยความเร็วตามอัตราป้อนที่กำหนดทิศทางทวนเข็มนาฬิกา โดยบล็อกของ G03 มีโครงสร้างของบรรทัดคำสั่ง ดังนี้

N..... G03 X..... Y..... Z..... R.....หรือ (I..... J..... K.....) F.....

เมื่อ X... Y.... Z... คือ ค่าโคออร์ดิเนตตำแหน่งเป้าหมายในแนวแกน

R... คือ รัศมีของส่วนโค้ง

I... คือ ระยะทางที่วัดในแนวแกน X จากจุดเริ่มต้นส่วนโค้งไปหาจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง

J... คือ ระยะทางที่วัดในแนวแกน Y จากจุดเริ่มต้นส่วนโค้งไปหาจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง

K... คือ ระยะทางที่วัดในแนวแกน Z จากจุดเริ่มต้นส่วนโค้งไปหาจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง

F... คือ ค่าความเร็วอัตราป้อนตัด

1.4.5 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการ

เรียนรู้แบบซิปปา

ซิมป์สัน Simpson (1972) กล่าวว่า ทักษะเป็นเรื่องที่มีความเกี่ยวข้องกับพัฒนาการทางกาย ของผู้เรียนเป็นความสามารถในการประสานการทำงานของกล้ามเนื้อหรือร่างกาย ในการทำงานที่มีความซับซ้อน และต้องอาศัยความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อหลายๆ ส่วน การทำงานดังกล่าวเกิดขึ้นได้จากการสั่งงานของสมอง ซึ่งต้องมีความสัมพันธ์กับความรู้สึกที่เกิดขึ้นทักษะปฏิบัตินี้สามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝน ซึ่งหากได้รับการฝึกฝนที่ดีแล้ว จะเกิดความถูกต้อง ความคล่องแคล่ว ความเชี่ยวชาญ ชำนาญการ และความคงทน ผลของพฤติกรรมหรือการกระทำสามารถสังเกตได้จากความรวดเร็ว ความแม่นยำความเร็วหรือความราบรื่นในการจัดการ

1.4.5.1 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาทักษะปฏิบัติของซิมป์สันเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติหรือทำงานที่ต้องการโดยการฝึกปฏิบัติซ้ำ ๆ จนเกิดความคล่องแคล่ว และชำนาญจนเกิดเป็นทักษะ แล้วผู้เรียนสามารถแสดงความคิดหลากหลายทิศทางหลายแง่มุม โดยนำประสบการณ์ที่ผ่านมาเป็นพื้นฐานทำให้เกิดความคิดใหม่ อันนำไปสู่การเคลื่อนไหวหรือการประสานงานของกล้ามเนื้อทั้งหลายได้อย่างดี มีความถูกต้อง

1.4.5.2 กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาทักษะปฏิบัติของซิมป์สัน

ขั้นที่ 1 ขั้นการรับรู้ เป็นขั้นการให้ผู้เรียนรับรู้ในสิ่งที่จะทำโดยการให้ผู้เรียนสังเกตการทำงานนั้นอย่างตั้งใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นการเตรียมความพร้อม เป็นขั้นการปรับตัวให้พร้อมเพื่อการทำงานหรือแสดงพฤติกรรมนั้น ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ โดยการปรับตัวให้พร้อมที่จะเคลื่อนไหวหรือแสดงทักษะนั้นๆ และมีจิตใจและสภาวะอารมณ์ที่ดีต่อการที่จะทำหรือแสดงทักษะนั้นๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นการสนองตอบภายใต้การควบคุม เป็นขั้นที่ให้โอกาสแก่ผู้เรียนในการตอบสนองต่อสิ่งที่รับรู้ ซึ่งอาจใช้วิธีการให้ผู้เรียนเลียนแบบการกระทำหรือการแสดงทักษะนั้น หรืออาจใช้วิธีการให้ผู้เรียนลองผิดลองถูก จนกระทั่งสามารถตอบสนองได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 4 ขั้นการให้ลงมือกระทำจนกลายเป็นกลไกที่สามารถกระทำตัวเองเป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการปฏิบัติ และเกิดความเชื่อมั่นในการทำสิ่งนั้นๆ

ขั้นที่ 5 ขั้นการกระทำอย่างชำนาญ เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการกระทำนั้นๆจนผู้เรียนสามารถทำได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญ เป็นไปโดยอัตโนมัติ และด้วยความเชื่อมั่นในตนเอง'

ขั้นที่ 6 ขั้นการปรับปรุงและประยุกต์ใช้เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนปรับปรุงทักษะหรือการปฏิบัติของตนให้ดียิ่งขึ้น และประยุกต์ใช้ทักษะที่ตนได้รับการพัฒนาในสถานการณ์ต่างๆ

ขั้นที่ 7 ขั้นการคิดริเริ่ม เมื่อผู้เรียนสามารถปฏิบัติหรือกระทำการสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างชำนาญ และสามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลายแล้ว ผู้ปฏิบัติจะเริ่มเกิดความคิดใหม่ๆ ในการกระทำ หรือปรับการกระทำนั้นให้เป็นไปตามที่ตนต้องการ

1.4.5.3 ผลที่ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาทักษะปฏิบัติของซิมพ์สัน ผู้เรียนจะสามารถกระทำหรือแสดงออกอย่างคล่องแคล่ว ชำนาญ ในสิ่งที่ต้องการให้ ผู้เรียนทำได้ นอกจากนั้นยังช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และความอดทนให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนด้วย

1.4.6 การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนรู้แบบซิมพ์สันดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน

ขั้นตอนการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน	การสังเคราะห์รูปแบบ					
	กัญญารัตน์ เพชรรัตน์ , 2565	ศิริธร โคตา , 2565	พชร สถิตพงษ์ , 2562	ปัทมา เรืองโค , 2562	ชินทร์ แท่งทอง , 2558	ความถี่
1. ขั้นการรับรู้	/	/	/	/	/	5
2. ขั้นการเตรียมความพร้อม	/	/	/	/	/	5
3. ขั้นการสนองตอบภายใต้การควบคุม	/	/	/	/	/	5
4. ขั้นการให้ลงมือกระทำจนกลายเป็นกลไกที่สามารถกระทำตัวเอง	/	/	/	/	/	5
5. ขั้นการกระทำอย่างชำนาญ	/	/	/	/	/	5
6. ขั้นการปรับปรุงและประยุกต์ใช้	/	/	/	/	/	5
7. ขั้นการคิดริเริ่ม	/	/	/	/	/	5

จากตารางที่ 3-1 พบว่าขั้นตอนการเรียนรู้แบบซิมพ์สันที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนรู้แบบซิมพ์สันจากงานวิจัย เอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย 7 ขั้นตอนที่มีความถี่ตั้งแต่ 3 ขึ้นไป ดังนี้ 1)ขั้นการรับรู้ (Perception) 2)ขั้นการเตรียมความพร้อม (Readiness) 3)ขั้นการสนองตอบภายใต้การควบคุม (Guided Response) 4)ขั้นการให้ลงมือกระทำจนกลายเป็นกลไกที่สามารถกระทำตัวเอง (Mechanism) 5) ขั้นการกระทำอย่างชำนาญ (Complex Overt Response) 6) ขั้นการปรับปรุงและประยุกต์ใช้ (Adaptation) 7) ขั้นการคิดริเริ่ม (Origination)

1.4.7 นำผลการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน มาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน

1.4.8 ใบเนื้อหา คู่มือ

1.4.8.1 การสังเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกััดดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ผลการสังเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกััด

ผลการศึกษา	
การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกััด มีเนื้อหาดังรายละเอียดต่อไปนี้ 1.1 หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีองค์ประกอบของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีและส่วนประกอบในการเคลื่อนที่ของระบบซีเอ็นซี 1.2 คำสั่งเบื้องต้นในการสร้างโปรแกรมซีเอ็นซี รหัสจีโค้ด(G-Code) รหัสเอ็มโค้ด(M-Code) และความหมาย 1.3 การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกััด โครงสร้างของโปรแกรมซีเอ็นซีงานกััด การตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรมซีเอ็นซี	
หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
1. หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี	1.อธิบายหลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีได้
	2.อธิบายองค์ประกอบของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีได้
	3.อธิบายส่วนประกอบในการเคลื่อนที่ของระบบซีเอ็นซีได้
2. คำสั่งเบื้องต้นในการสร้างโปรแกรมซีเอ็นซี	1.อธิบายคำสั่งเบื้องต้นในการสร้างโปรแกรมซีเอ็นซีได้
	2.บอกความหมายของรหัสจีโค้ด(G-Code) รหัสเอ็มโค้ด(M-Code)ได้
3. การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกััด	1.อธิบายโครงสร้างของโปรแกรมซีเอ็นซีงานกััดได้
	2.เขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกััดได้
	3.ตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรมซีเอ็นซีได้

1.4.5.2 นำผลการสังเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิง

พฤติกรรมเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด มาออกแบบใบเนื้อหา คู่มือ ในรายวิชา โปรแกรมเอ็นซี พื้นฐาน

1.4.9 ออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลอง ผู้วิจัยและเพื่อนครูในสาขาวิชา ช่างกลโรงงานได้ร่วมกันกำหนดส่วนประกอบของชุดฝึกทักษะ วางแผนและออกแบบขั้นตอนการสร้างชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา



ภาพที่ 3-7 ร่วมกันกำหนดส่วนประกอบ วางแผนและออกแบบขั้นตอนการสร้างชุดฝึกทักษะ

1.4.10 ทดลองใช้

การทดลองใช้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองใช้ชุดฝึกทักษะ กับเพื่อนครูในสาขาวิชาช่างกลโรงงาน และเก็บผลจากความคิดเห็นของเพื่อนครูมาปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะ

1.5 ดำเนินการสร้างชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา และอุปกรณ์ประกอบในชุดฝึกทักษะ ดังภาพที่ 3-8 - 3-13



ภาพที่ 3-8 หน้าปกชุดฝึกทักษะ

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊อกร่วม	ใบเนื้อหา 1 / 11
คำสั่งจีโค้ด สำหรับงานก๊อกร่วมเอ็นซี		
รูปภาพ คำอธิบาย 1. ส่วนหัวของโปรแกรม เป็นส่วนที่คอนโทรลเลอร์กำหนดให้เขียนรายละเอียด เช่น สัญลักษณ์ของ ISO Program (%) หมายเลขโปรแกรมและชื่อโปรแกรมเช่น 0123(CHATCHAI) 2. ส่วนตัวโปรแกรมหรือตัวโปรแกรมเอ็นซีจะประกอบไปด้วย ซีคัด เอ็มโค้ด และโค้ดอื่น ที่สั่งให้เครื่องมือตัดและเครื่องจักรทำงาน 3. ส่วนท้ายของโปรแกรม ท้ายโปรแกรมจะกำหนดลักษณะการจบโปรแกรมด้วยคำสั่ง M30 หรือ M02 4. บล็อก(BLOCK) หรือ บรรทัด 5. เวิร์ด(Word) หรือ คำ 6. โค้ด(Code) 7. ตัวเลขกำกับโค้ด		
	คำสั่ง G00 การเคลื่อนที่แนวเส้นตรงของเครื่องมือตัดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่อง (Rapid Traverse) โดยเครื่องมือตัดอยู่เหนือชิ้นงาน	
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊อกร่วม	ผู้สอน นายณรงศักดิ์ พญาสวอย อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

ภาพที่ 3-9 ใบเนื้อหา

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	แบบฝึกหัด 2/8
คำสั่ง ให้นักเรียนบอกชื่อ และความหมาย ของจีโค้ดตามภาพต่อไปนี้		
	1. ชื่อ..... 2. ความหมาย.....	
	1. ชื่อ..... 2. ความหมาย.....	
	1. ชื่อ..... 2. ความหมาย.....	
	1. ชื่อ..... 2. ความหมาย.....	
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสาย
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

ภาพที่ 3-10 แบบฝึกหัด

ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบอิมเมอร์ซีฟ					
วิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)				ระดับ ปวช.	
เรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด				ระยะเวลา 8 ชม.	
เนื้อหาสาระ					
การควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะต้องอาศัยการเขียนคำสั่งควบคุมเรียกว่า โค้ด (Code) การเขียนคำสั่งอาศัยหลักการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ได้แก่ เรขาคณิตตรีโกณมิติ ระบบพิกัด เส้นตรง วงกลม เส้นโค้ง และความเร็ว การเคลื่อนที่ โปรแกรมซีเอ็นซี จะประกอบไปด้วยกลุ่มคำสั่ง 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) คำสั่งสำหรับควบคุมขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม (Program Technical Commands) 2) คำสั่งทางเรขาคณิต (Geometrical Commands) 3) คำสั่งทางเทคนิค (Technological Commands)					
กิจกรรมการเรียนรู้/สอน/สอน/การวัดผล					
ขั้นต้น	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เวลา (นาที)
ขั้นการรับรู้	งานกัดซีเอ็นซี	-ครูอธิบายเกี่ยวกับ ระบบ CNC, โปรแกรม CNC, การกัด (Milling) และความสำคัญของ G-Code และ M-Code -นำเสนอสื่อภาพเกี่ยวกับ โครงสร้างและการทำงานของเครื่อง CNC	-นักเรียนดูวิดีโอที่แสดงการทำงานของเครื่อง CNC -ถาม-ตอบเกี่ยวกับ โครงสร้างของโปรแกรม CNC และการใช้ G-Code และ M-Code	-คลิปวิดีโอที่แสดงการทำงานของเครื่อง CNC -เครื่อง CNC	45
ขั้นการเตรียมความพร้อม	-โครงสร้างของโปรแกรมซีเอ็นซีงานกัด -คำสั่งเบื้องต้นในการสร้างโปรแกรมซีเอ็นซี -การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกัด	-ครูอธิบายเกี่ยวกับการตั้งค่าตำแหน่งเริ่มต้นบนเครื่อง CNC -แนะนำการใช้คำสั่งเริ่มต้นในโปรแกรม CNC เช่น G21, G90, G17, M03 -ให้นักเรียนดูการสาธิตการเขียนโปรแกรมที่ใช้คำสั่งเริ่มต้น	-นักเรียนเตรียมเครื่องมือ (กระดาษ/คอมพิวเตอร์) -นักเรียนเริ่มเขียนโปรแกรม CNC อย่างง่าย โดยใช้คำสั่งเริ่มต้น เช่น G21, G17, M03 -ทดลองแก้ไขโปรแกรมให้เหมาะสมกับสถานการณ์จริง เช่น กำหนดตำแหน่งเริ่มต้นและสิ้นสุด	-เอกสารใบเนื้อหา -เครื่อง CNC หรือซอฟต์แวร์จำลอง	45
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะ			ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสาย		
แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

ภาพที่ 3-11 กิจกรรมการเรียนรู้

	วิชา	โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	ภาควิชาอุตสาหกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง	การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	แบบสังเกตพฤติกรรม 1/1	
รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนประเมินผลขณะปฏิบัติงานของนักเรียน แบบ Rubric score				
จุดพิจารณา	ระดับปฏิบัติ (ระดับคะแนน)			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ขั้นเตรียมการปฏิบัติ				
1. การเตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ หมายถึงการเตรียมเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ มีการจัดวางเรียบร้อยเป็นระบบ	☐ เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ครบทุกรายการ มีการจัดวางเรียบร้อยเป็นระบบ	☐ เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ครบทุกรายการ ไม่มีการจัดวางเรียบร้อยเป็นระบบ	☐ เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ไม่ครบทุกรายการ ไม่มีการจัดวางเรียบร้อยเป็นระบบ	☐ ไม่มีการปฏิบัติ
2. การเตรียมความพร้อมเครื่องจักร หมายถึง 1) ตรวจสอบระบบ 2) เปิดเครื่องตามขั้นตอน 3) การเข้า Home เครื่อง	☐ ปฏิบัติได้ครบถ้วนทั้ง 3 ข้อ ดังนี้ 1) ตรวจสอบระบบ 2) เปิดเครื่องตามขั้นตอน 3) การเข้า Home เครื่อง	☐ ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	☐ ไม่มีการปฏิบัติ
3. การจับยึดชิ้นงาน หมายถึง 1) เลือกอุปกรณ์จับยึดให้เหมาะสมกับงาน 2) ตรวจสอบความแน่นในการจับ ไม่มีการชนกับเครื่องมือ 3) ตรวจสอบความขนาน/ตั้งฉาก	☐ ปฏิบัติได้ครบถ้วนทั้ง 3 ข้อ ดังนี้ 1) เลือกอุปกรณ์จับยึดให้เหมาะสมกับงาน 2) ตรวจสอบความแน่นในการจับ ไม่มีการชนกับเครื่องมือ 3) ตรวจสอบความขนาน/ตั้งฉาก	☐ ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	☐ ไม่มีการปฏิบัติ
จุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด			ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสวย	
แผนงาน/วิชาการ/การผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

ภาพที่ 3-12 ใบสังเกตพฤติกรรม

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ใบมอบหมายงาน	1/9
คำสั่ง 1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานจนเข้าใจ 2. เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน				
วัสดุเครื่องมือ/อุปกรณ์				
1. ใบสั่งงานที่เขียนโปรแกรมกับชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว 2. อุปกรณ์วัดและตรวจสอบขนาด เช่น เวอร์นิเยอร์คาลิปเปอร์ 3. ไดอัล เทส อินดิเคเตอร์ 4. เครื่องมือตัด เช่น คอกล้วน คอกลิ่มมิล 5. อุปกรณ์จับยึดเครื่องมือตัด 6. แผ่นคาร์บอน			7. อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน เช่น Clamp set หรือ Machine vise 8. Z Axis Zero Setter 9. Edge finder 10. อุปกรณ์ทำความสะอาด เช่น แปรงทำความสะอาด ไม้กวาด	
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน				
			ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ในส่วนการเขียนโปรแกรม 1) กระดาษสำหรับเขียนโปรแกรม 2) บัญชีรายชื่อเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรม 3) แบบงานสำหรับเขียนโปรแกรม ในส่วนการใช้เครื่องจักรกลเอ็นซี 4) เครื่องมือตัด เช่น คอกล้วน คอกลิ่มมิล 5. อุปกรณ์จับยึดเครื่องมือตัด 6. อุปกรณ์หาจุดศูนย์ชิ้นงาน	
จุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด			ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสวย	
แผนงาน/วิชาการ/การผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

ภาพที่ 3-13 ใบมอบหมายงาน

2 คู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา (ฉบับที่ 6)

2.1 ศึกษาองค์ประกอบของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา

2.2 รวบรวมข้อมูล โดยการศึกษาข้อมูลเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง บทความ ตำราเอกสาร ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ประกอบการออกแบบการสร้างคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา

2.3 สร้างคู่มือประกอบการใช้งานชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา ให้กับครูผู้สอนและผู้ใช้งาน โดยประกอบด้วย ส่วนนำ ส่วนเนื้อหา และส่วนสรุป

2.4 นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบคู่มือประกอบการใช้งานชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา

2.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. วางแผนการสร้างชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด และคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด

2. นำเสนอแผนการสร้างชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัดและคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสม

3. ปรับปรุงแก้ไขแผนการสร้างชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัดและคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัดตามคำแนะนำอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

4. สร้างชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัดร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปาและคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัดร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา

5. นำเสนอชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัดและคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัดให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสม

6. ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ปรึกษาสารนิพนธ์ พร้อมจัดทำชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัดร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา และคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัดร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปาฉบับสมบูรณ์

2.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นที่ 2.3 ประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัตร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

2.3.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล

กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถ มีประสบการณ์สอนในเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัตร ไม่น้อยกว่า 5 ปี และสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท ในสาขาที่เกี่ยวข้อง หรือมีตำแหน่ง ครู วิทยฐานะระดับชำนาญการพิเศษ ขึ้นไป โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 9 คน โดยมีรายชื่อดังต่อไปนี้

- | | |
|---------------------------|--|
| 1. นายอานนท์ ทองคำ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิค
ประจวบคีรีขันธ์ |
| 2. นายคำณ พ่วงเจริญ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิค
ประจวบคีรีขันธ์ |
| 3. นายวันชาติ พร้อมพันธ์ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิค
ประจวบคีรีขันธ์ |
| 4. นายพันศกร พัฒนสถาพรวาท | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิค
ประจวบคีรีขันธ์ |
| 5. นายอภิชาต เอี่ยมแก้ว | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิค
ประจวบคีรีขันธ์ |
| 6. นายวีรศักดิ์ วงษ์แหวน | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิค
ประจวบคีรีขันธ์ |
| 7. นายชิตชาย สุขประเสริฐ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
หัวหน้าแผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา |

8. นายชนมร์รัช ภูระย้า รองผู้อำนวยการ วิทญานะชำนาญการ
วิทยาลัยการอาชีพวังไกลกังวล
9. นายอดิศักดิ์ ภูระย้า ข้าราชการ ครู วิทญานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี

2.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน และคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด (ฉบับที่ 7) ประกอบด้วย 3 ตอน ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 สอบถามความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน และคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ซึ่งเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ ปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ เป็นแบบปลายเปิด

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาแนวคิดหลักการสร้างเครื่องมือแบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชันและคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน โดยมีกรอบการประเมินดังนี้ ด้านสาระสำคัญของเนื้อหา ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ด้านเนื้อหาสาระ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านการวัดและประเมินผล ด้านใบเนื้อหา ด้านใบแบบฝึกหัด ด้านใบมอบหมายงาน ด้านใบสังเกตพฤติกรรม ด้านใบตรวจให้คะแนน ด้านคู่มือครู

2. วางแผนการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชันและคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะ เป็นข้อคำถาม โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 2 สอบถามความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมและคู่มือการ

ใช้ชุดฝึก ซึ่งเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ เป็นแบบปลายเปิด

3. สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซันและคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะ

4. นำเสนอแบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซันและคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะที่สร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสม และการใช้ภาษา

5. ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และตรวจสอบความถูกต้อง

6. นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ดังรายชื่อต่อไปนี้

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. นายอานนท์ ทองคำ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิค
ประจวบคีรีขันธ์ |
| 2. นายคำณ พ่วงเจริญ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิค
ประจวบคีรีขันธ์ |
| 3. นายวันชาติ พร้อมพันธ์ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิค
ประจวบคีรีขันธ์ |
| 4. นายพันศกร พัฒนสถาพรวาทิ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิค
ประจวบคีรีขันธ์ |
| 5. นายอภิชา นน เอี่ยมแก้ว | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิค
ประจวบคีรีขันธ์ |

แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างรายการคำถามกับนิยามศัพท์ (IOC: Index of Item Objective Congruence) และพิจารณาเลือกรายการที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป พบว่ารายการคำถามส่วนใหญ่มีค่าความสอดคล้องอยู่ในช่วง 0.60 - 1.00 แสดงให้เห็นว่ารายการคำถามมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย อย่างไรก็ตาม

ตาม มีบางรายการที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ซึ่งจำเป็นต้องปรับปรุงหรือตัดออกเพื่อให้เครื่องมือมีคุณภาพที่ดีขึ้น ก่อนนำไปใช้ในขั้นตอนการเก็บข้อมูลจริง

7. ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จัดพิมพ์ และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

2.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ติดต่อยื่นคำร้องขออนุมัติหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยด้านต่าง ๆ จากงานบริหารวิชาการ ของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. นำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญส่งให้ผู้เชี่ยวชาญและประสานงานกำหนดวันเวลาในการเก็บข้อมูล
3. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามวันและเวลาดังกล่าว

2.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยคำนวณหา ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย บุญชม (2560)

- | | | |
|-------------|---------|-------------------------------------|
| 4.51 – 5.00 | หมายถึง | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 3.51 – 4.50 | หมายถึง | มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก |
| 2.51 – 3.50 | หมายถึง | มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ ปานกลาง |
| 1.51 – 2.50 | หมายถึง | มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อย |
| 1.00 – 1.50 | หมายถึง | มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อยที่สุด |

ค่าเฉลี่ย (Mean) ดังสมการที่ 3 - 2

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \quad (3-2)$$

เมื่อ $\bar{X}$	แทน	ตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย
$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
n	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ดังสมการที่ 3 - 3 โดยใช้สูตร สมนึก (2546)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (xi - \bar{X})^2}{n}} \quad (3-3)$$

เมื่อ	SD	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	xi	แทน	ค่าของข้อมูลแต่ละตัวหรือจุดกึ่งกลางชั้นแต่ละตัว
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน

การทดลองใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน ที่พัฒนาขึ้น ขั้นตอนดังนี้

3.1 กลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่เรียน รายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program) ในภาคเรียนที่ 1/2566 จำนวน 37 คน ให้เป็นไปตามเงื่อนไขของการหาประสิทธิภาพ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556) โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ประกอบด้วย นักเรียนระดับเก่ง 1 คน ระดับปานกลาง 1 คน ระดับอ่อน 1 คน รวม 3 คน

กลุ่มทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพกลุ่ม ประกอบด้วยนักเรียน ระดับเก่ง 3 คน ระดับปานกลาง 3 คน และระดับอ่อน 3 คน รวม 9 คน

กลุ่มทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม จำนวน 25 คน แบบ คณะความสามารถ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน (ฉบับที่ 5)

2. แบบฝึกทักษะการปฏิบัติงานเป็นลักษณะแบบสังเกตโดยวิธีการ (Rubrics Score) เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด (ฉบับที่ 4)

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ติดต่อยื่นคำร้องขออนุมัติหนังสือถึงผู้อำนวยการวิทยาลัยเพื่อขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัย จากงานบริหารวิชาการ ของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2. นำหนังสือส่งผู้อำนวยการวิทยาลัย เพื่อขอความอนุเคราะห์และประสานงาน กำหนดวันเวลาในการเข้าเก็บข้อมูล กับผู้เกี่ยวข้อง

3. วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทดลองใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน ในการหาประสิทธิภาพ โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนทดลอง ดังนี้

ขั้นการทดลองที่ 1 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่มีนักเรียนระดับเก่ง 1 คน ระดับปานกลาง 1 คน ระดับเก่ง 1 คน รวม 3 คน โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80

ขั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่มี นักเรียนระดับเก่ง 3 คน ระดับปานกลาง 3 คน และระดับอ่อน 3 คน รวม 9 คน โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80

ขั้นการทดลองที่ 3 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน จำนวน 25 คน แบบคละความสามารถ โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80

4. ดำเนินขั้นการทดลองที่ 1 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่มีนักเรียนระดับเก่ง 1 คน ระดับปานกลาง 1 คน ระดับเก่ง 1 คน รวม 3 คน โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80 โดยนำเสนอผล 3 ประเด็น ประกอบด้วย 4.1) ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) 4.2) ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน 4.3) ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 คะแนนผลการทดลองขั้นการทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1)

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน		คะแนนหลังเรียน (100 คะแนน)
	ใบงานปฏิบัติ	รวม (100 คะแนน)	
คนที่ 1	76	76	77
คนที่ 2	75	75	77
คนที่ 3	75	75	76
รวม		75.50	76.65

ประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ต ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชันเท่ากับ 75.50/76.65 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

4.2 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ต ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ต ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน

ประเด็นการสังเกต	ผลการสังเกต
ความชัดเจนของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ต ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน	นักเรียนสับสนคำสั่งจากใบมอบหมายงาน เนื่องจากความชัดเจนของรูปในรายละเอียดใบเนื้อหาส่งผลให้นักเรียนยังมีความไม่มั่นใจในการปฏิบัติบางขั้นตอน

4.3 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ต ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชันมีรายละเอียดดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ต ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน

ประเด็น	ประเด็นที่ปรับปรุงแก้ไข
ความชัดเจนของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ต ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน	ปรับปรุงรูปภาพและเนื้อหาในชุดฝึกทักษะให้มีความชัดเจน กระชับ และเข้าใจง่าย โดยใช้ภาษาที่ไม่ซับซ้อน เพิ่มคำอธิบายที่ละเอียดขึ้น

5. ดำเนินขั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่มี นักเรียนระดับเก่ง 3 คน ระดับปานกลาง 3 คน และระดับอ่อน 3 คน รวม 9 คน โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80 โดยนำเสนอผล 3 ประเด็น ประกอบด้วย 5.1) ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) 5.2) ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชันและ 5.3) ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชันโดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10)

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน		คะแนนหลังเรียน (100 คะแนน)
	ใบงานปฏิบัติ	รวม(100 คะแนน)	
คนที่ 1	79	79	81
คนที่ 2	76	76	78
คนที่ 3	77	77	80
คนที่ 4	78	78	81
คนที่ 5	82	82	84
คนที่ 6	76	76	77
คนที่ 7	78	78	78
คนที่ 8	75	75	76
คนที่ 9	80	80	81
รวม		77.90	79.50

ประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชันเท่ากับ 77.90/79.50 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

5.2 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน

ประเด็นการสังเกต	ผลการสังเกต
ความซับซ้อนของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน	ขั้นตอนแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดมาก นักเรียนสับสนและไม่เข้าใจรายละเอียดทำให้นักเรียนใช้เวลาในการปฏิบัติงานนาน

5.3 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน

ประเด็น	ประเด็นที่ปรับปรุงแก้ไข
ความซับซ้อนของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน	ขั้นตอนแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดมาก นักเรียนสับสนและไม่เข้าใจรายละเอียดจึงปรับปรุงโดยการเพิ่มรูปภาพประกอบ และใช้ภาพหรือแผนผัง ช่วยอธิบายในแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติงานให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

6. ดำเนินขั้นการทดลองที่ 3 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน จำนวน 25 คน แบบความสามารถ โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80 โดยนำเสนอผล 3 ประเด็น ประกอบด้วย 6.1) ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) 6.2) ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชันและ 6.3) ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชันโดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 3 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:100) มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-9 ผลคะแนนการทดลองชั้นการทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:100)

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน		คะแนนหลังเรียน (100 คะแนน)
	ใบงานปฏิบัติที่1	รวม(100 คะแนน)	
คนที่ 1	82	82	85
คนที่ 2	72	72	75
คนที่ 3	76	76	82
คนที่ 4	85	85	90
คนที่ 5	90	90	94
คนที่ 6	82	82	85
คนที่ 7	74	74	78
คนที่ 8	82	82	85
คนที่ 9	86	86	91
คนที่ 10	76	76	85
คนที่ 11	74	74	82
คนที่ 12	86	86	90
คนที่ 13	85	85	90
คนที่ 14	75	75	76
คนที่ 15	75	75	76
คนที่ 16	82	82	84
คนที่ 17	80	80	80
คนที่ 18	79	79	80
คนที่ 19	85	85	85
คนที่ 20	85	85	90
คนที่ 21	80	80	82
คนที่ 22	82	82	85
คนที่ 23	80	80	82
คนที่ 24	76	76	80
คนที่ 25	72	72	75
รวม		80.04	83.48

ประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชันเท่ากับ 80.04/83.48
สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

6.2 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชันมีรายละเอียดดังตารางที่ 3-10

ตารางที่ 3-10 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน

ประเด็นการสังเกต	ผลการสังเกต
การใช้งานชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน	นักเรียนสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนตามขั้นตอน มีความมั่นใจในการใช้ปฏิบัติงานเพิ่มขึ้น

6.3 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-11

ตารางที่ 3-11 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน

ประเด็น	ประเด็นที่ปรับปรุงแก้ไข
การใช้งานชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน	ปรับปรุงระยะเวลาการปฏิบัติงานให้เหมาะสมกับขั้นตอนการปฏิบัติงานในใบมอบหมายงาน

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชันและการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยการการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ใช้สูตรดังนี้ ชัยยงค์ (2556)

$$E_i = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \quad (3-4)$$

เมื่อ	E_i	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบหรืองานที่ทำระหว่างเรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \frac{\Sigma F}{\frac{N}{B}} \times 100 \quad (3-5)$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	ΣF	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของการประเมินหลังเรียนและประเมินงาน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

สุดท้าย

ขั้นตอนที่ 4 ใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน

การใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าดร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน โดยใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนที่เรียนแผนกวิชาช่างอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 จำนวน 187 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้อง จำนวน 20 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน (ฉบับที่ 5)
2. แบบฝึกทักษะการปฏิบัติงานเป็นลักษณะแบบสังเกตโดยวิธีการ (Rubrics Score) เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด (ฉบับที่ 4)

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

รูปแบบการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบ One-Shot Case Study ล้วน และอังกณ (2538) ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้วิธีการทดลองโดยการให้ชุดฝึกทักษะและแบบฝึกทักษะการปฏิบัติงานและทำการเก็บข้อมูลหลังการทดลอง โดยมีแผนการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 3-12 .แบบแผนการทดลอง

Group	Pre-test	Treatment	Post-test
R	-	X	T

R หมายถึง กลุ่มตัวอย่าง

X หมายถึง การทดลอง

T หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

1. ทำการชี้แจงการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกักร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน กับนักเรียนกลุ่มทดลอง

2. ให้นักเรียนกลุ่มทดลองใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกักร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อเก็บข้อมูลหลังจากเรียนวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)

3. ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำใบงาน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อเก็บข้อมูล

4. ให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำการทดสอบวัดผลหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกักร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน (Post-test) โดยใช้แบบฝึกทักษะการปฏิบัติงานเป็นลักษณะแบบสังเกตโดยวิธีการ (Rubrics Score) เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกักร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ สถิติที่ใช้ในการทดสอบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test for one sample) ดังนี้ ชูศรี (2552)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad \text{โดยมี } df = n - 1 \quad (3-6)$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	เกณฑ์ร้อยละ 80
	s	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

4.1 ผลการศึกษสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวการพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน

4.2 ผลการออกแบบและพัฒนา ชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน

4.3 ผลการทดลองใช้ชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน

4.4 ผลการใช้ชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน

4.1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวการพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน

ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวการพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน มีผลการดำเนินการวิจัยดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน

ประเด็นการศึกษา	ผลการศึกษา
1. สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน	การเรียนการสอนปัจจุบันเน้นการบรรยายโดยมีครูผู้สอนเป็นศูนย์กลางทำให้นักเรียนยังขาดความรู้และทักษะเรื่องการอ่านแบบงาน การวางแผนลำดับขั้นตอนการตัดเชื่อมระบบพิกัดตำแหน่งค่าตำแหน่งโคออร์ดิเนตแกน X, Y, และ Z การเลือกใช้ค่าความเร็วรอบและอัตราป้อน ให้เหมาะสมกับวัสดุชิ้นงาน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี
2. ผลการเรียนรู้และประเมินผล รายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน	ผลการเรียนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 มีนักเรียนจำนวน 16 คน ผลการเรียน 4.00 จำนวน 1 คนคิดเป็นร้อยละ 6.25 ผลการเรียน 3.50 จำนวน 3 คนคิดเป็นร้อยละ 18.75 ผลการเรียน 3.00 จำนวน 2 คนคิดเป็นร้อยละ 12.50 ผลการเรียน 2.00 จำนวน 6 คนคิดเป็นร้อยละ 37.50 ผลการเรียน 1.50 จำนวน 3 คนคิดเป็นร้อยละ 18.75 ผลการเรียน 1.00 จำนวน 1 คนคิดเป็นร้อยละ 6.25 เมื่อพิจารณาจากบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้และผลคะแนนรายหน่วยพบว่า หน่วยการเรียนรู้เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ซึ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาสาระสำคัญและระดับคะแนนมากที่สุด นักเรียนยังขาดความสนใจในเนื้อหา ขาดการเชื่อมโยงความรู้จากเนื้อหา ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

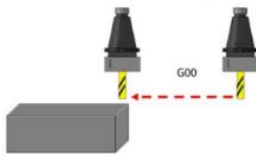
3. แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน	พัฒนาและใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัด มีการจัดการเรียนการสอนโดยออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นทักษะปฏิบัติของผู้เรียน ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีองค์ความรู้ที่เพิ่มขึ้น พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการปฏิบัติได้
--	---

4.2 ผลการออกแบบและพัฒนา ชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน

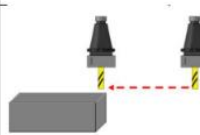
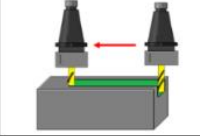
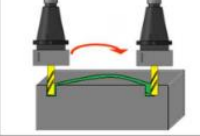
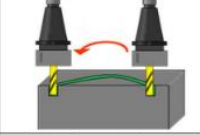
ผลการออกแบบและพัฒนา ชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ มีรายละเอียดดังภาพ



ภาพที่ 4-1 หน้าปกชุดฝึกทักษะ

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ใบเนื้อหา	1 / 11
คำสั่งจีโค้ด สำหรับงานกัดซีเอ็นซี			
รูปภาพ		คำอธิบาย	
% 123(CHATCHAI); 1 → N10 G90 G21 G54; 2 → N20 T02 M06; 3 → N30 S1200 M03; N40 G00 X0 Y0 Z10; 4 → N50 G00 X100 Y100 Z2; N60 G01 Z-5 F200; N70 G00 X10 Y100 Z10; M02 M30; N90 M05; N100 M30;		ส่วนหัวของโปรแกรม เป็นส่วนที่คอนโทรลเลอร์กำหนดให้เขียนรายละเอียด เช่น สัญลักษณ์ของ ISO Program (%) หมายเลขโปรแกรมและชื่อโปรแกรมเช่น 0123(CHATCHAI) ส่วนตัวโปรแกรมหรือตัวโปรแกรมเอ็นซีจะประกอบไปด้วย ซีโค้ด เอ็มโค้ด และดีโค้ด ซึ่งสั่งให้เครื่องมือตัดและเครื่องจักรทำงาน ส่วนท้ายของโปรแกรม ท้ายโปรแกรมจะกำหนดลักษณะการจบโปรแกรมด้วยคำสั่ง M30 หรือ M02 1 บล็อก(BLOCK) หรือ บรรทัด 2 เวิร์ด(Word) หรือ คำ 3 โค้ด(Code) 4 ตัวเลขกำกับโค้ด	
		คำสั่ง G00 การเคลื่อนที่แนวเส้นตรงของเครื่องมือตัดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่อง (Rapid Traverse) โดยเครื่องมือตัดอยู่เหนือชิ้นงาน	
จุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พงษ์สาวย	
แผนกวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

ภาพที่ 4-2 ใบเนื้อหา

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program) เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา แบบฝึกหัด 2/8	
คำสั่ง ให้นักเรียนบอกชื่อ และความหมาย ของซีโค้ดตามภาพต่อไปนี้			
	1. ชื่อ..... 2. ความหมาย.....		
	1. ชื่อ..... 2. ความหมาย.....		
	1. ชื่อ..... 2. ความหมาย.....		
	1. ชื่อ..... 2. ความหมาย.....		
จุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด แผนกวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พงษ์สาวย อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

ภาพที่ 4-3 แบบฝึกหัด

ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบอิมเมชัน					
วิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)				ระดับ ปวช.	
เรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด				ระยะเวลา 8 ชม.	
เนื้อหาสาระ					
การควบคุมเครื่องจักรกลเอ็นซีจะต้องอาศัยการเขียนคำสั่งควบคุมเรียกว่า โค้ด (Code) การเขียนคำสั่งอาศัยหลักการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ได้แก่ เรืองเรขาคณิตวิเคราะห์ ระบบพิกัด เส้นตรง วงกลม เส้นโค้ง และความเร็ว การเคลื่อนที่ โปรแกรมเอ็นซี จะประกอบไปด้วยกลุ่มคำสั่ง 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) คำสั่งสำหรับควบคุมขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม (Program Technical Commands) 2) คำสั่งทางเรขาคณิต (Geometrical Commands) 3) คำสั่งทางเทคนิค (Technological Commands)					
กิจกรรมการเรียนรู้/การสอน/สื่อการสอน/การวัดผล					
ขั้นตอน	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เวลา (นาที)
ขั้นการรับรู้	งานกัดซีเอ็นซี	-ครูอธิบายเกี่ยวกับ ระบบ CNC, โปรแกรม CNC, การกัด (Milling) และความสำคัญของ G-Code และ M-Code -นำเสนอสื่อภาพเกี่ยวกับ โครงสร้างและการทำงานของเครื่อง CNC	-นักเรียนดูวิดีโอที่แสดงการทำงานของเครื่อง CNC -ถาม-ตอบเกี่ยวกับ โครงสร้างของโปรแกรม CNC และการใช้ G-Code และ M-Code	-คลิปวิดีโอที่แสดงการทำงานของเครื่อง CNC -เครื่อง CNC	45
ขั้นการเตรียมความพร้อม	-โครงสร้างของโปรแกรมเอ็นซีงานกัด -คำสั่งเบื้องต้นในการสร้างโปรแกรมเอ็นซี -การเขียนโปรแกรมเอ็นซีสำหรับงานกัด	-ครูอธิบายเกี่ยวกับการตั้งค่าตำแหน่งเริ่มต้นบนเครื่อง CNC -แนะนำการใช้คำสั่งเริ่มต้นในโปรแกรม CNC เช่น G21, G90, G17, M03 -ให้นักเรียนดูการสาธิตการเขียนโปรแกรมที่ใช้คำสั่งเริ่มต้น	-นักเรียนเตรียมเครื่องมือการเขียนโปรแกรม (กระดาษ/คอมพิวเตอร์) -นักเรียนเริ่มเขียนโปรแกรม CNC อย่างง่าย โดยใช้คำสั่งเริ่มต้น เช่น G21, G17, M03 -ทดลองแก้ไขโปรแกรมให้เหมาะสมกับสถานการณ์จริง เช่น กำหนดตำแหน่งเริ่มต้นและสปีด	-เอกสารใบเนื้อหา -เครื่อง CNC หรือซอฟต์แวร์จำลอง	45
แผนการจัดการกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะ			ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พงษ์สาวย		
แผนงวีชีววิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

ภาพที่ 4.4 กิจกรรมการเรียนรู้

	วิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล		
	เรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	แบบสังเกตพฤติกรรม 1/1		
รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนประเมินผลขณะปฏิบัติงานของนักเรียน แบบ Rubric score				
จุดพิจารณา	ระดับปฏิบัติ (ระดับคะแนน)			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1คะแนน	0 คะแนน
ขั้นเตรียมการปฏิบัติ	☐ เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ หมายถึงการเตรียมเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ มีการจัดวางอย่างเป็นระบบ	☐ เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ครบทุกรายการ ไม่มีการจัดวางอย่างเป็นระบบ	☐ เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ไม่ครบทุกรายการ ไม่มีการจัดวางอย่างเป็นระบบ	☐ ไม่มีการปฏิบัติ
2. การเตรียมความพร้อมเครื่องจักร หมายถึง 1) ตรวจสอบระบบ 2) เปิดเครื่องตามขั้นตอน 3) การเข้า Home เครื่อง	☐ ปฏิบัติได้ครบถ้วนทั้ง 3 ข้อ ดังนี้ 1)ตรวจสอบระบบ 2) เปิดเครื่องตามขั้นตอน 3) การเข้า Home เครื่อง	☐ ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	☐ ไม่มีการปฏิบัติ
3. การจับยึดชิ้นงาน หมายถึง 1) เลือกอุปกรณ์จับยึดให้เหมาะสมกับงาน 2) ตรวจสอบความแน่นในการจับ ไม่มีการชนกับเครื่องมือ 3) ตรวจสอบความขนาน/ตั้งฉาก	☐ ปฏิบัติได้ครบถ้วนทั้ง 3 ข้อ ดังนี้ 1) เลือกอุปกรณ์จับยึดให้เหมาะสมกับงาน 2) ตรวจสอบความแน่นในการจับ ไม่มีการชนกับเครื่องมือ 3) ตรวจสอบความขนาน/ตั้งฉาก	☐ ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	☐ ไม่มีการปฏิบัติ
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พงษ์สาวย		
แผนงวีชีววิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

ภาพที่ 4.5 ใบสังเกตพฤติกรรม

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program) เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา ใบมอบหมายงาน 1/9
คำสั่ง 1. ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าขั้นตอนการปฏิบัติงานจนเข้าใจ 2. เตรียมเครื่องมือ วัดชุด อุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน		
วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์		
1. ใบสั่งงานที่เขียนโปรแกรมกัดชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว 2. อุปกรณ์วัดและตรวจสอบขนาด เช่น เวอร์นิเยร์คาลิเปอร์ 3. ไดอัล เทส อินดิเคเตอร์ 4. เครื่องมือตัด เช่น ดอกสว่าน ดอกเอ็นมิล 5. อุปกรณ์จับยึดเครื่องมือตัด 6. แผ่นคาร์บิไดม์	7. อุปกรณ์ยึดชิ้นงาน เช่น Clamp set หรือ Machine vise 8. Z Axis Zero Setter 9. Edge finder 10. อุปกรณ์ทำความสะอาด เช่น แปรงทำความสะอาด ไม้กวาด	
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน		
		
ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมเครื่องมือและวัดอุปกรณ์ ในส่วนการเขียนโปรแกรม 1) กรอคำสำหรับเขียนโปรแกรม 2) ปากกาหรือดินสอสำหรับเขียนโปรแกรม 3) แผนงานสำหรับเขียนโปรแกรม ในส่วนการใช้เครื่องจักรกลเอ็นซี 4) เครื่องมือตัด เช่น ดอกสว่าน ดอกเอ็นมิล 5) อุปกรณ์จับยึดเครื่องมือตัด 6) อุปกรณ์ทำความสะอาดชิ้นงาน		
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	ผู้สอน นายอรรถศักดิ์ พูลชาสาย	
แผนวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

ภาพที่ 4.6 ใบมอบหมายงาน

4.2.1 ประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด
ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปาชั้น ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด
ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปาชั้น โดยผู้เชี่ยวชาญ (n=9)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับ ความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
1. สาระสำคัญของเนื้อหา	4.70	0.14	มากที่สุด
1.1 การใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย โดยเน้นเฉพาะประเด็นหลัก ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเนื้อหา	4.56	0.50	มากที่สุด
1.2 สาระสำคัญครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	4.89	0.31	มากที่สุด
1.3 สาระสำคัญของเนื้อหา มีความสอดคล้องกับเนื้อหา รายวิชา	4.67	0.47	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	4.75	0.05	มากที่สุด
2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้อย่างชัดเจนและ เข้าใจง่าย	4.67	0.47	มากที่สุด
2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.78	0.42	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดผลได้อย่างชัดเจน	4.78	0.42	มากที่สุด

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

2.4 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานหรือ เป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร	4.78	0.42	มากที่สุด
3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.81	0.12	มากที่สุด
3.1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน	4.67	0.47	มากที่สุด
3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาการ เรียนรู้	4.78	0.42	มากที่สุด
3.3 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแสดงถึงผลลัพธ์ของการ เรียนรู้ได้	5.00	0.00	มากที่สุด
3.4 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับ ความสามารถของผู้เรียน	4.78	0.42	มากที่สุด
4. เนื้อหาสาระ	4.75	0.05	มากที่สุด
4.1 เนื้อหาสาระที่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.56	0.50	มากที่สุด
4.2 เนื้อหาสาระมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ประสงค์ เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3 เนื้อหาสาระครอบคลุมหัวข้อสำคัญที่เกี่ยวข้องกับ การเรียนรู้	4.78	0.42	มากที่สุด
4.4 เนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และ ความเข้าใจของผู้เรียน	4.89	0.31	มากที่สุด
4.5 เนื้อหาสาระตอบสนองความต้องการหรือแนวโน้มใน บริบทปัจจุบัน	4.89	0.31	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนการสอน	4.81	0.12	มากที่สุด
5.1 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความชัดเจนและ ครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.89	0.31	มากที่สุด
5.2 กิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มี ส่วนร่วมทั้งในเชิงวิเคราะห์และปฏิบัติจริง	4.78	0.42	มากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนการสอนมีการใช้ทรัพยากรหรือ เทคโนโลยีที่เหมาะสมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้	4.78	0.42	มากที่สุด
5.4 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลายและ ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
5.5 กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับ ความสามารถของผู้เรียน	4.89	0.31	มากที่สุด
5.6 กิจกรรมการเรียนการสอนสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ของ ผู้เรียนได้	5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

6. การวัดและประเมินผล	4.82	0.15	มากที่สุด
6.1 เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.89	0.31	มากที่สุด
6.2 ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผลมีความ ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.89	0.31	มากที่สุด
6.3 เครื่องมือวัดผลมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และ ความสามารถของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ใบเนื้อหา	4.89	0.09	มากที่สุด
7.1 ใบเนื้อหาแนะนำเสนอเนื้อหาได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.89	0.31	มากที่สุด
7.2 ใบเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ กำหนดไว้	4.78	0.42	มากที่สุด
7.3 ใบเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการ เรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
7.4 ใบเนื้อหาใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของ ผู้เรียน	4.78	0.42	มากที่สุด
8. ใบแบบฝึกหัด	4.63	0.05	มากที่สุด
8.1 ใบแบบฝึกหัดระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำได้ อย่างชัดเจน	4.67	0.47	มากที่สุด
8.2 ใบแบบฝึกหัดสอดคล้องกับใบเนื้อหาที่กำหนดไว้	4.67	0.47	มากที่สุด
8.3 ใบแบบฝึกหัดความเหมาะสมกับระดับความสามารถ ของผู้เรียน	4.56	0.50	มากที่สุด
9. ใบมอบหมายงาน	4.93	0.05	มากที่สุด
9.1 ใบมอบหมายงานระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำได้ อย่างชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
9.2 ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิง พฤติกรรมที่กำหนดไว้	5.00	0.00	มากที่สุด
9.3 ใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับ ความสามารถของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
9.4 ใบมอบหมายงานระบุเกณฑ์การประเมินและวิธีการ ให้คะแนนไว้อย่างชัดเจน	4.78	0.42	มากที่สุด
9.5 มีระยะเวลากำหนดในใบมอบหมายงานเหมาะสมกับ ความซับซ้อนของงาน	5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

10. ใบสังเกตพฤติกรรม	4.86	0.09	มากที่สุด
10.1 จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมระบุพฤติกรรมที่ ต้องการสังเกตไว้อย่างชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
10.2 จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมสอดคล้องกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
10.3 ระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมมีความ ชัดเจนและเหมาะสม	4.89	0.31	มากที่สุด
10.4 จุดพิจารณาและระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกต พฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถและลักษณะ ของผู้เรียน	4.89	0.31	มากที่สุด
11. ใบตรวจให้คะแนน	4.96	0.09	มากที่สุด
11.1 ใบตรวจให้คะแนนระบุน้ำหนักคะแนนการประเมิน ไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.78	0.42	มากที่สุด
11.2 รายการประเมินในใบตรวจให้คะแนนสอดคล้องกับ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5.00	0.00	มากที่สุด
11.3 ใบตรวจให้คะแนนมีรายการประเมินที่ครอบคลุม ประเด็นสำคัญของขั้นตอนการปฏิบัติงาน	4.89	0.31	มากที่สุด
10.4 ใบตรวจให้คะแนนมีการระบุคะแนนเต็มและช่อง สำหรับบันทึกคะแนนอย่างครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด
11.5 ใบตรวจให้คะแนนสามารถประเมินขั้นตอนการ ปฏิบัติงานตามที่ระบุไว้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์	4.89	0.31	มากที่สุด
12. คู่มือครู	4.76	0.08	มากที่สุด
12.1 คู่มือครูมีการอธิบายเนื้อหาวิชาอย่างชัดเจนและ ครบถ้วน	4.67	0.47	มากที่สุด
12.2 คู่มือครูมีแนวทางการสอนที่สอดคล้องกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.78	0.42	มากที่สุด
12.3 คู่มือครูมีคำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนการสอน ที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	4.78	0.42	มากที่สุด
12.4 คู่มือครูครอบคลุมเนื้อหาและแนวทางที่จำเป็น สำหรับการสอน	4.67	0.47	มากที่สุด
12.5 คู่มือครูมีรูปแบบที่ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการ นำไปใช้จริงในชั้นเรียน	4.89	0.31	มากที่สุด
รวม	4.83	0.10	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-2 ผลการศึกษาความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สันโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.83$, S.D. = 0.10) เมื่อพิจารณาเป็นรายการประเมิน พบว่า ใบมอบหมายงานอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.96$, S.D. = 0.09) รองลงมา คือ ใบสังเกตพฤติกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.94$, S.D. = 0.06) และการวัดและประเมินผล อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.93$, S.D. = 0.05) ตามลำดับ

ด้านสาระสำคัญของเนื้อหา พบว่า ด้านสาระสำคัญของเนื้อหาที่มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.14) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ สาระสำคัญครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, S.D. = 0.31) สาระสำคัญของเนื้อหา มีความสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.47) และการใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย โดยเน้นเฉพาะประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเนื้อหา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.50) ตามลำดับ

ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่า ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.75$, S.D. = 0.05) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดผลได้อย่างชัดเจน และจุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.42) และจุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.47) ตามลำดับ

ด้านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม พบว่า ด้านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.81$, S.D. = 0.12) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแสดงถึงผลลัพธ์ของการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้ และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.42) และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.47) ตามลำดับ

ด้านเนื้อหาสาระ พบว่า ด้านเนื้อหาสาระมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.82$, S.D. = 0.15) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ เนื้อหาสาระมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) เนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับระดับ

ความรู้และความเข้าใจของผู้เรียน และเนื้อหาสาระตอบสนองความต้องการหรือแนวโน้มในบริบทปัจจุบันมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, S.D. = 0.31) และเนื้อหาสาระครอบคลุมหัวข้อสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.42) ตามลำดับ

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่า ด้านกิจกรรมการเรียนการสอนในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, S.D. = 0.09) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ กิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลายและตอบสนองความต้องการของผู้เรียน และกิจกรรมการเรียนการสอนสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) กิจกรรมการเรียนการสอนมีความชัดเจนและครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และกิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, S.D. = 0.31) และกิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทั้งในเชิงวิเคราะห์และปฏิบัติจริงและกิจกรรมการเรียนการสอนมีการใช้ทรัพยากรหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.42) ตามลำดับ

ด้านการวัดและประเมินผล พบว่า ด้านการวัดและประเมินผลในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.93$, S.D. = 0.05) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ เครื่องมือวัดผลมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) และเครื่องมือวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและเข้าใจง่ายมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, S.D. = 0.31) ตามลำดับ

ด้านใบเนื้อหา พบว่า ด้านใบเนื้อหาในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.86$, S.D. = 0.09) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ใบเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) ใบเนื้อหานำเสนอเนื้อหาได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, S.D. = 0.31) และใบเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ และใบเนื้อหาใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.42) ตามลำดับ

ด้านใบแบบฝึกหัด พบว่า ด้านใบแบบฝึกหัดในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.63$, S.D. = 0.47) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ใบแบบฝึกหัดระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน และใบแบบฝึกหัดสอดคล้องกับใบเนื้อหาที่กำหนดไว้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.05) และใบแบบฝึกหัด

ความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.50) ตามลำดับ

ด้านใบมอบหมายงาน พบว่า ด้านใบมอบหมายงานในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.96$, S.D. = 0.09) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ใบมอบหมายงานระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน และมีระยะเวลาที่กำหนดในใบมอบหมายงานเหมาะสมกับความซับซ้อนของงานมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) และใบมอบหมายงานระบุเกณฑ์การประเมินและวิธีการให้คะแนนไว้อย่างชัดเจน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.42) ตามลำดับ

ด้านใบสังเกตพฤติกรรม พบว่า ด้านใบสังเกตพฤติกรรมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.94$, S.D. = 0.06) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมระบุพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตไว้อย่างชัดเจน และจุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) และระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมมีความชัดเจนเหมาะสม และจุดพิจารณาและระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถและลักษณะของผู้เรียนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, S.D. = 0.31) ตามลำดับ

ด้านใบตรวจให้คะแนน พบว่า ด้านใบตรวจให้คะแนนในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.91$, S.D. = 0.08) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ รายการประเมินในใบตรวจให้คะแนนสอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน และใบตรวจให้คะแนนมีการระบุคะแนนเต็มและช่องสำหรับบันทึกคะแนนอย่างครบถ้วน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) ใบตรวจให้คะแนนมีรายการประเมินที่ครอบคลุมประเด็นสำคัญของขั้นตอนการปฏิบัติงาน และใบตรวจให้คะแนนสามารถประเมินขั้นตอนการปฏิบัติงานตามที่ระบุไว้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, S.D. = 0.31) และใบตรวจให้คะแนนระบุน้ำหนักคะแนนการประเมินไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.42) ตามลำดับ

ด้านคู่มือครู พบว่า ด้านคู่มือครูในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.76$, S.D. = 0.08) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ คู่มือครูมีรูปแบบที่ใช้ทำงานง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้จริงในชั้นเรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, S.D. = 0.31) คู่มือครูมีแนวทางการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และคู่มือครูมี

คำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.42) และคู่มือครูมีการอธิบายเนื้อหาวิชาอย่างชัดเจนและครบถ้วน และคู่มือครูครอบคลุมเนื้อหาและแนวทางที่จำเป็นสำหรับการสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.47) ตามลำดับ

4.3 ผลทดลองใช้ชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานก๊ต ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน

ผลการหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานก๊ต ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานก๊ต ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน

คะแนน	จำนวน นักเรียน	คะแนน		%	เกณฑ์ที่ กำหนด
		คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย		
กระบวนการ (E_1)	25	100	80.04	80.04	80
ผลลัพธ์ (E_2)		100	83.48	83.48	80

จากตารางที่ 4-3 พบว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานก๊ต ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน ของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 80.04 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 83.48 ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานก๊ต ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

4.4 ผลการใช้ชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานก๊ต ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน

ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานก๊ต ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชันกับเกณฑ์ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4-4 ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานก๊ต ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชันกับเกณฑ์

ทักษะการปฏิบัติงานของ นักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึก ทักษะ	n	$\bar{X}$	S.D.	t	df	P- Value *
	20	84.05	3.50	5.17	19	0.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4-4 ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชันกับเกณฑ์ จำนวน 20 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 84.05 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.50 เมื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ มีทักษะการปฏิบัติงานเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t=5.17$, $df=19$, $p=0.00$)



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

5.1.1.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

5.1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชันกับเกณฑ์

5.1.2 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัย การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

5.1.2.1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวการพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน ด้านสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน พบว่า การเรียนการสอนปัจจุบันเน้นการบรรยาย โดยมีครูผู้สอนเป็นศูนย์กลางทำให้นักเรียนยังขาดความรู้และทักษะเรื่องการอ่านแบบงาน การวางแผนลำดับขั้นตอนการตัดเฉือน ระบบพิกัดตำแหน่งค่าตำแหน่งโคออร์ดิเนตแกน X, Y, และ Z การเลือกใช้ค่าความเร็วรอบและอัตราป้อน ให้เหมาะสมกับวัสดุชิ้นงาน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี ด้านผลการเรียนและการประเมินผล รายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน พบว่า นักศึกษามีผลคะแนนในด้านทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ัด ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ไม่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากเกณฑ์การประเมินผลรายวิชาในด้านทักษะ ด้านแนว

ทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน พบว่า พัฒนาและใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด มีการจัดการเรียนการสอนโดยออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นทักษะปฏิบัติของผู้เรียน ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีองค์ความรู้ที่เพิ่มขึ้น พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการปฏิบัติได้

5.1.2.2 ผลการออกแบบและพัฒนา ชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชันในภาพรวม มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อแบ่งรายการประเมินออกเป็น 12 รายการ 1) สารสำคัญของเนื้อหา 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 4) เนื้อหาสาระ 5) กิจกรรมการเรียนการสอน 6) การวัดและประเมินผล 7) ใบเนื้อหา 8) ใบแบบฝึกหัด 9) ใบมอบหมายงาน 10) ใบสังเกตพฤติกรรม 11) ใบตรวจให้คะแนน 12) คู่มือครู

ด้านสารสำคัญของเนื้อหา มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ สารสำคัญครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด สารสำคัญของเนื้อหา มีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และการใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย โดยเน้นเฉพาะประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเนื้อหา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดตามลำดับ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้มีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดผลได้อย่างชัดเจน และจุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดและจุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดตามลำดับ ด้านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแสดงถึงผลลัพธ์ของการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้ และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดตามลำดับ ด้านเนื้อหาสาระมีความเหมาะสมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ เนื้อหาสาระมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เนื้อหาสาระมี

ความเหมาะสมกับระดับความรู้และความเข้าใจของผู้เรียน และเนื้อหาสาระตอบสนองความต้องการ หรือแนวโน้มในบริบทปัจจุบันมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และเนื้อหาสาระครอบคลุมหัวข้อ สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ ด้านกิจกรรมการเรียน การสอนในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มี ค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ กิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลายและตอบสนองความต้องการของ ผู้เรียน และกิจกรรมการเรียนการสอนสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้ มีความเหมาะสมอยู่ใน ระดับมากที่สุด กิจกรรมการเรียนการสอนมีความชัดเจนและครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และกิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนมีความเหมาะสมอยู่ใน ระดับมากที่สุด และกิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทั้งในเชิงวิเคราะห์และ ปฏิบัติจริงและกิจกรรมการเรียนการสอนมีการใช้ทรัพยากรหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมช่วยส่งเสริมการ เรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดตามลำดับ ด้านการวัดและประเมินผลในภาพรวมมีความ เหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ เครื่องมือวัดผลมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ใน ระดับมากที่สุด และเครื่องมือวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และ ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและเข้าใจง่ายมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ที่สุด ตามลำดับ ด้านใบเนื้อหาในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็น รายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ใบเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการ เรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ใบเนื้อหานำเสนอเนื้อหาได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย มีความ เหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และใบเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ และ ใบเนื้อหาใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ ด้านใบแบบฝึกหัด พบว่า ด้านใบแบบฝึกหัดในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ใบแบบฝึกหัดระบุรายละเอียด ของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน ใบแบบฝึกหัดสอดคล้องกับใบเนื้อหาที่กำหนดไว้ มีความเหมาะสมอยู่ ในระดับมากที่สุด และใบแบบฝึกหัดความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน มีความ เหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดตามลำดับ ด้านใบมอบหมายงานในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ใน ระดับมากที่สุดเมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ใบมอบหมายงานระบุ รายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ กำหนดไว้ ใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน และมีระยะเวลา กำหนดในใบมอบหมายงานเหมาะสมกับความซับซ้อนของงานมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และใบมอบหมายงานระบุเกณฑ์การประเมินและวิธีการให้คะแนนไว้อย่างชัดเจน มีความเหมาะสมอยู่ ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ ด้านใบสังเกตพฤติกรรมในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมระบุพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตไว้อย่างชัดเจน และจุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมมีความชัดเจนเหมาะสม และจุดพิจารณาและระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถและลักษณะของผู้เรียนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ ด้านใบตรวจให้คะแนนในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ รายการประเมินใบตรวจให้คะแนนสอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน และใบตรวจให้คะแนนมีการระบุคะแนนเต็มและช่องสำหรับบันทึกคะแนนอย่างครบถ้วน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ใบตรวจให้คะแนนมีรายการประเมินที่ครอบคลุมประเด็นสำคัญของขั้นตอนการปฏิบัติงาน และใบตรวจให้คะแนนสามารถประเมินขั้นตอนการปฏิบัติงานตามที่ระบุไว้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และใบตรวจให้คะแนนระบุน้ำหนักคะแนนการประเมินไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ ด้านคู่มือครูในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ คู่มือครูมีรูปแบบที่ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้จริงในชั้นเรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด คู่มือครูมีแนวทางการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และคู่มือครูมีคำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และคู่มือครูมีการอธิบายเนื้อหาวิชาอย่างชัดเจนและครบถ้วน และคู่มือครูครอบคลุมเนื้อหาและแนวทางที่จำเป็นสำหรับการสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ

5.1.2.3 ผลการหาประสิทธิภาพการศึกษาของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน ของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 80.04 ประสิทธิภาพของ (E_2) มีค่าเท่ากับ 83.48 ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

5.1.2.4 ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซันกับเกณฑ์ จำนวน 20 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 84.05 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.50 เมื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ มีทักษะการปฏิบัติงานเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t= 5.17$, $df= 19$, $p=0.00$)

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพสามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน พบว่า การเรียนการสอนปัจจุบันเน้นการบรรยายโดยมีครูผู้สอนเป็นศูนย์กลางทำให้นักเรียนยังขาดความรู้ และทักษะเรื่องการอ่านแบบงาน การวางแผนลำดับขั้นตอนการตัดเฉือน ระบบพิกัดตำแหน่งค่าตำแหน่งโคออร์ดิเนตแกน X, Y, และ Z การเลือกใช้ค่าความเร็วรอบและอัตราป้อน ให้เหมาะสมกับวัสดุชิ้นงาน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับการเขียนโปรแกรมเอ็นซี จากการทำบันทึกหลังสอนรายสัปดาห์ พบว่ารูปแบบวิธีการสอนไม่มีความหลากหลาย อาจเนื่องมาจากเนื้อหาในรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐานมีทฤษฎีเป็นส่วนมากทั้งในเรื่องหลักการทำงาน ความหมายของ จีโค้ด เอ็มโค้ด หลักการเขียนโปรแกรมเอ็นซี มักอยู่ในรูปแบบของตัวอักษร ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่ตอบสนองความต้องการของนักเรียน แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน พัฒนาและใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด มีการจัดการเรียนการสอนโดยออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นทักษะปฏิบัติของผู้เรียน ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีองค์ความรู้ที่เพิ่มขึ้น พัฒนา ทักษะการคิดและทักษะปฏิบัติได้ สอดคล้องกับชนินทร์ (2558) กล่าวว่า พฤติกรรมการสอนของครูมักสอนโดยบรรยายและสอนโดยไม่ใช้อุปกรณ์การเรียนการสอน ยังให้ผู้เรียนอ่าน จดบันทึก จากหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อรูปภาพ แผ่นป้าย ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่ตอบสนองความต้องการของนักเรียน ผู้เรียนมีโอกาสดำเนินปฏิบัติจริงน้อย การสอนเนื้อหามากกว่าการปฏิบัติทำให้ไม่มีเวลาเพียงพอในการปฏิบัติจึงขาดทักษะ นักเรียนไม่สนใจเรียน ไม่ส่งงาน ขาดทักษะกระบวนการทำงาน ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ทักษะทำงานร่วมกัน และยังไม่สอดคล้องกับ ธนารักษ์ สุกัญญา และรัตน (2561) กล่าวว่า การศึกษาในปัจจุบันไม่เพียงแต่จะมุ่งหมายให้ความรู้แต่เพียงอย่างเดียว หากแต่จะต้องมุ่งถึงการเรียนรู้ในด้านทักษะปฏิบัติด้วยการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ต้องเรียนให้ได้ทักษะ หมายถึง เรียนแล้ว ผู้เรียนต้องลงมือฝึกหรือลงมือทำ เพื่อให้ได้ทักษะที่จำเป็น 3 ด้านคือ ทักษะชีวิตและการทำงาน ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และทักษะด้านสารสนเทศสื่อและเทคโนโลยีนอกจากนี้ บทบาทของการศึกษาไทยในยุค Thailand 4.0 ต้องเปลี่ยนจากการพัฒนาแค่เพียงความรู้แบบเดิม ไปสู่การศึกษาแบบใหม่ที่ครูจะต้องพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนไปสู่การปฏิบัติได้จริงกระทั่งสามารถผลิตองค์ความรู้และนวัตกรรมได้ และยังไม่สอดคล้องกับ สมพร (2556) กล่าวว่า สภาพการเรียนการสอนปัจจุบันครูมักจะทำให้นักเรียนตั้งใจฟังบรรยายในห้องเรียนต้องเงียบเมื่อครูซักถามต้องตอบใหญ่ถ้าไม่ได้คำตอบมักจะถูกกล่าวโทษด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งจน

นักเรียนจำยอมอยู่ในสภาพที่มีจิตใจไม่ปกติเรียนรู้ด้วยความวิตกกังวลและถูกบังคับจิตใจการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนประเภทปฏิบัติครูบางคนสั่งให้นักเรียนทำงานโดยไม่มีการสอนใดๆและมักจะพบว่าช่วงนักเรียนฝึกปฏิบัติมีครูน้อยคนที่จะอยู่ดูแลนักเรียนนอกจากจะไม่ได้รับประสบการณ์เท่าที่ควรแล้วยังไม่เคยได้รับการฝึกฝนการเรียนรู้อย่างเป็นกระบวนการ

2. จากผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา พบว่า โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการประเมิน พบว่า ใบมอบหมายงานอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา คือ ใบสังเกตพฤติกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด และการวัดและประเมินผล อยู่ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากก่อนการสร้างชุดฝึกทักษะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่งผลให้ชุดฝึกทักษะได้รับการพัฒนาอย่างรอบด้าน มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันในทุกองค์ประกอบ ตั้งแต่การกำหนดจุดประสงค์ การออกแบบชุดฝึกทักษะ ไปจนถึงการวัดและประเมินผล และมีการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญในทุกขั้นตอน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของเจวรี (2566) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าหลักในการสร้างชุดฝึกทักษะต้องยึดหลักการสร้างตามทฤษฎี และมีจิตวิทยาในการสร้าง และควรสร้างให้ ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการฝึก มีรายละเอียดที่ชัดเจน มีความเหมาะสมต่อพัฒนาการ ของผู้เรียน สนองความสนใจและคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จัดทำให้จบเป็น เรื่อง ๆ การประเมินผลแจ้งผลความก้าวหน้าในการฝึกให้ผู้เรียนทราบทันทีทุกครั้ง และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของพรรณา (2560) ได้กล่าวว่า การที่จะสร้างชุดฝึกทักษะนั้น จะต้องใช้หลักจิตวิทยาในการสร้าง เนื้อหาต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน มีคำอธิบายที่ชัดเจน คำนึงถึงประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นกับผู้เรียนมากที่สุด มีรูปแบบที่หลากหลาย เรียงจากง่ายไปหายาก มีรูปภาพประกอบเพื่อสร้างความสนใจ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของน้ำฝน (2560) ที่ชี้ให้เห็นว่าชุดฝึกทักษะเป็นสื่อที่ผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้เรียนทั้งกิจกรรมกลุ่ม หรือศึกษาด้วยตนเองเป็นรายบุคคลก็ได้ โดยทั่วไปชุดฝึกทักษะจะมีการแบ่งเนื้อหาสาระในชุดฝึกออกเป็นหน่วยย่อย ๆ แต่ละหน่วยย่อยจะประกอบด้วยจุดประสงค์ ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม ใบความรู้ แบบประเมิน เครื่องมือวัด หรือบางชุดจะประกอบกับการนำเสนอตัวอย่างที่หลากหลาย และมีสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย จำนวนเพียงพอให้ผู้เรียนได้ฝึก

3. ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะเรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา ผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงชุดฝึกทักษะ การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติงานจริงกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี ซึ่งประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะเรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นโดยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพมาตรฐาน (E_1 และ E_2) ผลการวิจัย พบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะเรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา

การเก็บรวบรวมข้อมูล ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ผลการทดลองพบว่า 1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว เท่ากับ 75.50/76.65 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการสังเกตการณ์ใช้ชุดฝึกทักษะ พบว่า นักเรียนสับสนคำสั่งจากใบมอบหมายงาน ความชัดเจนของรูปในรายละเอียดใบเนื้อหาและดำเนินการปรับปรุงชุดฝึกทักษะ 2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม เท่ากับ 77.90/79.50 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการสังเกตของการใช้ชุดฝึกทักษะ พบว่า ขั้นตอนแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดมาก นักศึกษาสับสนและไม่เข้าใจรายละเอียดทำให้ส่งผลต่อการปฏิบัติงาน และดำเนินการปรับปรุงชุดฝึกทักษะ และ 3) การทดสอบ ประสิทธิภาพแบบภาคสนาม เท่ากับ 80.04/83.48 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการสังเกตของการใช้ชุดฝึกทักษะ พบว่า นักเรียนสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนตามขั้นตอน มีความมั่นใจในการใช้ปฏิบัติงานเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับชัยยงค์ (2556) กล่าวว่า การผลิตชุดฝึกทักษะนั้น ก่อนนำไปใช้จริงจะต้องนำชุดฝึกทักษะที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อดูว่าชุดฝึกทักษะทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากชุดฝึกทักษะในระดับใด และสอดคล้องกับงานวิจัยของกิตติ และมิชัย (2560) ที่กล่าวว่า ชุดฝึกทักษะที่ออกแบบมาอย่างเหมาะสมสามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจและเชื่อมโยงทฤษฎีเข้ากับการปฏิบัติจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพการฝึกปฏิบัติจะช่วยให้นักเรียนสามารถปรับตัวกับเครื่องจักรที่มีความซับซ้อนและพัฒนาทักษะในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ในสถานการณ์จริงได้ดียิ่งขึ้น และ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนภัทร นานน้ำ และชิตพล (2567) ที่กล่าวว่า ชุดฝึกหรือแบบฝึกเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยเสริมทักษะให้แก่ผู้เรียน การสร้างแบบฝึกให้มีประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องศึกษาองค์ประกอบและลักษณะของแบบฝึกเพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน โดยลักษณะของแบบฝึกที่ดี จะต้องคำนึงถึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้มีงานวิจัยที่ให้ข้อมูลสนับสนุนว่า การใช้ชุดฝึกทักษะหรือแบบฝึกทักษะสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ที่ดีขึ้นรวมทั้งยังสามารถพัฒนาทักษะการคิด การแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ดีขึ้น

4. ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิพชันกับเกณฑ์ โดยการใช้คะแนนจากทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิพชัน ของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์หาผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีชุดฝึกทักษะเรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิพชัน นักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิพชัน จำนวน 20 คน มีทักษะการปฏิบัติงาน เท่ากับ 84.05 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.50 เมื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย นักเรียนระดับประกาศนียบัตร

วิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ มีทักษะการปฏิบัติงานเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 5.17$, $df = 19$, $p = 0.00$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนาเป็นกรอบในการวิจัยในครั้งนี้โดยมีการศึกษาปัญหาที่ชัดเจน มีขั้นตอนการพัฒนาชุดฝึกทักษะที่เหมาะสม และกระบวนการหาประสิทธิภาพเป็นไปตามหลักทฤษฎี และทุกขั้นตอนมีการตรวจสอบความเหมาะสมความถูกต้อง โดยผู้เชี่ยวชาญ และผู้ทรงคุณวุฒิ จึงทำให้ชุดฝึกทักษะมีประสิทธิภาพส่งผลต่อทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะสอดคล้องกับงานวิจัยของจิรายุทธ วรวุฒิ และน่านน้ำ (2567) ได้ทำการพัฒนาชุดฝึกทักษะการลับมีดเพื่อส่งเสริมทักษะการลับมีดกลึง สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรมพบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน วิชาเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่องการลับมีด เพื่อส่งเสริมทักษะการลับมีดกลึง สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรมกับเกณฑ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของชลันธรณ์ เมธา และวรวุฒิ (2567) ได้ทำการพัฒนาทักษะการเขียนเส้นในงานเขียนแบบด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MIAP ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานเรื่อง การเขียนเส้นในงานเขียนแบบ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน เรื่อง การเขียนเส้นในงานเขียนแบบด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MIPA ร่วมกับการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และยังสอดคล้องกับสมศักดิ์ (2564) กล่าวว่า การจัดการศึกษาต้องปรับเปลี่ยนให้ตอบสนองกับทิศทางการผลิตและการพัฒนากำลังคน โดยมุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ได้ทั้งความรู้และทักษะที่จำเป็นต้องใช้ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ด้านชุดฝึกทักษะ การใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัดเป็นการเสริมสร้างการฝึกฝนจริง เพื่อเพิ่มโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาและฝึกปฏิบัติงานจริงช่วยให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ในการปฏิบัติงานมากขึ้น ดังนั้นครูผู้สอนควรควบคุมดูแลผู้เรียนอย่างใกล้ชิดในขั้นตอนของการปฏิบัติงานกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

5.3.1.2 ด้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ การเรียนรู้ที่เน้นทักษะปฏิบัติของซิมพ์ซัน มีกระบวนการจัดการเรียนรู้อยู่ 7 ขั้นตอน สำหรับครูผู้สอนที่นำผลวิจัยไปใช้อาจปรับเปลี่ยนระยะเวลาการสอนในแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสมกับบริบทของชั้นเรียนในสถานศึกษานั้นๆ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกวด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้สอนสามารถประยุกต์ใช้วิธีการที่ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดฝึกทักษะขึ้นไปใช้กับการเรียนการสอนนักเรียนในประเภทวิชาอื่น ๆ โดยการใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา การวัดผลและประเมินผลด้านทักษะ เกณฑ์การประเมินต่าง ๆ เพื่อพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานผ่านชุดฝึกทักษะ อย่างมีประสิทธิภาพต่อการจัดการเรียนการสอน

5.3.2.2 การเรียนรู้ที่เน้นทักษะปฏิบัติของซิมพ์ซัน คือกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนฝึกการปฏิบัติงาน ซึ่งหากได้รับการฝึกฝนที่ดีแล้วจะเกิดความถูกต้อง ความคล่องแคล่ว ความเชี่ยวชาญชำนาญการผู้สอนสามารถประยุกต์ใช้ชุดฝึกทักษะร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะปฏิบัติอื่นๆ ได้ตามความเหมาะสมของชั้นเรียนในสถานศึกษานั้นๆ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

บรรณานุกรมบรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กัญญารัตน์ เพชรรัช สุนันท์ สีพาย และชวนพิศ รักษาพวก. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเขียนแบบไฟฟ้า บ้านชั้นเดียวด้วยคอมพิวเตอร์โดยการจัดการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติ ของซิฟชั่นร่วมกับแบบฝึกทักษะ สำหรับนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1”. วารสารมหาจุฬาลงกรณ. 15(1), 62-74, 2567.
- จันทิมา เมยประโคน. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในการเรียนวิชาศิลปะ เรื่อง การสร้างสรรค์จากเศษวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการ จัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขา ศิลปศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2555.
- จิรายุทธ วัดแก้ว วรวิทย์ กังหัน และน่านน้ำ บัวคล้าย. “การพัฒนาชุดฝึกทักษะการลับมีด เพื่อ ส่งเสริมทักษะการลับมีดกลึงสำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม”. วารสารวิชาการครู ศาสตร์สวนสุนันทา, 8(1), 1-20, 2567.
- ชนินทร์ แท่งทอง. ผลของการจัดการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติของซิฟชั่นเสริมด้วยเทคนิคเพื่อนช่วย เพื่อนและชุดฝึกทักษะ ที่มีต่อทักษะปฏิบัติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไฟฟ้าเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขา หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 2558.
- ชลันธรณ์ สุดอุดม เมธา อึ้งทอง และวรวิทย์ กังหัน. “การพัฒนาทักษะการเขียนเส้นในงานเขียนแบบ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MIAP ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานเรื่อง การ เขียนเส้นในงานเขียนแบบ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี”. วารสารวิชาการสถาบัน การอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3, 2567.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับประถมศึกษา สาขาศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2537.
- _____. “การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน.” วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย. 5 (1), 2556.
- ชวาล แพรัตกุล. เทคนิคการวัดผล. วัฒนาพานิช, 2556.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 11. ไทเนรมิตกิจอินเตอร์ โปรเกรส ซิฟ, 2552.
- ณรงค์ ไชยมงคล เมธา อึ้งทอง และอภิชาติ ศรีประดิษฐ์. “เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ : การ ตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ”. วารสารครุศาสตรอุตสาหกรรม. 19(2), 80-89, 2563.

- ณัฐธิญา มะบุญญาธนพัฒน์. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการคูณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดแบบฝึกทักษะการคูณ. โรงเรียนวัดเสาธงนอก สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรปราการ เขต 2, 2563.
- ทิตนา แคมมณี. ศาสตร์การสอน. พิมพ์ครั้งที่ 23. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2562.
- ธนภัทร ศรีรัตนะ น่านน้ำ บัวคล้าย และชิตพล มังคลากุล. “การพัฒนาชุดฝึกทักษะงานวัดละเอียด เรื่อง ไมโครมิเตอร์วัดนอก สำหรับนักศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.” วารสารการศึกษาอุตสาหกรรม. 23(1), 2567.
- ธนารักษ์ สารเถื่อนแก้ว สุกัญญา สมมติดวง และรัตนา บุญเลิศพรพิสุทธิ์. “การสังเคราะห์รูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติวิชาคอมพิวเตอร์ ตามแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติของ เดวิส แอร์โรว์ และซิมพสัน.” วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์. 10(1), 2563.
- นิรมล พลลาภ และพรชัย ผาดไธสง. “การพัฒนาทักษะการเคลื่อนไหวพื้นฐานในการเล่นกีฬาเทเบิลเทนนิส โดยใช้รูปแบบ การเรียนการสอนทักษะปฏิบัติของซิมพ์สัน ร่วมกับแบบฝึกตาราง 9 ช่อง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนรุ่งคำ”. วารสารนิสิตวัง. 2(2), 121-129, 2566.
- บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. สุวีริยาสาส์น, 2560.
- พงศ์พันธ์ วาทะสุนทรพงศ์. กระบวนการผลิตอย่างรวดเร็วของแผ่นรองฝ่าเท้าโดยใช้เทคโนโลยีซีเอ็นซี. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2562.
- พรธนา เจือจารย์. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะ เรื่องการใช้เครื่องมือโปรแกรม Microsoft Word 2016 วิชาคอมพิวเตอร์ในงานธุรกิจ สำหรับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยเทคโนโลยีอรรถวิทย์พัฒนวิชาการ. วิทยาลัยเทคโนโลยีอรรถวิทย์พัฒนวิชาการ กรุงเทพมหานคร, 2560.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เฮาส์ออฟ คอร์มีสท์, 2545.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2538.
- วันนิสา คลังคนเก่า. การใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการคูณที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. โรงเรียนวัดมณฑลประสิทธิ์ (อาจธวัชประชาชนกุล), 2563.
- วีระชาติ เวชกามา. การประมาณค่าความมั่นคงของชิ้นงานฉีดพลาสติกบนพื้นฐานความหนาผิวแบบ 3 มิติของการตัดเฉือนเสมือนจริงและพารามิเตอร์การฉีดพลาสติก. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีวิศวกรรม) สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, กรุงเทพฯ, 2561.
- ศรีสุภา วรคามิน. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม ด้วยการ จัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้น

- ประถมศึกษาปีที่ 4.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, 2565.
- ศักดิ์ระพี พริบไหว และคณะ. “การสร้างชุดฝึกควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับการเรียนในรายวิชาเทคนิคการผลิตด้วยเครื่องมือกลซีเอ็นซี สาขาวิชา ช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคแพร่.” วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3, 2567.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. **ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556.
- ศุภวัฒน์ เหยียญประยูร คำธณ สุนทรานนท์ และรจนา สุนทรานนท์. “การจัดการเรียนรู้โดยทักษะปฏิบัติแบบซิมพ์สัน ผสมผสานแนวคิดระบบคู่สัญญา ด้วยกิจกรรมเพลงร้องพื้นบ้าน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ ทักษะปฏิบัติ และความมีวินัย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2”. วารสารอิเล็กทรอนิกส์การเรียนรู้ทางไกลเชิงนวัตกรรม. 12(2), 1-2, 2565.
- สมคิด สร้อยนำ. **หลักการสอน.** เอกสารประกอบการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุดรธานี, 2542.
- สมนึก ภัททิยธนี. **การวัดผลการศึกษา.** กอสินธุ์ : ประสานการพิมพ์, 2546.
- สมพร หริตกุล. **การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีซิมพ์สัน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,** 2556.
- สมมาตร พรหมพุ่ม และนพรุจ เขียวนาค. “การพัฒนาระบบควบคุมเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็ก โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง”. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 4 (1), 2565.
- สมฤดี พิพิธกุล. **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เศรษฐกิจพอเพียงกับการพัฒนาเศรษฐกิจของไทย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แผนจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับสื่อประสม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2559.
- สมศักดิ์ ดลประสิทธิ์. “แนวทางการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนากำลังคนในศตวรรษที่ 21.” วารสาร **การพัฒนาวิชาชีพครู** , 2(1), 1-15, 2564.
- สมศักดิ์ ศิวดำรงพงศ์. **การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความหยাবผิวและการสึกหรอของเครื่องมือตัดในกระบวนการกัดวัสดุอลูมิเนียมหล่อแบบกึ่งของแข็ง A356.** วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2560.
- สันติ งามเสริญ. “การสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.” วารสารวิชาการโรงเรียนนายเรือ. 4(1) : 48-66,

<http://www.rtnalibrary.com/web/RTNA%20Journal%20of%20Social%20Science/y.4-60/04.pdf>, 2560.

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. **ระบบการประเมินคุณภาพ และมาตรฐานการศึกษาแห่งชาติ**. กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์, 2540.

สุคนธ์ สินธพานนท์. **การจัดกระบวนการเรียนรู้: เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ**. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์, 2553.

สุกานันท์ ขาทอง. **การฝึกทักษะทางการเขียนเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกความคิดแบบอเนกนัย**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. ขอนแก่น. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.

สุราษฎร์ พรหมจันทร์. **การพัฒนาหลักสูตรรายวิชา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

สุวิทย์ มูลคำ และสุนันทา สุนทรประเสริฐ. **การพัฒนาผลงานทางวิชาการสู่การเลื่อนวิทยฐานะ**. กรุงเทพฯ : อีเคบุ๊กส์, 2550.

เกสร รองเดช. **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะวิทยาลัยเทคโนโลยีอรรณพวิทยพัฒน์วิชาการกรุงเทพมหานคร**. กรุงเทพมหานคร : วิทยาลัยเทคโนโลยีอรรณพวิทยพัฒน์วิชาการ, 2553.

เจตนากร สีพะวงษ์. **การพัฒนาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ เรื่อง อังกฤษ ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2**. การศึกษามหาบัณฑิต การบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2547.

เจวีร์ ศรีจันไชย. **การพัฒนาชุดฝึกทักษะวิชาวิทยาศาสตร์โดยการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับเทคนิค STAD ที่เสริมสร้างการคิดวิเคราะห์พฤติกรรมความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 2566.

ไพโรจน์ คะเซนทร์. **การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**. บทความสาระวิชาการ.

<http://priroj.orgfree.com/pdf30/10การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.pdf>, 2556.

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล. **การสอนวิชาช่างอุตสาหกรรมวิธีสอนวิชาทฤษฎี**. กรุงเทพฯ : พิมพ์ดี, 2542.

ภาษาอังกฤษ

Anggraini, L., & Junixsen, I. "Optimation Parameters of CNC Milling Programming Machine on The Process Time and Its Effect on the Efficiency." **Jurnal Teknik Mesin dan Mekatronika (Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics)**, 3(2), 62-81, 2019.

Davies, I. K. **The Management of Learning**. London : McGraw – Hill, 1971.

- Fatriyana, M. "CNC program and programming of CNC machine." **Journal of Mechanical Science and Engineering**, 7(2), 19-23, 2020.
- Gagné, R. M. a. B., L.J., **Principles of Instructional Design**. 2nd Edition, Holt. Rinehart, and Winston. New York, 1979.
- Harrow, A. J. **A taxonomy of the psychomotor domain: A Guide for Developing Behavioral Objectives**. New York : David McKay, 1972.
- Petrakov, Y., Korenkov, V., & Myhovich, A. "Technology for programming contour milling on a CNC machine." **Eastern-European Journal of Enterprise Technologies**, 2(1), 116, 2022.
- Simson. D. **Teaching physical education. A system approach**. Boston Houghton Mufflin Co, 1972.
- Tung, T. T., Quynh, N. X., & Minh, T. V. "Development and Implementation of a Mini CNC Milling Machine." **Acta Marisiensis. Seria Technologica**, 18(2), 24-28, 2021.

คลิกหรือแตะที่นี่เพื่อใส่ข้อความ

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญ



รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดพิจารณากับประเด็นการประเมิน ในแบบสังเกตพฤติกรรมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชันจำนวน 5 ท่าน มีดังนี้

- | | |
|----------------------------|--|
| 1) นายอานนท์ ทองคำ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ |
| 2) นายคำรณ พ่วงเจริญ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ |
| 3) นายวันชาติ พร้อมพันธ์ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ |
| 4) นายพันศกร พัฒนสถาพรวาที | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ |
| 5) นายอภิชาต เอี่ยมแก้ว | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ |

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์จำนวน 5 ท่าน มีดังนี้

- | | |
|--------------------------|--|
| 1) นายอานนท์ ทองคำ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ |
| 2) นายคำรณ พ่วงเจริญ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ |
| 3) นายวันชาติ พร้อมพันธ์ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ |

- แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์
- 4) นายพันศกร พัฒนสถาพรวาที ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์
- 5) นายอภิชาต เอี่ยมแก้ว ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด
ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับ
ประกาศนียบัตร จำนวน 9 ท่าน มีดังนี้

- 1) นายอานนท์ ทองคำ ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์
- 2) นายคำรณ พวงเจริญ ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์
- 3) นายวันชาติ พร้อมพันธ์ ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์
- 4) นายพันศกร พัฒนสถาพรวาที ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์
- 5) นายอภิชาต เอี่ยมแก้ว ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์
- 6) นายวีรศักดิ์ วงษ์แหวน ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน

- วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์
- 7) นายชิตชาย สุขประเสริฐ ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
หัวหน้าแผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
- 8) นายชนม์วัช ภูระย้า รองผู้อำนวยการ วิทยฐานะชำนาญการ
วิทยาลัยการอาชีพวังไกลกังวล
- 9) นายอดิศักดิ์ ภูระย้า ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี



หนังสือขอความอนุเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญ



วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์
เลขรับที่ 3470
วันที่ 13 ธ.ค. 2567
เวลา.....

ที่ อว 7104.1/749

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงคัสว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

6 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

ด้วยนายณรงศักดิ์ พญาสวญ รหัสประจำตัว 66-020178-5711-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมฟชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายอานนท์ ทองคำ ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

เสนอ ผู้อำนวยการ

เพื่อโปรด

☒ ทราบ☒ มอบแผนกวิชา☒ มอบงาน☒ พิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุทธิวิโรจน์

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

(นายดานัส สบายใจ)

รองผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 084-413-7199 (นายณรงศักดิ์ พญาสวญ)

73 ธ.ค. 67

ขอแสดงความนับถือ

รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุทธิวิโรจน์

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

☒ ทราบ ☐ อนุญาต/อนุมัติ ☒ แจ้ง/มอบตามเสนอ

มอบ.....

(นายวินทร์ แก้วทอง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์



วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์
เลขรับที่ 3471
วันที่ 13 ธ.ค. 2567
เวลา

ที่ อว 7104.1/750

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรบุรี 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

6 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

ด้วยนายณรงศักดิ์ พุฒาสวย รหัสประจำตัว 66-020178-5711-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพัซัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายคำรณ พ่วงเจริญ ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเรื่องมีวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

เสนอ ผู้อำนวยการ

เพื่อโปรด

☒ ทราบ☒ มอบแผนกวิชา☒ มอบงาน

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

(นายต้นลี สบายใจ)

รองผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 084-413-7199 (นายณรงศักดิ์ พุฒาสวย)

☒ ทราบ	☐ อนุญาต/อนุมัติ	☒ แจ้ง/มอบตามเสนอ
มอบ.....		
 (นายวินัยกร แก้วทอง) ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์		



วิทยาลัยเทคนิคพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
เลขรับที่ 3472
วันที่ 13 ธ.ค. 2567
เวลา.....

ที่ อว 7104.1/751

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรบุรี 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

6 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ด้วยนายณรงศักดิ์ พฤษาสวย รหัสประจำตัว 66-020178-5711-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมเพชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายวันชาติ พร้อมพันธ์ ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เป็นผู้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

เสนอ ผู้อำนวยการ

เพื่อโปรด

☒ ทราบ

☒ มอบแผนกวิชา

☒ มอบงาน

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวดี สุทธิวีโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รองผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 084-413-7199 (นายณรงศักดิ์ พฤษาสวย)

☒ ทราบ ☐ อนุญาต/อนุมัติ ☒ แจ้ง/มอบตามเสนอ
มอบ.....

(นายณรินทร์ แก้วทอง)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์
เลขรับที่ 3473
วันที่ 13 ธ.ค. 2567
เวลา.....

ที่ อว 7104.1/752

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

6 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

ด้วยนายณรงศักดิ์ พงษ์สาวย รหัสประจำตัว 66-020178-5711-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง "การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบจิมพ์ชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายพันธ์ศกร พัฒนสภาพรรพาที่ ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

เสนอ ผู้อำนวยการ

เพื่อโปรด

☒ ทราบ☒ มอบแผนกวิชา☒ มอบงาน

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติคุณ สุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

นายณรงศักดิ์ พงษ์สาวย
(นายต้นสั สบายใจ)

รองผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 084-413-7199 (นายณรงศักดิ์ พงษ์สาวย)

☒ ทราบ	☐ อนุญาต/อนุมัติ	☐ แจ้ง/มอบตามเสนอ
มอบ.....		
(นายณรินทร์ แก้วทอง)		
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์		



วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์
เลขรับที่ 3474
วันที่ 13 ธ.ค. 2567
เวลา.....

ที่ อว 7104.1/753

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาชื่น 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

6 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

ด้วยนายณรงค์ศักดิ์ พฤษาสวย รหัสประจำตัว 66-020178-5711-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายอภิขาน เอี่ยมแก้ว ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

มโน ผู้อำนวยการ

เพื่อโปรด

☒ ทราบ

☒ มอบแผนกวิชา

☒ มอบงาน

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

(นายคานัส สบายใจ)

รองผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

ภาควิชาครุศาสตร์

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 084-413-7199 (นายณรงค์ศักดิ์ พฤษาสวย)

☒ ทราบ ☐ อนุญาต/อนุมัติ ☒ แจ้ง/มอบตามเสนอ
มอบ.....
(นายณรินทร์ แก้วทอง)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์



ที่ อว 7104.1/1.3

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

3 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีวศึกษาจังหวัด

ด้วยนายณรงศักดิ์ พฤษาสวย รหัสประจำตัว 66-020178-5711-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซึมซับขั้น เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายชนม์ธวัช ภูระยา ตำแหน่งรองผู้อำนวยการ ฝ่ายบริหารทรัพยากร วิทยาลัยการอาชีวศึกษาจังหวัด เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซึมซับขั้น

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวดี สุทธิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 084-413-7199 (นายณรงศักดิ์ พฤษาสวย)



ที่ อว 7104.1/1.4

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

3 มกราคม 2568

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี

ด้วยนายณรงศักดิ์ พญาสว ยรหัสประจำตัว 66-020178-5711-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพัซัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายอดิศักดิ์ ภูระยา ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพัซัน

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุทธิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 084-413-7199 (นายณรงศักดิ์ พญาสว)



ที่ อว 7104.1/1.1

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

3 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์

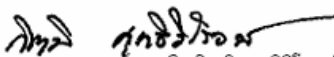
ด้วยนายณรงศักดิ์ พฤษาสวย รหัสประจำตัว 66-020178-5711-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อังทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายณรงศักดิ์ วงษ์แหวน ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติภูมิ สุทธิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 084-413-7199 (นายณรงศักดิ์ พฤษาสวย)



ที่ อว 7104.1/1.2

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

3 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชิงเตา

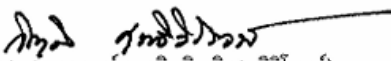
ด้วยนายณรงศักดิ์ พฤษาสวย รหัสประจำตัว 66-020178-5711-8 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายชิตชาย สุขประเสริฐ ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคเชิงเตา เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวดี สุทธิวีโรจน์)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207
ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 084-413-7199 (นายณรงศักดิ์ พฤษาสวย)

ภาคผนวก ข

- แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดพิจารณากับประเด็นการประเมิน ของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกวด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
- แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ประเมิน ของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกวด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
- แบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกวด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร



แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
ระหว่างจุดพิเคราะห์กับประเด็นการประเมิน

ชื่อสารนิพนธ์	การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชื่อนักศึกษา	นายณรงค์ศักดิ์ พงษ์สาวย
รหัสประจำตัว	6602017857118
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
แขนงวิชา	วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
ระหว่างจุดพิเคราะห์กับประเด็นการประเมิน

คำชี้แจง แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดพิจารณากับประเด็นการประเมิน แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การปฏิบัติงานเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัก

คำถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดพิจารณา
กับประเด็นการประเมิน กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมี
ความหมายดังนี้

- +1 แน่ใจว่าจุดพิจารณากับประเด็นการประเมิน มีความสอดคล้องกัน
- 0 ไม่แน่ใจว่าจุดพิจารณากับประเด็นการประเมิน มีความสอดคล้องกัน
- 1 แน่ใจว่าจุดพิจารณากับประเด็นการประเมิน ไม่มีความสอดคล้องกัน

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ



จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	จุดพิจารณา	ประเด็นการประเมิน		ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		คะแนน	คำอธิบายระดับคะแนน	+1	0	-1	
1. ใช้เครื่องกัด ซีเอ็นซีกัด ชิ้นงานตามแบบ ที่กำหนดได้	1.1 การเตรียมเครื่องมือและวัสดุ อุปกรณ์ หมายถึง การเตรียมเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ มีการจัดวางเรียงอย่าง เป็นระบบ	3	เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ครบทุกรายการ มีการจัดวางเรียงอย่างเป็นระบบ				
		2	เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ครบทุกรายการ ไม่มีการจัดวางเรียงอย่างเป็นระบบ				
		1	เตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ไม่ครบทุกรายการ ไม่มีการจัดวางเรียงอย่างเป็นระบบ				
		0	ไม่มีการปฏิบัติ				
	1.2 การเตรียมความพร้อมเครื่องจักร หมายถึง 1) ตรวจสอบระบบ 2) เปิด เครื่องตามขั้นตอน 3) การเข้า Home เครื่อง	3	ปฏิบัติได้ครบถ้วน ทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่สามารถปฏิบัติได้				
	1.3 การจับยึดชิ้นงาน หมายถึง 1) เลือกอุปกรณ์จับยึดให้เหมาะสมกับ งาน 2) ตรวจสอบความแน่นในการจับ ไม่มีการชนกับเครื่องมือ 3) ตรวจสอบ ความหนาแน่น/ตึงฉาก	3	ปฏิบัติได้ครบถ้วน ทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่สามารถปฏิบัติได้				
	1.4 การตั้งค่าเครื่องมือ (Tool Setting) หมายถึง 1) เลือกใช้ เครื่องมือตัดเหมาะสมกับงาน 2) การ วัดความยาวเครื่องมือตัด 3) บันทึกค่า Offset ได้ถูกต้อง	3	ปฏิบัติได้ครบถ้วน ทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่สามารถปฏิบัติได้				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	จุดพิจารณา	ประเด็นการประเมิน		ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		คะแนน	คำอธิบายระดับคะแนน	+1	0	-1	
	1.5 การตั้งศูนย์ชิ้นงาน (Work Zero Setting) หมายถึง 1) การตั้งศูนย์ชิ้นงานแกน X ตามขั้นตอน 2) การตั้งศูนย์ชิ้นงานแกน Y ตามขั้นตอน 3) การตั้งศูนย์ชิ้นงานแกน Z ตามขั้นตอน	3	ปฏิบัติได้ครบถ้วน ทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่สามารถปฏิบัติได้				
2. เขียนโปรแกรม ซีเอ็นซีสำหรับงานกัด ได้	2.1 การป้อนโปรแกรมหน้าเครื่อง หมายถึง 1) การป้อนโปรแกรมตาม ขั้นตอนได้ 2) ป้อนโปรแกรมถูกต้อง ครบถ้วน 3) พบพหุนามถูกต้องของ โปรแกรม	3	ปฏิบัติได้ครบถ้วน ทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่สามารถปฏิบัติได้				
3. ตรวจสอบและ แก้ไขโปรแกรม ซีเอ็นซีได้	3.1 การตรวจสอบโปรแกรม หมายถึง 1) การใช้โหมด Dry Run ตรวจสอบ โปรแกรมได้ 2) การใช้โหมด Graphics ตรวจสอบโปรแกรมได้ 3) ตรวจสอบ ความถูกต้องของค่าพารามิเตอร์ต่างๆใน โปรแกรม	3	ปฏิบัติได้ครบถ้วน ทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่สามารถปฏิบัติได้				
	3.2 การรันโปรแกรมจริง หมายถึง 1) สามารถรันโปรแกรมจริงได้ 2) ปรับ Feed Override ที่ 25-50% 3) สังเกต เสียงและเศษเหล็กเตรียมพร้อมกด Emergency ถ้าจำเป็น	3	ปฏิบัติได้ครบถ้วน ทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่สามารถปฏิบัติได้				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	จุดพิจารณา	ประเด็นการประเมิน		ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		คะแนน	คำอธิบายระดับคะแนน	+1	0	-1	
3. ตรวจสอบและ แก้ไขโปรแกรม ซีเอ็นซีได้	3.3 การตรวจสอบชิ้นงาน หมายถึง 1) การวัดขนาดชิ้นงานบนเครื่องจักร ปรับ ค่า Offset ถ้าจำเป็น 2) บันทึกค่าที่ ปรับแก้ 3) การวัดขนาดชิ้นงานนอก เครื่องจักร	3	ปฏิบัติได้ครบถ้วน ทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่สามารถปฏิบัติได้				
	3.4 ทำความสะอาดเครื่องจักรและพื้นที่ ปฏิบัติงานหมายถึง 1) เลือกใช้เครื่องมือ ทำความสะอาด 2) ทำความสะอาด ภายในเครื่องจักร 3) ทำความสะอาด บริเวณรอบๆเครื่องจักร	3	ปฏิบัติได้ครบถ้วน ทั้ง 3 ข้อ				
		2	ปฏิบัติได้ 2 ข้อ				
		1	ปฏิบัติได้ 1 ข้อ				
		0	ไม่สามารถปฏิบัติได้				

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ศึกษา

(.....)

ตำแหน่ง.....



แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์

ชื่อสารนิพนธ์	การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ชื่อนักศึกษา	นายณรงค์ศักดิ์ พงษ์สาวย
รหัสประจำตัว	6602017857118
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
แขนงวิชา	วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์

แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 คำถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน มีความหมายดังนี้

- +1 แน่ใจว่าจุดพิจารณากับประเด็นการประเมิน มีความสอดคล้องกัน
- 0 ไม่แน่ใจว่าจุดพิจารณากับประเด็นการประเมิน มีความสอดคล้องกัน
- 1 แน่ใจว่าจุดพิจารณากับประเด็นการประเมิน ไม่มีความสอดคล้องกัน

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ



ประเด็นการประเมิน	นิยามศัพท์	ข้อคำถาม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
สาระสำคัญของเนื้อหา	สาระสำคัญของเนื้อหาที่ปรากฏในแผนการจัดการเรียนรู้ ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ สรุปเนื้อหาหลักที่สำคัญ และเข้าใจได้ง่ายขึ้น	1. การใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย โดยเน้นเฉพาะประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเนื้อหา 2. สาระสำคัญครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ 3. สาระสำคัญของเนื้อหา มีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา				
	จุดประสงค์การเรียนรู้ หรือคำอธิบายที่ชัดเจนเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนจะสามารถรู้ เข้าใจ หรือปฏิบัติได้หลังจากการเรียนรู้การสอนเสร็จในแต่ละบทเรียนหรือกิจกรรม	1. จุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย 2. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา 3. จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดผลได้อย่างชัดเจน 4. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร				
	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หรือเป้าหมายของการเรียนรู้ที่แสดงออกในรูปแบบของพฤติกรรมที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติหรือแสดงออกได้อย่างชัดเจนหลังจากการเรียนรู้	1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน 2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้ 3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแสดงถึงผลลัพธ์ของการเรียนรู้ได้ 4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน				
เนื้อหาสาระ	ข้อมูล ความรู้ หรือหัวข้อที่ถูกนำเสนอในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับเป้าหมายการเรียนรู้ และครอบคลุมเนื้อหาที่จำเป็นในการบรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	1. เนื้อหาสาระที่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ 2. เนื้อหาสาระมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ 3. เนื้อหาสาระครอบคลุมหัวข้อสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ 4. เนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความเข้าใจของผู้เรียน 5. เนื้อหาสาระตอบสนองความต้องการหรือแนวโน้มในปัจจุบัน				

ประเด็นการประเมิน	นิยามศัพท์	ข้อคำถาม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
กิจกรรมการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเป็นกระบวนการหรือชุดของกิจกรรมที่ออกแบบและจัดขึ้นโดยครูเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	1. กิจกรรมการเรียนรู้การสอนมีความชัดเจนและครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม				
		2. กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทั้งในเชิงวิเคราะห์และปฏิบัติจริง				
		3. กิจกรรมการเรียนรู้การสอนมีการใช้ทรัพยากรหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้				
		4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอนมีความหลากหลายและตอบสนองความต้องการของผู้เรียน				
		5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน				
		6. กิจกรรมการเรียนรู้การสอนสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้				
การวัดและประเมินผล	กระบวนการรวบรวมข้อมูลและการตัดสินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนได้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หรือไม่	1. เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม				
		2. ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย				
		3. เครื่องมือวัดผลมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียน				
ข้อเสนอแนะ	เอกสารหรือแหล่งข้อมูลที่ครูจัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนใช้เป็นแนวทางในการศึกษาเนื้อหาบทเรียน โดยมุ่งเน้นการนำเสนอข้อมูลสำคัญ	1. ใบื่อนำเสนอเนื้อหาได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย				
		2. ใบเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้				
		3. ใบเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้				

ประเด็นการประเมิน	นิยามศัพท์	ข้อคำถาม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
แบบฝึกหัด	บทเรียน โดยมุ่งเน้นการนำเสนอข้อมูลสำคัญในรูปแบบที่เข้าใจง่าย และช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4. ใบเนื้อหาใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน				
	เอกสารหรือชุดคำถามที่ใช้ในการฝึกฝนหรือทบทวนความรู้ในหัวข้อที่เรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะและความเข้าใจในเนื้อหา	1. ใบแบบฝึกหัดบรรยายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน 2. ใบแบบฝึกหัดสอดคล้องกับเนื้อหาที่กำหนดไว้ 3. ใบแบบฝึกหัดความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน				
	ใบมอบหมายงาน	1. ใบมอบหมายงานระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน 2. ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ 3. ใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน 4. มีระยะเวลาที่กำหนดไว้ในใบมอบหมายงานเหมาะสมกับความซับซ้อนของงาน				
	ใบสังเกตหรือเครื่องมือที่ครูใช้สำหรับรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมหรือการปฏิบัติงานของผู้เรียนระหว่างการเรียนการสอน หรือในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาโดยมีการกำหนดจุดพิจารณาและระดับการปฏิบัติงานอย่างชัดเจน	1. จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมระบุพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตไว้อย่างชัดเจน 2. จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 3. ระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมมีความชัดเจนและเหมาะสม 4. จุดพิจารณาและระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถและลักษณะของผู้เรียน				

ประเด็นการประเมิน	นิยามศัพท์	ข้อคำถาม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
ใบตรวจให้คะแนนประเมิน	เอกสารหรือเครื่องมือที่ครูใช้สำหรับประเมินผล การปฏิบัติงานโดยแสดงรายการประเมินและ น้ำหนักคะแนนในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน	1. ใบตรวจให้คะแนนระบุน้ำหนักคะแนนการประเมินไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย				
		2. รายการประเมินในใบตรวจให้คะแนนสอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน				
		3. ใบตรวจให้คะแนนมีรายการประเมินที่ครอบคลุมประเด็นสำคัญของขั้นตอนการปฏิบัติงาน				
		4. ใบตรวจให้คะแนนมีการระบุคะแนนเต็มและช่องสำหรับบันทึกคะแนนอย่างครบถ้วน				
		5. ใบตรวจให้คะแนนสามารถประเมินขั้นตอนการปฏิบัติงานตามที่ระบุไว้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์				
คู่มือครู	เอกสารหรือสื่อที่จัดทำขึ้นเพื่อช่วยครูในการจัดการเรียนการสอน โดยมีเนื้อหาและแนวทางที่ชัดเจนในการดำเนินการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	1. คู่มือครูมีการอธิบายเนื้อหาวิชาอย่างชัดเจนและครบถ้วน				
		2. คู่มือครูมีแนวทางการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม				
		3. คู่มือครูมีคำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง				
		4. คู่มือครูครอบคลุมเนื้อหาและแนวทางที่จำเป็นสำหรับการสอน				
		5. คู่มือครูมีรูปแบบที่ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้จริงในชั้นเรียน				

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)



แบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

คำชี้แจง : แบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เป็นแบบสอบถามความเหมาะสมและขอเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบชิมพ์ชัน

ผู้วิจัยจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ ได้ทำการกรอกข้อมูลตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด ข้อมูลที่ได้จากท่านจะนำไปแปลผลและสรุปรวม ซึ่งไม่มีผลต่อตัวท่านและสถานศึกษาแต่อย่างใด เครื่องมือในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินความเหมาะสม

ตอนที่ 2 : รายการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ

ตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินความเหมาะสม กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง () ที่ตรงกับข้อมูลของท่าน ตามความเป็นจริง

1. เพศ

() ชาย () หญิง

2. วุฒิการศึกษา

() ปริญญาตรี () ปริญญาโท () ปริญญาเอก หรือสูงกว่า

3. ประสบการณ์ในการทำงานด้านการสอน

() ต่ำกว่า 5 ปี () 6 - 10 ปี
() 11 - 15 ปี () 15 ปีขึ้นไป

ตอนที่ 2 : รายการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง () ประเมินตามความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การประเมินความเหมาะสมดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
สาระสำคัญของเนื้อหา						
1	การใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย โดยเน้นเฉพาะประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเนื้อหา					
2	สาระสำคัญครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้					
3	สาระสำคัญของเนื้อหา มีความสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา					
จุดประสงค์การเรียนรู้						
1	จุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย					
2	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
3	จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดผลได้อย่างชัดเจน					
4	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร					
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม						
1	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน					
2	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้					
3	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแสดงถึงผลลัพธ์ของการเรียนรู้ได้					
4	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน					
เนื้อหาสาระ						
1	เนื้อหาสาระที่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ					
2	เนื้อหาสาระมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้					
3	เนื้อหาสาระครอบคลุมหัวข้อสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้					
4	เนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความเข้าใจของผู้เรียน					
5	เนื้อหาสาระตอบสนองความต้องการหรือแนวโน้มในบริบทปัจจุบัน					
1	กิจกรรมการเรียนการสอนมีความชัดเจนและครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	กิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทั้งในเชิงวิเคราะห์และปฏิบัติจริง					
3	กิจกรรมการเรียนการสอนมีการใช้ทรัพยากรหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้					

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
4	กิจกรรมการเรียนรู้การสอนมีความหลากหลายและตอบสนองความต้องการของผู้เรียน					
5	กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน					
6	กิจกรรมการเรียนรู้การสอนสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้					
แผนการวัดผลกิจกรรม						
1	เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2	ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย					
3	เครื่องมือวัดผลมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียน					
ใบเนื้อหา						
1	ใบเนื้อหานำเสนอเนื้อหาได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย					
2	ใบเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้					
3	ใบเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้					
4	ใบเนื้อหาใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน					
ใบแบบฝึกหัด						
1	ใบแบบฝึกหัดระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน					
2	ใบแบบฝึกหัดสอดคล้องกับใบเนื้อหาที่กำหนดไว้					
3	ใบแบบฝึกหัดความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน					
ใบมอบหมายงาน						
1	ใบมอบหมายงานระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน					
2	ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้					
3	ใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน					
4	มีระยะเวลากำหนดในใบมอบหมายงานเหมาะสมกับความซับซ้อนของงาน					
ใบสังเกตพฤติกรรม						
1	จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมระบุพฤติกรรมที่ต้องการสังเกตไว้อย่างชัดเจน					

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
2	จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
3	ระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมมีความชัดเจนและเหมาะสม					
4	จุดพิจารณาและระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถและลักษณะของผู้เรียน					
ใบตรวจให้คะแนน						
1	ใบตรวจให้คะแนนระบุน้ำหนักคะแนนการประเมินไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย					
2	รายการประเมินในใบตรวจให้คะแนนสอดคล้องกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน					
3	ใบตรวจให้คะแนนมีรายการประเมินที่ครอบคลุมประเด็นสำคัญของขั้นตอนการปฏิบัติงาน					
4	ใบตรวจให้คะแนนมีการระบุคะแนนเต็มและช่องสำหรับบันทึกคะแนนอย่างครบถ้วน					
5	ใบตรวจให้คะแนนสามารถประเมินขั้นตอนการปฏิบัติงานตามที่ระบุไว้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์					
บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน						
1	บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน มีความครอบคลุม					
2	บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอนมีความสะดวก					
คู่มือครู						
1	คู่มือครูมีการอธิบายเนื้อหาวิชาอย่างชัดเจนและครบถ้วน					
2	คู่มือครูมีแนวทางการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
3	คู่มือครูมีคำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง					
4	คู่มือครูครอบคลุมเนื้อหาและแนวทางที่จำเป็นสำหรับการสอน					
5	คู่มือครูมีรูปแบบที่ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้จริงในชั้นเรียน					

ตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....
(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ



ภาคผนวก ค

- ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ(Test Blueprint) ภาคปฏิบัติ
- ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวการพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน
- ผลการศึกษาแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน
- ผลการออกแบบเชิงวิศวกรรม การสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน
- ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ของแบบประเมินความเหมาะสมชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน
- ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน โดยผู้เชี่ยวชาญ (n=9)
- ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน
- ผลการทดสอบวัดผลหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าดร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน (Post-test) โดยใช้แบบฝึกทักษะการปฏิบัติงานเป็นลักษณะแบบสังเกตโดยวิธีการ (Rubrics Score)
- ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซันกับเกณฑ์

ผังการสร้างแบบทดสอบ (Test Blueprint) ภาคปฏิบัติ

รหัสวิชา 20102-2012 วิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน Basic NC Program 1-3-2

สาขาวิชา ช่างกลโรงงาน ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ เวลาที่ใช้ในการทดสอบ 8 ชม.

ตารางที่ ค-1 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ (Test Blueprint) ภาคปฏิบัติ

จุดประสงค์รายวิชา/ สมรรถนะรายวิชา/คำอธิบายรายวิชา	จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม (ปฏิบัติ)	กำหนดงานที่ใช้วัด สอบภาคปฏิบัติ	น้ำหนัก	เวลา (นาที)
จุดประสงค์รายวิชา 1. เข้าใจเกี่ยวกับระบบการทำงานของโปรแกรมเอ็นซี และโปรแกรมซีเอ็นซี ซิมูเลชั่น 2. มีทักษะเขียนโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน และฝึกปฏิบัติเครื่องจักรกลซีเอ็นซี 3. มีกิจนิสัยในการทำงานอย่างมีระเบียบแบบแผน มีความรับผิดชอบตนเอง และส่วนรวม ปฏิบัติงานตามหลักความปลอดภัย 4. ประยุกต์ใช้โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน เพื่อพัฒนาและสนับสนุนงานอาชีพ สมรรถนะรายวิชา 1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและกระบวนการใช้โปรแกรมซีเอ็นซี และการซิมูเลชั่น 2. เขียนและแสดงซิมูเลชั่น โปรแกรมเอ็นซี ตามหลักการ และกระบวนการเครื่องจักรกลซีเอ็นซี คำอธิบายรายวิชา ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับ ชนิด หลักการทำงาน และส่วนประกอบของเครื่องมือกลซีเอ็นซี ระบบแนวแกนศูนย์งาน ศูนย์เครื่อง โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน ปฏิบัติงานโดยใช้โปรแกรมซีเอ็นซีซิมูเลชั่น ตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรมสำหรับงานกลึง งานกัด รวมทั้งการปฏิบัติงานตามหลักความปลอดภัย	1. อธิบายโครงสร้างของโปรแกรมซีเอ็นซีงานกัดได้	1. เขียนโปรแกรมซีเอ็นซีกัดตามเส้นใช้เครื่องกัดซีเอ็นซี	10	40
	2. บอกรหัสจีโค้ด (G-Code) ในระบบซีเอ็นซีเบื้องต้นได้	ใช้เครื่องกัดซีเอ็นซีกัดชิ้นงานตามแบบที่กำหนด	15	60
	3. บอกรหัสเอ็มโค้ด (M-Code) ในระบบซีเอ็นซีเบื้องต้นได้		15	60
	4. เขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกัดได้		20	100
	5. ตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรมซีเอ็นซีได้		20	100
	6. ใช้เครื่องกัดซีเอ็นซีกัดชิ้นงานตามแบบที่กำหนดได้		20	120
			100	480

หมายเหตุ จุดประสงค์รายวิชา/สมรรถนะรายวิชา เลือกเฉพาะปฏิบัติเท่านั้น

ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวการพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน

ตารางที่ ค-2 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน

ประเด็นการศึกษา	ผลการศึกษา
1. สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน	การเรียนการสอนปัจจุบันเน้นการบรรยายโดยมีครูผู้สอนเป็นศูนย์กลางทำให้นักเรียนยังขาดความรู้และทักษะเรื่องการอ่านแบบงาน การวางแผนลำดับขั้นตอนการตัดเย็บระบบพิกัดตำแหน่งค่าตำแหน่งโคออร์ดิเนตแกน X, Y, และ Z การเลือกใช้ค่าความเร็วรอบและอัตราป้อน ให้เหมาะสมกับวัสดุชิ้นงาน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี
2. ผลการเรียนรู้และประเมินผล รายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน	ผลการเรียนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 มีนักเรียนจำนวน 16 คน ผลการเรียนรู้ 4.00 จำนวน 1 คนคิดเป็นร้อยละ 6.25 ผลการเรียนรู้ 3.50 จำนวน 3 คนคิดเป็นร้อยละ 18.75 ผลการเรียนรู้ 3.00 จำนวน 2 คนคิดเป็นร้อยละ 12.50 ผลการเรียนรู้ 2.00 จำนวน 6 คนคิดเป็นร้อยละ 37.50 ผลการเรียนรู้ 1.50 จำนวน 3 คนคิดเป็นร้อยละ 18.75 ผลการเรียนรู้ 1.00 จำนวน 1 คนคิดเป็นร้อยละ 6.25 เมื่อพิจารณาจากบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้และผลคะแนนรายหน่วยพบว่า หน่วยการเรียนรู้เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ซึ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาสาระสำคัญและระดับคะแนนมากที่สุด นักเรียนยังขาดความสนใจในเนื้อหา ขาดการเชื่อมโยงความรู้จากเนื้อหา ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
3. แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน	พัฒนาและใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด มีการจัดการเรียนการสอนโดยออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้แบบซิมพ์ชัน เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นทักษะปฏิบัติของผู้เรียน ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีองค์ความรู้ที่เพิ่มขึ้น พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการปฏิบัติได้

ตารางที่ ค-3 ผลการศึกษาแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด
ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปป์ชัน

ประเด็น	ผลการศึกษา
1) ข้อมูลเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ผู้เรียนจะต้องเข้าใจเรื่องเรขาคณิต และหลักการทำงานของเครื่องจักรกลซึ่งผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ในการทำงานหรือการฝึกประสบการณ์ในภาคอุตสาหกรรมต่อไปในอนาคต
2) การสังเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด มีเนื้อหาดังรายละเอียดต่อไปนี้ 1.1 หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี องค์ประกอบของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีและส่วนประกอบในการเคลื่อนที่ของระบบซีเอ็นซี 1.2 คำสั่งเบื้องต้นในการสร้างโปรแกรมซีเอ็นซี รหัสจีโค้ด(G-Code) รหัสเอ็มโค้ด(M-Code) และความหมาย 1.3 การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกัด โครงสร้างของโปรแกรมซีเอ็นซีงานกัด การตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรมซีเอ็นซี
3) การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนรู้แบบซิปป์ชัน	จากการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนรู้แบบซิปป์ชันจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จำนวน 5 งานวิจัยพบว่าการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนรู้แบบซิปป์ชัน มีทั้งหมด 7 ขั้นตอนขั้นที่มีความถี่ 3 ขั้นไปคือ 1. ขั้นการรับรู้ 2. ขั้นการเตรียมความพร้อม 3. ขั้นการสนองตอบภายใต้การควบคุม 4. ขั้นการให้ลงมือกระทำจนกลายเป็นกลไกที่สามารถกระทำตัวเอง (Mechanism) 5. ขั้นการกระทำอย่างชำนาญ 6. ขั้นการปรับปรุงและประยุกต์ใช้ 7. ขั้นการคิดริเริ่ม
4) แนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปป์ชัน	การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปป์ชัน มีแนวทางที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติช่วยพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี ผู้เรียนจะได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ การเรียนรู้ในลักษณะนี้ยังเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ ผู้เรียนมีโอกาสเผชิญกับสถานการณ์ที่น่าสนใจและท้าทายในการเรียนรู้มากขึ้น จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะ จะทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเรียนที่ต่อการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์รายวิชา

ตารางที่ ค-4 ผลการออกแบบเชิงวิศวกรรม การสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน



จากตารางที่ ค-4 การออกแบบร่างเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการสร้างชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน มีขั้นตอนดังนี้ 1) ศึกษาข้อมูลการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัดร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน 2) หลักการทำงาน 3) คำสั่งเบื้องต้น 4) การเขียนโปรแกรม 5) ใบเนื้อหา คู่มือ 6) ออกแบบการทดลอง 7) การทดลอง 1 8) การทดลอง 2 9) การทดลอง 3

แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ของแบบประเมินความเหมาะสมชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกวด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิฟชัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ตารางที่ ค-5 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ (IOC) เพื่อสร้างแบบประเมินความเหมาะสม

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
สาระสำคัญของเนื้อหา								
1.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
จุดประสงค์การเรียนรู้								
1.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม								
1.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
เนื้อหาสาระ								
1.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4.	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
5.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
กิจกรรมการเรียนการสอน								
1.	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
5.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

ตารางที่ ค-5 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ (IOC) เพื่อสร้างแบบประเมิน
ความเหมาะสม (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการ ประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
6.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
การวัดและ ประเมินผล								
1.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
4.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
ใบเนื้อหา								
1.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2.	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
ใบแบบฝึกหัด								
1.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้
ใบมอบหมายงาน								
1.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
ใบสังเกตพฤติกรรม								
1.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
ใบตรวจให้คะแนน								
1.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้

ตารางที่ ค-5 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ (IOC) เพื่อสร้างแบบประเมินความเหมาะสม (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	ผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
5.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
คู่มือครู								
1.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
2.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
3.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
4.	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้
5.	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้

จากตารางที่ ค-5 พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ (IOC) ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ สาระสำคัญของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ใบเนื้อหา ใบแบบฝึกหัด ใบมอบหมายงาน ใบสังเกตพฤติกรรม ใบตรวจให้คะแนน และคู่มือครู ผ่านเกณฑ์ ทุกข้อ

ตารางที่ ค-6 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด
รวมกับการเรียนรู้แบบซิปปาชั้น โดยผู้เชี่ยวชาญ (n=9)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับ ความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
1. สารสำคัญของเนื้อหา	4.70	0.14	มากที่สุด
1.1 การใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย โดยเน้นเฉพาะประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเนื้อหา	4.56	0.50	มากที่สุด
1.2 สารสำคัญครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	4.89	0.31	มากที่สุด
1.3 สารสำคัญของเนื้อหามีความสอดคล้องกับเนื้อหา รายวิชา	4.67	0.47	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	4.75	0.05	มากที่สุด
2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้อย่างชัดเจนและ เข้าใจง่าย	4.67	0.47	มากที่สุด
2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.78	0.42	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดผลได้อย่างชัดเจน	4.78	0.42	มากที่สุด
2.4 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานหรือ เป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร	4.78	0.42	มากที่สุด
3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.81	0.12	มากที่สุด
3.1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน	4.67	0.47	มากที่สุด
3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาการ เรียนรู้	4.78	0.42	มากที่สุด
3.3 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแสดงถึงผลลัพธ์ของการ เรียนรู้ได้	5.00	0.00	มากที่สุด
3.4 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับ ความสามารถของผู้เรียน	4.78	0.42	มากที่สุด
4. เนื้อหาสาระ	4.75	0.05	มากที่สุด
4.1 เนื้อหาสาระที่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.56	0.50	มากที่สุด
4.2 เนื้อหาสาระมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ประสงค์ เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3 เนื้อหาสาระครอบคลุมหัวข้อสำคัญที่เกี่ยวข้องกับ การเรียนรู้	4.78	0.42	มากที่สุด
4.4 เนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และ ความเข้าใจของผู้เรียน	4.89	0.31	มากที่สุด
4.5 เนื้อหาสาระตอบสนองความต้องการหรือแนวโน้มใน บริบทปัจจุบัน	4.89	0.31	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนการสอน	4.81	0.12	มากที่สุด
5.1 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความชัดเจนและ ครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.89	0.31	มากที่สุด

ตารางที่ ค-6 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด
ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปาชั้น โดยผู้เชี่ยวชาญ (n=9) (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับ ความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
5.2 กิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทั้งในเชิงวิเคราะห์และปฏิบัติจริง	4.78	0.42	มากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนการสอนมีการใช้ทรัพยากรหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้	4.78	0.42	มากที่สุด
5.4 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลายและตอบสนองความต้องการของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
5.5 กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน	4.89	0.31	มากที่สุด
5.6 กิจกรรมการเรียนการสอนสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้	5.00	0.00	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล	4.82	0.15	มากที่สุด
6.1 เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.89	0.31	มากที่สุด
6.2 ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.89	0.31	มากที่สุด
6.3 เครื่องมือวัดผลมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
7. ใบเนื้อหา	4.89	0.09	มากที่สุด
7.1 ใบเนื้อหาแนะนำเสนอเนื้อหาได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.89	0.31	มากที่สุด
7.2 ใบเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้	4.78	0.42	มากที่สุด
7.3 ใบเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
7.4 ใบเนื้อหาใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน	4.78	0.42	มากที่สุด
8. ใบแบบฝึกหัด	4.63	0.05	มากที่สุด
8.1 ใบแบบฝึกหัดระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน	4.67	0.47	มากที่สุด
8.2 ใบแบบฝึกหัดสอดคล้องกับใบเนื้อหาที่กำหนดไว้	4.67	0.47	มากที่สุด
8.3 ใบแบบฝึกหัดความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน	4.56	0.50	มากที่สุด
9. ใบมอบหมายงาน	4.93	0.05	มากที่สุด
9.1 ใบมอบหมายงานระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ ค-6 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด
รวมกับการเรียนรู้แบบซิปปาชั้น โดยผู้เชี่ยวชาญ (n=9) (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับ ความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
9.2 ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิง พฤติกรรมที่กำหนดไว้	5.00	0.00	มากที่สุด
9.3 ใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับ ความสามารถของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
9.4 ใบมอบหมายงานระบุเกณฑ์การประเมินและวิธีการ ให้คะแนนไว้อย่างชัดเจน	4.78	0.42	มากที่สุด
9.5 มีระยะเวลากำหนดในใบมอบหมายงานเหมาะสมกับ ความซับซ้อนของงาน	5.00	0.00	มากที่สุด
10. ใบสังเกตพฤติกรรม	4.86	0.09	มากที่สุด
10.1 จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมระบุพฤติกรรมที่ ต้องการสังเกตไว้อย่างชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
10.2 จุดพิจารณาในใบสังเกตพฤติกรรมสอดคล้องกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
10.3 ระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกตพฤติกรรมมีความ ชัดเจนและเหมาะสม	4.89	0.31	มากที่สุด
10.4 จุดพิจารณาและระดับการปฏิบัติงานในใบสังเกต พฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถและลักษณะ ของผู้เรียน	4.89	0.31	มากที่สุด
11. ใบตรวจให้คะแนน	4.96	0.09	มากที่สุด
11.1 ใบตรวจให้คะแนนระบุน้ำหนักคะแนนการประเมิน ไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.78	0.42	มากที่สุด
11.2 รายการประเมินในใบตรวจให้คะแนนสอดคล้องกับ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	5.00	0.00	มากที่สุด
11.3 ใบตรวจให้คะแนนมีรายการประเมินที่ครอบคลุม ประเด็นสำคัญของขั้นตอนการปฏิบัติงาน	4.89	0.31	มากที่สุด
10.4 ใบตรวจให้คะแนนมีการระบุคะแนนเต็มและช่อง สำหรับบันทึกคะแนนอย่างครบถ้วน	5.00	0.00	มากที่สุด
11.5 ใบตรวจให้คะแนนสามารถประเมินขั้นตอนการ ปฏิบัติงานตามที่ระบุไว้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์	4.89	0.31	มากที่สุด
12. คู่มือครู	4.76	0.08	มากที่สุด
12.1 คู่มือครูมีการอธิบายเนื้อหาวิชาอย่างชัดเจนและ ครบถ้วน	4.67	0.47	มากที่สุด
12.2 คู่มือครูมีแนวทางการสอนที่สอดคล้องกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.78	0.42	มากที่สุด

ตารางที่ ค-6 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน โดยผู้เชี่ยวชาญ (n=9) (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
12.3 คู่มือครุมีคำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	4.78	0.42	มากที่สุด
12.4 คู่มือครุครอบคลุมเนื้อหาและแนวทางที่จำเป็นสำหรับการสอน	4.67	0.47	มากที่สุด
12.5 คู่มือครุมีรูปแบบที่ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้จริงในชั้นเรียน	4.89	0.31	มากที่สุด
รวม	4.83	0.10	มากที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยคำนวณหา ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกณฑ์การแปลความหมาย ค่าเฉลี่ย (บุญชม, 2560)

- 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก
- 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ ปานกลาง
- 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อย
- 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

จากตารางที่ ค-6 ผลการศึกษาความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สันโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.83$, S.D. = 0.09) เมื่อพิจารณาเป็นรายการประเมิน พบว่า ใบมอบหมายงาน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.96$, S.D. = 0.09) รองลงมา คือ ใบสังเกตพฤติกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.94$, S.D. = 0.06) และการวัดและประเมินผล อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.93$, S.D. = 0.05) ตามลำดับ

ตารางที่ ค-7 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของของชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งาน
ก๊ัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน มีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับ 80/80

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน		คะแนนหลังเรียน (100 คะแนน)
	1.ใบงานปฏิบัติที่1	รวม(100 คะแนน)	
คนที่ 1	82	82	85
คนที่ 2	72	72	75
คนที่ 3	76	76	82
คนที่ 4	85	85	90
คนที่ 5	90	90	94
คนที่ 6	82	82	85
คนที่ 7	74	74	78
คนที่ 8	82	82	85
คนที่ 9	86	86	91
คนที่ 10	76	76	85
คนที่ 11	74	74	82
คนที่ 12	86	86	90
คนที่ 13	85	85	90
คนที่ 14	75	75	76
คนที่ 15	75	75	76
คนที่ 16	82	82	84
คนที่ 17	80	80	80
คนที่ 18	79	79	80
คนที่ 19	85	85	85
คนที่ 20	85	85	90
คนที่ 21	80	80	82
คนที่ 22	82	82	85
คนที่ 23	80	80	82
คนที่ 24	76	76	80
คนที่ 25	72	72	75
รวม		80.04	83.48

ประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊ัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน
เท่ากับ 80.04/83.48 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

จากตารางที่ ค-7 คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจากการทำใบงานระหว่างเรียนในขณะที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน มีคะแนนเฉลี่ย 80.04 จากคะแนนเต็ม 100 คิดเป็นร้อยละ 80.04 และได้ทำการประเมินผลการเรียนรู้หลังเรียนกับนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 83.48 จากคะแนนเต็ม 100 คิดเป็นร้อยละ 83.48 แสดงว่า ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.04/83.48 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

ตารางที่ ค-8 ผลการทดสอบวัดผลหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานก๊าด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน (Post-test) โดยใช้แบบฝึกทักษะการปฏิบัติงานเป็นลักษณะแบบสังเกตโดยวิธีการ (Rubrics Score)

ลำดับที่	คะแนนทดสอบหลังเรียนเรียน
	ใบมอบหมายงานที่ 1
คนที่ 1	82
คนที่ 2	83
คนที่ 3	88
คนที่ 4	88
คนที่ 5	85
คนที่ 6	80
คนที่ 7	80
คนที่ 8	82
คนที่ 9	85
คนที่ 10	84
คนที่ 11	86
คนที่ 12	80
คนที่ 13	85
คนที่ 14	90
คนที่ 15	80
คนที่ 16	92
คนที่ 17	85
คนที่ 18	80
คนที่ 19	84
คนที่ 20	82
เฉลี่ย	84.05
S.D.	3.50

จากตารางที่ ค-8 ผลการทดสอบวัดผลหลังเรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกักร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน (Post-test) โดยใช้แบบฝึกทักษะการปฏิบัติงานเป็นลักษณะแบบสังเกตโดยวิธีการ (Rubrics Score) จำนวน 20 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 84.05 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.50

ตารางที่ ค-9 ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกักร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซันกับเกณฑ์

ทักษะการปฏิบัติงานของ นักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึก ทักษะ	n	$\bar{X}$	S.D.	t	df	P- Value*
	20	84.05	3.50	5.17	19	0.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ ค-9 ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกักร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน จำนวน 20 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 84.05 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.50 เมื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ มีทักษะการปฏิบัติงานเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 5.17$, $df = 19$, $p = 0.00$)



ภาคผนวก ง

- ค่าความเชื่อมั่นจากการสังเกตของเกณฑ์การประเมินระหว่างผู้ประเมิน โดยใช้โปรแกรม SPSS
- ข้อมูลการหาค่า t-test แบบ Mann-Whitney test
- ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกวด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์ซัน

ตารางที่ ง-1 ค่าความเชื่อมั่นจากการสังเกตของเกณฑ์การประเมินระหว่างผู้ประเมิน
โดยใช้โปรแกรม SPSS

Reliability

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	5	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	5	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.706	3

ตารางที่ ง-2 ข้อมูลการหาค่า t-test แบบ Mann-Whitney test

T-Test

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Posttest	20	84.05	3.502	.783

One-Sample Test

Test Value = 80

	t	df	Significance		Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
			One-Sided p	Two-Sided p		Lower	Upper
Posttest	5.173	19	<.001	<.001	4.050	2.41	5.69

One-Sample Effect Sizes

		Standardizer ^a	Point Estimate	95% Confidence Interval	
Posttest	Cohen's d	3.502	1.157	.577	1.718
	Hedges' correction	3.648	1.110	.554	1.649

a. The denominator used in estimating the effect sizes.

Cohen's d uses the sample standard deviation.

Hedges' correction uses the sample standard deviation, plus a correction factor.



การพัฒนาชุดฝึกทักษะ

เรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี

งานกักร่วมกับการเรียนรู้ แบบซิมพัซัน เพื่อส่งเสริมทักษะ

การเขียนโปรแกรมเอ็นซี

สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ



นายณรงค์ศักดิ์ พฤษาสวย

แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คำนำ

ในยุคที่เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว เทคโนโลยีซีเอ็นซี (Computerized numerical control: CNC) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ในอุตสาหกรรม การเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซีเป็นทักษะที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในสายงานช่างอุตสาหกรรม ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนในระดับ ปวช. 2 ได้ฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด อันเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีทำการผลิตชิ้นงานต่าง ๆ ได้

ชุดฝึกทักษะนี้ได้รับการออกแบบเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริง เน้นการฝึกฝน อย่างเป็นระบบขั้นตอน พร้อมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ ในการปฏิบัติงานตามหลักความปลอดภัย ทั้งนี้ ชุดฝึกทักษะดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาทักษะและความรู้ในการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการประกอบอาชีพ ในสายงานช่างอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ

นายณรงค์ศักดิ์ พญาสว



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกั๊ดๆ	1
แผนการวัดผลกิจกรรม	5
ใบเนื้อหา	6
แบบฝึกหัด	17
ใบมอบหมายงาน	25
ใบสั่งงาน	34
แบบสังเกตพฤติกรรม	36
ใบตรวจให้คะแนน	40
คู่มือครู	41
บันทึกหลังสอน	33



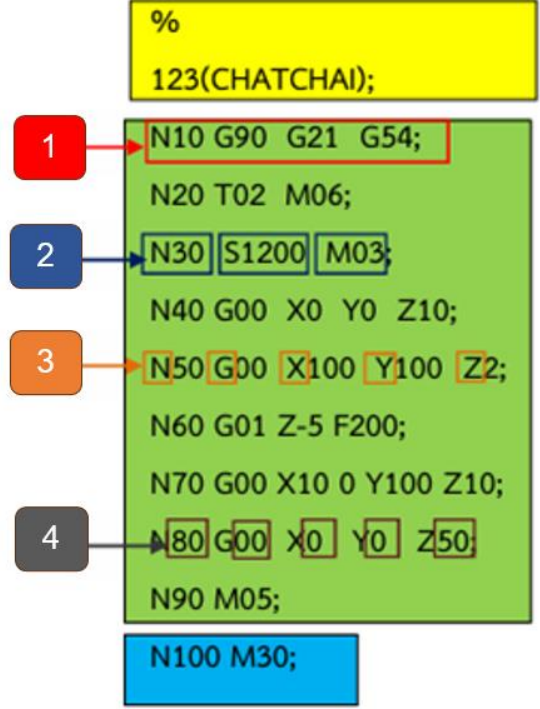
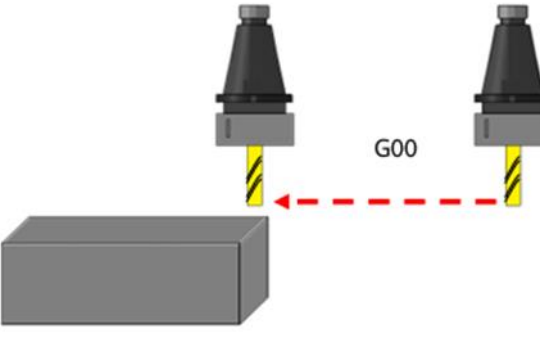
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา	
วิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	ระดับ ปวช.
เรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	ระยะเวลา 8 ชม.
สาระสำคัญของเนื้อหา การควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะต้องอาศัยการเขียนคำสั่งควบคุมเรียกว่า โค้ด (Code) การเขียนคำสั่งอาศัยหลักการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ได้แก่ เรขาคณิตวิเคราะห์ ระบบพิกัด เส้นตรง วงกลม เส้นโค้ง แรง ความเร็ว การเคลื่อนที่ โปรแกรมซีเอ็นซี จะประกอบไปด้วยกลุ่มคำสั่ง 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) คำสั่งสำหรับควบคุมขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม (Program Technical Commands) 2) คำสั่งทางเรขาคณิต (Geometrical Commands) และ 3) คำสั่งทางเทคนิค (Technological Commands) จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. เข้าใจหลักการและกระบวนการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด 2. สามารถเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ตามแบบงานที่กำหนดได้ 3. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงานเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ และตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมก่อนนำไปใช้งาน 4. สามารถประยุกต์ใช้หลักการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด กับการเขียนโปรแกรมเอ็นซี ควบคุมเครื่องจักรกลอัตโนมัติซีเอ็นซีชนิดอื่นๆได้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. อธิบายโครงสร้างของโปรแกรมซีเอ็นซีงานกัดได้ 2. บอกรหัสจีโค้ด(G-Code) ในระบบซีเอ็นซีเบื้องต้นได้ 3. บอกรหัสเอ็มโค้ด(M-Code) ในระบบซีเอ็นซีเบื้องต้นได้ 4. เขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกัดได้ 5. ตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรมซีเอ็นซีได้ 6. ใช้เครื่องกัดซีเอ็นซีกัดชิ้นงานตามแบบที่กำหนดได้ เนื้อหาสาระ 1. โครงสร้างของโปรแกรมซีเอ็นซีงานกัด 2. คำสั่งเบื้องต้นในการสร้างโปรแกรมซีเอ็นซี 3. การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกัด	
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะ	ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสว
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

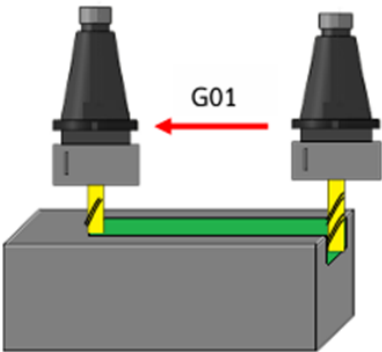
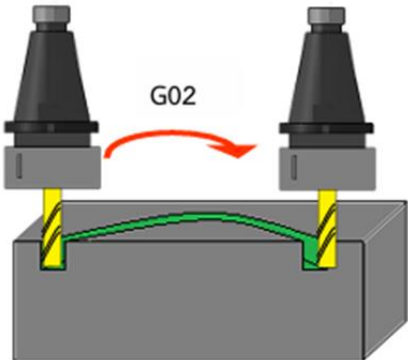
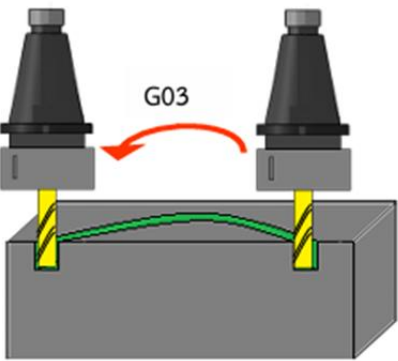
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปป้า					
วิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)					ระดับ ปวช.
เรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด					ระยะเวลา 8 ชม.
เนื้อหาสาระ					
การควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะต้องอาศัยการเขียนคำสั่งควบคุมเรียกว่า โค้ด (Code) การเขียนคำสั่งอาศัยหลักการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ได้แก่ เรขาคณิตวิเคราะห์ ระบบพิกัด เส้นตรง วงกลม เส้นโค้ง แรง ความเร็ว การเคลื่อนที่ โปรแกรมซีเอ็นซี จะประกอบไปด้วยกลุ่มคำสั่ง 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) คำสั่งสำหรับควบคุมขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม (Program Technical Commands) 2) คำสั่งทางเรขาคณิต (Geometrical Commands) 3) คำสั่งทางเทคนิค (Technological Commands)					
กิจกรรมการเรียนรู้/สื่อการสอน/การวัดผล					
ชั้นตอนซิปป้า	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เวลา(นาที)
ขั้นการรับรู้	งานกัดซีเอ็นซี	-ครูอธิบายเกี่ยวกับระบบ CNC, โปรแกรม CNC, การกัด (Milling) และ ความสำคัญของ G-Code และ M-Code -นำเสนอสื่อภาพเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของเครื่อง CNC	-นักเรียนดูวิดีโอที่แสดงการทำงานของเครื่อง CNC -ถาม-ตอบเกี่ยวกับโครงสร้างของโปรแกรม CNC และ การใช้ G-Code และ M-Code	-คลิปวิดีโอที่แสดงการทำงานของเครื่อง CNC -เครื่อง CNC	45
ขั้นการเตรียมความพร้อม	-โครงสร้างของโปรแกรมซีเอ็นซีงานกัด -คำสั่งเบื้องต้นในการสร้างโปรแกรมซีเอ็นซี -การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกัด	-ครูอธิบายเกี่ยวกับการ ตั้งค่าตำแหน่งเริ่มต้น บนเครื่อง CNC -แนะนำการใช้คำสั่งเริ่มต้นในโปรแกรม CNC เช่น G21, G90, G17, M03 -ให้นักเรียนดูการสาธิตการเขียนโปรแกรมที่ใช้คำสั่งเริ่มต้น	-นักเรียนเตรียมเครื่องมือการเขียนโปรแกรม (กระดาษ/คอมพิวเตอร์) -นักเรียนเริ่มเขียนโปรแกรม CNC ง่ายๆ โดยใช้คำสั่งเริ่มต้น เช่น G21, G17, M03 -ทดลองแก้ไขโปรแกรมให้เหมาะสมกับสถานการณ์จริง เช่น กำหนดตำแหน่งเริ่มต้นและสปินเดิล	-เอกสารใบเนื้อหา -เครื่อง CNC หรือซอฟต์แวร์จำลอง	45
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะ			ผู้สอน นายณรงค์ดี พญาสาย		
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

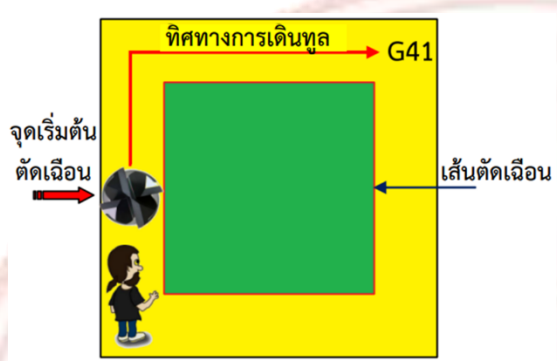
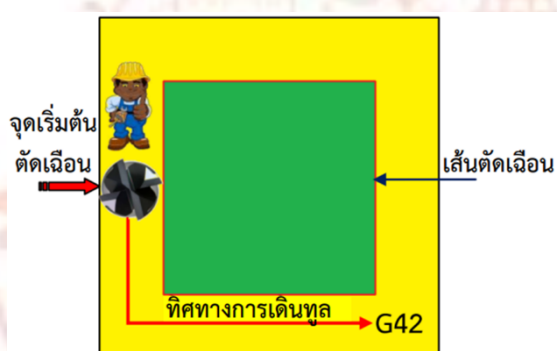
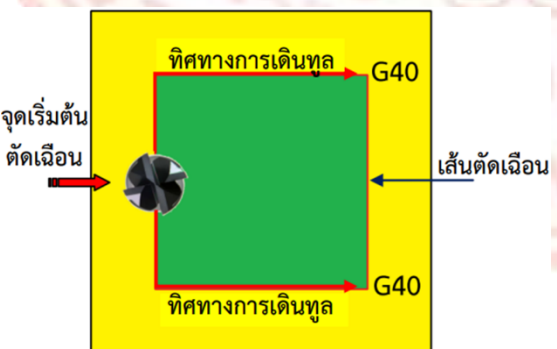
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิฟชัน					
วิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)					ระดับ ปวช.
เรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด					ระยะเวลา 8 ชม.
กิจกรรมการเรียนการสอน/สื่อการสอน/การวัดผล					
ขั้น ตอน ซิฟชัน	หัวข้อ เรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เวลา (นาที)
ขั้นการ สนองตอบ ภายใต้ การ ควบคุม	การเขียน โปรแกรม ซีเอ็นซี สำหรับ งานกัด	-ครูแนะนำการ เขียน โปรแกรม CNC สำหรับ งานกัดพื้นฐาน เช่น การ กัดรูหรือการกัดแนว เส้นตรง -ครูช่วยนักเรียนในการ ทบทวน G-Code และ M- Code ที่ใช้ -ให้คำแนะนำในการเขียน โปรแกรมจริงและ ตรวจสอบการทำงาน	-นักเรียนเขียนโปรแกรม CNC โดยใช้คำสั่ง G00, G01, M03 -นักเรียนทำงานกลุ่มหรือคู่ โดยร่วมกันเขียนโปรแกรม CNC สำหรับงานกัดพื้นผิว	-ใบเนื้อหาการ เขียน โปรแกรม ซีเอ็นซีสำหรับ งานกัด -แบบฝึกหัด	90
ขั้นการ ให้ลงมือ กระทำ จน กลายเป็น กลไกที่ สามารถ กระทำ ได้เอง	การเขียน โปรแกรม ซีเอ็นซี สำหรับ งานกัด	-ครูให้นักเรียน เขียน โปรแกรม CNC ด้วย ตนเอง โดยใช้คำสั่ง G- Code และ M-Code -ครูให้คำแนะนำเกี่ยวกับ การตรวจสอบโปรแกรม	-นักเรียนเขียนโปรแกรม CNC สำหรับการกัด รูปทรงที่ซับซ้อน เช่น การ กัดวงกลมหรือช่อง -นักเรียนทำการ ทดสอบ โปรแกรม โดยการใช้ ซอฟต์แวร์จำลอง CNC -นักเรียนตรวจสอบความ ถูกต้องและปรับปรุง โปรแกรม	แบบฝึกหัด การเขียน โปรแกรม CNC - ซอฟต์แวร์ จำลอง CNC	45
ขั้นการ กระทำ อย่าง ชำนาญ	การเขียน โปรแกรม ซีเอ็นซี สำหรับ งานกัด	-ครูให้โปรแกรมตัวอย่างที่ มีการใช้ G-Code และ M- Code ซับซ้อน เช่น การ กัดหลายขั้นตอนหรือการ กัดในหลายๆ ทิศทาง -ครูแนะนำวิธีการ แก้ไข ข้อผิดพลาดในโปรแกรม และตรวจสอบการทำงาน	-นักเรียนเขียนโปรแกรม CNC ที่ซับซ้อน เช่น การ กัดตามรูปทรงที่กำหนด -นักเรียนทดสอบ โปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ จำลองและปรับโปรแกรม ตามคำแนะนำของครู	-แบบฝึกหัด การเขียน โปรแกรมที่มี ความซับซ้อน -ซอฟต์แวร์ จำลอง CNC	90
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะ			ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พฤษาสวย		
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

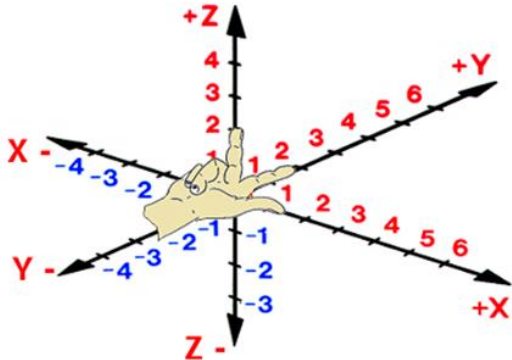
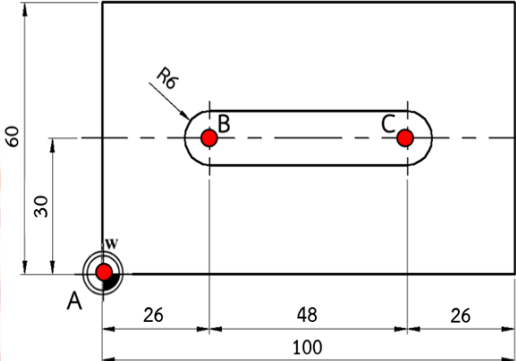
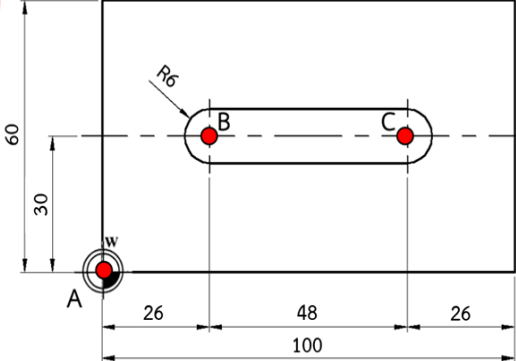
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบchimphichan					
วิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)				ระดับ ปวช.	
เรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด				ระยะเวลา 8 ชม.	
กิจกรรมการเรียนการสอน/สื่อการสอน/การวัดผล					
ชั้นตอนchimphichan	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เวลา(นาที)
ขั้นการปรับปรุงและประยุกต์ใช้	การตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรมซีเอ็นซีงานกัดใช้เครื่องกัดซีเอ็นซีกัดชิ้นงานตามแบบที่กำหนดได้	-ครูอธิบายวิธีการ ปรับโปรแกรม CNC ให้เหมาะสมกับสภาพงานจริง -แนะนำการปรับแต่งโปรแกรม CNC ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น การตั้งค่า Feedrate หรือการเลือกใช้เครื่องมืองานกัดในส่วนที่บกพร่อง	-นักเรียนปรับโปรแกรม CNC ที่เขียนขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับการทำงานจริง -นักเรียนทดสอบโปรแกรมด้วยการใช้เครื่อง CNC หรือซอฟต์แวร์จำลอง	-เครื่อง CNC หรือซอฟต์แวร์จำลอง -ใบมอบหมายงาน	45
ขั้นการคิดริเริ่ม	การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกัดใช้เครื่องกัดซีเอ็นซีกัดชิ้นงานตามแบบที่กำหนดได้	-ครูให้คำแนะนำเกี่ยวกับการ คิดริเริ่ม และการออกแบบโปรแกรม CNC สำหรับงานที่ไม่มีตัวอย่างหรือไม่เคยมีมาก่อน -ครูแนะนำวิธีการใช้โปรแกรมในรูปแบบที่มีความซับซ้อนขึ้น	-นักเรียนออกแบบโปรแกรม CNC สำหรับงานที่ซับซ้อน -นักเรียนทดสอบโปรแกรมที่ออกแบบและตรวจสอบการทำงาน	-เครื่อง CNC หรือซอฟต์แวร์จำลอง -ใบสั่งงานการออกแบบโปรแกรม CNC	45
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดฝึกทักษะ			ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พฤษาสวย		
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

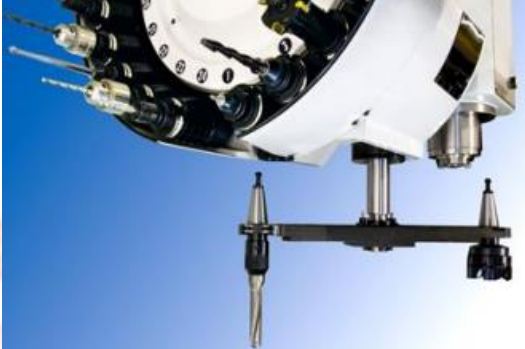
แผนการพัฒนกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิฟชั่น					
วิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)					
เรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด					
ขั้นตอน		จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม		สื่อการสอน	เครื่องมือประเมิน
1. ขั้นการรับรู้		- อธิบายโครงสร้างของโปรแกรมซีเอ็นซีงานกัดได้		- ใบเนื้อหา 1/11 - แบบฝึกหัด 1/8	แบบสังเกตพฤติกรรม
2. ขั้นการเตรียมความพร้อม		- บอกรหัสจีโค้ด(G-Code) ในระบบซีเอ็นซีเบื้องต้นได้ - บอกรหัสเอ็มโค้ด(M-Code) ในระบบซีเอ็นซีเบื้องต้นได้		- เครื่อง CNC ของจริง - ใบเนื้อหา 1-6/11 - แบบฝึกหัด 2-3/8	แบบสังเกตพฤติกรรม
3. ขั้นการสนองตอบภายใต้การควบคุม		- เขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกัดได้		- เครื่อง CNC ของจริง	แบบสังเกตพฤติกรรม
4. ขั้นการให้ลงมือกระทำจนกลายเป็นกลไกที่สามารถกระทำตัวเอง		- เขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกัดได้ - ตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรมซีเอ็นซีได้		- ใบเนื้อหา 6-8/11 - แบบฝึกหัด 4-5/8	แบบสังเกตพฤติกรรม
5. ขั้นการกระทำอย่างชำนาญ		- เขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกัดได้ - ตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรมซีเอ็นซีได้		- ใบเนื้อหา 9-11/11 - แบบฝึกหัด 6-8/8	แบบสังเกตพฤติกรรม
6. ขั้นการปรับปรุงและประยุกต์ใช้		- ใช้เครื่องกัดซีเอ็นซีติดตั้งงานตามแบบที่กำหนดได้		- เครื่อง CNC ของจริง - ใบมอบหมายงาน	แบบสังเกตพฤติกรรม
7. ขั้นการคิดริเริ่ม		- ใช้เครื่องกัดซีเอ็นซีติดตั้งงานตามแบบที่กำหนดได้		- เครื่อง CNC ของจริง - ใบส่งงาน	แบบสังเกตพฤติกรรม
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พงษ์สาย			
แผนการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธ ีทอง			

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	ใบเนื้อหา	1 / 11
คำสั่งจีโค้ด สำหรับงานกัดซีเอ็นซี			
รูปภาพ		คำอธิบาย	
		 ส่วนหัวของโปรแกรม เป็นส่วนที่คอนโทรลเลอร์กำหนดให้เขียนรายละเอียด เช่น สัญลักษณ์ของ ISO Program (%) หมายเลขโปรแกรม และ ชื่อโปรแกรมเช่น 0123(CHATCHAI)  ส่วนตัวโปรแกรมหรือตัวโปรแกรมเอ็นซี จะประกอบไปด้วย จีโค้ด เอ็มโค้ด และโค้ดอื่นที่สั่งให้เครื่องมือตัดและเครื่องจักรทำงาน  ส่วนท้ายของโปรแกรม ท้ายโปรแกรมจะกำหนดลักษณะการจบโปรแกรมด้วยคำสั่ง M30 หรือ M02  บล็อก(BLOCK) หรือ บรรทัด  เวิร์ด(Word) หรือ คำ  โค้ด(Code)  ตัวเลขกำกับโค้ด	
		คำสั่ง G00 การเคลื่อนที่แนวเส้นตรงของเครื่องมือตัดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่อง (Rapid Traverse) โดยเครื่องมือตัดอยู่เหนือชิ้นงาน	
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสว	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ใบเนื้อหา	2 / 11
คำสั่งจีโค้ด สำหรับงานกัดซีเอ็นซี				
รูปภาพ		คำอธิบาย		
		คำสั่ง G01 การเคลื่อนที่แนวเส้นตรงของเครื่องมือตัดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งลึกเข้าไปในเนื้อชิ้นงานด้วยอัตราป้อน (Feed Rate) ที่กำหนด		
		คำสั่ง G02 การเคลื่อนที่แนวเส้นโค้งหรือวงกลมลึกเข้าไปในเนื้อของชิ้นงานทิศทางตามเข็มนาฬิกา		
		คำสั่ง G03 การเคลื่อนที่แนวเส้นโค้งหรือวงกลมลึกเข้าไปในเนื้อของชิ้นงานทิศทางทวนเข็มนาฬิกา		
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด			ผู้สอน นายณรงค์ดี พญาสววย	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ใบเนื้อหา	3 / 11
คำสั่งจีโค้ด สำหรับงานกัดซีเอ็นซี				
รูปภาพ		คำอธิบาย		
		คำสั่ง G41 เป็นคำสั่งชดเชยรัศมีของทูลโดยทูลอยู่ด้านซ้ายมือเส้นตัดเฉือนเมื่อมองตามหลังทิศทางการเดินของทูล		
		คำสั่ง G42 เป็นคำสั่งชดเชยรัศมีของทูลโดยทูลอยู่ด้านขวามือของเส้นตัดเฉือนเมื่อมองตามหลังทิศทางการเดินของทูล		
		คำสั่ง G40 เป็นคำสั่งยกเลิกการชดเชยรัศมีของมิดกัตโดยจุดศูนย์กลางทูลจะทับเส้นตัดเฉือน		
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด			ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พฤษาสวย	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

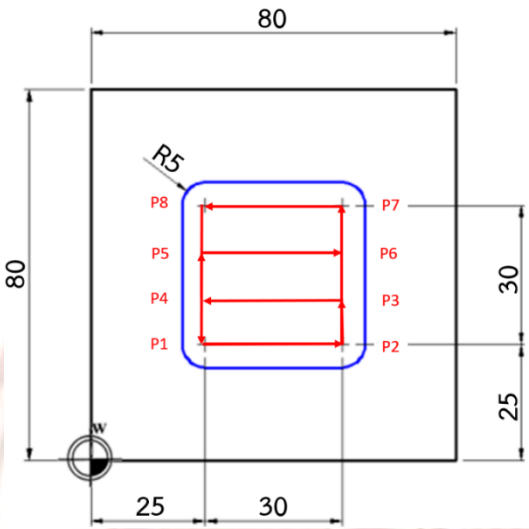
	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program) เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา ใบเนื้อหา 4 / 11														
คำสั่งจีโค้ด สำหรับงานกัดซีเอ็นซี																
รูปภาพ 	คำอธิบาย การเคลื่อนที่ไปยังจุดต่าง ๆ ที่ขึ้นงานหรือตำแหน่งต่าง ๆ บนโต๊ะงาน สามารถระบุตำแหน่งได้โดยมีแกน X แกน Y และแกน Z อ้างอิงจากจุดเริ่มต้นหรือ จุดตัดของแกนทั้ง 3 แกน ที่มีค่าในตำแหน่งที่แกน X แกน Y และแกน Z มีค่าเป็นศูนย์ โดยมีเครื่องหมายบวก และลบแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของแนวแกน สามารถหาทิศทาง บวกโดยใช้กฎมือขวาโดยนิ้วหัวแม่มือจะแทน แกน X นิ้วชี้แทนแกน Y และนิ้วกลางแทนแกน Z ด้านตรงข้ามที่นิ้วชี้ไปจะมีทิศทางเป็นลบ															
	การกำหนดตำแหน่งการเคลื่อนที่แบบสัมบูรณ์ (Absolute) ด้วยคำสั่ง G90 <table border="1" data-bbox="826 1115 1388 1366"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ตำแหน่ง</th><th colspan="2">Absolute (G90)</th></tr> <tr> <th>ค่าแกน X</th><th>ค่าแกน Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr> <td>B</td><td>26</td><td>30</td></tr> <tr> <td>C</td><td>74</td><td>30</td></tr> </tbody> </table>		ตำแหน่ง	Absolute (G90)		ค่าแกน X	ค่าแกน Y	A	0	0	B	26	30	C	74	30
ตำแหน่ง	Absolute (G90)															
	ค่าแกน X	ค่าแกน Y														
A	0	0														
B	26	30														
C	74	30														
	การกำหนดตำแหน่งการเคลื่อนที่แบบต่อเนื่อง (Incremental) ด้วยคำสั่ง G91 <table border="1" data-bbox="826 1496 1388 1747"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ตำแหน่ง</th><th colspan="2">Incremental (G91)</th></tr> <tr> <th>ค่าแกน X</th><th>ค่าแกน Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr> <td>B</td><td>26</td><td>30</td></tr> <tr> <td>C</td><td>48</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>		ตำแหน่ง	Incremental (G91)		ค่าแกน X	ค่าแกน Y	A	0	0	B	26	30	C	48	0
ตำแหน่ง	Incremental (G91)															
	ค่าแกน X	ค่าแกน Y														
A	0	0														
B	26	30														
C	48	0														
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสวอย														
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง														

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ใบเนื้อหา	5 / 11
คำสั่งเอ็มโค้ด สำหรับงานกัดซีเอ็นซี				
รูปภาพ		คำอธิบาย		
		คำสั่ง M03 เป็นคำสั่งเปิดเพลาสปินเดิลหมุนตามเข็มนาฬิกา คำสั่ง M04 เป็นคำสั่งเปิดเพลาสปินเดิลหมุนทวนเข็มนาฬิกา		
		คำสั่ง M06 เป็นคำสั่งเปลี่ยนเครื่องมืออัตโนมัติ		
		คำสั่ง M08 เป็นคำสั่งเปิดน้ำหล่อเย็น		
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด			ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พฤษาสวย	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

		วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา																						
		เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ใบเนื้อหา	6 / 11																					
คำสั่งเอ็มโค้ด สำหรับงานกัดซีเอ็นซี																										
รูปภาพ			คำอธิบาย																							
START N10 G00... N20 G00, G01, G02... M05 M02 START N10 G00... N20 G00, G01, G02... M05 M30			คำสั่ง M02 เป็นคำสั่งจบโปรแกรม คำสั่ง M30 เป็นคำสั่งจบโปรแกรมแล้วกลับไปจุดเริ่มต้นโปรแกรม																							
ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัด																										
80 80 P2 P3 P4 P5 P6 P1 R20 R20 60 10 60 W			ตัวอย่างที่ 1 จงเขียนโปรแกรมงานกัดตามเส้นขอบรูป โดยใช้คำสั่ง G00, G01, G02 และ G03 โดยกำหนดให้เขียนโปรแกรมเอ็นซีแบบสัมบูรณ์ (Absolute) กำหนดให้ความเร็วรอบเพลสปีนเดิล1200รอบ/นาที, สปีนเดิลหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา, ใช้ทูลหมายเลข 2 ตัดเฉือนชิ้นงาน, กัดงานลึก 2มิลลิเมตร, อัตราป้อน 100 มิลลิเมตร/นาทีที่กำหนดส่วนโค้งด้วยคำสั่งมีส่วนโค้ง (R) เริ่มตัดเฉือนงานจากจุด P1,P2,P3...ถึงP1ตามลำดับ <table><tr><td>ตำแหน่ง</td><td>แกน X</td><td>แกน Y</td></tr><tr><td>P1</td><td>10</td><td>30</td></tr><tr><td>P2</td><td>10</td><td>70</td></tr><tr><td>P3</td><td>50</td><td>70</td></tr><tr><td>P4</td><td>70</td><td>50</td></tr><tr><td>P5</td><td>70</td><td>10</td></tr><tr><td>P6</td><td>30</td><td>10</td></tr></table>			ตำแหน่ง	แกน X	แกน Y	P1	10	30	P2	10	70	P3	50	70	P4	70	50	P5	70	10	P6	30	10
ตำแหน่ง	แกน X	แกน Y																								
P1	10	30																								
P2	10	70																								
P3	50	70																								
P4	70	50																								
P5	70	10																								
P6	30	10																								
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด			ผู้สอน นายณรงค์ดี พญาสววย																							
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง																							

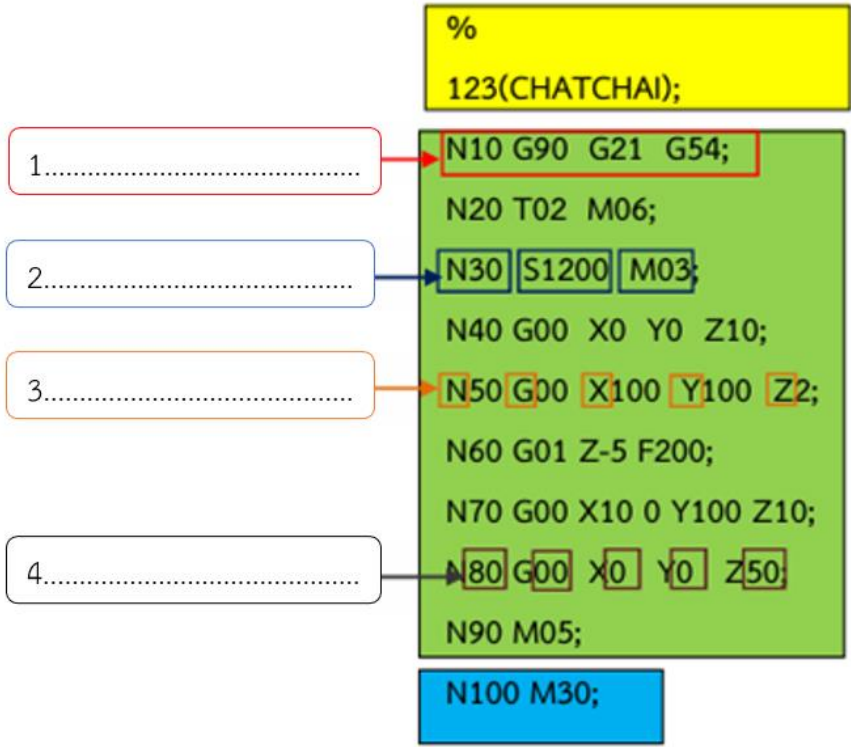
	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	ใบเนื้อหา	7 / 11
ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัด			
โปรแกรม		ความหมาย	
% 0123(Contour);		หัวโปรแกรมเขียนสัญลักษณ์ของ ISO Program (%) กำหนดหมายเลขโปรแกรมที่ 123 กำหนดชื่อโปรแกรม Contour	
N10 G90 G21 G54 ;		กำหนดการเขียนโปรแกรมแบบสัมบูรณ์ กำหนดหน่วยการเคลื่อนที่เป็นมิลลิเมตร กำหนดจุดศูนย์ขึ้นงานลำดับที่1	
N20 T02 M06 ;		เปลี่ยนเครื่องมือตัดไปใช้หมายเลข 2	
N30 S1200 M03 ;		กำหนดความเร็วเฟดสปินเดิล 1200 รอบต่อนาที หมุนทิศทางตามเข็มนาฬิกา	
N40 G00 X0 Y0 Z5 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงด้วยความเร็วสูงไปที่ตำแหน่ง X0 Y0 อยู่เหนือผิวงานในแกน Z 5 มิลลิเมตร	
N50 G00 X10 Y30 Z2 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงด้วยความเร็วสูงไปที่ตำแหน่ง X10 Y30 อยู่เหนือผิวงานในแกน Z 2 มิลลิเมตร	
N60 G01 X10 Y30 Z-2 F100 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนขึ้นงานไปที่ตำแหน่ง X10 Y30 กินลึกลงในผิวงาน 2 มิลลิเมตร อัตราป้อน 100 มม/นาที	
N70 G01 X10 Y70 Z-2 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนขึ้นงานไปที่ตำแหน่ง X10 Y70 กินลึกลงในผิวงาน 2 มิลลิเมตร	
N80 G01 X50 Y70 Z-2 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนขึ้นงานไปที่ตำแหน่ง X50 Y70 กินลึกลงในผิวงาน 2 มิลลิเมตร	
N90 G02 X70 Y50 Z-2 R20 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นโค้งทิศทางตามเข็มนาฬิกาตัดเฉือนขึ้นงาน ไปที่ตำแหน่ง X70 Y50 กินลึกลงในผิวงาน 2 มิลลิเมตร รัศมีส่วนโค้ง 20 มิลลิเมตร	
N100 G01 X70 Y10 Z-2 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนขึ้นงานไปที่ตำแหน่ง X70 Y10 กินลึกลงในผิวงาน 2 มิลลิเมตร	
N110 G01 X30 Y10 Z-2 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนขึ้นงานไปที่ตำแหน่ง X30 Y10 กินลึกลงในผิวงาน 2 มิลลิเมตร	
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสว	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

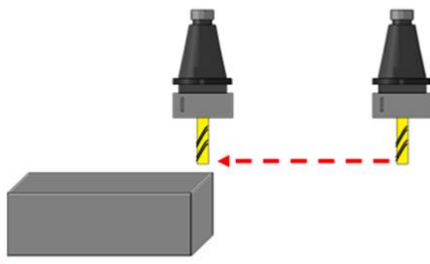
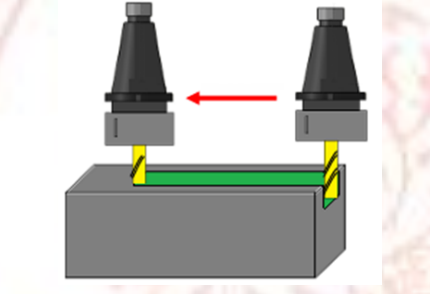
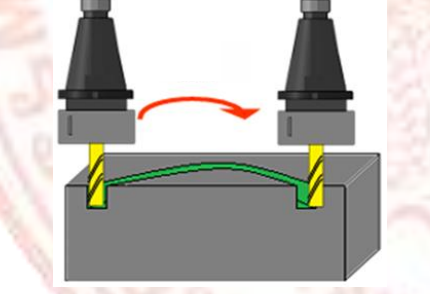
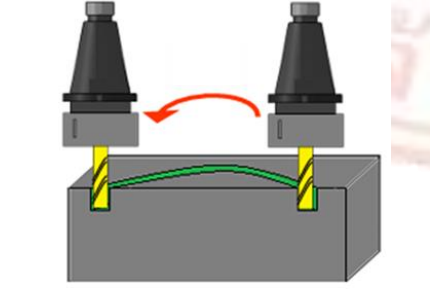
	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	ใบเนื้อหา	8 / 11
ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัด			
โปรแกรม		ความหมาย	
N120 G03 X10 Y30 Z-2 R20 ;	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นโค้งทิศทวนเข็มนาฬิกา ตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X10 Y30 กินลึกลงในผิวงาน 2 มิลลิเมตร รัศมีส่วนโค้ง 20 มิลลิเมตร		
N130 G00 X10 Y30 Z10 ;	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงด้วยความเร็วสูงไปที่ตำแหน่ง X10 Y30 อยู่เหนือผิวงานในแกน Z 10 มิลลิเมตร		
N140 G00 X0 Y0 Z50 ;	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงด้วยความเร็วสูงไปที่ตำแหน่ง X0 Y0 อยู่เหนือผิวงานในแกน Z 50มิลลิเมตร		
N150 M05 ;	ปิดเฟลสปีนเดิล		
N160 M30 ;	จบโปรแกรมแล้วกลับไปจุดเริ่มต้นโปรแกรม		
			
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสวอย	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

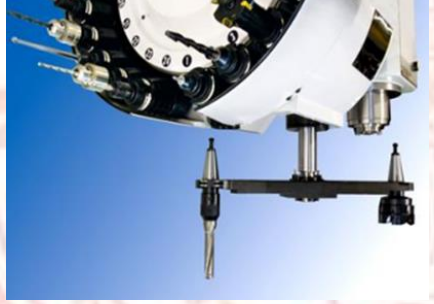
	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา																												
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ใบเนื้อหา	9 / 11																											
ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัดหลุมแบบสี่เหลี่ยม																															
		ตัวอย่างที่ 1 จงเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัดหลุมแบบสี่เหลี่ยมโดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน, กำหนดให้ใช้เครื่องมือตัด หมายเลข 1 ความเร็วรอบเพลา สปินเดิล 1250 รอบ/นาที่, หมุนใน ทิศทางตามเข็มนาฬิกา, อัตราป้อน 120 มิลลิเมตร/นาที่ และกัดหลุมลึก 5 มิลลิเมตร <table><tr><th>ตำแหน่ง</th><th>แกน X</th><th>แกน Y</th></tr><tr><td>P1</td><td>25</td><td>25</td></tr><tr><td>P2</td><td>55</td><td>25</td></tr><tr><td>P3</td><td>55</td><td>35</td></tr><tr><td>P4</td><td>25</td><td>35</td></tr><tr><td>P5</td><td>25</td><td>45</td></tr><tr><td>P6</td><td>55</td><td>45</td></tr><tr><td>P7</td><td>55</td><td>55</td></tr><tr><td>P8</td><td>25</td><td>55</td></tr></table>			ตำแหน่ง	แกน X	แกน Y	P1	25	25	P2	55	25	P3	55	35	P4	25	35	P5	25	45	P6	55	45	P7	55	55	P8	25	55
ตำแหน่ง	แกน X	แกน Y																													
P1	25	25																													
P2	55	25																													
P3	55	35																													
P4	25	35																													
P5	25	45																													
P6	55	45																													
P7	55	55																													
P8	25	55																													
โปรแกรม		ความหมาย																													
% O126(Pocket) ;		หัวโปรแกรมเขียนสัญลักษณ์ของ Iso Program (%) กำหนดหมายเลขโปรแกรมที่ 126 กำหนดชื่อโปรแกรม Pocket																													
N10 G90 G21 G54 ;		กำหนดการเขียนโปรแกรมแบบสัมบูรณ์ กำหนดหน่วยการเคลื่อนที่เป็นมิลลิเมตร กำหนดจุดศูนย์ขึ้นงานลำดับที่1																													
N20 T01 M06 ;		เปลี่ยนเครื่องมือตัดไปใช้툴หมายเลข 1																													
N30 S1250 M03 ;		กำหนดความเร็วเพลาสปินเดิล 1250 รอบต่อนาที หมุนทิศทางตามเข็มนาฬิกา																													
N40 G00 X0 Y0 Z5 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงด้วยความเร็วสูงไปที่ตำแหน่ง X0 Y0 อยู่เหนือผิวงานในแกน Z 5 มิลลิเมตร																													
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด			ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสวอย																												
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง																												

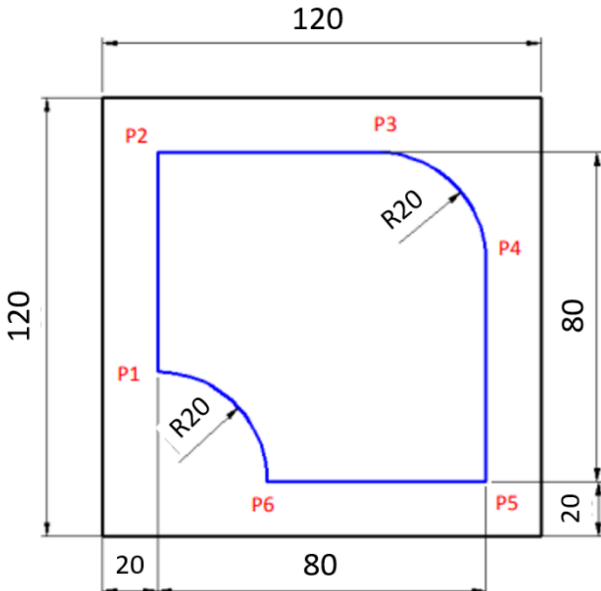
	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	ใบเนื้อหา	10 / 11
ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัด			
โปรแกรม		ความหมาย	
N50 G00 X25 Y25 Z5 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงด้วยความเร็วสูงไปที่ตำแหน่ง X25 Y25 อยู่เหนือผิวงานในแกน Z 5 มิลลิเมตร	
N60 G01 X25 Y25 Z-5 F120 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X25 Y25 กินลึกลงในผิวงาน 5 มิลลิเมตรด้วยอัตราป้อนตัด 120 มิลลิเมตรต่อนาที	
N70 G01 X55 Y25 Z-5 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X55 Y25 กินลึกลงในผิวงาน 5 มิลลิเมตร	
N80 G01 X55 Y35 Z-5 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X55 Y35 กินลึกลงในผิวงาน 5 มิลลิเมตร	
N90 G01 X25 Y35 Z-5 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X25 Y35 กินลึกลงในผิวงาน 5 มิลลิเมตร	
N100 G01 X25 Y45 Z-5 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X25 Y45 กินลึกลงในผิวงาน 5 มิลลิเมตร	
N110 G01 X55 Y45 Z-5 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X55 Y45 กินลึกลงในผิวงาน 5 มิลลิเมตร	
N120 G01 X55 Y55 Z-5 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X55 Y55 กินลึกลงในผิวงาน 5 มิลลิเมตร	
N130 G01 X25 Y55 Z-5 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X25 Y55 กินลึกลงในผิวงาน 5 มิลลิเมตร	
N140 G01 X25 Y25 Z-5 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X25 Y25 กินลึกลงในผิวงาน 5 มิลลิเมตร	
N150 G01 X55 Y25 Z-5 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X55 Y25 กินลึกลงในผิวงาน 5 มิลลิเมตร	
N160 G01 X55 Y55 Z-5 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X55 Y55 กินลึกลงในผิวงาน 5 มิลลิเมตร	
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสวอย	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	ใบเนื้อหา	11/ 11
ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัด			
โปรแกรม		ความหมาย	
N170 G01 X25 Y55 Z-5 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X25 Y55 กินลึกลงในผิวงาน 5 มิลลิเมตร	
N180 G01 X25 Y55 Z10 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X25 Y55 อยู่เหนือผิวงานในแกน Z 10 มิลลิเมตร	
N190 G00 X0 Y0 Z20 ;		เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงด้วยความเร็วสูงไปที่ตำแหน่ง X0 Y0 อยู่เหนือผิวงานในแกน Z 20 มิลลิเมตร	
N200 M05 ;		ปิดเฟลสปีนเดิล	
N210 M30 ;		จบโปรแกรมแล้วกลับไปจุดเริ่มต้นโปรแกรม	
			
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสวอย	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

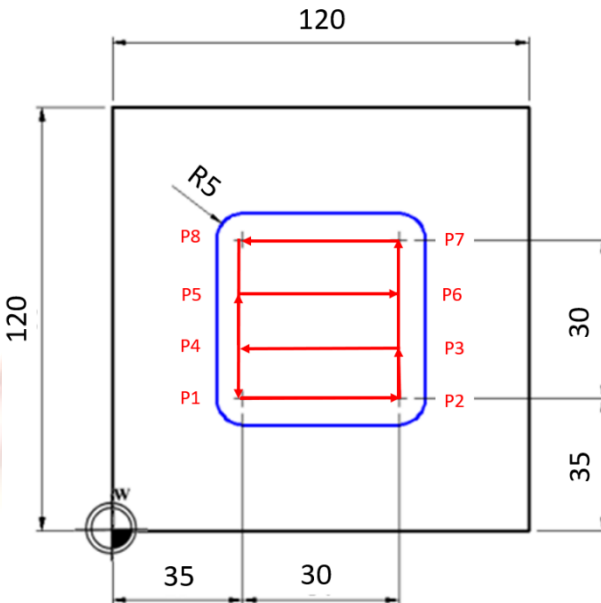
	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	แบบฝึกหัด	1/8
คำสั่ง ให้นักเรียนบอกความหมาย ของโปรแกรมเอ็นซีตามสีและหมายเลขที่กำหนดให้ ดังภาพต่อไปนี้			
			
	1. โปรแกรมในส่วนสีเหลืองหมายถึง		
	2. โปรแกรมในส่วนสีเขียวหมายถึง		
	3. โปรแกรมในส่วนสีฟ้าหมายถึง		
ชุดฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสวาย	
แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	แบบฝึกหัด	2/8
คำสั่ง ให้นักเรียนบอกชื่อ และความหมาย ของจีโค้ดตามภาพต่อไปนี้			
	1. ชื่อ 2. ความหมาย 		
	1. ชื่อ 2. ความหมาย 		
	1. ชื่อ 2. ความหมาย 		
	1. ชื่อ 2. ความหมาย 		
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พงษ์สาวย	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	แบบฝึกหัด	3/8
คำสั่ง ให้นักเรียนบอกชื่อ และความหมาย ของเอ็มโค้ดตามภาพต่อไปนี้			
	1. ชื่อ 2. ความหมาย		
	1. ชื่อ 2. ความหมาย		
	1. ชื่อ 2. ความหมาย		
	1. ชื่อ 2. ความหมาย		
ชุดฝึกทักษะเรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พงษ์สาวย	
แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

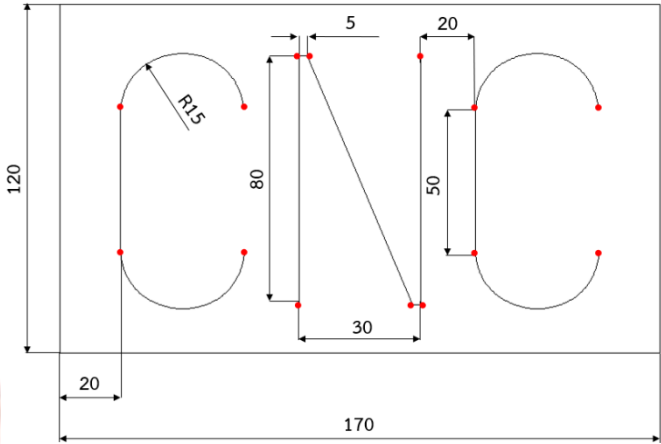
	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา																						
เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		แบบฝึกหัด	4/8																					
คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนโปรแกรมเอ็นซีกัดชิ้นงานตามภาพต่อไปนี้																								
		จงเขียนโปรแกรมงานกัดตามเส้นขอบรูป โดยใช้คำสั่ง G00, G01, G02 และ G03 โดยกำหนดให้เขียนโปรแกรมเอ็นซีแบบสัมบูรณ์ (Absolute) กำหนดให้ความเร็วรอบเพลาสปิน 1500 รอบ/นาที, สปินเดิลหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา, ใช้ทูลหมายเลข 1 ตัดเฉือนชิ้นงาน, กัดงานลึก 2.5 มิลลิเมตร, อัตราป้อน 80 มิลลิเมตร/นาที กำหนดส่วนโค้งด้วยคำสั่ง R (R) เริ่มตัดเฉือนงานจากจุด P1, P2, P3... ถึง P1 ตามลำดับ																						
		<table><tr><th>ตำแหน่ง</th><th>แกน X</th><th>แกน Y</th></tr><tr><td>P1</td><td>20</td><td>40</td></tr><tr><td>P2</td><td>20</td><td>100</td></tr><tr><td>P3</td><td>80</td><td>100</td></tr><tr><td>P4</td><td>100</td><td>80</td></tr><tr><td>P5</td><td>100</td><td>20</td></tr><tr><td>P6</td><td>40</td><td>20</td></tr></table>	ตำแหน่ง	แกน X	แกน Y	P1	20	40	P2	20	100	P3	80	100	P4	100	80	P5	100	20	P6	40	20	
ตำแหน่ง	แกน X	แกน Y																						
P1	20	40																						
P2	20	100																						
P3	80	100																						
P4	100	80																						
P5	100	20																						
P6	40	20																						
โปรแกรมเอ็นซีงานกัด																								
..... 	หัวโปรแกรมเขียนสัญลักษณ์ของ ISO Program (%) กำหนดหมายเลขโปรแกรมที่ 4567 กำหนดชื่อโปรแกรม Contour																							
..... 	กำหนดการเขียนโปรแกรมแบบสัมบูรณ์ กำหนดหน่วยการเคลื่อนที่เป็นมิลลิเมตร กำหนดจุดศูนย์ชิ้นงานลำดับที่ 1																							
.....	เปลี่ยนเครื่องมือตัดไปใช้ทูลหมายเลข 1																							
.....	กำหนดความเร็วเพลาสปิน 1500 รอบต่อนาทีหมุน ทิศทางตามเข็มนาฬิกา																							
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พงษ์สาวย																						
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง																						

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	แบบฝึกหัด	5/8
คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนโปรแกรมเอ็นซีกัดชิ้นงานตามภาพต่อไปนี้			
โปรแกรมเอ็นซีงานกัด (ต่อ)			
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงด้วยความเร็วสูงไปที่ตำแหน่ง X0 Y0 อยู่เหนือผิวงานในแกน Z 5 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงด้วยความเร็วสูงไปที่ตำแหน่ง X20 Y40 อยู่เหนือผิวงานในแกน Z 2 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X20 Y40 กินลึกลงในผิวงาน 2 มิลลิเมตร อัตราป้อน 80 มม/นาที		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X20 Y100 กินลึกลงในผิวงาน 2 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X80 Y100 กินลึกลงในผิวงาน 2 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นโค้งทิศทางตามเข็มนาฬิกาตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X100 Y80 กินลึกลงในผิวงาน 2 มิลลิเมตร รัศมีส่วนโค้ง 20 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X100 Y20 กินลึกลงในผิวงาน 2 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X40 Y20 กินลึกลงในผิวงาน 2 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นโค้งทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X20 Y40 กินลึกลงในผิวงาน 2 มิลลิเมตร รัศมีส่วนโค้ง 20 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงด้วยความเร็วสูงไปที่ตำแหน่ง X20 Y40 อยู่เหนือผิวงานในแกน Z 10 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงด้วยความเร็วสูงไปที่ตำแหน่ง X0 Y0 อยู่เหนือผิวงานในแกน Z 50 มิลลิเมตร		
.....	ปิดเฟลสปีนเดิล		
.....	จบโปรแกรมแล้วกลับไปจุดเริ่มต้นโปรแกรม		
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พงษ์สาวย	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

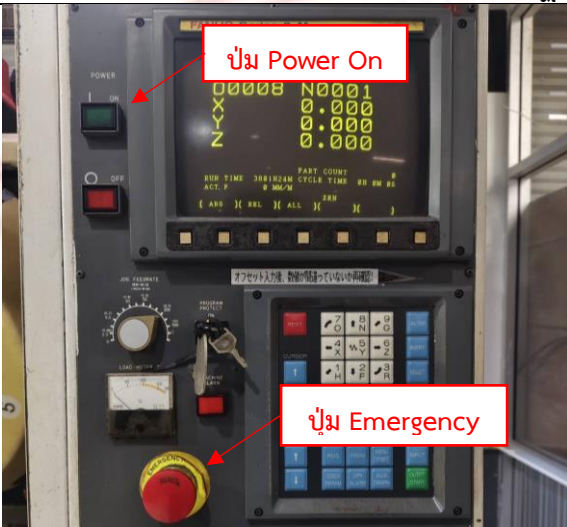
	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา																													
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		แบบฝึกหัด	6/8																												
คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนโปรแกรมเอ็นซีกัดชิ้นงานตามภาพต่อไปนี้																																
			จงเขียนโปรแกรมเอ็นซีงานกัดหลุมแบบสี่เหลี่ยมโดยใช้คำสั่ง พื้นฐาน, กำหนดให้ใช้เครื่องมือตัดหมายเลข 3 ความเร็วรอบเพลา สปินเดิล 1000 รอบ/นาที, หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา, อัตราป้อน 100 มิลลิเมตร/นาที และกัดหลุมลึก 1 มิลลิเมตร																													
			<table><tr><th>ตำแหน่ง</th><th>แกน X</th><th>แกน Y</th></tr><tr><td>P1</td><td>35</td><td>35</td></tr><tr><td>P2</td><td>65</td><td>35</td></tr><tr><td>P3</td><td>65</td><td>45</td></tr><tr><td>P4</td><td>35</td><td>45</td></tr><tr><td>P5</td><td>35</td><td>55</td></tr><tr><td>P6</td><td>65</td><td>55</td></tr><tr><td>P7</td><td>65</td><td>65</td></tr><tr><td>P8</td><td>35</td><td>65</td></tr></table>	ตำแหน่ง	แกน X	แกน Y	P1	35	35	P2	65	35	P3	65	45	P4	35	45	P5	35	55	P6	65	55	P7	65	65	P8	35	65		
ตำแหน่ง	แกน X	แกน Y																														
P1	35	35																														
P2	65	35																														
P3	65	45																														
P4	35	45																														
P5	35	55																														
P6	65	55																														
P7	65	65																														
P8	35	65																														
โปรแกรมเอ็นซีงานกัด																																
..... 			หัวโปรแกรมเขียนสัญลักษณ์ของ ISO Program (%) กำหนดหมายเลขโปรแกรมที่ 8910 กำหนดชื่อโปรแกรม Contour																													
.....			กำหนดการเขียนโปรแกรมแบบสัมบูรณ์ กำหนดหน่วยการเคลื่อนที่เป็นมิลลิเมตร กำหนดจุดศูนย์ชิ้นงานลำดับที่1																													
.....			เปลี่ยนเครื่องมือตัดไปใช้ทูลหมายเลข 3																													
.....			กำหนดความเร็วเพลาสปินเดิล 1000 รอบต่อนาทีหมุนทิศทางตามเข็มนาฬิกา																													
.....			เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงด้วยความเร็วสูงไปที่ตำแหน่ง X0 Y0 อยู่เหนือผิวงานในแกน Z 5 มิลลิเมตร																													
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด			ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสวย																													
แผนกวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง																													

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	แบบฝึกหัด	7/8
คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนโปรแกรมเอ็นซีกัดชิ้นงานตามภาพต่อไปนี้			
โปรแกรมเอ็นซีงานกัด (ต่อ)			
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงด้วยความเร็วสูงไปที่ตำแหน่ง X35 Y35 อยู่เหนือผิวงานในแกน Z 5 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X35 Y35 กินลึกลงในผิวงาน 1 มิลลิเมตรด้วยอัตราป้อนตัด 100 มิลลิเมตรต่อนาที		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X65 Y35 กินลึกลงในผิวงาน 1 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X65 Y45 กินลึกลงในผิวงาน 1 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X35 Y45 กินลึกลงในผิวงาน 1 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X35 Y55 กินลึกลงในผิวงาน 1 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X65 Y55 กินลึกลงในผิวงาน 1 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X65 Y65 กินลึกลงในผิวงาน 1 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X35 Y65 กินลึกลงในผิวงาน 1 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X35 Y35 กินลึกลงในผิวงาน 1 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X65 Y35 กินลึกลงในผิวงาน 1 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X65 Y65กินลึกลงในผิวงาน 1 มิลลิเมตร		
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ดี พญาสวຍ	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

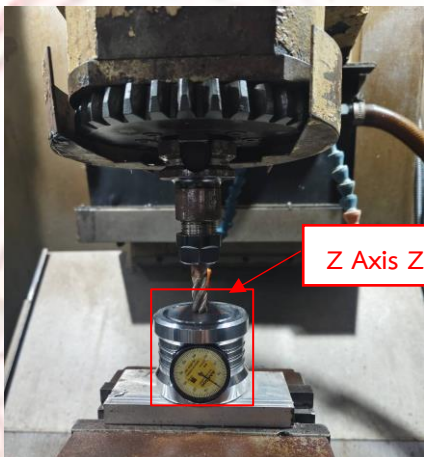
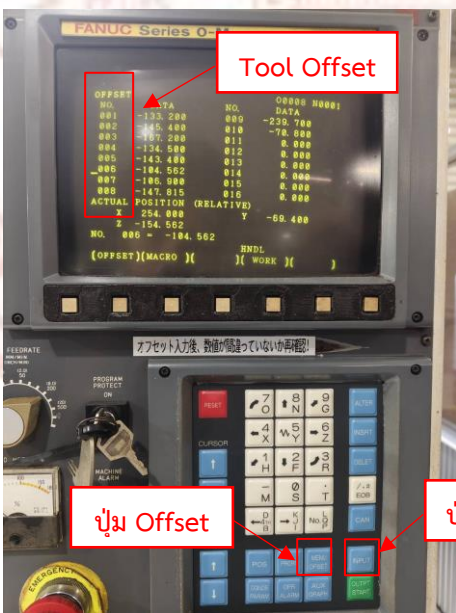
	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	แบบฝึกหัด	8/8
คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนโปรแกรมเอ็นซีกัดชิ้นงานตามภาพต่อไปนี้			
โปรแกรมเอ็นซีงานกัด (ต่อ)			
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X35 Y65 กิ่งกลึงในผิวงาน 1 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงตัดเฉือนชิ้นงานไปที่ตำแหน่ง X35 Y65 อยู่เหนือผิวงานในแกน Z 10 มิลลิเมตร		
.....	เคลื่อนที่ทูลแนวเส้นตรงด้วยความเร็วสูงไปที่ตำแหน่ง X0 Y0 อยู่เหนือผิวงานในแกน Z 20 มิลลิเมตร		
.....	ปิดเพลสปีนเดิล		
.....	จบโปรแกรมแล้วกลับไปจุดเริ่มต้นโปรแกรม		
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสวาย	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

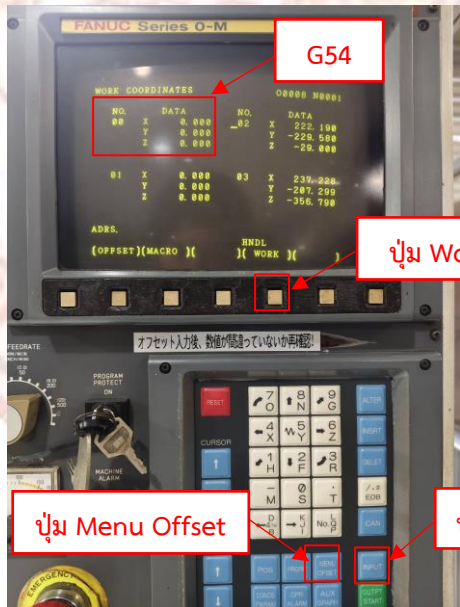
	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program) เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา ใบสั่งงาน 2/2	
		คำสั่ง ให้นักศึกษา จงเขียนโปรแกรมงานกัดตามเส้นขอบ รูป โดยใช้คำสั่ง G00, G01, G02 และ G03 โดยกำหนดให้เขียนโปรแกรมเอ็น ซีแบบสัมบูรณ์ (Absolute) กำหนดให้ ความเร็วรอบเพลาสปินเดิล 2000 รอบ/นาที, สปินเดิลหมุนในทิศทาง ตามเข็มนาฬิกา, ใช้ทูลหมายเลข 7 ตัด เฉือนชิ้นงาน, กัดงานลึก 2 มิลลิเมตร, อัตราป้อน 80 มิลลิเมตร/นาทีที่กำหนด ส่วนโค้งด้วยคำสั่งมีสวนโค้ง (R)	
โปรแกรม(ต่อ)		ความหมาย(ต่อ)	
ชุติฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสวาย	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

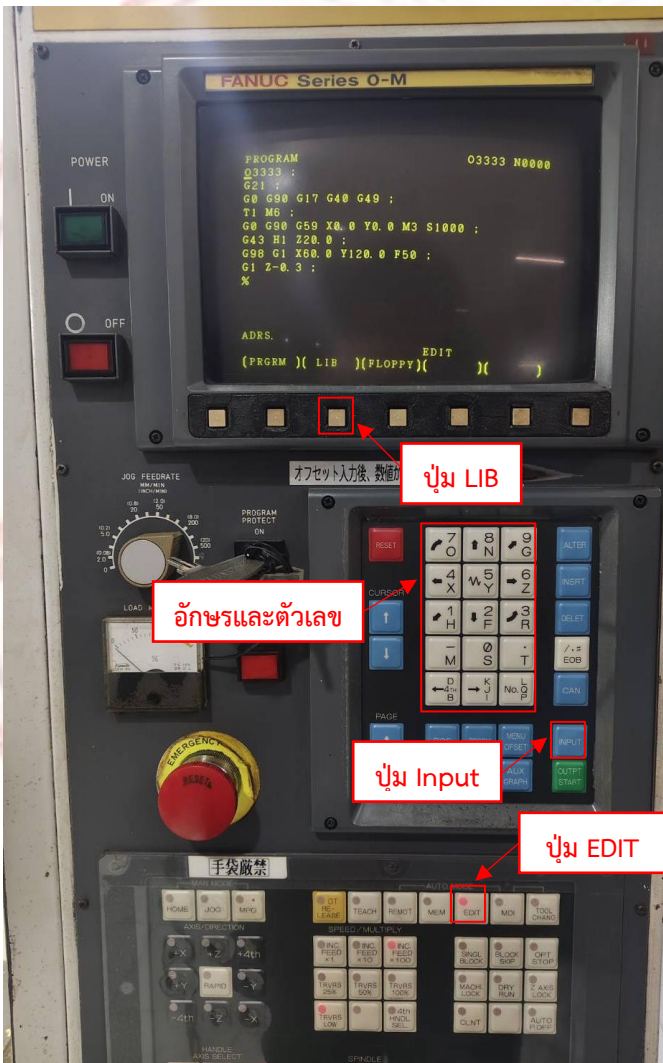
	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ใบมอบหมายงาน	1/9
คำสั่ง 1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานจนเข้าใจ 2. เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน				
วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์				
1. ใบสั่งงานที่เขียนโปรแกรมกัดชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว 2. อุปกรณ์วัดและตรวจสอบขนาด เช่น เวอร์เนียคาลิเปอร์ 3. ไดอัล เทส อินดิเคเตอร์ 4. เครื่องมือตัด เช่น ดอกสว่าน ดอกเอ็นมิล 5. อุปกรณ์จับยึดเครื่องมือตัด 6. แวนตานิริภัย			7. อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน เช่น Clamp set หรือ Machine vise 8. Z Axis Zero Setter 9. Edge finder 10. อุปกรณ์ทำความสะอาด เช่น แปรงทำความสะอาด ไม้กวาด	
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน				
			ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ ในส่วนการเขียนโปรแกรม 1) กระดาษสำหรับเขียนโปรแกรม 2) ปากกาหรือดินสอสำหรับเขียนโปรแกรม 3) แบบงานสำหรับเขียนโปรแกรม ในส่วนการใช้เครื่องจักรกลซีเอ็นซี 4) เครื่องมือตัด เช่น ดอกสว่าน ดอกเอ็นมิล 5) อุปกรณ์จับยึดเครื่องมือตัด 6) อุปกรณ์หาศูนย์ชิ้นงาน	
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด			ผู้สอน นายณรงค์ดี พญาสวຍ	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

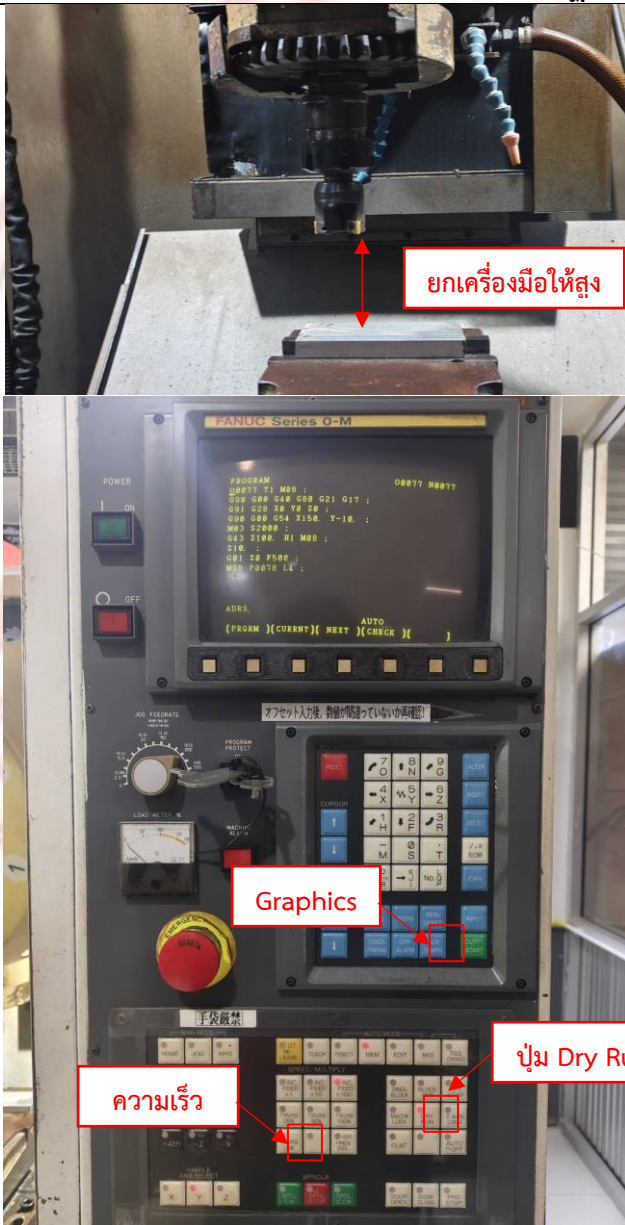
	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	ใบมอบหมายงาน	2/9
คำสั่ง 1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานจนเข้าใจ 2. เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน			
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน			
    		ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมความพร้อมเครื่องจักร เปิดเครื่องตามขั้นตอน: 1) เปิดสวิตช์หลัก 2) กดปุ่ม Power On 3) รอรระบบ CNC บูท 4) กดปุ่ม Emergency ตรวจสอบระบบ: 5) ระดับน้ำมันไฮดรอลิก 6) ระดับน้ำมันหล่อลื่น 7) แรงดันลม 8) น้ำยาหล่อเย็น การเข้า Home เครื่อง (Reference Point Return) 9) กดปุ่ม HOME 10) เลือก All Axis หรือทีละแกน 11) รอจนเครื่องวิ่งไปหาจุด Reference 12) สังเกตสัญลักษณ์ "REF" บนหน้าจอ	
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสวอย	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

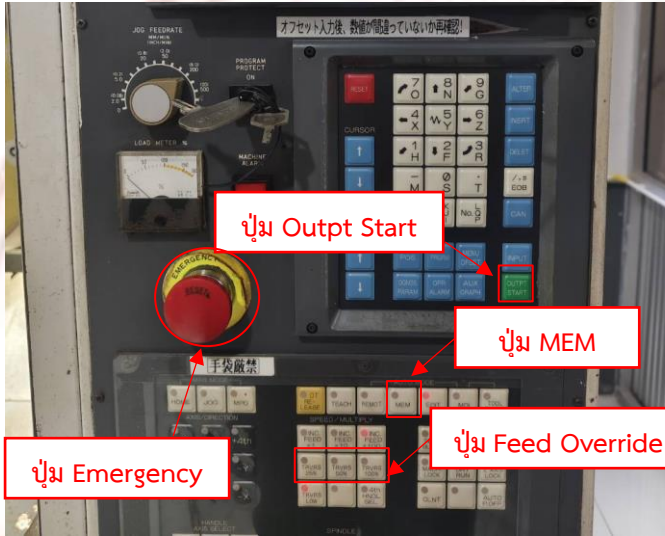
	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	ใบมอบหมายงาน	3/9
คำสั่ง 1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานจนเข้าใจ 2. เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน			
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน			
อุปกรณ์จับยึด  ตรวจสอบความขนาน/ตั้งฉาก 		ขั้นตอนที่ 3 การจับยึดชิ้นงาน เลือกอุปกรณ์จับยึด: 1) Machine vise 2) Clamp set 3) Fixture พิเศษ ตรวจสอบ: 4) ความแน่นในการจับ 5) ความขนาน/ตั้งฉาก 6) ไม่มีการชนกับเครื่องมือ	
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสวาย	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ใบมอบหมายงาน	4/9
คำสั่ง 1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานจนเข้าใจ 2. เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน				
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน				
			ขั้นตอนที่ 4 การตั้งค่าเครื่องมือ (Tool Setting) วัดความยาวเครื่องมือ: 1) ใช้ Tool Pre-setter 2) ใช้แผ่นสัมผัส (Touch-off) บันทึกค่า Offset แกน Z: 3) ใช้ Z Axis Zero Setter 4) วางบนผิวชิ้นงาน 5) เคลื่อนเครื่องมือเข้าๆ จนสัมผัส 6) กดปุ่ม Offset 7) เลือก Tool Offset 8) ป้อนค่าความยาว Tool บวก ความหนา Z Axis Zero Setter 9) กด Input หรือ Measure	
				
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด			ผู้สอน นายณรงค์ดี พญาสาย	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	ใบมอบหมายงาน	5/9
คำสั่ง 1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานจนเข้าใจ 2. เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน			
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน			
		ขั้นตอนที่ 5 การตั้งศูนย์ชิ้นงาน (Work Zero Setting) แกน X และ Y: 1) ใช้ Edge finder หรือ Touch probe 2) เคลื่อนที่เครื่องมือเข้าๆ จนสัมผัสขอบชิ้นงาน 3) กดปุ่ม Menu Offset 4) กดปุ่ม Work 5) เลือก G54-G59 6) ป้อนค่าพิกัด (บวก/ลบ ครึ่งหนึ่งของขนาด Edge finder) 7) กด Input หรือ Measure	
			
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พงษ์สาวย	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ใบมอบหมายงาน	6/9
คำสั่ง 1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานจนเข้าใจ 2. เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน				
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน				
			ขั้นตอนที่ 6 การป้อนโปรแกรมหน้าเครื่อง การป้อนโดยตรง (EDIT Mode): 1) กดปุ่ม EDIT 2) กดปุ่ม LIB 3) พิมพ์ชื่อโปรแกรม 4) กด Input 5) พิมพ์โปรแกรมทีละบรรทัด การโหลดโปรแกรม: 5) กดปุ่ม Program 6) เลือก Memory หรือ USB 7) เลือกไฟล์โปรแกรม 8) กด Load หรือ Transfer	
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด			ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสาย	
แผนงานวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program) เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา ใบมอบหมายงาน 7/9
คำสั่ง 1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานจนเข้าใจ 2. เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน		
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน		
		ขั้นตอนที่ 7 การตรวจสอบโปรแกรม Dry Run: 1) เลือกโหมด Dry Run 2) ยกเครื่องมือให้สูงพอ 3) รันโปรแกรมด้วยความเร็วต่ำ 4) กดปุ่ม Putpt Start Graphics Simulation: 4) เลือกโหมด Graphics 5) ตรวจสอบเส้นทางเครื่องมือ 6) สังเกตการชนที่อาจเกิดขึ้น
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสวาย
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ใบมอบหมายงาน	8/9
คำสั่ง 1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานจนเข้าใจ 2. เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน				
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน				
			ขั้นตอนที่ 8 การรันโปรแกรมจริง ขั้นตอนการเริ่มต้น: 1) ตรวจสอบน้ำยาหล่อเย็น 2) เลือกโหมด MEM หรือ Auto 3) กด Single Block (ถ้าต้องการรันทีละบรรทัด) 4) ปรับ Feed Override ที่ 25-50% 5) กด Output Start หรือ Cycle Start การควบคุมระหว่างการทำงาน: 6) ปรับ Feed Rate ตามความเหมาะสม 7) สังเกตเสียงและเศษ 8) เตรียมพร้อมกด Emergency ถ้าจำเป็น	
			ขั้นตอนที่ 9 การตรวจสอบชิ้นงาน 1) วัดขนาดระหว่างกั๊ด 2) ปรับค่า Offset ถ้าจำเป็น 3) บันทึกค่าที่ปรับแก้	
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			ผู้สอน นายณรงค์ดี พญาสวຍ อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ใบมอบหมายงาน	9/9
			ขั้นตอนที่ 10 ทำความสะอาดเครื่องจักรและพื้นที่ปฏิบัติงาน 1) ใช้แปรงขัดทำความสะอาดภายในเครื่องจักร 2) ใช้ไม้กวาดทำความสะอาดบริเวณรอบๆเครื่องจักร	
				
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด			ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พุฒาสวย	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล		
	เรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	แบบสังเกตพฤติกรรม	1/4	
รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนประเมินผลขณะปฏิบัติงานของนักเรียน แบบ Rubic score				
จุดพิจารณา	ระดับปฏิบัติ (ระดับคะแนน)			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1คะแนน	0 คะแนน
ขั้นเตรียมการปฏิบัติ				
1. การเตรียมเครื่องมือและวัสดุ อุปกรณ์ หมายถึงการเตรียม เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ มีการจัด วางเรียงอย่างเป็นระบบ	☐ เตรียม เครื่องมือและวัสดุ อุปกรณ์ครบทุก รายการ มีการจัด วางเรียงอย่างเป็น ระบบ	☐ เตรียม เครื่องมือและวัสดุ อุปกรณ์ครบทุก รายการ ไม่มีการ จัดวางเรียงอย่าง เป็นระบบ	☐ เตรียม เครื่องมือและ วัสดุอุปกรณ์ไม่ ครบทุกรายการ ไม่มีการจัดวาง เรียงอย่างเป็น ระบบ	☐ ไม่มีการ ปฏิบัติ
2. การเตรียมความพร้อม เครื่องจักร หมายถึง 1) ตรวจสอบระบบ 2) เปิดเครื่อง ตามขั้นตอน 3) การเข้า Home เครื่อง	☐ ปฏิบัติได้ ครบถ้วนทั้ง 3 ข้อ ดังนี้ 1) ตรวจสอบ ระบบ 2) เปิด เครื่องตามขั้นตอน 3) การเข้า Home เครื่อง	☐ ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	☐ ไม่มีการ ปฏิบัติ
3. การจับยึดชิ้นงาน หมายถึง 1) เลือกอุปกรณ์จับยึดให้ เหมาะสมกับงาน 2) ตรวจสอบ ความแน่นในการจับ ไม่มีการ ชนกับเครื่องมือ 3) ตรวจสอบ ความขนาน/ตั้งฉาก	☐ ปฏิบัติได้ ครบถ้วนทั้ง 3 ข้อ ดังนี้ 1) เลือก อุปกรณ์จับยึดให้ เหมาะสมกับงาน 2) ตรวจสอบ ความแน่นในการ จับ ไม่มีการชนกับ เครื่องมือ 3) ตรวจสอบความ ขนาน/ตั้งฉาก	☐ ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	☐ ไม่มีการ ปฏิบัติ
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พงษ์สาวย		
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล		
	เรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	แบบสังเกตพฤติกรรม	2/4	
รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนประเมินผลขณะปฏิบัติงานของนักเรียน แบบ Rubic score				
จุดพิจารณา	ระดับปฏิบัติ (ระดับคะแนน)			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1คะแนน	0 คะแนน
ขั้นกระบวนการปฏิบัติ				
4. การตั้งค่าเครื่องมือ (Tool Setting) หมายถึง 1) เลือกใช้เครื่องมือตัดเหมาะสมกับงาน 2) การวัดความยาวเครื่องมือตัด 3) บันทึกค่า Offset ได้ถูกต้อง	☐ ปฏิบัติได้ครบถ้วนทั้ง 3 ข้อ ดังนี้ 1) เลือกใช้เครื่องมือตัดเหมาะสมกับงาน 2) การวัดความยาวเครื่องมือตัด3) บันทึกค่า Offset ได้ถูกต้อง	☐ ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	☐ ไม่มีการปฏิบัติ
5 การตั้งศูนย์ชิ้นงาน (Work Zero Setting) หมายถึง 1) การตั้งศูนย์ชิ้นงานแกน X ตามขั้นตอน 2) การตั้งศูนย์ชิ้นงานแกน Y ตามขั้นตอน 3) การตั้งศูนย์ชิ้นงานแกน Z ตามขั้นตอน	☐ ปฏิบัติได้ครบถ้วนทั้ง 3 ข้อ ดังนี้ 1) การตั้งศูนย์ชิ้นงานแกน X ตามขั้นตอน 2) การตั้งศูนย์ชิ้นงานแกน Y ตามขั้นตอน 3) การตั้งศูนย์ชิ้นงานแกน Z ตามขั้นตอน	☐ ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	☐ ไม่มีการปฏิบัติ
6 การป้อนโปรแกรมหน้าเครื่อง หมายถึง 1) การป้อนโปรแกรมตามขั้นตอนได้ 2) ป้อนโปรแกรมถูกต้องครบถ้วน 3) ทบทวนความถูกต้องของโปรแกรม	☐ ปฏิบัติได้ครบถ้วนทั้ง 3 ข้อ ดังนี้ 1) การป้อนโปรแกรมตามขั้นตอนได้ 2) ป้อนโปรแกรมถูกต้องครบถ้วน3) ทบทวนความถูกต้องของโปรแกรม	☐ ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	☐ ไม่มีการปฏิบัติ
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสาย		
แผนงานวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	ภาควิชาครุศาสตร์ศรีนครินทร์		
	เรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	แบบสังเกตพฤติกรรม	3/4	
รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนประเมินผลขณะปฏิบัติงานของนักเรียน แบบ Rubic score				
จุดพิจารณา	ระดับปฏิบัติ (ระดับคะแนน)			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1คะแนน	0 คะแนน
7. การตรวจสอบโปรแกรม หมายถึง 1) การใช้โหมด Dry Run ตรวจสอบโปรแกรมได้ 2) การใช้โหมด Graphics ตรวจสอบโปรแกรมได้ 3) ตรวจสอบความถูกต้องของค่าพารามิเตอร์ต่างๆในโปรแกรม	☐ ปฏิบัติได้ครบถ้วนทั้ง 3 ข้อ ดังนี้ 1) การใช้โหมด Dry Run ตรวจสอบโปรแกรมได้ 2) การใช้โหมด Graphics ตรวจสอบโปรแกรมได้ 3) ตรวจสอบความถูกต้องของค่าพารามิเตอร์ต่างๆในโปรแกรม	☐ ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	☐ ไม่มีการปฏิบัติ
8 การรันโปรแกรมจริง หมายถึง 1) สามารถรันโปรแกรมจริงได้ 2) ปรับ Feed Override ที่ 25-50% 3) สังเกตเสียงและเศษเหล็กเตรียมพร้อมกด Emergency ถ้าจำเป็น	☐ ปฏิบัติได้ครบถ้วนทั้ง 3 ข้อ ดังนี้ 1) สามารถรันโปรแกรมจริงได้ 2) ปรับ Feed Override ที่ 25-50% 3) สังเกตเสียงและเศษเหล็กเตรียมพร้อมกด Emergency ถ้าจำเป็น	☐ ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	☐ ไม่มีการปฏิบัติ
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด			ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสาย	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	ภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ		
	เรื่อง การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	แบบสังเกตพฤติกรรม	4/4	
รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนประเมินผลขณะปฏิบัติงานของนักเรียน แบบ Rubic score				
จุดพิจารณา	ระดับปฏิบัติ (ระดับคะแนน)			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1คะแนน	0 คะแนน
9. การตรวจสอบชิ้นงาน หมายถึง 1) การวัดขนาด ชิ้นงานบนเครื่องจักร ปรับค่า Offset ถ้าจำเป็น 2) บันทึกค่าที่ปรับแก้ 3) การวัดขนาด ชิ้นงานนอกเครื่องจักร	☐ ปฏิบัติได้ครบถ้วนทั้ง 3 ข้อ ดังนี้ 1) การวัดขนาดชิ้นงานบนเครื่องจักร ปรับค่า Offset ถ้าจำเป็น 2) บันทึกค่าที่ปรับแก้ 3) การวัดขนาดชิ้นงานนอกเครื่องจักร	☐ ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	☐ ไม่มีการปฏิบัติ
ขั้นทำความสะอาดและบำรุงรักษาเครื่องจักร				
10. ทำความสะอาดเครื่องจักร และพื้นที่ปฏิบัติงานหมายถึง 1) เลือกใช้เครื่องมือทำความสะอาด 2) ทำความสะอาดภายในเครื่องจักร 3) ทำความสะอาดบริเวณรอบๆเครื่องจักร	☐ ปฏิบัติได้ครบถ้วนทั้ง 3 ข้อ ดังนี้ 1)เลือกใช้เครื่องมือทำความสะอาด 2) ทำความสะอาดภายในเครื่องจักร 3) ทำความสะอาดบริเวณรอบๆเครื่องจักร	☐ ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	☐ ปฏิบัติได้ 1 ข้อ	☐ ไม่มีการปฏิบัติ
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด			ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พฤษาสวย	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)		วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา			
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ใบตรวจให้คะแนน			1/1
ลำดับการประเมิน	รายการประเมิน	น้ำหนักคะแนน	ผลการประเมิน		คะแนนที่ได้ คุณด้วยน้ำหนัก	
			เต็ม	ได้		
ขั้นเตรียมการปฏิบัติ						
1	การเตรียมเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์	2	3			
2	การเตรียมความพร้อมเครื่องจักรมี	2	3			
3	การจับยึดชิ้นงาน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้	4	3			
ขั้นกระบวนการปฏิบัติ						
4	การตั้งค่าเครื่องมือ (Tool Setting)	4	3			
5	การตั้งศูนย์ชิ้นงาน (Work Zero Setting)	4	3			
6	การป้อนโปรแกรมหน้าเครื่อง	4	3			
7	การตรวจสอบโปรแกรม	4	3			
8	การรันโปรแกรมจริง	4	3			
9	การตรวจสอบชิ้นงาน	3	3			
ขั้นทำความสะอาดและบำรุงรักษาเครื่องจักร						
10	ทำความสะอาดเครื่องจักรและพื้นที่ปฏิบัติงาน	2	3			
คะแนนรวม						
หมายเหตุ : เกณฑ์การผ่าน 70 % : การคิดร้อยละ						
คะแนนที่ได้ 99 ×100						
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอนนายณรงค์ดี พญาสวอย				
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษาผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง				

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	คู่มือครู	1/3
คู่มือครูสำหรับชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา (SIPPA) เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ให้เนื้อหาภาคทฤษฎีและ ภาคปฏิบัติการฝึกทักษะ เรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิปปา ดังนี้ 1. ขั้นการรับรู้ งานกัดซีเอ็นซี 1.1 กิจกรรมของผู้สอน (การบรรยาย ขั้นการรับรู้) 1) ครูอธิบายเกี่ยวกับ ระบบ CNC, โปรแกรม CNC, การกัด (Milling) และ ความสำคัญของ G-Code และ M-Code 2) นำเสนอสื่อภาพเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของเครื่อง CNC 1.2 กิจกรรมของผู้เรียน (นำเสนอ ถาม – ตอบ) 1) นักเรียนดูวิดีโอที่แสดงการทำงานของเครื่อง CNC 2) ถาม-ตอบเกี่ยวกับโครงสร้างของโปรแกรม CNC และการใช้ G-Code และ M-Code ใช้เวลา 45 นาที 2. ขั้นการเตรียมความพร้อม โครงสร้างของโปรแกรมซีเอ็นซีงานกัด/คำสั่งเบื้องต้นในการสร้างโปรแกรมซีเอ็นซี/การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกัด 2.1 กิจกรรมของผู้สอน (บรรยาย/ถามตอบ หัวข้อ) 1) ครูอธิบายเกี่ยวกับการ ตั้งค่าตำแหน่งเริ่มต้น บนเครื่อง CNC 2) แนะนำการใช้คำสั่งเริ่มต้นในโปรแกรม CNC เช่น G21, G90, G17, M03 3) ให้นักเรียนดูการสาธิตการเขียนโปรแกรมที่ใช้คำสั่งเริ่มต้น 2.2 กิจกรรมของผู้เรียน (นักเรียนเริ่มเขียนโปรแกรม CNC) 1) -นักเรียนเตรียมเครื่องมือการเขียนโปรแกรม (กระดาษ/คอมพิวเตอร์) 2) นักเรียนเริ่มเขียนโปรแกรม CNC ง่ายๆ โดยใช้คำสั่งเริ่มต้น เช่น G21, G17, M03 3) ทดลองแก้ไขโปรแกรมให้เหมาะสมกับสถานการณ์จริง เช่น กำหนดตำแหน่งเริ่มต้นและสปินเดิล ใช้เวลา 45 นาที			
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พงษ์สาย	
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	คู่มือครู	2/3
3. ขั้นการสนองตอบภายใต้การควบคุม การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกัด 3.1 กิจกรรมของผู้สอน (บรรยาย/ให้คำแนะนำ/ถาม-ตอบ) 1) ครูแนะนำการ เขียนโปรแกรม CNC สำหรับงานกัดพื้นฐาน เช่น การกัดรูหรือการกัดแนวเส้นตรง 2) ครูช่วยนักเรียนในการ ทบทวน G-Code และ M-Code ที่ใช้ 3) ให้คำแนะนำในการเขียนโปรแกรมจริงและตรวจสอบการทำงาน 3.2 กิจกรรมของผู้เรียน (ผู้เรียนนำเสนอ ถาม-ตอบ) 1) นักเรียนเขียนโปรแกรม CNC โดยใช้คำสั่ง G00, G01, M03 2) นักเรียนทำงานกลุ่มหรือคู่ โดยร่วมกันเขียนโปรแกรม CNC สำหรับงานกัดพื้นผิว ใช้เวลา 90 นาที 4. ขั้นการให้ลงมือกระทำจนกลายเป็นกลไกที่สามารถกระทำตัวเอง การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกัด 4.1 กิจกรรมของผู้สอน (บรรยาย/ สาธิต) 1) ครูให้นักเรียน เขียนโปรแกรม CNC ด้วยตนเอง โดยใช้คำสั่ง G-Code และ M-Code 2) ครูให้คำแนะนำเกี่ยวกับการตรวจสอบโปรแกรม 4.2 กิจกรรมของผู้เรียน (ผู้เรียนนำเสนอ ถาม-ตอบ) 1) นักเรียนเขียนโปรแกรม CNC สำหรับการกัดรูปทรงที่ซับซ้อน เช่น การกัดวงกลมหรือช่อง 2) นักเรียนทำการ ทดสอบโปรแกรม โดยการใช้ซอฟต์แวร์จำลอง CNC 3) นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงโปรแกรม ใช้เวลา 45 นาที 5. ขั้นการกระทำอย่างชำนาญ การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกัด 5.1 กิจกรรมของผู้สอน (บรรยาย/ สาธิต) 1) ครูให้โปรแกรมตัวอย่างที่มีการใช้ G-Code และ M-Code ซับซ้อน เช่น การกัดหลายขั้นตอนหรือการกัดในหลายๆ ทิศทาง 2) ครูแนะนำวิธีการ แก้ไขข้อผิดพลาดในโปรแกรม และตรวจสอบการทำงาน 5.2 กิจกรรมของผู้เรียน (ผู้เรียนนำเสนอ ถาม-ตอบ) 1) นักเรียนเขียนโปรแกรม CNC ที่ซับซ้อน เช่น การกัดตามรูปทรงที่กำหนด 2) นักเรียนทดสอบโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์จำลองและปรับโปรแกรมตามคำแนะนำของครู ใช้เวลา 90 นาที			
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด		ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสาย	
แผนงานวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program)	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา	
	เรื่อง : การเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	คู่มือครู	3/3
6. ขั้นการปรับปรุงและประยุกต์ใช้ การตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรมซีเอ็นซีงานกัด 6.1 กิจกรรมของผู้สอน (บรรยาย/สาธิต) 1) ครูอธิบายวิธีการ ปรับโปรแกรม CNC ให้เหมาะสมกับสภาพงานจริง 2) แนะนำการปรับแต่งโปรแกรม CNC ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น การตั้งค่า Feedrate หรือการเลือกใช้เครื่องมืองานกัดในส่วนที่บดพร่อง 6.2 กิจกรรมของผู้เรียน (ผู้เรียนทำการปรับโปรแกรม CNC ที่เขียนขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับการทำงานจริง) 1) นักเรียนปรับโปรแกรม CNC ที่เขียนขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับการทำงานจริง 2) นักเรียนทดสอบโปรแกรมด้วยการใช้เครื่อง CNC หรือซอฟต์แวร์จำลอง ใช้เวลา 45 นาที 7. ขั้นการคิดริเริ่ม การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีสำหรับงานกัด 7.1 กิจกรรมของผู้สอน (บรรยาย/สาธิต) 1) ครูให้คำแนะนำเกี่ยวกับการ คิดริเริ่ม และการ ออกแบบโปรแกรม CNC สำหรับงานที่ไม่มีตัวอย่างหรือไม่เคยมีมาก่อน 2) ครูแนะนำวิธีการใช้โปรแกรมในรูปแบบที่มีความซับซ้อนขึ้น 7.2 กิจกรรมของผู้เรียน (ผู้เรียนทำการออกแบบโปรแกรม CNC สำหรับงานที่ซับซ้อน) 1) นักเรียนออกแบบโปรแกรม CNC สำหรับงานที่ซับซ้อน 2) นักเรียนทดสอบโปรแกรมที่ออกแบบและตรวจสอบการทำงาน ใช้เวลา 45 นาที			
ชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด	ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ พญาสาย		
แผนงานวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

ภาคผนวก จ

- ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



ภาพที่ จ-1 การจัดกิจกรรมในขั้นการรับรู้ (Perception)



ภาพที่ จ-2 การจัดกิจกรรมในขั้นการเตรียมความพร้อม (Readiness)

ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



ภาพที่ จ-3 การจัดกิจกรรมในชั้นการสนองตอบภายใต้การควบคุม (Guided Response)



ภาพที่ จ-4 การจัดกิจกรรมชั้นการให้ลงมือกระทำจนกลายเป็นกลไกที่สามารถกระทำตัวเอง (Mechanism)

ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

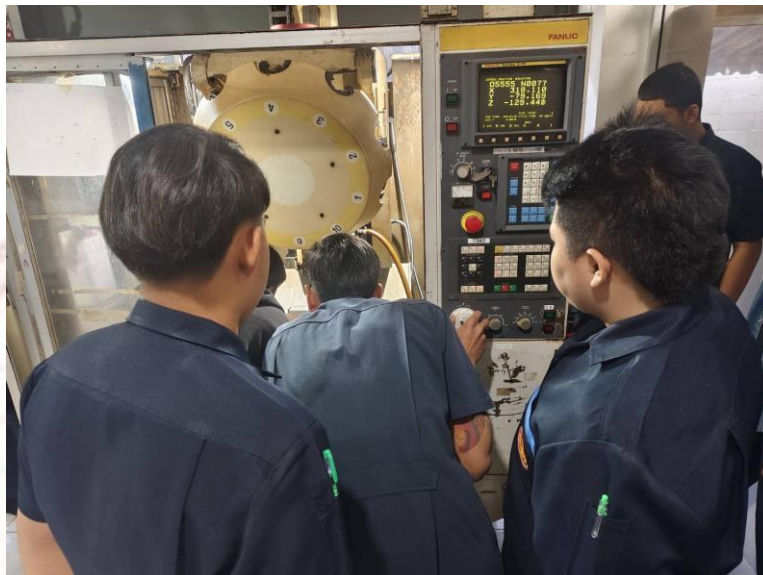


ภาพที่ จ-5 การจัดกิจกรรมขั้นการกระทำอย่างชำนาญ (Complex Overt Response)



ภาพที่ จ-6 การจัดกิจกรรมขั้นการปรับปรุงและประยุกต์ใช้ (Adaptation)

ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



ภาพที่ จ-7 การจัดกิจกรรมขั้นการคิดริเริ่ม (Origination)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายณรงค์ดี พฤษาสวย
ชื่อการค้นคว้าอิสระ	การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องการเขียนโปรแกรมเอ็นซี งานกัด ร่วมกับการเรียนรู้แบบซิมพ์สัน เพื่อส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมเอ็นซี สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
สาขาวิชา	วิศวกรรมการผลิต และอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ประวัติ	ปีการศึกษา 2559 สำเร็จการศึกษา อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (อ.สบ.) สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล