



การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมสำหรับ
นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม

นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมสำหรับ
นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม



นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม

โดย นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว

ได้รับอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุทธิวิโรจน์)

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ วีรานุกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)

ชื่อ : นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว
ชื่อการค้นคว้าอิสระ : การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัว
เครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมสำหรับนักเรียน
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง
หลัก
ปีการศึกษา : 2567
บทคัดย่อภาษาไทย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้ตามหลักวิศวกรรมของระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้ตามหลักวิศวกรรม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำนวน 25 คน ได้โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ 1) แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน 2) ชุดฝึกทักษะ 3) แบบประเมินความเหมาะสม มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาตั้งแต่ 0.60-1.00 และ 4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60-1.00 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2-0.80 ค่าความยาก 0.20-1.00 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.79 การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย การวิเคราะห์เนื้อหา ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที่ ผลการวิจัย พบว่า ความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.65$, S.D. = 0.64) ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงหลังการใช้ชุดฝึกทักษะสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

(มีจำนวนทั้งสิ้น 297 หน้า)

คำสำคัญ : ชุดฝึกทักษะ ระบบส่งกำลัง เชิงวิศวกรรม ช่างอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก

Name : Mr. Pongsak Komplew

Independent Study Title : Development of a Skill Training Kit for the Power Transmission System with Engineering-Based Learning for Vocational Certificate Students in the Industrial Program
Faculty of Technical Education

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

Independent Study Advisor : Assistant Professor Dr. Metha Oungthong

Academic Year : 2024

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

ABSTRACT

This research aimed to develop and evaluate the effectiveness of a skill training set integrated with engineering-based learning for the power transmission system of a lathe headstock. Additionally, it sought to compare the learning achievement of students who learned through the developed training set with engineering-based instruction. The sample group consisted of 25 vocational certificate students, selected using cluster sampling. The research instruments included: (1) a teaching problem observation record, (2) the skill training set, (3) an appropriateness assessment form with content validity indices ranging from 0.60 to 1.00, and (4) a learning achievement test with content validity between 0.60 and 1.00, discrimination indices ranging from 0.20 to 0.80, difficulty indices between 0.20 and 1.00, and an overall reliability coefficient of 0.79. Data were analyzed using content analysis, mean, standard deviation, and t-test statistics. The research findings indicated that the appropriateness of the skill training set for the lathe headstock gear power transmission system was at the highest level (Mean = 4.65, S.D. = 0.64). The effectiveness of the training set exceeded the 80/80 criterion. Furthermore, students' post-instruction learning achievement significantly surpassed the 80 percent threshold at the 0.05 level of statistical significance.

(Total 297 Pages)

Keywords: Skill Training Kit, Power Transmission System, Engineering, Industrial Technician

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือ ความกรุณา ความอนุเคราะห์ เป็นอย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ให้กำลังใจ และเสียสละเวลาคอยช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ทั้งการตรวจสอบและชี้แนะในการทำเล่มสารนิพนธ์นี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น่านน้ำ บัวคล้าย ที่ปรึกษาชั้นเรียน ที่ให้ความช่วยเหลือแก้ไขปัญหาในทุก ๆ ด้าน ขอขอบคุณพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านการสร้างชุดฝึกทักษะที่ได้สละเวลาตรวจสอบเอกสาร และตรวจชุดฝึกและให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัยเพื่อนำไปพัฒนาชุดฝึกทักษะ ให้เหมาะสมทั้งด้านเนื้อหาและเทคนิคการสร้างชุดฝึกทักษะให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบคุณนักเรียนแผนกช่างกลโรงงาน ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้น ปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี ที่มาเข้าร่วมเป็นกลุ่มทดลองในการทำสารนิพนธ์ครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ญาติพี่น้อง และเพื่อนร่วมงาน ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ ให้แนวทางการเรียนในหลักสูตรปริญญาโท และให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีเสมอมา คุณค่า และประโยชน์ทั้งปวงอันพึงได้จากสารนิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอ มอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

พงษ์ศักดิ์ คำเปลว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
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	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 เครื่องกลึง และระบบส่งกำลัง	8
2.2 ความหมายของชุดฝึกทักษะ	30
2.3 การจัดการเรียนรู้	31
2.4 การออกแบบตามหลักวิศวกรรม	38
2.5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	44
2.6 แบบทดสอบ	57
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	63
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	67
3.1 ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทาง การพัฒนาชุดฝึกทักษะวิชาระบบส่งกำลัง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม	69
3.2 ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟือง หัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม	71
3.3 ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้ชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม	97

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	
3.4 ขั้นตอนที่ 4 ใช้ชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง	105
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	109
4.1 ผลการศึกษาศาภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม	110
บทที่ 4 4.2 ผลการออกแบบและพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม	111
4.3 ผลการทดลองใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม	126
4.4 ผลการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม	127
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	128
5.1 สรุปผล	128
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	131
5.3 ข้อเสนอแนะ	133
บรรณานุกรม	134
ภาคผนวก ก	139
- รายนามผู้เชี่ยวชาญ	140
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญ	142
- เกียรติบัตรบทความวารสาร	151
- ประมวลภาพเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง	152
ภาคผนวก ข	158
- แบบประเมินค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม	159
- แบบประเมินชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม ด้านเนื้อหา	183

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
- แบบประเมินชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมด้านเนื้อหา ด้านคุณภาพของชุดฝึกทักษะ	190
ภาคผนวก ค	195
- ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ	196
- ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r)	197
- ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) เพื่อสร้างแบบทดสอบหลังเรียน กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟือง หัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม	199
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ชุดฝึกทักษะเรื่อง ระบบส่งกำลังของชุดเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมสำหรับ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพแผนกช่างกลโรงงาน	202
- ตารางสรุปความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับคุณภาพของชุดฝึกทักษะเรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม	207
- ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรม SPSS	210
ภาคผนวก ง	
- ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	212
ภาคผนวก จ	219
- เครื่องมือฉบับที่ 1 แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา ระบบส่งกำลัง	220
- เครื่องมือฉบับที่ 2 แบบบันทึกแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลัง ของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม	223
- เครื่องมือฉบับที่ 3 แบบบันทึกการออกแบบชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลัง ของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม	228
- เครื่องมือฉบับที่ 4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เรื่องการพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง	230

สารบัญ (ต่อ)

- เครื่องมือฉบับที่ 5 ชุดฝึกทักษะ	242
ประวัติผู้วิจัย	297



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ขนาดของเฟืองระบบโมดูลที่ใช้ทั่ว ๆ ไป	14
2-2 ชื่อส่วนประกอบเฟืองตรง	16
2-3 สูตรการคำนวณส่วนต่าง ๆ ของเฟืองตรง	17
2-4 การเปรียบเทียบการวัดทางด้านกายภาพและทางด้านจิตวิทยา	46
2-5 แสดงองค์ประกอบของการทดสอบ การวัดผลและการประเมินผล	49
3-1 ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	73
3-2 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1)	99
3-3 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง	100
3-4 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง	100
3-5 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10)	101
3-6 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง	101
3-7 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง	102
3-8 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (1:100)	102
3-9 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง	104
3-10 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง	104
3-11 แบบแผนการทดลอง	106
4-1 ผลการศึกษาศาภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม วิชาการระบบส่งกำลัง	110
4-2 ผลประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึงโดยผู้เชี่ยวชาญ (n = 9)	119
4-3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมที่พัฒนาขึ้น	126
4-4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม	127
ง-1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม SPSS	212

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	4
2-1 เครื่องกลึงยืนศูนย์	8
2-2 เครื่องกลึง CNC	9
2-3 เครื่องกลึงเทอร์เรท	9
2-4 เครื่องกลึงหน้างาน	10
2-5 การส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	11
2-6 การส่งกำลังด้วยสายพาน	12
2-7 ชุดเฟืองภายในหัวเครื่องกลึงชนิดยืนศูนย์ (HEAD GEAR)	12
2-8 เฟืองหัวเครื่องกลึง	13
2-9 รูปร่างของเฟืองระบบดีพี	15
2-10 ส่วนต่างๆ ของเฟืองตรง	15
2-11 เฟืองเกลียวสกรู	21
2-12 เฟืองตัวหนอน	22
2-13 เฟืองดอกจอก	23
2-14 เฟืองเฉียง	24
2-15 เฟืองก้างปลา	24
2-16 เฟืองวงแหวน	25
2-17 เฟืองสะพาน	26
2-18 เฟืองตรง	27
2-19 เฟืองอัตราทดเดียว	27
2-20 เฟืองอัตราทดหลายชั้น	28
2-22 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน	43
2-23 ผู้สอนทำหน้าที่ออกแบบการเรียนรู้	44
3-1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	68
3-2 ขั้นตอนแนวทางในการดำเนินชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม	77
3-3 ภาพร่างแนวความคิดในการสร้างเฟือง	78
3-4 การส่งกำลังแบบอัตราทดชั้นเดียว	79

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-5 การส่งกำลังแบบอัตราทดหลายชั้น	79
3-6 เขียนแบบเฟืองด้วยโปรแกรมออกแบบและเขียนแบบ	80
3-7 การแปลงเป็นค่า G Code ด้วยโปรแกรมของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ	81
3-8 การปรีนเฟืองด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ	81
3-9 เฟืองตรง ขนาด 21 ฟัน	82
3-10 เฟืองตรง ขนาด 28 ฟัน	82
3-11 เฟืองตรง ขนาด 35 ฟัน	83
3-12 เฟืองตรง ขนาด 42 ฟัน	83
3-13 เฟืองตรง ขนาด 49 ฟัน	84
3-14 เฟืองตรง ขนาด 56 ฟัน	84
3-15 เพลสไปน์ หมายเลข 1	85
3-16 เพลสไปน์ หมายเลข 2	85
3-17 เพลสไปน์ หมายเลข 3	86
3-18 ฐานรองรับเพลลหมายเลข 1	86
3-19 ฐานรองรับเพลลหมายเลข 2	87
3-20 ฐานรองรับเพลลหมายเลข 3	87
3-21 ฐานรองรับเพลลหมายเลข 5	88
3-22 ฐานรองรับเพลลหมายเลข 6	88
3-23 มือหมุนเพลลา	89
3-34 แผ่นฐาน	89
3-25 การประกอบชุดเฟืองทักกะ	90
3-26 ชุดเฟืองทักกะที่ประกอบสำเร็จ	90
3-27 รายละเอียดจำนวนฟันของเฟืองแต่ละตัว	91
3-28 ชี้แจงการใช้ชุดเฟืองทักกะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลัง	106
3-29 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างใช้ชุดเฟืองทักกะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม	107
เรื่องระบบส่งกำลัง	
3-30 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบ	107
4-1 หน้าปกชุดเฟืองทักกะ	112

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-2 ใบเนื้อหา	113
4-3 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	114
4-4 ใบงาน	115
4-5 แบบทดสอบ	116
4-6 ใบมอบหมายงาน	117
4-7 สื่อการสอน	118
ก-1 ประมวลภาพการจัดการเรียนรู้ เรื่องระบบส่งกำลัง	152
ก-2 นักเรียนทดลองประกอบชุดฝึกทักษะเฟืองชุดที่ 1	153
ก-3 นักเรียนปฏิบัติงานตามใบมอบหมายงาน	154
ก-4 นักเรียนทดลองประกอบชุดฝึกทักษะเฟืองชุดที่ 2	155
ก-5 นักเรียนทดลองหมุนชุดทักษะให้เฟืองส่งถ่ายกำลังจาก เพลลาที่ 1 ไปเพลลาที่ 2 และต่อไปเพลลาที่ 3	156
ก-6 ทำความสะอาดชุดฝึกทักษะ และโต๊ะปฏิบัติงาน ด้วยแปรงและผ้าสะอาด	157
จ-1 ภาพการนำเข้าสู่บทเรียน	212
จ-2 ภาพการอธิบายเนื้อหาของบทเรียน	212
จ-3 ภาพการการสาธิตการใช้ชุดฝึกระบบส่งกำลัง	213
จ-4 การประกอบชุดฝึกทักษะ	213
จ-5 การประกอบชุดเฟือง ชุดที่ 1	214
จ-6 นักเรียนทดลองหมุนเฟืองชุดที่ 1	215
จ-7 การประกอบชุดเฟือง ชุดที่ 2	215
จ-8 การประกอบชุดเฟือง ชุดที่ 2	216
จ-9 นักเรียนทดลองหมุนเฟืองชุดที่ 2	216
จ-10 นักเรียนออกมาอภิปรายผลการทดลองใช้ชุดฝึก	217
จ-11 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	217
จ-12 ครูผู้สอนสรุปเนื้อหาวิชาท้ายชั่วโมง	218

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เครื่องกลึงเป็นเครื่องมือกลที่ใช้สำหรับการแปรรูปวัสดุเป็นชิ้นงานตามที่ต้องการ สามารถทำงานได้หลายชนิด เช่น กลึงปาดหน้า กลึงปอก กลึงขึ้นรูป กลึงเกลียว กลึงเรียว คว้านรู นอกจากงานกลึงแล้วยังสามารถใช้เจาะรู พิมพ์ลาย ริมเมอร์ เครื่องกลึงที่นิยมใช้งานสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทหลัก ดังนี้ เครื่องกลึงยันทวน (Lathe) เป็นเครื่องกลึงที่ใช้กลไกเชิงกลและมีการใช้ระบบส่งกำลังด้วยมอเตอร์ และมักใช้ในการกลึงชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่และต้องการความแม่นยำ เครื่องกลึง CNC (CNC Lathe) เป็นเครื่องกลึงที่ใช้ระบบ CNC (Computer Numerical Control) ในการควบคุมการกลึงชิ้นงาน ซึ่งช่วยเพิ่มความแม่นยำและความเร็วในการกลึง เครื่องกลึงเทอร์เรท (Turret Lathe) เป็นเครื่องกลึงที่มีเครื่องมือตัดเฉือนหลายตัวอยู่บนป้อมมิตเครื่องกลึง (Turret) ซึ่งช่วยลดเวลาในการสับเปลี่ยนเครื่องมือและเพิ่มความแม่นยำในการกลึง เครื่องกลึงหน้างาน (Facing Lathe) เป็นเครื่องจักรกลโลหะขนาดใหญ่ที่ใช้ในการกลึงและตัดชิ้นงานขนาดใหญ่ ซึ่งโครงสร้างตัวเครื่องจะประกอบใช้งานร่วมกับจานพาที่ทำหน้าที่จับชิ้นงานแบนให้หมุนเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว ทนต่อแรงเสียดทานและมีเสียงรบกวนการผลิตต่ำ ส่วนประกอบของเครื่องกลึงประกอบไปด้วย 1. ฐานเครื่องกลึง (Bed) ฐานเครื่องผลิตขึ้นจากเหล็กหล่อสีเทา (Gray Cast iron) เพราะมีคุณสมบัติรับแรงสั่นสะเทือนได้ดี ทำหน้าที่รองรับส่วนประกอบทั้งหมดของตัวเครื่องกลึงเป็นส่วนที่มีความสำคัญทำหน้าที่รองรับรางเลื่อนและศูนย์ท้ายเครื่องให้สามารถเคลื่อนที่ไป – มาได้อย่างสะดวก 2. หัวเครื่องกลึง (Head Stock) หัวเครื่องกลึง เป็นส่วนประกอบที่อยู่บนฐานเครื่องทางด้านซ้าย ภายในหัวเครื่องมีชุดเฟืองทดส่งกำลังสำหรับบังคับหัวจับที่จับชิ้นงานให้หมุนด้วยความเร็วรอบระดับต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับความโตของชิ้นงาน ชนิดของวัสดุงาน และลักษณะการปฏิบัติงานกลึง 3. แท่นเลื่อน (Carriage) แท่นเลื่อนเป็นชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ไป – มา ตามความยาวรางเลื่อน มีชุดเฟืองทดและคันบังคับ ทำให้แท่นเลื่อนทำงานในระบบอัตโนมัติต่าง ๆ เช่น กลึงปาดหน้า กลึงปอกผิวและตัดกลึงเกลียวได้อีกด้วย โดยหัวเครื่องกลึงจะเป็นส่วนที่มีความสำคัญที่สุดเพราะทำหน้าที่ในการรับกำลังจากมอเตอร์ ส่งถ่ายความเร็วรอบมายังชุดหัวเครื่อง ผ่านไปยังชุดเฟืองทดที่ประกอบด้วยเฟืองหลายตัวอยู่ภายในโดยแต่ละตัวจะมีจำนวนฟันที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลทำให้เครื่องกลึงแต่ละเครื่องสามารถปรับความเร็วรอบได้หลากหลาย โดยเฟืองที่บรรจุอยู่ในชุดห้องเกียร์นั้นจะประกอบอยู่ในชุดเพลลาของหัวเครื่องกลึง โดยจะถูกปิดไว้อย่างมิดชิดด้วยฝาเครื่องเพื่อความปลอดภัย ที่ผ่านมานั้นเกิดปัญหาในการเรียนการสอนในหน่วยที่ 2 ซึ่งเป็นการเรียนในหัวข้อระบบส่งกำลังด้วยเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ว่าด้วยเรื่องการปรับความเร็วให้

เหมาะสมกับการทำงานแต่ละชนิดโดยผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถมองเห็นการทำงานของเฟืองแต่ละชุดได้ ว่าเมื่อต้องการปรับความเร็วรอบให้สปินเดิลหมุนรอบช้า – เร็ว เมื่อปรับชุดเกียร์แต่ละชุดแล้วเฟืองที่ประกอบกันอยู่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร

การจัดการเรียนการสอนรายวิชา ระบบส่งกำลัง ซึ่งเป็นรายวิชากลุ่มสมรรถนะวิชาชีพ ของสาขาวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง จากประสบการณ์ของผู้วิจัยพบว่าการเรียนการสอนรูปแบบเดิมที่เป็นการสอนแบบบรรยายโดยมีครูผู้สอนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ มีข้อด้อยอันได้แก่นักเรียนจะเป็นฝ่ายรอรับความรู้จากผู้สอน ทำให้ขาดความกระตือรือร้นในการเรียน ไม่สนใจใฝ่รู้ ขาดทักษะในการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ไม่สามารถพัฒนาตนเองให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และนักเรียนยังขาดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ไม่กล้าถาม และไม่กล้าแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน ทั้งยังขาดความเข้าใจที่ตีพอในเนื้อหา และไม่ประสบผลสำเร็จกับการเรียนในปัจจุบัน (คันสนีย์ เลียงพาณิชย์. 2555)

จากปัญหาและอุปสรรคดังกล่าวข้างต้นนั้น ผู้วิจัยจึงเกิดแนวความคิดในการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง สำหรับนักเรียนสาขาวิชาช่างกลโรงงาน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้หลักการทำงานของเฟืองชุดหัวเครื่อง และปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับระบบส่งกำลังได้อย่างถูกต้อง มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดฝึกทักษะในงานวิศวกรรม เช่น สุรศักดิ์ ลิ้มวีระประจักษ์ (2559) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ ชุดฝึกทักษะการประมาณการชั้นอัดแป้นเกลียวและสลักเกลียว ผลการวิจัยพบว่า 1. ด้านผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก 2. ด้านประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการประมาณการชั้นอัดแป้นเกลียวและสลักเกลียว 96.78% 3. ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 4. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพทักษะการประมาณการชั้นอัดแป้นเกลียวและสลักเกลียว 100/100 สูงกว่าเกณฑ์กำหนด 5. ผลประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับ ดีมาก และคันสนีย์ วิชาโรจน์ (2559) ได้กล่าวไว้ว่าชุดฝึกทักษะเป็นสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนใช้ประกอบการศึกษาเป็นคู่มือการลงมือปฏิบัติจริง โดยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็วขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ คำแนะนำในการใช้ชุดฝึก แบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหา กิจกรรมและแบบทดสอบหลังเรียน จากแนวการจัดการเรียนการสอนที่กล่าวมาข้างต้น การศึกษาวิจัยในครั้งนี้หวังว่าจะทำให้นักเรียนเกิดการกระตุ้นความสนใจในการศึกษาหาข้อมูลและฝึกทักษะการปฏิบัติงาน และสามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาในการเรียนการสอนได้อย่างเป็นระบบตามหลักการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ดีขึ้นกับการจัดการเรียนการสอนในภาคทฤษฎี เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์รายวิชา สอดคล้องกับ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2562

2. วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมเรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง

3. สมมติฐานงานวิจัย

3.1 ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้ตามหลักวิศวกรรม เรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

4. ขอบเขตงานวิจัย

4.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนที่เรียนในแผนกวิชาช่างกลโรงงาน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง วิทยาลัยเทคนิคราชบุรีการศึกษา 2567 จำนวน 350 คน

4.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา ระบบส่งกำลังเครื่องมือกล รหัสวิชา 20102-2109 วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี การศึกษา 2567 จำนวน 25 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ กลุ่ม (Cluster random sampling)

4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชา ระบบส่งกำลัง จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ใช้ชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม โดยมีเนื้อหาสาระ ดังนี้

4.2.1 หลักการทำงานของระบบส่งกำลัง

4.2.2 การส่งกำลังของเครื่องมือกลแบบต่าง ๆ

4.2.3 วิธีการส่งกำลังด้วยอุปกรณ์แบบต่าง ๆ

4.3 ขอบเขตด้านตัวแปร

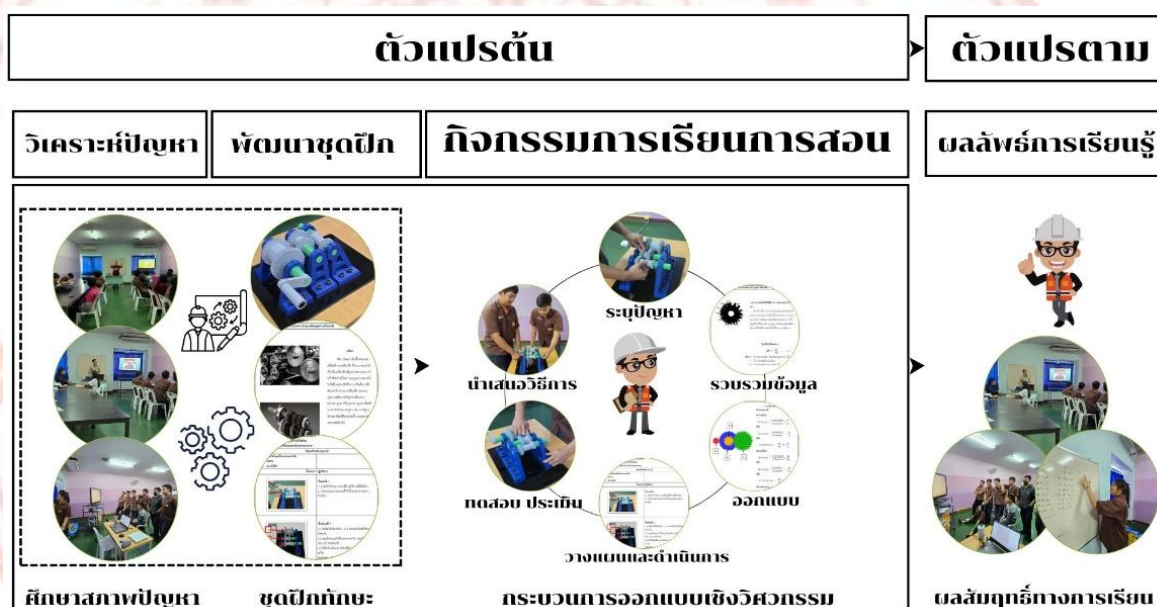
4.3.1 ตัวแปรต้น คือ การสอนด้วยชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้ตามหลักวิศวกรรม เรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง

4.3.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่จัดการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง

4.4 ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตด้านระยะเวลาตามระยะการพัฒนาชุดฝึกทักษะการทดลอง 5 สัปดาห์สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง ช่วงเวลา ปการศึกษา 2567

5. กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้ตามหลักวิศวกรรมสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ผู้วิจัยเขียนกรอบแนวคิดตามตัวแปรที่ศึกษา ดังนี้



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 ชุดฝึกทักษะหมายถึง สื่อการเรียนรู้หนึ่งชิ้นที่สร้างขึ้น เพื่อให้เกิดทักษะ เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความชำนาญในเนื้อหาที่ผู้เรียน ได้เรียนในเรื่องนั้น ๆ และบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งเป็นหน้าที่โดยตรงที่ผู้สอนจะต้องจัดทำขึ้นมา เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

6.2 ความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะหมายถึง สื่อการสอนที่สร้างขึ้น มีความสอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริง และลักษณะชิ้นงานมีความเหมาะสมกับการเรียน โดยมีองค์ประกอบดังนี้

6.2.1 ด้านใบเนื้อหาหมายถึง ใบเนื้อหาที่สร้างขึ้นมีความถูกต้องตามทฤษฎีเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน ครอบคลุมวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม และมีการจัดเรียงลำดับก่อนหลังอย่างเหมาะสม

6.2.2 ด้านสื่อการสอนเรื่อง ระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง หมายถึง สื่อการสอนที่สร้างขึ้น มีความสอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริง และลักษณะชิ้นงานมีความเหมาะสมกับการเรียน

6.2.3 ด้านใบงานหมายถึง ใบงานที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแบบชิ้นงาน และคำชี้แจงในใบงานมีความชัดเจนเหมาะสมสำหรับฝึกทักษะและช่วยพัฒนาทักษะในการเรียน

6.3 เครื่องกลึงหมายถึง เครื่องจักรกลที่ใช้ในการแปรรูป โดนการตัดเฉือนวัสดุ โลหะหรือที่ไม่ใช่โลหะ เช่น เหล็ก แสตนเลส อลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง หิน ไม้ พลาสติก ยาง อื่นๆ ออกจากชิ้นงานเพื่อให้ได้รูปร่างและขนาดตามที่เรต้องการ

6.4 ระบบส่งกำลัง (Power Trmissions) หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับสร้างแรงและส่งกำลังออกไปโดยการใช้เกียร์และเพลาทำงานร่วมกันเพื่อให้สามารถปรับเป็นเกียร์ต่ำและสูงได้ ซึ่งการกระทำนี้เป็นการส่งกำลังไปสร้างแรงบิดและแรงม้าให้กับเครื่องยนต์หรือเครื่องจักรกลต่าง ๆ

6.5 เพลาสาย (Spline Shaft) หมายถึง เพลาที่มีลักษณะคล้ายเฟือง นิยมใช้งานกับเฟืองหัวเครื่องกลึง โดยจะใช้ฟันเฟืองในการขับเคลื่อนตัวระหว่างเพลา นิยมใช้งานร่วมกับเฟืองหัวเครื่องกลึงหรือเครื่องจักรที่หมุนได้ เพื่อรับส่งแรงบิดจากเฟืองหลัก เพลาชนิดนี้ต้องมีความแข็งแรง ทนทาน เพื่อให้เคลื่อนที่ได้อย่างราบรื่น วัสดุที่ใช้ในการผลิต ต้องทนทานต่อการกัดกร่อน และทนต่อการเสียดสีได้ดี

6.6 ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะหมายถึง คุณภาพชุดฝึกทักษะที่วัดจากคะแนนค่าเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน คือ E_1 / E_2

6.6.1 E_1 ตัวแรกหมายถึง คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน ซึ่งอยู่ในรูปค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนน หลังจากที่คุณเรียนได้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างเรียนด้วยชุดฝึกทักษะ ร่วมกับการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง ระบบส่งกำลัง

6.6.2 E_2 ตัวหลังหมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละของแบบทดสอบหลังการใช้ชุดฝึกทักษะหลังเรียนของผู้เรียน เรียนผ่านสื่อการสอนด้วยชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้ตามกระบวนการเชิงวิศวกรรม เรื่อง ระบบส่งกำลัง

6.7 เกณฑ์ที่กำหนด 80/80 หมายถึง ระดับประสิทธิภาพที่คาดหวัง ซึ่งวัดได้จากค่าเฉลี่ยดังนี้

80 ตัวแรก คือ คะแนนที่ได้จากแบบฝึกหัดระหว่างเรียนเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมโดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง คือ คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบหลังเรียนเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมโดยคิดเป็นร้อยละ

6.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่สร้างเป็นชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้ตามกระบวนการเชิงวิศวกรรมเรื่อง ระบบส่งกำลัง

6.9 สภาพการจัดการเรียนการสอนหมายถึง ปัญหา ข้อจำกัด หรือแนวทางการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ที่ปรากฏอยู่ในสถานศึกษา และมีผลต่อประสิทธิภาพของการเรียนการสอนก่อนการพัฒนาชุดฝึกทักษะ

6.10 การเรียนรู้เชิงวิศวกรรมหมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ผ่านกระบวนการคิด วิเคราะห์ ออกแบบ ทดลอง และสรุปผลตามหลักวิศวกรรม เพื่อพัฒนาทักษะวิชาชีพอย่างเป็นระบบ

7. ประโยชน์ของงานวิจัย

นักเรียนที่เรียนจากชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นตามเกณฑ์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดฝึกทักษะเรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของคะแนนทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการทำวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

2.1 เครื่องกลึง และระบบส่งกำลัง

- 2.1.1 ชนิดของเครื่องกลึง
- 2.1.2 ชุดส่งกำลัง
- 2.1.3 ชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง
- 2.1.4 อัตราทด และความเร็วรอบ

2.2 ความหมายของชุดฝึกทักษะ

2.3 การจัดการเรียนรู้

- 2.3.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้
- 2.3.2 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้
- 2.3.3 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้

2.4 การออกแบบเชิงวิศวกรรม

- 2.4.1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process)
- 2.4.2 ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

2.5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

- 2.5.1 ความหมายของการวัดผล การประเมินผล และการทดสอบ
- 2.5.2 การประเมินผล (Evaluation)
- 2.5.3 การทดสอบ (Testing)
- 2.5.4 ลักษณะสำคัญของการวัดและประเมินผลการศึกษา
- 2.5.5 ความสำคัญของการวัดผลการศึกษา
- 2.5.6 หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา
- 2.5.7 จุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมินผล
- 2.5.8 ประโยชน์ของการวัดและประเมินผล
- 2.5.9 คุณลักษณะที่ดีของผู้ทำหน้าที่ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

2.6 แบบทดสอบ

2.6.1 ความหมายของแบบทดสอบ

2.6.2 หลักการสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย

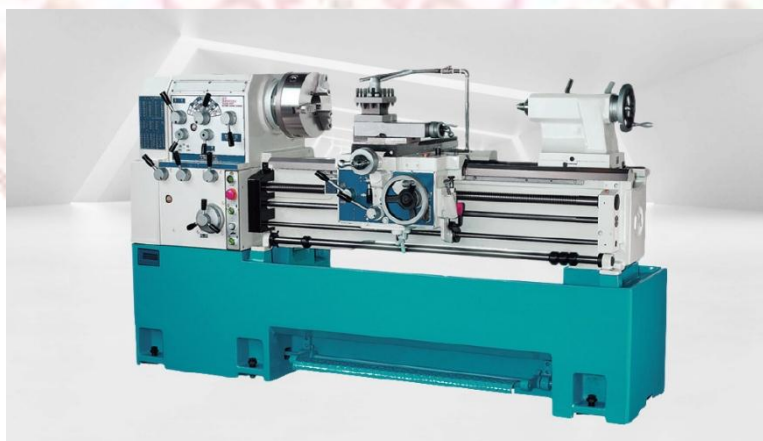
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องกลึง และระบบส่งกำลัง

2.1.1 **เครื่องกลึง (Lathe)** เป็นเครื่องจักรกลชนิดหนึ่งที่ใช้ปาดผิวโลหะทรงกระบอกโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าและระบบสายพานส่งถ่ายกำลังไปยังชุดหัวเครื่องเพื่อให้เพลงานหมุน ทั้งนี้รูปร่างของชิ้นงานที่กลึงจะเปลี่ยนไปตามความเร็วรอบ ความเร็วตัด และอัตราการป้อนตัดตามที่ต้องการ ซึ่งส่วนประกอบหลักของเครื่องกลึงจะประกอบด้วยฐานเครื่องกลึง (Bed), หัวเครื่องกลึง (Head Stock), แท่นเลื่อน (Carriage), ชุดยืนศูนย์ท้าย (Tail Stock), ระบบป้อน, ป้อนมีด, อุปกรณ์จับชิ้นงาน เป็นต้น โดยเครื่องกลึงจะมีให้เลือกใช้งานหลายชนิดด้วยกัน เช่น เครื่องกลึงยืนศูนย์ เครื่องกลึงเทอร์เรทหรือเครื่องกลึงที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งแต่ละชนิดออกแบบมาให้สามารถใช้งานได้ทั้งกลึงปาดหน้า กลึงปอก กลึงเกลียว กลึงคว้านรู เจาะรู การพิมพ์ลาย และกลึงขึ้นรูปชิ้นงานเป็นรูปทรงต่างๆ โดยแบ่งเป็น 4 ประเภทหลัก ๆ ดังนี้

(ที่มา https://th.misumiec.com/th/pr/recommend_category/lathes/)

1. **เครื่องกลึงยืนศูนย์ (Engine Lathe)** เป็นเครื่องกลึงขนาดเล็กที่ใช้มอเตอร์ที่มีความเร็วรอบสูงในการหมุนปรับความเร็วมีดกลึงได้หลายระดับ ซึ่งโครงสร้างตัวเครื่องทำมาจากเหล็กความเร็วสูงที่มีขนาดกะทัดรัด เคลื่อนย้ายใช้งานได้สะดวก โดยสามารถติดตั้งวางบนโต๊ะงานได้ และสามารถกลึงเกลียว เจาะ ปอก ปาดหน้าชิ้นงานพลาสติก ไม้ อะลูมิเนียม เหล็ก และสแตนเลสที่มีความละเอียดปานกลางได้อย่างเที่ยงตรงไม่สั่นคลอน จึงเหมาะสำหรับใช้ในงานกลึงเบาๆ ได้ดี เช่น ห้อง แลป, เวอร์คซิป หรือใช้ฝึกทักษะช่างกล เป็นต้น



ภาพที่ 2-1 เครื่องกลึงยืนศูนย์

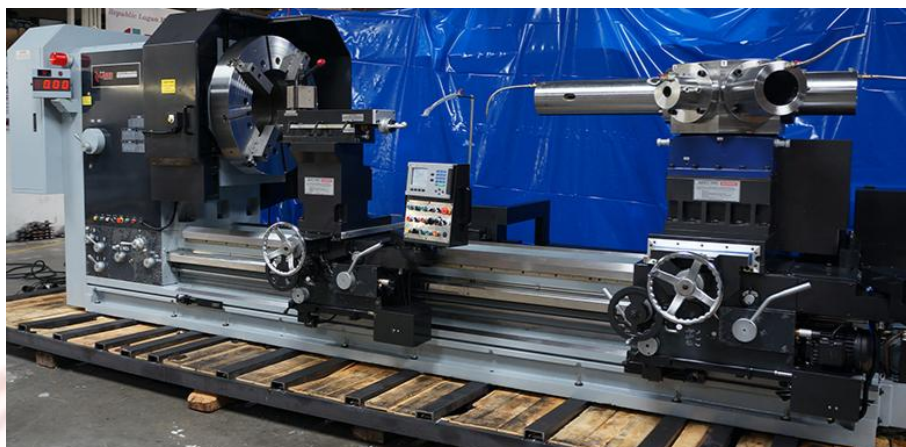
2. เครื่องกลึง CNC (CNC Lathe) เครื่องกลึงที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ หรือเครื่องกลึง CNC เป็นเครื่องกลึงขึ้นรูปชิ้นงานควบคุมการทำงานด้วยระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ อัตโนมัติที่กำหนดไว้ด้วยรหัสคำสั่งที่เป็นตัวเลข ตัวอักษร หรือสัญลักษณ์ต่างๆ ข้อดี ผลิตชิ้นงานที่มีความละเอียดซับซ้อนได้อย่างรวดเร็วและเที่ยงตรง ลดเวลาในการผลิต ข้อเสีย ราคาเครื่องจักรค่อนข้างสูง การซ่อมบำรุงมีความซับซ้อนต้องอาศัยช่างที่มีทักษะและความชำนาญโดยเฉพาะ จึงเหมาะอย่างยิ่งสำหรับงานผลิตจำนวนมาก เช่น ชิ้นส่วนเครื่องบิน ชิ้นส่วนรถยนต์ อุปกรณ์ทางการแพทย์ เป็นต้น



ภาพที่ 2-2 เครื่องกลึง CNC

ที่มา (https://www.sumipol.com/knowledge/what_cnc_lathe/)

3. เครื่องกลึงเทอร์เรท (Turret Lathe) เป็นเครื่องจักรกลที่มีป้อมมีดหมุนหลายชนิดรวมอยู่ในตัวเครื่อง ทำให้สามารถกลึง คว้าน เจาะ และตัดแปดเกลียวให้เสร็จครั้งเดียวตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการผลิต เช่น การผลิตเกลียวสามเหลี่ยมที่บริเวณหัวจับมีดของเครื่องกลึงเทอร์เรทจะมีมีดกลึงปอกสำหรับใช้ลบคมและกลึงปอกโลหะ, มีชุด Die เกลียวหรือมีดกลึงเกลียวสำหรับทำเกลียวนอก ซึ่งเหมาะสำหรับงานผลิตที่มีจำนวนมาก



ภาพที่ 2-3 เครื่องกลึงเทอเลส
(ที่มา <https://machine.co.th/>)

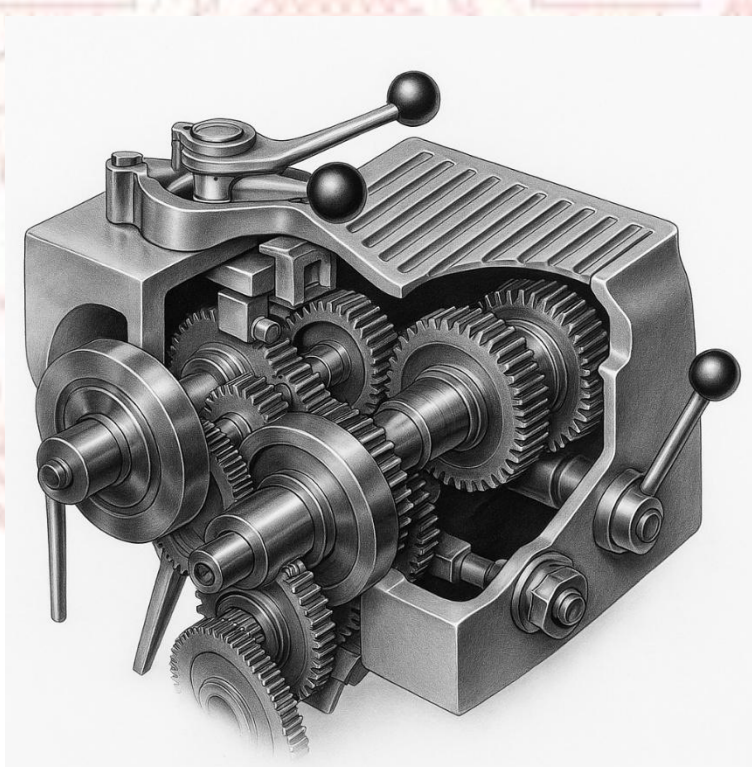
4. เครื่องกลึงหน้าจาน (Facing Lathe) เป็นเครื่องจักรกลโลหะขนาดใหญ่ที่ใช้ในการกลึงและตัดชิ้นงานขนาดใหญ่ ซึ่งโครงสร้างตัวเครื่องจะประกอบใช้งานร่วมกับจานพาที่ทำหน้าจับชิ้นงานแบนให้หมุนเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว ทนต่อแรงเสียดทานและมีเสียงรบกวนการผลิตต่ำ จึงนิยมนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางกับอุตสาหกรรมหนัก เช่น ผลิตรถยนต์, อุตสาหกรรมการบิน, อุตสาหกรรมการต่อเรือ, อุตสาหกรรมพลังงานนิวเคลียร์, เครื่องจักรเคมีและอุปกรณ์ปิโตรเลียม เป็นต้น



ภาพที่ 2-4 เครื่องกลึงเทอเลส
(ที่มา <https://machine.co.th/>)

ส่วนประกอบของเครื่องกลึงประกอบไปด้วย 1. ฐานเครื่องกลึง (Bed) ฐานเครื่องผลิตขึ้นจากเหล็กหล่อสีเทา (Gray Cast iron) เพราะมีคุณสมบัติรับแรงสั่นสะเทือนได้ดี ทำหน้าที่รองรับส่วนประกอบทั้งหมดของตัวเครื่องกลึงเป็นส่วนที่มีความสำคัญทำหน้าที่รองรับรางเลื่อนและศูนย์ท้ายเครื่องให้สามารถเคลื่อนที่ไป – มาได้อย่างสะดวก 2. แท่นเลื่อน (Carriage) แท่นเลื่อน เป็นชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ไป – มา ตามความยาวรางเลื่อน มีชุดเฟืองทดและคันบังคับ ทำให้แท่นเลื่อนทำงานในระบบอัตโนมัติต่าง ๆ เช่น กลึงปาดหน้า กลึงปอกผิวและตัดกลึงเกลียวได้อีกด้วย 3. หัวเครื่องกลึง (Head Stock) หัวเครื่องกลึง เป็นส่วนประกอบที่อยู่บนฐานเครื่องทางด้านซ้าย ภายในหัวเครื่องมีชุดเฟืองทดส่งกำลังสำหรับบังคับหัวจับที่จับชิ้นงานให้หมุนด้วยความเร็วรอบระดับต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับความโตของชิ้นงาน ชนิดของวัสดุงาน และลักษณะการปฏิบัติงานกลึง

2.1.2 ชุดส่งกำลัง (Transmission) เครื่องกลึงจะส่งกำลังขับเคลื่อนกลึงด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (Motor) โดยส่งกำลังผ่านสายพานลิ้ม (V-Belt) และผ่านชุดเฟือง (Gear) สามารถปรับความเร็วรอบได้ระดับต่าง ๆ เพื่อไปขับเพลาลูกหมุน (Spindle) ให้หมุนสำหรับเครื่องกลึงรุ่นเก่าจะปรับความเร็วรอบของเพลาลูกหมุนโดยใช้ล้อสายพาน (Pulley) ที่มีหลายชั้น ซึ่งแต่ละชั้นจะให้ความเร็วรอบแตกต่างกัน (<https://machinetoolsintroduction.blogspot.com/p/4.html>)



ภาพที่ 2-5 การส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง

(ที่มา https://whatislathe.blogspot.com/2017/12/blog-post_17.html)

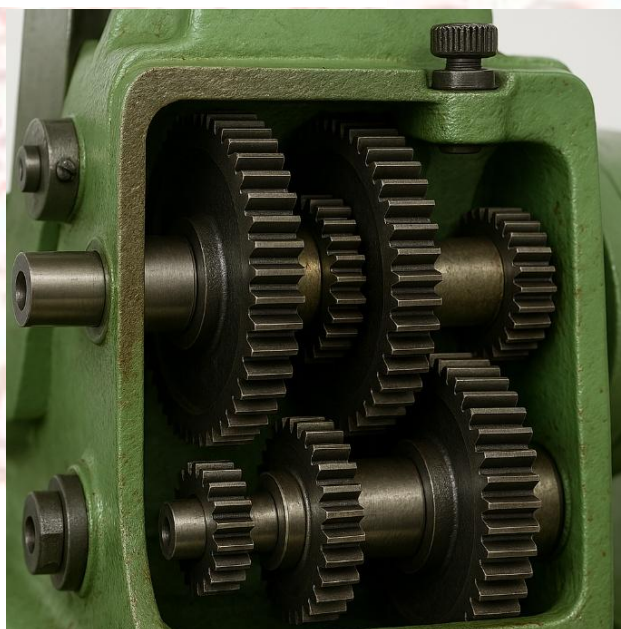
1) การส่งกำลังชุดหัวเครื่องกลึงด้วยสายพาน



ภาพที่ 2-6 การส่งกำลังด้วยสายพาน

(ที่มา https://whatislathe.blogspot.com/2017/12/blog-post_17.html)

2) การส่งกำลังชุดหัวเครื่องกลึงด้วยเฟือง



ภาพที่ 2-7 ชุดเฟืองภายในหัวเครื่องกลึงชนิดยืนศูนย์ (HEAD GEAR)

(ที่มา https://whatislathe.blogspot.com/2017/12/blog-post_17.html)

2.1.3 ชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง

เฟือง (Gear) เป็นชิ้นส่วนเครื่องกลที่มีรูปร่างเป็นจานแบนรูปวงกลม ตรงขอบมีลักษณะเป็นแฉกเรียกว่า ฟันเฟือง ซึ่งสามารถนำไปประกบกับเฟืองอีกตัวหนึ่ง ทำให้เมื่อเฟืองตัวแรกหมุน เฟืองตัวที่สองจะหมุนในทิศทางตรงกันข้าม เกิดเป็นระบบส่งกำลังขึ้น โดยความเร็วรอบของเฟืองที่สองจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนจำนวนฟันเฟืองของตัวแรกเทียบกับตัวที่สอง ซึ่งอัตราส่วนนี้สามารถปรับให้เกิดเป็นความได้เปรียบเชิงกลได้ จึงถือเป็นเครื่องกลอย่างง่ายชนิดหนึ่ง

เฟืองสามารถนำมาใช้ส่งผ่านแรงหมุน ปรับความเร็ว แรงหมุน และทิศทางการหมุนในเครื่องจักรได้โดยระบบเฟืองหรือระบบส่งกำลังมีความสามารถคล้อยคลึงกับระบบสายพาน แต่จะดีกว่าตรงที่ระบบเฟืองจะไม่สูญเสียพลังงานไปกับการยืดหดและการลื่นไถลของสายพาน เฟืองมีประโยชน์มากในชีวิตประจำวันเช่น ใช้ในการส่งกำลังในเครื่องมือกล ได้แก่ เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องไส เป็นต้น และยังใช้เป็นชุดเฟืองในรถยนต์ เฟืองมีหลายชนิด เช่น เฟืองตรง เฟืองเฉียง เฟืองดอกจอก เฟืองหนอน เฟืองสะพาน เป็นต้น (<http://ctc.chontech.ac.th/files/>)



ภาพที่ 2-8 เฟืองหัวเครื่องกลึง

(ที่มา <http://thanattthep.com/?gallery>)

3) ระบบของเฟือง

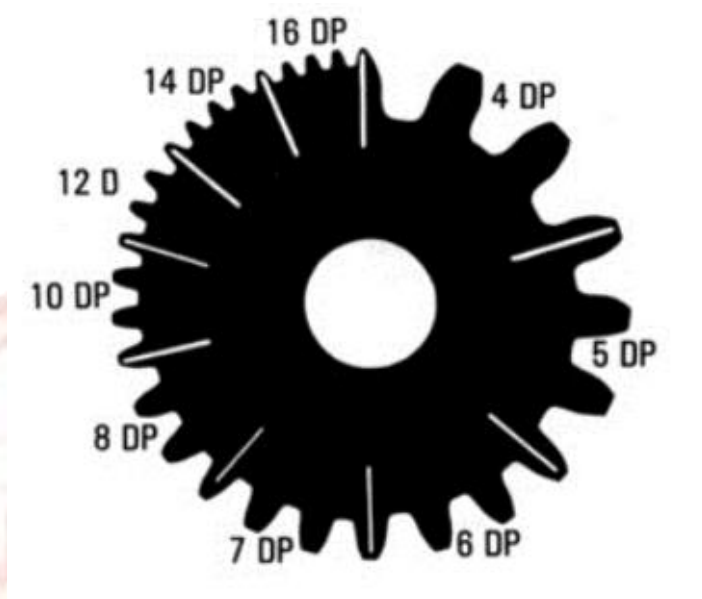
เฟืองโดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 ระบบ คือ

1. เฟืองระบบโมดูล (Module) เป็นเฟืองระบบเมตริกใช้หน่วยเป็นมิลลิเมตร ถ้าเฟืองโมดูลเลขน้อยจะมีขนาดฟันเฟืองเล็ก ถ้าเฟืองโมดูลเลขมากจะมีฟันเฟืองขนาดใหญ่ ขนาดของเฟืองโมดูลแสดงไว้ดังนี้

ตารางที่ 2-1 ขนาดของเฟืองระบบโมดูลที่ใช้ทั่ว ๆ ไป
ระบบโมดูล

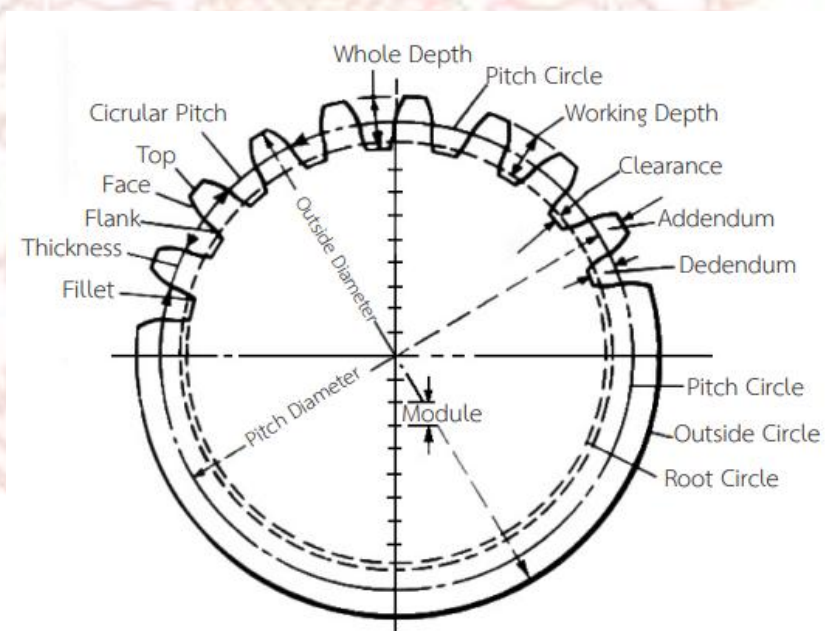
ลำดับที่	หมายเลขโมดูล	ลำดับที่	หมายเลขโมดูล
1	0.50	13	3.50
2	0.75	14	3.75
3	1.00	15	4.00
4	1.25	16	4.50
5	1.50	17	5.00
6	1.75	18	5.50
7	2.00	19	6.00
8	2.25	20	6.50
9	2.50	21	7.00
10	2.75	22	8.00
11	3.00	23	9.00
12	3.25	24	10.00

2. เฟืองตรงระบบดีพี (Diametral Pitch, DP) ซึ่งเป็นเฟืองระบบนี้ ใช้หน่วยเป็นนิ้ว แต่สามารถเปลี่ยนหน่วยเป็นมิลลิเมตรได้โดยการคูณด้วยค่า 25.4 มม. มีใช้ในเครื่องจักรของประเทศสหรัฐอเมริกา กลุ่มประเทศเครือจักรภพและแคนาดา จะมีขนาดของเฟืองเป็นเลขจำนวนเต็ม คือ 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 16 เฟืองดีพีเลขน้อยจะมีฟันเฟืองใหญ่ ถ้าเฟืองเลขดีพีมากจะมีขนาดฟันเฟืองเล็ก ภาพที่ 2.2 แสดงรูปร่าง ขนาดของเฟืองระบบดีพี



ภาพที่ 2-9 รูปร่างของเฟืองระบบดีพี

(ที่มา http://ctc.chontech.ac.th/files/2207211717304071_22110622220718.pdf)



ภาพที่ 2-10 ส่วนต่างๆ ของเฟืองตรง

(ที่มา http://ctc.chontech.ac.th/files/2207211717304071_22110622220718.pdf)

ตารางที่ 2-2 ชื่อส่วนประกอบเฟืองตรง

ลำดับที่	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาไทย	คำอธิบาย
1	Pitch Circle	เส้นรอบวงของฟันเฟือง	เป็นเส้นสมมุติที่ใช้ในการคำนวณการส่งกำลังและตำแหน่งสัมผัสของเฟืองสองตัว
2	Pitch Diameter	เส้นผ่านศูนย์กลางของ Pitch Circle	ใช้ในการคำนวณอัตราทดและระยะศูนย์กลางของเฟือง
3	Module	โมดูล	อัตราส่วนระหว่าง Pitch Diameter กับจำนวนฟัน ใช้กำหนดขนาดของฟันเฟือง (มักใช้ในระบบเมตริก)
4	Outside Diameter	เส้นผ่านศูนย์กลางนอก	คือระยะผ่านศูนย์กลางของปลายฟัน
5	Outside Circle	เส้นรอบวงนอก	วงกลมที่ผ่านปลายฟัน
6	Root Circle	เส้นรอบวงราก	วงกลมที่ผ่านฐานของร่องฟัน
7	Whole Depth	ความลึกรวมของฟัน	คือระยะจากปลายฟันถึงรากฟัน (รวม Addendum และ Dedendum)
8	Working Depth	ความลึกใช้งาน	ระยะความลึกของการสัมผัสฟันเฟืองระหว่างสองเฟือง (มักน้อยกว่า Whole Depth เล็กน้อย)
9	Addendum	ส่วนยอดฟัน	ระยะจากเส้น Pitch Circle ถึงปลายฟัน
10	Dedendum	ส่วนรากฟัน	ระยะจากเส้น Pitch Circle ถึงรากของฟัน
11	Clearance	ช่องว่าง	ระยะห่างระหว่างยอดฟันของเฟืองหนึ่งกับรากของเฟืองอีกตัว ป้องกันการชนกัน
12	Circular Pitch	ระยะห่างฟันแบบวงกลม	ระยะจากจุดหนึ่งของฟันถึงจุดเดียวกันของฟันถัดไปตามเส้น Pitch Circle

ลำดับที่	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาไทย	คำอธิบาย
13	Thickness	ความหนาฟัน	ความกว้างของฟันที่วัดบน Pitch Circle
14	Face (Top Face)	หน้าฟันด้านบน	พื้นที่บนของฟันตั้งแต่ Pitch Circle ถึงปลายฟัน
15	Flank	ด้านข้างของฟัน	พื้นผิวที่เอียงของฟันระหว่าง Pitch Circle กับรากฟัน
16	Fillet	มุมโค้ง	ส่วนโค้งต่อระหว่างฟันกับรากของเฟือง ลดความเค้นและป้องกันการแตกร้าว
17	Top	ยอดฟัน	ส่วนบนสุดของฟัน

ตารางที่ 2-3 สูตรการคำนวณส่วนต่าง ๆ ของเฟืองตรง

ส่วนที่คำนวณหา	DP	Module
1. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ยอดฟันเฟือง (Outside Diameter)	$OD = \frac{N + 2}{DP}$ หรือ = $OD = \text{เส้นผ่าศูนย์กลางยอดฟันเฟือง}$ N = จำนวนฟันเฟือง DP = Diametral Pitch PD = เส้นผ่าศูนย์กลางวงกลม พิตช์	$D_a = (z + 2)m$ $= d + 2m$ d_a = เส้นผ่านศูนย์กลางยอดฟันเฟือง Z = จำนวนฟันเฟือง m = โมดูล d = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม พิตช์
2. ความลึกทั้งหมดของ ฟันเฟือง (Whole Depth)	$WD = \frac{2.157}{DP}$ WD = ความลึกทั้งหมดของ ฟันเฟือง	$h = 2.166 m$ h = ความลึกทั้งหมดของ ฟันเฟือง

ส่วนที่คำนวณหา	DP	Module
	DP = Diametral Pitch	m = โมดูล
3. ช่วงสูงบนหรือความสูงยอด ฟันเฟือง (Addendum)	$A = \frac{1}{DP}$ A = ช่วงสูงบนหรือความสูง โคนฟันเฟือง	$h_a = m$ h_a = ช่วงสูงบน หรือความสูง ยอดฟันเฟือง
4. ช่วงสูงล่าง หรือความสูง โคนฟันเฟือง (Dedendum)	$D = \frac{1.157}{DP}$ D = ช่วงสูงล่างหรือความสูง โคนฟันเฟือง DP = Diametral Pitch	$h_f = 1.66 M$ h_f = ช่วงสูงล่าง หรือความสูง โคนฟันเฟือง m = โมดูล
5. ระยะพิตช์ของฟันเฟือง วัด ที่วงกลมพิตช์ (Circular Pitch)	$CP = \frac{\pi}{DP}$ หรือ $= \frac{\pi PD}{DP}$ CP = ระยะพิตช์ของฟันเฟือง DP = Diametral Pitch PD = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม พิตช์ N = จำนวนฟันเฟือง	$P = \pi m$ หรือ $\frac{\pi d}{z}$ p = ระยะพิตช์ของฟันเฟือง m = โมดูล d = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม พิตช์ z = จำนวนฟันเฟือง d_a = เส้นผ่านศูนย์กลางยอด ฟันเฟือง
6. เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม พิตช์ (Pitch Diameter)	$PD = \frac{N}{DP}$ หรือ $= OD - \frac{2}{DP}$ หรือ $\frac{N \times OD}{N + 2}$ หรือ $\frac{N \times CP}{\pi}$	$d = z \times m = d_a - 2m$ หรือ $= \frac{z \times d_a}{z + 2}$ d = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม พิตช์

ส่วนที่คำนวณหา

DP

Module

PD = เส้นผ่าศูนย์กลางวงกลม
พิตช์ $z =$ จำนวนฟันเฟือง
 $m =$ โมดูล

$N =$ จำนวนฟันเฟือง

DP = Diametral Pitch

PD = เส้นผ่าศูนย์กลางวงกลม
พิตช์

OD = เส้นผ่าศูนย์กลางยอด
ฟันเฟือง

CP = ระยะพิตช์ของฟันเฟือง

7. Diameter Pitch

(ระบบเฟือง DP)

$$DP = \frac{N + 2}{OD} \text{ หรือ } \frac{N}{DP} \text{ หรือ}$$

$$\frac{\pi}{DP}$$

DP = Diametral Pitch

$N =$ จำนวนฟันเฟือง

OD = เส้นผ่าศูนย์กลางยอด
ฟันเฟือง

PD = เส้นผ่าศูนย์กลางวงกลม
พิตช์

CP = ระยะพิตช์ของฟันเฟือง

8. Module

(ระบบเฟืองโมดูล)

$$m = \frac{da}{Z + 2} \text{ หรือ } = \frac{d}{Z} \text{ หรือ}$$

$$= \frac{P}{\pi}$$

ส่วนที่คำนวณหา

DP

Module

m = โมดูล

d_a = เส้นผ่านศูนย์กลางยอด
ฟันเฟือง

z = จำนวนฟันเฟือง

d = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม
พิตช์

p = ระยะพิตช์ของฟันเฟือง

9. จำนวนฟันเฟือง

(Number of Teeth)

$$N = PD \times DP \text{ หรือ } \frac{\pi PD}{CP}$$

DP = Diametral Pitch

N = จำนวนฟันเฟือง

OD = เส้นผ่านศูนย์กลางยอด
ฟันเฟือง

PD = เส้นผ่านศูนย์กลาง
วงกลมพิตช์

CP = ระยะพิตช์ของฟันเฟือง

$$Z = \frac{d}{m} \text{ หรือ } \frac{\pi P}{P}$$

Z = จำนวนฟันเฟือง

d = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม
พิตช์

m = โมดูล

d = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม
พิตช์

P = ระยะพิตช์ของฟันเฟือง

10. ระยะห่างระหว่าง

ศูนย์กลางของเฟืองทั้ง

สอง (Center Distance)

$$CD = \frac{PD_1 + PD_2}{2}$$

CD = ระยะห่างระหว่างจุด
ศูนย์กลาง

PD_1 = เส้นผ่านศูนย์กลาง
วงกลมพิตช์เฟืองตัวที่ 1

PD_2 = เส้นผ่านศูนย์กลาง
วงกลมพิตช์เฟืองตัวที่ 2

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

a = ระยะห่างระหว่างจุด
ศูนย์กลางของเพลาทั้งสอง

d_1 = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม
พิตช์เฟืองตัวที่ 1

d_2 = เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม
พิตช์เฟืองตัวที่ 2

3. สามารถแบ่งเฟืองที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม ได้เป็น 8 ชนิดดังนี้

3.1 เฟืองเกลียวสกรู (Spiral Gears)

นิยมใช้ในระบบเฟืองส่งกำลังของรถยนต์ หรือเครื่องจักร ที่ต้องการเปลี่ยนมุมในการส่งกำลัง เป็นเฟืองเกลียวที่ใช้ส่งกำลังระหว่างเพลา ที่ทำมุมกัน 90 องศา การใช้งานเฟืองชนิดนี้ ส่วนมากจะใช้ในการเปลี่ยนทิศทางในการส่งกำลังของเพลา เฟืองเกลียวสกรู จะถูกนำไปใช้กับชุดเฟืองที่มีการทดรอบมาก การสึกหรอจะเกิดขึ้นค่อนข้างมาก เพราะลักษณะการเคลื่อนที่ส่งกำลังของเฟือง มีลักษณะในการลื่นไถลระหว่างผิวของฟันเฟืองคู่ที่ใช้ส่งกำลัง ไม่เหมาะกับงานใช้กับระบบส่งกำลังที่มีกำลังมาก ๆ

3.1.1 ข้อดีคือ ทำงานเงียบและนุ่มนวลกว่าเฟืองตรง รับแรงได้มากกว่า

3.1.2 ข้อเสียคือ เกิดแรงในแนวแกนมาก การผลิตยุ่งยาก



ภาพที่ 2-11 เฟืองเกลียวสกรู

(ที่มา <http://thanatthep.com/?gallery>)

3.2. เฟืองตัวหนอน (Worm Gears)

เฟืองตัวหนอน ประกอบด้วย 2 ชิ้น คือ ล้อตัวหนอน (Worm Wheel) และตัวเฟือง (Worm Gear) เป็นเฟืองที่มีการทำงานแบบ Self-Locking เป็นการทำงานในรูปแบบการหมุนแนวเพลาขับ และเพลาตามของเฟือง จะทำมุมกันที่มุมฉาก 90 องศา เฟืองตัวหนอนทำงานเสียงเงียบ และมีแรงสั่นสะเทือนเกิดขึ้นน้อย

3.2.1 ข้อดีคือ สามารถใช้กับอัตราการทดเฟืองที่มากขึ้นและเสียงในการทำงานเงียบ

3.2.2 ข้อเสียคือ การสูญเสียพลังงานที่สูงและเกิดแรงกระทำบนตัวหนอนที่สูงไม่เท่ากัน



ภาพที่ 2-12 เฟืองตัวหนอน

(ที่มา <http://thanatthep.com/?gallery>)

3.3. เฟืองดอกจอก (Bevel Gears)

มักถูกนำไปใช้งานในยานพาหนะ ทั้งทางบก และทางน้ำ เช่น ยานยนต์โดยเฉพาะในระบบส่งกำลัง และขับเคลื่อน รถแทรกเตอร์ ใช้ในระบบเฟืองส่งกำลังของเรือ เป็นต้น ลักษณะของเฟืองดอกจอก จะมีรูปทรงคล้ายกับกรวย เป็นเฟืองสองตัวที่ขบกัน ใช้สำหรับส่งกำลังจากเพลานึงไปยังอีกเพลานึง มุมระหว่างเพลาทำมุมกันที่ 90 องศา

3.3.1 ข้อดี คือ เหมาะกับการใช้ในอัตราทดของเฟืองที่มีมาก ๆ ประสิทธิภาพในการใช้งาน และการส่งถ่ายกำลังสูง เสียงเงียบ ถูกออกแบบให้อัตราการทดมีมากกว่า จึงแข็งแรงทนทานมากกว่าเฟืองดอกจอกแบบตรง

3.3.2 ข้อเสีย คือ ประกอบยาก เมื่อเวลาทำงานจริง ต้องการปรับเปลี่ยนมุม ก็ยังยาก และเพลางานหนักจากการกระแทกสูง จึงต้องเลือกตลับลูกปืน ที่มีความทนทานสูงเช่นกัน



ภาพที่ 2-13 เฟืองดกจอก
(ที่มา <http://thanatthep.com/?gallery>)

3.4 เฟืองเฉียง (Helical Gears)

มีลักษณะคล้ายเฟืองตรง แต่ลักษณะแนวของฟันเฟือง จะไม่ขนานกับเพลาดแต่จะทำมุมเฉียง โดยอาจจะเอียงไปด้านซ้าย หรือด้านขวา ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน หรือการออกแบบของผู้ผลิต ในการใช้งานจะใช้เป็นคู่ ฟันเฟืองหนึ่งจะเอียงไปทางซ้าย และอีกฟันเฟืองหนึ่ง จะเอียงไปทางขวาในมุมที่เท่ากัน

จุดเด่นของเฟืองเฉียง คือ สามารถรับ Load ได้มากกว่าเฟืองตรงที่มีขนาดเท่ากัน เพราะฟันเฟืองเอียงจึงทำให้ความยาวของฟันเฟืองยาวกว่า และพื้นที่หน้าสัมผัสของฟันมีมากกว่าเฟืองตรง เสียงในขณะทำงานของเฟืองเฉียงจะเงียบกว่าเฟืองตรง

3.4.1 ข้อดี คือ การทำงานเงียบ เสียงน้อย ทำงานอย่างราบรื่น และต่อเนื่อง

3.4.2 ข้อเสีย คือ ประสิทธิภาพในการทำงานค่อนข้างต่ำ การสูญเสียพลังงานมีสูงเกิดจากการลื่นไถลที่มากขึ้น



ภาพที่ 2-14 เฟืองเฉียง

(ที่มา <http://thanattthep.com/?gallery>)

5. เฟืองเฉียงก้างปลา (Herringbone Gears)

เป็นเฟืองที่ถูกพัฒนามาจากเฟืองเฉียง มีลักษณะของฟันเฟืองเฉียงเข้าหากันในมุมที่เท่ากัน ทำให้ช่วยลดแรงรูดด้านข้างขณะทำงานได้ ซึ่งแรงรูด จะมีค่าเท่ากับศูนย์ เฟืองก้างปลาขณะทำงานจะมีเสียงเงียบ สามารถรับ Load ได้มากกว่าเฟืองตรง ขณะทำงานเกิดแรงสั่นสะเทือนน้อยกว่าเฟืองตรง ข้อดี คือเฟืองจะเลื่อนออกจากกันไม่ได้

3.5.1 ข้อดี คือ ส่งกำลังได้ต่อเนื่อง นุ่มนวล และเงียบ

3.5.2 ข้อเสีย คือ ผลิตยากต้นทุนสูง น้ำหนักมาก และใช้พื้นที่มากกว่าปกติ



ภาพที่ 2-15 เฟืองก้างปลา

(ที่มา <http://thanattthep.com/?gallery>)

6. เฟืองวงแหวน (Internal Gears)

มีลักษณะเป็นวงกลมคล้ายเฟืองตรง แต่ฟันเฟืองจะอยู่ด้านในของวงกลม มีเฟืองคู่กันขนาดเล็กกว่าขบกันอยู่ด้านใน โดยปกติของเฟืองวงแหวน เฟืองตัวเล็กที่อยู่ด้านใน จะทำหน้าที่เป็นตัวขับ เช่น เป็นเฟืองสำหรับปั้มน้ำมันเครื่องของเครื่องยนต์ โดยที่เฟืองตัวเล็กที่อยู่ภายในเป็นตัวขับ ส่วนตัวใหญ่จะหมุนในลักษณะการเอียงศูนย์ เพื่อดูดน้ำมันเครื่องส่งไปใช้งานได้

3.6.1 ข้อดี คือ ปะหยัดพื้นที่ในการจัดวางระบบส่งกำลัง ลดแรงผลึกในแนวแกน ส่งกำลังที่แม่นยำ

3.6.2 ข้อเสีย คือ ผลิตยากต้นทุนสูง การซ่อมบำรุงรักษาหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนทำได้ยากกว่า มีความยากในการจัดศูนย์หรือประกอบ



ภาพที่ 2-16 เฟืองวงแหวน

(ที่มา <http://thanatthep.com/?gallery>)

7. เฟืองสะพาน (Rack Gears)

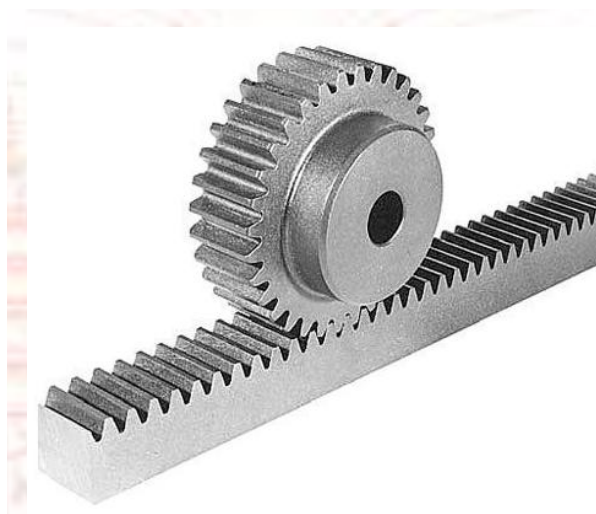
ในหนึ่งชุดของเฟืองสะพาน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเฟืองขับลักษณะเป็นวงกลม และ ส่วนที่เป็นเฟืองสะพาน มีลักษณะเป็นแท่งยาวตรง โดยฟันเฟืองทั้ง 2 ส่วนวางขบกันอยู่ การทำงานของเฟืองสะพาน จะใช้ในการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ จากการเคลื่อนที่แบบหมุน หรือเชิงมุมให้เป็นการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง หรือแบบกลับไปกลับมา

มักถูกนำไปใช้งานในการส่งถ่ายกำลังในเครื่องจักรกล การส่งถ่ายกำลังในระบบบังคับเลี้ยวของรถยนต์ ใช้กับเครื่องพิมพ์หรือเครื่อง Plot ขนาดใหญ่ หรือใช้ในอุตสาหกรรมหุ่นยนต์ ใช้ใน

เครื่องกลึงขั้นศูนย์ที่ช่วยให้แท่นเลื่อนเคลื่อนที่ ซ้าย-ขวา หรือใช้ในเครื่องเจาะเพื่อเคลื่อนเพลาเครื่องเจาะให้ขึ้น-ลงได้นั่นเอง

3.7.1 ข้อดี คือ เมื่อใช้งานร่วมกับเฟืองตรง หรือเฟืองแบบตัวเล็ก จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้นได้ทันที และมีการติดตั้งรุมมาเป็นจำนวนมากจัดเรียงกันมา จึงทำให้เลือกใช้งานได้อย่างหลากหลาย เช่น รูด้านข้าง ด้านใน หรือรูด้านหัวท้าย ที่เป็นไปตามการใช้งานแต่ละแบบ

3.7.2 ข้อเสีย คือ เฟืองจะไม่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง เพราะต้องเคลื่อนที่ไปเรื่อย ๆ และจะต้องไปจบที่ปลายสะพานอยู่ตลอดอีกด้วย



ภาพที่ 2-17 เฟืองสะพาน

(ที่มา <http://thanatthep.com/?gallery>)

8. เฟืองตรง (Spur Gears)

เป็นเฟืองที่นิยมใช้กันมากที่สุด หาซื้อได้ง่าย มีประสิทธิภาพการทำงานที่สูง และง่ายในการประกอบ ไม่มีแรงรูดที่เกิดขึ้นในแนวแกน การทำงานและหน้ากว้างของเฟืองตรง สามารถเพิ่มได้ เพื่อให้เกิดผิวสัมผัสที่มากขึ้น จะช่วยลดการสึกหรอให้น้อยลงได้ เป็นเฟืองที่มีโครงสร้างง่ายไม่สลับซับซ้อน มีลักษณะเฉพาะ ฟันของเฟืองจะเป็นแนวขนานไปกับรูเพลา มักถูกนำมาใช้ในระบบส่งกำลัง

3.8.1 ข้อดี คือ ประสิทธิภาพในการใช้งานสูง ประกอบง่าย ชีพินจัดวางในแนวนอน ก็พร้อมใช้งาน และสูญเสียพลังงานต่ำ เพราะแรงเสียดทานน้อย

3.8.2 ข้อเสีย คือ เวลาใช้งานแล้วรอบเริ่มเร็ว จะมีเสียงดังมาก ใช้งานแบบคู่ขนานได้เท่านั้น ความแข็งแรงค่อนข้างน้อยกว่าเฟืองชนิดอื่น ๆ



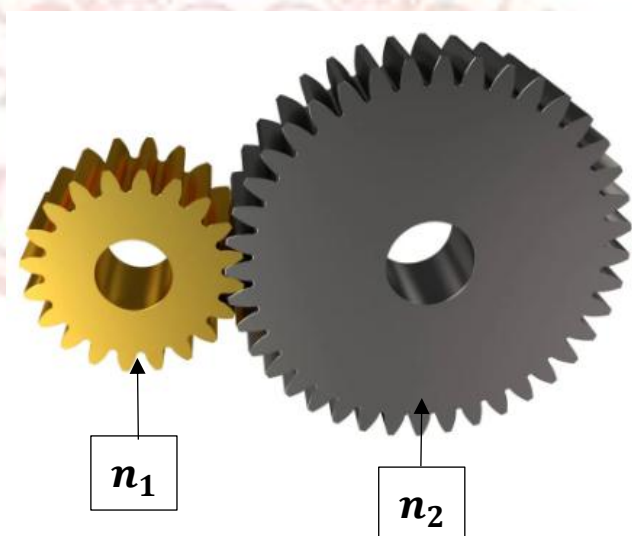
ภาพที่ 2-18 เฟืองตรง

2.1.4 อัตราทด และความเร็รรอบ

อัตราทดของเฟือง คือ สัดส่วนระหว่างเฟือง 2 ตัว ขึ้นไปที่ส่งกำลังถึงกัน ซึ่งเฟืองตัวหนึ่งจะเป็นตัวขับและอีกเฟืองตัวจะเป็นตัวตาม โดยการเคลื่อนที่ของเฟืองทั้งสองจะมีทิศทางที่ตรงกันข้ามกัน เช่น เฟืองขับหมุนตามเข็มนาฬิกา เฟืองตามจะหมุนทวนเข็มนาฬิกา เฟืองขับและเฟืองตาม จะมีความเร็รรอบและจำนวนฟันเฟืองที่ต่างกัน ซึ่งเฟืองตัวไหนจะมีจำนวนฟันเฟืองมากกว่าหรือจำนวนฟันที่น้อยกว่าก็ขึ้นอยู่กับความต้องการที่ปลายทางว่าต้องการ เพิ่มหรือลดความเร็ว โดยเฟืองขับและเฟืองตามจะมีความสัมพันธ์กันดังสูตร

2.1.4.1 การคำนวณระบบส่งกำลัง

1) การคำนวณการส่งกำลังด้วยเฟืองแบบอัตราทดชั้นเดียว



ภาพที่ 2-19 เฟืองอัตราทดชั้นเดียว

$$\text{อัตราทด (i)} = \frac{\text{ความเร็วรอบเฟืองขับ}}{\text{ความเร็วรอบเฟืองตาม}} = \frac{n_1}{n_2} \quad (2-1)$$

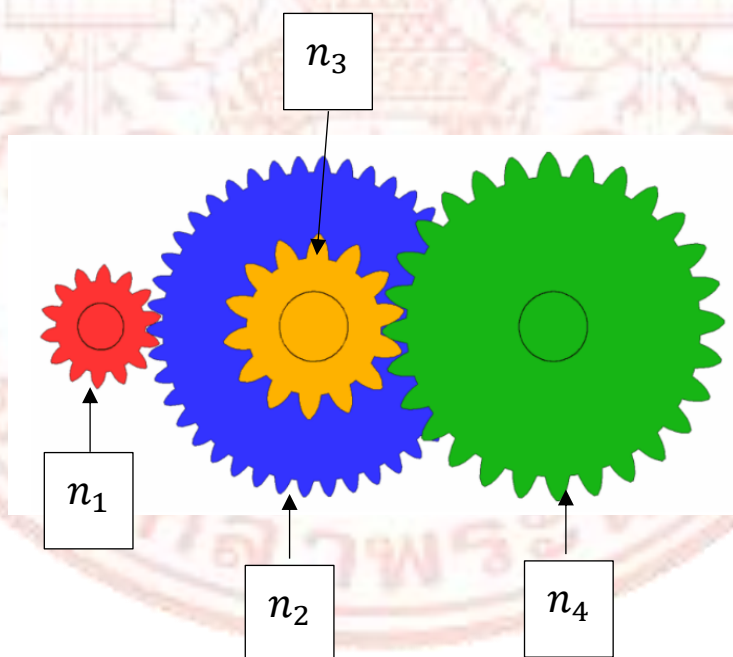
หรือ

$$\text{อัตราทด (i)} = \frac{\text{จำนวนฟันเฟืองตาม}}{\text{จำนวนฟันเฟืองขับ}} = \frac{z_2}{z_1}$$

หรือ

$$\text{ความเร็วรอบ (n)} = \frac{n_1}{n_2} \times \frac{z_2}{z_1}$$

2) การคำนวณการส่งกำลังด้วยเฟืองแบบอัตราทดหลายชั้น



ภาพที่ 2-20 เฟืองอัตราทดชั้นหลายชั้น

อัตราทดชั้นที่ 1

$$\text{อัตราทด (} i_1 \text{)} = \frac{\text{ความเร็วรอบเฟืองขับ}}{\text{ความเร็วรอบเฟืองตาม}} = \frac{n_1}{n_2} \quad (2-2)$$

หรือ

$$\text{อัตราทด (} i_1 \text{)} = \frac{\text{จำนวนฟันเฟืองตาม}}{\text{จำนวนฟันเฟืองขับ}} = \frac{z_2}{z_1}$$

หรือ

$$\text{ความเร็วรอบ (} N_1 \text{)} = \frac{n_1}{n_2} \times \frac{z_2}{z_1}$$

อัตราทดชั้นที่ 2

$$\text{อัตราทด (} i_2 \text{)} = \frac{\text{ความเร็วรอบเฟืองขับ}}{\text{ความเร็วรอบเฟืองตาม}} = \frac{n_3}{n_4}$$

หรือ

$$\text{อัตราทด (} i_2 \text{)} = \frac{\text{จำนวนฟันเฟืองตาม}}{\text{จำนวนฟันเฟืองขับ}} = \frac{z_4}{z_3}$$

หรือ

$$\text{ความเร็วรอบ (} N_2 \text{)} = \frac{n_3}{n_4} \times \frac{z_4}{z_3}$$

อัตราทดรวม ($i_{\text{รวม}}$)

$$(i_{\text{รวม}}) = i_1 \times i_2 = \frac{n_1 \times n_3}{n_2 \times n_4} \text{ และ } \frac{z_2 \times z_4}{z_1 \times z_3} \quad (2-3)$$

2.2 ความหมายของชุดฝึกทักษะ

ราชบัณฑิตยสถาน (2546) ได้ให้ความหมายของชุดฝึกไว้ว่า หมายถึงแบบฝึกหัดหรือชุดการสอนที่เป็นแบบฝึกที่ใช้เป็นตัวอย่าง ปัญหาหรือคำสั่งที่ตั้งขึ้นให้นักศึกษาฝึกตอบชุดฝึกทักษะเป็นสื่อการเรียนรู้ อย่างหนึ่ง ที่สร้างขึ้น เพื่อให้เกิดทักษะ เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความชำนาญในเนื้อหาที่ผู้เรียนได้เรียน ในเรื่องนั้น ๆ และบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งเป็นหน้าที่ โดยตรงที่ครูจะต้องจัดทำขึ้นมา เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สำหรับความหมายของชุดฝึกนั้นมีนักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2537) ได้เสนอความหมายของแบบฝึกปฏิบัติว่าหมายถึง คู่มือนักศึกษา ที่นักศึกษาต้องใช้ควบคู่ไปกับการเรียนการสอน เป็นส่วนที่นักศึกษานับว่าสำคัญ และทำแบบฝึกหัดด้วย มีลักษณะคล้ายกับแบบฝึกหัด แต่ครอบคลุมกิจกรรมที่ผู้เรียนพึงกระทำ มากกว่าแบบฝึกหัด ซึ่งอาจกำหนดแยกเป็นแต่ละหน่วย เรียกว่า "Worksheet" หรือกระดาษคำตอบ ซึ่งผู้เรียนต้องถือติดตัวเวลาประกอบกิจกรรมต่างๆ หรืออาจรวมเป็นเล่ม เรียกว่า "Work book" โดยเย็บรวมเรียงตามลำดับ ตั้งแต่หน่วยที่ 1 ขึ้นไป แบบฝึกปฏิบัติเป็นสมบัติส่วนตัวของนักศึกษา แต่ต้องเก็บไว้ที่ชุดการสอนเป็นตัวอย่าง 1 ชุด เสมอ

วันนิสา คลังคนเก่า (2563) ชุดฝึกทักษะ หมายถึง งานหรือกิจกรรมที่ครูสร้างขึ้นโดยมีรูปแบบ กิจกรรมหลากหลาย มีจุดมุ่งหมายเพื่อฝึกให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น และช่วยฝึกทักษะต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงอาจให้นักเรียนทำชุดฝึกทักษะขณะเรียนหรือหลังจากจบบทเรียนไปแล้วก็ได้

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

เจวรี ศรีจันไชย (2566) ได้ให้ความหมายของชุดฝึกไว้ว่า หมายถึง สื่อ ที่เป็นแบบฝึกที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ เป็นการช่วยเสริมให้นักเรียนมีทักษะสูงขึ้น ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมพัฒนาทักษะการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างหลากหลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิด กระบวนการเรียนรู้

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2553) ได้ให้ความหมายของชุดฝึกทักษะว่า สื่อที่สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่เป็นการทบทวนหรือเสริมเพิ่มเติมความรู้ให้แก่ผู้เรียน หรือให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ

การเรียนรู้หลายรูปแบบเพื่อสร้างเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนได้มีคุณลักษณะตามที่ต้องการ

คันสนีย์ สือสกุล (2554) งานหรือกิจกรรมที่ครูผู้สอนมอบหมายให้นักเรียนทำเพื่อฝึกทักษะ และทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปแล้วให้เกิดความชำนาญ ถูกต้อง คล่องแคล่ว จนสามารถนำความรู้ไปแก้ปัญหาได้โดยอัตโนมัติ

พิทักษ์ (2552) กล่าวว่าชุดฝึกทักษะหมายถึง สื่อการเรียนการสอนชนิดหนึ่งที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ ทบทวนความเข้าใจ และพัฒนาทักษะ ตลอดจนเจตคติ เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ทำให้ผู้เรียนมีความชัดเจน แม่นยำและเกิดความชำนาญในการปฏิบัติมากขึ้น ทั้งนี้ โดยมีการวางแผนการฝึกทักษะไว้อย่างเป็น ระบบ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าชุดฝึกทักษะ หมายถึง สื่อการเรียนที่ครูหรือผู้สอนสร้างขึ้น โดย การจัดทำเป็นชุด ๆ จากเนื้อหาง่ายไปหายาก เพื่อให้นักเรียนฝึกปฏิบัติซ้ำ ๆ จนเกิดความชำนาญ หลังจากทีนักเรียนได้เรียนรู้เรื่องนั้น ๆ มาบ้างแล้ว เพื่อฝึกฝนให้เกิดความรู้ความเข้าใจมีประสิทธิภาพ และมีทักษะเพิ่มมากขึ้นในเนื้อหาที่ผู้เรียนได้เรียนในเรื่องนั้น ๆ อย่างกว้างขวาง ทำให้การสอนของครู และการเรียนของนักเรียนประสบผลสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 การจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 นั้น เป็นสิ่งที่ผู้สอนต้องตระหนักเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์โลกและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ ๆ มากมายอันส่งผลต่อการเรียนรู้และวิถี การดำเนินชีวิต ของผู้เรียน ผู้สอนจึงต้องเตรียมพร้อมในการจัดการเรียนรู้เพื่อเตรียมความพร้อมให้แก่ ผู้เรียนได้มีความรู้ ความสามารถ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 ดังนั้น กระบวนการจัดการ เรียนรู้ของผู้สอน จึงเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน การที่ผู้สอน จะจัดการเรียนรู้ที่มี ประสิทธิภาพและเกิดสัมฤทธิ์ผลต่อผู้เรียนได้นั้น ผู้สอนจะต้องมีองค์ความรู้ที่ จำเป็น หลากหลาย และ สามารถบูรณาการความรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมกับ ผู้เรียน รวมถึงสถานการณ์ต่างๆ ที่ เป็นอยู่ในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้สอนสามารถดำเนินการจัดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับสถานะความเป็นจริงได้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้(Learning Management) เป็นกระบวนการหรือวิธีการใด ๆ ก็ตามที่ผู้สอน นำมาใช้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และเกิดการพัฒนาตนในทุก ๆ ด้านอย่างเต็มศักยภาพ เรียกได้ว่าเป็น การจัดการเรียนรู้ ดังนั้นจึงมี ผู้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้ ฮู และ ดันแคน (Hough and Duncan, 1970) อธิบาย ความหมายของการจัดการเรียนรู้ ว่าหมายถึง กิจกรรมที่บุคคลได้ใช้ความรู้ของตนเองอย่างสร้างสรรค์

เพื่อสนับสนุนให้ผู้อื่นเกิดการเรียนรู้ และมีความสุข ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงเป็นกิจกรรมในแง่มุมต่าง ๆ 4 ด้านดังนี้

1. ด้านหลักสูตร (Curriculum) หมายถึง การศึกษาจุดมุ่งหมายของการศึกษา ความเข้าใจใน จุดประสงค์รายวิชา และการตั้งจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ที่ชัดเจน ตลอดจนเลือกเนื้อหาได้เหมาะสม สอดคล้องกับท้องถิ่น
2. ด้านการจัดการเรียนรู้ (Instruction) หมายถึง การเลือกวิธีสอนและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ ที่เหมาะสม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วางไว้
3. ด้านการวัดผล (Measuring) หมายถึง การเลือกวิธีการวัดผลที่เหมาะสมและสามารถวิเคราะห์ผลได้
4. ด้านการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการประเมินผลของการจัดการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดได้ (สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน, 2557) วิชัย ประสิทธิ์วุฒิเวช (2542) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่มีระบบ ระเบียบ ครอบคลุมการดำเนินการตั้งแต่การวางแผนการจัดการเรียนรู้จนถึงการประเมินผล สำนักงานคณะกรรมการการปฏิรูปการเรียนรู้ (2543) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ว่า การจัดการเรียนรู้หมายถึง กระบวนการ วิธีการ การจัดกิจกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ โดยมีการจัดบรรยากาศ เนื้อหาสาระ กระบวนการ การประเมินผลการเรียนรู้ การมีส่วนร่วมของชุมชน แหล่งการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาคนและชีวิตให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้เต็มตามความสามารถ สอดคล้องกับความ ถนัด ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียน สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน (2557) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ว่าการจัดการเรียนรู้คือ กระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน เพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของผู้สอน กุณิศรา จิตรขณาวณิช (2562) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการต่าง ๆ ในการดำเนินงานของผู้สอนตั้งแต่การวางแผนการจัดการเรียนรู้จนสิ้นสุดการ ประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถ มีคุณธรรมจริยธรรมและเกิดทักษะหรือ สมรรถนะต่าง ๆ ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ จากความหมายในข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ คือ กระบวนการที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ สภาพการณ์หรือกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนเพื่อช่วยให้ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้ และสามารถนำประสบการณ์การเรียนรู้ไปใช้ได้

ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่สำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ ทำให้ผู้เรียนมี พัฒนาการที่เจริญงอกงามทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม

และสติปัญญา โดยภาพรวมการจัดการ เรียนรู้มีความสำคัญหลายประการดังนี้ (กุลิสรา จิตรชญาวนิช , 2562)

1. การจัดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่ดีงาม ในการจัดการเรียนรู้ แต่ละครั้งโดยทั่วไป ผู้สอนจะกำหนดจุดประสงค์ในการเรียนรู้เอาไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม ต่าง ๆ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีพัฒนาการในด้านต่าง ๆ ที่ดีขึ้น หรือต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลง ไปในทางที่พึงประสงค์ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์สังคม และสติปัญญา

2. การจัดการเรียนรู้ช่วยให้จุดมุ่งหมายการจัดการศึกษابرลุผลตามเป้าหมาย ทั้งนี้ การ กำหนดจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาไว้ในหลักสูตรแต่ละระดับการศึกษาของสังคมไทย อาจจะมีทั้ง ความเหมือนกันและต่างกัน แต่ไม่ว่าจุดมุ่งหมายของการศึกษาในแต่ละระดับจะกำหนดไว้ อย่างไรสิ่ง ที่สำคัญที่จะทำให้จุดมุ่งหมายของการศึกษابرลุผลก็คือ การจัดการเรียนรู้ซึ่งการจัดการ เรียนรู้ที่ดีมี ประสิทธิภาพจะส่งผลทำให้การศึกษามีคุณภาพ

3. การจัดการเรียนรู้ช่วยเสริมสร้างทักษะต่าง ๆ ให้ผู้เรียนสามารถที่จะนำไปใช้ในการ ดำรงชีวิต อย่างมีความสุข ซึ่งทักษะที่สำคัญและจำเป็นสำหรับผู้เรียนที่สถานศึกษาควรจัดให้กับ ผู้เรียนมีหลายทักษะ ด้วยกัน เช่น ทักษะกระบวนการคิด ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะทางสังคม ทักษะ การสื่อสาร ทักษะทาง วิทยาศาสตร์ ทักษะการใช้เทคโนโลยี เป็นต้น

4. การจัดการเรียนรู้ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีคุณธรรม จริยธรรม ทำให้ผู้เรียน เป็นคนที่ สามารถแยกดีชั่วถูกผิดออกอย่างมีเหตุผล มีหลักยึดปฏิบัติในการใช้ชีวิตอยู่บนพื้นฐานของ ความถูกต้องดี งาม และทำให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่พึงประสงค์

5. การจัดการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนรู้จักเอาตัวรอด เนื่องจากการเรียนรู้เป็นปัจจัยที่สำคัญ ในการ สร้างองค์ความรู้พัฒนาให้ผู้เรียนมีสติปัญญาที่ชาญฉลาด รวมทั้งพัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็น สำหรับ ผู้เรียน และยังสามารถช่วยเสริมสร้างประสบการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายให้ผู้เรียนนำไป ประยุกต์ใช้ได้จริง ในการดำรงชีวิตให้มีความสุขในสังคม ดังนั้น เมื่อผู้เรียนได้รับทั้งความรู้ ประสบการณ์และทักษะต่าง ๆ จากการศึกษาและการจัดการเรียนรู้จะทำให้ผู้เรียนสามารถนำสิ่ง ดังกล่าวมาใช้ให้เป็นประโยชน์และรู้จักที่ จะเอาตัวรอดอยู่ในสังคมได้อย่างรู้เท่าทัน

6. การจัดการเรียนรู้ช่วยสร้างเสริมประสบการณ์ต่าง ๆ ให้กับผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการ ดำรงชีวิตประจำวัน

7. การจัดการเรียนรู้สามารถนำไปสู่การสร้างเสริมอาชีพหรือรายได้ให้กับผู้เรียน

8. การจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาผู้เรียนให้น้องค์ความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ไป ใช้พัฒนา ตนเอง สังคม และประเทศชาติให้มีความก้าวหน้าได้

จากที่กล่าวมาในข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้เปรียบเสมือนเครื่องมือที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเองในทุก ๆ ด้านไปสู่ความสำเร็จในชีวิต ทั้งนี้ผู้เรียนจะประสบ ความสำเร็จหรือไม่เพียงใดขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนเป็นสำคัญ หากผู้สอนเลือกใช้ วิธีการการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับผู้เรียน ย่อมส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ และประสบการณ์ที่ได้ไปปรับใช้ในการดำรงชีวิตประจำวัน

2.3.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้

ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาหลักการ แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ให้กระจ่าง แจ่ม เพื่อสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตร ซึ่ง กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้อธิบายถึง การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ไว้คือ การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญในการ นำหลักสูตรสู่การปฏิบัติ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นหลักสูตรที่มีมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์เป็นเป้าหมายสำคัญสำหรับพัฒนาเด็กและ เยาวชน ผู้สอนต้องพยายามคัดสรรกระบวนการเรียนรู้ จัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตาม มาตรฐานการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ รวมทั้งปลูกฝังเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ พัฒนาทักษะต่าง ๆ อันเป็นสมรรถนะสำคัญที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียน

หลักการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตาม มาตรฐานการเรียนรู้สมรรถนะ สำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยยึด หลักว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ยึดประโยชน์ที่ เกิดกับผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียน สามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตาม ศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง เน้นให้ความสำคัญทั้งความรู้ และคุณธรรม

กระบวนการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะต้องอาศัย กระบวนการเรียนรู้ที่ หลากหลายเป็นเครื่องมือที่จะนำพาตนเองไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับ ผู้เรียน อาทิ กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ กระบวนการสร้างความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการ ทางสังคม กระบวนการเผชิญสถานการณ์และแก้ปัญหา กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง กระบวนการปฏิบัติลงมือทำจริง กระบวนการจัดการ กระบวนการวิจัย กระบวนการเรียนรู้ของตนเอง กระบวนการพัฒนาลักษณะนิสัย กระบวนการเหล่านี้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝนพัฒนา เพราะจะสามารถช่วยให้ผู้เรียน

เกิดการเรียนรู้ได้ดี บรรลุเป้าหมายของหลักสูตร ดังนั้นผู้สอนจึงจำเป็นต้อง ศึกษาทำความเข้าใจใน กระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเลือกใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

การออกแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาให้เข้าใจถึง มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะ สำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสาระการ เรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน แล้วจึงพิจารณา ออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยเลือกใช้วิธีสอนและ เทคนิคการสอน สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดและ ประเมินผล เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ และบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด

บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามเป้าหมาย ของหลักสูตร ทั้งผู้สอนและผู้เรียน ควรมีบทบาท ดังนี้

บทบาทของผู้สอน

1. ศึกษาวิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล แล้วนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการ จัดการเรียนรู้ที่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน
2. กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ด้านความรู้ และทักษะ กระบวนการที่เป็นความคิดรวบยอด หลักการ และความสัมพันธ์ รวมทั้งคุณลักษณะอันพึงประสงค์
3. การเรียนรู้และจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่าง บุคคลและ พัฒนาการทางสมอง เพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมาย
4. จัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และดูแลช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้
5. จัดเตรียมและเลือกใช้สื่อให้เหมาะสมกับกิจกรรม นำภูมิปัญญาท้องถิ่น เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน
6. ประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย เหมาะสมกับ ธรรมชาติของวิชา และระดับพัฒนาการของผู้เรียน
7. วิเคราะห์ผลการประเมินมาใช้ในการซ่อมเสริมและพัฒนาผู้เรียน รวมทั้ง ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของตนเอง

บทบาทของผู้เรียน

1. กำหนดเป้าหมาย วางแผน และรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง
2. เสาะแสวงหาความรู้ เข้าถึงแหล่งการเรียนรู้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อความรู้ ตั้งคำถาม คิดหาคำตอบหรือหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ
3. ลงมือปฏิบัติจริง สร้างสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ใน สถานการณ์ต่างๆ
4. มีปฏิสัมพันธ์ ทำงาน ทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่มและครู

5. ประเมินและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่อง

จากที่กล่าวในข้างต้น แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ผู้สอนนำไปเป็นหลักยึดในการจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนนั้นประกอบด้วย หลักการจัดการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ การออกแบบการจัดการเรียนรู้ และบทบาทของผู้สอนและผู้เรียน ซึ่งเป็นแนวคิดที่ผู้สอนพึงให้ความสำคัญและต้องพยายามจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับแนวคิดดังกล่าว เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้

2.3.2 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ เป็นกระบวนการจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ ซึ่งต้องอาศัย ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาตนในทุก ๆ ด้าน การจัดการเรียนรู้มี ลักษณะที่เด่นชัดอยู่ 3 ประการ ดังที่ อารมณ์ ใจเที่ยง (2553) ได้อธิบายไว้และสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน หมายความว่า การจัดการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้นั้นทั้งผู้สอนและผู้เรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน และเป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นไปตามลำดับขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ใน การจัดการเรียนรู้ถ้าฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งนิ่งเฉย คือ ไม่เกิดการเคลื่อนไหวทั้งทางกาย วาจา และทางปัญญา เรียกได้ว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ก็ไม่จัดเป็นการเรียนรู้ แต่จะจัดเป็นการเรียนรู้ถ้าครูและ นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรม มีการร่วมมือกันและแลกเปลี่ยนประสบการณ์กัน ดังนั้น การจัดการ เรียนรู้จึงเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ที่ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์

2. การจัดการเรียนรู้มีจุดประสงค์ให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมนี้เป็นพฤติกรรม 3 ด้าน ได้แก่

- 2.1 ด้านความรู้ ความคิด หรือด้านพุทธิพิสัย กล่าวคือ ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจอย่าง สดุดีปัญญา เกิดการพัฒนาขึ้นจากความไม่รู้ไม่เข้าใจ มีความคิดและคิดเป็น เช่น จากการอ่านเขียนไม่ได้มา เป็นอ่านออกเขียนได้ ตัดสินใจแก้ปัญหาได้ เป็นต้น

- 2.2 ด้านเจตคติ หรือด้านจิตพิสัย เกี่ยวกับความรู้สึกเห็นคุณค่า ความดี ความงาม เช่น รู้สึก ชอบซึ่งในบทกลอนที่ได้ฟังได้อ่าน เห็นคุณค่าของการใช้ภาษาไทยให้ถูกต้อง เป็นต้น

- 2.3 ด้านทักษะ หรือด้านทักษะพิสัย หมายถึง ความสามารถกระทำได้ ปฏิบัติได้ถูกต้องตาม วัย เช่น สามารถว่ายน้ำได้ วาดภาพได้ ร้อยมาลัยได้ เป็นต้น

3. การจัดการเรียนรู้จะบรรลุจุดประสงค์ได้ดีต้องอาศัยทั้งศาสตร์และศิลป์ของผู้สอน หมายถึง การจัดการเรียนรู้จะบรรลุผลตามจุดประสงค์ได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับความรู้ความสามารถของผู้สอนทั้งด้าน วิชาการ วิชาชีพ (ศาสตร์) รวมทั้งทักษะและเทคนิคการจัดการเรียนรู้ (ศิลป์) จากที่กล่าวมาในข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้จะต้องมีกระบวนการปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน มีจุดประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ และการจัดการเรียนรู้จะประสบผลสำเร็จได้ดี ถ้าผู้สอนรู้จักใช้ศาสตร์อย่างมีศิลป์

2.3.3 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้

ผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาจากข้อมูลหลายประการเพื่อนำมาช่วยเสริมสร้างการจัดการเรียนรู้ของตน และการเรียนรู้ของผู้เรียน การจัดการเรียนรู้ไม่ว่าระดับใดก็ตามขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 ประการคือ (สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน, 2557)

1. ผู้เรียน
2. บรรยากาศทางจิตวิทยาที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้
3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบรรยากาศทางจิตวิทยาในชั้นเรียน

ถ้าองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 ประการนี้ดำเนินไปได้ด้วยดีจะทำให้ผู้เรียนประสบ ความสำเร็จในการเรียนรู้ได้อย่างมาก องค์ประกอบดังกล่าวมีรายละเอียดดังนี้

1. ผู้เรียน ธรรมชาติของผู้เรียนเป็นสิ่งที่ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรก เกี่ยวกับความสามารถ ทางสมองความถนัด ความสนใจ พัฒนาการทางร่างกาย อารมณ์และจิตใจ ความต้องการพื้นฐานเป็นสิ่งที่ ผู้สอนจะต้องคำนึง และจะละเลยไม่ได้

2. บรรยากาศทางจิตวิทยาที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ผู้สอนเป็นส่วนสำคัญ และส่วนหนึ่งที่จะกำหนดบรรยากาศในชั้นเรียนให้เป็นไปในรูปแบบที่ ต้องการ ความเป็นประชาธิปไตย ความเคร่งเครียด ความขื่นบานของผู้เรียน สิ่งเหล่านี้จะเกิดขึ้นได้โดย ผู้สอนเป็นผู้กำหนด แต่ถึงกระนั้นก็ตามบรรยากาศในชั้นเรียนยังมีองค์ประกอบอื่นๆอีกนอกเหนือไปจาก ตัวผู้สอน คือ ผู้เรียนที่เข้าชั้นเรียนโดยไม่ได้รับประทานอาหารเช้า หรืออาหารกลางวัน ผู้เรียนเริ่มเรียนชั่วโมงแรกด้วยความรู้สึกหิว หรือบางครั้งผู้เรียนได้รับสิ่งกระทบกระเทือนใจติดตามมาจากความไม่ ประรองดองในครอบครัว เป็นต้น ส่วนทางด้านตัวผู้สอนนั้นอาจจะมี ความกดดันจากฝ่ายบริหารหรือจาก ครอบครัว เศรษฐกิจ สิ่งที่น่ามาก่อนเหล่านี้เกิดขึ้นก่อนที่ผู้สอนและผู้เรียนจะมาพบกัน ซึ่งเป็นสิ่งที่บ่งชี้ได้ ว่าบรรยากาศทางจิตวิทยาในชั้นเรียนที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้จะปรากฏออกมาในรูปแบบใด

3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบรรยากาศทางจิตวิทยาในชั้นเรียน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน จะเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงเงื่อนไขหรือสถานการณ์ว่าผู้เรียน จะประสบความสำเร็จ หรือความล้มเหลวต่อการเรียนรู้ ผู้สอนควรคิดถึงผู้เรียนในฐานะเป็นบุคคลหนึ่ง ผู้เรียนมี

สิทธิที่จะได้รับความต้องการพื้นฐาน และผู้สอนควรจะฝึกให้มีความไวต่อความรู้สึกนึกคิดของ ผู้เรียน เพื่อความสำเร็จแห่งการเรียนรู้และการเจริญเติบโตเป็นบุคคลที่สมบูรณ์ต่อไป กุณิสรา จิตรชญาวนิช (2562) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ไว้คือ การ จัดการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ ต้องอาศัยองค์ประกอบหลายอย่างด้วยกัน จึงจะสามารถทำให้การจัดการเรียนรู้ ประสบผลสำเร็จหรือมีประสิทธิภาพ บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ สำหรับองค์ประกอบของการจัดการ เรียนรู้ที่สำคัญซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 หลักสูตร คือ มวลประสบการณ์ต่าง ๆ ที่จัดไว้อย่างเป็นระบบเพื่อนำไปใช้พัฒนาผู้เรียน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนจำเป็นต้องศึกษารายละเอียดทั้งหมดในหลักสูตรเพื่อทำความเข้าใจ และสามารถนำสิ่งต่างๆที่บรรจุไว้ในหลักสูตรไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและบรรลุ จุดมุ่งหมายตามที่หลักสูตรกำหนด ที่สำคัญถ้าผู้สอนไม่ได้มีการศึกษาเรียนรู้ รายละเอียดต่าง ๆ ในหลักสูตร ก็ไม่สามารถที่จะรู้ได้ว่าจะสอนเนื้อหาอะไร เพื่ออะไร และวัดผล ประเมินผลอย่างไร

3.2 จุดประสงค์การจัดการเรียนรู้เริ่มต้นจะต้องมีการกำหนดจุดประสงค์ การเรียนรู้ทุกครั้ง เพราะจะทำให้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีเป้าหมาย สามารถทราบว่าผู้เรียนจะเกิด พฤติกรรมใดบ้าง รวมทั้งสามารถวางแผนเตรียมเนื้อหา วิธีการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัด และประเมินผลให้สอดคล้อง กับจุดประสงค์การเรียนรู้ ทำให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

3.3 การจัดการเรียนรู้ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญเช่นเดียวกัน เพราะจะทำให้ผู้สอนทราบว่า จะ จัดการเรียนรู้อย่างไร ใช้วิธีการใดบ้าง โดยการจัดการเรียนรู้จะต้องเลือกวิธีการที่ น่าสนใจมีความเหมาะสม กับเนื้อหาและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

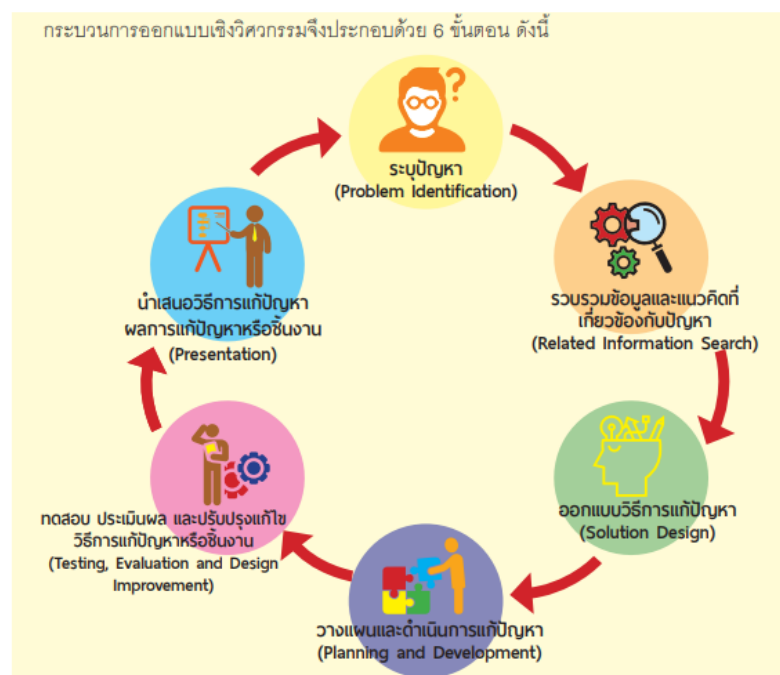
2.4 การออกแบบเชิงวิศวกรรม

เยาวชนไทยในยุคปัจจุบันยังขาดการฝึกฝนทักษะทางด้านการคิดไม่ว่าจะเป็นการคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหา การคิดสังเคราะห์จากสถานการณ์ปัญหาที่พบการฝึกฝนอย่างถูกต้องและสม่ำเสมอจะ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดค้นหาวิธีการหรือแนวทางที่หลากหลายภายใต้กรอบเงื่อนไขของสถานการณ์ หรือปัญหาจนสามารถนำแนวทางหรือวิธีการนั้นมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการในชีวิตประจำวันได้ สาเหตุประการหนึ่งที่ผู้เรียนขาดการฝึกทักษะในการคิดคือการจัดการเรียนรู้บาง รูปแบบที่ไม่ได้เน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะการคิดสร้างสรรค์และการคิดสังเคราะห์เพื่อนำไปสู่ทักษะการ แก้ปัญหาส่งผลให้ผู้เรียนไม่มีแรงกระตุ้นในการคิดไม่สามารถคิดค้นประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ หรือสามารถคิด หาวิธีการมาแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหา คือการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แต่ละขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะช่วยให้ผู้เรียนฝึกการคิดสร้างสรรค์ และการคิดเชิงสังเคราะห์จากสถานการณ์ที่พบเห็นเพื่อนำมารวบรวมและกลั่นกรองข้อมูลจนได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ตลอดจนมีการถ่ายทอดความคิดเพื่ออธิบายและสื่อสารแนวคิดให้ผู้อื่นเข้าใจโดยแนวคิดที่เกิดจากการดำเนินการตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแต่ละขั้นเป็นส่วนหนึ่งที่แสดงให้เห็นความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนแต่ละบุคคล นอกจากนี้การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการดำเนินการยังมีการใช้องค์ความรู้จากศาสตร์หลายด้านเช่น ด้านวิทยาศาสตร์ และด้านคณิตศาสตร์เพื่อประกอบการดำเนินการ แต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการจนได้สิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการ และในบางครั้งสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการเหล่านี้สามารถพัฒนาการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ได้อีกด้วย

2.4.1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process)

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนที่นำมาใช้ในดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการซึ่งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะเริ่มโดยการระบุปัญหาที่พบแล้วกำหนดเป็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข จากนั้นจึงค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องและวิเคราะห์เพื่อเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแก้ไข เมื่อได้วิธีการที่เหมาะสมแล้วจึงทำการวางแผนและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการเมื่อได้สร้างชิ้นงานหรือวิธีการเรียบร้อยแล้วจึงนำไปทดสอบถ้ามีข้อบกพร่องให้ทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้สิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการนั้นสามารถใช้แก้ไขปัญหาหรือสนองความต้องการได้ และในตอนท้ายจะประเมินผลว่าสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการนั้นสามารถใช้แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้ตามที่กำหนดไว้หรือไม่



ภาพที่ 2-21 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน

(ที่มา <https://www.scimath.org/article-science/item/12485-1-2>)

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจในสิ่งที่พบเป็นปัญหาในชีวิตประจำวันซึ่งสามารถใช้ทักษะการตั้งคำถามด้วยหลัก 5W1H เมื่อเกิดปัญหาหรือความต้องการคำถามจากหลัก 5W1H ซึ่งประกอบด้วย

Who เป็นการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับบุคคลปัญหาหรือความต้องการ

What เป็นการตั้งคำถามว่าอะไรคือปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์นั้น ๆ

When เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใด

Where เป็นการตั้งคำถามปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นที่ไหน

Why เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์สาเหตุว่าทำไมถึงเกิดปัญหาหรือความต้องการ

How เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่นั้นว่าจะสามารถทำได้ด้วยวิธีการอย่างไร

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) ขั้นตอนนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความต้องการ เพื่อหาวิธีการที่หลากหลายสำหรับใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 โดยการค้นหาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น สอบถามจากผู้รู้ สืบค้นหรือสำรวจจากสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้จะเป็นการศึกษาองค์ความรู้ทั้งวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์แล้วสรุปเป็นสารสนเทศและวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการโดยวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการอาจมีได้มากกว่าหนึ่งวิธีจากนั้นจึงพิจารณาและเลือกวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการในประเด็นต่าง ๆ เช่น ข้อดี ข้อเสีย ความสอดคล้องและการนำไปใช้ได้จริงของวิธีการแต่ละวิธี ดังนั้นวิธีการที่จะถูกพิจารณาคัดเลือกจะอยู่ภายใต้กรอบของปัญหาหรือความต้องการมาเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือก

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นขั้นตอนของการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการโดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมในขั้นที่ 2 ซึ่งขั้นตอนนี้จะช่วยสื่อสารแนวคิดของการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจโดยผ่านวิธีการต่าง ๆ เช่น การร่างภาพ และการอธิบาย

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นขั้นตอนการวางลำดับขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ จากนั้นจึงลงมือสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนของการตรวจสอบและประเมินชิ้นงานวิธีการที่สร้างขึ้นว่า สามารถทำงานหรือใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไรและควรปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการในส่วนใดควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร แล้วจึงดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในส่วนนั้นจนได้ชิ้นงานวิธีการที่สอดคล้องตามรูปแบบที่ออกแบบไว้

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นขั้นตอนของการคิดวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการจากที่กล่าวมาข้างต้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน เป็นแนวคิดที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้โดยผู้สอนสามารถพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมขั้นที่ 1 ระบุปัญหามาเป็นส่วนของขั้นนำของการ

จัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นการกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้ผู้เรียน เพื่อที่ผู้เรียนจะได้ทำการวิเคราะห์เพื่อ
กำหนดปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์นั้น สำหรับชั้นที่ 2 ถึงชั้นที่ 6 ของกระบวนการ
ออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถจัดอยู่ในส่วนของขั้นพัฒนาผู้เรียน ส่วนขั้นสรุปของการเรียนเป็นการ
สรุปร่วมกันถึงองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์

2.4.2 ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดที่อาจเกิดขึ้นมาจากจินตนาการของแต่ละบุคคล
ความคิดหรือจินตนาการนี้มีความเกี่ยวข้องกับความรู้เดิมของตนเองซึ่งความคิดสร้างสรรค์นี้ได้มีผู้ให้
นิยามไว้มากมายอาทิเช่น กิลฟอร์ด (1959) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมอง
เป็นความสามารถที่จะคิดได้กว้างไกลหลายทิศทางหรือที่เรียกว่าแบบอนกนัย (Divergent thinking
ซึ่งลักษณะความคิดเช่นนี้ จะนำไปสู่การคิดประดิษฐ์แปลกใหม่รวมถึงการค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้
สำเร็จอีกด้วย และความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วยความคล่อง (Fluency) ความยืดหยุ่น
(Flexibility) และความคิดริเริ่ม(Originality)คนที่คิดลักษณะดังกล่าวได้จะต้องเป็นคนกล้าคิด ไม่
กลัวถูกวิพากษ์วิจารณ์และมีอิสระในการคิด ออสบอร์น (1957) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็น
จินตนาการประยุกต์ (Applied Imagination) คือเป็นจินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหา
ยุ่งยากที่มนุษย์ประสบ มิใช่เป็นจินตนาการที่ฟุ้งซ่านเลื่อนลอยโดยทั่วไปความคิดจินตนาการจึงเป็น
ลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ในการนำไปสู่ผลผลิตที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์ ทอร์แรนซ์
(1971) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์คือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้โดยไม่มีขอบเขตจำกัดบุคคลสามารถ
มีความคิดสร้างสรรค์ในหลายแบบและผลของความคิดสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นนั้นมีมากมายไม่มีข้อจำกัด
เช่นกันจากนิยามดังกล่าวข้างต้นความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นความสามารถในการคิดของมนุษย์ ที่มีการ
คิดในหลายแง่มุมที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ จนนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งของเครื่องใช้หรือ
วิธีการใหม่ โดยความคิดสร้างสรรค์อาจแบ่งได้เป็น 4 ลักษณะดังนี้

1. ความริเริ่ม (Originality) เป็นการคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดเดิม
2. ความคล่อง (Fluency) เป็นการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมี
ปริมาณมากในเวลาจำกัด
3. ความยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและสามารถดัด
แปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นสิ่งอื่นได้
4. ความละเอียดละออ (Elaboration) เป็นการคิดในรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยาย
ความคิดหลักให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้เพื่อฝึกและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ อาจจำเป็นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ ผู้สอน ผู้เรียน และการออกแบบการเรียนรู้ โดยแต่ละองค์ประกอบจะต้องส่งเสริมและมีความสัมพันธ์กันดังนี้

1. ผู้สอน ต้องทำหน้าที่ในการออกแบบและจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยผู้สอนจะต้องคำนึงถึงลีลาการเรียนรู้ของผู้เรียน (Learning Styles) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และใช้ความรู้ที่มีอยู่ผสมผสานกับองค์ความรู้ใหม่จนนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา รวมทั้งการที่ผู้สอนต้องสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์



ภาพที่ 2-22 ผู้สอนทำหน้าที่ออกแบบการเรียนรู้

2. ผู้เรียน เป็นผู้ที่จะได้รับการพัฒนาให้สามารถคิดสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนซึ่งผู้เรียนจะมีทัศนคติที่ต้องการฝึกพัฒนาความคิดสร้างสรรค์หรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับวิธีการที่ผู้สอนเลือกวิธีการที่ใช้ฝึกปฏิบัติได้ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับผู้เรียน

3. การออกแบบการเรียนรู้ เป็นการสอนที่ผู้สอนคัดเลือกรูปแบบวิธีการสอนที่จะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นการใช้วิธีการตั้งคำถามเพื่อส่งเสริมและฝึกความคิดสร้างสรรค์ให้ผู้เรียนศึกษาและฝึกแก้ปัญหาจากสถานการณ์จำลองการให้ผู้เรียนได้ฝึกสังเกตสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวของผู้เรียน ซึ่งการฝึกด้วยตัวอย่างวิธีการดังกล่าวข้างต้นจะเป็นสิ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์

โดยองค์ประกอบดังกล่าวข้างต้นนี้อาจนำมาใช้พิจารณาร่วมในการเลือกรูปแบบวิธีการสอนซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ด้วย ในตอนต่อไปจะเป็นการนำเสนอทักษะด้าน

อื่นที่จะเกิดขึ้นเมื่อผู้สอนใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นแนวการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนเพื่อเสริมสร้างพัฒนาการเรียนรู้และทักษะของเยาวชน



ภาพที่ 2-23 การเลือกรูปแบบการสอน

2.5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

2.5.1 ความหมายของการวัดผล การประเมินผล และการทดสอบ

การวัดผล (Measurement) ความหมายของการวัดผล ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Ebel (1952) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง กระบวนการในการกำหนดตัวเลขให้กับสิ่งของหรือบุคคลที่ต้องการวัด เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของคุณลักษณะที่ต้องการวัดของสิ่งของหรือของบุคคลนั้นๆ

Ebel and Frisbie (1986) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง การกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ที่มีความหมายแทนคุณลักษณะที่ต้องการวัดโดยอาศัยกฎเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

Sax (1989) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง กระบวนการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ให้กับคุณลักษณะของบุคคล วัตถุ หรือเหตุการณ์ตามแบบแผนหรือกฎเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น

Wiersma and Jurs (1990) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง กระบวนการกำหนดตัวเลขให้กับคุณลักษณะของบุคคล วัตถุ หรือเหตุการณ์ตามแบบแผนหรือกฎเกณฑ์ที่ทำให้ตัวเลขมีความหมายเชิงปริมาณ

อุทุมพร จามรมาน (2530) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง การกำหนดตัวเลขให้กับลักษณะตามกฎที่กำหนด

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2535) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง กระบวนการเชิงปริมาณในการกำหนดค่าเป็นตัวเลขหรือสัญลักษณ์ที่มีความหมายแทนคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการวัดโดยอาศัยกฎเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

บุญชม ศรีสะอาด (2543) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง การกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์อื่น ๆ แทนปริมาณหรือคุณภาพ หรือคุณลักษณะ

ส.วาสนา ประवालพฤษ์ (2544) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง กระบวนการที่จะกำหนดปริมาณของสิ่งที่ต้องการวัดออกมาเป็นจำนวนหรือตัวเลข ซึ่งใช้แทนคำอธิบายคุณลักษณะที่กำลังวัด โดยจะอธิบายลักษณะของบุคคลให้อยู่ในรูปของระดับของคุณลักษณะนั้นแบบต่อเนื่อง

ปิ่นวดี ธนธานี (2550) กล่าวว่า การวัดผล คือ กระบวนการกำหนดค่าเป็นตัวเลขหรือสัญลักษณ์ใด ๆ เพื่อแทนคุณลักษณะของผู้เรียน หรือพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกมา

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง กระบวนการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ให้กับบุคคล วัตถุ หรือเหตุการณ์อย่างมีกฎเกณฑ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แทนปริมาณหรือคุณภาพของคุณลักษณะที่จะวัด

สรุปได้ว่าการวัดผล (Measurement) หมายถึง กระบวนการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ ให้กับคุณลักษณะที่ต้องการวัด อาจเป็นบุคคล วัตถุ หรือเหตุการณ์ตามแบบแผนหรือกฎเกณฑ์ที่ทำให้ตัวเลขมีความหมายเชิงปริมาณหรือความหมายเชิงคุณภาพ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของสิ่งที่วัดและวัตถุประสงค์ของการวัด

องค์ประกอบของการวัดผล การวัดผลมีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. คุณลักษณะที่ต้องการวัด อาจเป็นบุคคล วัตถุ หรือเหตุการณ์
2. เครื่องมือหรือวิธีการรวบรวมข้อมูล
3. ข้อมูลซึ่งประกอบด้วยข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพ

ประเภทของการวัดผล การวัดผลถ้าใช้เกณฑ์ตามคุณลักษณะของสิ่งที่วัด แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. การวัดผลด้านกายภาพ (Physical Measurement) เป็นการวัดที่เกี่ยวข้องกับภาวะการณ์ทางกายภาพหรือสิ่งที่ต้องการวัดจะมีลักษณะเป็นรูปธรรม เช่น น้ำหนักความยาว ส่วนสูง ระยะทาง เป็นต้น ส่วนใหญ่เป็นการวัดทางวิทยาศาสตร์ จะมีเครื่องมือที่เป็นมาตรฐาน ซึ่งตัวเลขที่ได้จากการวัดด้านกายภาพจะเป็นศูนย์แท้ (Absolute Zero) ผลของการวัดมีความน่าเชื่อถือมีความคลาดเคลื่อน (Error) น้อยมาก

2. การวัดผลด้านจิตวิทยา (Psychological Measurement) เป็นการวัดที่เกี่ยวกับพฤติกรรมมนุษย์ หรือสิ่งที่ต้องการวัดจะมีลักษณะเป็นนามธรรม เช่น ความรู้ ความคิดเห็นเจตคติ ค่านิยม ความถนัด เป็นต้น ส่วนใหญ่เป็นการวัดทางอ้อม โดยอาศัยแนวคิดหรือทฤษฎีของสิ่งที่ต้องการจะวัด ซึ่งตัวเลขที่ได้จากการวัดด้านจิตวิทยาจะไม่เป็นศูนย์แท้หรือศูนย์เทียม (Arbitrary Zero) ผลของการวัดมีความคลาดเคลื่อน (Error) สูงกว่าการวัดผลด้านกายภาพ การวัดทั้งสองประเภทมีลักษณะที่แตกต่างกัน 3 ประการ ปรากฏดังตาราง 2-4

ตารางที่ 2-4 การเปรียบเทียบการวัดทางด้านกายภาพและทางด้านจิตวิทยา

รายการ	ด้านกายภาพ	ด้านจิตวิทยา
1. คุณลักษณะที่จะวัด	กำหนดหรือนิยาม คุณลักษณะที่จะวัด ได้ชัดเจน และคงที่ เช่น น้ำหนัก อุณหภูมิ ความยาว	นิยามคุณลักษณะไม่ชัดเจน คลุมเครือ และแปรเปลี่ยนได้ ง่าย เช่น ความรู้ เจตคติ ความ คิดเห็น ค่านิยม ความถนัด
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวัด	น่าเชื่อถือ มีความไวและแม่นยำ เช่น เครื่องชั่ง ทอร์โมมิเตอร์ ไม้ เมตร	มีความน่าเชื่อถือและความไว น้อยกว่า การวัดด้านกายภาพ เช่น แบบทดสอบ แบบสอบถาม แบบ วัดเจตคติ แบบวัดค่านิยม
3. ผลการวัด	ผลที่ได้จากการวัดแทนจำนวน หรือ ปริมาณที่แท้จริงของสิ่งที่วัด เช่น นายสุชาติสูง 180 ซม. หมายความว่า จำนวน 180 ซม. แทนปริมาณของ คุณลักษณะ หรือความสูงของนายสุชาติ อย่าง แท้จริง	ผลที่ได้จากการวัดไม่ได้แทน จำนวน หรือปริมาณที่แท้จริง ของสิ่งที่วัด เช่น นายเอก สอบ ได้ 25 คะแนน ไม่ได้แทน ความรู้ที่แท้จริงของนายเอก แต่เป็นตัวเลขที่เกี่ยวข้องหรือ สัมพันธ์ (Relative) กับ ปริมาณจริงเท่านั้น

2.5.2 การประเมินผล (Evaluation)

ความหมายของการประเมินผล ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Gronlund (1976) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง กระบวนการในการตัดสินใจเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

Mehrens and Lehmann (1978) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง กระบวนการวางแผน การรวบรวมข้อมูลและการใช้ข้อมูลสำหรับเป็นทางเลือกในการตัดสินใจ

Ebel and Frisbie (1986) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง กระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพหรือคุณค่าของสิ่งที่ต้องการประเมิน

Sax (1989) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง กระบวนการตัดสินใจคุณค่าหรือตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพหรือคุณค่าของสิ่งที่ต้องการประเมินที่เกิดจากการสังเกตจากประสบการณ์และการฝึกฝนของผู้ประเมิน

Wiersma and Jurs (1990) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง การตัดสินใจคุณค่าซึ่งทางการศึกษาจะเป็นการตัดสินใจบนพื้นฐานข้อมูลเชิงประจักษ์

อุทุมพร จามรมาน (2530) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง การตัดสินใจคุณค่าของสิ่งที่วัดตามเกณฑ์ภายในและภายนอก

บุญธรรม กิจปริดาบริสุทธ์ (2535) กล่าวว่า ประเมินผล หมายถึง กระบวนการในการตัดสินใจคุณค่าของสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างมีหลักเกณฑ์ เพื่อสรุปว่าสิ่งนั้นดี-เลว ปานใด

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (2553) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง กระบวนการใช้ดุลยพินิจและหรือค่านิยมและข้อจำกัดต่าง ๆ ในการพิจารณาตัดสินใจคุณค่าของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยการเปรียบเทียบผลที่วัดได้กับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งสรุปเป็นสมการได้ ดังนี้

$$\text{การประเมิน} = \text{การวัด} + \text{ดุลยพินิจ}$$

$$\text{Evaluation} = \text{Measurement} + \text{Judgement}$$

พิชิต ฤทธิ์จรรณู (2556) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง การตัดสินใจคุณค่าหรือคุณภาพของผลที่ได้จากการวัด โดยเปรียบเทียบกับผลการวัดอื่น ๆ หรือเกณฑ์ที่ตั้งไว้

สรุปได้ว่า การประเมินผล (Evaluation) หมายถึง กระบวนการตัดสินใจคุณค่าของสิ่งที่ต้องการวัด โดยเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อลงสรุปว่าสิ่งที่ต้องการวัด มีคุณลักษณะเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพเป็นอย่างไร

องค์ประกอบของการประเมินผล การประเมินผลมีองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

- 1) ผลการวัดเป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพ
- 2) เกณฑ์
- 3) การตัดสินคุณค่า

ประเภทของการประเมินผล การประเมินผล ถ้าใช้เกณฑ์จุดมุ่งหมายของการประเมิน แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. การประเมินผลความก้าวหน้า (Formative Evaluation) เป็นการประเมินผลระหว่างเรียนหรือการประเมินเป็นระยะ ๆ เพื่อนำผลมาใช้ในการพัฒนาผู้เรียนหรือเป็นข้อมูลย้อนกลับให้กับครูเพื่อใช้ปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. การประเมินผลรวมสรุป (Summative Evaluation) เป็นการประเมินผลหลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอน เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใดบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้มากน้อยเพียงใด เพื่อตัดค่าความรู้หรือเพื่อให้ระดับคะแนนหรือควรตัดสินว่าผ่าน/ไม่ผ่าน หรือตัดสินได้/ตก

การประเมินผล ถ้าใช้เกณฑ์จำแนกตามระบบการวัดผล แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1. การประเมินผลแบบอิงกลุ่ม (Norm-referenced Evaluation) เป็นการประเมินผลเพื่อตัดสินคุณค่าของสิ่งที่ต้องการวัดโดยเปรียบเทียบกับผู้เรียนในกลุ่มเดียวกันโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อจำแนกหรือจัดอันดับผู้เรียนในกลุ่มนั้น
2. การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-referenced Evaluation) เป็นการประเมินผลเพื่อตัดสินคุณค่าของสิ่งที่ต้องการวัด โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งเกณฑ์มีทั้งเกณฑ์มาตรฐาน (Standard Criteria) ที่มีอยู่แล้วหรือเกณฑ์ที่ครูเป็นผู้กำหนดขึ้น (Arbitrary Criteria)

การประเมินผล ถ้าใช้เกณฑ์จำแนกตามขั้นตอนการเรียนการสอนแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1. การประเมินผลก่อนเรียน (Per-assessment or Pre-evaluation) เป็นการประเมินเพื่อค้นหาข้อบกพร่องของความรู้พื้นฐานของผู้เรียน เพื่อนำไปใช้จัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสภาพพื้นฐานของผู้เรียนแต่ละบุคคล
2. การประเมินผลระหว่างเรียน หรือการประเมินความก้าวหน้า(Formative Evaluation) เป็นการประเมินขณะการเรียนการสอนดำเนินการอยู่หรือประเมินหลังการจบการเรียนการสอนแต่ละหน่วยหรือแต่ละบทหรือแต่ละจุดประสงค์ เพื่อนำผลไปใช้พัฒนาความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งจะเป็นข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับประสิทธิภาพการสอนเพื่อครูจะได้นำไปปรับปรุงหรือพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3. การประเมินผลรวม (Summative Evaluation) เป็นการประเมินผลภายหลังที่ครูได้สอนจนจบรายวิชาที่สอนแล้ว เพื่อตัดสินผลการเรียนหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน หรือความรอบรู้ตามวัตถุประสงค์การเรียนการสอน

2.5.3 การทดสอบ (Testing)

ความหมายของการทดสอบ ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Wiersma and Jurs (1990) กล่าวว่า การทดสอบ หมายถึง กระบวนการบริหารแบบทดสอบ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวัดผลโดยใช้แบบทดสอบเป็นสถานการณ์ไปซ้ำให้เกิดการตอบสนอง

อุทุมพร จามรมาน (2530) กล่าวว่า การทดสอบ หมายถึง การวัดลักษณะโดยการสุ่มลักษณะบางอย่างออกมาทำการวัด เพื่อประโยชน์ในการบรรยายสรุป

ภัทรา นิคมานนท์ (2538) กล่าวว่า การทดสอบ หมายถึง กระบวนการใช้เครื่องมือวัดที่เรียกว่าแบบทดสอบ เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ที่ต้องการวัด

ปิ่นวดี ธนธานี (2550) กล่าวว่า การทดสอบ คือ การใช้แบบทดสอบหรือสถานการณ์ทดสอบใดๆ ไปเป็นสิ่งที่เร้าแสดงพฤติกรรมตอบสนอง

พิชิต ฤทธิ์เจริญ (2556) กล่าวว่า การทดสอบ หมายถึง เทคนิคอย่างหนึ่งของการวัดผล ซึ่งเครื่องมือที่ใช้วัด คือแบบทดสอบ

สรุปได้ว่า การทดสอบ (Testing) หมายถึง กระบวนการที่ใช้เครื่องมือ คือแบบทดสอบไปเร้าบุคคล หรือผู้สอบให้มีการตอบสนองออกมาในรูปของพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งที่วัดได้หรือหลักฐานอื่นประกอบ

องค์ประกอบของการทดสอบ การทดสอบมีองค์ประกอบ 2 ประการคือ

1. เครื่องมือวัด คือ แบบทดสอบ
2. ผลการทดสอบ คือ ผู้สอบมีการตอบสนองออกมาในรูปของพฤติกรรมอย่างใดอย่าง

หนึ่ง

ตารางที่ 2-5 แสดงองค์ประกอบของการทดสอบ การวัดผล และการประเมินผล

	การทดสอบ	การวัดผล	การประเมินผล
องค์ประกอบ	1 เครื่องมือวัด คือ แบบทดสอบ	1. คุณลักษณะที่จะวัดอาจเป็น บุคคล วัตถุ หรือเหตุการณ์	1. ผลการวัดอาจเป็น ข้อมูล เชิงปริมาณหรือ ข้อมูลเชิง คุณภาพ
	2. ผลการทดสอบ คือ ผู้สอบ มีการ		

การทดสอบ	การวัดผล	การประเมินผล
ตอบสนองออกมา ใน รูปของ พฤติกรรมอย่างใด อย่างหนึ่ง	2.เครื่องมือหรือวิธีการรวบรวม ข้อมูล 3. ข้อมูลเชิงปริมาณหรือ ข้อมูลเชิงคุณภาพ	2. เกณฑ์ 3. การตัดสินคุณค่า
ตัวอย่าง นาย ก เข้าทำการ สอบวัด มาตรฐาน วิชาชีพ	นาย ก สอบ ได้คะแนน 36 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน	นาย ก สอบผ่าน มาตรฐาน วิชาชีพ

2.5.4 ลักษณะสำคัญของการวัดและประเมินผลการศึกษา

การวัดและประเมินผลการศึกษาเป็นหัวใจสำคัญอย่างหนึ่ง ที่ครูทุกคนจะต้องให้ความสนใจการวัดและประเมินผลการศึกษาเป็นกระบวนการวัดและประเมินผลการศึกษาทางปัญญา ความคิด หรือไม่ก็เป็นการวัดทางเจตคติ (Attitude) ความสนใจ (Interest) เชาวปัญญา (Intelligence) ซึ่งมีลักษณะสำคัญของการวัดและประเมินผลการศึกษา ดังนี้

การวัดผลการศึกษาเป็นการวัดผลทางอ้อม (Indirect Measurement)

การวัดผลทางอ้อม เป็นการวัดคุณลักษณะที่แฝงอยู่ภายใน เช่น การวัดระดับสติปัญญา ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่แฝงอยู่ภายใน แต่สติปัญญาเป็นตัวบอกว่าเราทำอะไรได้และทำอะไรไม่ได้เราต้องแสดงออกแล้วจึงจะวัดได้ การทดสอบจึงเป็นพฤติกรรมตอบสนองเพื่อนำมาแปลความหมายเป็นระดับสติปัญญาได้ ดังนั้นการวัดสติปัญญาจึงเป็นการวัดที่ไม่ใช่ที่ตัวปัญญาโดยตรงเป็นการวัดทางอ้อม เช่นเดียวกันเมื่อเป็นการวัดพฤติกรรม เพื่อวัดคุณค่าภายในซึ่งเป็นความสามารถของมนุษย์ จึงเป็นการวัดผลทางอ้อมด้วย

การวัดผลการศึกษาเป็นการวัดที่ไม่สมบูรณ์ (Measurement is Incomplete)

การวัดผลการศึกษาไม่ว่าจะเป็นสาขาวิชาใด ข้อสอบที่สร้างขึ้นเป็นเพียงการสุ่มตัวอย่างของวิชานั้น ไม่สามารถออกข้อสอบถามเนื้อหาวิชาทั้งหมดได้ ทั้งนี้ อาจจำกัดด้วยเวลาที่จริงแล้วเราต้องวัดพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการเรียนรู้ทั้งหมด แต่ไม่สามารถทำได้จึงทำให้การวัดผลไม่สมบูรณ์ เช่นการเรียนภาษาอังกฤษระดับหนึ่ง คือระดับพื้นฐาน จะต้องเรียนรู้คำศัพท์ประมาณ 4,000 คำ แต่ข้อสอบชุดหนึ่งสามารถออกข้อสอบได้ประมาณ 50 ถึง 100 คำเท่านั้น ไม่สามารถวัดได้ทุกคำ กลุ่มคำที่เป็นข้อสอบเป็นเพียงกลุ่มตัวอย่างของการวัดเท่านั้นจึงสรุปได้ว่าการวัดผลการศึกษาไม่สมบูรณ์

การวัดผลการศึกษาเป็นค่าคะแนนสัมพัทธ์ (Relative Score)

นักศึกษาสอบได้คะแนน ร้อยละ 50 หมายความว่าอย่างไร นักศึกษามีความรู้เพียงครึ่งหนึ่งหรือไม่ นักศึกษามีความรู้ความสามารถปานกลางหรืออ่อน เราจะตีความหมายว่าอย่างไรในกรณีต่อไปนี ถ้าคะแนนที่ได้ร้อยละ 50 นั้น เป็นคะแนนสูงสุดของชั้นเพราะข้อสอบยาก นักศึกษาคนนี้ นับได้ว่าเก่งที่สุดในชั้น และถ้าคะแนนดังกล่าวเป็นคะแนนต่ำสุดของห้อง จึงน่าจะเป็นคนที่อ่อนที่สุดในชั้น คะแนนที่ได้จากการตรวจสอบหรือคะแนนดิบ (Raw Score) ไม่มีความหมายใดคะแนนดิบ จะมีความหมายเมื่อทำให้เป็นค่าคะแนนสัมพัทธ์ คือเป็นคะแนนที่อิงกลุ่ม (Group Reference or Norm Reference) คะแนนจึงเป็นคะแนนที่ได้จากการตรวจสอบและคะแนนที่บอกร้อยละไม่ได้ ต้องเป็นค่าคะแนนสัมพัทธ์ (Relative Score)

การวัดผลการศึกษา เป็นการวัดเพื่อการจัดพวก (Classification)

คะแนนที่แตกต่างกันทางตัวเลขเล็กน้อย เช่น 60 กับ 65 มีความแตกต่างกันเพียงไร ผู้เรียนที่ได้คะแนนดังกล่าวจะมีความแตกต่างกันในด้านความรู้ความสามารถเท่ากับคะแนนที่แตกต่างกันแน่นอนหรือไม่ และเนื่องจากคะแนนดิบมีความหมายในตัวเลข การวัดผลการศึกษาเป็นการวัดเพื่อการวัดจัดพวกหรือจัดกลุ่มเท่านั้นการวัดผลทางการศึกษามีความคลาดเคลื่อนบรรดาการวัดทั้งหลายไม่ว่าจะเป็นการวัดใด ๆ จะต้องมีความคลาดเคลื่อน การวัดผลทางการศึกษาก็เช่นเดียวกัน การวัดผลทางการศึกษาอาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากเครื่องมือ วิธีการ และผู้วัดผล รวมทั้งผู้ที่ถูกวัดผลด้วย ผลที่ได้จากการวัดผลทางการศึกษาสามารถเขียนความสัมพันธ์ดังนี้

คะแนนที่ได้จากการวัดผล = คะแนนที่แท้จริง + คะแนนความคลาดเคลื่อน

หรือ $X = T + E$

เมื่อ	X	แทน	คะแนนที่ได้จากการวัดผล (Observe Score)
	T	แทน	คะแนนที่แท้จริง (True Score)
	E	แทน	คะแนนความคลาดเคลื่อน (Error Score)

เพราะฉะนั้น นักวัดผลจะต้องตระหนักถึงความจริงข้อนี้จึงจะช่วยให้ผู้วัดผลมีความระมัดระวังในการใช้เครื่องมือ ความประณีตในการวัดผล รวมทั้งการให้ความระมัดระวังในการลดความเห็นด้วย

2.5.5 ความสำคัญของการวัดผลการศึกษา

การวัดผลการศึกษาเป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดเดียวที่สามารถลงความเห็นได้ว่าผลการเรียนเป็นตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร และวัตถุประสงค์การสอนเพียงไร ซึ่งความสำคัญของการวัดผลการศึกษา มีดังนี้

- 1) เป็นเครื่องมือประเมินผลการเรียนของผู้เรียนที่สำคัญมาก เพราะช่วยบอกให้ทราบว่าผู้เรียนได้พัฒนาตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรเพียงไร
- 2) ผลของการวัดผลทางการศึกษา เป็นแรงจูงใจให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างขยันขันแข็ง (Actively และกระตือรือร้นที่จะเรียนต่อไป
- 3) เป็นเครื่องมือที่จะให้ผู้เรียนได้รู้ทราบและประเมินความสามารถของตนเองได้
- 4) ครูสามารถทราบว่า ผู้เรียนได้พัฒนาด้านความรู้ความสามารถเพียงใด เมื่อเทียบกับผู้เรียนทั้งหมด
- 5) ครูสามารถทราบว่า ผู้เรียนคนใดจะต้องพัฒนาหรือซ่อมเสริมส่วนใด
- 6) จากการวิเคราะห์ ผลการทำข้อสอบของผู้เรียน ทำให้ทราบว่าต้องพัฒนาเครื่องมือวัดการศึกษาให้ดีขึ้นอย่างไร
- 7) จากการวัดผลการศึกษา ช่วยให้ครูสามารถพัฒนาการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
- 8) การวัดผลทางการศึกษา เป็นเครื่องมือชนิดเดียวที่ช่วยพิจารณาประเมินผลการเรียนเพื่อลงความเห็นตัดสินว่า ผู้เรียนคนใดสมควรได้ระดับผลการเรียนอะไร และผู้เรียนคนใดสมควรเรียนซ้ำในระบบการเรียนแบบหน่วยกิต ถือการสอบผ่านหรือเรียนซ้ำในแต่ละรายวิชา
- 9) การวัดผลทางการศึกษา เป็นเครื่องมือในการแนะแนวการศึกษาของฝ่ายแนะแนว
- 10) การวัดผลทางการศึกษา ช่วยพยากรณ์ผลการเรียนในอนาคตของผู้เรียนได้
- 11) การวัดผลทางการศึกษา ช่วยในการค้นหาอัจฉริยภาพบุคคล (Genius Person) และค้นหาผู้มีปัญญารสร้างสรรค์ (Creative Person) อันเป็นทรัพยากรบุคคลที่มีค่ายิ่งของประเทศ
- 12) การวัดผลทางการศึกษา เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งซึ่งช่วยผู้บริหารในการจัดการภายในสถาบันนั้นๆ ได้

2.5.6 หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา

เครื่องมือวัดผลที่มีประสิทธิภาพสูง มีลักษณะสำคัญดังนี้

- 1 เครื่องมือวัดผลที่ดีต้องมีความเที่ยง (Reliability) เครื่องมือวัดผลที่ดีไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ต้องได้ ผลของการวัดเท่ากัน หรือใกล้เคียงกันมากที่สุด จึงเชื่อได้ว่าเป็นเครื่องมือวัดค่าความเที่ยง
- 2 เครื่องมือวัดผลที่ดีต้องมีความตรง (Validity) ความตรง (Validity) ของเครื่องมือวัดผลหมายถึง ความแม่นยำในการวัด ซึ่งได้ตรงตามที่ต้องการจะวัดผลหรือเป็นดัชนีของความไม่ผิดพลาดในการวัด ซึ่งช่วยให้การวัดผลมีความหมาย

3 เครื่องมือวัดผลที่ดีต้องมีความเป็นปรนัย (Objectivity) ความเป็นปรนัย หมายถึง การตรวจให้คะแนนขึ้นอยู่กับสิ่งจะวัด กล่าวคือ เมื่อให้ข้อคำถามจากผู้สอบแล้ว ข้อคำตอบนั้นจะได้รับการตรวจให้คะแนนได้เท่ากัน ไม่ว่าผู้ใดจะมาเป็นผู้ตรวจ หรือจะตรวจกี่ครั้งจะได้คะแนนเท่ากัน ดังนั้นเรียกว่ามีความเป็นปรนัย แต่ถ้าวัดการตรวจที่ผู้ตรวจอารมณ์ดีได้คะแนนมาก คราวใดอารมณ์เสียได้คะแนนน้อยไม่แน่นอนเช่นนี้เรียกว่า ไม่มีความเป็นปรนัย แต่มีความเป็นอัตนัย (Subjectivity)

4 เครื่องมือวัดผลที่ดีต้องมีความสมดุล (Balance) เครื่องมือวัดผลที่ดีจะองมีความพอเหมาะดีกับเนื้อหา เมื่อมีการสอนไปเพียงไร ก็มีการสอบเท่านั้น ไม่สอบเกินเนื้อหาที่สอนหรือเกินหลักสูตร

5 เครื่องมือวัดผลที่ดีต้องมีความยุติธรรม (Fairness) เครื่องมือที่เป็นข้อสอบ ต้องให้ความยุติธรรมแก่ผู้สอบทุกคน ผู้สอบหลายชั้นเรียน แต่เนื้อหาที่สอนแตกต่างกันในวิชาเดียวกัน แต่วัดด้วยข้อสอบวัดชุดเดียวกัน ผู้ไม่ได้เรียนก็สอบไม่ได้หรือ ผู้ตอบได้ก็ไม่ได้มีความหมาย

6 เครื่องมือวัดผลที่ดีต้องสะดวกต่อการปฏิบัติ (Practicality) เครื่องมือวัดผลที่ดี ต้องสร้างขึ้นโดยคำนึงถึงสถานการณ์ที่จะใช้เครื่องมือ นั้น คำนึงถึงเวลาที่ใช้เวลาคุ้มค่าสำหรับการวัด เวลาที่เสียไปต้องมีความหมายต่อคุณประโยชน์ที่จะได้รับการสร้างเครื่องมือ ผู้ใช้ ผู้ตอบ และการให้คะแนนต้องสะดวก ถ้าเป็นข้อสอบ นอกจากจะมีความสะดวกแล้ว ยังมีความรู้สึกว่ามีคุณค่าและน่าใช้ และน่าตอบด้วย

2.5.7 จุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมินผล

จุดมุ่งหมายของการวัดและการประเมินผล มีหลายประการ (ทรงศรี ตุ่นทอง. 2552) ดังนี้

1 ตรวจสอบความรู้พื้นฐาน

การวัดและการประเมินผลเป็นการตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียนก่อนที่จะเริ่มเรียนบทเรียนใหม่ เพราะเนื้อหาบางบทเรียนอาจต้องใช้ความรู้หรือทักษะพื้นฐานบางประการครูจึงต้องตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้หรือทักษะขั้นพื้นฐานมากน้อยเพียงใด เพื่อจะได้ปรับพื้นฐานของผู้เรียนก่อนที่จะเรียนเรื่องต่อไป

2 พัฒนาการเรียนการสอน

การวัดและประเมินผลการเรียน สามารถนำผลการประเมินมาพิจารณาว่าการเรียนการสอนมีข้อบกพร่องในเรื่องใด เช่น อาจเป็นเพียงวิธีสอน สื่อการสอนหรืออื่น ๆ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงพัฒนาการสอนในครั้งต่อไป

3 วินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียน

การวัดและการประเมินผลสามารถวิเคราะห์หาสาเหตุข้อบกพร่องในการเรียนของผู้เรียนและการสอนของครู เช่น อาจใช้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเขียนภาษาไทยถ้าตรวจสอบแล้วพบว่าผู้เรียนทำผิดในเรื่องใดก็จะช่วยให้ครูได้รู้ข้อบกพร่องของผู้เรียนเพื่อซ่อมเสริมผู้เรียน ในเรื่องนั้นๆ ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

4 ตัดสินผลการเรียน

การประเมินเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน หรือการประเมินเพื่อสรุปคุณภาพการจัดการเรียนการสอนโดยพิจารณาว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดได้มากน้อยเพียงใดโดยนำผลการวัดตลอดภาคเรียนหรือตลอดปี ไปตัดสินผลขั้นสุดท้ายใน รูปเกรด เช่น A B C D E หรือ 4 3 2 1 0 เป็นต้น หรือในรูประดับคุณภาพ เช่น ผ่านยอดเยี่ยม, ผ่าน, ไม่ผ่าน หรือสอบได้, สอบตก เป็นต้น

5 จัดตำแหน่งหรือจัดประเภท

การประเมินผลเพื่อการจัดตำแหน่งหรือจัดประเภทเป็นการนำผลที่ได้จากการวัดมาเปรียบเทียบหรือจัดอันดับความสามารถของผู้สอบในกลุ่มเดียวกัน เพื่อจะตอบว่ามีความรู้ความสามารถอยู่ในระดับใดของกลุ่ม เช่น เก่ง ปานกลาง ย่อ

6 ตรวจสอบพัฒนาการของผู้เรียน

การตรวจสอบพัฒนาการของผู้เรียน เป็นการตรวจดูว่าผู้เรียนมีพัฒนาการหรือเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นหรือไม่ โดยเปรียบเทียบผู้เรียนคนเดียวหรือกลุ่มเดียวกันในระยะเวลาที่ต่างกัน เช่น ก่อนเรียนกับหลังเรียน

7 พยากรณ์หรือทำนาย

การพยากรณ์เป็นการนำผลจากการวัดผลในปัจจุบันไปทำนายอนาคตว่าผู้เรียนจะเรียนสำเร็จหรือไม่ ในอนาคตควรจะเรียนอะไร มักนำไปใช้กับการแนะแนว หรือสอบคัดเลือกเพื่อศึกษาต่อ อาจใช้ผลการเรียนในอดีต หรือผลการสอบจากแบบทดสอบความถนัด (Aptitude Test) ทำนายก็ได้

8 ประเมินค่า

การประเมินค่าเป็นการประเมินคุณภาพการศึกษาในภาพรวม เช่น ดูความ เหมาะสมของหลักสูตรสถานศึกษา ดูการบริหารจัดการในโรงเรียนว่าเหมาะสมหรือไม่ ข้อมูลที่ได้จากการประเมินนี้เป็นประโยชน์สำหรับผู้บริหาร เพื่อใช้วางแผนพัฒนาคุณภาพการศึกษา

9 เพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียน

การประเมินผลโดยเฉพาะการประเมินผลระหว่างเรียนสามารถนำมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนให้สูงขึ้น โดยนำผลการประเมินแจ้งให้ผู้เรียนทราบ เพื่อเร้าหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น อาจใช้วิธีชักถามหรือกำหนดปัญหาให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพิ่มเติม

2.5.8 ประโยชน์ของการวัดและประเมินผล

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวัดและประเมินผลนั้นจะคําคำน้อยเพียงใด เป็นสิ่งที่ผู้เกี่ยวข้องต้องคำนึงถึง ถ้าพิจารณาถึงประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากกระบวนการดังกล่าว แยกพิจารณาว่าเป็นประโยชน์แก่ใครหรือกิจการใดบ้าง ดังนี้ (ภทรา นิคมานนท์. 2540)

1 ประโยชน์ต่อตัวผู้เรียน

- 1.1 ทำให้ผู้เรียนทราบจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนการสอนที่ชัดเจน
- 1.2 ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนเพิ่มขึ้น เพื่อให้ได้ผลการวัดและประเมินดีขึ้น
- 1.3 ช่วยสร้างนิสัยในการใฝ่รู้ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เมื่อไม่สามารถตอบคำถามหรือตอบแบบทดสอบได้ ผู้เรียนจะไปศึกษาเพิ่มเติมก่อให้เกิดนิสัยการใฝ่ ใฝ่เรียนมากขึ้น
- 1.4 ทำให้ทราบถึงสถานภาพทางการเรียนของตนเองว่ามีจุดเด่น จุดอ่อนในเรื่องใด ควรได้รับการปรับปรุงอย่างไร

2 ประโยชน์ต่อครู

โดยทั่วไปมักเข้าใจว่า การวัดและประเมินผลเป็นการตรวจสอบและตัดสินเกี่ยวกับผลการเรียนของผู้เรียนเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงแล้ว การวัดและประเมินผล ยังเป็นข้อมูลบอกถึงการสอนของครูอีกส่วนหนึ่งด้วย เพราะผลการวัดและประเมินผลที่ได้รับเกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับครูเป็นสำคัญ หากได้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจข้อบกพร่องไม่ได้เกิดขึ้นจากตัวผู้เรียนฝ่ายเดียว กิจกรรมการสอน จุดมุ่งหมายของการสอน ตลอดจนเทคนิควิธี สอนของครูก็อาจผิดพลาดบกพร่องด้วยก็ได้ การวัดและประเมินผลการเรียน จึงเป็นการวัดและประเมินผลการสอนของครูในขณะเดียวกันด้วย ดังนั้นประโยชน์ของการวัดและประเมินผลทางการศึกษาต่อครู ดังนี้

- 2.1 ทราบข้อมูลเบื้องต้นในด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน
- 2.2 ทราบถึงผลการสอนของครูว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงไร
- 2.3 ทำให้ครูได้ข้อมูลในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการสอน หรือการกำหนดจุดมุ่งหมายในการสอนที่เหมาะสมต่อไป
- 2.4 ช่วยให้ครูกำหนดเทคนิควิธีสอนที่เหมาะสมให้แก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคล กรณีที่ประสงค์จะสอนเพิ่มเติมหรือสอนซ่อมเสริม

3 ประโยชน์ต่อผู้ปกครองผู้เรียน

ผู้ปกครองผู้เรียนที่ส่งบุตรหลานเข้ามาศึกษาในสถานศึกษานั้น ต้องการทราบถึงพัฒนาการหรือความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียนในความปกครองเป็นระยะๆ และต้องการทราบถึงสมรรถภาพในการเรียนของผู้เรียนด้วย การวัดและการประเมินผลจะเป็นข้อมูลที่บ่งบอการ

ดังกล่าวได้เป็นอย่างดี ผลการวัดและการประเมินผลการศึกษาจึงต้อง ให้ผู้ปกครองผู้เรียนทราบด้วย เพื่อให้ผู้ปกครองผู้เรียนจะได้ใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจเกี่ยวกับการศึกษาของผู้เรียนต่อไป

4 ประโยชน์ต่องานแนะแนว

งานแนะแนวในโรงเรียนเป็นงานที่มีความสำคัญงานหนึ่ง เพราะผู้เรียนต้องการได้รับคำแนะนำหรือข้อชี้แนะเกี่ยวกับการเลือกอาชีพ การศึกษาต่อ และปัญหาส่วนตัวที่ประสบอยู่ สถานศึกษาทุกแห่งจึงมีหน่วยงานบริการแนะแนว ที่ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้แสวงหาแนวทางแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง ในการจัดดำเนินการงานการแนะแนวให้มีประสิทธิภาพ ข้อมูลเกี่ยวกับตัวผู้เรียนเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องมียุ่อย่างครบถ้วนและถูกต้องตามการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเป็นจริงข้อมูลเหล่านี้จะได้มาจากระบวนการของการวัดผลและประเมินผล เช่น การวัดเจตคติ การวัดความสนใจ การวัดบุคลิกภาพ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวัดความถนัด เป็นต้น

5 ประโยชน์ต่อการบริหารการศึกษา

การวัดและประเมินผล นอกจากเป็นประโยชน์ในด้านการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนแล้ว ผลการประเมินโดยภาพรวมของสถานศึกษานั้น ๆ จะเป็นข้อมูลบอกถึง ประสิทธิภาพในการจัดและการบริหารการศึกษาอีกด้วย นอกจากนี้ในระบบการบริหารการศึกษา ยังมีความจำเป็นต้องใช้การวัดและประเมินผล เพื่อเป็นเครื่องมือการดำเนินกิจกรรมหลาย ๆ ด้าน เช่น การคัดเลือกบุคลากรในตำแหน่งหน้าที่ต่างๆ การสอบคัดเลือก การจัดแยกประเภทผู้เรียน และการประเมินผลการปฏิบัติงาน เป็นต้น

6 ประโยชน์ในการวิจัยการศึกษา

ข้อมูลทางการศึกษาที่ได้จากการวัดและประเมินผลด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านผู้เรียน ครู ผู้บริหาร บุคลากรในสถานศึกษา งบประมาณ ระบบการบริหาร การจัดการ และอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ นั้นจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สามารถนำไปใช้ในการศึกษา และวิเคราะห์เพื่อศึกษาวิจัยในประเด็นข้อสงสัยต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี การวัดผลและประเมินผล จึงต้องดำเนินการให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ตรง (Validity) และเชื่อถือได้ (Reliability) เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้พัฒนาระบบการศึกษาได้อย่างแท้จริง

7 ความรู้และความสนใจใฝ่รู้ในหลักวิชาการวัดผลและประเมินผล

เนื่องจากการวัดผลและประเมินผลเป็นวิชาชีพที่มีวิทยาการเกิดขึ้นใหม่ ๆ เสมอ ผู้ทำหน้าที่วัดผลและประเมินผลจำเป็นต้องสนใจใฝ่รู้เกี่ยวกับองค์ความรู้ทางด้านการวัดผลและประเมินผล เพื่อพัฒนางานและวิชาชีพของตนเองให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.5.9 คุณลักษณะที่ดีของผู้ทำหน้าที่ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

คุณภาพของการประเมินขึ้นอยู่กับผู้ทำหน้าที่ประเมินผลเป็นสำคัญ เพราะผู้ทำหน้าที่ประเมินผลเปรียบเสมือนผู้พิพากษาต้องตัดสินให้คุณให้โทษผู้ถูกประเมินหรือผู้เรียนหรือผู้เกี่ยวข้อง ดังนั้นผู้ทำหน้าที่ประเมินผลควรมีคุณลักษณะที่ดีและมีจรรยาบรรณในการวัดและประเมินผล (พิชิต ฤทธิจรูญ. 2556) ดังนี้

1 ความยุติธรรม การประเมินผลเป็นกระบวนการที่ดำรงความยุติธรรมในทุกขั้นตอน ผลการวัดและการประเมินจึงจะเชื่อถือได้ ดังนั้นครูจึงต้องตัดสินด้วยความบริสุทธิ์ยุติธรรม เพื่อให้ผลการประเมินสะท้อนคุณภาพผู้เรียนได้อย่างแท้จริง

2 ความซื่อสัตย์ ผู้ทำหน้าที่วัดผลและประเมินผลต้องมีความซื่อสัตย์ไม่นำความรู้ความสามารถของตนไปใช้ในทางทุจริตหรือเกิดผลเสียหายนต่อหน้าที่ เช่น บอกละเลย สอบ เปลี่ยนแปลง คะแนน หรือผลการเรียนโดยไม่ยึดหลักวิชา เป็นต้น

3 ความรับผิดชอบ ผู้ทำหน้าที่วัดผลและประเมินผลต้องทำงานสำเร็จให้ทันตามกำหนดเวลา เช่น การส่งข้อสอบ การควบคุมการสอบให้เป็นไปตามระเบียบ และทางส่งผลการประเมินตามเวลาที่กำหนด

4 ความละเอียดรอบคอบ การวัดผลและประเมินผลเป็นงานที่ต้องใช้ความละเอียด รอบคอบในการวัดและการตัดสินใจ เพื่อให้ผลการวัดและประเมินผลมีความตรง และเชื่อถือได้มากที่สุด กิจกรรมที่จัดต้องการความละเอียดรอบคอบ ตั้งแต่การออกข้อสอบ การให้คะแนน การตรวจทาน คะแนนการรวมคะแนน และการตัดเกรด เป็นต้น

5 ความอดทน ผู้ทำหน้าที่วัดผลและประเมินผลต้องมีความละเอียดรอบคอบ อดทน ทุ่มทนกำลังกาย กำลังใจ และกำลังสติปัญญา เพื่อให้งานบรรลุเป้าหมาย เช่น การประเมินผลผู้เรียนต้องใช้วิธีการที่หลากหลาย เพื่อให้ได้ข้อมูลตามสภาพที่แท้จริงและมีความครอบคลุม โดยวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อและการนำผลกาวัดและประเมินผลไปปรับปรุง และพัฒนาการเรียน การสอน เป็นต้น

บทสรุป

กระบวนการวัดและประเมินผลควรสอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนรู้ วิธีการวัดมีหลากหลาย ผู้ใช้ควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับธรรมชาติของการเรียนรู้ ผลจากการวัดและประเมินผลจะทำให้ครูได้สารสนเทศสำหรับนำไปใช้พัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน และตัดสินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน จุดมุ่งหมายสำคัญของการประเมินเพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะ และคุณธรรมของผู้เรียนเป็นสำคัญ (การวัดและประเมินผลทางการศึกษา ผศ. ดร.เมธา อึ้งทอง และ ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์)

2.6 แบบทดสอบ (Test)

2.6.1 แบบทดสอบหมายถึง ชุดของคำถามที่สร้างขึ้น เพื่อให้ผู้ถูกทดสอบแสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งออกมาให้ผู้สอบสังเกตได้และวัดได้ แบบทดสอบ เป็นเครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ซึ่งถือว่าเป็นสติปัญญาของมนุษย์ว่ามีความรู้หรือไม่เพียงใดที่ซ่อนแฝงอยู่ในตัวบุคคลทั้งในด้านพฤติกรรมความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และอื่น ๆ

แบบทดสอบถ้าใช้เกณฑ์การแบ่งตามลักษณะการตอบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือแบบความเรียง (Subjective or Essay Type)แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือแบบความเรียง มีลักษณะเด่นที่ให้อิสระแก่ผู้สอบแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1.1 แบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Question) เป็นแบบคำถามที่จำกัดให้ตอบในเนื้อหา ปกติจะจำกัดให้แคบและสั้นลงด้วยการกำหนดขอบเขตและประเด็นคำตอบ

1.2 แบบไม่จำกัดคำตอบ(Extended Response Question) เป็นแบบทดสอบที่ผู้ตอบมีสิทธิในการตอบอย่างเสรี

2. แบบทดสอบแบบปรนัย (Objective Type)

แบบทดสอบแบบปรนัย แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

2.1 แบบถูกผิด (True - False) คำถามชนิดนี้ถามถึงความจริง หลักการ กฎต่าง ๆ และการตีความ เช่น ให้เขียนเครื่องหมายลงในหน้าข้อที่ท่านเห็นว่าถูก (1/) หรือผิด (X) เป็นต้น

2.2 แบบจับคู่ (Matching) ลักษณะของข้อสอบจะมี 2 คอลัมน์ คอลัมน์หนึ่งจะเป็นชุดของคำถาม อีกคอลัมน์หนึ่งจะเป็นชุดของคำตอบ ซึ่งผู้ตอบจะเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพื่อให้สอดคล้องกับคำถาม

2.3 แบบเลือกตอบ (Muliple -Choice) ข้อสอบแบบนี้แต่ละข้อกระทง (Item)จะประกอบด้วยสองส่วน ส่วนแรกเป็นโจทย์หรือคำถาม (Stem) อีกส่วนหนึ่งเป็นตัวเลือก (Alternative) มีตั้งแต่ 3 ตัวเลือก ถึง 5 ตัวเลือก ซึ่งมีทั้งตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องและตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ผิด เรียกว่า ตัวลวง (Distractors) แบบทดสอบแบบนี้จะวัดความสามารถของสมองได้ตั้งแต่ขั้นต่ำถึงขั้นสูง โดยคำตอบ ในตัวเลือกนั้นจะมีข้อถูกอยู่เพียงข้อเดียวส่วนข้ออื่น ๆ เป็นตัวลวง (Distracters)

2.6.2 หลักการสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย

1. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ

การสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบมีหลักการและข้อเสนอนแนะ ดังนี้

1.1 หลักการเขียนตัวโจทย์หรือคำถาม (Stem)ตัวคำถามมีความหมายสมบูรณ์ในตัวเอง และถามปัญหาอย่างเฉพาะเจาะจง

1.2 ตัวคำถามแต่ละข้อควรเขียนให้สั้น ชัดเจน และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย

1.3 ตัวคำถามควรสร้างด้วยประโยคบอกเล่า หลีกเลี่ยงการใช้ประโยคปฏิเสธหากจำเป็น ให้ขีดเส้นใต้ประโยคปฏิเสธนั้น และไม่ควรใช้ประโยคปฏิเสธซ้อนโดยเด็ดขาดเพราะประโยคปฏิเสธจะอ่านเข้าใจยากกว่าประโยคบอกเล่า

1.4 ตัวคำถามแต่ละข้อจะต้องถามปัญหาเพียงประเด็นเดียว

1.5 ตัวคำถามแต่ละข้อต้องเป็นอิสระกัน อย่าให้เกี่ยวข้องกัน เพื่อป้องกันการแนะตัวเลือกถูกให้ข้ออื่น

1.6 ตัวคำถามควรเขียนด้วยภาษาง่าย ๆ ศัพท์เทคนิคไม่จำเป็นก็ไม่ควรใช้ หากใช้ควรใช้ภาษาอังกฤษกำกับหรือแปลความหมายไว้ด้วย

หลักการเขียนตัวเลือก (Alternative)

1. ตัวเลือกทุกตัวในข้อเดียวกันจะต้องมีความเป็นเอกพันธ์
2. ตัวเลือกทุกตัวควรมีโอกาสถูกพอ ๆ กัน
3. ตัวเลือกทุกตัวควรมีความยากง่ายพอ ๆ กัน
4. ตัวเลือกในแต่ละข้อควรเรียงตามหลักและเหตุผล หรือเรียงอย่างเป็นระบบ
5. ตัวเลือกในแต่ละข้อต้องมีความถูกเพียงตัวเดียว
6. ภาษาที่ใช้ในตัวเลือกไม่ควรตรงกับตัวคำถาม ถ้าต้องมีจะต้องนำไปรวมไว้ในตัว

คำถาม

7. ตัวเลือกที่ว่า ทุกข้อข้างต้นถูกหมด ทุกข้อข้างต้นผิดหมด และไม่มีข้อใดถูกเลย ไม่ควรนำมาใช้ เว้นแต่กรณีใช้วัดความสามารถทางคณิตศาสตร์

ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1. ใช้วัดผลการเรียนรู้ระดับสูง ๆ และที่ซับซ้อนได้
2. ตรวจให้คะแนนง่ายสะดวกและรวดเร็ว
3. มีประสิทธิภาพการวัดได้ดีกว่าข้อสอบแบบอื่น ๆ
4. มีโอกาสการเดาน้อยกว่าข้อสอบปรนัยแบบอื่น ๆ
5. วัดครอบคลุมเนื้อหาได้มาก จึงมีความตรงเชิงเนื้อหาสูง
6. มีความเที่ยงธรรมในการนำไปใช้วัดผลการเรียนรู้สูง เพราะข้อสอบแต่ละข้อจะมี

ความเป็นปรนัยมาก

7. เหมาะสมสำหรับเก็บไว้ใช้ได้อีก เพราะสามารถนำไปวิเคราะห์รายข้อเพื่อตรวจสอบคุณภาพ ถ้ามีคุณภาพก็เก็บไว้ในโอกาสอื่นต่อไปได้ ถ้าไม่มีคุณภาพก็สามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขแล้วเก็บไว้ใช้ได้เช่นเดียวกัน

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1. สร้างให้มีคุณภาพดี ๆ สร้างได้ยาก ต้องใช้ผู้มีความรู้และทักษะในการสร้างข้อสอบมากพอสมควร

2. เสียเวลาและแรงงานในการสร้างมาก เมื่อเทียบกับข้อสอบประเภทอื่นๆ
3. สิ้นเปลืองเวลาและกระดาษในการพิมพ์ข้อสอบมาก
4. ถ้าข้อสอบยากมาก ๆ ผู้เรียนจะตอบด้วยการเดามากขึ้น
5. ไม่เหมาะที่จะใช้วัดความคิดริเริ่มและความคิดสร้างสรรค์

แบบทดสอบแบบถูกผิด (True -False)

แบบทดสอบแบบถูกผิดเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบรูปแบบหนึ่งที่มีลักษณะเป็นการนำเสนอข้อความเกี่ยวกับความรู้และความเข้าใจในมโนทัศน์ หลักการ หรือทฤษฎี โดยให้นักเรียนพิจารณาเลือกตอบเพียง 2 คำตอบ คือ ถูกและผิดเท่านั้นการให้คะแนนแบบทดสอบแบบถูกผิด โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาจากความถูกต้องของคำตอบเป็นสำคัญ เช่น ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน

สภาพการณ์ที่ควรใช้ข้อสอบแบบถูก - ผิด

1. เมื่อเวลาทดสอบมีน้อย
2. เมื่อต้องการวัดสมรรถภาพทางสมอง ที่ไม่ลึกนัก
3. เมื่อต้องการวัดความเชื่อที่ผิด ๆ
4. เมื่อคำถามมีคำตอบเพียง 2 คำตอบเท่านั้น

การสร้างแบบทดสอบแบบถูกผิดให้มีคุณภาพ มีหลักการดังนี้

1. ข้อความที่ต้องการให้พิจารณาว่าถูกหรือผิด ต้องมีแนวคิดเพียงเรื่องเดียว และต้องมีประเด็นสำคัญในการตอบอย่างชัดเจน
2. ศัพท์และคำเฉพาะทางช่างที่นำมาใช้ต้องเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน
3. ใช้ภาษาถูกต้อง เข้าใจง่าย และไม่ทำให้เกิดความสับสนหรือเข้าใจผิด
4. คำถามจะต้องมีความตรงในการตัดสินคำตอบถูกหรือผิด
5. ไม่ควรใช้คำหรือข้อความที่เป็นการชี้นำคำตอบทั้งที่อยู่ในข้อเดียวกันหรืออยู่
6. ไม่ควรใช้คำปฏิเสธหรือใช้คำปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ
7. ไม่ควรใช้ประโยคที่ผิดครึ่ง ถูกครึ่ง หรือหลาย ๆ ตอน
8. เขียนคำชี้แจงหรือคำสั่งให้ชัดเจน

แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching)

แบบทดสอบแบบจับคู่เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะการนำเสนอคำหรือข้อความ 2 ส่วน ให้เลือกเพื่อจับคู่กัน ส่วนที่ 1 คือ ชุดของคำถามที่มีลักษณะเป็นคำหรือข้อความซึ่งเป็นมโนทัศน์เขียน

เรียงเป็นแนวตั้ง 1 แถว ส่วนที่ 2 คือ ชุดของคำตอบซึ่งเป็นคำหรือข้อความที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกับปัญหา เขียนเรียงเป็นแนวตั้งอีกแถว โดยทั่วไปจำนวนข้อของคำตอบจะมีมากกว่าคำถามการให้คะแนนแบบทดสอบแบบจับคู่ โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาจากความถูกต้องของคำตอบเป็นสำคัญ เช่น ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน

สภาพการณ์ที่ควรใช้ข้อสอบแบบจับคู่

1. ใช้วัดความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างของสองสิ่ง
2. เหมาะสำหรับคำถามเกี่ยวกับชื่อคน ชื่อวัตถุ สิ่งของ สถานที่ เวลา และการ

กระทำ

หลักการสร้างแบบทดสอบแบบจับคู่ มีดังนี้

1. ควรเลือกข้อความในหัวข้อหรือเนื้อหาเดียวกัน (Homogeneous) มาสร้างแบบทดสอบ
2. ข้อความมีความยาวใกล้เคียงกัน โดยทั่วไปจะใช้ข้อความที่ยาวกว่าเป็นชุดของคำถาม ส่วนข้อความที่สั้นกว่าจะเป็นชุดของคำตอบ
3. ต้องมีจำนวนข้อความที่เป็นคำตอบมากกว่าข้อความที่เป็นคำถาม
4. ข้อความที่เป็นคำถามและคำตอบจะต้องสั้น กระชับรัดกุม มีความชัดเจน และเป็นสาระสำคัญ
5. เขียนชุดของคำถามไว้แถวซ้าย และชุดของคำตอบไว้แถวขวา
6. ควรใช้อัตราส่วน 3 : 5 , 5 : 8 แต่คำตอบไม่ควรเกิน 12

แบบทดสอบแบบเติมคำหรือเติมความ (Completion)

แบบทดสอบแบบเติมคำเป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนเขียนตอบ โดยเติมคำตอบหรือเติมข้อความแบบสั้น ๆ การให้คะแนนแบบทดสอบแบบเติมคำ โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาจากความถูกต้องของคำตอบเป็นสำคัญ เช่น ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน

สภาพการณ์ที่ควรใช้แบบทดสอบแบบเติมคำ

1. เมื่อต้องการทดสอบทักษะทางการคำนวณ
2. เมื่อต้องการวัดความรู้ ความจำของเนื้อเรื่อง
3. เมื่อแบบทดสอบชนิดเลือกตอบให้คำตอบเด่นชัดจนเกินไป

หลักในการสร้างแบบทดสอบแบบเติมคำหรือเติมความ

1. ควรใช้คำถามที่ทำให้ผู้ตอบเห็นทิศทางแน่ชัดว่า ควรตอบไปแนวทางใด
2. หลีกเลี่ยงการใช้คำถามที่แนบคำตอบ
3. เว้นช่องว่างให้มากพอ และมีความยาวเท่ากันทุกข้อ

4. หลีกเลี่ยงการใช้ถ้อยคำที่ลอกจากตำรา
5. ข้อเดียวควรเติมได้แห่งเดียว และควรอยู่ท้ายประโยค
6. มีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว
7. ข้อความไม่สมบูรณ์และคำถามสมบูรณ์ควรแยก ไว้เป็นพวก ๆ
8. ใช้คำถามที่สามารถตอบได้ด้วยคำ วลี สัญลักษณ์ จำนวน
9. ควรใช้ภาษาที่ทุกคนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน

หลักการสร้างแบบทดสอบแบบอัตนัยหรือแบบความเรียง (Subjective or Essay Type)

แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือแบบความเรียงเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป ซึ่งมีลักษณะเด่นที่ให้อิสระแก่ผู้สอบ โดยผู้สอบจะต้องอ่านคำถาม กำหนดคำตอบ และเรียบเรียงเขียนคำตอบด้วยตัวเองคำตอบที่เขียนอาจจะมิตั้งแต่หนึ่งประโยคจนถึงหลายๆ หน้ากระดาษก็ได้ ส่วนการตอบผู้สอบต้องใช้เวลาเป็นส่วนใหญ่ในการ "คิด" และ"เขียน" สำหรับคำถามหรือโจทย์จะมีลักษณะกำหนดสถานการณ์ขึ้นเพื่อให้ผู้สอบพรรณนาหรือแสดงความรู้ ความเข้าใจ และความคิดตั้งแต่กว้างที่สุด "เข้าทำนองเขียนอะไรก็ได้" จนถึงแคบเฉพาะเจาะจงที่สุดตามที่คำถามกำหนด

แบบทดสอบแบบความเรียงสามารถใช้สอบวัดในลักษณะกระบวนการต่างๆ ได้มากมายจะให้ผู้สอบเปรียบเทียบ ให้คำจำกัดความ ตีความ หรือแปลความ ประเมินผล หรืออธิบายความสัมพันธ์ก็ได้ ส่วนผู้ตรวจคำตอบจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถในเนื้อหาวิชาที่ถามเป็นอย่างดี

ประเภทของแบบทดสอบแบบอัตนัยหรือแบบความเรียง

แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือแบบความเรียงถ้าแบ่งตามลักษณะของความเป็นอิสระในการตอบจะแบ่งอย่างกว้าง ๆ ได้เป็น 2 ประเภท (Gronlund, 1981)

1. แบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Questions) เป็นแบบคำถามที่จำกัดให้ตอบทั้งเนื้อหาและรูปแบบการตอบ ปกติด้านเนื้อหาจะจำกัดให้แคบและสั้นลงด้วยการกำหนดขอบเขตและประเด็นที่ตอบแบบทดสอบแบบอัตนัยหรือแบบความเรียงประเภทนี้มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ข้อดีคือสร้างง่ายและใช้กับการวัดความรู้ความสามารถที่เฉพาะเจาะจงได้ดี แต่ให้อิสระหรืออิสระแก่ผู้สอบน้อย ผู้ตอบไม่สามารถแสดงความรู้ความสามารถและความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่

2. แบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response Questions) เป็นแบบคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบได้กว้างขวาง ไม่มีข้อจำกัดโดยทั่วไปผู้สอบมีอิสระที่จะเลือกใช้เท็จจริงหรือข้อความรู้ใด มาตอบก็ได้ ผู้สอบจะต้องตัดสินใจกำหนดประเด็นในการตอบเอง รวมทั้งจะต้องจัดเรียงเนื้อหาความรู้ ความคิดเห็นเกี่ยวข้องจัดลำดับความสำคัญผสมผสานแนวความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และประเมินความรู้ความคิดเห็นนั้น เสนอเป็นคำตอบให้มีความยาวที่เหมาะสมกับคำถามที่ต้องการ

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฉลองวุฒิ ศรีทองบริบูรณ์ (2563) ได้วิจัยเรื่อง พัฒนาชุดฝึกทักษะปฏิบัติ วิชางานเครื่องมือกล เบื้องต้น เรื่อง งานตัด งานเจียระไน และงานเจาะ ด้วยกระบวนการสอนรูปแบบ MIAP สำหรับผู้เรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ บทคัดย่องานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. หาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะ ปฏิบัติวิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่องงานตัด งานเจียระไน และงานเจาะ ด้วยกระบวนการสอน รูปแบบ MIAP สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2. ศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะปฏิบัติด้วยกระบวนการสอนรูปแบบ MIAP (3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะปฏิบัติด้วยกระบวนการสอน รูปแบบ MIAP ประชากรกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ผู้เรียนจากวิทยาลัยอาชีวศึกษาเทศบาลพระพุทธบาท สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง จำนวน 22 คน ผลการวิจัยพบว่าค่าประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะปฏิบัติมีค่าเท่ากับ 81.02/80.08 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 ค่าดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้ด้วยชุดฝึก ทักษะปฏิบัติ เท่ากับ 0.7112 ผู้เรียนมีความรู้และทักษะปฏิบัติเพิ่มขึ้น 0.7112 หรือคิดเป็นร้อยละ 71.12 และความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะปฏิบัติ อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 (I=4.34) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28 (G=0.28)

ธนภัทร ศรีรัตนะ, นานน้ำ บัวคล้าย และชิดพล มังคลากุล (2567) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การ พัฒนาชุดฝึกทักษะงานวัดละเอียด เรื่อง ไมโครมิเตอร์วัดนอก สำหรับนักศึกษา คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน โดยใช้สถิติ t-test เทียบกับเกณฑ์ ผลการวิจัยพบว่าความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะงานวัด ละเอียด เรื่อง ไมโครมิเตอร์วัดนอก ในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ - 4.66 , $S.D.$ - 0.48) ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะงานวัดละเอียด เรื่อง ไมโครมิเตอร์วัดนอกพบว่า ประสิทธิภาพของ (E_1) มีค่าเท่ากับ 87.01 และประสิทธิภาพของ (E_2) มีค่าเท่ากับ 88.16 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะงานวัดละเอียด เรื่อง ไมโครมิเตอร์วัดนอก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย ชุดฝึกทักษะงานวัดละเอียด เรื่อง ไมโครมิเตอร์วัดนอก เทียบกับเกณฑ์ พบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 26.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.41 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จิรายุทธ วัดแก้ว, วรวุฒิ กังหัน และนานน้ำ บัวคล้าย (2567) ได้ทำการวิจัย การพัฒนาชุดฝึก ทักษะการลับมีด เพื่อส่งเสริมทักษะการลับมีดกลึง สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม ผลการวิจัย พบว่า 1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนวิชาเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่องการลับมีดกลึง เพื่อส่งเสริมทักษะการลับมีดกลึง สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรมกับเกณฑ์

ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 81.11 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 84.22 ผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะการลับมีด เพื่อส่งเสริมทักษะการลับมีดกลึง วิชาเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่องการลับมีดกลึง สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม 2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน วิชาเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่องการลับมีดเพื่อส่งเสริมทักษะการลับมีดกลึง สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรมกับเกณฑ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 17.57$, $df = 29$, $p = 0.00$)

สุระไกร เทพเดช, สมาน เอกพิมพ์ และสมบัติ ฤทธิเดช (2558) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่อง การใช้มัลติมิเตอร์ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกทักษะเรื่องการใช้มัลติมิเตอร์มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.36/76.67 นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการปฏิบัติหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

รุจิระวี กลมกลาง, ธนินทร์ รัตนโอฬาร และผดุงชัย ภูพัฒน์ (2558) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาชุดฝึกทักษะการเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพฉายสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผลการวิจัยพบว่า 1. ชุดฝึกทักษะการเขียนแบบ วิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพฉาย ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.1) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.67/84.11 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 2. นักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะการเขียนแบบ วิชาเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพฉาย มีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังใช้ชุดฝึกสูงกว่าก่อนใช้ชุดฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรวยสุตา แสนดี (2561) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การพัฒนาชุดฝึกทักษะการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้วิธีสอนแบบสืบสอบ 7E ร่วมกับเทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พบว่า 1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้วิธีสอนแบบสืบสอบ 7E ร่วมกับเทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.) มีประสิทธิภาพ 82.27/81.52 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 2. ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง (ปวส.) ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบสืบสอบ 7E รวมกัน ($\bar{X} = 17.73$, $S.D. = 0.76$) สูงวก่อนเรียน ($\bar{X} = 7.52$, $S.D. = 1.02$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.053. ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.) ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยวิธีการสอนแบบสืบสอบ 7E ร่วมกับเทคนิคการตั้งคำถาม

5W1H พบวาคะแนนหลังเรียน ($\bar{X} = 17.73$, $S.D. = 0.76$) สูงกวาคะแนนหลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนปกติ ($\bar{X} = 14.78$, $S.D. = 1.08$) สรุปได้ว่าทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบสืบสอบ 7E ร่วมกับเทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H กับการสอนด้วยวิธีสอนแบบปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ฉลองวุฒิ ศรีทองบริบูรณ์ (2563) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ พัฒนาชุดฝึกทักษะปฏิบัติ วิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่อง งานตัด งานเจียรไน และงานเจาะด้วยกระบวนการสอนรูปแบบ MIAP สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผลการวิจัยพบว่าค่าประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะปฏิบัติมีค่าเท่ากับ 81.02/80.08 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 ค่าดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะปฏิบัติ เท่ากับ 0.7112 ผู้เรียนมีความรู้และทักษะปฏิบัติเพิ่มขึ้น 0.7112 หรือคิดเป็นร้อยละ 71.12 และความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะปฏิบัติ อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28

ศุภวัฒน์ ธรรมวงศ์ศรี, เจริญวิทย์ สมพงษ์ธรรม และกนกกาญจน์ ศรีสุรินทร์ (2564) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การพัฒนาชุดฝึกทักษะประกอบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน วิชางานปรับอากาศรถยนต์ เรื่อง คอมเพรสเซอร์ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1. ชุดฝึกทักษะประกอบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน วิชางานปรับอากาศรถยนต์ เรื่อง คอมเพรสเซอร์ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.15/83.48 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ 2. นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะประกอบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน วิชางานปรับอากาศรถยนต์ เรื่อง คอมเพรสเซอร์ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ 3. นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดฝึกทักษะประกอบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน วิชางานปรับอากาศรถยนต์ เรื่อง คอมเพรสเซอร์ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.64$, $S.D. = 0.64$)

เฉลิมศักดิ์ ด้วงาม, ผดุงชัย ภูพัฒน์ และธนิษฐ์ รัตนโอฬาร (2559) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรสาขางานยานยนต์ ผลการวิจัยพบว่า 1. ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 72.22 : 80.46 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คำสำคัญ : ชุดฝึกปฏิบัติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประสิทธิภาพ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์

สุรศักดิ์ ลิ้มวีระประจักษ์ (2559) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ ชุดฝึกทักษะการประมาณการชั้นอัดแป้นเกลียวและสลักเกลียว ผลการวิจัยพบว่า 1. ด้านผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก 2. ด้านประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะการประมาณการชั้นอัดแป้นเกลียวและสลักเกลียว 96.78% 3. ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 4. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพทักษะการประมาณการชั้นอัดแป้นเกลียวและสลักเกลียว 100/100 สูงกว่าเกณฑ์กำหนด 5. ผลประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับ ดีมาก

นางสาวชลันธรณ์ สุดอุดม (2566) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การพัฒนาทักษะการเขียนเส้นในงานเขียนแบบ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MIAP ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานสำหรับ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ผลการวิจัยพบว่า 1. ชุดฝึกทักษะการเขียนเส้นในงานเขียนแบบ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MIAP ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, $S.D. = 0.08$) และประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ เรื่อง การเขียนเส้นในงานเขียนแบบ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 2.62$, $df = 29$, $p = 0.00$)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรมในครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development: R & D) จากการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาออกแบบวิธีดำเนินการวิจัย โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม วิเคราะห์ระบบส่งกำลัง มีขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนย่อยที่ 1.1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิเคราะห์ระบบส่งกำลัง

ขั้นตอนย่อยที่ 1.2 ศึกษาแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและพัฒนาชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง มีขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนย่อยที่ 2.1 ออกแบบกระบวนการสร้างชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง โดยผู้วิจัย

ขั้นตอนย่อยที่ 2.2 สร้างชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลัง เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

ขั้นตอนย่อยที่ 2.3 ประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้ชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

ขั้นตอนที่ 4 ใช้ชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

การพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ทั้ง 4 ขั้นตอน มีรายละเอียด ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนา ชุดฝึกทักษะวิชาระบบส่งกำลัง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะวิชา
ระบบส่งกำลัง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม มีขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนย่อยที่ 1.1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชาระบบส่งกำลัง โดย
ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล ได้แก่ รายงานการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชา ระบบ
ส่งกำลัง รายงานแบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผลรายวิชา ระบบส่งกำลัง และเอกสารงานวิจัย
ที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน
วิชา ระบบส่งกำลัง (ฉบับที่ 1 ตามภาคผนวก ฉ) โดยมีประเด็นดังต่อไปนี้

ประเด็นที่ 1 สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชา ระบบส่งกำลัง

ประเด็นที่ 2 ผลการเรียนและประเมินผลรายวิชา ระบบส่งกำลัง

ประเด็นที่ 3 แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชา ระบบส่งกำลัง

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

1. ศึกษารายงานการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ระบบส่งกำลัง รายงาน
แบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผลรายวิชา ระบบส่งกำลัง และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหา
การจัดการเรียนการสอน

2. สร้างแบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา ระบบส่งกำลัง

3. นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความ
เหมาะสมด้านการใช้ภาษาและความสอดคล้องในแต่ละประเด็นของแบบบันทึกสภาพปัญหาการ
จัดการเรียนการสอน วิชา ระบบส่งกำลัง

4. ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์
จัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษารายงานการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ระบบส่ง
กำลัง รายงานแบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผลรายวิชา ระบบส่งกำลัง และเอกสารงานวิจัยที่

เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน แล้วทำการบันทึกลงในแบบบันทึกตามประเด็นที่กำหนดไว้ในช่วงเวลา 15-31 พฤษภาคม 2567

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นตอนย่อยที่ 1.2 ศึกษาแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึงร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม (ฉบับที่ 2 ตามภาคผนวก ฉ) มีประเด็นดังต่อไปนี้

ประเด็นที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง

ประเด็นที่ 2 การสังเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง

ประเด็นที่ 3 การสังเคราะห์กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ประเด็นที่ 4 แนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการพัฒนาชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง และหลักการสังเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2. สร้างแบบบันทึกแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

3. นำเสนออาจารย์ที่ปริญญานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและความสอดคล้องในแต่ละประเด็นของแบบบันทึกแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

4. ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปริญญานิพนธ์ จัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษา เอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม แล้วทำการบันทึกลงในแบบบันทึกตามประเด็นที่กำหนดไว้ในช่วงเวลา 1-15 มิถุนายน 2567

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

ออกแบบและพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม มีขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนย่อยที่ 2.1 ออกแบบกระบวนการสร้างชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมโดยผู้วิจัย มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม และข้อมูลในขั้นตอนที่ 1

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. แบบบันทึกการออกแบบชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม (ฉบับที่ 3 ตามภาคผนวก ฉ)

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เรื่องชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง (ฉบับที่ 4 ตามภาคผนวก ฉ)

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบบันทึกการออกแบบชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองในหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม (ฉบับที่ 3 ตามภาคผนวก ฉ)

1.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม และหลักการสร้างแบบบันทึกการพัฒนาชุดฝึกทักษะ

1.2 สร้างแบบบันทึก ตามกรอบองค์ประกอบของการออกแบบชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองในหัวเครื่องกลึง

1.3 นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมด้านการใช้ภาษา และความสอดคล้องในแต่ละประเด็นของแบบบันทึกการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลัง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

1.4 ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ จัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลช่วงเวลา 16-30 มิถุนายน 2567

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม (ฉบับที่ 4 ตามภาคผนวก ฉ)

2.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม หลักการ เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม การเรียนการสอนและการวัดผลประเมินผล ที่กำหนดไว้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

2.2 สร้างแผนผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) ภาคทฤษฎี ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.3 สร้างแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ตามแผนผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) จำนวน 40 ข้อ

2.4 นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและความสอดคล้องในแต่ละประเด็นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5 ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ วันที่ 1- 15 กรกฎาคม 2567

2.6 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ดังรายชื่อต่อไปนี้

1. ว่าที่ ร.ต.อัมพร รัตนรัตน์

ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคราชสีหราชาม

2. นายประวิตร ศรีสมุทร

ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ

แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต

3. นายสมฤกษ์ อินทร์เจริญ ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี

4. นายไฉน โลชา ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคแพร่

5. นายนิมิต อยู่เป็นสุข ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี

2.7 วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์
เชิงพฤติกรรม (Index of item Objective Congruence : IOC) และพิจารณาเลือกข้อสอบที่มีค่า
IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ดังตาราง (ผลได้จากเครื่องมือวัดฉบับที่ 4 ตามภาคผนวก ฉ)

ตารางที่ 3-1 ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบที่ สร้างจริง	ข้อสอบที่ ใช้ได้	ข้อสอบที่ ใช้ไม่ได้	ค่า IOC ของ ข้อสอบ
1. อธิบายหน้าที่ของเฟืองตรงที่ใช้ส่งกำลังได้	8	8	0	0.6-1
2. คำนวณอัตราทดการส่งกำลังด้วยเฟืองตรง แบบสองชั้นได้	10	10	0	0.8-1
3. คำนวณอัตราทดการส่งกำลังด้วยเฟืองตรง แบบสองชั้นได้	8	8	0	1

4. เปรียบเทียบการส่งกำลังของเฟืองแบบชั้นเดียวกับแบบสองชั้นได้	5	6	0	0.8-1
5. จำแนกประเภทของการส่งกำลังด้วยเฟืองตรงตามลักษณะงานได้	4	4	0	1
6. นำเสนอประเภทของเฟืองตรงตามลักษณะงานได้	4	4	0	1

2.8 ผู้วิจัยพิจารณาข้อสอบที่มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปได้จำนวน 40 ข้อ

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ไปทดลองใช้ (Implement) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 37 คน

2.10 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ทั้ง 40 ข้อ ดังสมการ 3-1 และสมการ 3-2 (เมธา อึ้งทอง และผดุงชัย ภูพัฒน์, 2563)

$$P = \frac{R_U + R_L}{N_U + N_L} \quad (3-1)$$

เมื่อ	P	แทน	ดัชนีความยาก
	R_U	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	R_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	N_U	แทน	จำนวนคนที่ตอบข้อสอบในกลุ่มสูง
	N_L	แทน	จำนวนคนที่ตอบข้อสอบในกลุ่มต่ำ

ค่าความยากง่ายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบส่งกำลัง ของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ที่คัดเลือก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.80

สมการค่าอำนาจจำแนก

$$r = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}} \quad (3-2)$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อหนึ่ง ๆ
	R_U	แทน	จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูง (เก่ง) ที่ตอบข้อนั้นถูก
	R_L	แทน	จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำ (อ่อน) ที่ตอบข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบส่งกำลัง ของชุด
เฟืองหัวเครื่องกลึง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-1.00

2.11 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความเที่ยง ด้วยวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20) โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ทั้งฉบับ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.58 โดยใช้สมการที่ 3-3 (เมธา อึ้งทอง และผดุงชัย ภูพัฒน์. 2563)

$$r = \frac{k}{k-1} \left\{ \frac{s_1^2 - \sum pq}{s_1^2} \right\} \quad (3-3)$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกแต่ละข้อ
	q	แทน	$1 - p$
	s_1^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนสอบที่ได้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ติดต่อยื่นคำร้องขออนุมัติหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยด้านต่างๆ จากงานบริหารวิชาการ ของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. นำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยส่งให้ผู้บริหารของวิทยาลัยต่างๆ เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

3. ดำเนินการขอความอนุเคราะห์จากสถานศึกษา เพื่อขออนุญาตในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

4. เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มทดลอง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

5. ปรับปรุง และจัดทำเครื่องมือฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ชั้นย่อยที่ 2.2 สร้างชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง โดยผู้วิจัย มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 ชั้นที่ 2.1

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. ชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม (ฉบับที่ 5 ตามภาคผนวก ฉ)

2. คู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม (ฉบับที่ 6 ตามภาคผนวก ฉ)

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

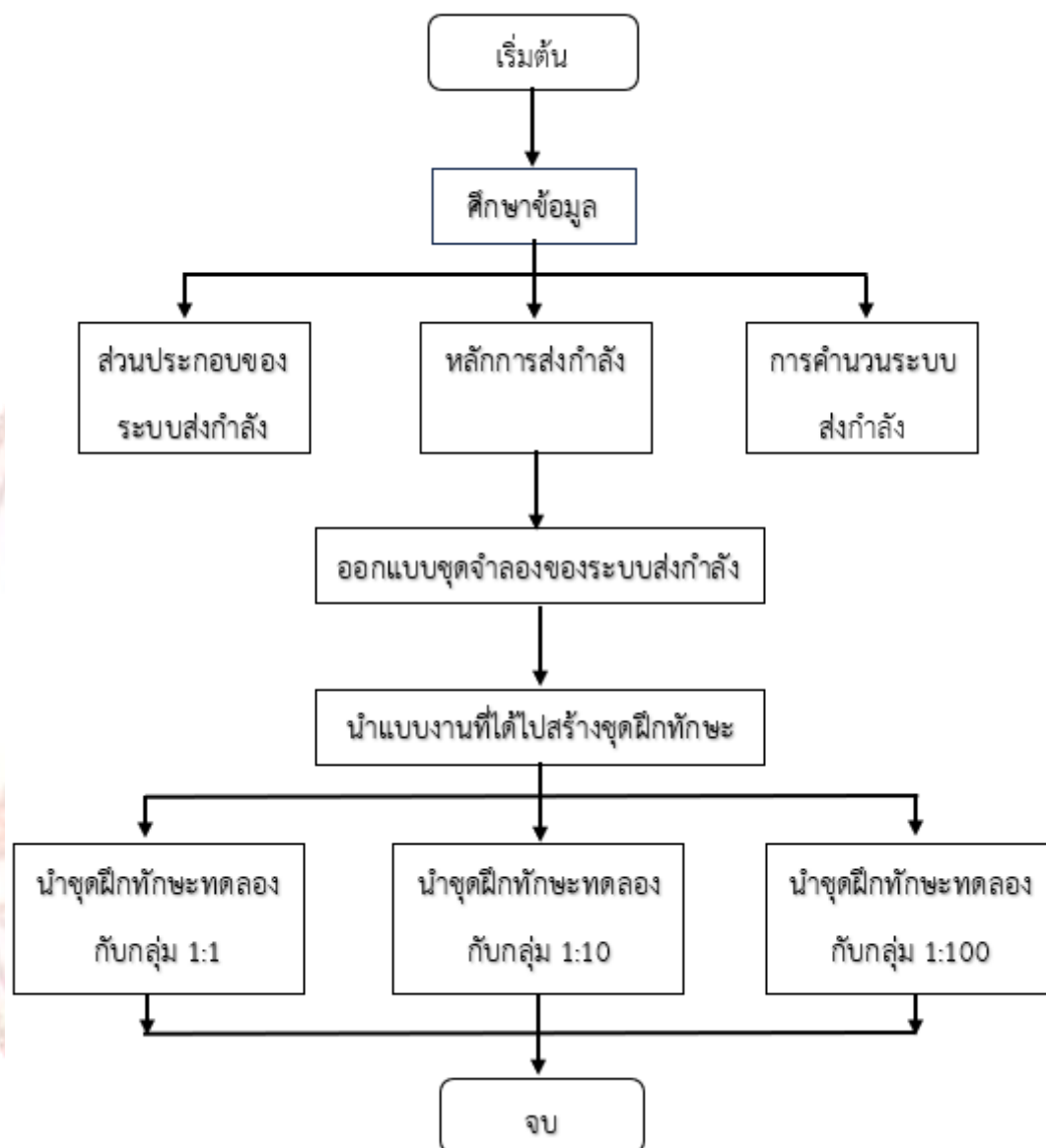
1. ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม (ฉบับที่ 5)

1.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวกับระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง และการสร้างและพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม (ขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2.1)

1.2 กำหนดขอบเขตของจำกัดของการพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

1.3 รวบรวมข้อมูลโดยการศึกษาข้อมูลเกี่ยวข้อง เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง บทความ ตำราเอกสาร ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ประกอบการออกแบบการสร้างชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ซึ่งประกอบไปด้วยโมเดลชุดเฟืองส่งกำลัง

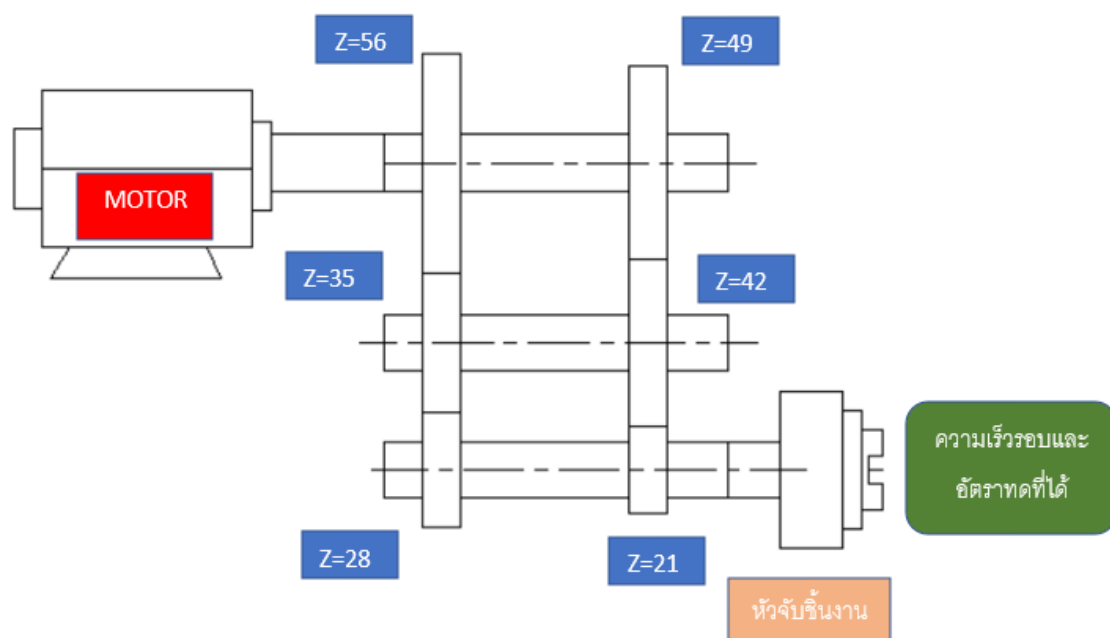
1.4 ทำการออกแบบร่างเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการสร้างชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง โดยมีขั้นตอนการสร้างดังรูป 3-2



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนแนวทางในการดำเนินชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

1.5 ดำเนินการสร้างชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.5.1. ศึกษาข้อมูลระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ได้แก่ ส่วนประกอบของระบบส่งกำลัง หลักการส่งกำลังของเฟือง การคำนวณอัตราทด และความเร็วรอบ

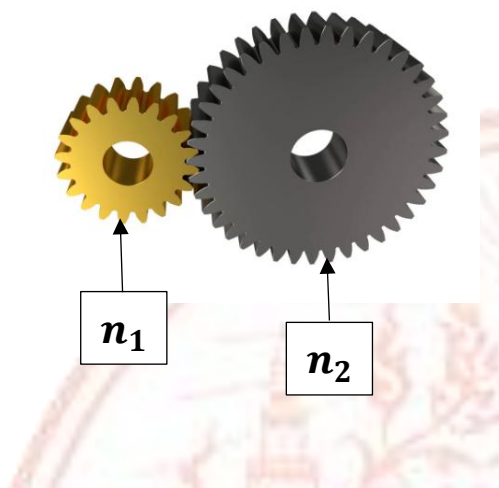


ภาพที่ 3-3 ภาพร่างแนวความคิดในการสร้างเฟือง

1.5.2 ออกแบบชุดจำลองระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง โดยสรุปขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลจำนวนฟันเฟืองของเฟืองแต่ละตัวที่ต้องการสร้างชุดฝึกทักษะ โดยใช้สูตรคำนวณ ดังภาพที่ 3-4 และ 3-5

2. การคำนวณการส่งกำลังด้วยเฟืองแบบอัตราทดชั้นเดียว



ภาพที่ 3-4 การส่งกำลังแบบอัตราทดชั้นเดียว

$$\text{อัตราทด (i)} = \frac{\text{ความเร็วรอบเฟืองขับ}}{\text{ความเร็วรอบเฟืองตาม}} = \frac{n_1}{n_2} \quad (3-4)$$

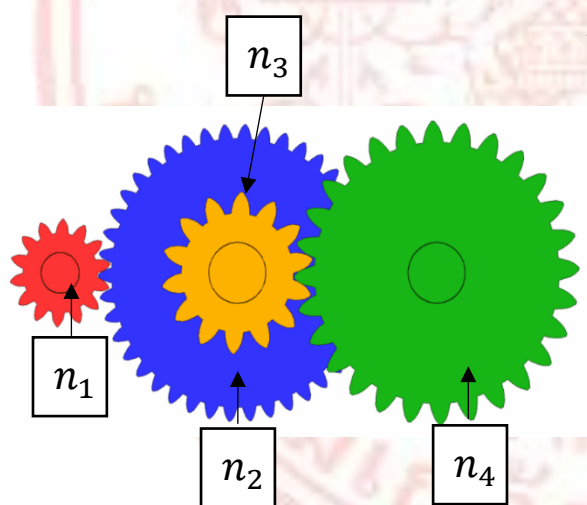
หรือ

$$\text{อัตราทด (i)} = \frac{\text{จำนวนฟันเฟืองตาม}}{\text{จำนวนฟันเฟืองขับ}} = \frac{z_2}{z_1}$$

หรือ

$$\text{ความเร็วรอบ (N)} = \frac{n_1}{n_2} \times \frac{z_2}{z_1}$$

3. การคำนวณการส่งกำลังด้วยเฟืองแบบอัตราทดหลายชั้น



อัตราทดชั้นที่ 1

$$\text{อัตราทด (i}_1\text{)} = \frac{\text{ความเร็วรอบเฟืองขับ}}{\text{ความเร็วรอบเฟืองตาม}} = \frac{n_1}{n_2} \quad (3-5)$$

หรือ

$$\text{อัตราทด (i}_1\text{)} = \frac{\text{จำนวนฟันเฟืองตาม}}{\text{จำนวนฟันเฟืองขับ}} = \frac{z_2}{z_1}$$

หรือ

$$\text{ความเร็วรอบ (N}_1\text{)} = \frac{n_1}{n_2} \times \frac{z_2}{z_1}$$

ภาพที่ 3-5 การส่งกำลังแบบอัตราทดหลายชั้น

อัตราทดชั้นที่ 2

$$\text{อัตราทด } (i_2) = \frac{\text{ความเร็วรอบเฟืองขับ}}{\text{ความเร็วรอบเฟืองตาม}} = \frac{n_3}{n_4}$$

หรือ

$$\text{อัตราทด } (i_2) = \frac{\text{จำนวนฟันเฟืองตาม}}{\text{จำนวนฟันเฟืองขับ}} = \frac{Z_4}{Z_3}$$

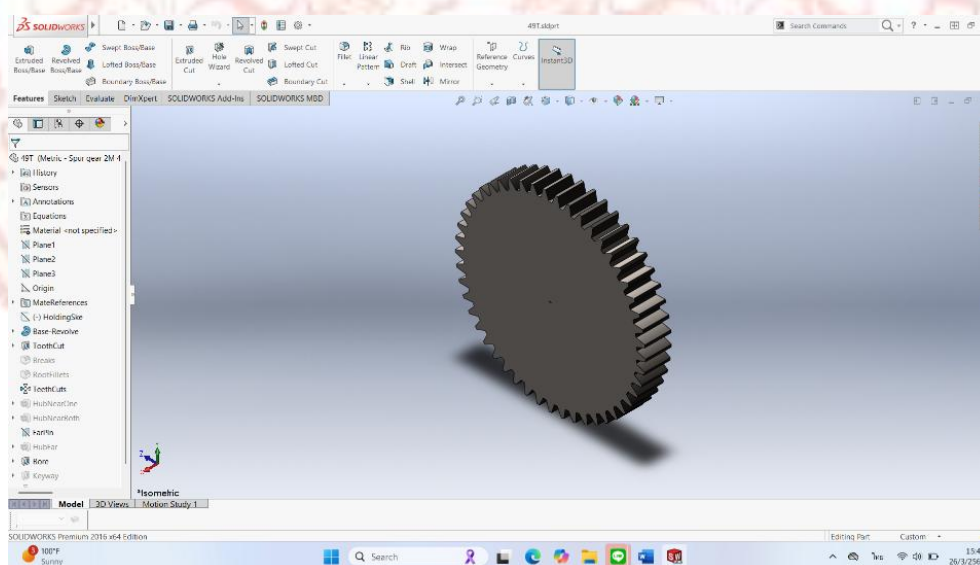
หรือ

$$\text{ความเร็วรอบ } (N_2) = \frac{n_3}{n_4} \times \frac{Z_4}{Z_3}$$

อัตราทดรวม (iรวม)

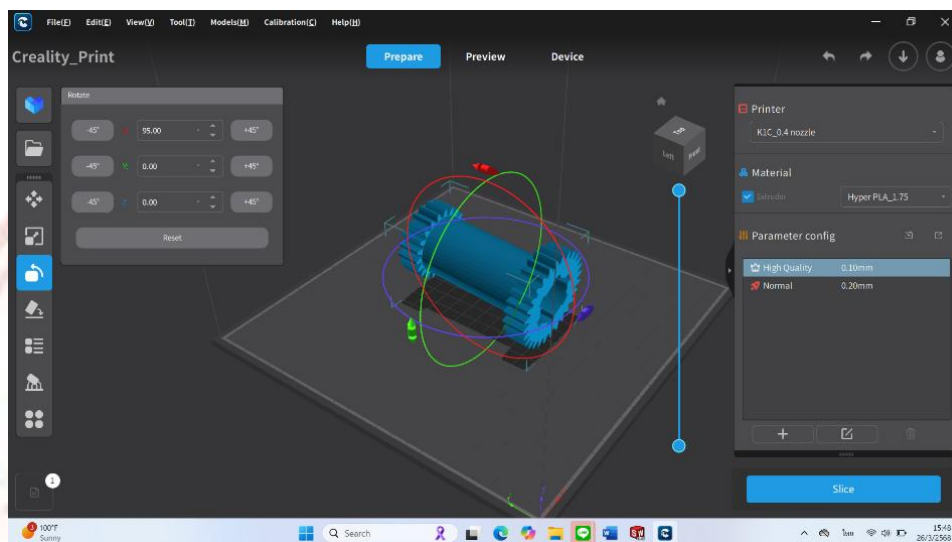
$$(i_{\text{รวม}}) = i_1 \times i_2 = \frac{n_1 \times n_3}{n_2 \times n_4} \quad \text{และ} \quad \frac{Z_2 \times Z_4}{Z_1 \times Z_3} \quad (3-6)$$

1.5.3 เขียนแบบเฟืองขนาด 56, 49, 35, 42, 28, 21 ฟัน โมดูล 2 ด้วยโปรแกรมออกแบบและเขียนแบบ แล้ว Save As ไฟล์เป็นนามสกุล.STL



ภาพที่ 3-6 การเขียนแบบเฟืองด้วยโปรแกรมออกแบบและเขียนแบบ

1.5.4 นำไฟล์ที่แปลงนามสกุลเป็น .STL แล้วไปแปลงเป็นค่า G Code ด้วยโปรแกรมของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ



ภาพที่ 3-7 การแปลงเป็นค่า G Code ด้วยโปรแกรมของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

1.5.5 นำไฟล์ที่แปลงนามสกุลเรียบร้อยแล้ว มาดำเนินการปริ้นเฟือง ด้วยวัสดุประเภท PLA ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ และปริ้นอุปกรณ์ประกอบของชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง มีรายละเอียดดังนี้



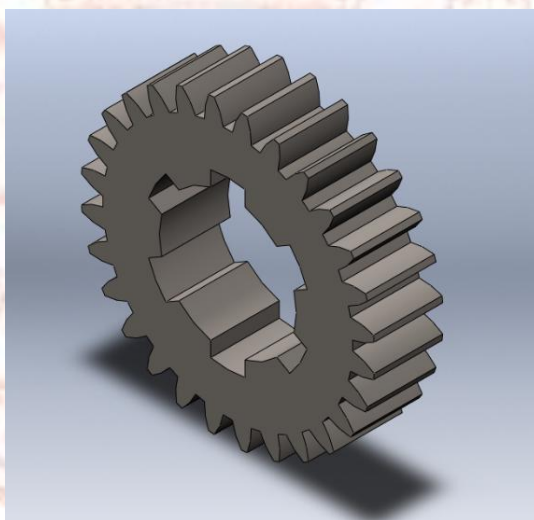
ภาพที่ 3-8 การปริ้นเฟืองด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

1. Print โมเดลเฟืองตรง ขนาด 21 ฟัน โมดูล 2 จำนวน 1 ตัว ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ วัสดุเส้นที่ใช้คือ PLA



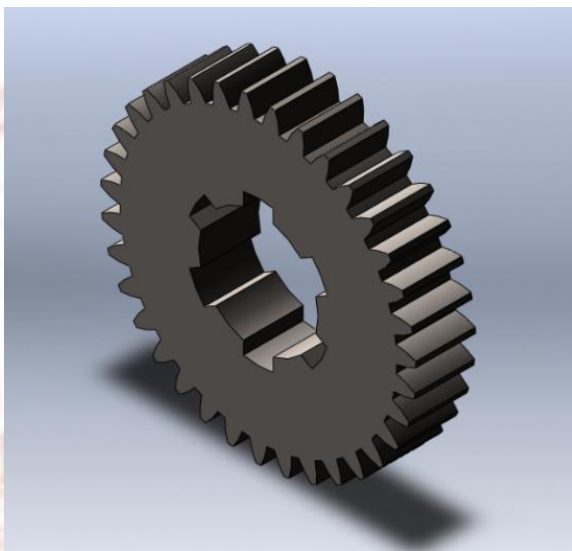
ภาพที่ 3-9 เฟืองตรง ขนาด 21 ฟัน

2. Print โมเดลเฟืองตรง ขนาด 28 ฟัน โมดูล 2 จำนวน 1 ตัว ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ วัสดุเส้นที่ใช้คือ PLA



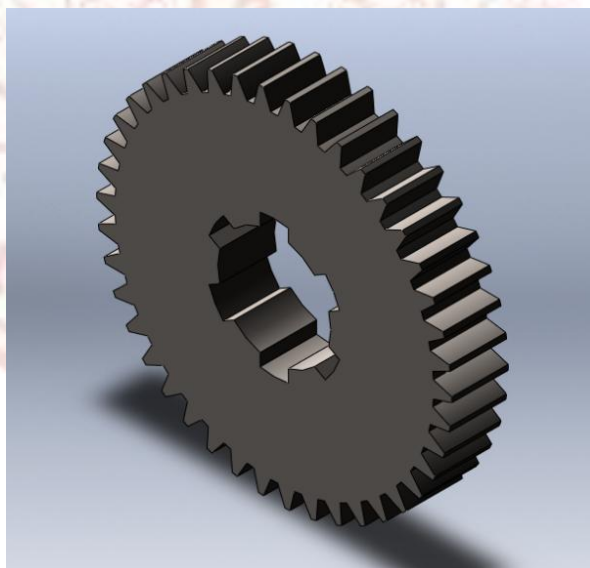
ภาพที่ 3-10 เฟืองตรง ขนาด 28 ฟัน

3. Print โมเดลเฟืองตรง ขนาด 35 ฟัน โมดูล 2 จำนวน 1 ตัว ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ
วัสดุเส้นที่ใช้คือ PLA



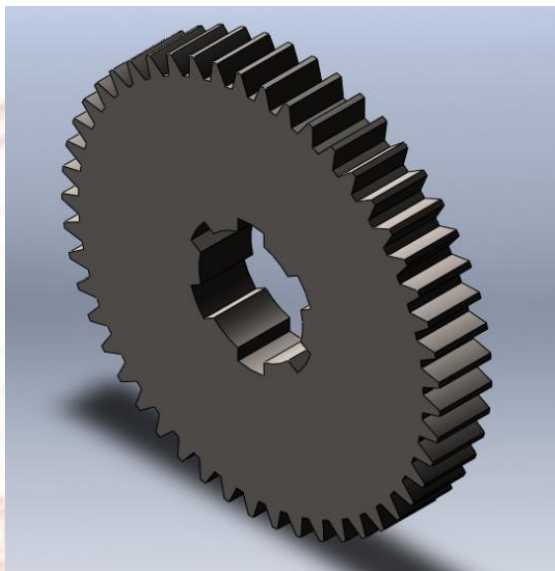
ภาพที่ 3-11 เฟืองตรง ขนาด 35 ฟัน

4. Print โมเดลเฟืองตรง ขนาด 42 ฟัน โมดูล 2 จำนวน 1 ตัว ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ
วัสดุเส้นที่ใช้คือ PLA



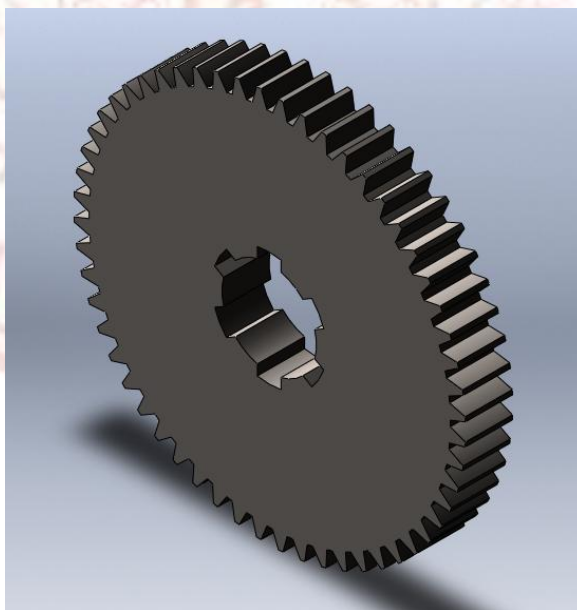
ภาพที่ 3-12 เฟืองตรง ขนาด 42 ฟัน

5. Print โมเดลเฟืองตรง ขนาด 49 ฟัน โมดูล 2 จำนวน 1 ตัว ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ วัสดุเส้นที่ใช้คือ PLA



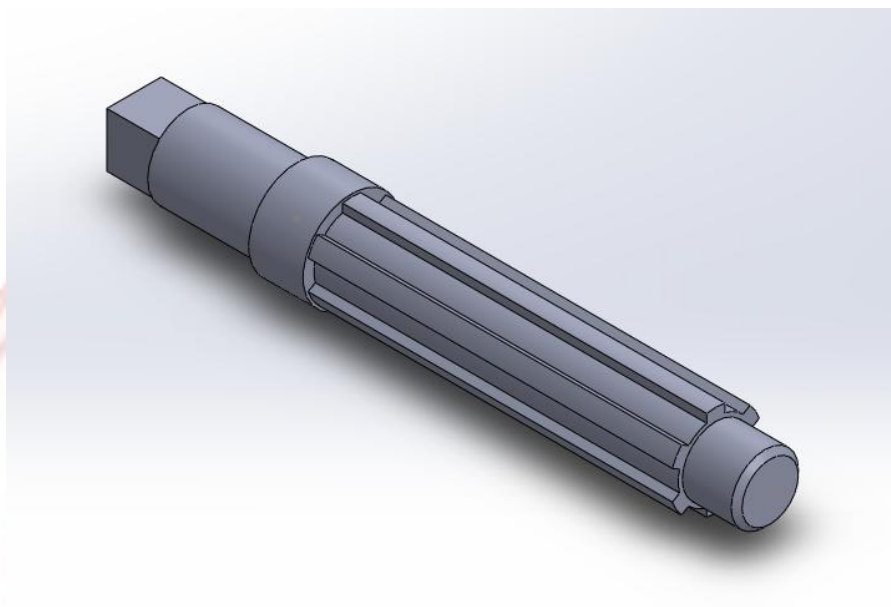
ภาพที่ 3-13 เฟืองตรง ขนาด 49 ฟัน

6. Print โมเดลเฟืองตรง ขนาด 56 ฟัน โมดูล 2 จำนวน 1 ตัว ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ วัสดุเส้นที่ใช้คือ PLA



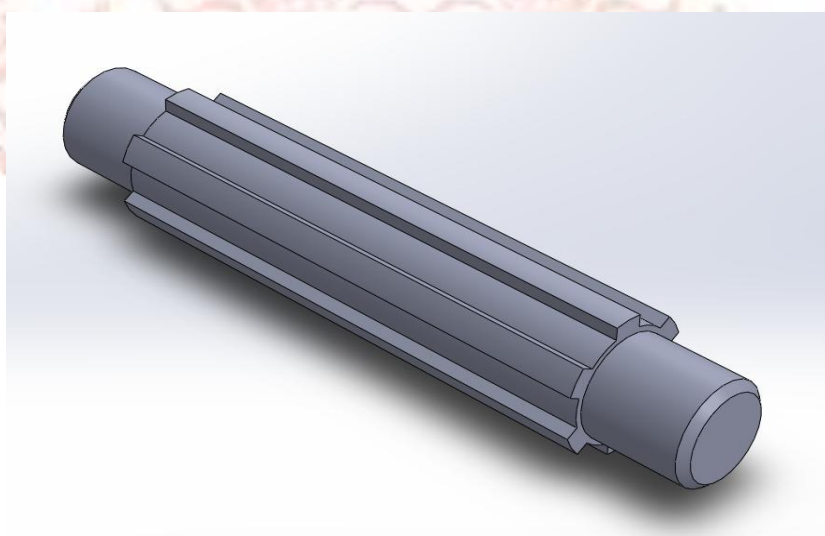
ภาพที่ 3-14 เฟืองตรง ขนาด 56 ฟัน

7. Print โมเดลเพลสไปน์ หมายเลข 1 จำนวน 1 ชิ้น ใช้ประกอบกับเฟืองชุดที่ 3 ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ วัสดุเส้นที่ใช้คือ PLA



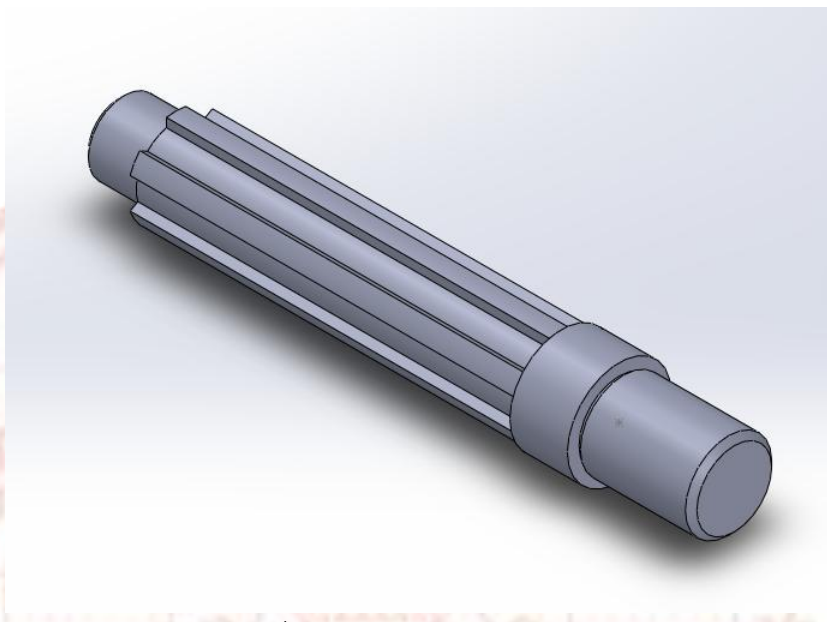
ภาพที่ 3-15 เพลสไปน์ หมายเลข 1

8. Print โมเดลเพลสไปน์ หมายเลข 2 จำนวน 1 ชิ้น ใช้ประกอบกับเฟืองชุดที่ 2 ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ วัสดุเส้นที่ใช้คือ PLA



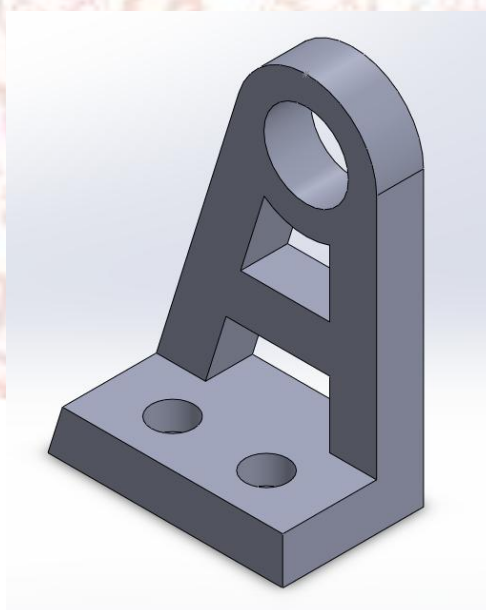
ภาพที่ 3-16 เพลสไปน์ หมายเลข 2

9 Print โมเดลเพลสไปน์ หมายเลข 3 จำนวน 1 ชิ้น ใช้รองรับเพลลาของเฟืองชุดที่ 3 ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ วัสดุเส้นที่ใช้คือ PLA



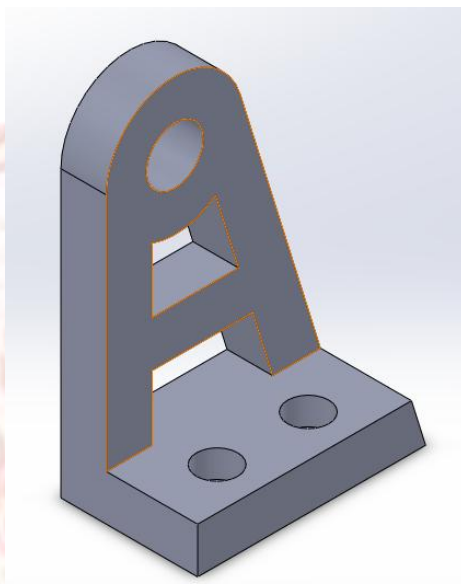
ภาพที่ 3-17 เพลสไปน์ หมายเลข 3

10 Print ฐานรองรับเพลลาหมายเลข 1 จำนวน 1 ชิ้น ใช้รองรับเพลลาของเฟืองชุดที่ 3 ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ วัสดุเส้นที่ใช้คือ PLA



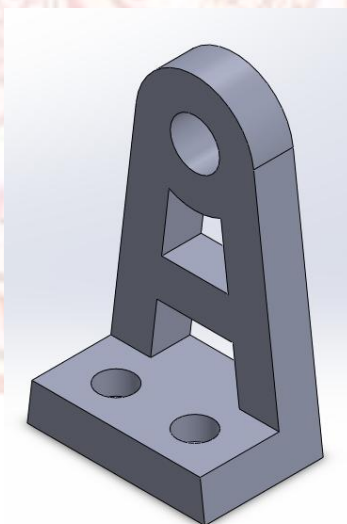
ภาพที่ 3-18 ฐานรองรับเพลลาหมายเลข 1

11 Print ฐานรองรับเพลลาหมายเลข 2 จำนวน 1 ชิ้น ใช้รองรับเพลลาของเฟืองชุดที่ 2 ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ วัสดุเส้นที่ใช้คือ PLA



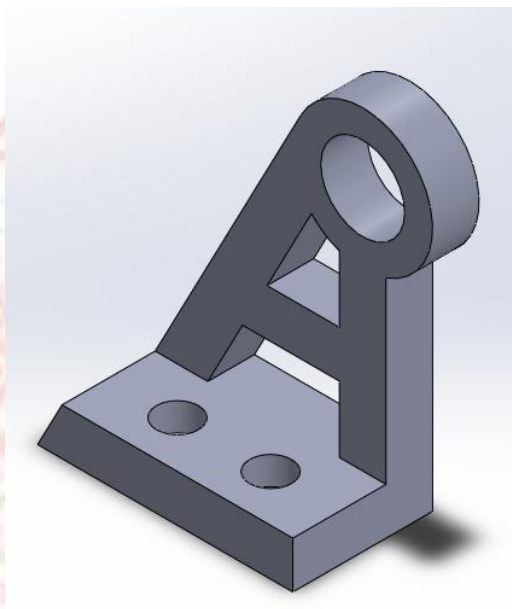
ภาพที่ 3-19 ฐานรองรับเพลลาหมายเลข 2

12 Print ฐานรองรับเพลลาหมายเลข 3 จำนวน 2 ชิ้น ใช้รองรับเพลลาของเฟืองชุดที่ 2 ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ วัสดุเส้นที่ใช้คือ PLA



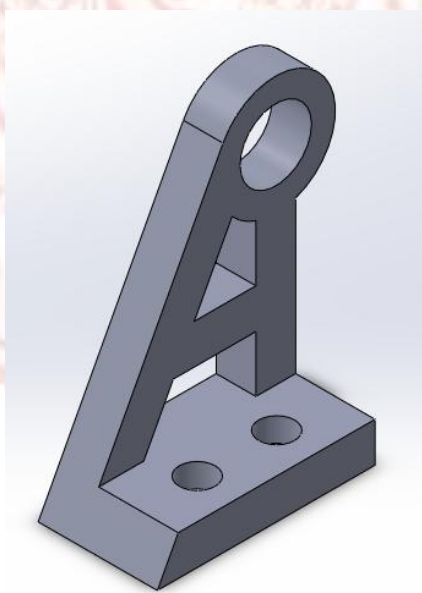
ภาพที่ 3-20 ฐานรองรับเพลลาหมายเลข 3

13 Print ฐานรองรับเพลาลายเลข 5 จำนวน 1 ชิ้น ใช้รองรับเพลาลงเฟืองชุดที่ 1 ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ วัสดุเส้นที่ใช้คือ PLA



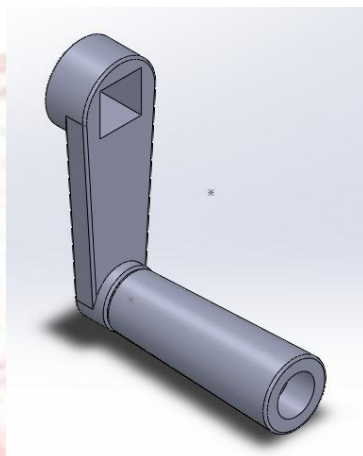
ภาพที่ 3-21 ฐานรองรับเพลาลายเลข 5

14 Print ฐานรองรับเพลาลายเลข 6 จำนวน 1 ชิ้น ใช้รองรับเพลาลงเฟืองชุดที่ 1 ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ วัสดุเส้นที่ใช้คือ PLA



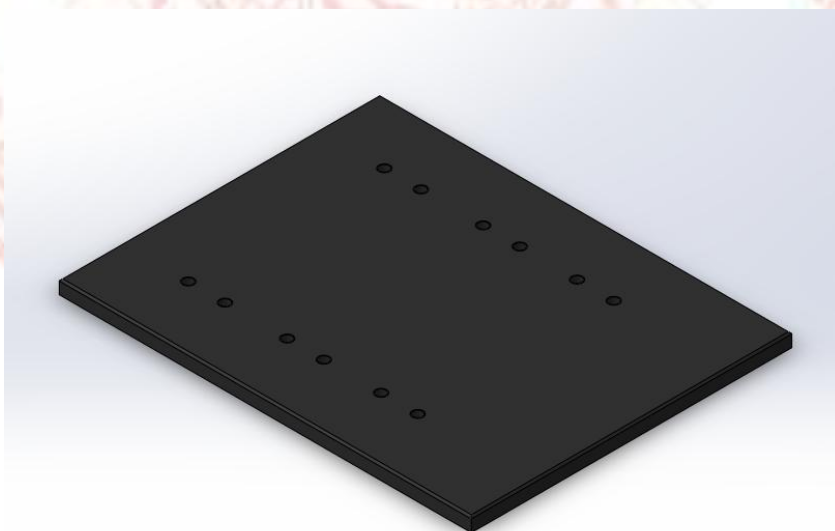
ภาพที่ 3-22 ฐานรองรับเพลาลายเลข 6

15 Print มือหมุนเพลลา จำนวน 1 ชิ้น ใช้สำหรับประกอบกับเพลลาตัวที่ 1 ด้วย
เครื่องพิมพ์ 3 มิติ วัสดุเส้นที่ใช้คือ PLA



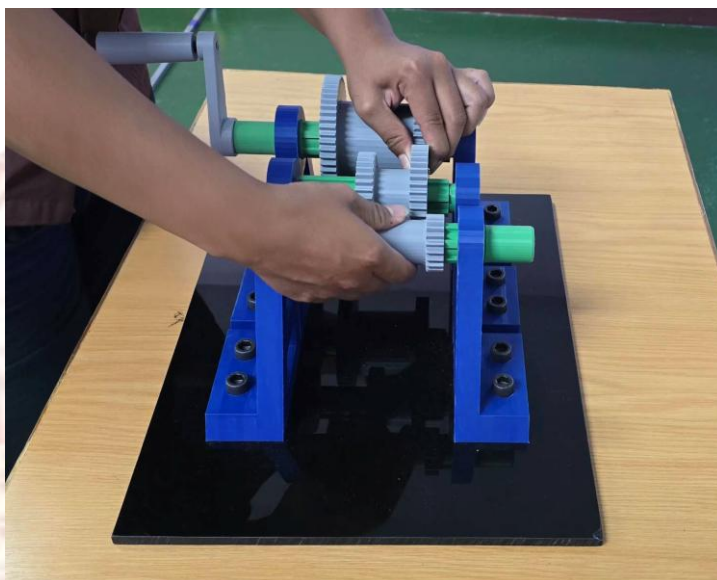
ภาพที่ 3-23 มือหมุนเพลลา

16 สร้างแผ่นฐานจำนวน 1 ชิ้น ขนาด 150*150*20 มม. ด้วยวัสดุคลิก ใช้สำหรับ
รองรับส่วนต่าง ๆ ของชุดฝึกทักษะ ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ วัสดุเส้นที่ใช้คือ PLA



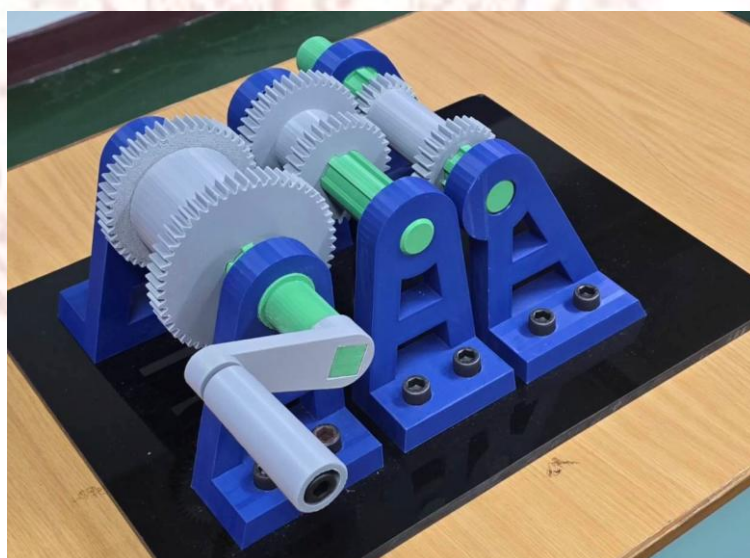
ภาพที่ 3-24 แผ่นฐาน

17. นำโมเดลเฟืองที่ปρινจากเครื่องพิมพ์ 3 มิติสำเร็จมาประกอบเป็นชุดเฟืองทักษะ



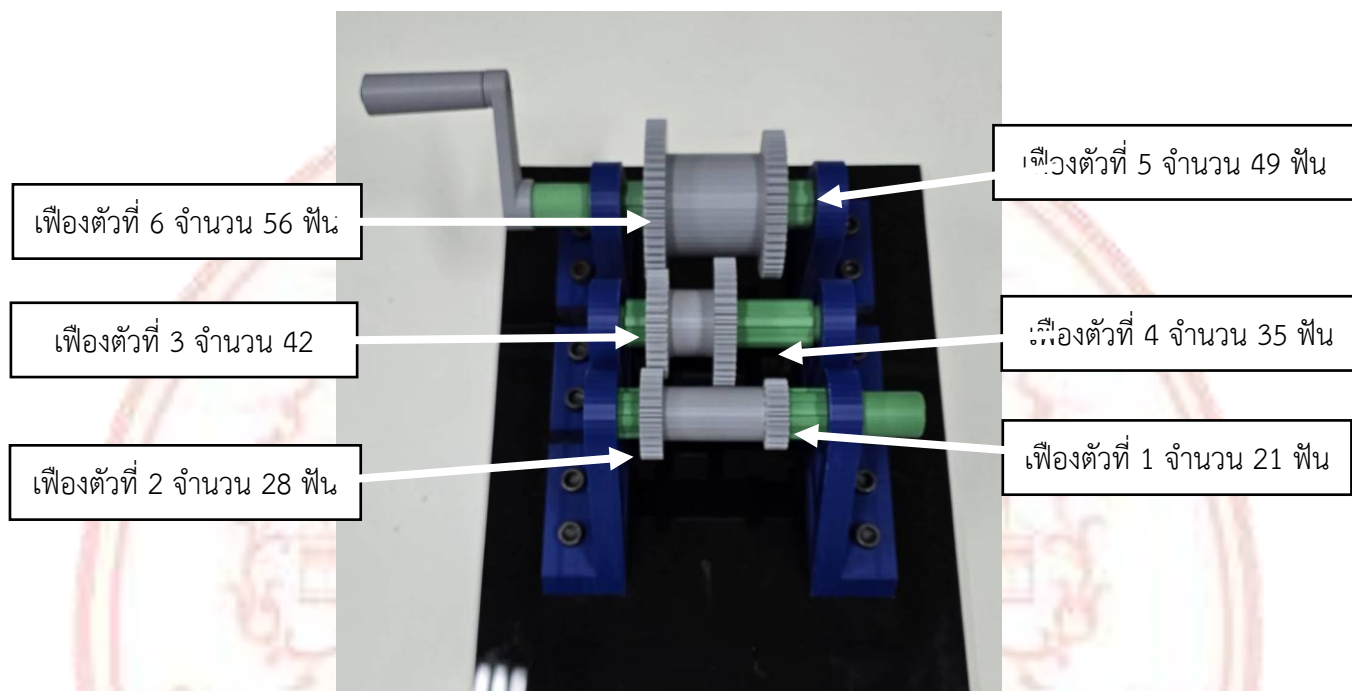
ภาพที่ 3-25 การประกอบชุดเฟืองทักษะ

18. ชุดเฟืองทักษะที่ประกอบสำเร็จ



ภาพที่ 3-26 ชุดเฟืองทักษะที่ประกอบสำเร็จ

แสดงรายละเอียดของชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังในชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง



ภาพที่ 3-27 รายละเอียดจำนวนฟันของเฟืองแต่ละตัว

2. คู่มือการใช้ชุดฝึกชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม (ฉบับที่ 6)

2.1 ศึกษาองค์ประกอบของชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง

2.2 รวบรวมข้อมูล โดยการศึกษาข้อมูลเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง บทความ ตำราเอกสาร ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ประกอบการออกแบบการสร้างคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง

2.3 สร้างคู่มือประกอบการใช้งานชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ให้กับครูผู้สอนและผู้ใช้งาน โดยประกอบด้วย ส่วนบทนำ ส่วนเนื้อหา และส่วนสรุป

2.4 นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบคู่มือประกอบการใช้งานชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ให้กับครูผู้สอนและผู้ใช้งาน โดยประกอบด้วย ส่วนนำ ส่วนเนื้อหา และส่วนสรุป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลดังนี้

1. วางแผนการสร้างชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง และคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง และคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม
2. นำเสนอแผนการสร้างชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง และคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึงให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสม
3. ปรับปรุงแก้ไขแผนการสร้างชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง และคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึงให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสม
4. สร้างชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม และคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึงให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสม
5. นำเสนอชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม และคู่มือการใช้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสม
6. ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ปรึกษาสารนิพนธ์ พร้อมจัดทำชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม และคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นที่ 2.3 ประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง โดยผู้เชี่ยวชาญ มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

แหล่งข้อมูล

กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถ มีประสบการณ์สอนในเรื่องทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ไม่น้อยกว่า 5 ปี และสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท ในสาขาที่เกี่ยวข้อง หรือมีตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการขึ้นไป จำนวน 9 คน โดยมีรายชื่อดังต่อไปนี้

1. ว่าที่ ร.ต.อัมพร รัตนรัตน์ ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคราชสีหราชาม
2. นายประวิตร ศรีสมุทร ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต
3. นายสมฤกษ์ อินทร์เจริญ ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
4. นายธเนศ พรหมจรรย์ ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
5. นายณรงค์ศักดิ์ บุญช่วย ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
6. นายนิमित อยู่เป็นสุข ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคอุดรดิตถ์
7. นายนิमित อยู่เป็นสุข ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคอุดรดิตถ์
8. นายไฉน โลชา ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ

แผนวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง

วิทยาลัยเทคนิคแพร่

9. นายมานนท์ กองแดง

ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการ

แผนวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง

วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองในหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม (ฉบับที่ 7) ประกอบด้วย 3 ตอน ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 สอบถามความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมและคู่มือการใช้ชุดฝึก ซึ่งเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ ปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ เป็นแบบปลายเปิด

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาแนวคิดหลักการสร้างเครื่องมือแบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง

2. วางแผนการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง เป็นข้อคำถาม โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 2 สอบถามความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมและคู่มือการใช้ชุดฝึก ซึ่งเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ เป็นแบบปลายเปิด

3. สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง
4. นำเสนอแบบประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ที่สร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสม และการใช้ภาษา
5. ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และตรวจสอบความถูกต้อง
6. นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ดังรายชื่อต่อไปนี้

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. นายสมฤกษ์ อินทร์เจริญ | ข้าราชการ ครู วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา |
| 2. ว่าที่ ร.ต.อัมพร รัตนรัตน์ | ข้าราชการ ครู วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา |
| 3. นายประวิตร ศรีสมุทร | ข้าราชการ ครู วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา |
| 4. นายไฉน โลชา | ข้าราชการ ครู วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา |
| 5. นายนิมิต อยู่เป็นสุข | ข้าราชการ ครู วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา |

แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างรายการคำถามกับนิยามศัพท์ (IOC: Index of Item Objective Congruence) และพิจารณาเลือกรายการที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป พบว่า ข้อคำถามทั้ง 40 ข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.6-1.00

7. ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จัดพิมพ์ และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ติดต่อยื่นคำร้องขออนุมัติหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยด้านต่าง ๆ จากงานบริหารวิชาการ ของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2. นำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญส่งให้ผู้เชี่ยวชาญและประสานงานกำหนดวันเวลาในการเก็บข้อมูล

3. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามวันและเวลาดังกล่าว

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยคำนวณหา ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก

2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ ปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง มี ความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อย

1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ย (Mean) ดังสมการที่ 3 - 7

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (3-7)$$

เมื่อ

$\bar{x}$	แทน	ตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย
$\sum x$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
n	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ดังสมการที่ 3-8 โดยใช้สูตร (สมนึก ภัททิยธนี ,2546)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (3-8)$$

เมื่อ

SD	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
x_i	แทน	ค่าของข้อมูลแต่ละตัวหรือจุดกึ่งกลางชั้นแต่ละตัว
$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้ชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง

การทดลองใช้ชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง มีรายละเอียดดังนี้

กลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ระดับ ปวช.2 ที่เรียนรายวิชาระบบส่งกำลัง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 37 คน ให้เป็นไปตามเงื่อนไขของการหาประสิทธิภาพ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์,2556) โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ประกอบด้วย นักเรียนระดับ เก่ง 1 คน ระดับปานกลาง 1 คน ระดับอ่อน 1 คน รวม 3 คน

กลุ่มทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ประกอบด้วยนักเรียนระดับเก่ง 3 คน ระดับปานกลาง 3 คน และระดับอ่อน 3 คน รวม 9 คน

กลุ่มทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม จำนวน 25 คน แบบคละความสามารถ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. ชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง (ฉบับที่ 5)

2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบ ปรนัย 4 ตัวเลือก เรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม (ฉบับที่ 4)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ติดต่อยื่นคำร้องขออนุมัติหนังสือถึงผู้อำนวยการวิทยาลัยเพื่อขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัย จากงานบริหารวิชาการ ของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2. นำหนังสือส่งผู้อำนวยการวิทยาลัยฯ เพื่อขอความอนุเคราะห์และประสานงานกำหนดวันเวลาในการเข้าเก็บข้อมูล กับผู้เกี่ยวข้อง

3. วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทดลองใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึงในการหาประสิทธิภาพ โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

ขั้นตอนการทดลองที่ 1 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่มีนักเรียนระดับเก่ง 1 คน ระดับปานกลาง 1 คน ระดับอ่อน 1 คน รวม 3 คน โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80

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

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

1. 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) ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง และ 4.3) ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 คะแนนผลการทดลองขั้นการทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1)

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน		คะแนนหลังเรียน (40 คะแนน)
	แบบทดสอบ	รวม (20 คะแนน)	
1	16	16	31
2	16	16	29
3	13	13	33
	รวม	45	93
การทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะแบบเดี่ยว เท่ากับ 75/77.5 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80			

1.2 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง

ประเด็นการสังเกต	ผลการสังเกต
การใช้งานชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง	ผลการทดลองพบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เท่ากับ 75/77.5 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการสังเกตของการใช้ชุดฝึกทักษะพบว่า รายละเอียดของคำสั่งใบงานไม่ชัดเจน นักเรียนจึงไม่สามารถใช้ชุดฝึกทักษะได้ถูกต้อง

1.3 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง

ประเด็น	ประเด็นที่ปรับปรุงแก้ไข
การใช้งานชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง	ปรับปรุงรายละเอียดของคำสั่งใบมอบหมายงานให้ชัดเจน ทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับใบมอบหมายงานให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

2. ดำเนินขั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่มี นักเรียนระดับเก่ง 3 คน ระดับปานกลาง 3 คน และระดับอ่อน 3 คน รวม 9 คน โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80 โดยนำเสนอผล 2 ประเด็น ประกอบด้วย 5.1) ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) 5.2) ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง และ 5.3) ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-5
ตารางที่ 3-5 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10)

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน		คะแนนหลังเรียน
	แบบทดสอบ	รวม(20 คะแนน)	(40 คะแนน)
1	17	17	33
2	15	15	29
3	15	15	34
4	19	19	35
5	15	15	34
6	12	12	32
7	17	17	31
8	16	16	29
9	15	15	26
	รวม	141	283
การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเท่ากับ 78.33/78.61 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80			

2.2 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง

ประเด็นการสังเกต	ผลการสังเกต
การใช้งานชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง	ผลการทดลองพบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เท่ากับ 78.33/78.61 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการสังเกตของการใช้ชุดฝึกทักษะพบว่า นักเรียนสับสนขั้นตอนการปฏิบัติงานจากใบมอบหมายงาน ทำให้ปฏิบัติไม่ถูกต้อง

2.3 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง

ประเด็น	ประเด็นที่ปรับปรุงแก้ไข
การใช้งานชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง	ปรับปรุงรายละเอียดของลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน ให้ครบถ้วนสมบูรณ์

3. ดำเนินขั้นการทดลองที่ 3 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน จำนวน 25 คน แบบคละความสามารถ โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80 โดยนำเสนอผล 3 ประเด็น ประกอบด้วย 6.1) ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 3 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) 6.2) ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง และ 6.3) ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 3 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (1:100) มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (1:100)

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน		คะแนนหลังเรียน (40 คะแนน)
	แบบทดสอบ	รวม(20 คะแนน)	
1	17	17	36
2	18	18	32
3	17	17	34
4	16	16	35
5	17	17	32
6	17	17	33
7	16	16	33
8	17	17	4
9	17	17	34
10	16	16	36

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน		คะแนนหลังเรียน (40 คะแนน)
	แบบทดสอบ	รวม(20 คะแนน)	
11	17	17	33
12	15	15	32
13	17	17	34
14	16	16	35
15	16	16	36
16	18	18	33
17	17	17	32
18	18	18	34
19	16	16	35
20	16	16	36
21	18	18	37
22	18	18	32
23	15	15	34
24	19	19	36
25	17	17	37
รวม		421	855
การทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะแบบภาคสนาม เท่ากับ 84.2/85.5 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80			

ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-9 ผลการสังเกตการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง

ประเด็นการสังเกต	ผลการสังเกต
การใช้งานชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง	ผลการทดลองพบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (1:100) เท่ากับ 84.20/85.50 เป็นไปตาม

เกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการสังเกตของการใช้ชุดฝึกทักษะพบว่าใช้ชุดฝึกทักษะได้ถูกต้อง และสามารถทำตามใบมอบหมายงานได้ครบและถูกต้องตามคำสั่ง

ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-10

ตารางที่ 3-10 ผลการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

ประเด็น	ประเด็นที่ปรับปรุงแก้ไข
นักเรียนสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนตามขั้นตอน ในการใช้ชุดฝึกทักษะ	เมื่อเรียนในบทเรียนเรื่องระบบส่งกำลังจนเสร็จแล้ว ควรให้นักเรียนไปเห็นระบบส่งกำลังของจริงที่ตัวเครื่องกลึงถ้ามีโอกาส

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ใช้สูตรดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \quad (3-9)$$

เมื่อ

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบหรืองานที่ทำระหว่างเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \frac{\frac{\Sigma F}{N}}{B} \times 100 \quad (3-10)$$

เมื่อ

E_2	แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
ΣF	แทน คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
B	แทน คะแนนเต็มของการประเมินหลังเรียนและประเมินงานสุดท้าย
N	แทน จำนวนผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 4 ใช้ชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง มีขั้นตอนดังนี้

ใช้ชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง โดยมีรายละเอียดดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนแผนกวิชาช่างกลโรงงาน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี จำนวน 100 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ เป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้อง จำนวน 25 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย

1. ชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง (ฉบับที่ 5)
2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม (ฉบับที่ 6)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

รูปแบบการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบ One-Shot Case Study (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538) ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้วิธีการทดลองโดยการใช้ชุดฝึกทักษะและแบบทดสอบสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทำการเก็บข้อมูลหลังการทดลอง โดยมีแผนการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 3-11 แบบแผนการทดลอง

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

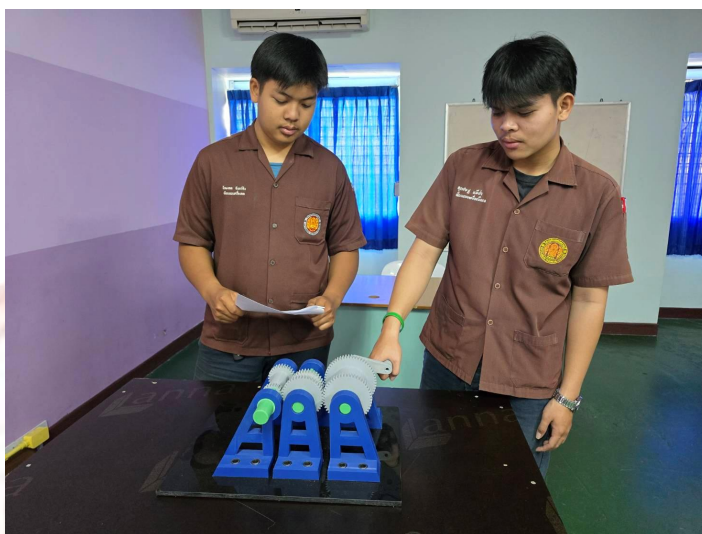
โดยที่ R หมายถึง กลุ่มตัวอย่าง
 X หมายถึง การทดลอง
 T หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

1. ทำการชี้แจงการใช้ชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 3-28 ชี้แจงการใช้ชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลัง

2. ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างใช้ชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อเก็บข้อมูลหลังจากเรียนวิชาระบบส่งกำลัง



ภาพที่ 3-29 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างใช้ชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลัง

3. ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วเพื่อเก็บข้อมูล



ภาพที่ 3-30 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบ

4. ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึงในท้ายชั่วโมงเรียน จำนวน 40 ข้อ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบกับเกณฑ์
การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ สถิติที่ใช้ในการทดสอบ
คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test for one
sample) ดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2552)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad \text{โดยมี } df = n - 1 \quad (3-11)$$

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

การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง วิชาระบบส่งกำลัง เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ในครั้งนี้ เป็นการศึกษาวิจัยและพัฒนา (Research and development: R & D) แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาศาภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

4.2 ผลการออกแบบและพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

4.3 ผลการทดลองใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

4.4 ผลการใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

4.1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม วิชาระบบส่งกำลัง

ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะ
ระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม วิชาระบบส่งกำลัง มีผลการดำเนินการวิจัยดังตารางที่
4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะ
ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม วิชาระบบส่งกำลัง

ประเด็น	ผลการศึกษา
1) สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชา ระบบส่งกำลัง	ผลจากการศึกษาพบว่านักเรียนบางคนยังไม่มี ความเข้าใจในเนื้อหา เรื่อง ระบบส่งกำลัง ได้ดีเท่าที่ควร เนื่องจากวิชานี้เป็นวิชาทฤษฎี เน้นทางด้านการ บรรยายมากกว่า และสื่อที่มีใช้ในห้องเรียนจะเป็นสื่อ ทางด้าน Power Point เสียส่วนมาก ทำให้นักเรียนที่ เรียนในวิชานี้ ยังไม่เข้าใจหลักการทำงานของระบบส่ง กำลังในชุดเฟืองหัวเครื่องกลึงเท่าที่ควร และยังขาด สื่อที่ใช้ในการเรียน การสอนที่มีประสิทธิภาพ
2) ผลการเรียนรู้และประเมินผลรายวิชา ระบบส่งกำลัง	โดยผลการเรียนรู้วิชา ระบบส่งกำลังในภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2566 มีนักเรียนจำนวน 15 คน มีผลการ เรียน 4.00 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33 ผล การเรียน 3.0 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33 ผล การเรียน 2.5 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.66 ผล การเรียน 2 จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ผล การเรียน 1.5 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.66 และ ผล การเรียน 1.0 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ซึ่ง เมื่อพิจารณาจากบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และผลคะแนนรายหน่วยพบว่า หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบส่งกำลังเครื่องกลึง ซึ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่มี เนื้อหาสาระสำคัญกับนักเรียนที่เรียนในแผนกช่างกล โรงงานที่สุด แต่นักเรียนยังขาดความสนใจในเนื้อหาที่ เรียน ขาดการเชื่อมโยงความรู้จากเนื้อหาที่ได้รับ และ

ประเด็น	ผลการศึกษา
	ขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้ ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
3) แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชา ระบบส่งกำลัง	การใช้ชุดฝึกทักษะที่มีความใกล้เคียงกับของจริง และมีการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเชิงวิศวกรรมให้กับนักเรียนซึ่งมีข้อดีคือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง การเรียนรู้จากสถานการณ์จริงช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา ผู้เรียนจะได้ฝึกการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในบริบทที่แท้จริง

4.2 ผลการออกแบบและพัฒนาชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง

ผลการออกแบบและพัฒนาชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง มีรายละเอียดดังภาพต่อไปนี้

4.2.1 ผลการสร้างสร้างชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง มีรายละเอียดดังภาพ 4.1-4.7



ภาพที่ 4-1 หน้าปกชุดฝึกทักษะ

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง	ใบเนื้อหา	1 / 7
		เฟือง	
		เฟือง (Gear) เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถพบได้ทั่วไปในเครื่องจักรมีรูปร่างหลายแบบ ทำหน้าที่ส่งกำลังโดยการหมุนจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่งที่ขนานหรือตั้งฉากซึ่งกันและกัน ส่วนมากเฟืองขับ (driving gear) จะมีขนาดใหญ่กว่าเฟืองตาม (driven gear หรือ pinion gear) เฟืองมีมากมายหลายมาตรฐาน เช่น มาตรฐานอังกฤษ นิยมใช้ในหน่วยนิ้ว และมาตรฐานระบบเอสไอ (SI)	
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

ภาพที่ 4-2 ใบเนื้อหา

กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม	
วิชา ระบบส่งกำลัง	ระดับ ปวช
เรื่อง ระบบส่งของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	ระยะเวลา 240 นาที
สาระสำคัญของเนื้อหา เฟืองเป็นชิ้นส่วนเครื่องกลที่มีรูปร่างโดยทั่วไปเป็นจานแบนรูปทรงกลม ส่วนขอบมีลักษณะเป็น แฉก เฟืองผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ส่งกำลังในลักษณะของแรงบิด (torque) ด้วยการหมุนของตัวเฟืองที่มีฟันอยู่ในแนวรัศมีโดยการส่งกำลังจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีเฟืองตั้งแต่สองตัวขึ้นไปมาสบกัน นั่นคือถ้าเฟืองตัวแรกหมุน เฟืองตัวที่สองจะหมุนในทิศทางตรงกันข้าม เกิดเป็นระบบส่งกำลังขึ้น จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. แสดงความรู้หน้าที่และประโยชน์ของเฟืองตรงที่ส่งกำลังได้ 2. แสดงทักษะการคำนวณอัตราทดระบบส่งกำลังด้วยเฟืองตรงได้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. อธิบายหน้าที่ของเฟืองตรงที่ใช้ส่งกำลังได้ 2. คำนวณอัตราทดการส่งกำลังด้วยเฟืองตรงแบบขั้นเดียวได้ 3. คำนวณอัตราทดการส่งกำลังด้วยเฟืองตรงแบบสองขั้นได้ 4. เปรียบเทียบการส่งกำลังของเฟืองแบบขั้นเดียวกับแบบสองขั้นได้ 5. จำแนกประเภทของการส่งกำลังด้วยเฟืองตรงตามลักษณะงานได้ 6. นำเสนอประเภทของเฟืองตรงตามลักษณะงานได้ เนื้อหาสาระ 1. ลักษณะของเฟืองตรง 2. การคำนวณอัตราทดและความเร็วรอบของเฟืองตรงแบบขั้นเดียว และแบบสองขั้น 3. ประเภทของเฟืองตรงที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน	
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

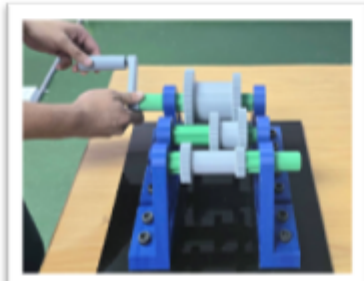
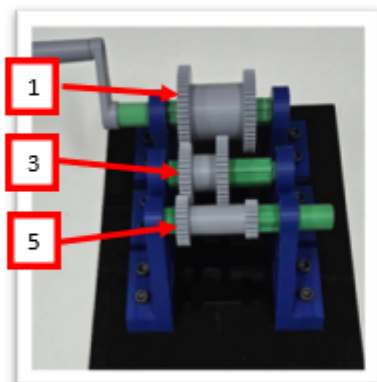
ภาพที่ 4-3 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	ใบงาน	1 / 3
ตอนที่ 1 จงอ่านโจทย์แล้ว วงกลมเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด - เฟืองแบ่งออกเป็นกี่ระบบ 1 2 3 4 - เฟืองตรงหมายถึงอะไร - เป็นเฟืองที่มีฟันขนานกับแกนหมุนและใช้ในการส่งกำลังการหมุนจากเพลานึงไปยังอีกเพลานึง - เป็นเฟืองตรงชนิดหนึ่ง มีลักษณะรูปร่างยาวเป็นเส้นตรงเหมือนสะพาน ฟันเฟืองทำมุมกับลำตัว 90 องศา - เป็นเฟืองตรงชนิดหนึ่ง มีรูปร่างลักษณะกลมเช่นเดียวกับเฟืองตรง แต่ฟันเฟืองจะอยู่ด้านบนของวงกลม - เป็นเฟืองส่งกำลังที่มีฟันเฉียงทำมุมกับแกนหมุน มีลักษณะคล้ายเฟืองฟันตรง - ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่ข้อเสียของเฟืองตรง - มีเสียงดังเมื่อใช้ความเร็วสูง - การสูญเสียพลังงานเนื่องจากการเลื่อนไถล - ต้องใช้งานแบบคู่ขนาน - จะต้องใช้คู่กับเฟืองตรงที่เรียกว่าฟัน - เฟืองนี้มีการแบ่งเป็นกี่ระบบ 1 2 3 4			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

ภาพที่ 4-4 ใบงาน

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	แบบทดสอบ	1 / 10
ตอนที่ 1 จงอ่านโจทย์แล้ว วงกลมเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด 1. ข้อใดให้ความหมายของเฟืองตรงได้ถูกต้อง ก. เฟืองที่มีฟันขนานกับแกนหมุนและใช้ในการส่งกำลังการหมุนจากเพลานึงไปยังอีกเพลานึง ข. เฟืองที่มีฟันเฟืองทำมุม 90 องศากับลำตัว ค. เฟืองที่มีลักษณะรูปร่างยาวเป็นเส้นตรง ง. เฟืองที่มีฟันเฉียงทำมุมกับแกนหมุน 2. หลักการทำงานของเฟืองตรง มีลักษณะตรงตามข้อใดที่เหมาะสมที่สุด ก. ถ่ายโอนแรงจากแกนหนึ่งไปยังอีกแกนหนึ่ง ข. เพิ่มความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ค. ลดเสียงรบกวนในการทำงาน ง. รับแรงกระทำในแนวแกน 3. โมดูลของเฟือง ใช้หน่วยใดในการวัด ก. ไมโครเมตร ข. เซนติเมตร ค. มิลลิเมตร ง. นิ้ว 4. “ต้องการลดเสียงของเฟืองตรง” จากข้อความดังกล่าว ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด ก. ใช้สารหล่อลื่นที่มีคุณภาพ ข. ใช้เฟืองที่มีฟันกว้างขึ้น ค. เพิ่มความเร็วการหมุน ง. ใช้เพลาคูที่ต่างขนาด			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

ภาพที่ 4-5 แบบทดสอบ

	วิชา : ระบบส่งกำลัง		ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง		ใบมอบหมายงาน	1 / 3
คำสั่ง	1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานจนเข้าใจ 2. เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน			
วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์				
1. ชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลัง 2. ใบงาน 3. แบบบันทึก				
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน				
		ขั้นตอนที่ 1 1. นำชุดฝึกทักษะมาวางบนโต๊ะปฏิบัติงานที่มีผิวเรียบ 2. นำแขนหมุนมาประกอบเข้ากับตัวเฟืองตามหมายเลข 1 ด้านซ้าย		
		ขั้นตอนที่ 2 2.1 จัดเรียงให้เฟืองตัวที่ 1, 3, 5 เรียงต่อกันโดยให้เฟืองทั้ง 3 ตัวขบกัน 2.2 หมุนมือหมุนแล้วให้รอบของเฟืองที่ 1 หมุนให้ได้ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที 2.3 ให้นักเรียนสังเกตว่าเฟืองตัวที่ 3 และ 5 มีความเร็วรอบเท่าใด หมายเหตุ เฟืองตัวที่ 1 มีจำนวนฟันเฟือง 56 เฟืองตัวที่ 3 มีจำนวนฟันเฟือง 35 เฟืองตัวที่ 5 มีจำนวนฟันเฟือง 28		
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้			ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	

ภาพที่ 4-6 ใบมอบหมายงาน

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	สื่อการสอน	1 / 7
เฟือง  เฟือง  เฟือง (Gear) เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถพบได้ทั่วไปในเครื่องจักรมีรูปร่างหลายแบบ ทั้งหน้าที่สำคัญได้แก่การนำพวงจรมอเตอร์ไฟฟ้าไปยังอีกพลาหนึ่ง ที่ขนาดหรือรูปร่างต่างกันและกัน ส่วนมากเฟืองจับ (drive gear) จะมีขนาดใหญ่กว่าเฟืองตาม (driven gear หรือ output gear) เพื่อมีขนาดหลายมาตรฐาน เช่น มาตรฐานอังกฤษ นิยมใช้ในหน่วยนิ้ว และมาตรฐานระบบเอสไอ (SI)			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

ภาพที่ 4-7 สื่อการสอน

4.2.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถ มีประสบการณ์สอนในเรื่อง ทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ไม่น้อยกว่า 5 ปี และสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท ในสาขาที่เกี่ยวข้อง หรือมีตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการขึ้นไป จำนวน 9 คน และการวิเคราะห์ข้อมูล โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีผลดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึงโดยผู้เชี่ยวชาญ (n = 9)

รายการ	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
1. สารสำคัญของเนื้อหา	4.85	0.36	มากที่สุด
1.1 การใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย โดยเน้นเฉพาะประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเนื้อหา	4.78	0.44	มากที่สุด
1.2 สารสำคัญครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	4.89	0.33	มากที่สุด
1.3 สารสำคัญของเนื้อหามีความสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา	4.89	0.33	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	4.78	0.44	มากที่สุด
2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.78	0.44	มากที่สุด
2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.78	0.44	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดผลได้อย่างชัดเจน	4.78	0.45	มากที่สุด
2.4 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร	4.78	0.44	มากที่สุด
3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.75	0.56	มากที่สุด
3.1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน	4.78	0.67	มากที่สุด

รายการ	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้	4.67	0.70	มากที่สุด
3.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแสดงถึงผลลัพธ์ของการเรียนรู้ได้	4.78	0.44	มากที่สุด
3.4 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร	4.78	0.45	มากที่สุด
4. เนื้อหาสาระ	4.56	0.77	มากที่สุด
4.1 เนื้อหาสาระที่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.49	0.73	มาก
4.2 เนื้อหาสาระมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้	4.67	0.70	มากที่สุด
4.3 เนื้อหาสาระครอบคลุมหัวข้อสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้	4.33	1	มาก
4.4 เนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความเข้าใจของผู้เรียน	4.78	0.67	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนการสอน	4.72	0.58	มากที่สุด
5.1 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความชัดเจนและครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.68	0.70	มากที่สุด
5.2 กิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทั้งในเชิงวิเคราะห์และปฏิบัติจริง	4.89	0.33	มากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนการสอนมีการใช้ทรัพยากรหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้	4.67	0.5	มากที่สุด
5.4 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลายและตอบสนองความต้องการของผู้เรียน	4.78	0.44	มากที่สุด

รายการ	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
5.5 กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน	4.78	0.44	มากที่สุด
5.6 กิจกรรมการเรียนการสอนสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้	4.56	0.53	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน	4.40	1.00	มาก
6.1 เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.44	1.01	มาก
6.2 ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.33	1	มาก
6.3 เครื่องมือวัดผลมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียน	4.44	1.01	มาก
7. ใบเนื้อหา	4.64	0.60	มากที่สุด
7.1 ใบเนื้อหานำเสนอเนื้อหาได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.44	1.01	มาก
7.2 ใบเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้	4.56	0.53	มากที่สุด
7.3 ใบเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้	4.78	0.44	มากที่สุด
7.4 ใบเนื้อหาใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน	4.78	0.44	มากที่สุด
8. ใบมอบหมายงาน	4.46	1.00	มาก
8.1 ใบมอบหมายงานระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน	4.4	1.01	มาก
8.2 ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้	4.56	1.01	มากที่สุด

รายการ	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
8.3 ใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน	4.56	1.01	มากที่สุด
8.4 ใบมอบหมายงานระบุเกณฑ์การประเมินและวิธีการให้คะแนนไว้อย่างชัดเจน	4.56	1.01	มากที่สุด
8.5 มีระยะเวลาที่กำหนดในใบมอบหมายงานเหมาะสมกับความซับซ้อนของงาน	4.22	0.97	มาก
9. เอกสารประกอบการสอน	4.55	0.61	มากที่สุด
9.1 เนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.67	0.5	มากที่สุด
9.2 เอกสารประกอบการสอนมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้	4.78	0.44	มากที่สุด
9.3 การจัดรูปแบบข้อความ ภาพประกอบ มีความเหมาะสม	4.22	0.67	มาก
9.4 ภาษาและเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน	4.44	0.73	มาก
9.5 เอกสารประกอบการสอนครอบคลุมประเด็นสำคัญของบทเรียน	4.68	0.71	มากที่สุด
10. คู่มือครู	4.80	0.42	มากที่สุด
10.1 คู่มือครูมีการอธิบายเนื้อหาวิชาอย่างชัดเจนและครบถ้วน	4.78	0.44	มากที่สุด
10.2 คู่มือครูมีแนวทางการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.78	0.44	มากที่สุด
10.3 คู่มือครูมีคำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง	4.78	0.45	มากที่สุด

รายการ	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
10.4 คู่มือครูครอบคลุมเนื้อหาและแนวทางที่จำเป็นสำหรับการสอน	4.89	0.33	มากที่สุด
10.5 คู่มือครูมีรูปแบบที่ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้จริงในชั้นเรียน	4.78	0.44	มากที่สุด
11. บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน	4.67	0.70	มากที่สุด
11.1 บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน มีความครอบคลุม	4.67	0.70	มากที่สุด
11.2 บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอนมีความสะดวก	4.67	0.70	มากที่สุด
ผลรวม	4.65	0.63	

จากตารางที่ 4.2 ผลศึกษาความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมโดยผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.65$ S.D. = 0.69) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า สารสำคัญของเนื้อหา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.85$, S.D. = 0.36) และคู่มือครู มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.8$, S.D. = 0.42) รองลงมาคือจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.44) ตามลำดับ

ด้านสารสำคัญของเนื้อหา พบว่าด้านสารสำคัญของเนื้อหาที่มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.85$, S.D. = 0.36) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ สารสำคัญครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ และสารสำคัญของเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, S.D. = 0.33) รองลงมาคือการใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย โดยเน้นเฉพาะประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเนื้อหา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.44) ตามลำดับ

ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่า ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.44) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า จุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์

การเรียนรู้สามารถวัดผลได้อย่างชัดเจน จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตรมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.44) ตามลำดับ

ด้านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม พบว่า ด้านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.75$, S.D. = 0.56) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแสดงถึงผลลัพธ์ของการเรียนรู้ได้ และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.44) รองลงมาคือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.66$, S.D. = 0.70) ตามลำดับ

ด้านเนื้อหาสาระพบว่า ด้านเนื้อหาสาระมีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.78) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ เนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความเข้าใจของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.67) และเนื้อหาสาระมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.70) รองลงมาคือเนื้อหาสาระที่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.44$, S.D. = 0.72) ตามลำดับ

ด้านกิจกรรมการเรียนการสอนพบว่า ด้านกิจกรรมการเรียนการสอนมีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.72$, S.D. = 0.49) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ กิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทั้งในเชิงวิเคราะห์และปฏิบัติจริงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.88$, S.D. = 0.33) และกิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลายและตอบสนองความต้องการของผู้เรียน และกิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.44) รองลงมาคือกิจกรรมการเรียนการสอนมีการใช้ทรัพยากรหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.66$, S.D. = 0.5) ตามลำดับ

ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน พบว่า ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนมีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 1) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และเครื่องมือวัดผลมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.44$, S.D. = 1.03) รองลงมาคือระเบียบเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและ

ประเมินผลมีความชัดเจนและเข้าใจง่ายมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.1) ตามลำดับ

ด้านใบเนื้อหาพบว่า ด้านใบเนื้อหาที่มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.64$, S.D. = 0.60) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ใบเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ และใบเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.44) และใบเนื้อหาแนะนำเนื้อหาได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย รองลงมาคือใบเนื้อหาใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55$, S.D. = 0.52) ตามลำดับ

ด้านใบมอบหมายงาน พบว่า ด้านใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.46$, S.D. = 1) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน และใบมอบหมายงานระบุเกณฑ์การประเมินและวิธีการให้คะแนนไว้อย่างชัดเจนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55$, S.D. = 1.03) และใบมอบหมายงานระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.44$, S.D. = 1.03) รองลงมาคือมีระยะเวลากำหนดในใบมอบหมายงานเหมาะสมกับความซับซ้อนของงาน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.22$, S.D. = 0.97) ตามลำดับ

ด้านเอกสารประกอบการสอนพบว่า ด้านเอกสารประกอบการสอนมีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.67) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ เอกสารประกอบการสอนมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.44) และเอกสารประกอบการสอนครอบคลุมประเด็นสำคัญของบทเรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.66$, S.D. = 0.70) รองลงมาคือการจัดรูปแบบข้อความ ภาพประกอบ มีความเหมาะสม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.22$, S.D. = 0.67) ตามลำดับ

ด้านคู่มือครูพบว่า ด้านคู่มือครูมีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.8$, S.D. = 0.42) เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ คู่มือครูครอบคลุมเนื้อหาและแนวทางที่จำเป็นสำหรับการสอน คู่มือครูมีแนวทางการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม คู่มือครูมีคำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง และคู่มือครูมีรูปแบบที่ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้จริงในชั้นเรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, $S.D. = 0.44$) และคู่มือครูครอบคลุมเนื้อหาและแนวทางที่จำเป็นสำหรับการสอนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.88$, $S.D. = 0.33$) ตามลำดับ

ด้านบันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน พบว่า ด้านบันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, $S.D. = 0.69$) เมื่อพิจารณาเป็นรายการพบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน มีความครอบคลุม และบันทึกหลังการจัดการเรียนการสอนมีความสะดวก มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, $S.D. = 0.70$) ตามลำดับ

4.3 ผลการทดลองใช้ชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง

ผลการหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม ที่พัฒนาขึ้น โดยกลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่เรียนรายวิชา ระบบส่งกำลัง ผ่านมาแล้วจำนวน 25 คน และการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 มีผลแสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมที่พัฒนาขึ้น

คะแนน	จำนวน		คะแนน		เกณฑ์ที่กำหนด
	นักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	%	
กระบวนการ (E_1)	25	20	16.84	84.20	80
ผลลัพธ์ (E_2)		40	34.20	85.50	80

จากตารางที่ 4-3 พบว่าประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม (E_1) มีค่าเท่ากับ 84.20 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 85.50 ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

4.4 ผลการใช้ชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้ตามกระบวนการเชิงวิศวกรรม เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม กับเกณฑ์ โดยกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 25 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Clust Random Sampling) และการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test for one sample) มีผลแสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียน	n	$\bar{X}$	S.D.	t	df	P- Value*
	25	34.20	3.80	2.89	24	0.00

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.00

จากตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม จำนวน 25 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 34.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.80 เมื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย พบว่า นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 2.89$, $df = 24$, $p = 0.00$)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

5.1.1.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมเรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง

5.1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง

5.1.2 สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรมสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

5.1.2.1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม สะท้อนให้เห็นปัญหาใน 3 ด้านหลัก ได้แก่ การจัดการเรียนการสอน สื่อการสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในด้านการจัดการเรียนการสอน พบว่านักเรียนขาดความรู้ด้านระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง เนื่องจากข้อจำกัดทางกายภาพที่เฟืองต้องประกอบอยู่ในชุดหัวเครื่องกลึง ไม่สามารถถอดแยกออกมาศึกษาได้โดยง่าย ทำให้นักเรียนไม่สามารถสังเกตกลไกการทำงานจริงได้ ปัญหานี้ส่งผลโดยตรงต่อความเข้าใจในระบบส่งกำลัง โดยเฉพาะในสาขาช่างอุตสาหกรรมที่ต้องอาศัยการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงและการปฏิบัติจริง วิธีการสอนที่เน้นการบรรยายเป็นหลักยังเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ในรายวิชาที่ต้องอาศัยทักษะปฏิบัติ เพราะการบรรยายเพียงอย่างเดียวไม่สามารถถ่ายทอดความรู้เชิงปฏิบัติและประสบการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงทฤษฎีกับการปฏิบัติได้ และด้านสื่อการสอนพบว่าสื่อที่ใช้ไม่ว่าจะเป็นเอกสาร ตำรา หรือ PowerPoint เน้นนำเสนอเพียงหลักการพื้นฐานของระบบส่งกำลัง แต่ขาดการแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดการทำงานที่ซับซ้อนของชุดเฟืองส่งกำลัง ทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจกลไกการทำงานอย่างลึกซึ้ง

5.1.2.2 ผลการออกแบบและพัฒนาชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม ผลการประเมินความเหมาะสมและเรียงลำดับผลการประเมินความเหมาะสมดังนี้ 1. สำคัญของเนื้อหา มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มี

ค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ สารสำคัญครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ และสารสำคัญของเนื้อหา มีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และการใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย โดยเน้นเฉพาะประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเนื้อหา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด 2. จุดประสงค์การเรียนรู้ มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า จุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดผลได้อย่างชัดเจน จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตรมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด 3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแสดงถึงผลลัพธ์ของการเรียนรู้ได้ และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด 4. เนื้อหาสาระ มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ เนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความเข้าใจของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และเนื้อหาสาระมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และเนื้อหาสาระที่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด 5. กิจกรรมการเรียนการสอน มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ กิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทั้งในเชิงวิเคราะห์และปฏิบัติจริงมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และกิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลายและตอบสนองความต้องการของผู้เรียน และกิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และกิจกรรมการเรียนการสอนมีการใช้ทรัพยากรหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด 6. การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน พบว่า ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนมีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และเครื่องมือวัดผลมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและเข้าใจง่ายมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด 7. ใบเนื้อหา มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ใบเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ และใบเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดและใบเนื้อหานำเสนอเนื้อหาได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย และใบเนื้อหาใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด 8. ใบมอบหมายงาน มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน และใบมอบหมายงานระบุเกณฑ์การประเมิน

และวิธีการให้คะแนนไว้อย่างชัดเจนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และใบมอบหมายงานระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และมีระยะเวลากำหนดในใบมอบหมายงานเหมาะสมกับความซับซ้อนของงาน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

9. เอกสารประกอบการสอน ด้านเอกสารประกอบการสอนมีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ เอกสารประกอบการสอนมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และเอกสารประกอบการสอนครอบคลุมประเด็นสำคัญของบทเรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และการจัดรูปแบบข้อความ ภาพประกอบ มีความเหมาะสม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

10. ด้านคู่มือครูพบว่า มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดเมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ คู่มือครูครอบคลุมเนื้อหาและแนวทางที่จำเป็นสำหรับการสอน คู่มือครูมีแนวทางการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม คู่มือครูมีคำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง และคู่มือครูมีรูปแบบที่ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้จริงในชั้นเรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และคู่มือครูครอบคลุมเนื้อหาและแนวทางที่จำเป็นสำหรับการสอนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

11. ด้านบันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน พบว่า ด้านบันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน มีความครอบคลุม และบันทึกหลังการจัดการเรียนการสอนมีความสะดวก มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

5.1.2.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะร่วมกับเรียนรู้เชิงวิศวกรรม วิชาการระบบส่งกำลัง สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ของกระบวนการ (E_1) มีคะแนนเฉลี่ย 16.84 จากคะแนนเต็ม 20 คิดเป็นร้อยละ 84.20 และผลลัพธ์ (E_2) มีคะแนนเฉลี่ย 32.72 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 81.80 แสดงว่า ชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองในหัวเครื่องกลึง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.20/81.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.1.2.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังการใช้ชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองในหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม จำนวน 25 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 34.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.80 เมื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย พบว่า นักเรียนแผนกวิชาช่างกลโรงงาน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 2.89$, $df = 24$, $p = 0.00$)

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึงรวมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ช่างอุตสาหกรรม สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

5.2.1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนนิหาระบบส่งกำลังสะท้อนให้เห็นปัญหาใน 3 ด้านหลัก ได้แก่ การจัดการเรียนการสอน สื่อการสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในด้านการจัดการเรียนการสอน พบว่านักเรียนขาดความรู้ด้านระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง เนื่องจากข้อจำกัดทางกายภาพที่เฟืองต้องประกอบอยู่ในชุดหัวเครื่องกลึง ไม่สามารถถอดแยกออกมาศึกษาได้โดยง่าย ทำให้นักเรียนไม่สามารถสังเกตกลไกการทำงานจริงได้ ปัญหานี้ส่งผลโดยตรงต่อความเข้าใจในระบบส่งกำลัง โดยเฉพาะในสาขาช่างอุตสาหกรรมที่ต้องอาศัยการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงและการปฏิบัติจริง วิธีการสอนที่เน้นการบรรยายเป็นหลักยังเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ในรายวิชาที่ต้องอาศัยทักษะปฏิบัติ เพราะการบรรยายเพียงอย่างเดียวไม่สามารถถ่ายทอดความรู้เชิงปฏิบัติและประสบการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงทฤษฎีกับการปฏิบัติได้ และด้านสื่อการสอน พบว่าสื่อที่ใช้ไม่ว่าจะเป็นเอกสาร ตำรา หรือ PowerPoint เน้นนำเสนอเพียงหลักการพื้นฐานของระบบส่งกำลัง แต่ขาดการแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดการทำงานที่ซับซ้อนของชุดเฟืองส่งกำลัง ทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจกลไกการทำงานอย่างลึกซึ้ง ทำให้มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

5.2.2 ผลการศึกษาความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึงรวมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.65$, S.D. = 0.69) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าสาระสำคัญของเนื้อหา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.85$, S.D. = 0.36) รองลงมา คือ คู่มือครู มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.42) และจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.44) อาจเนื่องมาจากการพัฒนาชุดฝึกทักษะได้มีการวางแผนและออกแบบอย่างเป็นระบบ โดยให้ความสำคัญกับคุณภาพของเนื้อหาสาระที่ต้องถูกต้อง ทันสมัย และครอบคลุมตามหลักวิชาการด้านระบบส่งกำลัง ทั้งนี้กระบวนการพัฒนาได้ผ่านการศึกษาศภาพปัญหาการเรียนการสอนอย่างละเอียด ทำให้ชุดฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นตอบสนองต่อปัญหาที่เกิดขึ้นจริง คือ การที่นักเรียนไม่สามารถศึกษาระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงได้อย่างชัดเจนเนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ประกอบอยู่ภายในและไม่สามารถถอดออกมาเพื่อศึกษาได้โดยง่าย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนภัทร ศรีรัตนะ และคณะ, (2567) ได้ทำการพัฒนาชุดฝึกทักษะงานวัดละเอียด เรื่องไมโครมิเตอร์วัดนอก พบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 26.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.41 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิรายุทธ วัดแก้ว และคณะ, (2567) ได้ทำการพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับ

การเรียนรู้เชิงวิศวกรรม สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกอยู่ในระดับมากที่สุด

5.2.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 84.20 และ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 85.50 ประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลัง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยมีกระบวนการศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกทักษะ 3 ระยะ การทดลอง ประกอบด้วย การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม และการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม ทำให้ชุดฝึกทักษะมีกระบวนการศึกษาประสิทธิภาพที่ชัดเจน เป็นไปตามหลักทฤษฎีที่ต้องสอดคล้องกับ ชัยยงค์ พรหมวงศ์, (2556) กล่าวว่า การผลิตชุดฝึกทักษะนั้น ก่อนนำไปใช้จริงจะต้องนำชุดฝึกทักษะที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อดูว่าชุดฝึกทักษะทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ มีประสิทธิภาพในการช่วยให้กระบวนการเรียน การสอน ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนจากชุดฝึกทักษะในระดับใด

5.2.4 ผลการเปรียบเทียบทักษะการปฏิบัติงานของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะ ระบบส่งกำลัง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 34.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.80 เมื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย พบว่า นักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยดำเนินงานวิจัยที่ใช้ กระบวนการวิจัยและพัฒนาเป็นกรอบในการวิจัยในครั้งนี้ โดยเริ่มจากการศึกษาปัญหาและความ ต้องการของผู้เรียนอย่างละเอียด มีขั้นตอนการพัฒนาชุดฝึกทักษะที่เหมาะสม และใช้หลักการทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ รวมถึงการตรวจสอบความเหมาะสม และความถูกต้องในทุกขั้นตอน โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ ทำให้ชุดฝึกทักษะมีประสิทธิภาพสูง และสามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรเชษฐ์ อรัญนุมาศ และคณะ, (2567) ได้ ทำการพัฒนาชุดฝึกทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 87.78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ร้อย ละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ มนตรี ธีรธรรมพิพัฒน์ และคณะ, (2566) กล่าวว่า การปฏิรูปการจัดการเรียนการสอนเพื่อตอบสนองการ เปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 ในประเด็นการปรับหลักสูตร พร้อมกระบวนการจัดการเรียนการสอน และการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้เป็นหลักสูตรฐานสมรรถนะ เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง จึง จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง

5.3 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมของนักเรียนช่างอุตสาหกรรม ผู้วิจัยขอเสนอ 2 ประเด็น ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ครูผู้สอนสามารถนำชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง โดยการปรับกิจกรรมให้สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน

สถานศึกษาควรสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมร่วมกับชุดฝึกทักษะในรายวิชาปฏิบัติอื่นๆ โดยจัดให้มีห้องปฏิบัติการที่มีอุปกรณ์พื้นฐานสำหรับสร้างชุดฝึกทักษะ

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการวิจัยต่อยอดเพื่อพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังในรูปแบบสื่อเสมือนจริง หรือ ที่ผู้เรียนสามารถเห็นการทำงานภายในของระบบส่งกำลังที่ซับซ้อนได้อย่างชัดเจน

ควรมีการศึกษามูลค่าการใช้ชุดฝึกทักษะระยะยาว โดยติดตามนักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะไปจนถึงการฝึกงานในสถานประกอบการจริง เพื่อประเมินว่าความรู้และทักษะที่ได้รับสามารถถ่ายโอนไปสู่การทำงานจริงได้มากน้อยเพียงใด

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กุลิสรา จิตรชญาวณิช. (2562). **การจัดการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิรายุทธ วัดแก้ว วรวิทย์ กังหัน และ น่านน้ำ บัวคล้าย. (2567). **การพัฒนาชุดฝึกทักษะการลับมีด เพื่อส่งเสริมทักษะการลับมีดกลึง สำหรับนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม**. วารสารวิชาการครูศาสตร์สวนสุนันทา. ปีที่ 8. ฉบับที่ 1.

เจวรี ศรีจันไชย. (2566). **การพัฒนาชุดฝึกทักษะวิชาวิทยาศาสตร์โดยการเรียนรู้ แบบโครงงานร่วมกับเทคนิค STAD ที่เสริมสร้างการคิดวิเคราะห์พฤติกรรมความร่วมมือ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**. ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ (E-Thesis) มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

ฉลองวุฒิ ศรีทองบริบูรณ์. (2563). **พัฒนาชุดฝึกทักษะปฏิบัติ วิชางานเครื่องมือกลเบื้องต้น เรื่องงานตัด งานเจียรระโน และงานเจาะด้วยกระบวนการสอนรูปแบบ MIAP สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ**. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย. ปีที่ 12. ฉบับที่ 1.

เฉลิมศักดิ์ ตัวงา0ม ผดุงชัย ภูพัฒน์ และธนินทร์ รัตนโอฬาร. (2559). **การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร สาขางานยานยนต์**. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม. ปีที่ 15. ฉบับที่ 1.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2537). **“การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน”**, เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา หน่วยที่ 1 – 5. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ชลันธรณ์ สุดอุดม. (2566). **การพัฒนาทักษะการเขียนเส้นในงานเขียนแบบ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ MIAP ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี**. วารสาร T-VET Journal สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3. ปีที่ 8. ฉบับที่ 15.

ธนภัทร ศรีรัตนะ น่านน้ำ บัวคล้ายและชิตพล มังคลากุล. (2567). **การพัฒนาชุดฝึกทักษะงานวัดละเอียด เรื่อง ไมโครมิเตอร์วัดนอก สำหรับนักศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม. ปีที่ 23. ฉบับที่ 1.

บุญชม ศรีสะอาด. (2543). **การวิจัยเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น พิมพ์ครั้งที่ 6.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2535). **การวัดและการประเมินผลการสอน**. กรุงเทพฯ: สามเจริญพานิชย์.

- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2535). **ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์**. กรุงเทพฯ : ภาควิชา
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ครั้งที่ 6. ฉบับที่ 2.
- ปิ่นวดี ธนธานี. (2550). **เอกสารประกอบการสอน “การวัดและประเมินผลการศึกษา”**. นครปฐม:
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2556). **หลักการวัดและประเมินผลทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 8. เข้าออฟเคอร์มีส.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ. (2552). **คู่มือการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็น
สำคัญ**. พระนครศรีอยุธยา: สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2537). **เอกสารการสอนชุดวิชาหลักการและแนวคิดทางการ ปฐมวัย
ศึกษา**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- มนตรี อธิธรรมพิพัฒน์ และคณะ. (2566). **การออกแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อพัฒนาการคิด
ขั้นสูง Designing Active Learning to Develop Higher Order Thinking**. วารสาร
มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี. ปีที่ 17. ฉบับที่ 3.
- รุจิระวี กลมกลาง ธนินทร์ รัตนโอฬาร และผดุงชัย ภูพัฒน์. (2558). **การพัฒนาชุดฝึกทักษะการเขียนแบบ
เทคนิคเบื้องต้น เรื่องภาพถ่ายสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ**. วารสารครุศาสตร์
อุตสาหกรรม. ปีที่ 14. ฉบับที่ 3.
- วันนิสา คลังคนเก่า. (2563). **การใช้ชุดฝึกทักษะเรื่องการคูณที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดมณฑลประสิทธิ์ (อาจธวัชประชานุกุล) อำเภอบาง
น้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยา
เขต 1**.
- วิชัย ประสิทธิ์วุฒิเวชช์. (2542). **การพัฒนาหลักสูตรสานต่อที่ท้องถิ่น**. กรุงเทพฯ : เลิฟแอนด์ลิฟ
เพรส.
- คันสนีย์ สีสกุล. (2554). **การพัฒนาชุดฝึกทักษะการเขียนเชิงคิดวิเคราะห์วิชาภาษาไทยสำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสตรีวิทยา 2 ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระศรีนคริน
บรมราชชนนี. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา)**. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนคริน
ทรวิโรฒ ประสานมิตร. ออนไลน์
- คันสนีย์ เลียงพานิชย์. (2555). [ออนไลน์]. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจจากการใช้ เว็บ
เครือข่ายสังคมเป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาชั้นปีที่ 3. สาขาวิทยาการ
คอมพิวเตอร์**.จาก http://www.resjournal.kku.ac.th/abstract/17_1_142.pdf .

คันสนีย์ วิชาโรจน์. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับชุดฝึกปฏิบัติการชีววิทยา. สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ศุภวัฒน์ ธรรมวงศ์ศรี เจริญวิทย์ สมพงษ์ธรรม และกนกกาญจน์ ศรีสุรินทร์. (2564). การพัฒนาชุดฝึกทักษะประกอบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน วิชางานปรับอากาศรถยนต์ เรื่อง คอมเพรสเซอร์ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1. วารสารมจร อุบลปริทรรศน์. ปีที่ 6. ฉบับที่ 3.

ส. วาสนา ประवालพฤษ์. (2544). หลักการและเทคนิคการประเมินทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุระไกร เทพเดช, สมาน เอกพิมพ์และสมบัติ ฤทธิเดช. (2558). การพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่อง การใช้มัลติมีเตอร์ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2. วารสารการบริหารและพัฒนา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ปีที่ 7. ฉบับที่ 1.

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์. (2553). นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

สุรศักดิ์ ลิ้มวีระประจักษ์. (2559). ชุดฝึกทักษะการประมาณการขั้นอัดแป้นเกลียวและสลักเกลียว. วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ปีที่ 7. ฉบับที่ 2.

สุรเชษฐ์ อรัญนาศ และคณะ. (2567). การพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC โดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี. วารสาร T-VET Journal สถาบันการศึกษาอาชีวภาคเหนือ 3 ปีที่ 8 ฉบับที่ 15.

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. (2553). วิธีวิทยาการประเมิน : ศาสตร์แห่งคุณค่า. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สรวงสุตา แสนดี. (2561). การพัฒนาชุดฝึกทักษะการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้วิธีสอนแบบสืบสอบ 7E ร่วมกับเทคนิคการตั้งคำถาม 5W1 H สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.). วิทยาลัย อาชีวศึกษาอุดรธานี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1. ปีที่ 2. ฉบับที่ 2.

อุทุมพร จามรมาน. (2530). แบบสอบถาม:การสร้างและการใช้. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์

English

Ebel, R. L. (1972). **Essentials of educational measurement**. New Jersey: Prentice-Hall.

Ebel, R. L. & Frisbie, D. A. (1986). **Essentials of Educational Measurement**. Englewood Cliff : Prentice-Hall.

Gronlund, Norman E. (1976). **Measurement and Evaluation in Teaching**. 3rd ed. New York : Macmillan Publishing Co. Inc.

Guilford, J. P. (1959). **Fundamental statistics in psychology and education**. New York: McGraw-Hill.

Hough, B., & Duncan, K. (1970). **Teaching description and analysis**. Addison-Westly.

Mehrens, William A. & Lehmann, Irvin J. (1978). **Measurement and Evaluation in Education and Psychology**. New York : Rinehart and Winston.

Osbon, A. F. (1957). **Applied imagination**. New York: Charles Scribners Sons.

Sax, G. (1989). **Principles of educational and psychological measurement and evaluation** (3rd ed.). Belmont : Wadsworth.

Torrance. Palue E. (1972). **Creative Learning Talent**. New York : Macr

Wiersma, W. & Jurs, S. G. (1990). **Educational measurement and t**
Massachusetts : A Division of Simon & Schuster.

The seal of the Ministry of Education, Culture and Sport of Thailand is a circular emblem. It features a central sunburst with rays emanating from it. Below the sunburst are three tiered umbrellas (parasols) flanked by two lotus flowers. The entire emblem is surrounded by a decorative border. The text "กระทรวงศึกษาธิการ" (Ministry of Education, Culture and Sport) is written in Thai script along the bottom arc of the seal.

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญ
- เกียรติบัตรบทความวารสาร
- ประมวลภาพเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบประเมินความค้ำประกันความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อ
คำถามกับนิยามศัพท์เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการ
การเรียนรู้เชิงวิศวกรรม รายนามผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกข้อสอบและด้านเนื้อหา จำนวน 5 ท่าน
มีดังนี้

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. ว่าที่ ร.ต.อัมพร รัตนรัตน์ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคราชสีหราชราม |
| 2. นายประวิตร ศรีสมุทร | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต |
| 3. นายสมฤกษ์ อินทร์เจริญ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี |
| 4. นายไฉน โลชา | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคแพร่ |
| 5. นายนิมิต อยู่เป็นสุข | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคอุดรดิตถ์ |

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านชุดฝึกทักษะ จำนวน 9 ท่าน มีดังนี้

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. ว่าที่ ร.ต.อัมพร รัตนรัตน์ | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคราชสีหราชราม |
| 2. นายประวิตร ศรีสมุทร | ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต |

3. นายสมฤกษ์ อินทร์เจริญ

ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี

4. นายธเนศ พรหมจรรย์

ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช

5. นายณรงค์ศักดิ์ บุญช่วย

ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี

6. นายนิมิต อยู่เป็นสุข

ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคอุดรดิตถ์

7. นายนิมิต อยู่เป็นสุข

ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคอุดรดิตถ์

8. นายไฉน โลชา ข้าราชการ

ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคแพร่

9. นายมานนท์ กองแดง

ข้าราชการ ครู วิทยฐานะชำนาญการ
แผนกวิชาช่างกลโรงงานและซ่อมบำรุง
วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี



ที่ อว 7104.1/722

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

4 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคราชสีหราชราม

ด้วยนายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว รหัสประจำตัว 66-020178-5705-3 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ ว่าที่ร้อยตรีอัมพร รัตนรัตน์ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคราชสีหราชราม เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ



(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวดี สุทธิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 061-663-6662 (นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว)



ที่ อว 7104.1/723

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

4 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคราชบุรี

ด้วยนายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว รหัสประจำตัว 66-020178-5705-3 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายสมฤกษ์ อินทร์เจริญ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติภูมิ สุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 061-663-6662 (นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว)



ที่ อว 7104.1/724

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

4 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต

ด้วยนายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว รหัสประจำตัว 66-020178-5705-3 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายประวิตร ศรีสมุทร ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุทธิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 061-663-6662 (นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว)



ที่ อว 7104.1/725

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

4 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

ด้วยนายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว รหัสประจำตัว 66-020178-5705-3 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายโดน โสชา ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคแพร่ เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

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 061-663-6662 (นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว)



ที่ อว 7104.1/726

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

4 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุดรดิตถ์

ด้วยนายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว รหัสประจำตัว 66-020178-5705-3 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายนิมิต อยู่เป็นสุข ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคอุดรดิตถ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

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 061-663-6662 (นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว)

ที่ อว 7104.1/149



ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

23 มกราคม 2568

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคราชบุรี

ด้วยนายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว รหัสประจำตัว 66-020178-5705-3 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายณรงค์ศักดิ์ บุญช่วย ตำแหน่งครูชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวดี สุทธิวีโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 061-663-6662 (นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว)

ที่ อว 7104.1/150



ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

23 มกราคม 2568

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคราชบุรี

ด้วยนายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว รหัสประจำตัว 66-020178-5705-3 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายมานนท์ กองแดง ตำแหน่งครูชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวดี สุทธิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207
ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 061-663-6662 (นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว)

ที่ อว 7104.1/151



ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

23 มกราคม 2568

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช

ด้วยนายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว รหัสประจำตัว 66-020178-5705-3 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายธนศ พรหมจรรย์ ตำแหน่งครูชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 061-663-6662 (นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว)

ที่ อว 7104.1/152



ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

23 มกราคม 2568

เรื่อง ขออนุมัติครุฑให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุดรดิตถ์

ด้วยนายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว รหัสประจำตัว 66-020178-5705-3 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขออนุมัติครุฑให้ นายมนตรี น้อยหัวหาด ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคอุดรดิตถ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ

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 061-663-6662 (นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว)



ที่ ๐๑๔/๒๕๖๘

วารสารศิลปศาสตร์ มทร.กรุงเทพ
ฝ่ายงานวารสารวิชาการ คณะศิลปศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

๒๔ มีนาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ตอบรับการรับพิจารณาบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารศิลปศาสตร์ มทร.กรุงเทพ

เรียน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว

ตามที่ท่านส่งบทความวิจัย เรื่อง “การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลัง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม” โดยมีผู้นิพนธ์ร่วมคือ นายณาน้ำ บัวคล้าย นายวรุฒิ กังหัน นางสาวรัตนา พิธิปรีชา นายชลธิศ ปิติภูมิสุขสันต์ และ นายเมธา อึ้งทอง มาตีพิมพ์ในวารสารศิลปศาสตร์ มทร.กรุงเทพ นั้น กองบรรณาธิการวารสารฯ ขอรับไว้พิจารณาและตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสาร ทั้งนี้ จะดำเนินการส่งบทความนี้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาคุณภาพก่อนลงพิมพ์ หากผลเป็นประการใดจะแจ้งให้ท่านทราบต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.เจียมจันทร์ จันทรคงหอม)
บรรณาธิการวารสารศิลปศาสตร์ มทร.กรุงเทพ

นายเกียรติศักดิ์ แซ่ไคว่ (กองจัดการวารสาร)
โทรศัพท์ ๐๒ ๒๘๗ ๙๖๐๐ ต่อ ๒๑๑๕
E-mail: lartsjournal@mail.rmutk.ac.th

ภาพกิจกรรมการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ช่างอุตสาหกรรม

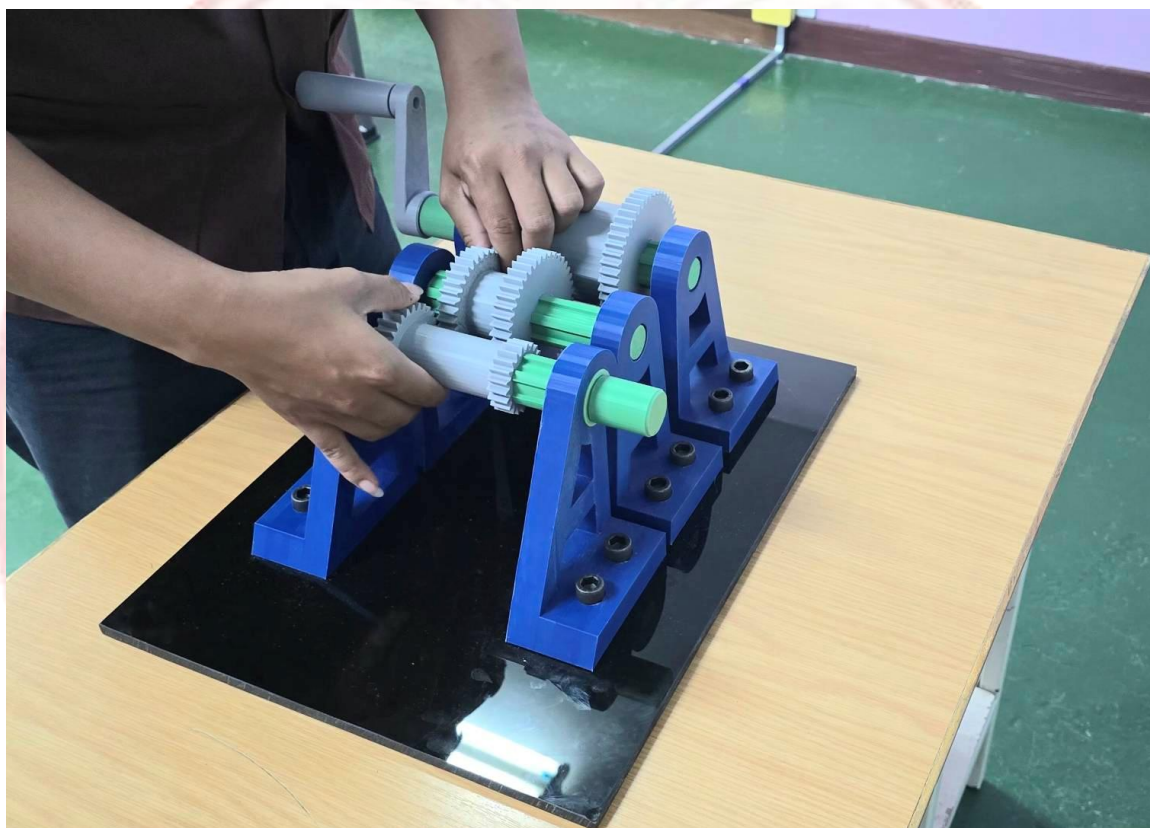
1. ประมวลภาพการจัดการเรียนรู้ เรื่องระบบส่งกำลัง



ภาพที่ ก-1 ประมวลภาพการจัดการเรียนรู้ เรื่องระบบส่งกำลัง

ภาพกิจกรรมการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ช่างอุตสาหกรรม

2. นักเรียนทดลองประกอบชุดฝึกทักษะเฟืองชุดที่ 1



ภาพที่ ก-2 นักเรียนทดลองประกอบชุดฝึกทักษะเฟืองชุดที่ 1

ภาพกิจกรรมการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ช่างอุตสาหกรรม

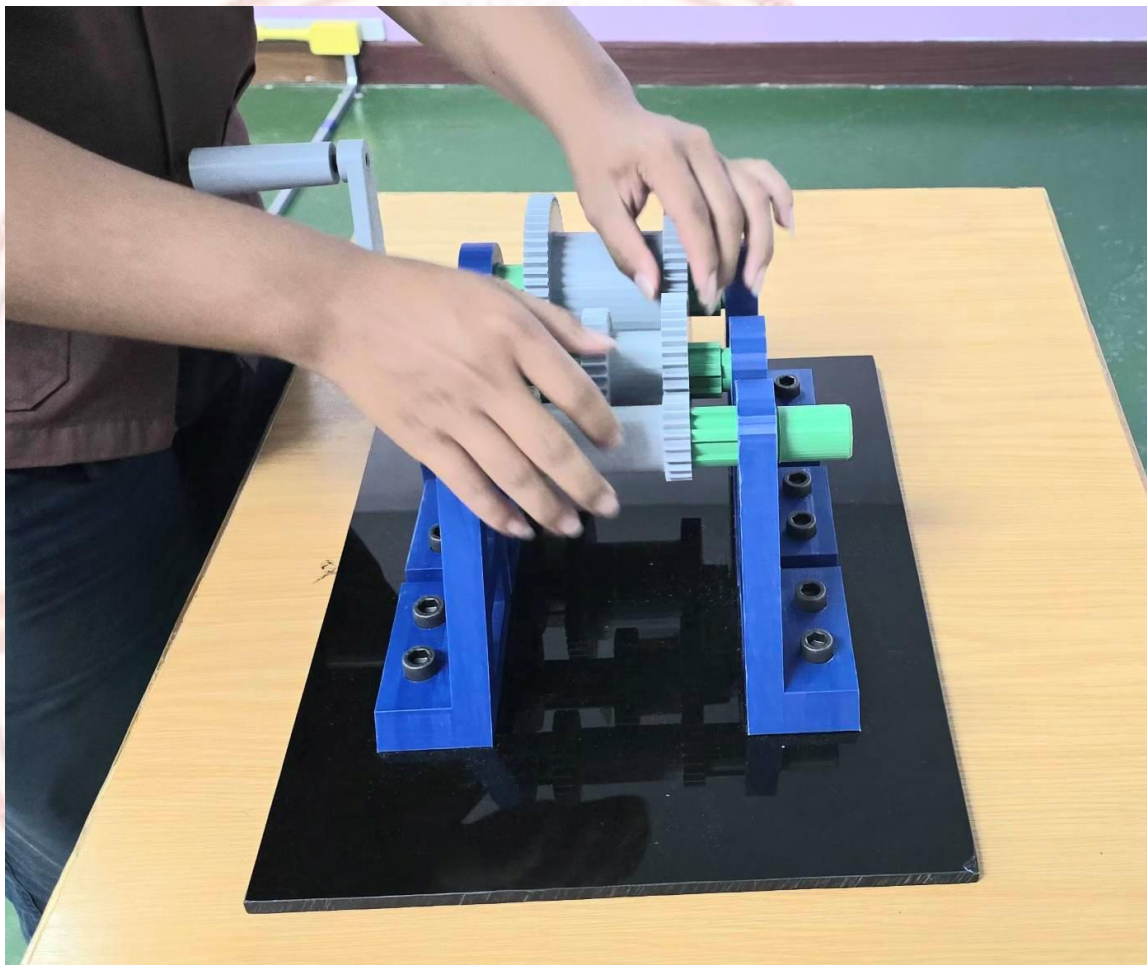
3. นักเรียนปฏิบัติงานตามใบมอบหมายงาน



ภาพที่ ก-3 นักเรียนปฏิบัติงานตามใบมอบหมายงาน

ภาพกิจกรรมการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ช่างอุตสาหกรรม

4. นักเรียนทดลองประกอบชุดฝึกทักษะเฟืองชุดที่ 2

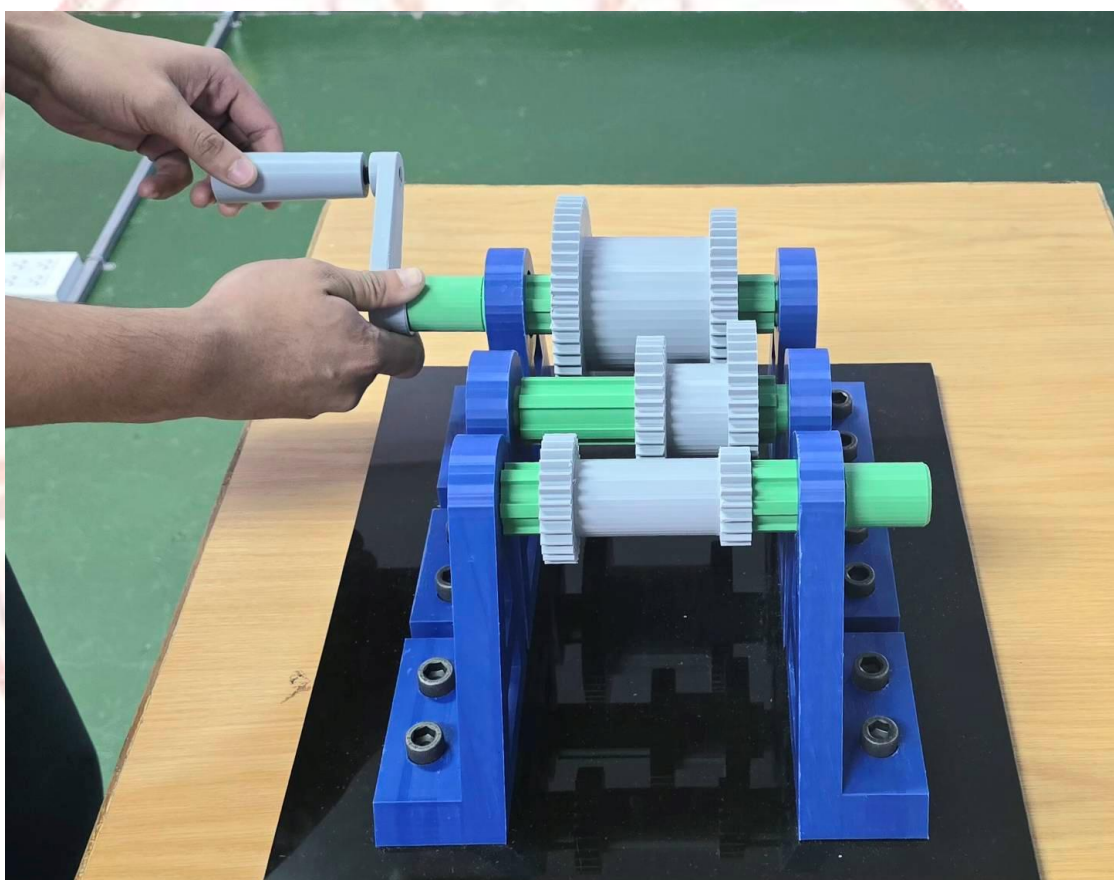


ภาพที่ ก-4 นักเรียนทดลองประกอบชุดฝึกทักษะเฟืองชุดที่ 2

ภาพกิจกรรมการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ช่างอุตสาหกรรม

5. นักเรียนทดลองหมุนชุดทักษะให้เฟืองส่งถ่ายกำลังจากเพลลาที่ 1 ไปเพลลาที่ 2 และต่อไปเพลลาที่ 3



ภาพที่ ก-5 นักเรียนทดลองประกอบชุดฝึกทักษะเฟืองชุดที่ 2

ภาพกิจกรรมการใช้ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ช่างอุตสาหกรรม

6. นักเรียนปฏิบัติตามใบมอบหมายงานเรียบร้อยแล้วทำความสะอาดชุดฝึกทักษะ และ
โต๊ะปฏิบัติงาน ด้วยแปรงและผ้าสะอาด



ภาพที่ ก-6 ทำความสะอาดชุดฝึกทักษะ และโต๊ะปฏิบัติงาน ด้วยแปรงและผ้าสะอาด

ผนวก ข

- แบบประเมินค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม
- แบบประเมินชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม ด้านเนื้อหา
- แบบประเมินชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมด้านเนื้อหา ด้านคุณภาพของชุดฝึกทักษะ



แบบประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม

ชื่อนักศึกษา นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว

รหัสประจำตัว 6602017857053

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
ของชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้
เชิงวิศวกรรม

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง
(IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 คำถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความ
สอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน
ช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน มีความหมายดังนี้

- +1 แน่ใจว่าข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความสอดคล้องกัน
- 0 ไม่แน่ใจว่าข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความสอดคล้องกัน
- 1 แน่ใจว่าข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ไม่มีความสอดคล้องกัน

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อความ	ระดับ พฤติกรรม	ความสอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ
1. อธิบายหน้าที่ ของห้องตรงที่ ใช้ส่งกำลังได้	1. ข้อใดให้ความหมายของห้องตรงได้ถูกต้อง	☐ สร้างสรรค์	+1	0
	ก.) ห้องที่มีพื้นที่ขนาดกว้างขวางและใช้ในการส่งกำลังการหมุนจากเพลาหนึ่งไปยัง อีกเพลาหนึ่ง	☐ ประเมินค่า	0	-1
	ข. ห้องที่มีพื้นที่ขนาด 90 องศา	☐ วิเคราะห์		
	ค. ห้องที่มีลักษณะรูปร่างยาวเป็นเส้นตรง	☐ นำไปใช้		
	ง. ห้องที่มีพื้นที่เชื่อมกับแกนหมุน	☒ เข้าใจ		
2. หลักการทำงานของห้องตรง มีลักษณะตรงตามข้อใดที่เหมาะสมที่สุด	ก.) ถ้ายึดแน่นจากแกนหนึ่งไปยังอีกแกนหนึ่ง	☐ จำ		
	ข. เพิ่มความเร็วรอบของเครื่องยนต์	☐ สร้างสรรค์		
	ค. ลดเสียงรบกวนในการทำงาน	☐ ประเมินค่า		
	ง. รับแรงกระทำในแนวแกน	☐ วิเคราะห์		
		☐ นำไปใช้		
		☒ เข้าใจ		



3. วัตถุประสงค์ของเพื่อ ใช้หน่วยใดในการวัด

ก. ไมโครเมตร

ข. เซนติเมตร

ค. มิลลิเมตร

ง. นิ้ว

- ☐ จ้า
- ☐ สร้างสรรค์
- ☐ ประเมินค่า
- ☐ วิเคราะห์
- ☐ นำไปใช้
- ☐ เข้าใจ
- ☒ จ้า

จุดประสงค์เชิง
พฤติกรรม

ระดับ
พฤติกรรม

ความสอดคล้อง
ข้อเสนอแนะ
+1 0 -1

1. อธิบายหน้าที่
ของเฟืองตรงที่
ใช้ส่งกำลังได้
(ต่อ)

4. “ต้องการลดเสียงของเฟืองตรง” จากข้อความดังกล่าว ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด

ก. ใช้สารหล่อลื่นที่มีคุณภาพ

ข. ใช้เฟืองที่มีฟันกว้างขึ้น

ค. เพิ่มความเร็วการหมุน

- ☐ สร้างสรรค์
- ☐ ประเมินค่า
- ☐ วิเคราะห์
- ☐ นำไปใช้

ง. ใช้เพลาคูที่ต่างขนาด

☒ เข้าใจ

☐ จำ

5. ข้อใดกล่าวถึงหน้าที่หลักของเฟื่องตรงได้ถูกต้องที่สุด

ก. ส่งกำลังหมุนระหว่างเพลาคู่ขนาน

☐ สร้างสรรค์

☐ ประเมินค่า

ข. เปลี่ยนทิศทางการหมุน

☐ วิเคราะห์

ค. ลดความเร็วของเพลลา

☐ นำไปใช้

ง. ลดแรงบิดของเพลลา

☐ เข้าใจ

☒ จำ

6. ข้อใดกล่าวถึงหลักการทำงานของเฟื่องตัวหนอนได้ถูกต้องที่สุด

☐ สร้างสรรค์

ก. ความเร็วต่ำ

☐ ประเมินค่า

ข. ความเร็วสูง

☐ วิเคราะห์

ค. เพิ่มแรงบิด

☒ นำไปใช้



ง. ลดแรงบิด

☐ เข้าใจ

☐ จำ

จุดประสงค์เชิง
พฤติกรรม

ข้อคำถาม

ความสอดคล้อง

ระดับ
พฤติกรรม

+1 0 -1

ข้อเสนอแนะ

1. อธิบายหน้าที่
ของเฟืองตรงที่
ใช้ส่งกำลังได้
(ต่อ)

7. ข้อใดกล่าว**ไม่ถูกต้อง**เกี่ยวกับหน้าที่ของเฟืองตรง

ก. ส่งกำลังระหว่างเพลาขนาน

ข. ปรับทิศทางการหมุน

ง. รักษาความเร็วคงที่

ค. เพิ่มแรงบิด

☐ สร้างสรรค์

☐ ประเมินค่า

☐ วิเคราะห์

☐ นำไปใช้

☒ เข้าใจ

☐ จำ

☐ สร้างสรรค์

☐ ประเมินค่า

☐ วิเคราะห์

8. ข้อใดกล่าวถึงคุณสมบัติของเฟืองตรงได้ถูกต้อง

ก. ใช้ส่งกำลังระหว่างเพลาแบบตัดกัน

ข. ฟันเฟืองทำมุมเฉียงกับแกนหมุน



ค. ใช้ในระบบที่ต้องการความเรียบง่าย

๑. ฟังก์ชันที่ออกแบบกับเกม

☐ นำไปใช้

☐ เข้าใจ

☒ จำ

☐ สร้างสรรค์

☐ ประเมินค่า

☐ วิเคราะห์

☒ นำไปใช้

☐ เข้าใจ

☐ จำ

9. “เพื่อช่วย จำนวน 20 ฟัน และเพื่อตาม จำนวนฟัน 40 ฟัน” จากข้อความ

ดังกล่าว อัตราโดยตรงตามข้อใด

ก. 1:1

๑. 1:2

ค. 2:1

ง. 1:3

จุดประสงค์เชิง

พฤติกรรม

ความสอดคล้อง

+1 0 -1

ข้อคำถาม

ระดับ

พฤติกรรม

ข้อเสนอแนะ

2. การคำนวณ
อัตราทดของเฟือง
ตรงแบบขั้นเดียว
(ต่อ)

10. “เฟืองขับเป็น 15 และเฟืองตามเป็น 45” จากข้อความดังกล่าว ระบบส่งกำลัง
แบบเฟืองตรงขั้นเดียวมีอัตราทดตรงตามข้อใด

ก. 1:1

ข. 1:3

ค. 3:1

ง. 1:4

☐ สร้างสรรค์

☐ ประเมินค่า

☐ วิเคราะห์

☒ นำไปใช้

☐ เข้าใจ

☐ จำ

11. “อัตราทดการส่งกำลังของเฟืองตรงขั้นเดียวเป็น 1:4 และเฟืองขับมีจำนวนฟัน

10 ฟัน” จากข้อความดังกล่าว เฟืองตามควรจํานวนฟันตรงตามข้อใด

ก. 20 ฟัน

ข. 30 ฟัน

ค. 40 ฟัน

ง. 50 ฟัน

☐ สร้างสรรค์

☐ ประเมินค่า

☐ วิเคราะห์

☒ นำไปใช้

☐ เข้าใจ

☐ จำ

12. “อัตราทดของเฟืองตรงแบบขั้นเดียว” จากข้อความดังกล่าว มีหลักการคำนวณตรงตามข้อใด

☐ สร้างสรรค์

☐ ประเมินค่า

☐ วิเคราะห์

☒ นำไปใช้

☐ เข้าใจ

☐ จำ

จุดประสงค์เชิง
พฤติกรรม

ความสอดคล้อง

+1 0 -1

ข้อเสนอแนะ

13. “เฟืองตรงคู่หนึ่งมีจำนวนฟันเฟืองขับ 20 ฟัน เฟืองตาม 60 ฟัน เพลลาขับหมุน 1,500 รอบต่อนาที” จากข้อความดังกล่าว ความเร็วรอบของเพลลาตามตรงตามข้อใด

☐ สร้างสรรค์

☐ ประเมินค่า

☐ วิเคราะห์

☒ นำไปใช้

☐ เข้าใจ

☐ จำ

2. การคำนวณ
อัตราทดของ
เฟืองตรงแบบ
ขั้นเดียว (ต่อ)

ก. 4,500 รอบต่อนาที

ข. 1,000 รอบต่อนาที

ค. 750 รอบต่อนาที

ง. 500 รอบต่อนาที

14. “ระบบส่งกำลังเพื่อตรงมีอัตราทด 1:3 ถ้าเฟืองขับมี 24 ฟัน และหมุนด้วย
ความเร็ว 900 รอบต่อนาที” จากข้อความดังกล่าว จำนวนฟันของเฟืองตามและ
ความเร็วรอบของเฟืองตามตรงตามข้อใด
- ก. 72 ฟัน 300 รอบต่อนาที ☐ สร้างสรรค์
ข. 48 ฟัน 450 รอบต่อนาที ☐ ประเมินค่า
ค. 36 ฟัน 600 รอบต่อนาที ☐ วิเคราะห์
ง. 96 ฟัน 225 รอบต่อนาที ☒ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ
15. “โรงงานผลิตกระดาษต้องการติดตั้งระบบส่งกำลังที่มีเสียรบกวนน้อยที่สุด
ความเร็วรอบต่ำ” จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดถูกต้องที่สุด
- ก. ส่งกำลังที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที ระยะห่างเพลา 50 ซม. ☐ สร้างสรรค์
ข. ส่งกำลังที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที ระยะห่างเพลา 50 ซม. ☐ ประเมินค่า

ข. ส่งกำลังที่ความเร็รรอบ 2,500 รอบต่อนาที ระยะห่างเพลลา 40 ซม.	☒ วิเคราะห์			
ค. ส่งกำลังที่ความเร็รรอบ 1,500 รอบต่อนาที ระยะห่างเพลลา 20 ซม.	☐ นำไปใช้			
ง. ส่งกำลังที่ความเร็รรอบ 100 รอบต่อนาที ระยะห่างเพลลา 30 ซม.	☐ เข้าใจ			
	☐ จำ			
		ระดับ	ความสอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ
		พฤติกรรม	+1 0 -1	

16. “เครื่องจักรในโรงงานท่อผ้าต้องการระบบส่งกำลังที่มีประสิทธิภาพสูง และง่ายต่อการบำรุงรักษา” จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดถูกต้องที่สุด	☐ สร้างสรรค์
ก. ส่งกำลังระหว่างเพลลาที่ทำมุม 30 องศา ความเร็รรอบ 2,000 รอบต่อนาที	☒ ประเมินค่า
ข. ส่งกำลังระหว่างเพลลาที่ทำมุม 60 องศา ความเร็รรอบ 1,500 รอบต่อนาที	☐ วิเคราะห์
ค. ส่งกำลังระหว่างเพลลาที่ตั้งฉากกัน ความเร็รรอบ 1,200 รอบต่อนาที	☐ นำไปใช้
ง. ส่งกำลังระหว่างเพลลาที่ขนานกัน ความเร็รรอบ 800 รอบต่อนาที	☐ เข้าใจ
	☐ จำ

จุดประสงค์เชิง
พฤติกรรม

2.การคำนวณ
อัตราทดของเฟือง
ตรงแบบขั้นเดียว
(ต่อ)

17. “เพื่อตัวข้ามีจำนวนฟัน 20 ฟัน และเพื่อตัวตามมีจำนวนฟัน 60 ฟัน” จากสถานการณ์ดังกล่าว อัตราทดของการส่งกำลังตรงตามข้อใด

ก. 1:3

ข. 3:1

ค. 1:2

ง. 2:1

☐ สร้างสรรค์

☐ ประเมินค่า

☐ วิเคราะห์

☒ นำไปใช้

☐ เข้าใจ

☐ จำ

18. “ระบบเพื่อตรงแบบขั้นเดียวมีเฟืองตัวขับ 25 ฟัน และเฟืองตัวตาม 75 ฟัน”

จากสถานการณ์ดังกล่าว อัตราทดของการส่งกำลังตรงตามข้อใด

ก. 1:4

ข. 4:1

ค. 1:3

ง. 3:1

☐ สร้างสรรค์

☐ ประเมินค่า

☐ วิเคราะห์

☒ นำไปใช้

☐ เข้าใจ

☐ จำ

ข้อคำถาม

ความสอดคล้อง

ข้อเสนอแนะ

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม		ระดับ พฤติกรรม		
		+1	0	-1
3.การคำนวณ อัตราทดของเฟือง ตรงแบบสองชั้น	19. “ในระบบเฟืองสองชั้น ถ้าเฟืองขับมีจำนวนฟัน 20 และ 30 ตามลำดับ และเฟืองตามมีจำนวนฟัน 60 และ 40 ตามลำดับ” จากสถานการณ์ดังกล่าว อัตราทดรวม ตรงตามข้อใด	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ		
	ก. 2:1 ข. 3:1 ค. 4:1 ง. 5:1			
	20. “ระบบส่งกำลังเฟืองตรงแบบสองชั้น ถ้าอัตราทดของเฟืองชุดแรกคือ 1:2 และเฟืองชุดที่สองคือ 1:3” จากสถานการณ์ดังกล่าว อัตราทดรวมตรงตามข้อใด	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้		
	ก. 1:5 ข. 1:6 ค. 1:8			

ง. 1:10

☐ เข้าใจ

☐ จำ

21. “เพื่อจะจับมีอัคราบท 1:3 และเพื่อจะตามมีอัคราบท 1:4” จากสถานการณ์ดังกล่าว
อัคราบทรวมตรงตามข้อใด

☐ สร้างสรรค์

☐ ประเมินค่า

ก. 1:12

☒ วิเคราะห์

ข. 1:8

☐ นำไปใช้

ค. 1:6

☐ เข้าใจ

ง. 1:7

☐ จำ

จุดประสงค์เชิง
พฤติกรรม

ข้อคำถาม

ระดับ
ความสอดคล้อง

พฤติกรรม

+1 0 -1

ข้อเสนอแนะ

3.การคำนวณ
อัตราดอกเบี้ย
ตรงแบบสองชั้น
(ต่อ)

22. “ระบบเพื่อสองชั้น ต้องการอัตราทรววม” จากสถานการณ์ดังกล่าว มีหลักการ
คำนวณตรงตามข้อใด ☐ สร้างสรรค์

จำนวนตรงตามข้อใด

☐ ประเมินค่า

ก. อัตราทวดีขึ้นแวกหารด้วยอัตราทวดีขึ้นที่สอง

☐ วิเคราะห์

ข. อัตราทวดีขึ้นแวกบวกรัตราทวดีขึ้นที่สอง

☒ นำไปใช้

ค. ผลรวมของอัตราทวแต่ละชั้น

☐ เข้าใจ

ง. ผลคูณของอัตราทวแต่ละชั้น

☐ จำ

23. “ระบบเพื่อตรงสองชั้นมีจำนวนพินดังนี้ เพื่อซับซ้อนที่ 1 มี 20 พิน เพื่อตาม
ชั้นที่ 1 มี 40 พิน เพื่อซับซ้อนที่ 2 มี 15 พิน และเพื่อตามชั้นที่ 2 มี 60 พิน ถ้า
เพลซับซ้อน 3,600 รอบต่อนาที” จากสถานการณ์ดังกล่าว ความเร็วรอบของเพล
สุดท้ายตรงตามข้อใด

☐ สร้างสรรค์

☐ ประเมินค่า

☒ วิเคราะห์

☐ นำไปใช้

☐ เข้าใจ

☐ จำ

ก. 450 รอบต่อนาที

ข. 900 รอบต่อนาที

ค. 225 รอบต่อนาที

ง. 150 รอบต่อนาที

24. “ระบบเพื่องแสดงชั้นมีอัตราทศรวม 1:16 ต้องการให้เพลสต่ายหมน 100 รอบต่อนาที” จากสถานการณ์ดังกล่าว ความเร็วรอบของเพลขับตรงตามข้อใด

ก. 1,600 รอบต่อนาที

ข. 800 รอบต่อนาที

ค. 400 รอบต่อนาที

ง. 200 รอบต่อนาที

☐ สร้างสรรค์

☐ ประเมินค่า

☒ วิเคราะห์

☐ นำไปใช้

☐ เข้าใจ

☐ จำ

จุดประสงค์เชิง
พฤติกรรม

ข้อคำถาม

ความสอดคล้อง

+1 0 -1

ข้อเสนอแนะ

25. “ระบบเพื่องแสดงชั้นประกอบด้วยเพื่องตัวขับ (A) 25 ฟัน เพื่องกลาง (B) 50 ฟัน และเพื่องตัวตาม (C) 100 ฟัน” จงหาค่าอัตราทดรวมของระบบนี้

ก. 2:1

ข. 3:1

ค. 4:1

ง. 12:1

☐ สร้างสรรค์

☐ ประเมินค่า

☐ วิเคราะห์

☒ นำไปใช้

☐ เข้าใจ

☐ จำ

3.การคำนวณ
อัตราทดของเพื่อง
ตรงแบบสองชั้น
(ต่อ)

26. “ระบบห้องสองชั้นประกอบด้วยเพื่องตัวขับ (A) 30 ฟัน เพื่องกลาง (B) 60 ฟัน และเพื่องตัวตาม (C) 120 ฟัน” จากสถานการณ์ดังกล่าว อัตราทดรวมตรงตามข้อใด

ก. 2:1

ข. 3:1

ค. 6:1

ง. 12:1

☐ สร้างสรรค์

☐ ประเมินค่า

☐ วิเคราะห์

☒ นำไปใช้

☐ เข้าใจ

☐ จำ

27. ข้อใดกล่าวถึงความแตกต่างหลักระหว่างเพื่องตรงชั้นเดียวและสองชั้น ได้ถูกต้อง

ก. เพื่องสองชั้นสามารถเพิ่มแรงบิดได้มากกว่า

ข. เพื่องสองชั้นมีความเร็วรอบน้อยกว่า

ค. การส่งกำลังได้แรงบิดเท่ากัน

ง. เพื่องชั้นเดียวเร็วกว่า

☐ สร้างสรรค์

☐ ประเมินค่า

☐ วิเคราะห์

☐ นำไปใช้

☒ เข้าใจ

☐ จำ

4. เปรียบเทียบการส่งกำลังของเพื่องแบบชั้นเดียวกับแบบสองชั้น

ข้อคำถาม

ความสอดคล้อง

ข้อเสนอแนะ

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ระดับ พฤติกรรม	+1	0	-1
4. เปรียบเทียบ การส่งกำลังของ เฟืองแบบขั้น เดียวกับแบบสอง ขั้น (ต่อ)	28. “ระบบเฟืองสองขั้นมีข้อดีอย่างไรเมื่อเทียบกับระบบเฟืองชั้นเดียว” จาก สถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดถูกต้อง ก. ใช้สำหรับการส่งกำลังระยะไกล ข. เพิ่มแรงบิดได้มากกว่า ค. ลดขนาดของเฟือง ง. ใช้พื้นที่น้อยลง	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☒ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ		
	29. จุดเด่นของระบบเฟืองชั้นเดียวตรงตามข้อใด ก) ลดการสูญเสียพลังงานจากการเสียดทาน ข. ลดการเคลื่อนที่ของฟันเฟือง ค. ส่งกำลังได้แรงบิดสูงกว่า ง. ประหยัดพื้นที่ติดตั้ง	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ		

30. “เครื่องจักรต้องการลดความเร็วรอบจาก 3,000 รอบต่อนาที เหลือ 250 รอบ

☐ สร้างสรรค์

ต่อนาที” จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดถูกต้อง

☒ ประเมินค่า

ก. ใช้เฟืองตรงสองชั้น อัตราทดชั้นละ 1:6

☐ วิเคราะห์

ข. ใช้เฟืองตรงสองชั้น อัตราทดชั้นละ 1:4

☐ นำไปใช้

ค. ใช้เฟืองตรงชั้นเดียว อัตราทด 1:8

☐ เข้าใจ

ง. ใช้เฟืองตรงชั้นเดียว อัตราทด 1:12

☐ จำ

จุดประสงค์เชิง
พฤติกรรม

ข้อคำถาม

ระดับ

ความสอดคล้อง

ข้อเสนอแนะ

พฤติกรรม

+1 0 -1

5.การจำแนก 33. “ระบบส่งกำลังเพื่อตรงที่ต้องการความเร็วคงที่” จากสถานการณ์ดังกล่าว เพื่อ ☐ สร้างสรรค์

ประเภทของการส่ง ประเภทที่เหมาะสมที่สุด

กำลังด้วยเพื่อตรง ตามลักษณะงาน

ก. เพื่อฟันละเอียด

ข. เพื่อแบบเกลียว

ค. เพื่อฟันหยาบ

ง. เพื่อฟันโค้ง

☒ ประเมินค่า

☐ วิเคราะห์

☐ นำไปใช้

☐ เข้าใจ

☐ จำ

จุดประสงค์เชิง
พฤติกรรม

ระดับ
พฤติกรรม

ความสอดคล้อง
+1 0 -1
ข้อเสนอแนะ

5. การจำแนก 34. “โรงงานผลิตอาหารต้องการระบบส่งกำลังที่สะอาด บำรุงรักษาง่าย และทนทาน” จากสถานการณ์ดังกล่าว วิธีตรงแบบใดเหมาะสมที่สุด

ประเภทของการส่ง กำลังด้วยเพื่อตรง ตามลักษณะงาน (ต่อ)

ก. เพื่อตรงเหล็กหล่อ เคลือบผิวแข็ง

ข. เพื่อตรงสแตนเลส เกรดอาหาร

ค. เพื่อตรงพลาสติกวิศวกรรม

☐ สร้างสรรค์

☒ ประเมินค่า

☐ วิเคราะห์

☐ นำไปใช้

☐ เข้าใจ

ง. เพื่อตรงหลักกล้า ชูบแข็ง

☐ จำ

35. “เพื่อตรงในงานที่ต้องการความแม่นยำสูง” จากสถานการณ์ดังกล่าว เพื่อแบบใดเหมาะสมที่สุด

☐ สร้างสรรค์

☒ ประเมินค่า

ก. เพื่อพึ่งพิงละเอียด

☐ วิเคราะห์

ข. เพื่อพึ่งพิงหยาบ

☐ นำไปใช้

ค. เพื่อกังงปลา

☐ เข้าใจ

ง. เพื่อเฉื่อย

☐ จำ

36. “เครื่องจักรที่ทำงานต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง และรับแรงกระแทกสูง” จากสถานการณ์ดังกล่าว วัสดุเพื่อตรงแบบใดเหมาะสมที่สุด

☐ สร้างสรรค์

☒ ประเมินค่า

ก. เพื่อตรงหลักกล้าผ่านกระบวนการชุบแข็ง

		ข้อคำถาม		ระดับ พฤติกรรม		ความสอดคล้อง		ข้อเสนอแนะ
จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	6. นำเสนอ ประเภทของเฟือง ตรงตามลักษณะ งานได้	ข. เฟืองตรงทองเหลือง	☐ วิเคราะห์					
		ค. เฟืองตรงอลูมิเนียม	☐ นำไปใช้					
		ง. เฟืองตรงเหล็กหล่อ	☐ เข้าใจ					
			☐ จำ					
		37. “ต้องการส่งกำลังระหว่างเพลานที่ขนานกันในระยะห่างมากๆ” จากสถานการณ์ดังกล่าว เฟืองชนิดใดเหมาะสมที่สุด	☐ สร้างสรรค์					
		ก. เฟืองสะพาน (Rack and Pinion)	☒ ประเมินค่า					
		ข.เฟืองโซ่ (Chain and Sprocket)	☐ วิเคราะห์					
		ค. เฟืองดอกจอก (Bevel Gear)	☐ นำไปใช้					
		ง. เฟืองตรง (Spur Gear)	☐ เข้าใจ					
			☐ จำ					



38. “เปลี่ยนการเคลื่อนไหวที่แบบหมุนให้เป็นแบบเส้นตรง” จากสถานการณ์ดังกล่าว
เพื่อชนิดใดเหมาะสมที่สุด

ก.) เพื่อสะพาน

ข. เพื่อหนอน

ค. เพื่อเตียง

ง. เพื่อตรง

☐ สร้างสรรค์

☒ ประเมินค่า

☐ วิเคราะห์

☐ นำไปใช้

☐ เข้าใจ

☐ จำ

39. “ต้องการส่งกำลังระหว่างเพลาคูที่ต่างจากกัน” จากสถานการณ์ดังกล่าว เพื่อชนิด
ใดเหมาะสมที่สุด

ก.) เพื่อดอกจอก

ข. เพื่อสะพาน

ค. เพื่อเตียง

ง. เพื่อตรง

☐ สร้างสรรค์

☒ ประเมินค่า

☐ วิเคราะห์

☐ นำไปใช้

☐ เข้าใจ

☐ จำ

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อความ	ระดับ พฤติกรรม	ความสอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ
	ข้อคำถาม		+1 0 -1	
6. นำเสนอ ประเภทของเพื่อ ตรงตามลักษณะ งานได้ (ต่อ)	40. “ลักษณะของงานที่ต้องการอัตราสูงสุด และเสี่ยงไม่ถึง” จากสถานการณ์ ดังกล่าว เพื่อชนิดใดเหมาะสมที่สุด ก. เพื่อสะพาน ข. เพื่อถนน ค. เพื่อตรง ง. เพื่อใช้	☐ สร้างสรรค์ ☒ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ		

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

ลงชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)



แบบประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับคุณภาพของชุดฝึกทักษะ
เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้
เชิงวิศวกรรมสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่าง
อุตสาหกรรม
สาขาวิชาช่างกลโรงงาน

ชื่อนักศึกษา นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว
รหัสประจำตัว 6602017857053
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม
คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับคุณภาพของชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

คำชี้แจง การประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- 5 หมายถึง ความเหมาะสมของชุดกิจกรรม อยู่ในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง ความเหมาะสมของชุดกิจกรรม อยู่ในระดับมาก
- 3 หมายถึง ความเหมาะสมของชุดกิจกรรม อยู่ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง ความเหมาะสมของชุดกิจกรรม อยู่ในระดับน้อย
- 1 หมายถึง ความเหมาะสมของชุดกิจกรรม อยู่ในระดับน้อยที่สุด

แบบประเมินแบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ และตอนที่ 2 ความคิดเห็นด้านความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-นามสกุล ผู้เชี่ยวชาญ :

วุฒิการศึกษา :

ตำแหน่ง/อาชีพปัจจุบัน :

ความเชี่ยวชาญ:

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพวิชาชีพ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1.สาระสำคัญของเนื้อหา					
1.การใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย โดยเน้นเฉพาะประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเนื้อหา					
2.สาระสำคัญครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้					
3.สาระสำคัญของเนื้อหา มีความสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา					
2.จุดประสงค์การเรียนรู้					
1. จุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดไว้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย					
2. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
3. จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดผลได้อย่างชัดเจน					
4. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร					
3.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน					
2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้					
3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแสดงถึงผลลัพธ์ของการเรียนรู้ได้					
4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน					
4.เนื้อหาสาระ					
1. เนื้อหาสาระที่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
2. เนื้อหาสาระมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้					
3. เนื้อหาสาระครอบคลุมหัวข้อสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้					
4. เนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความเข้าใจของผู้เรียน					

5.กิจกรรมการเรียนการสอน

1. กิจกรรมการเรียนการสอนมีความชัดเจนและครอบคลุมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. กิจกรรมการเรียนการสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทั้งในเชิงวิเคราะห์และปฏิบัติจริง
3. กิจกรรมการเรียนการสอนมีการใช้ทรัพยากรหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้
4. กิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลายและตอบสนองความต้องการของผู้เรียน
5. กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน
6. กิจกรรมการเรียนการสอนสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้

6.การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน

1. เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
2. ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดและประเมินผลมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย					
3. เครื่องมือวัดผลมีความเหมาะสมกับระดับความรู้และความสามารถของผู้เรียน					

8. ใบเนื้อหา

1. ใบเนื้อหาแนะนำเสนอเนื้อหาได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย
2. ใบเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้
3. ใบเนื้อหาครอบคลุมเนื้อหาที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้
4. ใบเนื้อหาใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน

9. ใบมอบหมายงาน

1. ใบมอบหมายงานระบุรายละเอียดของงานที่ต้องทำไว้อย่างชัดเจน
2. ใบมอบหมายงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้
3. ใบมอบหมายงานมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน
4. ใบมอบหมายงานระบุเกณฑ์การประเมินและวิธีการให้คะแนนไว้อย่างชัดเจน
5. มีระยะเวลากำหนดในใบมอบหมายงานเหมาะสมกับความซับซ้อนของงาน

10. เอกสารประกอบการสอน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย					
2. เอกสารประกอบการสอนมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้					
3. การจัดรูปแบบข้อความ ภาพประกอบ มีความเหมาะสม					
4. ภาษาและเนื้อหาในเอกสารประกอบการสอนมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน					
5. เอกสารประกอบการสอนครอบคลุมประเด็นสำคัญของบทเรียน					
11. คู่มือครู					
1. คู่มือครูมีการอธิบายเนื้อหาวิชาอย่างชัดเจนและครบถ้วน					
2. คู่มือครูมีแนวทางการสอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม					
3. คู่มือครูมีคำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง					
4. คู่มือครูครอบคลุมเนื้อหาและแนวทางที่จำเป็นสำหรับการสอน					
5. คู่มือครูมีรูปแบบที่ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้จริงในชั้นเรียน					
12. บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน					
1. บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน มีความครอบคลุม					
2. บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอนมีความสะดวก					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมิน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้





แบบประเมินความคิดเห็นของชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัว
เครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร
วิชาชีพ

ชื่อปริญญานิพนธ์ การพัฒนาชุดฝึกทักษะร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เรื่อง
ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง

ชื่อนักศึกษา นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว

รหัสประจำตัว 6602017857053

ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คำชี้แจง

การประเมินความคิดเห็นของชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ฉบับนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทำการประเมินความเหมาะสมของชุดฝึกทักษะ สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับ ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ตามรูปแบบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์พิจารณา ดังนี้

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

แบบประเมินแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ และตอนที่ 2 ความคิดเห็นความคิดเห็นของ ชุดฝึกทักษะเรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง : ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ตามความเป็นจริง

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. สถานภาพผู้ประเมิน

☐ ครู - อาจารย์ ☐ นักวิจัย ☐ ผู้เชี่ยวชาญ ☐ อื่น ๆ

3. วุฒิการศึกษา

☐ปริญญาตรี ☐ปริญญาโท ☐ปริญญาเอก

4. ประสบการณ์ทำงาน

☐ 5-10 ปี ☐ 11-15 ปี ☐ 16-20 ปี ☐ 21-25 ปี

ตอนที่ 2 แบบประเมินความคิดเห็นของชุดฝึกทักษะ เรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง
ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

รายการ	ระดับ				
	ความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
ด้านคำแนะนำการใช้กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูและนักเรียน					
1. คำแนะนำในการใช้ชุดฝึกทักษะที่มีรายละเอียดครบถ้วน					
2. คำแนะนำในการใช้ชุดฝึกทักษะใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย					
3. คำแนะนำในการใช้ชุดฝึกทักษะสำหรับครูและนักเรียนมีความเข้าใจสามารถนำไปปฏิบัติงานได้ถูกต้อง					
ด้านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะ					
1. ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะเป็นไปตามลำดับขั้นตอน					
2. ขั้นตอนของการใช้ชุดฝึกทักษะแต่ละขั้นอย่างชัดเจน					
3. ขั้นตอนการใช้ชุดฝึกทักษะง่ายต่อการปฏิบัติ					
ด้านแผนการจัดการเรียนรู้และสาระสำคัญของเนื้อหา					
1. สาระสำคัญของเนื้อหาถูกต้องตามประเด็นของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2. สาระสำคัญของเนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้					
3. สาระสำคัญของเนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
ด้านวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					

รายการ	ระดับ				
	ความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. วัดอุประสงค์เชิงพุทธกิจกรรมครอบคลุมเนื้อหาสาระต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะ					
2. วัดอุประสงค์เชิงพุทธกิจกรรมสอดคล้องกับสาระสำคัญของเนื้อหา					
3. วัดอุประสงค์เชิงพุทธกิจกรรมประโยชน์ต่อนักเรียน					
4. วัดอุประสงค์เชิงพุทธกิจกรรมมีความชัดเจนต่อนักเรียน					
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะเป็นไปตามขั้นตอนการเรียนรู้					
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะเกี่ยวกับระบบส่งกำลัง					
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะมีระยะเวลาเหมาะสม					
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทักษะเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน					
ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้					
1. สื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการเข้าใจสาระสำคัญของเนื้อหา					
2. สื่อที่ใช้เหมาะสมกับสาระสำคัญของเนื้อหา					
3. สื่อที่ใช้สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริง					

รายการ	ระดับ				
	ความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1

4. สื่อที่ใช้มีความน่าสนใจต่อนักเรียน

5. สื่อมีความเหมาะสมกับช่วงวัยของนักเรียน

ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างทักษะ

3. การประเมินครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้

4. เครื่องมือสอดคล้องกับวิธีการวัด

5. กำหนดเกณฑ์การวัดและประเมินผลที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับนักเรียน

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ
()

ผู้ประเมิน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

ภาคผนวก ค

- ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ
- ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) เพื่อสร้างแบบทดสอบหลังเรียนกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม
- ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r)
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์ ชุดฝึกทักษะเรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรมสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกช่างกลโรงงาน
- ตารางสรุปความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับคุณภาพของชุดฝึกทักษะเรื่อง ระบบส่งกำลัง
- ของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
- ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม SPSS

ผังการสร้างแบบทดสอบ (Test Blueprint) ภาคทฤษฎี
การพัฒนาชุดฝึกทักษะเรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
วิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ เวลาที่ใช้ในการทดสอบ 1 ชม.

เรื่อง	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	น้ำหนัก		จำนวนข้อ		ระดับพฤติกรรมพุทธิสัย				รวม
		ความสำคัญ	ข้อ	ข้อ	ข้อ	รู้	เข้าใจ	รู้และปฏิบัติ	ประเมิน	
1	อธิบายหน้าที่ของเฟืองตรงที่ใช้ส่งกำลังได้	20	8	2	2	1	1			1
2	คำนวณอัตราทดการส่งกำลังด้วยเฟืองตรงแบบขั้นเดียวได้	25	10	3	2	2	2			2
3	คำนวณอัตราทดการส่งกำลังด้วยเฟืองตรงแบบสองขั้นได้	20	8	2	2	1	1	2		2
4	เปรียบเทียบการส่งกำลังของเฟืองแบบขั้นเดียวกับแบบสองขั้นได้	15	6	1	1	1	1	2		2
5	จำแนกประเภทของการส่งกำลังด้วยเฟืองตรงตามลักษณะงานได้	10	4	1	2	0	0			0
6	นำเสนอประเภทของเฟืองตรงตามลักษณะงานได้	10	4	1	1	1	1	1		1
		100	40							

ตารางที่ ค-2 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์
1	0.50	0.636	เหมาะสม
2	0.41	0.636	เหมาะสม
3	0.50	0.636	เหมาะสม
4	0.68	0.81	เหมาะสม
5	0.455	0.727	เหมาะสม
6	0.227	0.455	เหมาะสม
7	0.636	0.909	เหมาะสม
8	0.636	0.727	เหมาะสม
9	0.545	0.727	เหมาะสม
10	0.591	0.818	เหมาะสม
11	0.545	0.909	เหมาะสม
12	0.545	0.727	เหมาะสม
13	0.455	0.727	เหมาะสม
14	0.733	0.818	เหมาะสม
15	0.545	0.919	เหมาะสม
16	0.50	0.818	เหมาะสม
17	0.545	0.727	เหมาะสม
18	0.50	0.636	เหมาะสม
19	0.227	0.273	เหมาะสม
20	0.682	0.636	เหมาะสม
21	0.545	0.737	เหมาะสม

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการวิเคราะห์
22	0.409	0.455	เหมาะสม
23	0.591	0.818	เหมาะสม
24	0.636	0.727	เหมาะสม
25	0.636	0.545	เหมาะสม
26	0.318	0.636	เหมาะสม
27	0.545	0.909	เหมาะสม
28	0.591	0.818	เหมาะสม
29	0.227	0.455	เหมาะสม
30	0.545	0.545	เหมาะสม
31	0.591	0.636	เหมาะสม
32	0.273	0.364	เหมาะสม
33	0.455	0.909	เหมาะสม
34	0.727	0.909	เหมาะสม
35	0.591	0.636	เหมาะสม
36	0.591	0.818	เหมาะสม
37	0.500	0.818	เหมาะสม
38	0.591	0.818	เหมาะสม
39	0.682	0.455	เหมาะสม
40	0.591	0.818	เหมาะสม

จากตารางที่ ค-2 พบว่า ข้อมูลตามตารางข้างต้น พิจารณาผลได้ว่า จำนวนข้อสอบที่มีความเหมาะสม และสามารถนำไปใช้งานเพื่อนำไปออกข้อสอบหลังเรียนได้ทั้งจำนวน 40 ข้อ

ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) เพื่อสร้างแบบทดสอบหลังเรียนกับจุดประสงค์เชิง
พฤติกรรมของชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง
ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

ตารางที่ ค-1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) เพื่อสร้างแบบทดสอบหลังเรียน

ข้อสอบ	ระดับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
ข้อที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 3	+1	+1	0	+1	0	3	0.6	ใช้ได้
ข้อที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 6	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
ข้อที่ 7	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
ข้อที่ 8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 9	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
ข้อที่ 10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้

ข้อที่ 19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 27	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้

ตารางสรุปค่าความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) เพื่อสร้างแบบทดสอบระหว่างเรียนกับ
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง
รวมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

ตารางที่ ค-1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) เพื่อสร้างแบบทดสอบหลังเรียน (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
ข้อที่ 28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 29	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
ข้อที่ 30	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
ข้อที่ 31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้

ประเด็นการประเมิน	ข้อสอบ	ระดับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ									ΣR	IOC	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
4.เนื้อหาสาระ	ข้อที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	9	1	ใช้ได้
	ข้อที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	9	1	ใช้ได้
	ข้อที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	9	0.8	ใช้ได้
	ข้อที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	9	1	ใช้ได้
	ข้อที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	9	1	ใช้ได้
	ข้อที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	9	1	ใช้ได้
	ข้อที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	9	0.88	ใช้ได้
	ข้อที่ 1	+1	+1	+1	+1	0	0	+1	0	+1	9	0.77	ใช้ได้
5.กิจกรรมการเรียนรู้การสอน	ข้อที่ 2	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	9	1	ใช้ได้
	ข้อที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	9	1	ใช้ได้
	ข้อที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	9	0.88	ใช้ได้

ประเด็นการประเมิน	ข้อสอบ	ระดับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ								ΣR	IOC	ผลการประเมิน	
		1	2	3	4	5	6	7	8				9
8.ใบมอบหมายงาน (ต่อ)	ข้อที่ 3	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	9	0.88	ใช้ได้
	ข้อที่ 4	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	9	0.88	ใช้ได้
	ข้อที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	9	1	ใช้ได้
	ข้อที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	9	1	ใช้ได้
	ข้อที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	9	1	ใช้ได้
9.เอกสารประกอบการสอน	ข้อที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	9	1	ใช้ได้
	ข้อที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	9	1	ใช้ได้
	ข้อที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	9	1	ใช้ได้
	ข้อที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	9	1	ใช้ได้
	ข้อที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	9	1	ใช้ได้
10.คู่มือครู	ข้อที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	9	1	ใช้ได้
	ข้อที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	9	1	ใช้ได้

ตารางสรุปความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับคุณภาพของชุดฝึกทักษะ

เรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม

ประเด็นการประเมิน	ข้อสอบ	ระดับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ								- x	S.D.	ผลการประเมิน	
		1	2	3	4	5	6	7	8				9
1.สาระสำคัญของเนื้อหา	ข้อที่ 1	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4.777778	0.440959	มากที่สุด
	ข้อที่ 2	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4.888889	0.333333	มากที่สุด
	ข้อที่ 3	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4.888889	0.333333	มากที่สุด
2.จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่ 1	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4.777778	0.440959	มากที่สุด
	ข้อที่ 2	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4.777778	0.440959	มากที่สุด
	ข้อที่ 3	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4.777778	0.440959	มากที่สุด
	ข้อที่ 4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4.777778	0.440959	มากที่สุด
3.จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อที่ 1	5	5	5	5	3	5	5	5	5	4.777778	0.666667	มากที่สุด
	ข้อที่ 2	5	4	5	5	3	5	5	5	5	4.666667	0.707107	มากที่สุด
	ข้อที่ 3	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4.777778	0.440959	มากที่สุด
	ข้อที่ 4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4.777778	0.440958552	มากที่สุด
4.เนื้อหาสาระ	ข้อที่ 1	4	5	5	4	3	5	5	4	5	4.444444	0.726483157	มาก
	ข้อที่ 2	5	4	5	5	3	5	5	5	5	4.666667	0.707106781	มากที่สุด
	ข้อที่ 3	4	4	5	4	2	5	5	5	5	4.333333	1	มาก
	ข้อที่ 4	5	5	5	5	3	5	5	5	5	4.777778	0.666666667	มากที่สุด

5.กิจกรรมการเรียนการสอน	ข้อที่ 1	4	5	5	5	3	5	5	5	5	4.666667	0.707106781	มากที่สุด
-------------------------	----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------	-------------	-----------

ตารางสรุปความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับคุณภาพของชุดฝึกทักษะ

เรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม

ประเด็นการประเมิน	ข้อสอบ	ระดับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ									$\bar{x}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
5.กิจกรรมการเรียนการสอน	ข้อที่ 2	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4.888889	0.333333333	มากที่สุด
	ข้อที่ 3	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4.666667	0.5	มากที่สุด
	ข้อที่ 4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4.777778	0.440958552	มากที่สุด
	ข้อที่ 5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4.777778	0.440958552	มากที่สุด
	ข้อที่ 6	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4.555556	0.527046277	มากที่สุด
	ข้อที่ 1	5	5	4	2	4	5	5	5	5	4.444444	1.013793755	มาก
6.การวัดและประเมินผลการเรียนรู้การสอน	ข้อที่ 2	5	4	4	2	4	5	5	5	5	4.333333	1	มาก
	ข้อที่ 3	5	5	4	2	4	5	5	5	5	4.444444	1.013793755	มาก
	ข้อที่ 1	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4.555556	0.527046277	มากที่สุด
	ข้อที่ 2	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4.777778	0.440958552	มากที่สุด
7.ใบเนื้อหา	ข้อที่ 3	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4.777778	0.440958552	มากที่สุด
	ข้อที่ 4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	4.555556	0.527046277	มากที่สุด
	ข้อที่ 1	4	5	5	2	4	5	5	5	5	4.444444	1.013793755	มาก
8.ใบมอบหมายงาน	ข้อที่ 2	5	5	5	2	4	5	5	5	5	4.555556	1.013793755	มากที่สุด

ข้อที่ 3	5	5	5	2	4	5	5	5	5	1.013793755	มากที่สุด
ข้อที่ 4	5	4	5	2	5	5	5	5	5	1.013793755	มากที่สุด

ตารางสรุปความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับคุณภาพของชุดฝึกทักษะ

ชุดฝึกทักษะเรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกช่างกลโรงงาน

ประเด็นการประเมิน	ข้อสอบ	ระดับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ									$\bar{x}$	S.D.	ผลการประเมิน
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
8.ใบมอบหมายงาน	ข้อที่ 5	4	4	4	2	5	5	5	4	5	4.222222	0.971825316	มากที่สุด
	ข้อที่ 1	4	5	5	4	4	5	5	5	5	4.666667	0.5	มากที่สุด
	ข้อที่ 2	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4.777778	0.440958552	มากที่สุด
	ข้อที่ 3	4	5	5	3	4	4	4	5	4	4.222222	0.666666667	มากที่สุด
	ข้อที่ 4	5	4	4	4	3	5	5	5	5	4.444444	0.726483157	มาก
9.เอกสารประกอบการสอน	ข้อที่ 5	5	5	4	5	3	5	5	5	5	4.666667	0.707106781	มากที่สุด
	ข้อที่ 1	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4.777778	0.440958552	มากที่สุด
	ข้อที่ 2	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4.777778	0.440958552	มากที่สุด
	ข้อที่ 3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4.777778	0.440958552	มากที่สุด
	ข้อที่ 4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4.888889	0.333333333	มากที่สุด
10.คู่มือครู	ข้อที่ 5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4.777778	0.440958552	มากที่สุด
	ข้อที่ 1	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4.777778	0.440958552	มากที่สุด
	ข้อที่ 2	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4.777778	0.440958552	มากที่สุด
	ข้อที่ 3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4.777778	0.440958552	มากที่สุด
	ข้อที่ 4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4.888889	0.333333333	มากที่สุด
11.บันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน	ข้อที่ 5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4.777778	0.440958552	มากที่สุด
	ข้อที่ 1	5	5	5	5	3	5	5	4	5	4.666667	0.707106781	มากที่สุด
	ข้อที่ 2	4	5	5	5	3	5	5	5	5	4.666667	0.707106781	มากที่สุด



ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง
โดยใช้โปรแกรม SPSS

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
a1	25	33.5200	1.58430	.31686

One-Sample Test

Test Value = 0

				95% Confidence Interval of the Difference	
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	
				Lower	Upper
a1	105.788	24	.000	33.52000	32.8660 34.1740

ภาคผนวก ง

- ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชา ระบบส่งกำลัง

1. การนำเข้าสู่บทเรียน



ภาพที่ จ-1 ภาพการนำเข้าสู่บทเรียน

2. อธิบายเนื้อหาของบทเรียน



ภาพที่ จ-2 ภาพการอธิบายเนื้อหาของบทเรียน

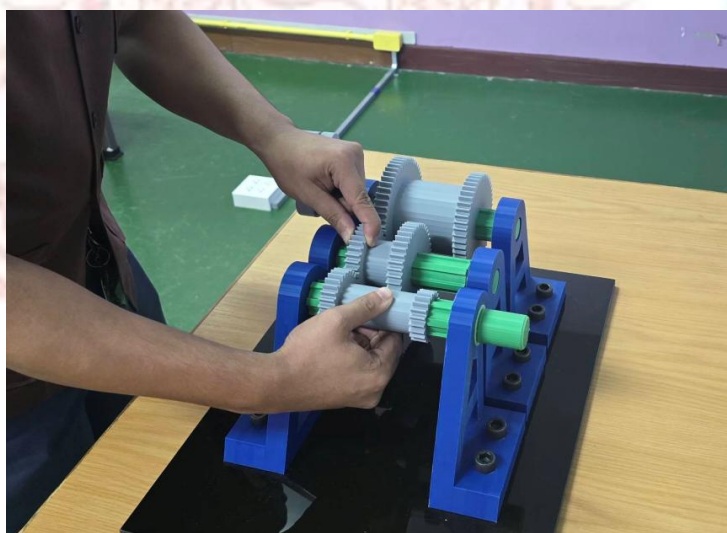
3. ขั้นตอนการสาธิตการใช้ชุดฝึกระบบส่งกำลัง



ภาพที่ จ-3 ภาพการการสาธิตการใช้ชุดฝึกระบบส่งกำลัง

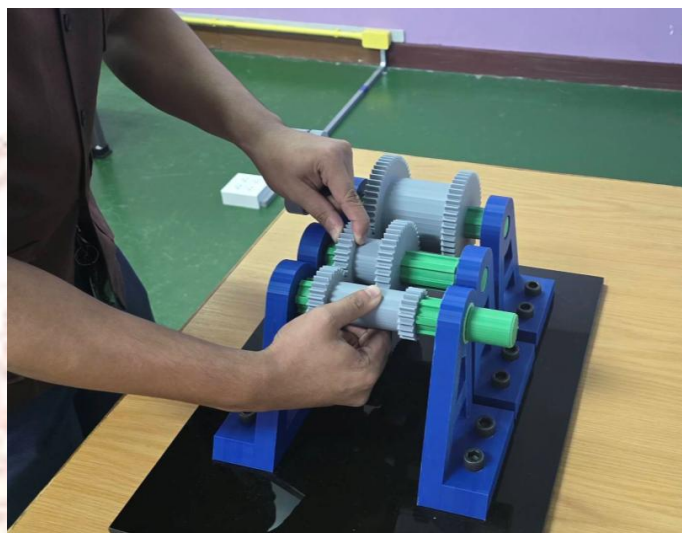
4. ขั้นตอนการปฏิบัติใช้ชุดฝึกทักษะของนักเรียน

4.1 การประกอบชุดฝึกทักษะ

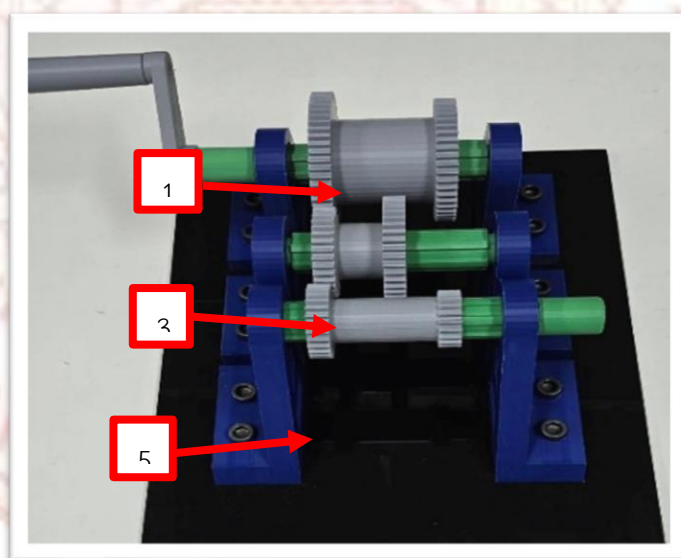


ภาพที่ จ-4 การประกอบชุดฝึกทักษะ

4.2 การประกอบชุดเฟือง ชุดที่ 1 โดยให้เฟืองตัวที่ 1, 3, 5 เรียงตรงกันเพื่อคำนวณหาความเร็วรอบของชุดที่ 1

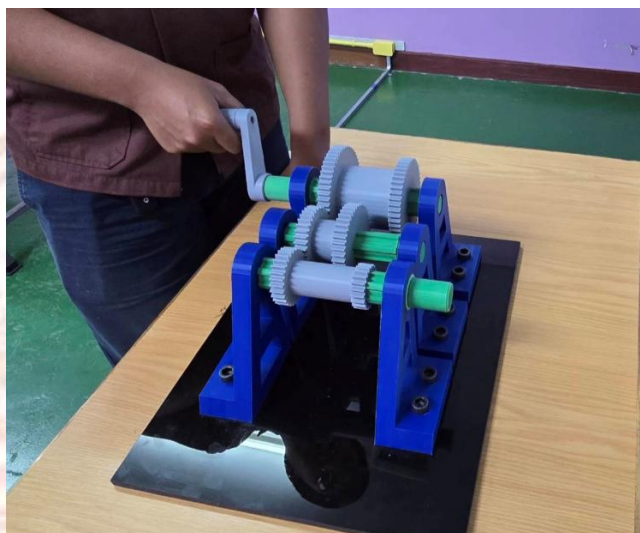


ภาพที่ จ-5 การประกอบชุดเฟือง ชุดที่ 1 ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม



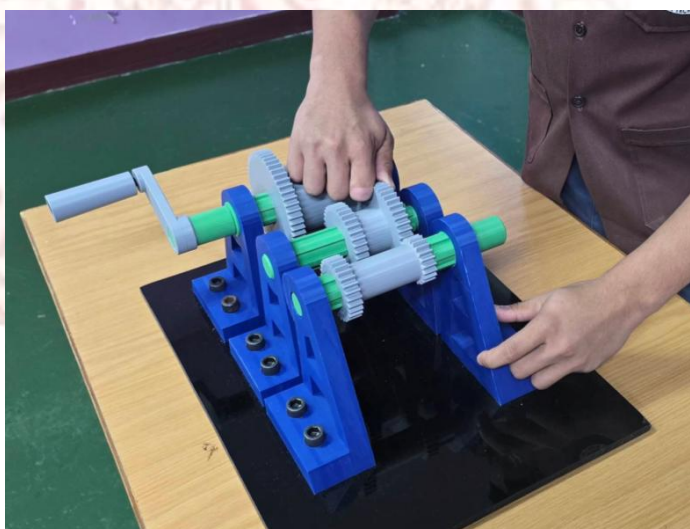
ภาพที่ จ-6 การประกอบชุดเฟือง ชุดที่ 1

4.3 นักเรียนทดลองหมุนเฟืองเพื่อเรียนรู้การทำงานของชุดเฟืองที่ 1



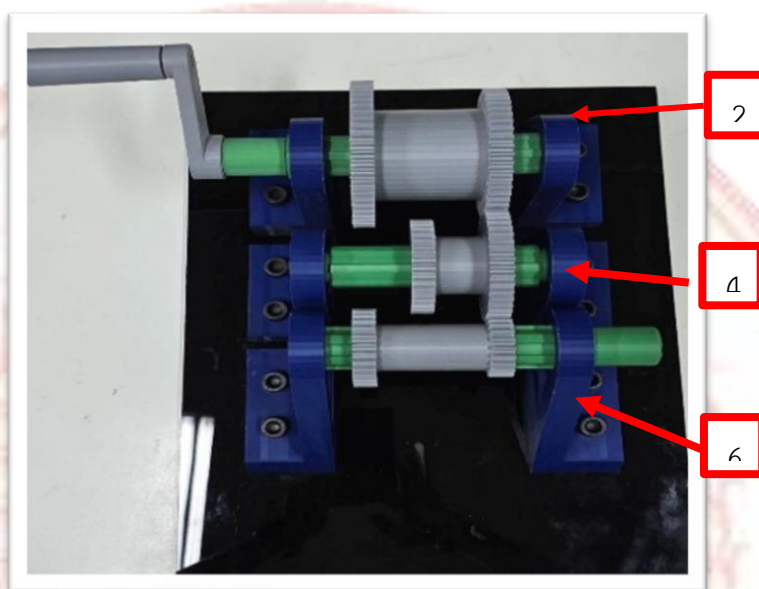
ภาพที่ จ-6 นักเรียนทดลองหมุนเฟืองชุดที่ 1

4.4 การประกอบชุดเฟือง ชุดที่ 2 โดยให้เฟืองตัวที่ 2, 4, 6 เรียงตรงกันเพื่อคำนวณหาความเร็วรอบของชุดที่ 2



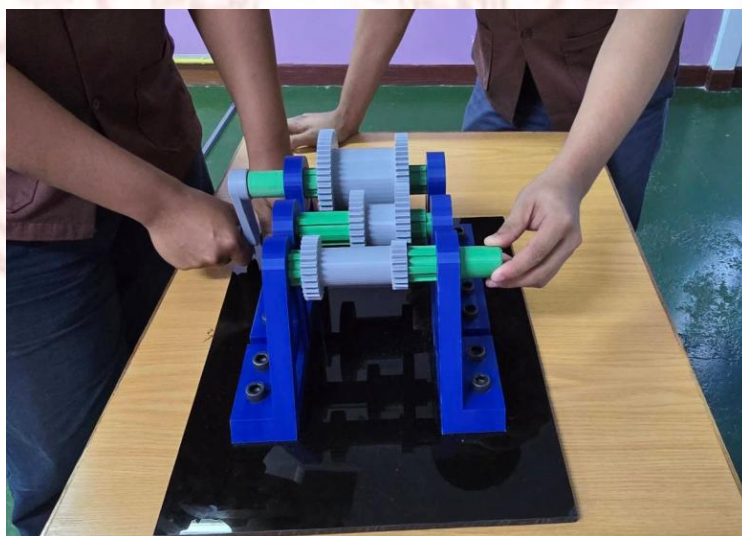
ภาพที่ จ-7 การประกอบชุดเฟือง ชุดที่ 2

4.5 เฟืองชุดที่ 2 ประกอบถูกต้องตามหลักวิศวกรรม



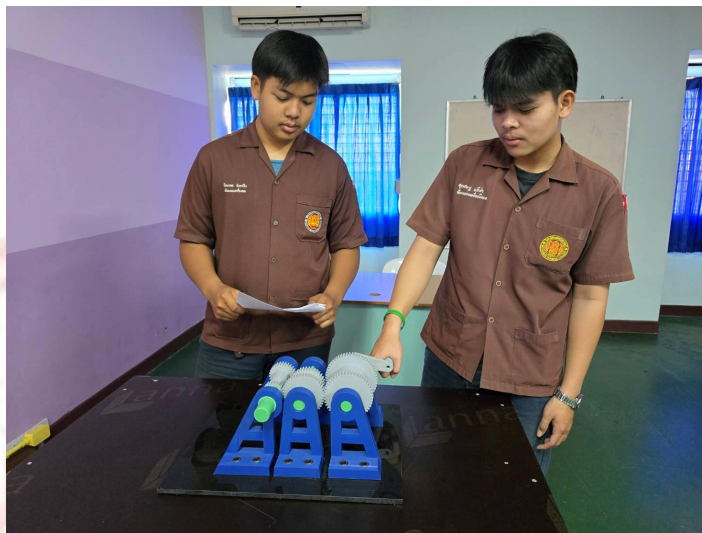
ภาพที่ จ-8 การประกอบชุดเฟือง ชุดที่ 2

4.6 นักเรียนทดลองหมุนเฟืองเพื่อเรียนรู้การทำงานของชุดฝึกทักษะชุดที่ 2



ภาพที่ จ-9 นักเรียนทดลองหมุนเฟืองชุดที่ 2

4.7 นักเรียนส่งตัวแทนมาอภิปรายผลการเรียนในรายวิชา ระบบส่งกำลัง



ภาพที่ จ-10 นักเรียนออกมาอภิปรายผลการทดลองใช้ชุดฝึก

4.8 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชา ระบบส่งกำลัง



ภาพที่ จ-11 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

4.9 ครูผู้สอนสรุปเนื้อหาวิชาท้ายชั่วโมง



ภาพที่ จ-12 ครูผู้สอนสรุปเนื้อหาวิชาท้ายชั่วโมง



ภาคผนวก จ

- เครื่องมือฉบับที่ 1 แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา ระบบส่งกำลัง
- เครื่องมือฉบับที่ 2 แบบบันทึกแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม
- เครื่องมือฉบับที่ 3 แบบบันทึกการออกแบบชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม
- เครื่องมือฉบับที่ 4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เรื่องการพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง
- เครื่องมือฉบับที่ 5 ชุดฝึกทักษะ



เครื่องมือฉบับที่ 1 โดยผู้วิจัย

แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา ระบบส่งกำลัง

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้ ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ชื่อนักศึกษา นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว
 รหัสประจำตัว 6602017857053
 ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
 สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
 แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา ระบบส่งกำลัง
เป็นการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา ระบบส่งกำลัง

ขั้นตอน 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะ
ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม วิชา ระบบส่งกำลัง

ประเด็น	ผลการศึกษา
1) สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชา ระบบส่งกำลัง	ผลจากการศึกษานักเรียนบางส่วนยังไม่มีความเข้าใจ ในเนื้อหา เรื่อง ระบบส่งกำลัง ได้ดีเท่าที่ควร เนื่องจากวิชานี้เป็นวิชาทฤษฎี เน้นทางด้านการบรรยายมากกว่า ทำให้นักเรียนยังนึกภาพการทำงานของระบบส่งกำลังไม่ได้ดีเท่าที่ควร และยังขาดสื่อการเรียน การสอนที่มีคุณภาพ
2) ผลการเรียนรู้และประเมินผลรายวิชา ระบบส่งกำลัง	โดยผลการเรียนวิชา ระบบส่งกำลังในภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2566 มีนักเรียนจำนวน 15 คน มีผลการเรียน 4.00 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33 ผลการเรียน 3.0 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33 ผลการเรียน 2.5 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.66 ผลการเรียน 2 จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ผลการเรียน 1.5 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 6.66 และผลการเรียน 1.0 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ซึ่งเมื่อพิจารณาจากบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้และผลคะแนนรายหน่วยพบว่า หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบส่งกำลังเครื่องกลึง ซึ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาสาระสำคัญกับนักเรียนที่เรียนในแผนกช่างกลโรงงานที่สุด แต่นักเรียนยังขาดความสนใจในเนื้อหาที่เรียน ขาดการเชื่อมโยงความรู้จากเนื้อหาที่ได้รับ และขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้ ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ประเด็น

ผลการศึกษา

3) แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียน
การสอน รายวิชา ระบบส่งกำลัง

ใช้ชุดฝึกทักษะ โดยจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการ
เรียนรู้เชิงวิศวกรรม ซึ่งมีข้อดีคือ การจัดการเรียนรู้
ตามแนวคิดนี้เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนมี
บทบาทสำคัญในการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติและ
การแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง การเรียนรู้จาก
สถานการณ์จริงช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา
ผู้เรียนจะได้ฝึกการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาใน
บริบทที่แท้จริง



เครื่องมือฉบับที่ 2 โดยผู้วิจัย



แบบบันทึกแนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

ข้อเสนอแนะ การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ชื่อนักศึกษา นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว
 รหัสประจำตัว 6602017857053
 ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
 สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
 แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

แบบบันทึกแนวการพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ประเด็นที่ 1

ข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นการศึกษา

ประเด็น	ผลการศึกษา
1. ข้อมูลเกี่ยวกับชุดเฟืองในหัวเครื่องกลึง	ประเภทของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง และหลักการทำงานของเฟืองแต่ละประเภท ลักษณะการนำไปใช้งาน และการบำรุงรักษา

ประเด็นที่ 2 การสังเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง

การสังเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง

เนื้อหา ประกอบด้วย ประเภทของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง และหลักการทำงานของเฟืองแต่ละประเภท ลักษณะการนำไปใช้งาน และการบำรุงรักษา

หัวข้อเนื้อหา

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. ประเภทของเฟืองในหัวเครื่องกลึง | 1.1 อธิบายประเภทของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึงตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ |
| 1.1 เฟืองตรง | 1.2 อธิบายลักษณะของเฟืองตรงได้ |
| 1.2 เฟืองเฉียง | 1.3 อธิบายลักษณะของเฟืองเฉียงได้ |
| 1.3 เฟืองดอกจอก | 1.4 อธิบายลักษณะของเฟืองดอกจอกได้ |
| 2. หลักการทำงานของเฟืองแต่ละประเภท | 2.1 อธิบายการหลักการทำงานของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึงตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ |
| 2.1 เฟืองตรง | 2.2 อธิบายลักษณะการทำงานของเฟืองตรงได้ |
| 2.2 เฟืองเฉียง | |

- | | | | |
|-----|---------------------|-----|--|
| 2.3 | เฟืองดอกจอก | 2.3 | อธิบายลักษณะการทำงานของเฟืองเฉียงได้ |
| | | 2.4 | อธิบายลักษณะการทำงานของเฟืองดอกจอกได้ |
| 3. | ลักษณะการนำไปใช้งาน | 3.1 | อธิบายลักษณะการนำชุดเฟืองหัวเครื่องกลึงไปใช้ |
| 3.1 | เฟืองตรง | | งานได้ |
| 3.2 | เฟืองเฉียง | 2.2 | อธิบายลักษณะการใช้งานของเฟืองตรงได้ |
| 3.3 | เฟืองดอกจอก | 2.3 | อธิบายลักษณะการใช้งานของเฟืองเฉียงได้ |
| | | 2.4 | อธิบายลักษณะการใช้งานของเฟืองดอกจอกได้ |
| 4. | การบำรุงรักษาเฟือง | 4.1 | อธิบายลักษณะการบำรุงรักษาชุดเฟืองหัว |
| 4.1 | เฟืองตรง | | เครื่องกลึงได้ |
| 4.2 | เฟืองเฉียง | 2.2 | อธิบายการบำรุงรักษาเฟืองตรงได้ |
| 4.3 | เฟืองดอกจอก | 2.3 | อธิบายการบำรุงรักษาเฟืองเฉียงได้ |
| | | 2.4 | อธิบายการบำรุงรักษาเฟืองดอกจอกได้ |

ประเด็นที่ 3 การสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

ขั้นตอนการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม						
	วสิรัตน์ พุทธาศรี และคณะ (2566)	กิติมาภรณ์สมบัติพล (2566)	ผ่องอำไพ ธรรมจริยสกุล และคณะ (2566)	นฤพจน์ พุฒวัฒนะ (2561)	นวลจันทร์จันทร์ศรี (2564)	ความถี่
1. ขั้นระบุปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	5

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	✓	✓	×	✓	✓	4
3. ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	5
4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	4
5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	✓	✓	✓	✓	✓	5
6. ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาลงมือทำการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	✓	✓	✓	×	✓	4

ประเด็นที่ 4 แนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลัง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

แนวทางการพัฒนาชุดฝึกทักษะ ระบบส่งกำลัง
ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

การพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม มีแนวทางที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง การเรียนรู้จากสถานการณ์จริงช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา ผู้เรียนจะได้ฝึกการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในบริบทที่แท้จริง การเรียนรู้ในลักษณะนี้ยังเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ ผู้เรียนมีโอกาสเผชิญกับสถานการณ์ที่น่าสนใจและท้าทายในการเรียนรู้มากขึ้น จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะ จะทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การเรียนที่ดีต่อการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์รายวิชา

อ้างอิง

1. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JRKSA/article/view/262668/177106>
2. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/Ratchaphruekjournal/article/view/259730/177727>
3. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/jil/article/view/262771/180386>
4. https://so05.tci-thaijo.org/index.php/edjour_stou/article/view/162004/118463

5. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JRKSA/article/view/256123/173883>

ใช้ความถี่ที่ 3 ขึ้นไป



เครื่องมือฉบับที่ 3 โดยผู้วิจัย



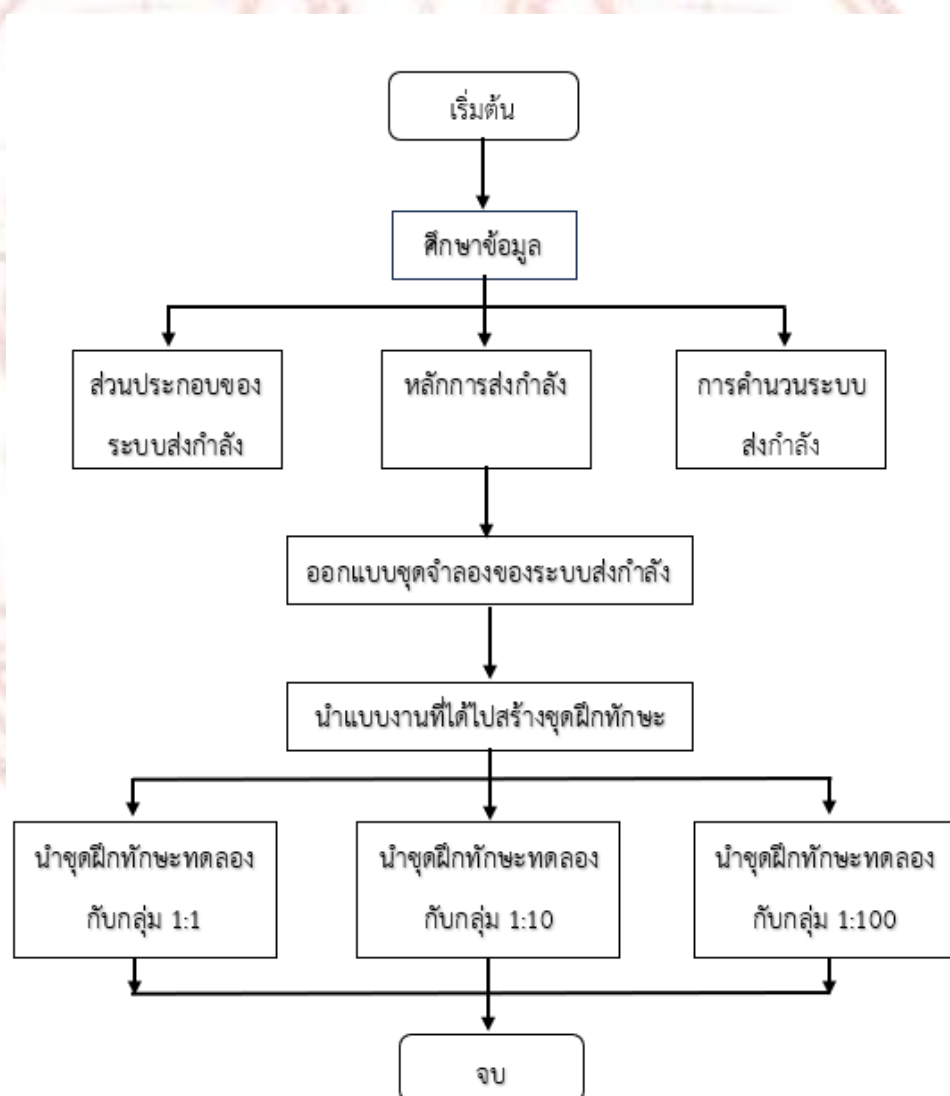
แบบบันทึกการออกแบบชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง
ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร
วิชาชีพ

ชื่อนักศึกษา	นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว
รหัสประจำตัว	6602017857053
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
แขนงวิชา	วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

แบบบันทึกการออกแบบและพัฒนาชุดฝึกทักษะ ระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม

การออกแบบและพัฒนาชุดฝึกทักษะ ระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึงร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม



เครื่องมือฉบับที่ 4 โดยผู้วิจัย



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เรื่องการพัฒนา
ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับ
การเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ชื่อนักศึกษา นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว
รหัสประจำตัว 6602017857053
ปริญญา ครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	แบบทดสอบ	1 / 10
ตอนที่ 1 จงอ่านโจทย์แล้ว วงกลมเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด 1. ข้อใดให้ความหมายของเฟืองตรงได้ถูกต้อง ก. เฟืองที่มีฟันขนานกับแกนหมุนและใช้ในการส่งกำลังการหมุนจากเพลานึงไปยังอีกเพลานึง ข. เฟืองที่มีฟันเฟืองทำมุม 90 องศาต่อกัน ค. เฟืองที่มีลักษณะรูปร่างยาวเป็นเส้นตรง ง. เฟืองที่มีฟันเฉียงทำมุมกับแกนหมุน 2. หลักการทำงานของเฟืองตรง มีลักษณะตรงตามข้อใดที่เหมาะสมที่สุด ก. ถ่ายโอนแรงจากแกนหนึ่งไปยังอีกแกนหนึ่ง ข. เพิ่มความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ค. ลดเสียงรบกวนในการทำงาน ง. รับแรงกระทำในแนวแกน 3. โมดูลของเฟือง ใช้หน่วยใดในการวัด ก. ไมโครเมตร ข. เซนติเมตร ค. มิลลิเมตร ง. นิ้ว 4. “ต้องการลดเสียงของเฟืองตรง” จากข้อความดังกล่าว ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด ก. ใช้สารหล่อลื่นที่มีคุณภาพ ข. ใช้เฟืองที่มีฟันกว้างขึ้น ค. เพิ่มความเร็วการหมุน ง. ใช้เพลาคูที่ต่างขนาด			

แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	
	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	แบบทดสอบ	2 / 10
5. ข้อใดกล่าวถึงหน้าที่หลักของเฟืองตรงได้ถูกต้องที่สุด ก. ส่งกำลังหมุนระหว่างเพลาคู่ขนาน ข. เปลี่ยนทิศทางการหมุน ค. ลดความเร็วของเพลาลูก ง. ลดแรงบิดของเพลาลูก 6. ข้อใดกล่าวถึงหลักการทำงานของเฟืองตัวหนอนได้ถูกต้องที่สุด ก. ความเร็วต่ำ ข. ความเร็วสูง ค. เพิ่มแรงบิด ง. ลดแรงบิด 7. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับหน้าที่ของเฟืองตรง ก. ส่งกำลังระหว่างเพลาคู่ขนาน ข. ปรับทิศทางการหมุน ง. รักษาความเร็วคงที่ ค. เพิ่มแรงบิด 8. ข้อใดกล่าวถึงคุณสมบัติของเฟืองตรงได้ถูกต้อง ก. ใช้ส่งกำลังระหว่างเพลาลูกแบบตัดกัน ข. ฟันเฟืองทำมุมเฉียงกับแกนหมุน ค. ใช้ในระบบที่ต้องการความเงียบ ง. ฟันเฟืองขนานกับแกนหมุน			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง		ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง		แบบทดสอบ	3 / 10
9. “เฟืองขับ จำนวนฟัน 20 ฟัน และเฟืองตาม จำนวนฟัน 40 ฟัน” จากข้อความดังกล่าว อัตราทดตรงตามข้อใด ก. 1:1 ข. 1:2 ค. 2:1 ง. 1:3 10. “เฟืองขับเป็น 15 และเฟืองตามเป็น 45” จากข้อความดังกล่าว ระบบส่งกำลังแบบเฟืองตรงชั้นเดียวมีอัตราทดตรงตามข้อใด ก. 1:1 ข. 1:3 ค. 3:1 ง. 1:4 11. “อัตราทดการส่งกำลังของเฟืองตรงชั้นเดียวเป็น 1:4 และเฟืองขับมีจำนวนฟัน 10 ฟัน” จากข้อความดังกล่าว เฟืองตามควรจำนวนฟันตรงตามข้อใด ก. 20 ฟัน ข. 30 ฟัน ค. 40 ฟัน ง. 50 ฟัน 12. “อัตราทดของเฟืองตรงแบบชั้นเดียว” จากข้อความดังกล่าว มีหลักการคำนวณตรงตามข้อใด ก. จำนวนรอบของเฟืองขับหารด้วยเฟืองตาม ข. จำนวนฟันของเฟืองขับหารด้วยเฟืองตาม ค. จำนวนฟันของเฟืองตามหารด้วยเฟืองขับ ง. จำนวนฟันของเฟืองทั้งสองรวมกัน				
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้			ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง		ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง		แบบทดสอบ	4 / 10
13. “เฟืองตรงคู่หนึ่งมีจำนวนฟันเฟืองขับ 20 ฟัน เฟืองตาม 60 ฟัน เพลาขับหมุน 1,500 รอบต่อนาที” จากข้อความดังกล่าว ความเร็วรอบของเพลาตามตรงตามข้อใด ก. 4,500 รอบต่อนาที ข. 1,000 รอบต่อนาที ค. 750 รอบต่อนาที ง. 500 รอบต่อนาที 14. “ระบบส่งกำลังเฟืองตรงมีอัตราทด 1:3 ถ้าเฟืองขับมี 24 ฟัน และหมุนด้วยความเร็ว 900 รอบต่อนาที” จากข้อความดังกล่าว จำนวนฟันของเฟืองตามและความเร็วรอบของเฟืองตามตรงตามข้อใด ก. 72 ฟัน 300 รอบต่อนาที ข. 48 ฟัน 450 รอบต่อนาที ค. 36 ฟัน 600 รอบต่อนาที ง. 96 ฟัน 225 รอบต่อนาที 15. “โรงงานผลิตกระดาษต้องการติดตั้งระบบส่งกำลังที่มีเสียงรบกวนน้อยที่สุด ความเร็วรอบต่ำ” จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดถูกต้องที่สุด ก. ส่งกำลังที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที ระยะห่างเพลา 50 ซม. ข. ส่งกำลังที่ความเร็วรอบ 2,500 รอบต่อนาที ระยะห่างเพลา 40 ซม. ค. ส่งกำลังที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที ระยะห่างเพลา 20 ซม. ง. ส่งกำลังที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที ระยะห่างเพลา 30 ซม. 16. “เครื่องจักรในโรงงานทอผ้าต้องการระบบส่งกำลังที่มีประสิทธิภาพสูง และง่ายต่อการบำรุงรักษา” จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดถูกต้องที่สุด ก. ส่งกำลังระหว่างเพลาที่ทำมุม 30 องศา ความเร็วรอบ 2,000 รอบต่อนาที ข. ส่งกำลังระหว่างเพลาที่ทำมุม 60 องศา ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที ค. ส่งกำลังระหว่างเพลาที่ตั้งฉากกัน ความเร็วรอบ 1,200 รอบต่อนาที ง. ส่งกำลังระหว่างเพลาที่ขนานกัน ความเร็วรอบ 800 รอบต่อนาที				
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้			ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง		ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง		แบบทดสอบ	5 / 10
17. “เฟืองตัวขับมีจำนวนฟัน 20 ฟัน และเฟืองตัวตามมีจำนวนฟัน 60 ฟัน” จากสถานการณ์ดังกล่าว อัตราทดของการส่งกำลังตรงตามข้อใด ก. 1:3 ข. 3:1 ค. 1:2 ง. 2:1 18. “ระบบเฟืองตรงแบบขั้นเดียวมีเฟืองตัวขับ 25 ฟัน และเฟืองตัวตาม 75 ฟัน” จากสถานการณ์ดังกล่าว อัตราทดของการส่งกำลังตรงตามข้อใด ก. 1:4 ข. 4:1 ค. 1:3 ง. 3:1 19. “ในระบบเฟืองสองชั้น ถ้าเฟืองขับมีจำนวนฟัน 20 และ 30 ตามลำดับ และเฟืองตามมีจำนวนฟัน 60 และ 40 ตามลำดับ” จากสถานการณ์ดังกล่าว อัตราทดรวม ตรงตามข้อใด ก. 2:1 ข. 3:1 ค. 4:1 ง. 5:1 20. “ระบบส่งกำลังเฟืองตรงแบบสองชั้น ถ้าอัตราทดของเฟืองชุดแรกคือ 1:2 และเฟืองชุดที่สองคือ 1:3” จากสถานการณ์ดังกล่าว อัตราทดรวมตรงตามข้อใด ก. 1:5 ข. 1:6 ค. 1:8 ง. 1:10				
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้			ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง		ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง		แบบทดสอบ	6 / 10
21. “เฟืองขับมีอัตราทด 1:3 และเฟืองตามมีอัตราทด 1:4” จากสถานการณ์ดังกล่าว อัตราทดรวมตรงตามข้อใด ก. 1:12 ข. 1:8 ค. 1:6 ง. 1:7				
22. “ระบบเฟืองสองชั้น ต้องการอัตราทดรวม” จากสถานการณ์ดังกล่าว มีหลักการคำนวณตรงตามข้อใด ก. อัตราทดชั้นแรกหารด้วยอัตราทดชั้นที่สอง ข. อัตราทดชั้นแรกบวกอัตราทดชั้นที่สอง ค. ผลรวมของอัตราทดแต่ละชั้น ง. ผลคูณของอัตราทดแต่ละชั้น				
23. “ระบบเฟืองตรงสองชั้นมีจำนวนฟันดังนี้ เฟืองขับชั้นที่ 1 มี 20 ฟัน เฟืองตามชั้นที่ 1 มี 40 ฟัน เฟืองขับชั้นที่ 2 มี 15 ฟัน และเฟืองตามชั้นที่ 2 มี 60 ฟัน ถ้าเพลาลำดับ 3,600 รอบต่อนาที” จากสถานการณ์ดังกล่าว ความเร็วรอบของเพลาลำดับสุดท้ายตรงตามข้อใด ก. 450 รอบต่อนาที ข. 900 รอบต่อนาที ค. 225 รอบต่อนาที ง. 150 รอบต่อนาที				
24. “ระบบเฟืองตรงสองชั้นมีอัตราทดรวม 1:16 ต้องการให้เพลาลำดับสุดท้ายหมุน 100 รอบต่อนาที” จากสถานการณ์ดังกล่าว ความเร็วรอบของเพลาลำดับตรงตามข้อใด ก. 1,600 รอบต่อนาที ข. 800 รอบต่อนาที ค. 400 รอบต่อนาที ง. 200 รอบต่อนาที				
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้			ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง		ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง		แบบทดสอบ	7 / 10
25. “ระบบเฟืองสองชั้นประกอบด้วยเฟืองตัวขับ (A) 25 ฟัน เฟืองกลาง (B) 50 ฟัน และเฟืองตัวตาม (C) 100 ฟัน” จงหาค่าอัตราทดรวมของระบบนี้ ก. 2:1 ข. 3:1 ค. 4:1 ง. 12:1 26. “ระบบเฟืองสองชั้นประกอบด้วยเฟืองตัวขับ (A) 30 ฟัน เฟืองกลาง (B) 60 ฟัน และเฟืองตัวตาม (C) 120 ฟัน” จากสถานการณ์ดังกล่าว อัตราทดรวมตรงตามข้อใด ก. 2:1 ข. 3:1 ค. 4:1 ง. 12:1 27. ข้อใดกล่าวถึงความแตกต่างหลักระหว่างเฟืองตรงชั้นเดียวและสองชั้น ได้ถูกต้อง ก. เฟืองสองชั้นสามารถเพิ่มแรงบิดได้มากกว่า ข. เฟืองสองชั้นมีความเร็วรอบน้อยกว่า ค. การส่งกำลังได้แรงบิดเท่ากัน ง. เฟืองชั้นเดียวเงียบกว่า 28. “ระบบเฟืองสองชั้นมีข้อดีอย่างไรเมื่อเทียบกับระบบเฟืองชั้นเดียว” จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดถูกต้อง ก. ใช้สำหรับการส่งกำลังระยะไกล ข. เพิ่มแรงบิดได้มากกว่า ค. ลดขนาดของเฟือง ง. ใช้พื้นที่น้อยลง				
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้			ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	แบบทดสอบ	8 / 10
29. จุดเด่นของระบบเฟืองชั้นเดียวตรงตามข้อใด ก. ลดการสูญเสียพลังงานจากการเสียดทาน ข. ลดการเคลื่อนที่ของฟันเฟือง ค. ส่งกำลังได้แรงบิดสูงกว่า ง. ประหยัดพื้นที่ติดตั้ง 30. “เครื่องจักรต้องการลดความเร็วรอบจาก 3,000 รอบต่อนาที เหลือ 250 รอบต่อนาที” จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดถูกต้อง ก. ใช้เฟืองตรงสองชั้น อัตราทดชั้นละ 1:6 ข. ใช้เฟืองตรงสองชั้น อัตราทดชั้นละ 1:4 ค. ใช้เฟืองตรงชั้นเดียว อัตราทด 1:8 ง. ใช้เฟืองตรงชั้นเดียว อัตราทด 1:12 31. “ระบบส่งกำลังต้องการพื้นที่ติดตั้งน้อยที่สุด และมีอัตราทด 1:25” จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดเหมาะสมที่สุด ก. เฟืองตรงสองชั้น ชั้นที่ 1 อัตราทด 1:5 ชั้นที่ 2 อัตราทด 1:3 ข. เฟืองตรงชั้นเดียว เฟืองขับ 12 ฟัน เฟืองตาม 300 ฟัน ค. เฟืองตรงชั้นเดียว เฟืองขับ 20 ฟัน เฟืองตาม 500 ฟัน ง. เฟืองตรงสองชั้น ชั้นละ 1:5 32. “ระบบส่งกำลังที่ต้องการความแม่นยำสูง และมีอัตราทดรวม 1:36” จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดเหมาะสมที่สุด ก. เฟืองตรงสองชั้น ชั้นที่ 1 อัตราทด 1:4 ชั้นที่ 2 อัตราทด 1:9 ข. เฟืองตรงชั้นเดียว เฟืองขับ 15 ฟัน เฟืองตาม 540 ฟัน ค. เฟืองตรงชั้นเดียว เฟืองขับ 10 ฟัน เฟืองตาม 360 ฟัน ง. เฟืองตรงสองชั้น อัตราทดชั้นละ 1:6			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง		ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง		แบบทดสอบ	9 / 10
33. “ระบบส่งกำลังเฟืองตรงที่ต้องการความเร็วคงที่” จากสถานการณ์ดังกล่าว เฟืองประเภทใดเหมาะสมที่สุด				
ก. เฟืองฟันละเอียด				
ข. เฟืองแบบเกลียว				
ค. เฟืองฟันหยาบ				
ง. เฟืองฟันโค้ง				
34. “โรงงานผลิตอาหารต้องการระบบส่งกำลังที่สะอาด บำรุงรักษาง่าย และทนทาน” จากสถานการณ์ดังกล่าว วัสดุของเฟืองตรงแบบใดเหมาะสมที่สุด				
ก. เฟืองตรงเหล็กหล่อ เคลือบผิวแข็ง				
ข. เฟืองตรงสแตนเลส เกรดอาหาร				
ค. เฟืองตรงพลาสติกวิศวกรรม				
ง. เฟืองตรงเหล็กกล้า ชุบแข็ง				
35. “เฟืองตรงในงานที่ต้องการความแม่นยำสูง” จากสถานการณ์ดังกล่าว เฟืองแบบใดเหมาะสมที่สุด				
ก. เฟืองฟันละเอียด				
ข. เฟืองฟันหยาบ				
ค. เฟืองก้านปลา				
ง. เฟืองเฉียง				
36. “เครื่องจักรที่ต้องทำงานต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง และรับแรงกระแทกสูง” จากสถานการณ์ดังกล่าว วัสดุเฟืองตรงแบบใดเหมาะสมที่สุด				
ก. เฟืองตรงเหล็กกล้าผ่านกระบวนการชุบแข็ง				
ข. เฟืองตรงทองเหลือง				
ค. เฟืองตรงอลูมิเนียม				
ง. เฟืองตรงเหล็กหล่อ				
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้			ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	แบบทดสอบ	10 / 10
37. “ต้องการส่งกำลังระหว่างเพลลาที่ขนานกันในระยะห่างมากๆ” จากสถานการณ์ดังกล่าว เฟืองชนิดใดเหมาะสมที่สุด ก. เฟืองสะพาน (Rack and Pinion) ข. เฟืองโซ่ (Chain and Sprocket) ค. เฟืองดอกจอก (Bevel Gear) ง. เฟืองตรง (Spur Gear) 38. “เปลี่ยนการเคลื่อนที่แบบหมุนให้เป็นแบบเส้นตรง” จากสถานการณ์ดังกล่าว เฟืองชนิดใดเหมาะสมที่สุด ก. เฟืองสะพาน ข. เฟืองหนอน ค. เฟืองเฉียง ง. เฟืองตรง 39. “ต้องการส่งกำลังระหว่างเพลลาที่ตั้งฉากกัน” จากสถานการณ์ดังกล่าว เฟืองชนิดใดเหมาะสมที่สุด ก. เฟืองดอกจอก ข. เฟืองสะพาน ค. เฟืองเฉียง ง. เฟืองตรง 40. “ลักษณะของงานที่ต้องการอัตราทดสูงๆ และเสียงไม่ดัง” จากสถานการณ์ดังกล่าว เฟืองชนิดใดเหมาะสมที่สุด ก. เฟืองสะพาน ข. เฟืองหนอน ค. เฟืองตรง ง. เฟืองโซ่			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง		ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง		ใบเฉลย	1/1
เฉลยแบบทดสอบ				
1. ก 2. ก 3. ค 4. ก 5. ก 6. ค 7. ข 8. ง 9. ข 10. ข 11. ค 12. ค 13. ค 14. ก 15. ง 16. ง 17. ก 18. ค 19. ง 20. ข 21. ก 22. ง 23. ง 24. ก 25. ข 25. ข 26. ค 27. ก 28. ข 29. ก 30. ก 31. ง 32. ก 33. ก 34. ข 35. ก 36. ก 37. ข 38. ก 39. ก 40. ข				
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้			ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	



เครื่องมือฉบับที่ 5 โดยผู้วิจัย

การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลัง ร่วมกับการเรียนรู้ตามกระบวนการเชิง
วิศวกรรม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม

The Development of a Skill Training Kit for a Power Transmission
System Integrated with Engineering-Based Learning for Vocational
Certificate Students in Industrial Mechanics

นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คำนำ

ชุดฝึกทักษะเรื่อง ระบบส่งกำลังของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอนและแบบฝึกปฏิบัติสำหรับนักศึกษาในระดับอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา โดยมุ่งเน้นการพัฒนาความรู้และทักษะที่จำเป็นในการทำ ความเข้าใจหลักการทำงาน การคำนวณ และการประยุกต์ใช้งานเฟืองตรงในงานอุตสาหกรรม

ในปัจจุบัน การพัฒนาเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมการผลิตมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ระบบส่งกำลังด้วยเฟืองตรงยังคงเป็นองค์ประกอบสำคัญในเครื่องจักรกลและอุปกรณ์อุตสาหกรรมหลากหลายประเภท การเรียนรู้และเข้าใจหลักการทำงานของเฟืองตรงจึงเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับนักศึกษาที่จะก้าวไปสู่การเป็นช่างเทคนิคและวิศวกรที่มีคุณภาพชุดฝึกทักษะนี้ได้รับการออกแบบและพัฒนาให้มีเนื้อหาครอบคลุมตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่สำคัญ ประกอบด้วย ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเฟืองตรง โครงสร้างและส่วนประกอบ หลักการทำงานและการส่งกำลัง ประเภทและการเลือกใช้งาน การคำนวณที่เกี่ยวข้องกับเฟืองตรง การคำนวณอัตราทดเฟืองแบบขั้นเดียว การคำนวณอัตราทดเฟืองแบบสองขั้น การคำนวณความเร็วรอบและกำลังส่ง การประยุกต์ใช้งานในอุตสาหกรรม การเลือกใช้วัสดุและการผลิต การบำรุงรักษาและการแก้ไขปัญหาชุดฝึกทักษะนี้ประกอบด้วย แบบทดสอบและแบบฝึกหัดที่หลากหลายรูปแบบ ได้แก่ แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก แบบฝึกหัดแบบถูกผิด แบบฝึกหัดแบบจับคู่ แบบฝึกหัดแบบตอบสั้น โดยแต่ละแบบฝึกหัดได้รับการออกแบบให้มีความท้าทายและครอบคลุมระดับการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Bloom's Taxonomy ตั้งแต่ระดับความรู้ความจำไปจนถึงระดับการประเมินค่าและการสร้างสรรค์

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ชุดฝึกทักษะเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนในการพัฒนาความรู้และทักษะเกี่ยวกับเฟืองตรง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาต่อและการปฏิบัติงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำขอน้อมรับคำแนะนำเพื่อการปรับปรุงและพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นต่อไปท้ายที่สุดนี้ ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้คำแนะนำและสนับสนุนการจัดทำชุดฝึกทักษะเล่มนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว

พฤศจิกายน พ.ศ. 2567

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ข
สารบัญ	ค
ชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลัง	1
การวัดผลกิจกรรม	7
ใบเนื้อหา	11
แบบฝึกหัด	18
ใบมอบหมายงาน	29
เอกสารประกอบการสอน	33
คู่มือครู	40
บันทึกหลังสอน	42



กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม	
วิชา ระบบส่งกำลัง	ระดับ ปวช
เรื่อง ระบบส่งของชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	ระยะเวลา 240 นาที
สาระสำคัญของเนื้อหา เฟืองเป็นชิ้นส่วนเครื่องกลที่มีรูปร่างโดยทั่วไปเป็นจานแบนรูปทรงกลม ส่วนขอบมีลักษณะเป็น แฉก เฟืองผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ส่งกำลังในลักษณะของแรงบิด (torque) ด้วยการหมุนของตัวเฟืองที่มีฟัน อยู่ในแนวรัศมีโดยการส่งกำลังจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีเฟืองตั้งแต่สองตัวขึ้นไปมาสบกัน นั่นคือถ้าเฟืองตัวแรก หมุน เฟืองตัวที่สองจะหมุนในทิศทางตรงกันข้าม เกิดเป็นระบบส่งกำลังขึ้น จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. แสดงความรู้หน้าที่และประโยชน์ของเฟืองตรงที่ส่งกำลังได้ 2. แสดงทักษะการคำนวณอัตราทดระบบส่งกำลังด้วยเฟืองตรงได้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. อธิบายหน้าที่ของเฟืองตรงที่ใช้ส่งกำลังได้ 2. คำนวณอัตราทดการส่งกำลังด้วยเฟืองตรงแบบขั้นเดียวได้ 3. คำนวณอัตราทดการส่งกำลังด้วยเฟืองตรงแบบสองขั้นได้ 4. เปรียบเทียบการส่งกำลังของเฟืองแบบขั้นเดียวกับแบบสองขั้นได้ 5. จำแนกประเภทของการส่งกำลังด้วยเฟืองตรงตามลักษณะงานได้ 6. นำเสนอประเภทของเฟืองตรงตามลักษณะงานได้ เนื้อหาสาระ 1. ลักษณะของเฟืองตรง 2. การคำนวณอัตราทดและความเร็วรอบของเฟืองตรงแบบขั้นเดียว และแบบสองขั้น 3. ประเภทของเฟืองตรงที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน	
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

แผนการเรียนรู้ชุดฝึกทักษะเรื่อง ระบบส่งกำลังเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม							
วิชา ระบบส่งกำลัง						ระดับ ปวช.2	
เรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง						ระยะเวลา 240 นาที	
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน/สื่อการสอน/การวัดผล							
ขั้น การเรียนรู้ เชิง วิศวกรรม	หัวข้อ เรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการ สอน	เอกสาร ชุด/ หน้า	การ วัดผล	เวลา (นาที)
		บรรยาย	ถาม/ตอบ				(20)
1.ขั้นระบุ ปัญหา	หลักการ ส่งกำลัง ในงาน เครื่องกล	- ครูเปิดวิดีโอ การทำงานของ เครื่องกลึงที่มี ปัญหาความเร็ว รอบไม่เหมาะสม	- วิเคราะห์ สถานการณ์ของ ปัญหา	วิดีโอ			10
		- ครูตั้งคำถาม “เพราะเหตุใด ความเร็วรอบจึง ไม่เหมาะสมกับ ชิ้นงาน	- แบ่งกลุ่มเพื่อ ระดมความคิด ระบุปัญหา เกี่ยวกับการส่ง กำลัง	ใบงาน, เครื่องกลึง จำลอง			5
		- ครูให้นักเรียน ร่วมอภิปรายถึง ปัญหาที่พบ	- ตัวแทนกลุ่ม ร่วมอภิปราย และแสดงความ คิดเห็น	แบบ บันทึก			5
		บรรยาย	ถาม/ตอบ				(40)
2. ขั้น รวบรวม ข้อมูลและ แนวคิดที่ เกี่ยวข้อง กับปัญหา	ระบบส่ง กำลังของ เฟือง	- ครูอธิบาย เพิ่มเติมเกี่ยวกับ ประเภทของ เฟืองในหัว เครื่องกลึง การ ถ่ายทอดกำลัง และการคำนวณ อัตราทดของ	- ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้าประเภท ของเฟืองตรง จากหนังสือ หรือ อินเทอร์เน็ต	คู่มือการ ทำงาน ของเฟือง, เอกสาร สรุป ประเภท และ			10

		เฟื่อง พร้อม แสดงตัวอย่าง การทำงานจริง		หน้าที่ของ เฟื่อง			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้				ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว			
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม				อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง			
แผนการเรียนรู้ชุดฝึกทักษะเรื่อง ระบบส่งกำลังเฟื่องชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม							
วิชา ระบบส่งกำลัง					ระดับ ปวช.2		
เรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟื่องชุดหัวเครื่องกลึง					ระยะเวลา 240 นาที		
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน/สื่อการสอน/การวัดผล							
ขั้น การเรียนรู้ เชิง วิศวกรรม	หัวข้อ เรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการ สอน	เอกสาร ชุด/ หน้า	การ วัดผล	เวลา (นาที)
		- มอบหมายให้ ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้าการ คำนวณอัตราทด และความเร็ว รอบของเฟื่อง ตรงแบบชั้น เดียว และแบบ สองชั้น กำลังด้วยเฟื่อง ตรงตามลักษณะ งาน	- ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้าการ คำนวณอัตรา ทดและ ความเร็วรอบ ของเฟื่องตรง แบบชั้นเดียว และแบบสองชั้น	คู่มือการ ทำงาน ของเฟื่อง, เอกสาร สรุป ประเภท และ หน้าที่ของ เฟื่อง			15
		- มอบหมายให้ ผู้เรียนศึกษาการ จำแนกประเภท ของการส่ง	- ผู้เรียน แบ่งกลุ่มทำงาน ร่วมกัน ศึกษา และบันทึก ข้อมูลเกี่ยวกับ ประเภทของ เฟื่องในหัว เครื่องกลึง เช่น	คู่มือการ ทำงาน ของเฟื่อง, เอกสาร สรุป ประเภท และ หน้าที่ของ เฟื่อง			15

[illegible]

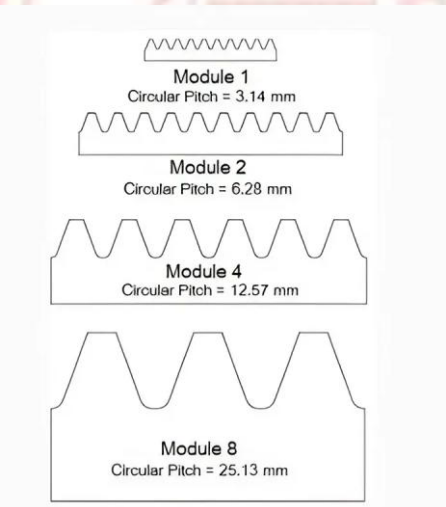
		- ประเภทของเฟืองตรงที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน - สร้างสถานการณ์จำลองการส่งกำลังเครื่องกลให้ผู้เรียนแก้ปัญหา	- ผู้เรียนได้เรียนรู้ประเภทของเฟืองตรงที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน - ผู้เรียนออกแบบระบบการส่งกำลังที่เหมาะสมกับลักษณะงาน	ใบความรู้, สื่อPower Point			20
		บรรยาย	ถาม/ตอบ				(45)
4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	การใช้ชุดฝึกทักษะ	- สาธิตขั้นตอนการใช้ชุดฝึกทักษะเพื่อแก้ปัญหาการเรียนการสอน	- นักเรียนทดลองปฏิบัติกับชุดฝึกทักษะตามขั้นตอน	ชุดฝึกทักษะ, ใบงาน			15
		- มอบหมายใบงานให้นักเรียนปฏิบัติ	- นักเรียนทำใบงานตามที่ได้รับมอบหมาย	ใบงาน			30
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้				ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว			
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม				อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง			
แผนการเรียนรู้ชุดฝึกทักษะเรื่อง ระบบส่งกำลังเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม							
วิชา ระบบส่งกำลัง					ระดับ ปวช.2		
เรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง					ระยะเวลา 240 นาที		
กิจกรรมการเรียนการสอน/สื่อการสอน/การวัดผล							
ขั้น	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เอกสารชุด/หน้า	การวัดผล	เวลา (นาที)

การเรียนรู้เชิงวิศวกรรม							
		บรรยาย	ถาม/ตอบ				(45)
5. ชั้นทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการ	ทดลองใช้ชุดฝึกทักษะ	- ครูให้ผู้เรียนทดสอบการทำงานของเฟืองที่ประกอบขึ้น	- ผู้เรียนทำการทดสอบการทำงานของชุดเฟืองที่ประกอบขึ้น	แบบทดสอบ			25
		-ครูคอยสังเกตและจดบันทึกผลการทดสอบ	- นักเรียนจดบันทึกความก้าวหน้าและปัญหาขณะปฏิบัติงาน	แบบบันทึก			10
		- ครูให้คำแนะนำเพิ่มเติมเกี่ยวกับการปรับแก้ไขชิ้นงานหรือวิธีการหากพบปัญหา	- จัดทำรายงานผลการทดสอบและสรุปการเรียนรู้จากกิจกรรมทั้งหมด	ใบงาน			10
		บรรยาย	ถาม/ตอบ				(30)
6.ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาของชุดเฟือง	นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา	- ครูกำหนดรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม	- นักเรียนจัดทำสื่อและเตรียมการนำเสนอ	PPT, ชุดเฟืองประกอบ			10
		- ครูให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม	- นักเรียนนำเสนอการแก้ปัญหาการทำงานของชุดเฟือง	แบบประเมินการนำเสนอ			10
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้				ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว			

สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง
--------------------------------------	---------------------------------

แผนการเรียนรู้ชุดฝึกทักษะเรื่อง ระบบส่งกำลังเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม							
วิชา ระบบส่งกำลัง					ระดับ ปวช.2		
เรื่อง ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง					ระยะเวลา 240 นาที		
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน/สื่อการสอน/การวัดผล							
ขั้น การ เรียนรู้เชิง วิศวกรรม	หัวข้อ เรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการ สอน	เอกสาร ชุด/ หน้า	การ วัดผล	เวลา (นาที)
		บรรยาย	ถาม/ตอบ				
		- ครูสรุปบทเรียน ให้นักเรียน	- นักเรียน แลกเปลี่ยนข้อมูล ระหว่างกลุ่ม	PPT			10
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้				ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว			
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม				อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง			

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง	ใบเนื้อหา	1 / 7
	เฟือง เฟือง (Gear) เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถพบได้ทั่วไปในเครื่องจักรมีรูปร่างหลายแบบ ทำหน้าที่ส่งกำลังโดยการหมุนจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่งที่ขนานหรือตั้งฉากซึ่งกันและกัน ส่วนมากเฟืองขับ (driving gear) จะมีขนาดใหญ่กว่าเฟืองตาม (driven gear หรือ pinion gear) เฟืองมีมากมายหลายมาตรฐาน เช่น มาตรฐานอังกฤษ นิยมใช้ในหน่วยนิ้ว และมาตรฐานระบบเอสไอ (SI)		
			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง	ใบเนื้อหา	2 / 7
 เฟืองตรง (spur gears) 			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

1. ประเภทของเฟือง

มีการแบ่งประเภทของเฟือง 2 ระบบ คือ

- 1.ระบบเมตริก (Metric) ในระบบเมตริกนั้นจะวัดขนาดเป็นมิลลิเมตร เราเรียกเฟืองระบบนี้ว่า เฟืองโมดูล (Module) ขนาดของโมดูลเฟือง จะมีค่าซึ่งกำหนดไว้เป็นมาตรฐาน
2. ระบบอังกฤษจะวัดขนาดเป็นนิ้ว เรียกเฟืองระบบนี้ว่า เฟืองดีพี (DP=Diameter Pitch)

1.1 ระบบเมตริกหรือเฟืองโมดูล (Module, M)

เฟืองระบบเมตริกหรือเฟืองเมตริกเป็นเฟืองที่ใช้หน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร โดยเรียกขนาดความโตของเฟืองว่าโมดูล ถ้าเฟืองโมดูลเลขน้อยจะมีขนาดฟันเฟืองเล็กถ้าเฟืองโมดูลเลขมากจะมีฟันเฟืองขนาดใหญ่

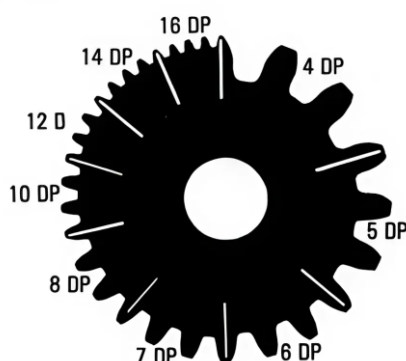
(Module, m) ดังสมการ

$$\text{โมดูล } m = \frac{Cp}{\pi} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Circular Pitch } Cp = m \dots\dots\dots (2)$$

เมื่อ CP คือ Circular Pitch หรือระยะห่างจากฟันถึงฟันของเฟือง π คือ ค่าคงที่ 3.14

	วิชา : ระบบส่งกำลัง		ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง		ใบเนื้อหา	3 / 7



1.2 ระบบอังกฤษหรือเฟือง DP (Diametral Pitch, DP)

เป็นเฟืองที่มีหน่วยวัดเป็นหน่วยอังกฤษหรือเฟืองดีพี (DP Gear) คือหน่วยวัดที่เป็นนิ้วโดยที่ Diametral Pitch หมายถึงจำนวนฟันของเฟืองที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว เป็นที่นิยมใช้ในอเมริกาและประเทศอังกฤษ เฟืองดีพีเลขน้อยจะมีฟันเฟืองใหญ่ถ้าเฟืองดีพีเลขมากจะมีขนาด

โดยเป็นไปดังสมการ

$$DP = \frac{N}{PD} \dots\dots\dots (3)$$

เมื่อ DP คือ ขนาดของเฟือง, ฟัน/เส้นผ่าศูนย์กลาง, นิ้ว
N คือ จำนวนฟันที่อยู่บนเฟือง
PD คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของเฟือง, นิ้ว

http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=13678

แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง	ใบเนื้อหา	4 / 7
			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

2. เฟืองตรง

เฟืองตรง (Spur Gears)

เป็นเฟืองที่นิยมใช้กันมากที่สุดหาซื้อได้ง่ายมีประสิทธิภาพการทำงานที่สูง และง่ายในการประกอบ ไม่มีแรงรูนที่เกิดขึ้นในแนวแกน การทำงานและหน้ากว้างของเฟืองตรงสามารถเพิ่มได้ เพื่อให้เกิดผิวสัมผัสที่มากขึ้น จะช่วยลดการสึกหรอให้น้อยลงได้ เป็นเฟืองที่มีโครงสร้างง่ายไม่สลับซับซ้อน มีลักษณะเฉพาะฟันของเฟืองจะเป็นแนวขนานไปกับรูเพลลา มักถูกนำมาใช้ในระบบส่งกำลัง

ข้อดี คือ ประสิทธิภาพในการใช้งานสูง ประกอบง่าย ที่ฟันจัดวางในแนวนอนก็พร้อมใช้งาน และสูญเสียพลังงานต่ำเพราะแรงเสียดทานน้อย

ข้อเสีย คือ เวลาใช้งานแล้วรอบเริ่มเร็ว จะมีเสียงดังมาก ใช้งานแบบคู่ขนานได้เท่านั้น ความแข็งแรงค่อนข้างน้อยกว่าเฟืองชนิดอื่น ๆ

	วิชา : ระบบส่งกำลัง		ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง		ใบเนื้อหา	5 / 7



3. เฟืองสะพาน (Gear Rack & Pinion)

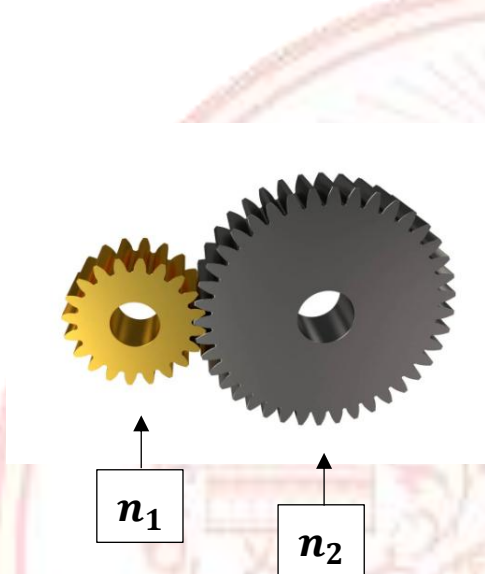
เฟืองสะพานมีลักษณะเป็นแท่งยาวตรง มีฟันเฟืองอยู่ด้านบนและมีเฟืองตรงอยู่ด้านล่างบนขบอยู่กับส่วนที่เป็นฟันเฟืองของเฟืองสะพาน มีหน้าที่ในการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่หรือการเคลื่อนที่กลับไปกลับมา เฟืองสะพานถูกใช้ในเครื่องจักรอัตโนมัติต่าง ๆ เช่น เครื่องจักรผลิตชิ้นส่วนรถยนต์อัตโนมัติ



4. เฟืองวงแหวน (Internal Gear)

เฟืองวงแหวนมีรูปร่างลักษณะกลมเช่นเดียวกับเฟืองตรงแต่ฟันเฟืองจะอยู่ด้านในของวงกลม และต้องใช้คู่กับเฟืองตรงที่มีขนาดเล็กกว่าขบอยู่ภายในเฟืองวงแหวน อัตราทดสามารถออกแบบให้มากหรือน้อยได้โดยขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองตัวนอกและเฟืองตัวใน ถ้าเฟืองตัวในเล็กกว่าเฟืองตัวนอกมาก อัตราทดก็จะมากโดยเฟืองตัวในจะทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อน

แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

	วิชา : ระบบส่งกำลัง		ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง		ใบเนื้อหา	6 / 7
 https://northpower.co.th/pages/%E0%B 6. การคำนวณระบบส่งกำลังด้วย 6.1 การคำนวณการส่งกำลังด้วยเฟืองแบบอัตราทดชั้นเดียว อัตราทด (i) = $\frac{\text{ความเร็วรอบเฟืองขับ}}{\text{ความเร็วรอบเฟืองตาม}} = \frac{n_1}{n_2}$ หรือ อัตราทด (i) = $\frac{\text{จำนวนฟันเฟืองตาม}}{\text{จำนวนฟันเฟืองขับ}} = \frac{z_2}{z_1}$ หรือ ความเร็วรอบ (N) = $\frac{n_1}{n_2} \times \frac{z_2}{z_1}$				
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้			ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

6. การคำนวณระบบส่งกำลังด้วย

6.1 การคำนวณการส่งกำลังด้วยเฟืองแบบอัตราทดชั้นเดียว

$$\text{อัตราทด (i)} = \frac{\text{ความเร็วรอบเฟืองขับ}}{\text{ความเร็วรอบเฟืองตาม}} = \frac{n_1}{n_2}$$

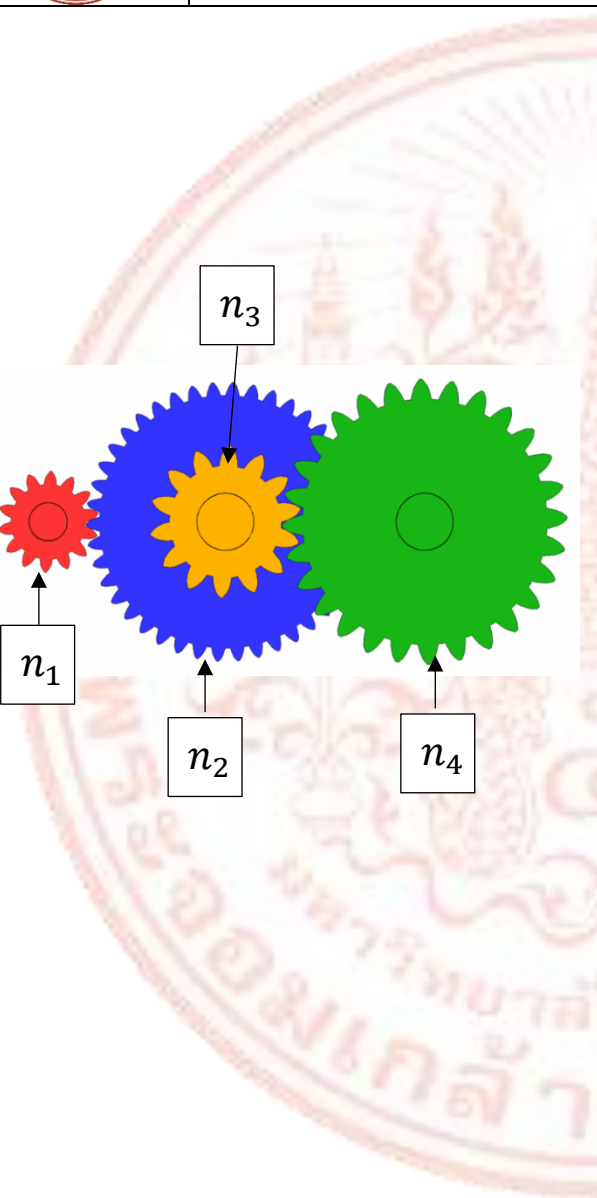
หรือ

$$\text{อัตราทด (i)} = \frac{\text{จำนวนฟันเฟืองตาม}}{\text{จำนวนฟันเฟืองขับ}} = \frac{z_2}{z_1}$$

หรือ

$$\text{ความเร็วรอบ (N)} = \frac{n_1}{n_2} \times \frac{z_2}{z_1}$$

	วิชา : ระบบส่งกำลัง		ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง		ใบเนื้อหา	7 / 7



7.1 การคำนวณการส่งกำลังด้วยเฟืองแบบอัตราทดหลายชั้น

อัตราทดชั้นที่ 1

อัตราทด (i_1) = $\frac{\text{ความเร็วรอบเฟืองขับ}}{\text{ความเร็วรอบเฟืองตาม}} = \frac{n_1}{n_2}$

หรือ

อัตราทด (i_1) = $\frac{\text{จำนวนฟันเฟืองตาม}}{\text{จำนวนฟันเฟืองขับ}} = \frac{z_2}{z_1}$

หรือ

ความเร็วรอบ (N_1) = $\frac{n_1}{n_2} \times \frac{z_2}{z_1}$

อัตราทดชั้นที่ 2

อัตราทด (i_2) = $\frac{\text{ความเร็วรอบเฟืองขับ}}{\text{ความเร็วรอบเฟืองตาม}} = \frac{n_3}{n_4}$

หรือ

อัตราทด (i_2) = $\frac{\text{จำนวนฟันเฟืองตาม}}{\text{จำนวนฟันเฟืองขับ}} = \frac{z_4}{z_3}$

หรือ

ความเร็วรอบ (N_2) = $\frac{n_3}{n_4} \times \frac{z_4}{z_3}$

อัตราทดรวม ($i_{รวม}$)

$(i_{รวม}) = i_1 \times i_2 = \frac{n_1 \times n_3}{n_2 \times n_4}$ และ $\frac{z_2 \times z_4}{z_1 \times z_3}$

แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	แบบทดสอบ	1 / 10
ตอนที่ 1 จงอ่านโจทย์แล้ว วงกลมเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด 1. ข้อใดให้ความหมายของเฟืองตรงได้ถูกต้อง ก. เฟืองที่มีฟันขนานกับแกนหมุนและใช้ในการส่งกำลังการหมุนจากเพลานึงไปยังอีกเพลานึง ข. เฟืองที่มีฟันเฟืองทำมุม 90 องศาต่อกัน ค. เฟืองที่มีลักษณะรูปร่างยาวเป็นเส้นตรง ง. เฟืองที่มีฟันเฉียงทำมุมกับแกนหมุน 2. หลักการทำงานของเฟืองตรง มีลักษณะตรงตามข้อใดที่เหมาะสมที่สุด ก. ถ่ายโอนแรงจากแกนหนึ่งไปยังอีกแกนหนึ่ง ข. เพิ่มความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ค. ลดเสียงรบกวนในการทำงาน ง. รับแรงกระทำในแนวแกน 3. โมดูลของเฟือง ใช้หน่วยใดในการวัด ก. ไมโครเมตร ข. เซนติเมตร ค. มิลลิเมตร ง. นิ้ว 4. “ต้องการลดเสียงของเฟืองตรง” จากข้อความดังกล่าว ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด ก. ใช้สารหล่อลื่นที่มีคุณภาพ ข. ใช้เฟืองที่มีฟันกว้างขึ้น ค. เพิ่มความเร็วการหมุน ง. ใช้เพลาคูที่ต่างขนาด			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	แบบทดสอบ	2 / 10
5. ข้อใดกล่าวถึงหน้าที่หลักของเฟืองตรงได้ถูกต้องที่สุด ก. ส่งกำลังหมุนระหว่างเพลาคู่ขนาน ข. เปลี่ยนทิศทางการหมุน ค. ลดความเร็วของเพลาลูก ง. ลดแรงบิดของเพลาลูก 6. ข้อใดกล่าวถึงหลักการทำงานของเฟืองตัวหนอนได้ถูกต้องที่สุด ก. ความเร็วต่ำ ข. ความเร็วสูง ค. เพิ่มแรงบิด ง. ลดแรงบิด 7. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับหน้าที่ของเฟืองตรง ก. ส่งกำลังระหว่างเพลาคู่ขนาน ข. ปรับทิศทางการหมุน ง. รักษาความเร็วคงที่ ค. เพิ่มแรงบิด 8. ข้อใดกล่าวถึงคุณสมบัติของเฟืองตรงได้ถูกต้อง ก. ใช้ส่งกำลังระหว่างเพลาลูกแบบตัดกัน ข. ฟันเฟืองทำมุมเฉียงกับแกนหมุน ค. ใช้ในระบบที่ต้องการความเงียบ ง. ฟันเฟืองขนานกับแกนหมุน			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	แบบทดสอบ	3 / 10
9. “เฟืองขับ จำนวนฟัน 20 ฟัน และเฟืองตาม จำนวนฟัน 40 ฟัน” จากข้อความดังกล่าว อัตราทดตรงตามข้อใด ก. 1:1 ข. 1:2 ค. 2:1 ง. 1:3 10. “เฟืองขับเป็น 15 และเฟืองตามเป็น 45” จากข้อความดังกล่าว ระบบส่งกำลังแบบเฟืองตรงชั้นเดียวมีอัตราทดตรงตามข้อใด ก. 1:1 ข. 1:3 ค. 3:1 ง. 1:4 11. “อัตราทดการส่งกำลังของเฟืองตรงชั้นเดียวเป็น 1:4 และเฟืองขับมีจำนวนฟัน 10 ฟัน” จากข้อความดังกล่าว เฟืองตามควรจำนวนฟันตรงตามข้อใด ก. 20 ฟัน ข. 30 ฟัน ค. 40 ฟัน ง. 50 ฟัน 12. “อัตราทดของเฟืองตรงแบบชั้นเดียว” จากข้อความดังกล่าว มีหลักการคำนวณตรงตามข้อใด ก. จำนวนรอบของเฟืองขับหารด้วยเฟืองตาม ข. จำนวนฟันของเฟืองขับหารด้วยเฟืองตาม ค. จำนวนฟันของเฟืองตามหารด้วยเฟืองขับ ง. จำนวนฟันของเฟืองทั้งสองรวมกัน			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลาว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง		ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง		แบบทดสอบ	4 / 10
13. “เฟืองตรงคู่หนึ่งมีจำนวนฟันเฟืองขับ 20 ฟัน เฟืองตาม 60 ฟัน เพลาขับหมุน 1,500 รอบต่อนาที” จากข้อความดังกล่าว ความเร็วรอบของเพลาตามตรงตามข้อใด ก. 4,500 รอบต่อนาที ข. 1,000 รอบต่อนาที ค. 750 รอบต่อนาที ง. 500 รอบต่อนาที 14. “ระบบส่งกำลังเฟืองตรงมีอัตราทด 1:3 ถ้าเฟืองขับมี 24 ฟัน และหมุนด้วยความเร็ว 900 รอบต่อนาที” จากข้อความดังกล่าว จำนวนฟันของเฟืองตามและความเร็วรอบของเฟืองตามตรงตามข้อใด ก. 72 ฟัน 300 รอบต่อนาที ข. 48 ฟัน 450 รอบต่อนาที ค. 36 ฟัน 600 รอบต่อนาที ง. 96 ฟัน 225 รอบต่อนาที 15. “โรงงานผลิตกระดาษต้องการติดตั้งระบบส่งกำลังที่มีเสียงรบกวนน้อยที่สุด ความเร็วรอบต่ำ” จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดถูกต้องที่สุด ก. ส่งกำลังที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที ระยะห่างเพลา 50 ซม. ข. ส่งกำลังที่ความเร็วรอบ 2,500 รอบต่อนาที ระยะห่างเพลา 40 ซม. ค. ส่งกำลังที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที ระยะห่างเพลา 20 ซม. ง. ส่งกำลังที่ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที ระยะห่างเพลา 30 ซม. 16. “เครื่องจักรในโรงงานทอผ้าต้องการระบบส่งกำลังที่มีประสิทธิภาพสูง และง่ายต่อการบำรุงรักษา” จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดถูกต้องที่สุด ก. ส่งกำลังระหว่างเพลาที่ทำมุม 30 องศา ความเร็วรอบ 2,000 รอบต่อนาที ข. ส่งกำลังระหว่างเพลาที่ทำมุม 60 องศา ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที ค. ส่งกำลังระหว่างเพลาที่ตั้งฉากกัน ความเร็วรอบ 1,200 รอบต่อนาที ง. ส่งกำลังระหว่างเพลาที่ขนานกัน ความเร็วรอบ 800 รอบต่อนาที				
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้			ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	แบบทดสอบ	5 / 10
17. “เฟืองตัวขับมีจำนวนฟัน 20 ฟัน และเฟืองตัวตามมีจำนวนฟัน 60 ฟัน” จากสถานการณ์ดังกล่าว อัตราทดของการส่งกำลังตรงตามข้อใด ก. 1:3 ข. 3:1 ค. 1:2 ง. 2:1 18. “ระบบเฟืองตรงแบบขั้นเดียวมีเฟืองตัวขับ 25 ฟัน และเฟืองตัวตาม 75 ฟัน” จากสถานการณ์ดังกล่าว อัตราทดของการส่งกำลังตรงตามข้อใด ก. 1:4 ข. 4:1 ค. 1:3 ง. 3:1 19. “ในระบบเฟืองสองชั้น ถ้าเฟืองขับมีจำนวนฟัน 20 และ 30 ตามลำดับ และเฟืองตามมีจำนวนฟัน 60 และ 40 ตามลำดับ” จากสถานการณ์ดังกล่าว อัตราทดรวม ตรงตามข้อใด ก. 2:1 ข. 3:1 ค. 4:1 ง. 5:1 20. “ระบบส่งกำลังเฟืองตรงแบบสองชั้น ถ้าอัตราทดของเฟืองชุดแรกคือ 1:2 และเฟืองชุดที่สองคือ 1:3” จากสถานการณ์ดังกล่าว อัตราทดรวมตรงตามข้อใด ก. 1:5 ข. 1:6 ค. 1:8 ง. 1:10			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง		ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง		แบบทดสอบ	6 / 10
21. “เฟืองขับมีอัตราทด 1:3 และเฟืองตามมีอัตราทด 1:4” จากสถานการณ์ดังกล่าว อัตราทดรวมตรงตามข้อใด ก. 1:12 ข. 1:8 ค. 1:6 ง. 1:7				
22. “ระบบเฟืองสองชั้น ต้องการอัตราทดรวม” จากสถานการณ์ดังกล่าว มีหลักการคำนวณตรงตามข้อใด ก. อัตราทดชั้นแรกหารด้วยอัตราทดชั้นที่สอง ข. อัตราทดชั้นแรกบวกอัตราทดชั้นที่สอง ค. ผลรวมของอัตราทดแต่ละชั้น ง. ผลคูณของอัตราทดแต่ละชั้น				
23. “ระบบเฟืองตรงสองชั้นมีจำนวนฟันดังนี้ เฟืองขับชั้นที่ 1 มี 20 ฟัน เฟืองตามชั้นที่ 1 มี 40 ฟัน เฟืองขับชั้นที่ 2 มี 15 ฟัน และเฟืองตามชั้นที่ 2 มี 60 ฟัน ถ้าเพลาลำดับ 3,600 รอบต่อนาที” จากสถานการณ์ดังกล่าว ความเร็วรอบของเพลาลำดับสุดท้ายตรงตามข้อใด ก. 450 รอบต่อนาที ข. 900 รอบต่อนาที ค. 225 รอบต่อนาที ง. 150 รอบต่อนาที				
24. “ระบบเฟืองตรงสองชั้นมีอัตราทดรวม 1:16 ต้องการให้เพลาลำดับสุดท้ายหมุน 100 รอบต่อนาที” จากสถานการณ์ดังกล่าว ความเร็วรอบของเพลาลำดับตรงตามข้อใด ก. 1,600 รอบต่อนาที ข. 800 รอบต่อนาที ค. 400 รอบต่อนาที ง. 200 รอบต่อนาที				
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้			ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	แบบทดสอบ	7 / 10
25. “ระบบเฟืองสองชั้นประกอบด้วยเฟืองตัวขับ (A) 25 ฟัน เฟืองกลาง (B) 50 ฟัน และเฟืองตัวตาม (C) 100 ฟัน” จงหาค่าอัตราทดรวมของระบบนี้ ก. 2:1 ข. 3:1 ค. 4:1 ง. 12:1 26. “ระบบเฟืองสองชั้นประกอบด้วยเฟืองตัวขับ (A) 30 ฟัน เฟืองกลาง (B) 60 ฟัน และเฟืองตัวตาม (C) 120 ฟัน” จากสถานการณ์ดังกล่าว อัตราทดรวมตรงตามข้อใด ก. 2:1 ข. 3:1 ค. 6:1 ง. 12:1 27. ข้อใดกล่าวถึงความแตกต่างหลักระหว่างเฟืองตรงชั้นเดียวและสองชั้น ได้ถูกต้อง ก. เฟืองสองชั้นสามารถเพิ่มแรงบิดได้มากกว่า ข. เฟืองสองชั้นมีความเร็วรอบน้อยกว่า ค. การส่งกำลังได้แรงบิดเท่ากัน ง. เฟืองชั้นเดียวเงียบกว่า 28. “ระบบเฟืองสองชั้นมีข้อดีอย่างไรเมื่อเทียบกับระบบเฟืองชั้นเดียว” จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดถูกต้อง ก. ใช้สำหรับการส่งกำลังระยะไกล ข. เพิ่มแรงบิดได้มากกว่า ค. ลดขนาดของเฟือง ง. ใช้พื้นที่น้อยลง			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

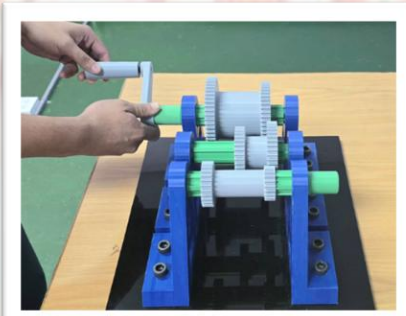
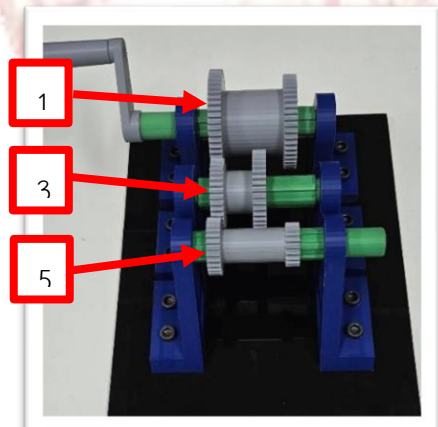
	วิชา : ระบบส่งกำลัง		ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง		แบบทดสอบ	8 / 10
29. จุดเด่นของระบบเฟืองชั้นเดียวตรงตามข้อใด ก. ลดการสูญเสียพลังงานจากการเสียดทาน ข. ลดการเคลื่อนที่ของฟันเฟือง ค. ส่งกำลังได้แรงบิดสูงกว่า ง. ประหยัดพื้นที่ติดตั้ง				
30. “เครื่องจักรต้องการลดความเร็วรอบจาก 3,000 รอบต่อนาที เหลือ 250 รอบต่อนาที” จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดถูกต้อง ก. ใช้เฟืองตรงสองชั้น อัตราทดชั้นละ 1:6 ข. ใช้เฟืองตรงสองชั้น อัตราทดชั้นละ 1:4 ค. ใช้เฟืองตรงชั้นเดียว อัตราทด 1:8 ง. ใช้เฟืองตรงชั้นเดียว อัตราทด 1:12				
31. “ระบบส่งกำลังต้องการพื้นที่ติดตั้งน้อยที่สุด และมีอัตราทด 1:25” จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดเหมาะสมที่สุด ก. เฟืองตรงสองชั้น ชั้นที่ 1 อัตราทด 1:5 ชั้นที่ 2 อัตราทด 1:3 ข. เฟืองตรงชั้นเดียว เฟืองขับ 12 ฟัน เฟืองตาม 300 ฟัน ค. เฟืองตรงชั้นเดียว เฟืองขับ 20 ฟัน เฟืองตาม 500 ฟัน ง. เฟืองตรงสองชั้น ชั้นละ 1:5				
32. “ระบบส่งกำลังที่ต้องการความแม่นยำสูง และมีอัตราทดรวม 1:36” จากสถานการณ์ดังกล่าว ข้อใดเหมาะสมที่สุด ก. เฟืองตรงสองชั้น ชั้นที่ 1 อัตราทด 1:4 ชั้นที่ 2 อัตราทด 1:9 ข. เฟืองตรงชั้นเดียว เฟืองขับ 15 ฟัน เฟืองตาม 540 ฟัน ค. เฟืองตรงชั้นเดียว เฟืองขับ 10 ฟัน เฟืองตาม 360 ฟัน ง. เฟืองตรงสองชั้น อัตราทดชั้นละ 1:6				
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้			ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

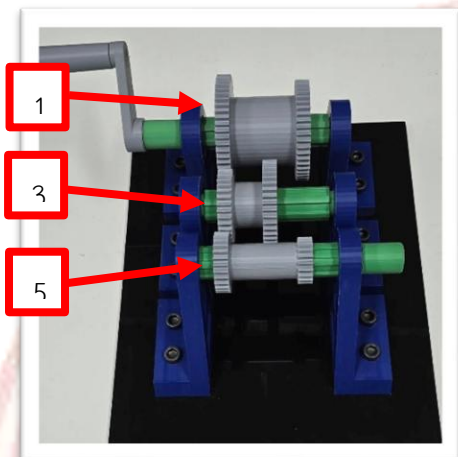
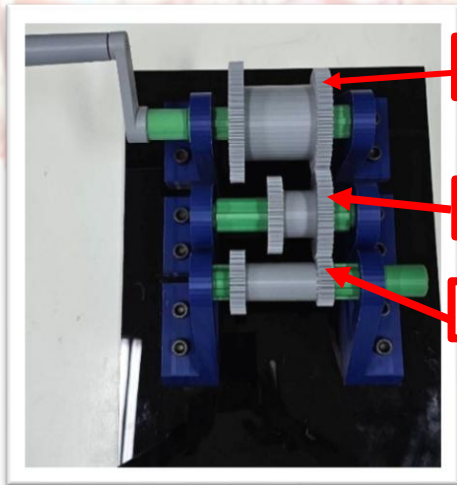
	วิชา : ระบบส่งกำลัง		ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง		แบบทดสอบ	9 / 10
33. “ระบบส่งกำลังเฟืองตรงที่ต้องการความเร็วคงที่” จากสถานการณ์ดังกล่าว เฟืองประเภทใดเหมาะสมที่สุด				
ก. เฟืองฟันละเอียด				
ข. เฟืองแบบเกลียว				
ค. เฟืองฟันหยาบ				
ง. เฟืองฟันโค้ง				
34. “โรงงานผลิตอาหารต้องการระบบส่งกำลังที่สะอาด บำรุงรักษาง่าย และทนทาน” จากสถานการณ์ดังกล่าว วัสดุของเฟืองตรงแบบใดเหมาะสมที่สุด				
ก. เฟืองตรงเหล็กหล่อ เคลือบผิวแข็ง				
ข. เฟืองตรงสแตนเลส เกรดอาหาร				
ค. เฟืองตรงพลาสติกวิศวกรรม				
ง. เฟืองตรงเหล็กกล้า ชุบแข็ง				
35. “เฟืองตรงในงานที่ต้องการความแม่นยำสูง” จากสถานการณ์ดังกล่าว เฟืองแบบใดเหมาะสมที่สุด				
ก. เฟืองฟันละเอียด				
ข. เฟืองฟันหยาบ				
ค. เฟืองก้านปลา				
ง. เฟืองเฉียง				
36. “เครื่องจักรที่ต้องทำงานต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง และรับแรงกระแทกสูง” จากสถานการณ์ดังกล่าว วัสดุเฟืองตรงแบบใดเหมาะสมที่สุด				
ก. เฟืองตรงเหล็กกล้าผ่านกระบวนการชุบแข็ง				
ข. เฟืองตรงทองเหลือง				
ค. เฟืองตรงอลูมิเนียม				
ง. เฟืองตรงเหล็กหล่อ				
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้			ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

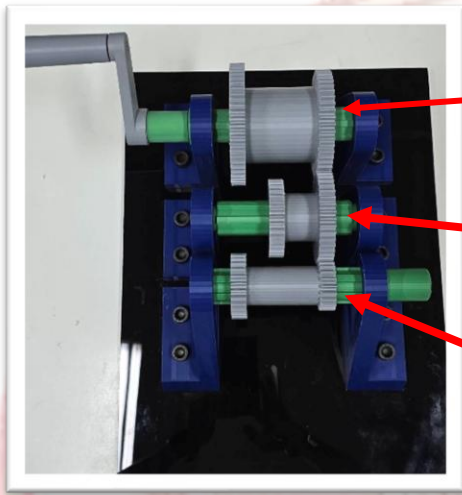
	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
--	---------------------	---------------------------

	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	แบบทดสอบ	10 / 10
37. “ต้องการส่งกำลังระหว่างเพลาคี่ขนานกันในระยะห่างมากๆ” จากสถานการณ์ดังกล่าว เฟืองชนิดใดเหมาะสมที่สุด ก. เฟืองสะพาน (Rack and Pinion) ข. เฟืองโซ่ (Chain and Sprocket) ค. เฟืองดอกจอก (Bevel Gear) ง. เฟืองตรง (Spur Gear) 38. “เปลี่ยนการเคลื่อนที่แบบหมุนให้เป็นแบบเส้นตรง” จากสถานการณ์ดังกล่าว เฟืองชนิดใดเหมาะสมที่สุด ก. เฟืองสะพาน ข. เฟืองหนอน ค. เฟืองเฉียง ง. เฟืองตรง 39. “ต้องการส่งกำลังระหว่างเพลาคี่ตั้งฉากกัน” จากสถานการณ์ดังกล่าว เฟืองชนิดใดเหมาะสมที่สุด ก. เฟืองดอกจอก ข. เฟืองสะพาน ค. เฟืองเฉียง ง. เฟืองตรง 40. “ลักษณะของงานที่ต้องการอัตราทดสูงๆ และเสียงไม่ดัง” จากสถานการณ์ดังกล่าว เฟืองชนิดใดเหมาะสมที่สุด ก. เฟืองสะพาน ข. เฟืองหนอน ค. เฟืองตรง ง. เฟืองโซ่			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

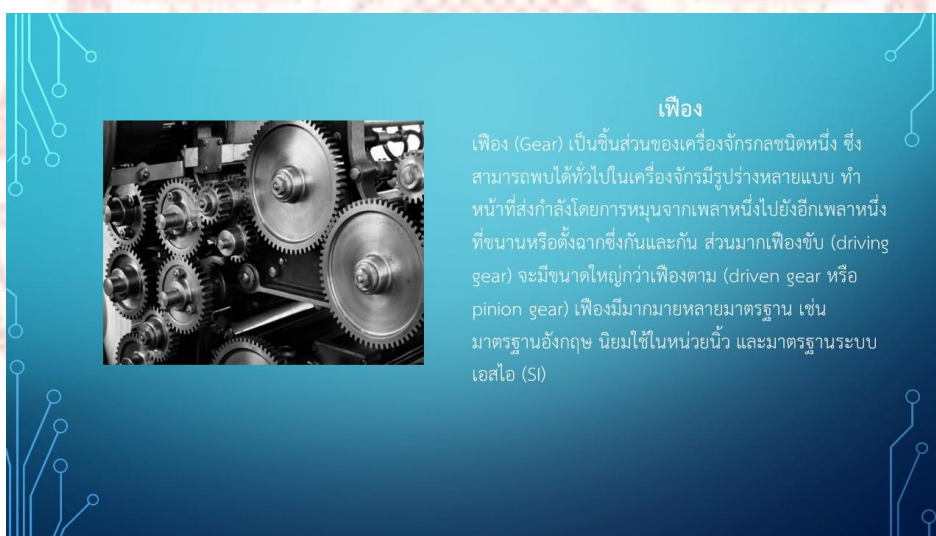
	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	ใบเฉลย	1/1
เฉลยแบบทดสอบ 1. ก 2. ก 3. ค 4. ก 5. ก 6. ค 7. ข 8. ง 9. ข 10. ข 11. ค 12. ค 13. ค 14. ก 15. ง 16. ง 17. ก 18. ค 19. ง 20. ข 21. ก 22. ง 23. ง 24. ก 25. ข 25. ข 26. ค 27. ก 28. ข 29. ก 30. ก 31. ง 32. ก 33. ก 34. ข 35. ก 36. ก 37. ข 38. ก 39. ก 40. ข			
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง		ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง		ใบมอบหมายงาน	1 / 3
คำสั่ง				
1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานจนเข้าใจ 2. เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อม 3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน				
วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์				
1. ชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลัง 2. ใบงาน 3. แบบบันทึก				
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน				
		ขั้นตอนที่ 1 1. นำชุดฝึกทักษะมาวางบนโต๊ะปฏิบัติงานที่มีผิวเรียบ 2. นำแขนหมุนมาประกอบเข้ากับด้ามเพลาลำดับเลข 1 ด้านซ้าย		
		ขั้นตอนที่ 2 2.1 จัดเรียงให้เฟืองตัวที่ 1, 3, 5 เรียงต่อกันโดยให้เฟืองทั้ง 3 ตัวขบกัน 2.2 หมุนมือหมุนแล้วให้รอบของเพลาคือ 1 หมุนให้ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที 2.3 ให้นักเรียนสังเกตว่าเฟืองตัวที่ 3 และ 5 มีความเร็วรอบเท่าใด หมายเหตุ เฟืองตัวที่ 1 มีจำนวนฟันเฟือง 56 เฟืองตัวที่ 3 มีจำนวนฟันเฟือง 35 เฟืองตัวที่ 5 มีจำนวนฟันเฟือง 28		
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้			ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

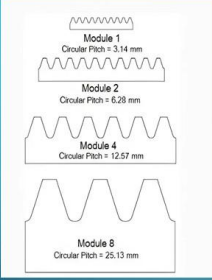
	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	ใบมอบหมายงาน	2 / 3
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน			
	ขั้นตอนที่ 3 3.1 คำนวณหาอัตราทดของเฟืองกลุ่มที่ 1 ชุดที่ 1 คือระหว่างเฟืองตัวที่ 1 และตัวที่ 3 ว่ามีอัตราทดเท่าใด 3.2 คำนวณหาอัตราทดของเฟืองกลุ่มที่ 2 ชุดที่ 2 คือระหว่างเฟืองตัวที่ 3 และตัวที่ 5 ว่ามีอัตราทดเท่าใด		
	ขั้นตอนที่ 4 4.1 จัดเรียงให้เฟืองตัวที่ 2, 4, 6 เรียงต่อกันโดยให้เฟืองทั้ง 3 ตัวขบกัน 4.2 หมุนมือหมุนแล้วให้รอบของเพลาคือ 1 หมุนให้ได้ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที 4.3 ให้นักเรียนสังเกตว่าเฟืองตัวที่ 4 และ 6 มีความเร็วรอบเท่าใด หมายเหตุ เฟืองตัวที่ 2 มีจำนวนฟันเฟือง 49 เฟืองตัวที่ 4 มีจำนวนฟันเฟือง 42 เฟืองตัวที่ 6 มีจำนวนฟันเฟือง 21		
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	ใบมอบหมายงาน	3 / 3
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน			
	ขั้นตอนที่ 5 5.1 คำนวณหาอัตราทดของเฟืองกลุ่มที่ 3 ชุดที่ 1 คือ ระหว่างเฟืองตัวที่ 2 และตัวที่ 4 ว่ามีอัตราทดเท่าใด 5.2 คำนวณหาอัตราทดของเฟืองกลุ่มที่ 4 ชุดที่ 2 คือ ระหว่างเฟืองตัวที่ 4 และตัวที่ 6 ว่ามีอัตราทดเท่าใด		
	ขั้นตอนที่ 6 6.1 ทำความสะอาดชุดเฟืองที่กักขยะ และเก็บอุปกรณ์เข้ากล่อง 6.2 ทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติงาน		
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

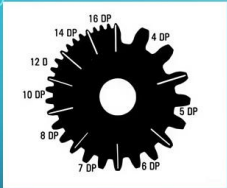
	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	สื่อการสอน	1 / 7



แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	สื่อการสอน	2 / 7
1.ประเภทของเฟือง มีการแบ่งประเภทของเฟือง 2 ระบบ คือ  เฟืองตรง (spur gears) 1.ระบบเมตริก (Metric) ในระบบเมตริกนั้นจะวัดขนาดเป็นมิลลิเมตร เราเรียกเฟืองระบบนี้ว่า เฟืองโมดูล (Module) ขนาดของโมดูลเฟืองจะมีค่าซึ่งกำหนดไว้เป็นมาตรฐาน 2. ระบบอังกฤษจะวัดขนาดเป็นนิ้ว เรียกเฟืองระบบนี้ว่า เฟืองดีพี (DP=Diameter Pitch)  1.1 ระบบเมตริกหรือเฟืองโมดูล (Module, M) - เฟืองระบบเมตริกหรือเฟืองโมดูลเป็นเฟืองที่ใช้หน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร โดยเรียกขนาดความโตของเฟืองว่าโมดูล ถ้าเฟืองโมดูลเลขน้อยจะมีขนาดฟันเฟืองเล็กถ้าเฟืองโมดูลเลขมากจะมีฟันเฟืองขนาดใหญ่ (Module, m) ดังสมการ - โมดูล $m = Cp / \pi$ (1) - Circular Pitch $Cp = m$ (2) - เมื่อ CP คือ Circular Pitch หรือระยะห่างจากฟันถึงฟันของเฟือง π คือ ค่าคงที่ 3.14			
แผนจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	สื่อการสอน	3 / 7



- 1. ระบบอังกฤษหรือเฟือง DP (Diametral Pitch, DP)
- เป็นเฟืองที่มีหน่วยวัดเป็นหน่วยอังกฤษหรือเฟืองดีพี(DP Gear) คือหน่วยวัดที่เป็นนิ้วโดยที่ Diametral Pitch หมายถึงจำนวนฟันของเฟืองที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว เป็นที่นิยมใช้ในอเมริกาและประเทศอังกฤษ เฟืองดีพีเลขน้อยจะมีฟันเฟืองใหญ่ถ้าเฟืองดีพีเลขมากจะมีขนาดฟันเฟืองเล็ก
- โดยเป็นไปดังสมการ
- $$DP = \frac{N}{PD} \dots\dots\dots (3)$$
- เมื่อ DP คือ ขนาดของเฟือง, ฟัน/เส้นผ่าศูนย์กลาง, นิ้ว
N คือ จำนวนฟันที่อยู่บนเฟือง
PD คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของเฟือง, นิ้ว



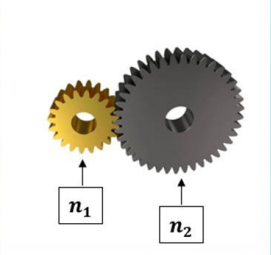
2. เฟืองตรง

เฟืองตรง (SPUR GEARS)

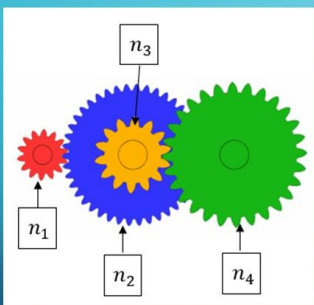
เป็นเฟืองที่นิยมใช้กันมากที่สุดหาซื้อได้ง่ายมีประสิทธิภาพการทำงานที่สูง และง่ายในการประกอบ ไม่มีแรงรุนที่เกิดขึ้นในแนวแกน การทำงานและหน้ากว้างของเฟืองตรง สามารถเพิ่มได้เพื่อให้เกิดผิวสัมผัสมากขึ้น จะช่วยลดการสึกหรอให้น้อยลงได้ เป็นเฟืองที่มีโครงสร้างง่ายไม่สลับซับซ้อน มีลักษณะเฉพาะฟันของเฟืองจะเป็นแนวขนานไปกับรูเพลลา มักถูกนำมาใช้ในระบบส่งกำลัง

แผนจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	สื่อการสอน	4 / 7
 ▪ ข้อดี คือ ประสิทธิภาพในการใช้งานสูง ประกอบง่าย ชีพินจัดวางในแนวนอนก็พร้อมใช้งาน และสูญเสียพลังงานต่ำเพราะแรงเสียดทานน้อย ▪ ข้อเสีย คือ เวลาใช้งานแล้วรอบเริ่มเร็ว จะมีเสียงดังมาก ใช้งานแบบคู่ขนานได้เท่านั้น ความแข็งแรงค่อนข้างน้อยกว่าเฟืองชนิดอื่น ๆ 			
  3. เฟืองสะพาน (Gear Rack & Pinion) เฟืองสะพานมีลักษณะเป็นแท่งยาวตรง มีฟันเฟืองอยู่ด้านบนและมีเฟืองตรงอยู่ด้านล่างขบอยู่กับส่วนที่เป็นฟันเฟืองของเฟืองสะพาน มีหน้าที่ในการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่หรือการเคลื่อนที่กลับไปกลับมา เฟืองสะพานถูกใช้ในเครื่องจักรอัตโนมัติต่าง ๆ เช่น เครื่องจักรผลิตชิ้นส่วนรถยนต์อัตโนมัติ 			
แผนจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	สื่อการสอน	5 / 7
 4. เฟืองวงแหวน (INTERNAL GEAR) เฟืองวงแหวนมีรูปร่างลักษณะกลมเช่นเดียวกับเฟืองตรงแต่ฟันเฟืองจะอยู่ด้านในของวงกลม และต้องใช้คู่กับเฟืองตรงที่มีขนาดเล็กกว่าขบอยู่ภายในเฟืองวงแหวน อัตราทดสามารถออกแบบให้มากหรือน้อยได้โดยขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองตัวนอกและเฟืองตัวใน ถ้าเฟืองตัวในเล็กกว่าเฟืองตัวนอกมาก อัตราทดก็จะมากโดยเฟืองตัวในจะทำหน้าที่เป็นตัวขับเคลื่อน			
 6. การคำนวณระบบส่งกำลังด้วย 6.1 การคำนวณการส่งกำลังด้วยเฟืองแบบอัตราทดชั้นเดียว $\text{อัตราทด (i)} = \frac{\text{ความเร็วรอบเฟืองขับ}}{\text{ความเร็วรอบเฟืองตาม}} = \frac{n_1}{n_2}$ หรือ $\text{อัตราทด (i)} = \frac{\text{จำนวนฟันเฟืองตาม}}{\text{จำนวนฟันเฟืองขับ}} = \frac{z_2}{z_1}$ หรือ $\text{ความเร็วรอบ (N)} = \frac{n_1}{n_2} \times \frac{z_2}{z_1}$			
แผนจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลาว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อิงทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	สื่อการสอน	6 / 7



7.1 การคำนวณการส่งกำลังด้วยเฟืองแบบอัตราทดหลายชั้น

อัตราทดชั้นที่ 1

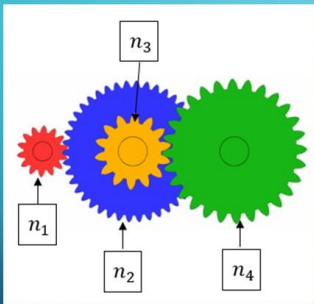
อัตราทด (i_1) = $\frac{\text{ความเร็วรอบเฟืองขับ}}{\text{ความเร็วรอบเฟืองตาม}} = \frac{n_1}{n_2}$

หรือ

อัตราทด (i_1) = $\frac{\text{จำนวนฟันเฟืองตาม}}{\text{จำนวนฟันเฟืองขับ}} = \frac{z_2}{z_1}$

หรือ

ความเร็วรอบ (N_1) = $\frac{n_1}{n_2} \times \frac{z_2}{z_1}$



อัตราทดชั้นที่ 2

อัตราทด (i_2) = $\frac{\text{ความเร็วรอบเฟืองขับ}}{\text{ความเร็วรอบเฟืองตาม}} = \frac{n_3}{n_4}$

หรือ

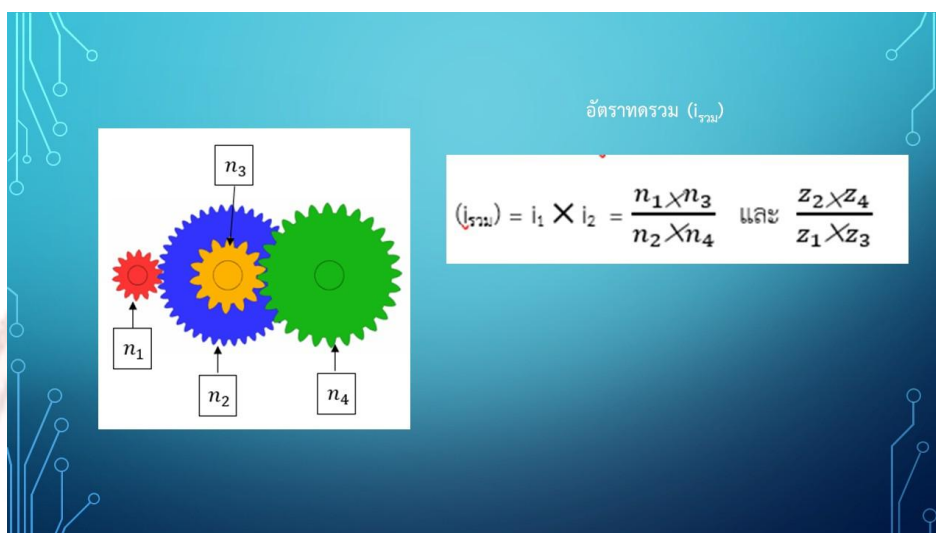
อัตราทด (i_2) = $\frac{\text{จำนวนฟันเฟืองตาม}}{\text{จำนวนฟันเฟืองขับ}} = \frac{z_4}{z_3}$

หรือ

ความเร็วรอบ (N_2) = $\frac{n_3}{n_4} \times \frac{z_4}{z_3}$

แผนจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	สื่อการสอน	7 / 7



แผนจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้	ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง



วิชา : ระบบส่งกำลัง

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง

คู่มือครู

1/2

คู่มือครูสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

1. ให้นำเนื้อหาวิชา ระบบส่งกำลัง เรื่อง ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจในสิ่งที่พบเป็นปัญหาในชีวิตประจำวันซึ่งสามารถใช้ทักษะการตั้งคำถามด้วยหลัก 5W1H เมื่อเกิดปัญหาหรือความต้องการคำถามจากหลัก 5W1H ซึ่งประกอบด้วย

- **Who** เป็นการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับบุคคลปัญหาหรือความต้องการ
- **What** เป็นการตั้งคำถามว่าอะไรคือปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์นั้น ๆ
- **When** เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใด
- **Where** เป็นการตั้งคำถามปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นที่ไหน
- **Why** เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์สาเหตุว่าทำไมถึงเกิดปัญหาหรือความต้องการ
- **How** เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่นั้นจะสามารถทำได้ด้วยวิธีการอย่างไร

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

ขั้นตอนนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความต้องการ เพื่อหาวิธีการที่หลากหลายสำหรับใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 โดยการค้นหาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่นสอบถามจากผู้รู้ สืบค้นหรือสำรวจจากสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้จะเป็นการศึกษาค้นคว้าความรู้ทั้งวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์แล้วสรุปเป็นสารสนเทศและวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการโดยวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการอาจมีได้มากกว่าหนึ่งวิธี

ชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง

ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว

แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง



วิชา : ระบบส่งกำลัง

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง

คู่มือครู

2/2

จากนั้นจึงพิจารณาและเลือกวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการในประเด็นต่าง ๆ เช่น ข้อดี ข้อเสีย ความสอดคล้องและการนำไปใช้ได้จริงของวิธีการแต่ละวิธี ดังนั้นวิธีการที่จะถูกพิจารณาคัดเลือกจะอยู่ภายใต้กรอบของปัญหาหรือความต้องการมาเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือก

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

เป็นขั้นตอนของการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการโดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมในขั้นที่ 2 ซึ่งขั้นตอนนี้จะช่วยสื่อสารแนวคิดของการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจโดยผ่านวิธีการต่าง ๆ เช่น การร่างภาพ และการอธิบาย

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

เป็นขั้นตอนการวางลำดับขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ จากนั้นจึงลงมือสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

เป็นขั้นตอนของการตรวจสอบและประเมินชิ้นงานวิธีการที่สร้างขึ้นว่า สามารถทำงานหรือใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไรและควรปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการในส่วนใดควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร แล้วจึงดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในส่วนนั้นจนได้ชิ้นงานวิธีการที่สอดคล้องตามรูปแบบที่ออกแบบไว้

ชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง

ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว

แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง



วิชา : ระบบส่งกำลัง

ภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ

เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง

คู่มือครู

2/2

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

เป็นขั้นตอนของการคิดวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ

จากที่กล่าวมาข้างต้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน เป็นแนวคิดที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้โดยผู้สอนสามารถพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมขั้นที่ 1 ระบุปัญหามาเป็นส่วนของขั้นนำของการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นการกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้ผู้เรียน เพื่อที่ผู้เรียนจะได้ทำการวิเคราะห์เพื่อกำหนดปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์นั้น สำหรับขั้นที่ 2 ถึงขั้นที่ 6 ของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถจัดอยู่ในส่วนของขั้นพัฒนาผู้เรียน ส่วนขั้นสรุปของการเรียนเป็นการสรุปร่วมกันถึงองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์

<https://www.scimath.org/article-science/item/12485-1-2>

ชุดฝึกทักษะ เรื่องระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง

ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว

แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง



วิชา : ระบบส่งกำลัง

ภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ

เรื่อง : ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง

บันทึกหลังสอน 1

คำอธิบาย บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ในการจัดการเรียนการสอน แต่ละครั้ง สิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องคิดเพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้ว่า เรื่องอะไร จะใช้วิธีใดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามนั้น และจะรู้ได้อย่างไรว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่ ดังนั้นสิ่งสำคัญที่เป็นจุดใหญ่ของการทำแผนการจัดการเรียนรู้ คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งทั้ง ๓ สิ่งนี้ต้องสอดคล้องสัมพันธ์กัน และที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ครูผู้สอนจะต้องทำ คือ เทคนิคการนำเอาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม หรือ ที่เรียกว่าจิตพิสัย เข้าไปบูรณาการ ในจุดประสงค์การเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

2. ปัญหา อุปสรรคที่พบ

3. การแก้ไข้ปัญหา

1) ผลการแก้ไข้ปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน

ชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง

ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว

แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง



วิชา : ระบบส่งกำลัง

ภาควิชาครุศาสตร์ศรีสะเกษ

เรื่อง : ระบบส่งกำลังของเฟืองชุดหัวเครื่องกลึง

บันทึกหลังสอน 1

2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

.....

.....



ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชา ระบบส่งกำลัง

1. การนำเข้าสู่บทเรียน



ภาพที่ จ-1 ภาพการนำเข้าสู่บทเรียน

2. อธิบายเนื้อหาของบทเรียน



ภาพที่ จ-2 ภาพการอธิบายเนื้อหาของบทเรียน

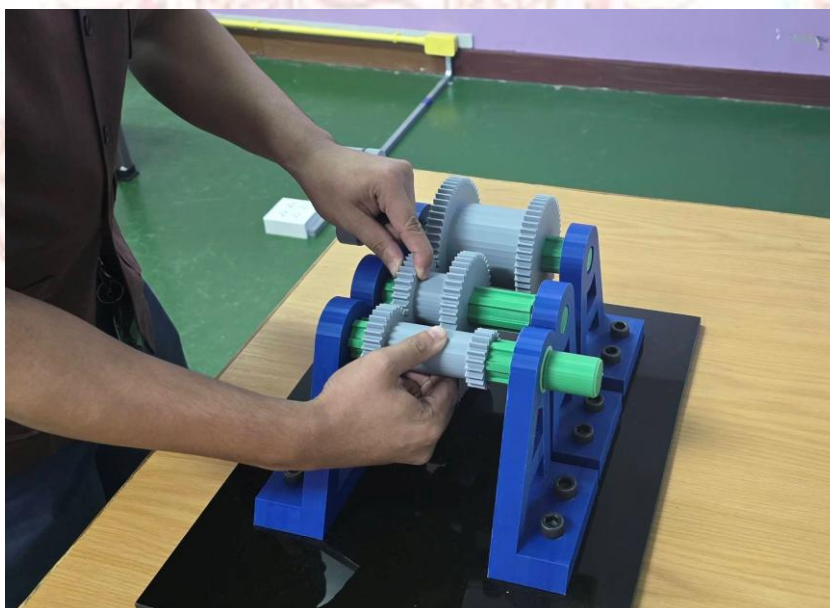
3. ขั้นตอนการสาธิตการใช้ชุดฝึกระบบส่งกำลัง



ภาพที่ จ-3 ภาพการการสาธิตการใช้ชุดฝึกระบบส่งกำลัง

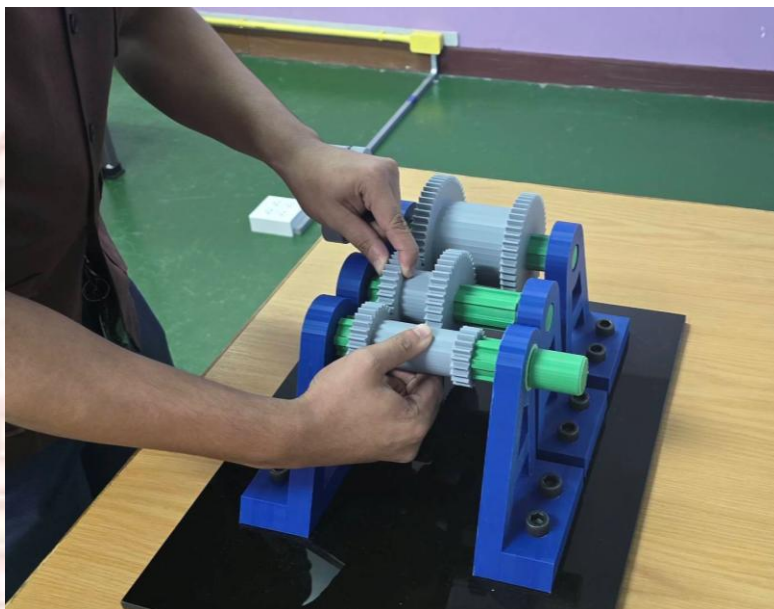
4. ขั้นตอนการปฏิบัติใช้ชุดฝึกทักษะของนักเรียน

4.1 การประกอบชุดฝึกทักษะ

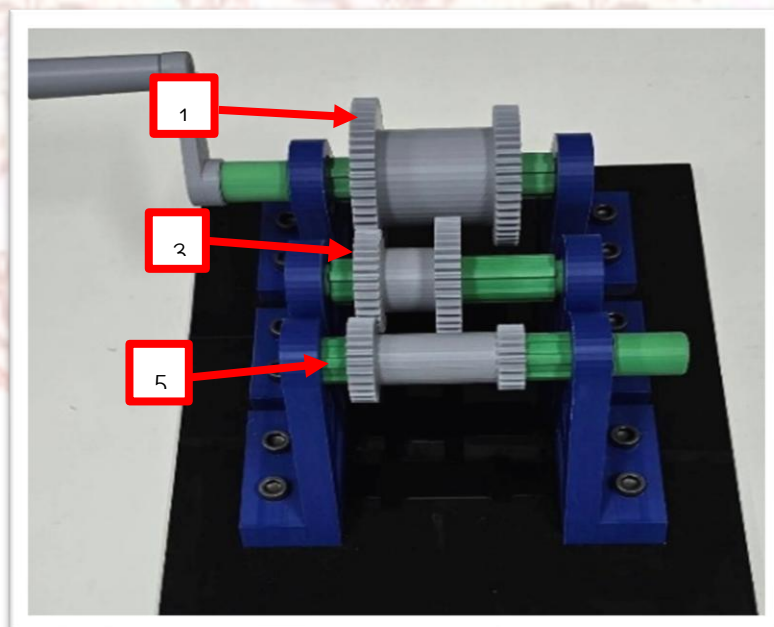


ภาพที่ จ-4 การประกอบชุดฝึกทักษะ

4.2 การประกอบชุดเฟือง ชุดที่ 1 โดยให้เฟืองตัวที่ 1, 3, 5 เรียงตรงกันเพื่อคำนวณหาความเร็วรอบของชุดที่ 1

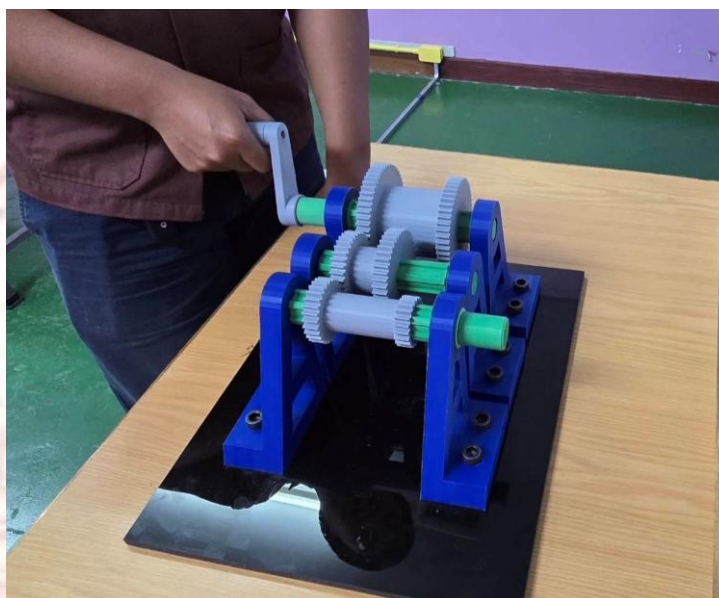


ภาพที่ จ-5 การประกอบชุดเฟือง ชุดที่ 1



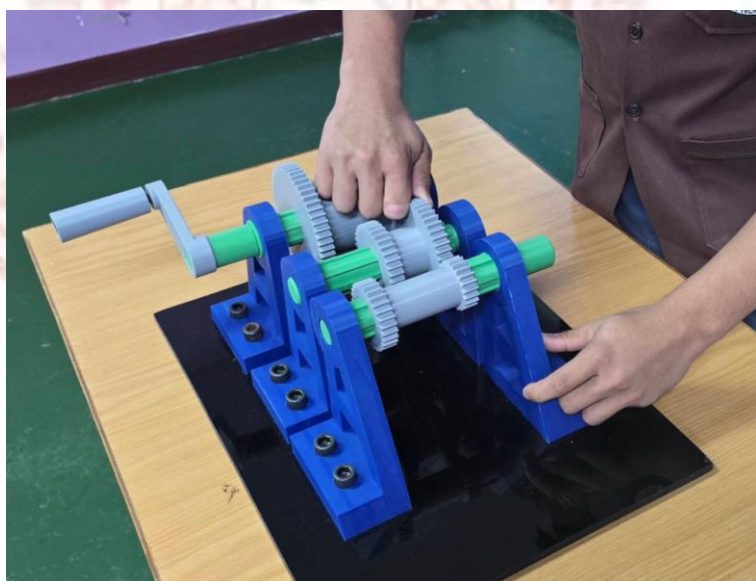
ภาพที่ จ-5 การประกอบชุดเฟือง ชุดที่ 1

4.3 นักเรียนทดลองหมุนเฟืองเพื่อเรียนรู้การทำงานของชุดเฟืองที่ 1

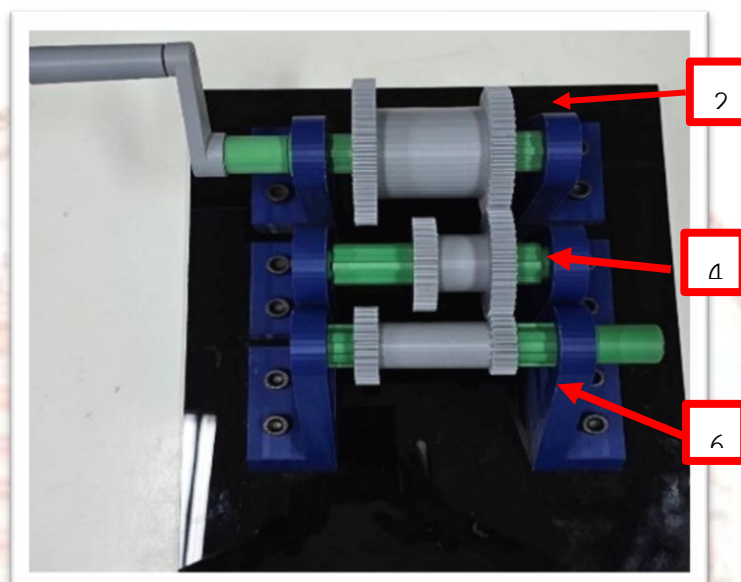


ภาพที่ จ-6 นักเรียนทดลองหมุนเฟืองชุดที่ 1

4.4 การประกอบชุดเฟือง ชุดที่ 2 โดยให้เฟืองตัวที่ 2, 4, 6 เรียงตรงกันเพื่อคำนวณหาความเร็วรอบของชุดที่ 2

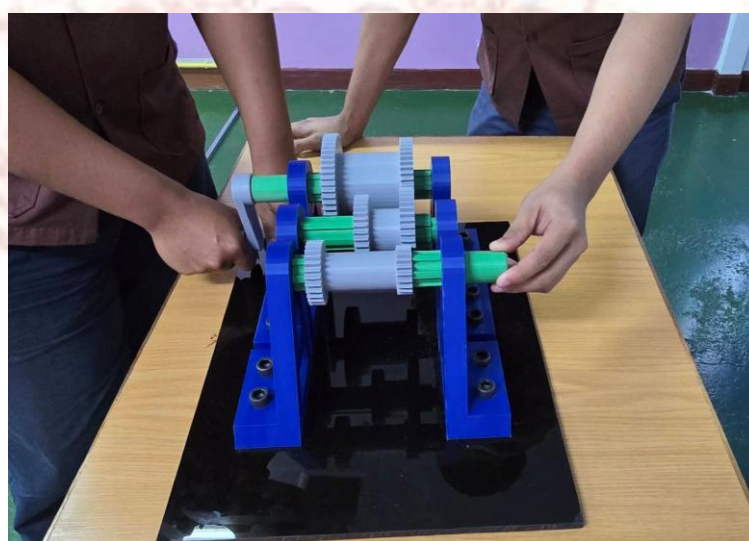


ภาพที่ จ-7 การประกอบชุดเฟือง ชุดที่ 2



ภาพที่ จ-8 การประกอบชุดเฟือง ชุดที่ 2

4.5 นักเรียนทดลองหมุนเฟืองเพื่อเรียนรู้การทำงานของชุดเฟืองที่ 2



ภาพที่ จ-9 นักเรียนทดลองหมุนเฟืองชุดที่ 2

4.6 นักเรียนส่งตัวแทนมาอภิปรายผลการเรียนในรายวิชา ระบบส่งกำลัง



ภาพที่ จ-10 นักเรียนออกมาอภิปรายผลการทดลองใช้ชุดฝึก

4.7 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชา ระบบส่งกำลัง



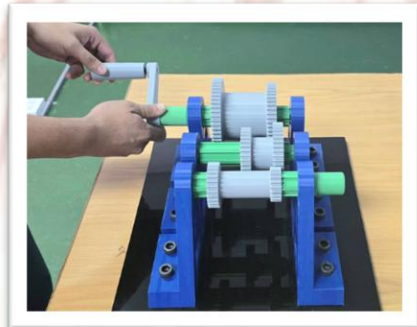
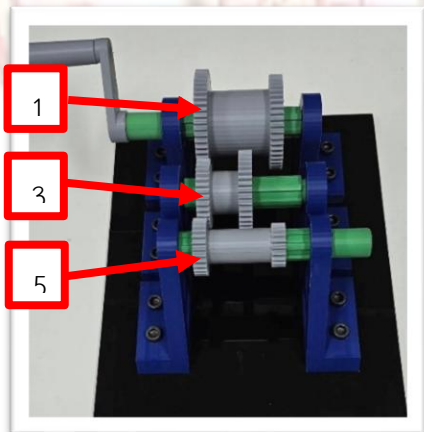
ภาพที่ จ-11 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

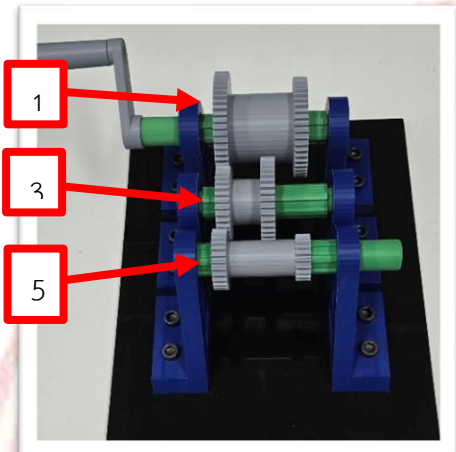
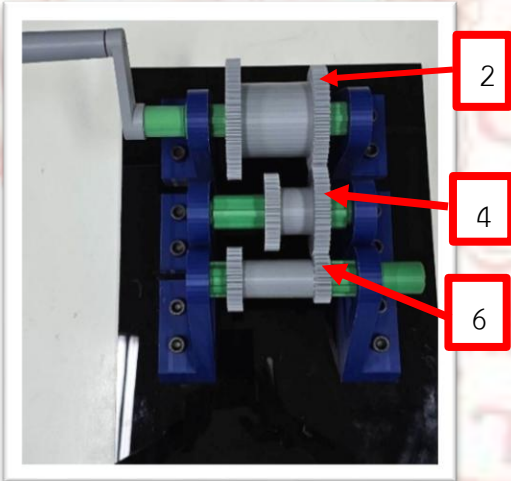
4.8 ครูผู้สอนสรุปเนื้อหาวิชาท้ายชั่วโมง

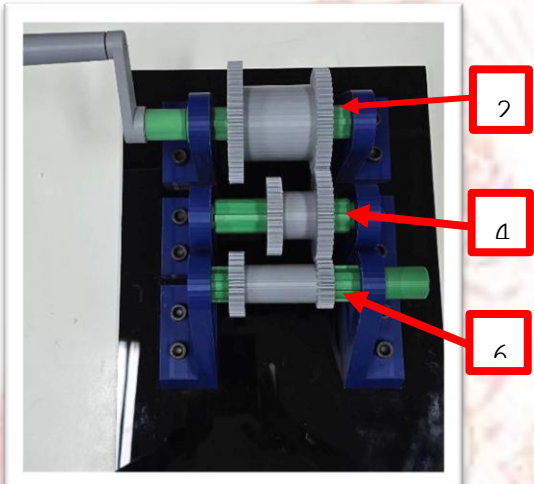


ภาพที่ จ-12 ครูผู้สอนสรุปเนื้อหาวิชาท้ายชั่วโมง



	วิชา : ระบบส่งกำลัง		ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง		คู่มือการใช้งาน	1 / 3
คำสั่ง				
1. ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานจนเข้าใจ				
2. เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อม				
3. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนของใบมอบหมายงาน				
วัสดุ/เครื่องมือ/อุปกรณ์				
4. ชุดฝึกทักษะเรื่องระบบส่งกำลัง				
5. แขนหมุน				
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน				
			ขั้นตอนที่ 1	
			1. นำชุดฝึกทักษะมาวางบนโต๊ะปฏิบัติงานที่มีผิวเรียบ	
			2. นำแขนหมุนมาประกอบเข้ากับด้ามเพลาลำดับเลข 1 ด้านซ้าย	
			ขั้นตอนที่ 2	
			2.1 จัดเรียงให้เฟืองตัวที่ 1, 3, 5 เรียงต่อกันโดยให้เฟืองทั้ง 3 ตัวขบกัน	
			2.2 หมุนมือหมุนแล้วให้รอบของเพลาคือ 1 หมุนให้ได้ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที	
			2.3 ให้นักเรียนสังเกตว่าเฟืองตัวที่ 3 และ 5 มีความเร็วรอบเท่าใด	
			หมายเหตุ เฟืองตัวที่ 1 มีจำนวนฟันเฟือง 56	
			เฟืองตัวที่ 3 มีจำนวนฟันเฟือง 35	
			เฟืองตัวที่ 5 มีจำนวนฟันเฟือง 28	
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้			ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง		ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง		คู่มือการใช้งาน	2 / 3
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน				
		ขั้นตอนที่ 3 3.1 คำนวณหาอัตราทดของเฟืองกลุ่มที่ 1 ชุดที่ 1 คือระหว่างเฟืองตัวที่ 1 และตัวที่ 3 ว่ามีอัตราทดเท่าใด 3.3 คำนวณหาอัตราทดของเฟืองกลุ่มที่ 2 ชุดที่ 2 คือระหว่างเฟืองตัวที่ 3 และตัวที่ 5 ว่ามีอัตราทดเท่าใด		
		ขั้นตอนที่ 4 4.1 จัดเรียงให้เฟืองตัวที่ 2, 4, 6 เรียงต่อกันโดยให้เฟืองทั้ง 3 ตัวขบกัน 4.2 หมุนมือหมุนแล้วให้รอบของเพลาคือ 1 หมุนให้ได้ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที 4.3 ให้นักเรียนสังเกตว่าเฟืองตัวที่ 4 และ 6 มีความเร็วรอบเท่าใด หมายเหตุ เฟืองตัวที่ 2 มีจำนวนฟันเฟือง 49 เฟืองตัวที่ 4 มีจำนวนฟันเฟือง 42 เฟืองตัวที่ 6 มีจำนวนฟันเฟือง 21		
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้			ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : ระบบส่งกำลัง	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : ระบบส่งกำลังชุดเฟืองหัวเครื่องกลึง	คู่มือการใช้งาน	3 / 3
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน			
	ขั้นตอนที่ 5 5.1 คำนวณหาอัตราทดของเฟืองกลุ่มที่ 3 ชุดที่ 1 คือ ระหว่างเฟืองตัวที่ 2 และตัวที่ 4 ว่ามีอัตราทดเท่าใด 5.3 คำนวณหาอัตราทดของเฟืองกลุ่มที่ 4 ชุดที่ 2 คือ ระหว่างเฟืองตัวที่ 4 และตัวที่ 6 ว่ามีอัตราทดเท่าใด		
	ขั้นตอนที่ 6 6.1 ทำความสะอาดชุดเฟืองทักกะ และเก็บอุปกรณ์เข้ากล่อง 6.2 ทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติงาน		
แผนการจัดกิจกรรมตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้		ผู้สอน นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลาว	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายพงษ์ศักดิ์ คำเปลว
ชื่อการค้นคว้าอิสระ	การพัฒนาชุดฝึกทักษะระบบส่งกำลังของเฟืองในชุดหัวเครื่องกลึง ร่วมกับการเรียนรู้ตามกระบวนการเชิง วิศวกรรม สำหรับนักเรียน ระดับ ประกาศนียบัตร วิชาชีพประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
สาขาวิชา	วิศวกรรมการผลิต และอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม เกล้าพระนครเหนือ
ประวัติ	ประวัติการศึกษา ปริญญาตรี : ปีการศึกษา 2543 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตร วิชาชีพครูชั้นสูง (ป.ท.ส.) สาขาวิชา เทคนิคการผลิต วิทยาลัยเทคนิค พิษณุโลก ประวัติการทำงาน : ปี 2558 - ปัจจุบัน ครูผู้สอนแผนกวิชา ช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี จังหวัดราชบุรี : ปี 2556 – ปี 2558 ครูผู้สอนแผนก วิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคราช สีทาราม จังหวัดกรุงเทพมหานคร : ปี 2543 - ปี 2556 ครูผู้สอนแผนก วิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิค ราชบุรี จังหวัดราชบุรี