การพัฒนาสมรรถนะวิศวกรนักปฏิบัติทักษะสูงเพื่อรองรับอุตสาหกรรม 4.0 อย่างยั่งยืน

Competency Developing of Smart Hand-on Engineers for Supporting Sustainable Industry 4.0

วีรญา กรทิพย์

Weeraya Kontip

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน (บัณฑิตศึกษา)
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2564

การพัฒนาสมรรถนะวิศวกรนักปฏิบัติทักษะสูงเพื่อรองรับอุตสาหกรรม 4.0 อย่างยั่งยืน

Competency Developing of Smart Hand-on Engineers for Supporting Sustainable Industry 4.0

วีรญา กรทิพย์

Weeraya Kontip

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน (บัณฑิตศึกษา)
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาสมรรถนะวิศวกรนักปฏิบัติทักษะสูงเพื่อรองรับอุตสาหกรรม 4.0 อย่างยั่งยืน
ชื่อ นามสกุล	วีรญา กรทิพย์
ชื่อปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน)
สาขาวิชา	วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ปริญญ์ บุญกนิษฐ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.กัณวริช พลูปราชญ์)

..... กรรมการ
(ดร.ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร.ปริญญ์ บุญกนิษฐ)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน (บัณฑิตศึกษา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

..... รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ พันธุนะ)

วันที่ 19 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2564

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาสมรรถนะวิศวกรนักปฏิบัติทักษะสูงเพื่อรองรับอุตสาหกรรม 4.0 อย่างยั่งยืน
ชื่อ นามสกุล วีรญา กรทิพย์
ชื่อปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน)
สาขาวิชา และคณะ วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน
คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) วิศวกรรมอุตสาหกรรม จัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการการเรียนกับการทำงาน ทั้งจากการปฏิบัติงานในช่วงวันจันทร์ถึงวันศุกร์ในสายการผลิตเพื่อผลิตสินค้าและศึกษาภาคทฤษฎีในวันเสาร์ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนตลอดภาคเรียน ภายใต้ความร่วมมือโดยสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย (Thai Cutting Tools Manufacturers : TCTM) ซึ่งมีผู้ประกอบการเข้าร่วมโครงการ จำนวน 26 บริษัท

กำหนดแผนพัฒนาผู้เรียนโดยการเรียนรู้ด้วยการพัฒนาโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ (Project based learning : PBL) สำหรับพัฒนาผู้เรียนในวิชา IE.102 กระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร สอดคล้องตามมาตรฐาน CDIO (Standards No.1-4) บูรณาการการเรียนกับการปฏิบัติงาน (Work integrated learning : WiL) สำหรับผู้เรียนจำนวน 27 คน ปฏิบัติงานในสถานประกอบการจำนวน 7 บริษัท ซึ่งเป็นผู้ผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์คัตติ้งทูลส์ (Cutting tools Product) ผลิตภัณฑ์เครื่องมือกล ผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูงและผลิตเครื่องจักรกล ทุกบริษัทเป็นผู้ออกแบบและที่พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่และเป็นการสร้างนวัตกรรม ผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการทำการผลิตสินค้าเพื่อจำหน่ายทั้งในประเทศและต่างประเทศ

ผู้เรียนจึงเรียนรู้โดยปฏิบัติงานในสายการผลิตเพื่อสร้างสินค้าใหม่ตามแผนการผลิตสินค้าใหม่ที่สร้างขึ้นใช้วิธีการผลิตแบบบูรณาการ ประกอบด้วย เครื่องมือกล เครื่องจักรกลอัตโนมัติ การกลึง กัด เจาะ เจียระไน งานตะไบ เชื่อม โลหะแผ่น การใช้เครื่องมือเพื่อประกอบและสร้างเครื่องจักรกล ผู้เรียนจึงปฏิบัติงานเพื่อพัฒนาทักษะการใช้เทคโนโลยีสำหรับสร้างผลิตภัณฑ์ความเที่ยงตรงสูง (High precision) ดังนั้น จึงสามารถประยุกต์การเรียนการสอนและการปฏิบัติงานสอดคล้องกับการสร้างผลิตภัณฑ์เหล่านั้น การพัฒนาผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้สอดคล้องมาตรฐาน CDIO (Standards No. 5) โดยกำหนดให้ผู้เรียนปฏิบัติงานในสถานที่จริง (Workspaces) เพื่อเป็น

ผู้สร้างผลิตภัณฑ์ สอดคล้องตามมาตรฐาน CDIO (Standards No.6) ผู้เรียนทำการสร้างผลิตภัณฑ์ คัตติ้งทูลส์ สอดคล้องมาตรฐาน CDIO (Standard No.7)ประกอบด้วย การสร้างสว่าน (Drills) ผลิตภัณฑ์เจาะนำศูนย์ (Center drills) เอ็นมิลล์ (End mills) รีมเมอร์ (Reamers) แผ่นมีด (Insert tools) ใบตัด (Cutter tools) รวมถึงการสร้างเพลา เฟือง บูช สลักลิ่ม ประกอบชิ้นส่วนในระบบส่งกำลังของเครื่องจักรกล สร้างวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องจักรกล ประกอบมอเตอร์ไฟฟ้าสร้างเครื่องจักรกล และสร้างแม่พิมพ์เพื่อนำไปผลิตสินค้าอีกทอดหนึ่ง

การจัดการเรียนการสอน การประเมินการสอนและการตรวจสอบสมรรถนะผู้เรียน โดยประเมินจากทักษะการเรียนรู้แบบบูรณาการ ผู้เรียนแต่ละคนฝึกปฏิบัติครอบคลุมการพัฒนาทักษะส่วนบุคคลและพัฒนาทักษะระหว่างบุคคล โดยการพัฒนาโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทั้งนี้อยู่ภายใต้การควบคุม การติดตามและการแนะนำของคณะอาจารย์ผู้สอนที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง ในด้านการออกแบบสินค้า การสร้างผลิตภัณฑ์และบริหารการผลิต เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้สอดคล้องตามมาตรฐาน CDIO (Standard No.7) ผู้เรียนปฏิบัติงานฝึกทักษะการตั้งปัญหา (Conceiving) ปฏิบัติการออกแบบ (Designing) ปฏิบัติการนำไปประยุกต์ใช้ (Implementing) และปฏิบัติการนำไปสร้างผลิตภัณฑ์ (Operating) ตามลำดับ ประกอบกับการรายงานความก้าวหน้าผลการทำโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ และประเมินผลการเรียนรู้ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการพัฒนาการศึกษาในโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ ปรากฏว่า ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะพื้นฐานวิศวกรรมตลอดภาคเรียน ประกอบด้วย

1) ทักษะบูรณาการใช้เครื่องจักรกลและเครื่องมือในกระบวนการผลิตพื้นฐานของวิศวกร

2) ทักษะการเขียนแบบ (Drawing) และวิเคราะห์แบบสั่งผลิต

3) ทักษะการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุสำหรับการสร้างผลิตภัณฑ์

4) ทักษะการควบคุมเครื่องจักรกลเพื่อการสร้างผลิตภัณฑ์

5) ทักษะการใช้เครื่องมือวัดละเอียดเพื่อตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์

6) ทักษะการใช้เครื่องมือกลและอุปกรณ์เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

7) ทักษะการเปลี่ยนชิ้นส่วนในการบำรุงรักษาเครื่องจักรกล

8) ทักษะการแก้ไขปัญหาการผลิตชิ้นงานเมื่อชิ้นงานที่ผลิตไม่เป็นไปตามแบบสั่งผลิต

9) ทักษะการวิเคราะห์ขั้นตอนการผลิตและเงื่อนไขการผลิตเพื่อปฏิบัติงานที่สถานีงาน

10) ทักษะการทำงานระหว่างบุคคลโดยการปฏิบัติงานตามหน้าที่และการแก้ไขปัญหาชิ้นงานเสียจากการแนะนำของหัวหน้างาน แก้ไขปัญหาการทำงานกับเพื่อนร่วมงาน และการพัฒนาโครงงาน

ดังนั้น ผู้เรียนจำนวน 27 คน จึงมีประสบการณ์เพิ่มขึ้นจากการปฏิบัติงานในสถานที่จริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้กับการทำงาน ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงาน พัฒนาโครงงาน แก้ไขปัญหาและมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นไปตามหน้าที่มอบหมายและผู้เรียนได้ฝึกทักษะแก้ปัญหา

การทำงานอย่างเป็นระบบ นักศึกษาทุกคนปฏิบัติงานเพื่อผลิตคัตติ้งทูลส์ เครื่องมือความเที่ยงตรงสูง และผลิตภัณฑ์อื่น ซึ่งเป็นการผลิตผลิตภัณฑ์จากการออกแบบและพัฒนาเชิงนวัตกรรม ผู้เรียนมีทักษะพื้นฐานด้านวิศวศึกษา เป็นไปตามมาตรฐานหลักสูตรรายวิชาและสอดคล้องกับมาตรฐาน CDIO (Standards No. 8)

ผลการวิจัย สรุปได้ว่า สมรรถนะผู้เรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผู้เรียนแต่ละคนสามารถพัฒนาโครงงานร่วมกันกับการปฏิบัติงานเป็นฐานการเรียนรู้ โครงงานที่พัฒนาขึ้นมีความสำคัญมากเนื่องจากผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน โดยเรียนรู้จากการสร้างผลิตภัณฑ์และแก้ปัญหาด้วยตนเอง เรียนรู้ทั้งผลิตภัณฑ์ที่สร้างขึ้นและวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ สอดคล้องการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และวิศวศึกษา ฝึกทักษะกำหนดปัญหาและวิเคราะห์สาเหตุการออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหา การนำผลการออกแบบไปทดลองปฏิบัติ และทักษะการนำผลจากการทดลองไปสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ เป็นการพัฒนาผู้เรียนแบบบูรณาการศึกษากับการปฏิบัติงาน สอดคล้องกับมาตรฐาน CDIO ผู้เรียนมีทักษะวิศวศึกษาจากการสร้างผลิตภัณฑ์ความเที่ยงตรงสูง และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งสูง (Hard metal) เป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการองค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมเพื่อคำนวณทางคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ ทักษะการเขียนแบบวิศวกรรม การวิเคราะห์วัสดุเพื่อสร้างสินค้าทางวิศวกรรม การบริหารโครงงาน การสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรม ซึ่งมีการติดต่อสื่อสารเป็นภาษาอังกฤษในระหว่างการทำงานในองค์กร ผู้เรียนมีความเข้าใจสมบัติวัสดุ การออกแบบเพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ การนำผลิตภัณฑ์ไปใช้งานเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์อีกทอดหนึ่ง ปรากฏว่าผู้เรียนเข้าใจการเชื่อมโยงห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมสำหรับผลิตสินค้า 4 กลุ่ม นำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ทั้งการบูรณาการความรู้แต่ละรายวิชาเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ทางวิศวกรรม และสามารถบูรณาการผลิตภัณฑ์เพื่อการผลิตและการใช้ประโยชน์ในห่วงโซ่อุตสาหกรรม การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาวิศวกรด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อไป

คำสำคัญ : วิศวศึกษา, วิศวกรรมอุตสาหกรรม, บัณฑิตนักปฏิบัติ, วิทยาลัยในสถานประกอบการ, บูรณาการการเรียนกับการทำงาน, การใช้โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้, CDIO

Thesis Title Competency Developing of Smart Hand-on Engineers for Supporting Sustainable Industry 4.0

Author Weeraya Kontip

Degree Master of Engineering (Sustainable Industrial Management Engineering)

Major program Sustainable Industrial Management Engineering
Faculty of Engineering

Academic Year 2021

ABSTRACT

The objective of this research was to develop the engineering students in accordance with the Bachelor of Engineering (B.Eng.) curriculum (industrial engineering) through the work-integrated learning program, under which the students worked in the production line from Monday to Friday and studied the theories on Saturday. The learning program continued throughout the semester under the collaboration with Thai Cutting Tools Manufacturers (TCTM), of which 26 companies participated in the program.

The program determined the development plan for the students of IE. 102 course: Basic Production Process for Engineers through the project-based learning (PBL) program in accordance with the CDIO standard (Standards No. 1-4). Twenty-seven (27) students of the work-integrated learning (WiL) program worked in 7 companies which were manufacturers and developers of cutting tools, machine tools, high precision parts and machines. All participating companies were designer and developers of new products and innovations and their products were distributed in and outside the country.

Hence, the students learnt from working in the production line to create new products according to the production plan. The products newly created through the integrated production method consisted of machine tools, automated machines, lathe, milling, drilling, fitting, grinding, welding, and metal sheets. The students learnt to use the tools to assemble and create the machines, and developed the technology operation skill for production of high precision products. The learning and working were combined and applied to create those products. The students' skills were developed

in compliance with the CDIO standard (Standards No. 5), as the program required them to work in the workspaces to create the products in compliance with the CDIO standard (Standards No.6). The students created the cutting tools in compliance with the CDIO standard (Standard No. 7), such as drills, center drills, end mills, reamers, insert tools and cutter tools. The students also created shafts, gears, bushes, bolts and wedge, assembled the parts in the power transmission of the machines, the electric and electronic circuits of the machines and the electric motors, and created the machines and molds for production.

The teaching arrangement, learning assessment and examination of the students' competency were assessed from the integrated learning skills. Each student undertook the practices to develop the personal and interpersonal skills. The program development was based on self-learning, under the supervision, monitoring and recommendation of the lecturers specialized in the product design, product creation and production management, to develop the students in compliance with the CDIO standard (Standard No. 7). The students practiced different skills, such as conceiving, designing, implementing, and operating, respectively. In addition, the students reported the progress under the project-based learning program and assessed the learning results before and after the learning session.

Based on the study development under the "work college" project, it was found that the students could develop the basic engineering skills throughout the semester. The basic engineering skills comprised the followings;

1) Integrated skill on the machine and tool operation in the basic engineering production process

2) Drawing and production drawing analysis skills

3) Material feature analysis skill for production

4) Machine-operating skill for production

5) Measuring tool-operation skill for product quality inspection

6) Machine tool and equipment operation skill for production of finish products

7) Part and component replacement skill for machine maintenance

8) Problem-solving skill in part and component production in case of incompliance with production drawing

9) Analysis skill of production process and conditions for operation at the workplace

10) Interpersonal skill obtained through the duty performance, correction of defect parts in accordance with the advices of supervisors, problem-solving with colleagues and project development.

The 27 students gained the experiences through the work performance in the workplace according to the learning by doing approach. They performed duties, developed the project, solved problems and obtained the technology operation skill for production in accordance with the assigned tasks. They were trained to systematically solve the work problems. All of them produced cutting tools, high precision tools and other tools from drawings and innovative development. They were equipped with basic engineering skills in compliance with the course curriculum standard and CDIO (Standards No. 8).

The research findings affirmed that the students' competency was increased with statistical significance of 0.5. Each of them developed a project under the project-based learning program. The developed projects were highly important. The students' competency was developed through work performance, covering product creation, problem-solving. They learnt about the created products and their lifecycle in accordance with the science and engineering study approach. They were trained to identify the problems, analyze the causes, design the solutions, implement the drawing designs and create the new products from the experimental results. The students were developed under the work-integrated learning program in accordance with the CDIO standard. The engineering skills were equipped through the creation of high precision tools and hard metal tools. Through the integrated learning, the students obtained the basic engineering knowledge on the mathematic and physic calculations, creation of the engineering drawings, material analysis for engineering production, project management and technology and innovation creation. The students communicated in English during working at the workplace. They understood the material features, designed products for production, and used these products to further create other products. They understood the connection of the supply chain in the industry with regard to production of 4 product categories which helped the students on creativity,

knowledge integration for engineering product creation, product integration for further production and utilization of the industrial supply chain. The research contributed to the engineer development with regard to science, research and innovation for the sustainable development.

Keywords: Engineering study, industrial engineering, graduate practitioner, work college, work-integrated learning, project-based learning, CDIO

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ดร.ปริญญ์ บุญกนิษฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆของการวิจัยด้วยดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กัณวริช พลูปราชญ์ ที่สละเวลามาเป็นประธานกรรมการ และ ดร.ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล ที่สละเวลามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์

ขอขอบคุณผู้บริหารระดับสูงของสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย คุณวิทยา พลเพชร นายกสมาคมฯ และประธานบริษัท ทุกท่าน ประธานกรรมการ บริษัทครีเอท แมคคาโทรนิกส์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ดำเนินการวิจัย

ขอขอบคุณ คณาจารย์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่จัดให้มีการพัฒนาระบบการสอน และให้ความสนับสนุนสมาคม TCTM เพื่อการพัฒนาการศึกษาด้านกำลังคนและส่งเสริมการพัฒนาร่วมกับวิทยาลัยเทคนิคร่วมเครือข่ายความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยร่วมกับบริษัทผู้ร่วมโครงการ ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จและเกิดประโยชน์

ขอกราบขอบพระคุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว เพื่อน พี่ น้อง คนรอบข้างที่ให้คำปรึกษาพร้อมกับเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

วีรญา กรทิพย์

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		(ก)
Abstract		(ง)
กิตติกรรมประกาศ		(ซ)
สารบัญ		(ฌ)
สารบัญตาราง		(ฏ)
สารบัญภาพ		(ฑ)
บทที่ 1. บทนำ		1
1.1	ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2	วัตถุประสงค์การวิจัย	4
1.3	ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4	สมมติฐานการวิจัย	5
1.5	วิธีการดำเนินการวิจัย	6
1.6	ประโยชน์ที่ได้รับ	7
1.7	นิยามศัพท์	8
1.7	คำสำคัญ	9
บทที่ 2. การศึกษาอุตสาหกรรมและทบทวนวรรณกรรม		10
2.1	การศึกษาอุตสาหกรรม	10
2.2	ศึกษาหลักสูตร	24
2.3	การรับรองปริญญา	28
2.4	การจัดการเรียนการสอน	32
2.5	การทบทวนวรรณกรรม	42
บทที่ 3. วิธีดำเนินการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาลัยในสถานประกอบการ		46
3.1	ศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ	48
3.2	ศึกษาการจัดการเรียนการสอนแบบ CDIO	49
3.3	ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project based Learning)	50
3.4	ออกแบบการเรียนการสอน ภาคเรียนที่ 1/2563	52
3.5	เตรียมความพร้อมกระบวนการผลิตในสถานประกอบการ	53

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 เตรียมความพร้อมเพื่อจัดการเรียนการสอน	55
3.7 การปฏิบัติงานและเรียนรู้ในสถานประกอบการ	59
3.8 ประเมินผลการเรียน	61
3.9 การรวบรวมผลการจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้	62
3.10 การวิเคราะห์ผลดำเนินโครงการวิจัย	64
3.11 การอภิปรายผลการวิจัย	65
3.12 การสรุปผลการวิจัย	65
บทที่ 4. การปฏิบัติงานและเรียนรู้ในสถานประกอบการ	66
4.1 แผนการเรียนแบบบูรณาการ	66
4.2 การปฏิบัติงานของผู้เรียน	70
4.3 การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ	74
บทที่ 5. การประเมินผลการเรียน	83
5.1 การประเมินผลการเรียนตามมาตรฐานการประกอบวิชาชีพวิศวกร (กว.)	83
5.2 ประเมินสมรรถนะการเรียนรู้และการทำงาน	86
5.3 ประเมินผลการเรียนรู้ภายใต้สมมติฐาน	87
บทที่ 6. ผลการพัฒนานักศึกษา	90
6.1 การพัฒนาข้อเสนอโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้	90
6.2 ผลการบูรณาการการปฏิบัติงานในสถานประกอบการและการเรียนทฤษฎี	93
6.3 สมรรถนะผู้เรียนแบบบูรณาการ	99
6.4 ผลการพัฒนาผู้เรียนแบบบูรณาการ	146
6.5 ประเมินผลการประยุกต์ทฤษฎีกับการทำงานในสถานประกอบการ	147
6.6 ทักษะการปฏิบัติงานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพวิศวกร	148
6.7 ผลการประยุกต์วิชาเรียนกับการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ	149
6.8 ผลการประเมินสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงาน	150
6.9 การเรียนรู้วิทยาลัยในสถานประกอบการและสมรรถนะผู้เรียนในระบบ CDIO	155
6.10 ความสำคัญของคัตติ้งทูลส์	156
บทที่ 7. อภิปรายผล	159

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
7.1	การพัฒนาผู้เรียนในโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ	159
7.2	การพัฒนาวิศวกรนักปฏิบัติเพื่อส่งเสริมห่วงโซ่อุตสาหกรรมของประเทศ	163
7.3	ห่วงโซ่อุปทานเทคโนโลยีและประโยชน์ 4 อย่างของมนุษย์	167
7.4	อุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์และความสำคัญต่อระบบห่วงโซ่อุปทานในระบบการผลิตนวัตกรรมและเทคโนโลยี	173
7.5	การพัฒนาต่อยอดผู้เรียนสู่การผลิตบัณฑิตมีทักษะสูง	176
บทที่ 8. สรุปผล		178
เอกสารอ้างอิง		181
ภาคผนวก		185
ภาคผนวก ก หลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการ		186
ภาคผนวก ข ระเบียบคณะกรรมการสภาวิศวกร สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ		191
ภาคผนวก ค ข้อตกลงความร่วมมือ และ คณะกรรมการวิชาการของโครงการ		200
ภาคผนวก ง แบบฟอร์มข้อเสนอโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้		206
ภาคผนวก จ สมุดสะสมผลงาน CDIO และมาตรฐาน CDIO		212
ภาคผนวก ฉ การบูรณาการรายวิชาเรียนกับการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ		233
ภาคผนวก ช ภาพการทำงานของนักศึกษา 27 คน		268
ภาคผนวก ซ ภาพการนำเสนอและรายงานโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ 27 คน		273
ภาคผนวก ฌ รายชื่อสถานประกอบการและรายชื่อนักศึกษาในสถานประกอบการ		280
ภาคผนวก ญ แบบสอบถาม		283
ภาคผนวก ฎ เอกสารตีพิมพ์		291
ประวัติการศึกษาและการทำงาน		321

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
3.1	รายชื่อบริษัทสนับสนุนการเรียนการสอนตลอดภาคเรียนที่ 1/2563	53
3.1	รายชื่อบริษัทสนับสนุนการเรียนการสอนตลอดภาคเรียนที่ 1/2563 (ต่อ)	54
3.2	กำหนดการให้บริการวิชาการกับกลุ่มเป้าหมายในวิทยาลัยเทคนิค	56
4.1	แผนการเรียนชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1/2563	67
4.2	แผนการเรียนแสดงการสอนการติว ในมหาวิทยาลัยและสถานประกอบการ	67
4.3	แผนการเรียนแบบบูรณาการ ตลอด 15 สัปดาห์	68
4.3	แผนการเรียนแบบบูรณาการ ตลอด 15 สัปดาห์ (ต่อ)	69
4.3	แผนการเรียนแบบบูรณาการ ตลอด 15 สัปดาห์ (ต่อ)	70
4.4	รายชื่อผู้เรียนปฏิบัติงานหรือสร้างผลิตภัณฑ์ในสถานประกอบการ	71
4.5	หน้าที่และการปฏิบัติงานผู้เรียน 27 คน โดยการทำงานในสถานประกอบการ	72
4.5	หน้าที่และการปฏิบัติงานผู้เรียน 27 คน โดยการทำงานในสถานประกอบการ(ต่อ)	73
4.5	หน้าที่และการปฏิบัติงานผู้เรียน 27 คน โดยการทำงานในสถานประกอบการ(ต่อ)	74
4.6	รายชื่อหัวข้อโครงงานของผู้เรียน	76
4.6	รายชื่อหัวข้อโครงงานของผู้เรียน(ต่อ)	77
4.7	เนื้อหาแผนการเรียนวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	80
4.8	การเชื่อมโยงแบบบูรณาการ วิชา IE.102 กระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	81
5.1	ตารางการกำหนดคะแนนเพื่อการประเมินผลการเรียนรู้กับการปฏิบัติงาน	85
6.1	ผลการจัดทำโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้	92
6.2	การพัฒนาผู้เรียนโดยการบูรณาการการปฏิบัติงานในสถานประกอบการและการเรียนทฤษฎีในมหาวิทยาลัย (WiL)	94
6.2	การพัฒนาผู้เรียนโดยการบูรณาการการปฏิบัติงานในสถานประกอบการและการเรียนทฤษฎีในมหาวิทยาลัย (WiL) (ต่อ)	95
6.2	การพัฒนาผู้เรียนโดยการบูรณาการการปฏิบัติงานในสถานประกอบการและการเรียนทฤษฎีในมหาวิทยาลัย (WiL) (ต่อ)	96
6.2	การพัฒนาผู้เรียนโดยการบูรณาการการปฏิบัติงานในสถานประกอบการและการเรียนทฤษฎีในมหาวิทยาลัย (WiL) (ต่อ)	97
6.3	การปฏิบัติงานเป็นการเรียนรู้วิชาชีพวิศวกรรม	147
6.3	การปฏิบัติงานเป็นการเรียนรู้วิชาชีพวิศวกรรม (ต่อ)	148

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง		หน้า
6.4	ผลการประยุกต์เนื้อหากับงานประจำของนักศึกษาแต่ละคน	149
6.5	การประเมินผลสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงาน	151
6.6	การประเมินผลสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงาน	152
6.7	ผลการประเมินสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานรายบุคคล นักศึกษาจำนวน 27 คน	153
6.8	การเปรียบเทียบผลลัพธ์การพัฒนาสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานในสถานประกอบการประเมินโดยผู้เรียน	153
6.9	ผลการประเมินสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานรายบุคคล ประเมินผู้เรียนโดยหัวหน้างาน	154
6.10	การเปรียบเทียบผลลัพธ์การพัฒนาสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานในสถานประกอบการโดย หัวหน้างานหรือผู้บังคับบัญชา	155
7.1	คัตติ้งทูลส์สัมพันธ์กับ สังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม	174
ก.1	แผนการเรียนชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1	188
ก.2	แผนการเรียนชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2	188
ก.3	แผนการเรียนชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1	189
ก.4	แผนการเรียนชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2	189
ก.5	แผนการเรียนชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1	190
ฉ.1	การบูรณาการรายวิชาเรียนกับการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ	234

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
2.1	ห่วงโซ่อุตสาหกรรมเพื่อการผลิตเทคโนโลยีการผลิตสินค้าและนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน	11
2.2	ภาพผลิตภัณฑ์ของบริษัท ไมโครฟอร์ม (ประเทศไทย) จำกัด	12
2.3	ภาพผลิตภัณฑ์ของบริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	13
2.4	ภาพผลิตภัณฑ์ของบจก. ท็อปเทค ไดมอนด์ ทูลส์	13
2.5	ภาพผลิตภัณฑ์ของ บริษัท เจ เค พรีซิชั่น จำกัด	14
2.6	ภาพผลิตภัณฑ์ของ บริษัท อาร์.เอส.คาร์ไบด์ โปรดักท์ จำกัด	14
2.7	ภาพผลิตภัณฑ์ของ บริษัท เบสท์ ลูบ จำกัด	15
2.8	ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท เอส.เค พรีซิชั่น จำกัด	15
2.9	ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท วีเอสไอ.พรีซิชั่น กรุ๊ป จำกัด	16
2.10	ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท พีซ เอ็นจิเนียริง จำกัด	16
2.11	ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท ฮาร์ดเมทอล โปรดักส์ จำกัด	16
2.12	ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท ดีต้าร์ สเปเชียล ทูลส์ จำกัด	17
2.13	ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท อาร์โก้ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	17
2.14	ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท เอ็กซ์-เท็ก พรีซิชั่น จำกัด	18
2.15	ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท เทคโน คิไค จำกัด	18
2.16	ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท จี.วี. พรีซิชั่น จำกัด	19
2.17	ภาพผลิตภัณฑ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด เซมิคอน ทูลส์ เทคโนโลยี่	19
2.18	ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท เคทีบี พรีซิชั่น ทูลส์ จำกัด	20
2.19	ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท แซน เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ ซัพพลาย จำกัด	20
2.20	ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท ซีบี ไดมอนด์ (ไทยแลนด์) จำกัด	21
2.21	ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท วิสคัท เอเซีย จำกัด	21
2.22	ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท ที.เอ็ม.เอส. ทูลลิ่ง เซอร์วิส จำกัด	22
2.23	ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท เออร์ลิคอน บัลเซอร์ส โค้ทติ้ง (ไทยแลนด์) จำกัด	22
2.24	ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท ฟูจิเซโกะ (ไทยแลนด์) จำกัด	23
2.25	ภาพผลิตภัณฑ์ของบริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด	23
2.26	โครงสร้างของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	24

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพ		หน้า
2.27	โครงสร้างของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	25
2.28	โครงสร้างของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	27
2.29	โครงสร้างหลักสูตร วศ.บ. วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต	28
2.30	การเรียนการสอนวิชาปฏิบัติโดยครูบรรยายสาธิต	33
2.31	การเรียนการสอนวิชาปฏิบัติโดยการสอนและการฝึกเป็นช่วง ๆ	34
2.32	การเรียนการสอนวิชาปฏิบัติจากเอกสารศึกษาด้วยตนเอง	34
2.33	แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน	40
3.1	แผนการดำเนินโครงการวิจัย	46
3.1	แผนการดำเนินโครงการวิจัย (ต่อ)	47
3.2	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	51
3.3	บูรณาการวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกรและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง	52
3.4	การบริการวิชาการเพื่อพัฒนาวิศวกรนักปฏิบัติ	55
3.5	การสอบคัดเลือกโดยวิธีการสัมภาษณ์	57
3.6	กิจกรรมและการปฐมนิเทศนักศึกษาใหม่	58
3.7	ภาพการปฏิบัติงานของผู้เรียน	59
3.8	ผู้เรียนนำเสนอผลงานโดยใช้โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้	62
3.9	การเรียนรู้จากการสร้างผลิตภัณฑ์คัตติ้งทูลส์บูรณาการกับการเรียนวิศวศึกษา	63
4.1	การนำเสนอรายงานความก้าวหน้าการทำโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้	75
4.2	แผนภาพพัฒนาการปฏิบัติงานให้สอดคล้องตามมาตรฐาน CDIO	78
4.3	ตัวอย่างการวิเคราะห์ CDIO นายเจษฎาภรณ์ ยอดเพชร	78
4.4	ภาพแบบฟอร์มการบันทึกสมุดสะสมผลงาน	79
4.5	ภาพตัวอย่างผลการบันทึกสมุดสะสมผลงาน	79
4.6	การเรียนการสอนแบบบูรณาการวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	82
5.1	ผู้เรียนปฏิบัติการควบคุมเครื่องจักรกลเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อการเรียนรู้ด้านวิศวศึกษา	84
6.1	ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เกิดจากการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ	98

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพ		หน้า
6.2	(a) เปรียบเทียบชิ้นงานสมบูรณ์กับชิ้นงานที่เกิดครีบ และ (b) เปรียบเทียบแม่พิมพ์สมบูรณ์กับแม่พิมพ์เกิดรอยสึกหรอ	100
6.3	ชิ้นงานได้จากการปรับปรุงแม่พิมพ์	101
6.4	ชิ้นงานทองเหลืองสำเร็จรูป	101
6.5	การจับชิ้นงานเกิดการคลายตัว	102
6.6	(a) จำลองการทำงานของอุปกรณ์จับยึด (Fixture) กับชิ้นงาน (b) ระยะห่างระหว่างเกลียวของชิ้นงานและฟันจับห่างกัน 0.2 มิลลิเมตร	102
6.7	ชิ้นงานถูกกลึงสำเร็จ	103
6.8	การตั้งค่า offset บริเวณคมตัดคัตติ้งทูลส์มากกว่ากำหนด	103
6.9	การปรับค่า offset คัตติ้งทูลส์ถูกต้องตามแบบที่กำหนด	104
6.10	คัตติ้งทูลส์ที่ผ่านการผลิตเป็นผลผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป	104
6.11	การจัดวิธีการเก็บข้อมูลอุปกรณ์	105
6.12	การสั่งซื้ออะไหล่ล่วงหน้า	105
6.13	ภาพก่อนขัดผิวชิ้นงาน	107
6.14	ภาพหลังขัดผิวบริเวณคมตัด	107
6.15	ข้อมูลในคู่มือการซ่อมบำรุงของเครื่อง Walter Helitronic HMC 600	109
6.16	เคลื่อนย้ายชิ้นงานไปตรวจสอบแผงวงจรในไดรฟ์	109
6.17	ภาพตรวจสอบ Error Code โดยใช้ภาษา C	109
6.18	ข้อมูล Datasheets ของ 7800A Isolation Amplifiers ใช้ในการตรวจสอบกระแสไฟฟ้า	110
6.19	ข้อมูล Datasheets ของ TL081 AC Isolation Amplifiers	110
6.20	Error Code หลังจากเปลี่ยน 7800A	110
6.21	ชิ้นส่วนอุปกรณ์ TL081AC ที่สั่งเข้ามาใหม่	111
6.22	การทำงานของผู้เรียนเพื่อแก้ปัญหาในระบบอิเล็กทรอนิกส์	111
6.23	บัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัวใหม่	111
6.24	ภาพเครื่องจักรใช้งานได้ตามปกติ	112
6.25	ข้อมูลชิ้นงานที่ทำการศึกษาและปรับโปรแกรมจำนวน 3 ชิ้น	113
6.26	การตรวจสอบการปรับโปรแกรมและขนาดของร่องคายเศษ	114

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพ		หน้า
6.27	คัตติ้งทูลส์สำเร็จรูปไม่มีรอยร้าวที่ร่องคายเศษ	115
6.28	(a) ภาพออกแบบถาดรองถังบรรจุน้ำ และ (b) ภาพการเชื่อมถาดรองถังบรรจุน้ำ	115
6.29	ถาดเหล็กกล้าไร้สนิมสำเร็จรูปและการนำไปใช้งาน	116
6.30	กราฟเวลาเฉลี่ยงานย่อย	118
6.31	คำนวณหาจำนวนรอบที่ปรับต่อความยาวของชิ้นงาน	118
6.32	แสดงการปรับปรุงชิ้นงาน	119
6.33	แสดงค่าไฟฟ้าของเครื่อง Grinding Machine ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง	119
6.34	(a) บรรจุชิ้นงานในกล่อง 16 ชิ้น (b) การปรับตั้งเครื่องจักร ให้เส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในค่าที่กำหนด	120
6.35	การกำหนดตำแหน่งตรวจสอบผลิตภัณฑ์คัตติ้งทูลส์	120
6.36	(a) ตรวจสอบชิ้นงานจุดวัดที่ 1 (b) ตรวจสอบชิ้นงานจุดวัดที่ 2 และ (c) ตรวจสอบชิ้นงานจุดวัดที่ 3	121
6.37	(a) ชิ้นงานถูกบรรจุในกล่องบนเครื่องจักร (b) ชิ้นงาน 16 ชิ้นถูกว่างบนเครื่องจักร	121
6.38	(a) ปรับตั้งเครื่องให้เส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงานอยู่ในค่า (b) ชิ้นงานจำนวน 48 ชิ้น ถูกว่างบนเครื่องเพื่อเจียระไน (c) ชิ้นงานถูกตรวจสอบวัดความร่วมศูนย์ และ (d) ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบชิ้นงาน	122
6.39	กราฟเปรียบเทียบเวลา แบบเดิมและแบบใหม่	123
6.40	การตรวจสอบด้วยเครื่องโปรไฟล์โปรเจคเตอร์ (Profile Projector)	123
6.41	ปรับตั้งระยะการเยื้องศูนย์ของคัตติ้งทูลส์	124
6.42	การตรวจสอบเมื่อชิ้นงานหมุนบนเส้นแนวแกน Datum	124
6.43	การตรวจสอบชิ้นงานสำเร็จรูปและผ่านการควบคุมคุณภาพ	125
6.44	ตรวจสอบคมตัดด้วยโปรไฟล์โปรเจคเตอร์	125
6.45	(a) หินเจียระไนที่มีเศษคาร์ไบด์ และ(b) โปรแกรมผลิตดอกรีมเมอร์	126
6.46	(a) โปรแกรมออกแบบหินเจียระไน และ (b) วิธีการเจียระไนชิ้นงาน	126
6.47	(a) เศษคาร์ไบด์ยึดติดหินเจียระไน (b) รีมเมอร์ Run out	126
6.48	ดอกเจาะนำศูนย์ (Center Drill)THG–5DC–001 ไม่ได้ขนาดตามแบบ	127
6.49	แผนภูมิจำนวนชิ้นงานที่ผลิตไม่ได้ตามแบบ	127
6.50	การตรวจสอบมุมคมตัด	128

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพ		หน้า
6.51	ภาพวัดความยาวระยะเผื่อจับชิ้นงาน	129
6.52	แผงควบคุมเครื่องจักรจักรและตำแหน่งปุ่มกดเริ่มการทำงานตามคำสั่ง	129
6.53	(a) ภาพ Probing วัดจุดศูนย์กลาง (b) Probing Axial Radial วัดแนวแกนและรัศมี	130
6.54	การเจียระไนร่องคายเศษและคมตัด	130
6.55	การลับหน้ามุมคมตัดด้านหน้าขนาด 120 องศา	131
6.56	การลับคมตัดและมุมจิกของคัตติ้งทูลส์	131
6.57	การเจียระไนคมตัดและกำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	132
6.58	การตรวจสอบองศามุมคมตัด	132
6.59	การตรวจสอบคุณภาพคัตติ้งทูลส์เป็นแปตามแบบสั่งผลิต	133
6.60	แสดงข้อมูลการวัดมุมองศาคมตัด	133
6.61	กราฟเปรียบเทียบการใช้เวลาในกระบวนการผลิต T-slot Cutter015	135
6.62	การออกแบบทำอุปกรณ์นำเจาะสำหรับเจาะรูนำจุดศูนย์กลาง	138
6.63	การนำไปใช้เจาะรู ติดตั้งชุด Auto Clamp ที่บริษัท WASIN TECH จังหวัด ชลบุรี	138
6.64	ภาพงานที่ติดตั้งชุด Auto Clamp	139
6.65	การทดสอบความเร็ว ของ SSD หลังการติดตั้งเครื่องจักร	140
6.66	(a) แบบสั่งผลิต bolster และ (b) ชิ้นงานมีน้ำหนัก 1,600 กิโลกรัม	141
6.67	ภาพชิ้นงานไม่รวมศูนย์	142
6.68	ภาพการจับยึดชิ้นงานยันศูนย์ท้ายข้างเดียว	143
6.69	การจับยึดชิ้นงานใหม่ใช้ยันศูนย์ดันชิ้นงานทั้ง 2 ข้าง	143
6.70	ภาพการจับยึดชิ้นงานก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง	143
6.71	เพลาลูกเบี้ยวที่เกิดการสึกหรอ	144
6.72	แบบสั่งผลิตเพลาลูกเบี้ยว	145
6.73	(a) การประกอบลูกปืน (b) ชิ้นส่วนเพลาลูกเบี้ยวสำเร็จรูป	145
6.74	การประยุกต์เนื้อหารายวิชากับการปฏิบัติการผลิตสินค้าและการปฏิบัติงานในโรงงาน	150
6.75	การบูรณาการเพื่อการผลิตวิศวกรนักปฏิบัติทักษะสูง	155
6.76	ระบบห่วงโซ่อุปทานในอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน	157
7.1	ความสัมพันธ์ของคัตติ้งทูลส์ในอุตสาหกรรม	166
7.2	แบบสั่งผลิตคัตติ้งทูลส์ชนิดเพิเศษ (Special tool)	169

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพ		หน้า
7.3	คัตติ้งทูลส์สำหรับงานกัด (Milling cutting tools)	169
7.4	ชุดคัตติ้งทูลส์สำหรับงานกลึง (Turning)	170
7.5	สิ่งอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยพื้นฐานที่ผ่านการผลิตโดยอ้อมของอุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์	171
7.6	คัตติ้งทูลส์อุตสาหกรรมต้นน้ำความเที่ยงตรงสูง	172
7.7	ต้นไม้สิ่งมีชีวิตที่สำคัญสูงสุดต่อสิ่งมีชีวิตอื่น	173
ค.1	การทำความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยกับสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย	201
ค.2	การทำความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยกับบริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด	201
ซ.1	การนำเสนอและรายงานโครงงาน	274
ซ.2	การนำเสนอและรายงานโครงงาน	274
ซ.3	การนำเสนอและรายงานโครงงาน	275
ซ.4	การนำเสนอและรายงานโครงงาน	275
ซ.5	การนำเสนอและรายงานโครงงาน	276
ซ.6	การนำเสนอและรายงานโครงงาน	276
ซ.7	การนำเสนอและรายงานโครงงาน	277
ซ.8	การนำเสนอและรายงานโครงงาน	277
ซ.9	การนำเสนอและรายงานโครงงาน	278
ซ.10	การนำเสนอและรายงานโครงงานโดยอาจารย์ให้คำแนะนำ	278
ซ.11	การนำเสนอและรายงานโครงงานโดยอาจารย์ให้คำแนะนำ	279
ซ.12	การนำเสนอและรายงานโครงงานโดยอาจารย์ให้คำแนะนำ	279
ฎ.1	โปสเตอร์ประชาสัมพันธ์ การประชุมวิชาการระดับชาติด้านการพัฒนาการดำเนินงานทางอุตสาหกรรม ครั้งที่ 12 (CIOD 2021)	292
ฎ.2	ภาพเกียรติบัตร การประชุมวิชาการระดับชาติด้านการพัฒนาการดำเนินงานทางอุตสาหกรรม ครั้งที่ 12 (CIOD 2021)	294
ฎ.3	ภาพหนังสือ การประชุมวิชาการระดับชาติด้านการพัฒนาการดำเนินงานทางอุตสาหกรรม ครั้งที่ 12 (CIOD 2021)	395

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพ		หน้า
ฎ.4	ภาพโปสเตอร์งานประชุมวิชาการราชมงคลด้านเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ ครั้งที่ 6 RMTC2021	306
ฎ.5	ภาพโปสเตอร์การเปลี่ยนแปลงวันประชุมวิชาการราชมงคลด้านเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ ครั้งที่ 6 RMTC2021	309
ฎ.6	ภาพหนังสือประชุมวิชาการราชมงคลด้านเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ ครั้งที่ 6 RMTC2021	310
ฎ.7	ภาพเกียรติบัตรการประชุมวิชาการราชมงคลด้านเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ ครั้งที่ 6 RMTC2021	311

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ด้วยหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) วิศวกรรมอุตสาหการ มีวัตถุประสงค์ในการผลิตบัณฑิต โดยพัฒนาผู้เรียนทั้งทฤษฎีและการฝึกทักษะผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถในการประกอบอาชีพวิศวกร เพื่อปฏิบัติหน้าที่พัฒนาประสิทธิภาพการผลิต ประกอบด้วย การบริหารการผลิต การผลิตสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีระบบการผลิต 4 M (Material, Machine, Man, Method) อาทิ พัฒนากรรมวิธีการผลิตในโรงงาน การควบคุมคุณภาพสินค้า การศึกษาและพัฒนามาตรฐานการทำงาน ต้นทุนการผลิต การส่งมอบ การออกแบบแผนผังโรงงาน ความปลอดภัยในการทำงาน วางแผนและการควบคุมการผลิต เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม สถิติวิศวกรรม การวิเคราะห์วัสดุ และเลือกใช้วัสดุเพื่อการผลิต และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ส่งเสริมการบริหารธุรกิจด้านคุณภาพ (Quality) ต้นทุน (Cost) และการส่งมอบ (Delivery) เพื่อเพิ่มศักยภาพขององค์กร

การจัดการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ มีเนื้อหาครอบคลุมกลุ่มวิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มวิชาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ สำหรับวิชาชีพวิศวกรรมอุตสาหการ ส่วนใหญ่จัดการเรียนการสอนวิชาพื้นฐานวิศวกรรม ได้แก่ การเขียนแบบวิศวกรรม กลศาสตร์วิศวกรรม การโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า ปฏิบัติการพื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า กระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร สถิติสำหรับวิศวกร กรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรม วัสดุวิศวกรรม อุณหพลศาสตร์ของไหล และฝึกงานอุตสาหกรรม

การเรียนในกลุ่มวิชาชีพวิศวกรรมอุตสาหการ ประกอบด้วย รายวิชาชีพเฉพาะ ได้แก่ การศึกษางานในอุตสาหกรรม การควบคุมคุณภาพ การวางแผนและควบคุมการผลิต เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม การวิเคราะห์ต้นทุนและงบประมาณ การวิจัยการดำเนินงาน วิศวกรรมความปลอดภัย การออกแบบและวางผังโรงงาน วิศวกรรมเครื่องมือ การจัดการอุตสาหกรรม (หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ฉบับปรับปรุงปี 2559)

วิศวกรรมอุตสาหการเป็นวิชาชีพทางวิศวกรรมที่แตกต่างด้านการพัฒนาผู้เรียน ให้มีทักษะพัฒนาระบบคุณภาพ พัฒนาระบบต้นทุน และพัฒนาระบบการส่งมอบ ครอบคลุมบริหารการผลิต การออกแบบทางวิศวกรรม การเลือกวัสดุ รายละเอียดจากการออกแบบ การกำหนดขนาด การเขียนแบบ

(Drawing) การผลิตตามแบบเป็นสินค้าสำเร็จรูป พัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการทำงาน ในด้านการบริหารการผลิต เพื่อแก้ไข ปรับปรุง และพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต

อย่างไรก็ตาม ถ้าหากผู้เรียนมีการเรียนรู้กับการปฏิบัติงานในสถานที่จริง อาทิ การเรียนควบคู่กับการทำงานในสถานประกอบการ หรือห้องปฏิบัติการเสมือนจริง จะช่วยให้การฝึกทักษะวิชาชีพของผู้เรียนมีสมรรถนะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้โดยการประยุกต์เนื้อหาวิชาในหลักสูตรกับการทำงานพร้อมๆกัน จะเป็นการเรียนรู้สำหรับพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ทั้งทักษะการทำงานทางวิศวกรรมอุตสาหการและการบูรณาการทฤษฎีแต่ละวิชาเพื่อการทำงานที่มีคุณภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตาม องค์ความรู้ในสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการนั้น มีความสัมพันธ์โดยตรงกับกระบวนการสร้างผลิตภัณฑ์ หรือการผลิตเทคโนโลยี โดยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน จึงเป็นโอกาสที่ดีต่อการจัดการเรียนการสอนบูรณาการการศึกษากับการทำงาน

การจัดการเรียนการสอนโดยเฉพาะวิชาปฏิบัติการ ในระบบการศึกษาที่ผ่านมา เน้นการเรียนทฤษฎีและการทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory) โดยฝึกผู้เรียนสร้างชิ้นงานให้เป็นไปตามใบงาน หรือฝึกผู้เรียนทำการทดลองตามคู่มือ และวิเคราะห์ผลการทดลอง ซึ่งเป็นการประยุกต์ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รวมถึงปฏิบัติฝึกทักษะพื้นฐานอื่นๆ และใช้แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อการเรียนรู้ทั้งทฤษฎีและเพิ่มทักษะการปฏิบัติงาน เป็นต้น ดังนั้น การพัฒนาทักษะผู้เรียนในสถานศึกษาที่ผ่านมา แตกต่างจากการเรียนรู้แบบบูรณาการ ด้านวิศวศึกษากับปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการ พบว่าการศึกษาทั้งสองแบบส่งผลต่อการพัฒนาผู้เรียนแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการบริการจัดการระหว่างสถานประกอบการและการจัดการศึกษา รวมถึงความสามารถของอาจารย์ที่แตกต่างกัน

สำหรับการจัดการศึกษาด้านวิศวศึกษา ในสถานศึกษาแต่เพียงอย่างเดียวนั้น ผู้เรียนในระบบส่วนใหญ่เมื่อจบการศึกษาแล้ว ต้องใช้เวลาเรียนรู้งานและเสียเวลาสำหรับฝึกปฏิบัติงาน เพื่อให้บัณฑิตจบใหม่เรียนรู้การทำงานในสถานประกอบการเป็นเวลานาน เมื่อผ่านการฝึกงานแล้วจึงจะได้รับการรับรองให้ปฏิบัติงานในตำแหน่งวิศวกร หรือมอบหมายงานพื้นฐานในการแก้ไขปัญหา (Problem Based) และงานพัฒนาทางวิศวกรรม (Guo Lingling, 2012) ซึ่งบัณฑิตด้านวิศวกรรมศาสตร์มีคุณสมบัติด้านทักษะวิชาชีพ ไม่เป็นไปตามความต้องการของผู้ประกอบการ เป็นต้น

การฝึกงานหลังจบการศึกษา ถือว่าเป็นปัญหาของบัณฑิตจบใหม่ที่ต้องเริ่มเรียนรู้การทำงาน และเป็นปัญหาของผู้ประกอบการ เกี่ยวกับต้นทุนการจ้างวิศวกรที่ไม่สามารถทำงานตามการกำหนดอาชีพ ที่ผ่านมาผู้ประกอบการแก้ไขปัญหาโดยการสอนงาน เพื่อเพิ่มทักษะการทำงานก่อนมอบหมายงานวิศวกร การฝึกเรียนรู้งานของบัณฑิตในวิชาชีพของตนหลังจบการศึกษาแล้วถือเป็นต้นทุนของผู้ประกอบการ อย่างไรก็ตามสถาบันการศึกษา มีการพัฒนาผู้เรียนเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวให้กับผู้ประกอบการ ด้วยการออกแบบกระบวนการการเรียนการสอน โดยเน้นทักษะผู้เรียนเพิ่มขึ้น ทั้งการคิดวิเคราะห์และปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมในการ

ร่วมมือและส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษา โดยสถานศึกษาจำเป็นต้องปรับตัวในหลายด้าน อาทิ การพัฒนาหลักสูตร ปรับปรุงแผนการเรียนการสอนทั้งทฤษฎี ปฏิบัติและการพัฒนาทักษะความสามารถของผู้สอน และการสร้างรูปแบบการสอนใหม่ อาทิ โมดูลการเรียนการสอนแบบบูรณาการกลุ่มรายวิชา เป็นต้น

ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล จำเป็นต้องมีการฝึกทักษะความรู้และปฏิบัติงานควบคู่กับการเรียนทฤษฎี ทั้งนี้ให้เป็นไปตามมาตรฐานวิชาชีพวิศวกรรมสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ การพัฒนาการเรียนการสอนเป็นแนวทางในการพัฒนาความรู้ความสามารถทางวิศวกรรมอุตสาหการ ให้ผู้เรียนมีคุณภาพสูงขึ้น เป็นไปตามข้อบังคับด้านการผลิตบัณฑิต ตรงตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและสภาวิชาชีพ โดยเฉพาะสภาวิศวกร (กว.)

จากข้อจำกัดดังกล่าว โครงการวิจัยนี้จึงพัฒนากระบวนการเรียนการสอน โดยทำความร่วมมือระหว่างสถานศึกษา มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต สมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย (Thai Cutting Tool Manufacturers : TCTM) และบริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด เพื่อจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนทำการเรียนกับการปฏิบัติงานในรูปแบบต่างๆ เพื่อเพิ่มทักษะวิชาชีพสูงขึ้น โดยการประยุกต์องค์ความรู้ในด้านการเรียนกับการปฏิบัติงาน (Work Integrated Learning : WiL) การพัฒนาผู้เรียนครอบคลุมนักศึกษา (Student) การสอน (Lecturers) และความร่วมมือกับเครือข่ายอุตสาหกรรม (Industry Partners) สำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียนสามารถเพิ่มทักษะและพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรวิศวกรรมเคมี (Alison K. Reedy,2020.) และการจัดการเรียนการสอนเป็นระบบตามมาตรฐานการศึกษาที่เรียกว่า Conceive, Design, Implement และ Operate (CDIO) โดยการออกแบบสมรรถนะผู้เรียนในวิชาการบริหารโครงการ (Project Management) โดยการประยุกต์ใช้ CDIO เพื่อฝึกอบรม ฝึกทักษะพื้นฐาน ปรับปรุงสมรรถนะพื้นฐานของนักศึกษาให้มีความรู้พื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ การประยุกต์ทางวิศวกรรม เหตุผลทางวิศวกรรม การแก้ปัญหา (Problem Solving) การคิดเชิงระบบ (Systemic Thinking) ความสามารถการคิดวิเคราะห์และชี้ปัญหาทางวิศวกรรม (Conceive) สามารถออกแบบและหาแนวทางแก้ปัญหาทางวิศวกรรม (Design) สามารถดำเนินการประยุกต์หรือแก้ปัญหาทางวิศวกรรมให้สำเร็จตามเป้าหมาย (Implement) พัฒนาและควบคุมระบบต่างๆอย่างเหมาะสม (Operate) (Dante Guerrero, 2014) องค์ประกอบความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนแบบ CDIO ประกอบด้วยการพัฒนาหลักสูตรแบบบูรณาการพร้อมด้วยประสบการณ์การออกแบบสร้างพื้นที่การทำงาน (Workspaces) วิธีการสอนแบบมีส่วนร่วม การพัฒนาศักยภาพของผู้สอน และการประเมินผลการเรียนรู้ ระบบดังกล่าวทำให้การพัฒนาทักษะและประสบการณ์ผู้เรียนมีสมรรถนะเพิ่มขึ้นอย่างเป็นระบบ

การพัฒนาผู้เรียนสำหรับวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร ศึกษาเกี่ยวกับหลักการ และปฏิบัติการฝึกฝีมือเบื้องต้นในเรื่องการใช้เครื่องมือวัดละเอียด เครื่องมือในการปรับแต่ง

เครื่องมือขึ้นรูปโลหะ งานตะไบ งานกลึง งานกัด งานเชื่อมแก๊สและไฟฟ้า งานเชื่อมแบบ TIG และ MIG เครื่องจักรในงานโลหะแผ่น และความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือ ให้เป็นไปตามแผนการเรียนจัดไว้สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยการศึกษาในภาคเรียนเดียวกันกับวิชาเขียนแบบทางวิศวกรรม วิชาวัสดุวิศวกรรม วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี วิชาบริหารโครงการ ซึ่งมีความสัมพันธ์กันรวมถึงการวิเคราะห์แบบผลิต (Drawing) การวิเคราะห์วัสดุ และปฏิบัติการสร้างผลิตภัณฑ์ในสถานประกอบการ

โครงการวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาทักษะผู้เรียน โดยเลือกการจัดการเรียนการสอนวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร โดยบูรณาการกับวิชาที่เกี่ยวข้องกันกับการทำงาน ทั้งการเรียนภาคทฤษฎี และปฏิบัติงานในสถานประกอบการ ด้วยระบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ จากการให้ผู้เรียนพัฒนาโครงงานหรือการแก้ไขปัญหาจากการทำงาน (Problem Based Learning หรือ Project Based Learning) สำหรับการพัฒนานักศึกษารายบุคคลและระหว่างบุคคล กำหนดให้มีหน้าที่ปฏิบัติงานในสถานประกอบการแต่ละแห่ง เป็นการปฏิบัติงานที่มีกระบวนการสร้างผลิตภัณฑ์คัตติ้งทูลส์ (Cutting tools products) และสร้างเครื่องจักรกลการผลิต ซึ่งทั้งสองอุตสาหกรรมเป็นการผลิตสินค้าที่มีความเที่ยงตรงสูง และเป็นการผลิตเทคโนโลยี เพื่อนำไปใช้ในการผลิตในโรงงานอีกทอดหนึ่ง เพื่อใช้สำหรับการผลิตชิ้นส่วนส่งกำลังของเครื่องจักรกลการผลิตแม่พิมพ์ เพื่อนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม โดยทั้งเครื่องจักรกลและแม่พิมพ์เป็นต้นน้ำเพื่อการผลิตสินค้าอีกทอดหนึ่ง จึงทำการพัฒนาผู้เรียนโดยประยุกต์การเรียนกับการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ ประกอบกับการประเมินผลการเรียนแบบบูรณาการในรูปแบบ “วิทยาลัยในสถานประกอบการ” ทั้งนี้ให้เป็นไปตามมาตรฐานวิชาชีพวิศวกรรมศาสตร์ของสภาวิศวกร

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษาเป็นบัณฑิตนักปฏิบัติสำหรับปรับปรุงกระบวนการผลิตในสถานประกอบการ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 พัฒนาผู้เรียนวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

1.3.2 ผู้เรียน จำนวน 27 คน เป็นนักศึกษาในโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

1.3.3 ผู้เรียนปฏิบัติงานในสถานประกอบการเป็นเวลา 5 วันต่อสัปดาห์ ตลอดหลักสูตรโดยการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการการเรียนกับการทำงานในสถานที่จริง (Work Integrated Learning) ในกระบวนการผลิตของสถานประกอบการ จำนวน 7 สถานประกอบการ ครอบคลุม

อุตสาหกรรมการผลิตคัตติ้งทูลส์ ผลิตเครื่องจักรกล ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าที่มีความเที่ยงตรงสูง (High Precision)

1.3.4 การเรียนรู้และการฝึกทักษะเพื่อพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนเกิดจากการปฏิบัติงาน

1.3.5 ประเมินผลการเรียนแบบบูรณาการทางด้านทฤษฎีและการปฏิบัติงาน

1.3.6 กระบวนการเรียนการสอนเป็นการผสมผสานระหว่างอาจารย์ประจำวิชาและหัวหน้างาน ซึ่งเป็นผู้บังคับบัญชาโดยตรง และหัวหน้างานต้องมีคุณวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาตรีด้านวิศวกรรมศาสตร์

1.3.7 ควบคุมกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ระบบมาตรฐานเพื่อพัฒนาการศึกษา CDIO

1.3.7.1 การวิเคราะห์และชี้ปัญหาทางวิศวกรรม (Conceive) กำหนดให้ระยะเวลาเรียนไม่น้อยกว่า 10 ชั่วโมง

1.3.7.2 การออกแบบและหาแนวทางแก้ปัญหาทางวิศวกรรม (Design) กำหนดให้ระยะเวลาเรียนไม่น้อยกว่า 10 ชั่วโมง

1.3.7.3 การประยุกต์หรือแก้ปัญหาทางวิศวกรรมให้สำเร็จตามเป้าหมาย (Implement) กำหนดระยะเวลาเรียนไม่น้อยกว่า 10 ชั่วโมง

1.3.7.4 การพัฒนาและควบคุมระบบอย่างเหมาะสม (Operate)

1.3.8 ประเมินผลด้านสมรรถนะโดยใช้โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ บูรณาการกับ CDIO

1.3.9 การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) และการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาเป็นฐานการเรียนรู้ (Problem Based Learning) ให้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการเรียนรู้ทั้งแบบทักษะส่วนบุคคลและทักษะระหว่างบุคคล

1.3.10 การประเมินผลการเรียนให้สอดคล้องมาตรฐานการศึกษา มคอ.3 ตามรูปแบบการจัดการศึกษาของหลักสูตร

1.3.11 ประเมินผลการเรียนเป็นไปตามมาตรฐานวิชาชีพวิศวกรรม (กว.)

1.3.12 ประเมินสมรรถนะการเรียนรู้และการทำงานเป็นองค์ประกอบการสอบผ่านรายวิชา

1.3.13 การสอบประมวลความรู้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลรายวิชา

1.4 สมมติฐานการวิจัย

ถ้าสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียนวิศวศึกษาเพิ่มขึ้นก่อนจบการศึกษา มีผลมาจากการเรียนแบบบูรณาการทฤษฎีกับการสร้างผลิตภัณฑ์และปฏิบัติงานในสถานประกอบการ ดังนั้นนักศึกษาผู้ที่ไม่ได้บูรณาการทฤษฎีกับการสร้างผลิตภัณฑ์และปฏิบัติงานในสถานประกอบการ จะไม่สามารถเพิ่มสมรรถนะและทักษะการทำงานในสถานประกอบการก่อนจบการศึกษา

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.5.1 วิเคราะห์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต และวิเคราะห์เนื้อหาวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร เพื่อจัดการเรียนการสอนด้วยการบูรณาการกับการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ และบูรณาการกับรายวิชาที่สัมพันธ์กันในการผลิตสินค้าในโรงงาน อาทิ วัสดุวิศวกรรม การเขียนแบบวิศวกรรม คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์และการบริหารการทำงานหรือบริหารโครงการ เป็นต้น

1.5.2 เตรียมความพร้อมในด้านผู้บริหารของมหาวิทยาลัย ผู้บริหารสถานประกอบการ การออกแบบกระบวนการเรียนการสอน

1.5.3 เตรียมความพร้อมกระบวนการผลิต และการทำงานในสถานประกอบการ โดยสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย และบริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด

1.5.4 การทำความร่วมมือ (MOU.) ระหว่างสถาบันการศึกษากับสถานประกอบการ เพื่อกำหนดแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยความร่วมมือกับกลุ่มบริษัทในสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย (TCTM) และบริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด

1.5.5 แผนพัฒนานักศึกษาให้เป็นบัณฑิตที่มีทักษะจากการทำงานในสถานประกอบการ (การทำแผนการเรียน การจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน การเขียนโครงงานเพื่อการเรียนรู้ การนำเสนอผลงาน ในการจัดทำแผนการจัดการเรียนการสอนตลอดภาคเรียน และแผนการเรียนการสอนตลอดหลักสูตร)

1.5.6 เตรียมความพร้อมรับสมัครนักศึกษา

- กลุ่มเป้าหมายเป็นวิทยาลัยเทคนิคที่มีการเรียนการสอนทางด้านช่างอุตสาหกรรม
- พัฒนาโครงการบริการวิชาการให้แก่นักศึกษาช่างอุตสาหกรรม ผู้บริหารวิทยาลัยเทคนิคและอาจารย์ผู้สอน
- การรับสมัครผู้สนใจเข้าร่วมโครงการ
- การปฐมนิเทศนักศึกษาใหม่ของโครงการ

1.5.7 นักศึกษาปฏิบัติงานและเรียนรู้ในสถานประกอบการ

- เรียนทฤษฎีและการปฏิบัติงาน
- ระยะเวลาเรียนเป็นไปตามหลักสูตร
- ประยุกต์การเรียนการสอนแบบ CDIO

1.5.8 ทำการควบคุมกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้การทำโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ ประกอบด้วย

- ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์และชี้ปัญหาทางวิศวกรรม (Conceive)
- ฝึกทักษะการออกแบบและหาแนวทางแก้ปัญหาทางวิศวกรรม (Design)

- ฝึกทักษะการประยุกต์หรือแก้ปัญหาทางวิศวกรรมให้สำเร็จตามเป้าหมาย (Implement)

- ฝึกทักษะการพัฒนาและควบคุมระบบการผลิตที่เหมาะสม (Operate)

1.5.9 การทำโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ (Project Based Learning) หรือใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (Problem Based Learning)

1.5.10 ประเมินผลรายวิชาแบบบูรณาการ

1.5.11 ประเมินผลการเรียนตามมาตรฐานวิชาชีพวิศวกรรม (กว.)

1.5.12 ประเมินสมรรถนะการเรียนรู้และการทำงานเป็นองค์ประกอบการสอบผ่านรายวิชา

1.5.13 การสอบประมวลความรู้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลรายวิชา

1.5.14 ประเมินผลการเรียนตามมาตรฐานของหลักสูตร โดย สกอ. เห็นชอบ

1.5.15 ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยอาจารย์ผู้สอน คณะกรรมการวิชาการ หัวหน้างานและผู้บริหารระดับสูงในสถานประกอบการ

1.5.16 วิเคราะห์ผลการวิจัย และอภิปรายผลการวิจัย

1.5.17 สรุปผลงานวิจัย

1.5.18 รายงานผลการวิจัย

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.6.1 พัฒนาสมรรถนะของนักศึกษา โดยการเรียนรู้แบบบูรณาการการเรียนกับการสร้างผลิตภัณฑ์และปฏิบัติงานในสถานประกอบการ

1.6.2 พัฒนาผู้เรียนเพิ่มทักษะแก้ไขปัญหาและปรับปรุงวิธีการสร้างผลิตภัณฑ์ในสถานประกอบการ

1.6.3 ผู้เรียนพัฒนาโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ (Project-Based Learning) ในรายวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร และบูรณาการร่วมกับรายวิชาในภาคเรียนที่ 1/2563

1.6.4 นักศึกษามีสมรรถนะสูงขึ้นสามารถปฏิบัติงานผลิตสินค้าในสถานประกอบการ พร้อมกับการเรียนรู้ระบบการผลิตสินค้าทางวิศวกรรม ประกอบด้วย ระบบการจัดหาวัตถุดิบ ทักษะการวิเคราะห์สมบัติและการเลือกใช้วัสดุ ทักษะการเขียนแบบผลิตภัณฑ์ (Drawing) ทักษะดูแลและควบคุมเครื่องจักรกลและอุปกรณ์ และทักษะการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

1.6.5 พัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการแก้ปัญหาการทำงานเป็นระบบด้วย Conceiving, Designing, implementing และ Operating (CDIO)

1.6.6 พัฒนาผู้เรียนโดยใช้ระบบการเรียนในมหาวิทยาลัย และการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ สามารถบูรณาการการทำโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ส่วนบุคคล และระหว่างบุคคล

1.6.7 การประเมินผลการเรียนแบบบูรณาการด้านทฤษฎี (ระบบการสอนในมหาวิทยาลัย) และการปฏิบัติงาน (การประยุกต์ทฤษฎีกับการสร้างผลิตภัณฑ์) ประเมินผลการปฏิบัติงานโดยหัวหน้างานและเป็นการประเมินผลรายวัน สัปดาห์ ตลอดภาคเรียน

1.6.8 ผลการประเมินสมรรถนะระหว่างก่อนเรียนและหลังจากผ่านการเรียนแล้ว นักศึกษามีสมรรถนะเพิ่มขึ้นสามารถนำความรู้ไปปฏิบัติงานในสถานประกอบการได้

1.6.9 นักศึกษามีมนุษยสัมพันธ์ มีทักษะในการควบคุมเครื่องจักรเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์และผลิตสินค้า ผู้เรียนมีทักษะแก้ไขปัญหาการปฏิบัติงานและการสื่อสาร ประกอบการเรียนรู้ระบบการทำงานในสถานประกอบการ

1.6.10 ผู้เรียนมีทักษะการทำงานในด้านการประยุกต์ทฤษฎีและปฏิบัติการผลิตสินค้า จึงมีความพร้อมในการเรียนวิชาชีพทางวิศวกรรมในระดับสูง และมีความซับซ้อนมากขึ้น

1.6.11 เป็นพื้นฐานการผลิตวิศวกรทักษะสูงด้านการผลิต และเป็นแนวทางในการผลิตบัณฑิตนักปฏิบัติ

1.6.12 ผลสัมฤทธิ์จากการวิจัยสามารถส่งเสริมการเรียนการสอนนักศึกษาที่ขาดแคลนทุนทรัพย์หรือขาดโอกาสในการศึกษาต่อ เนื่องจากนักศึกษาในโครงการได้รับค่าตอบแทนตลอดหลักสูตร

1.6.13 เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาการเรียนการสอน ตามนโยบายกระทรวงการอุดมศึกษาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

1.7 นิยามศัพท์

Hands-On	ลงมือปฏิบัติงานให้เกิดความชำนาญ โดยใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และการสื่อสาร เพื่อมีผลจากการปฏิบัติและเกิดประโยชน์ตามวัตถุประสงค์
CDIO	Conceive, Design, Implement, Operate
Conceive	สามารถคิดวิเคราะห์ชี้ปัญหากำหนดปัญหา ระบุสาเหตุ และกำหนดแนวทางแก้ไขทางวิศวกรรม
Design	ออกแบบและทดลองทางวิศวกรรม มีผลการทดลองที่สามารถแก้ไขปัญหาพื้นฐาน สอดคล้องกับการนำไปปฏิบัติที่จะไม่เกิดปัญหาเดิม เป็นต้น
Implement	นำผลการออกแบบไปสู่การปฏิบัติจริงและมีผลลัพธ์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ หรือเป็นการประยุกต์เพื่อแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมให้สำเร็จ
Operate	การนำไปปฏิบัติ สามารถพัฒนาและควบคุมระบบต่าง ๆ อย่างเหมาะสม
PjBL	การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)
TCTM	สมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย (Thai Cutting Tools Manufacturers)

1.8 คำสำคัญ

วิศวศึกษา วิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตนักปฏิบัติ วิทยาลัยในสถานประกอบการ บูรณาการการเรียนกับการทำงาน โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ คัตติ้งทูลส์ ความเที่ยงตรงสูง ความแข็งสูง ความยั่งยืนของอุตสาหกรรม ห่วงโซ่อุตสาหกรรม ความสมดุลตามกฎธรรมชาติ ปัจจัย 4 และ CDIO

บทที่ 2

การศึกษาอุตสาหกรรมและทบทวนวรรณกรรม

การพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนด้านวิศวศึกษาเพื่อเป็นบัณฑิตนักปฏิบัติทักษะสูง เป็นทักษะที่นำไปใช้เพื่อส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรม 4.0 อย่างยั่งยืน ตามวัตถุประสงค์ของโครงการ โดยศึกษาเกี่ยวกับอุตสาหกรรมการผลิตในสถานประกอบการ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมผลิตคัตติ้งทูลส์และผลิตเครื่องจักรกล โดยเป็นเครื่องจักรที่มีความสัมพันธ์ในด้านการผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูง (High precision) การพัฒนาผู้เรียนขึ้นอยู่กับการกำหนดพื้นที่ปฏิบัติงานเพื่อบูรณาการการจัดการเรียนการสอนระหว่างทฤษฎีทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และการปฏิบัติงานในโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ สำหรับพัฒนาการเรียนการสอนภายใต้การพัฒนาโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ประกอบกับการฝึกผู้เรียนให้มีทักษะการทำงานด้วยระบบ CDIO มีการศึกษาด้านต่างๆ ดังนี้

2.1 การศึกษาอุตสาหกรรม

2.1.1 ห่วงโซ่อุตสาหกรรม 4 กลุ่ม

ห่วงโซ่อุตสาหกรรม คือ การใช้ประโยชน์จากผลผลิตที่เกิดจากอุตสาหกรรมมีความเชื่อมโยงอย่างเป็นระบบ ผลผลิตจากอุตสาหกรรม คือ สินค้าใหม่ สินค้าใหม่เหล่านั้นจะนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตในอุตสาหกรรมถัดไปอีกทอดหนึ่ง สินค้าใหม่ในแต่ละอุตสาหกรรมจึงแตกต่างกัน สินค้าที่เกิดจากการผลิตของอุตสาหกรรม ได้แก่ วัสดุ (Material) ชิ้นส่วน (Parts) แม่พิมพ์ (Mold and Die) เครื่องจักรกล (Machinery) และเครื่องมือ (Tools) เป็นต้น สินค้าเหล่านี้สร้างขึ้นเพื่อความสะดวกและปลอดภัยในการทำงาน แตกต่างจากสินค้าสำหรับใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ อาหาร เสื้อผ้า ยารักษาโรค เป็นต้น สินค้าใหม่จะผลิตออกมาจากอุตสาหกรรมที่มีระบบการผลิตที่แตกต่างกัน การทำตลาดและการจำหน่ายสินค้าของแต่ละอุตสาหกรรมก็มีลักษณะแตกต่างกัน หากพิจารณาจากหน้าที่การใช้งานสามารถแบ่งกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีความสัมพันธ์กัน จำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่

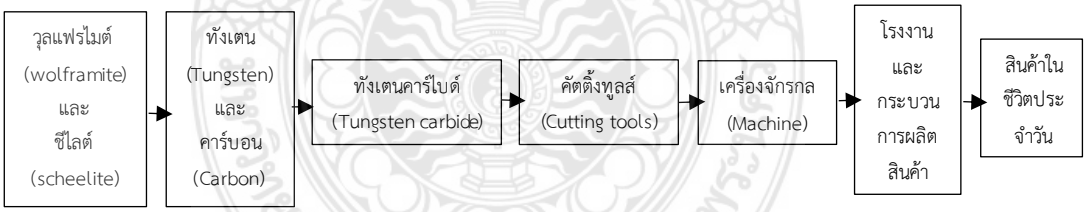
2.1.1.1 อุตสาหกรรมการผลิตวัสดุและพัฒนาเป็นวัตถุดิบเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าชนิด คัตติ้งทูลส์และเครื่องมือ สินค้าเหล่านี้นำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องมือกล เป็นอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าที่มีความเที่ยงตรงสูง วัสดุที่ใช้ในการผลิตส่วนใหญ่เป็นโลหะและสารประกอบ

2.1.1.2 อุตสาหกรรมเครื่องมือกล สำหรับผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ผลิตเครื่องจักรกล และแม่พิมพ์ เป็นอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูง วัสดุเพื่อการผลิตเป็นโลหะสารประกอบ และวัสดุวิศวกรรม

2.1.1.3 การผลิตสินค้าเพื่อใช้ในสำนักงานและใช้ในชีวิตประจำวัน ส่วนใหญ่เป็นโรงงานผลิตจำนวนมาก อุตสาหกรรมดังกล่าวนำเครื่องจักรกล แม่พิมพ์ เครื่องมือและวัสดุเพื่อแปรรูปเป็นสินค้า รวมถึงการตลาด การขายสินค้าและการบริการ อาทิ การขนส่งสินค้า ส่วนใหญ่เป็นสินค้าผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรม การกระจายสินค้า ผู้แทนจำหน่ายสินค้า ห้างสรรพสินค้าและร้านค้าทุกชนิดเพื่อจำหน่ายสินค้าอีกทอดหนึ่ง เป็นการขายให้กับบุคคลทั่วไป

2.1.1.4 การซื้อสินค้าของบุคคลทั่วไป เพื่อนำสินค้าไปใช้ประโยชน์อำนวยความสะดวกและความปลอดภัยในการทำงาน เพื่อความปลอดภัยและความสะดวกสบายของมนุษย์ จากนั้นสินค้าจะมีอายุสั้นลงกระทั่งหมดอายุในที่สุด

ในระบบห่วงโซ่อุตสาหกรรมทั้ง 4 กลุ่ม ส่งเสริมการผลิตซึ่งกันและกัน อย่างไรก็ตามสินค้าปัจจัยพื้นฐานและมีความสำคัญต่อมนุษย์โดยตรง ได้แก่ อาหาร เสื้อผ้าและเครื่องนุ่งห่ม วัสดุและสิ่งก่อสร้าง ที่อยู่อาศัย ยาหรือวัคซีนป้องกันและรักษาโรค เป็นต้น ความสัมพันธ์แต่ละอุตสาหกรรมเป็นระบบห่วงโซ่อุตสาหกรรม อาทิ อุตสาหกรรมการผลิตวัสดุและเทคโนโลยีวัสดุ การผลิตสารประกอบ การผลิตคัตติ้งทูลส์ การผลิตเครื่องจักรกล การนำเครื่องจักรกลไปใช้โรงงานเพื่อผลิตสินค้า และสินค้าที่ได้นั้นนำไปจำหน่ายเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันโดยตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพ 2.1 ห่วงโซ่อุตสาหกรรมเพื่อการผลิตเทคโนโลยีการผลิตสินค้าและนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2.1.2 อุตสาหกรรมการผลิตคัตติ้งทูลส์ (Cutting tools Industry)

การผลิตคัตติ้งทูลส์เป็นอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพด้านส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยี ที่เป็นสินค้าและนวัตกรรมสำหรับการผลิตของอุตสาหกรรมถัดไป โดยการนำคัตติ้งทูลส์ไปใช้ในการผลิตอีกทอดหนึ่ง ได้แก่ อุตสาหกรรมการผลิตแม่พิมพ์ ผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ได้แก่ เพลาส่งกำลัง เฟือง พูเลย์ ลูกเบี้ยว ลูกสูบ และก้านสูบ เพื่อใช้ในระบบส่งกำลัง ระบบไฮโดรลิค นิวเมติกส์ และชิ้นส่วนในระบบส่งกำลังที่มีความเที่ยงตรงสูง ชิ้นส่วนเหล่านี้นำไปใช้ในอุตสาหกรรมโดยรวม

ชิ้นส่วนส่งกำลังเป็นผลผลิตจากกระบวนการผลิตโดยใช้คัตติ้งทูลส์ในขั้นตอนสุดท้าย จากนั้นประกอบชิ้นส่วนเป็นระบบส่งกำลังของเครื่องจักรกล จากนั้นนำเครื่องจักรกลไปใช้ผลิตสินค้า ส่วนใหญ่เป็นโรงงานอุตสาหกรรม ในโรงงานผลิตสินค้าเป็นปัจจัย 4 ของมนุษย์ เพื่อความสะดวกในการทำงานและความปลอดภัยในการใช้ชีวิต เพื่อความแข็งแรงของร่างกายและความสุขทางจิตใจ ปรากฏว่าเทคโนโลยีคัตติ้งทูลส์เป็นเครื่องมือสำคัญต่อการผลิตสินค้าเกือบทุกชนิด

จากความสำคัญของอุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์ ผู้ผลิตคัตติ้งทูลส์ในประเทศไทยจึงมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนานวัตกรรมเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมในระบบห่วงโซ่อุปทาน ได้แก่ คัตติ้งทูลส์ (Cutting tools) ด้ามจับ (Tools holder) เครื่องมือพิเศษ (Special tools) รวมเป็นสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย (Thai Cutting Tools Manufacturers : TCTM) โดยมีบริษัทสมาชิก จำนวน 25 บริษัท

สมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทยเป็นผู้ผลิตและการพัฒนาผลิตภัณฑ์คัตติ้งทูลส์ความเที่ยงตรงสูง ครอบคลุมการผลิตโลหะ อโลหะ เครื่องมือวัดละเอียด การเชื่อม การตัดเฉือน งานกลึง งานกัด งานเจาะ งานเจียระไน งานบำรุงรักษา ระบบไฟฟ้าเครื่องจักรกล ระบบส่งกำลัง การออกแบบ การคำนวณทางคณิตศาสตร์ พื้นฐานทางฟิสิกส์ เคมี วัสดุวิศวกรรม ความแข็งแรงของวัสดุ ความร้อน การเขียนแบบเครื่องกล การเขียนแบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ การออกแบบและการผลิตด้วยคอมพิวเตอร์ (CAD/CAM) การควบคุมอัตโนมัติ การเคลื่อนไหวและเวลา การผลิตจำนวนมาก (Mass production) การควบคุมคุณภาพ การใช้สถิติเพื่อการผลิตเชิงวิศวกรรม การบำรุงรักษาเครื่องจักรกลการผลิต การวางแผนและควบคุมการผลิต การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ การออกแบบแผนผังโรงงาน การวิจัยและดำเนินงาน เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ความปลอดภัยในการทำงาน กฎหมายและสิ่งแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น โดยสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย (TCTM) และบริษัทครีเอท แมคคาทรอนิคส์ จำกัด ร่วมพัฒนาการศึกษา ดังนี้

2.1.2.1 บริษัท ไมโครฟอร์ม (ประเทศไทย) จำกัด

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ การผลิตคัตติ้งทูลส์ ผลิตเครื่องมืออุปกรณ์ วิจัยและพัฒนาหัวกระสุนปืนครก บริการลับคมคัตติ้งทูลส์ (Re-grinding)

ภาพ 2.2 ภาพผลิตภัณฑ์ของบริษัท ไมโครฟอร์ม (ประเทศไทย) จำกัด

ที่มา : http://thaitechno.net/dip/home.php?uid=37072

2.1.2.2 บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ การพัฒนาเครื่องจักรและอุปกรณ์เครื่องเจียระไนเพื่อการผลิตคัตติ้งทูลส์ จำหน่ายเครื่องจักรกลอัตโนมัติและชิ้นส่วนเครื่องจักรกลในอุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์ บริการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับเครื่องจักรอุตสาหกรรมเพื่อการผลิตคัตติ้งทูลส์

(a) เครื่องกัดเซาะและเจียแบบ 2 in 1 Walter-Ewag

(b) เครื่อง Walter-Ewag สำหรับการสาธิตและการฝึกอบรม

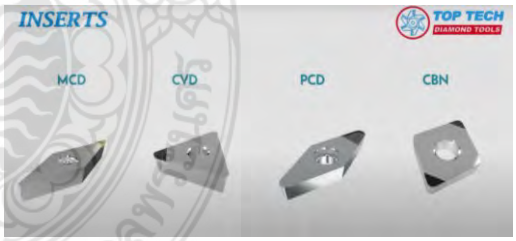
ภาพ 2.3 ภาพผลิตภัณฑ์ของบริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

ที่มา : https://www.wppengineering.com/otec/

2.1.2.3 บจก. ท็อปเทค ไดมอนด์ ทูลส์

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ ชิ้นส่วนอะไหล่ คัดติ้งทูลส์ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยโลหะออกแบบคัตติ้งทูลส์พิเศษเพื่อพัฒนาสินค้าในระบบห่วงโซ่อุปทาน

(a)



(b)

(c)

(d)

ภาพ 2.4 ภาพผลิตภัณฑ์ของบจก. ท็อปเทค ไดมอนด์ ทูลส์

ที่มา : https://www.toptechdiamond.com/th/

2.1.2.4 บริษัท เจ เค พรีซิชั่น จำกัด

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ การผลิต Cutting Tools และ Special Tools ที่ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ อิเล็กทรอนิกส์และอุตสาหกรรมทั่วไป

(a) Drills

(b) Milling Cutter

(c) END Mills

(d) PCD / CBN

ภาพ 2.5 ภาพผลิตภัณฑ์ของ บริษัท เจ เค พรีซิชั่น จำกัด

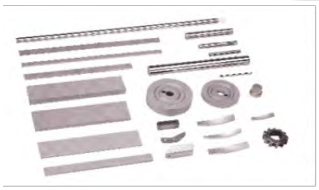
ที่มา : http://www.jkprecision.co.th/pcd-cbn.html

2.1.2.5 บริษัท อาร์.เอส.คาร์ไบด์ โปรดักท์ จำกัด

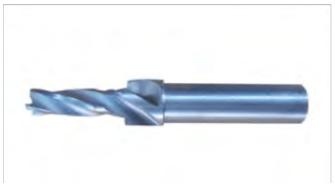
สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ ทังสเตนคาร์ไบด์ ใบมีดอุตสาหกรรม ผลิตคัตติ้งทูลส์ทังสเตนคาร์ไบด์พิเศษ พัฒนาคัตติ้งทูลส์ตามที่ลูกค้าต้องการ สนับสนุนระบบห่วงโซ่อุปทานในอุตสาหกรรมเป้าหมาย

(a) Inserts for External

(b) Face Milling



(c) Carbide RodCarbide Blank



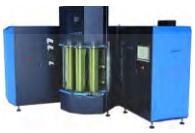
(d) Step Drill ,Carbide

ภาพ 2.6 ภาพผลิตภัณฑ์ของ บริษัท อาร์.เอส.คาร์ไบด์ โปรดักท์ จำกัด

2.1.2.6 บริษัท เบสท์ ลูบ จำกัด

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ ประกอบกิจการ การค้าด้านการวิจัยและพัฒนาสารหล่อเย็นในอุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์ น้ำมันหล่อลื่น นำเข้า และตัวแทนจำหน่าย

(a) Mineral Oil-Based



(b) Coating

(c) สารหล่อลื่นในกลุ่มไฮโดรลิก

(d) สารทำความสะอาด

ภาพ 2.7 ภาพผลิตภัณฑ์ของ บริษัท เบสท์ ลูบ จำกัด

ที่มา : http://www.bestlube.co.th/index.html

2.1.2.7 บริษัท พี.ที.เอส.พรีซิชั่น ทูลลิ่ง ซิสเต็มส์ จำกัด

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ ผลิตคัตติ้งทูลส์ และจำหน่ายอุปกรณ์ เครื่องมือและเครื่องจักรในอุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์ กลึง ไส กัด เจาะ เชื่อม เจียระไนโลหะทุกชนิด

2.1.2.8 บริษัท เอส.เค พรีซิชั่น จำกัด

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ รับกลึง เชื่อม ไสโลหะ ผลิตตามงานสั่งทำทุกชนิด

(a) Drill (Carbide) 3 x D

(b) Spare parts

(c) Assembly Jig

(d) Special tools

ภาพ 2.8 ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท เอส.เค พรีซิชั่น จำกัด

ที่มา : https://www.sk-precision.co.th/product-service/

2.1.2.9 บริษัท วีเอสไอ.พรีซิชั่น กรุ๊ป จำกัด

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ ผลิต Precision Special Cutting Tools, Drill, Step drill , Reamer, Burnishing Drill , Cutter , Oil hole tools

(a) Step Drill

(b) End Mill

(c) ใบมีดตัด (Cutter)

ภาพ 2.9 ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท วีเอสไอ.พรีซิชั่น กรุ๊ป จำกัด

ที่มา : http://www.industry.in.th/dip/home.php?uid=38723

2.1.2.10 บริษัท พีซ เอ็นจิเนียริง จำกัด (Peace Engineering Co., Ltd.)

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ คัตติ้งทูลส์ และออกแบบคัตติ้งทูลส์พิเศษ รับกลึง เชื่อม ไสโลหะทุกชนิด

ภาพ 2.10 ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท พีซ เอ็นจิเนียริง จำกัด

ที่มา : https://www.dataforthai.com/company/0115543000854/

2.1.2.11 บริษัท ฮาร์ดเมทอล โปรดักส์ จำกัด

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ ดอกสว่าน หินเพชร คัตเตอร์ ใบเลื่อย ใบมีด มีดกลึงทังสเตนคาร์ไบด์ เครื่องมือกัดโลหะ รวมทั้งอุปกรณ์และอะไหล่ของเครื่องจักร

ภาพ 2.11 ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท ฮาร์ดเมทอล โปรดักส์ จำกัด

ที่มา : https://www.hardmetalproducts.com/17028658/metal-cutting

2.1.2.12 บริษัท ดีต้าร์ สเปเชียล ทูลส์ จำกัด

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ รับออกแบบและผลิต Special Tools, Cutting Tools and Regrind and Coatting (งาน ลับคม งานซ่อม) และผลิตดอกเอ็นมิล สว่าน รีมเมอร์ Hss, Carbide ทุกชนิด ด้วยเครื่อง CNC.

ภาพ 2.12 ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท ดีต้าร์ สเปเชียล ทูลส์ จำกัด

ที่มา : https://www.ditar-specialtools.com/HOME/5877843f8ee2ed1192486c44

2.1.2.13 บริษัท อาร์โก้ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ ให้บริการชุบเทไทเนียมในระบบ PVD และ CVD งานเคลือบผิวเครื่องประดับ เฟอร์นิเจอร์และงานสเตนเลส เครื่องทองแดง รวมไปถึงงานประดับยนต์

ภาพ 2.13 ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท อาร์โก้ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

ที่มา : https://www.argo-tele.com/

2.1.2.14 บริษัท เอ็กซ์-เท็ก พรีซิชั่น จำกัด

เป็นผู้เชี่ยวชาญในการขายและบริการเครื่องจักรที่มีความแม่นยำสูง ความเชี่ยวชาญในกระบวนการตัดเฉือน สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ การเจียระไน จิ๊ก, micro-EDM, การกัด, การกลึง และถ่ายทอดความรู้พร้อมกับการพัฒนาเครื่องจักรกลสำหรับการใช้งานในอุตสาหกรรม

(a)ISPER HSP 443 เครื่องกัดความเร็ว (b) เครื่องเจาะกัดเซาะไมโครเมตร

ภาพ 2.14 ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท เอ็กซ์-เท็ก พรีซิชั่น จำกัด

ที่มา : https://www.xtech-precision.com/

2.1.2.15 บริษัท เทคโน คิไค จำกัด

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ เครื่องมืออุตสาหกรรม บริการเครื่องมือตัดครบวงจร เป็นทั้งผู้ผลิตและผู้จัดจำหน่าย จำหน่ายเครื่องมือตัดเฉือนที่มีคุณภาพสูง

ภาพ 2.15 ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท เทคโน คิไค จำกัด

ที่มา : https://www.technokikai.com/

2.1.2.16 บริษัท เคเอ็นเค อินเทค จำกัด

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ รับออกแบบเครื่องจักร และ สร้างเครื่องจักรตามความต้องการของลูกค้า ปรับปรุงแก้ไขเครื่องจักร ออกแบบผลิตระบบงานแบบ 2D,3D Jig & Fixtures จำหน่ายสารหล่อลื่น เครื่องมืออุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์และอุตสาหกรรมการผลิตความเที่ยงตรงสูง

2.1.2.17 บริษัท จี.วี. พรีซิชั่น จำกัด

สินค้าที่สำคัญได้แก่ คัตติ้งทูลส์ สว่าน เอ็นมิลล์ Special tools เครื่องมือความเที่ยงตรงสูงรวมทั้งการนำเข้า ส่งออก ซื้อขาย อะไหล่แม่พิมพ์ สกรู น๊อต เครื่องจักรกลความเที่ยงตรงสูง

ภาพ 2.16 ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท จี.วี. พรีซิชั่น จำกัด

ที่มา : https://www.gvprecision.com/

2.1.2.18 ห้างหุ้นส่วนจำกัด เซมิคอน ทูลส์ เทคโนโลยี่

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ ออกแบบและผลิตคัตติ้งทูลส์ รับจ้างออกแบบและผลิตชิ้นงานตามแบบจากโลหะ และพลาสติก

(a) NEEDLE HOLDER

(b) PEPPER POT

(c) Tools Regring Resize Deform Service

(d) PICK UP TOOL

ภาพ 2.17 ภาพผลิตภัณฑ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด เซมิคอน ทูลส์ เทคโนโลยี่

ที่มา : https://www.nanasupplier.com/semicon-tools

2.1.2.19 บริษัท เคทีบี พรีซิชั่น ทูลส์ จำกัด

สินค้าที่สำคัญได้แก่ Cooling Unit End mill, Index Insert Holders ประกอบกิจการค้าเครื่องจักร เครื่องมือกล เครื่องตัดเหล็ก

(a) Cooling Unit (FG500.1150)

(b) Vision Series

(c) Precision Series

(d) Index Insert Holders

ภาพ 2.18 ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท เคทีบี พรีซิชั่น ทูลส์ จำกัด

ที่มา : http://www.ktbprecision.com.ve4.readyplanet.net/

2.1.2.20 บริษัท แซน เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ ซัพพลาย จำกัด

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ ผลิต Drill, Micro Drill, Form Cutter, Blade ลับคมเครื่องมือตัด (Cutting Tools) PCD, Carbide, HSS เครื่องมือที่ความเที่ยงตรงสูง (High Precision) รองรับอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ชิ้นส่วนยานยนต์ ชิ้นส่วน Aerospace ทั้งในและต่างประเทศ

(a) Drill

(b) Micro Drill

(c) Form Cutter

(d) Blade

ภาพ 2.19 ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท แซน เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ ซัพพลาย จำกัด

ที่มา : https://www.sanengineering.co

2.1.2.21 บริษัท ซีบี ไดมอนด์ (ไทยแลนด์) จำกัด

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ จำหน่ายอุปกรณ์ ชิ้นส่วน เครื่องมือโรงงาน Diamond Wheel & CBN Wheel). คาร์ไบด์ (Carbide) เครื่องเชื่อม และชุบแข็งโดยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

ภาพ 2.20 ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท ซีบี ไดมอนด์ (ไทยแลนด์) จำกัด

ที่มา : https://www.cbdthailand.com/

2.1.2.22 บริษัท วิสคัท เอเซีย จำกัด

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ ผลิตและจำหน่ายเครื่องมืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการตัดชิ้นส่วนในโรงงานผลิตเครื่องมือตัดชั้นนำที่พัฒนาขึ้นเป็นพิเศษสำหรับระบบอัตโนมัติประเภท CNC Swiss WhizCut ผลิตภัณฑ์เม็ดมีดคาร์ไบด์สำหรับการกลึง ด้ามกลึงคว้าน ดอกกัดเกลียว และดอกสว่านขนาดเล็ก

ภาพ 2.21 ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท วิสคัท เอเซีย จำกัด

ที่มา : https://www.whizcut.com/

2.1.2.23 บริษัท ที.เอ็ม.เอส. ทูลลิ่ง เซอร์วิส จำกัด

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ Special Tool, Holder, Cartridge, Modifying Regrinding Tool, Modifying Holder ให้บริการครบวงจรตั้งแต่การออกแบบ ออกแบบตามความต้องการ งานแก้ไข งานรับคม การออกแบบ งานทำตามแบบ เพื่อเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนของลูกค้า

ภาพ 2.22 ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท ที.เอ็ม.เอส. ทูลลิ่ง เซอร์วิส จำกัด

ที่มา : https://fact-link.com/mem_profile.php?pl=th&mem=00004938&page=00011943

2.1.2.24 บริษัท เออร์ลิคอน บัลเซอร์ส โค้ทติ้ง (ไทยแลนด์) จำกัด

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ ซัพพลายเออร์ชั้นนำระดับโลกด้านเทคโนโลยีการเคลือบผิว ช่วยให้ส่วนประกอบที่มีความเที่ยงตรง รวมทั้งเครื่องมือสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปโลหะและพลาสติก มีประสิทธิภาพสูง ความแข็งและทนการสึกหรอ บริการเคลือบผิวงาน การไขปัญหาสำหรับพื้นผิวจาก Balzers อุปกรณ์การเคลือบผิว และเทคโนโลยีพื้นผิว

ภาพ 2.23 ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท เออร์ลิคอน บัลเซอร์ส โค้ทติ้ง (ไทยแลนด์) จำกัด

ที่มา : https://www.fact-link.com/mem_profile

2.1.2.25 บริษัท ฟูจิเซโกะ (ไทยแลนด์) จำกัด

สินค้าที่สำคัญ ได้แก่ Special Cutting Tool, Indexable Cutting Tool, Grinding Stone ผลิตวัสดุ อุปกรณ์เครื่องมือ สำหรับอุตสาหกรรม เช่น หินเจีย เครื่องมือตัด ด้ามพิเศษ และอุปกรณ์อื่นๆ

(a) Special Cutting Tool

(b) Special Holder

(c) Grinding Stone

(d) Indexable Cutting Tool

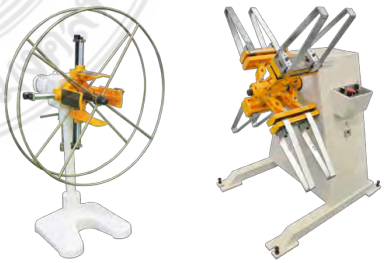
ภาพ 2.24 ภาพผลิตภัณฑ์บริษัท ฟูจิเซโกะ (ไทยแลนด์) จำกัด

ที่มา : https://www.fact-link.com

2.1.2.26 บริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด

สินค้าสำคัญ ได้แก่ ผลิตเครื่องจักรกล จำหน่ายเครื่องจักรอัตโนมัติสำหรับงานแปรรูปโลหะแผ่น (Press Automation Machines) พัฒนาเครื่องจักรคุณภาพสูง สนองความต้องการลูกค้าทั้งในประเทศและต่างประเทศ

(a) CNC Spinning



(b) Uncoiler

ภาพ 2.25 ภาพผลิตภัณฑ์ของบริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด

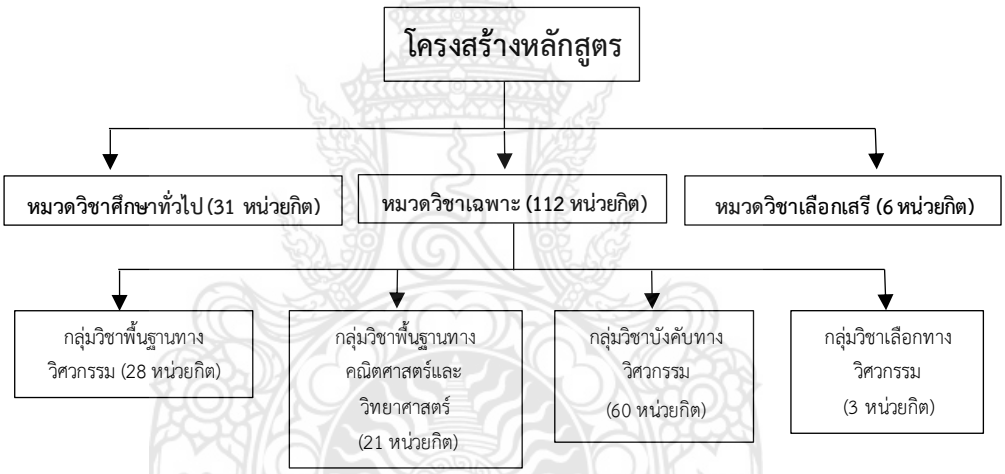
ที่มา : https://www.create.co.th/product.php?language=th

2.2 ศึกษาหลักสูตร

ในการศึกษาอุตสาหกรรมโครงการวิจัยนี้ ได้ศึกษาเกี่ยวกับอุตสาหกรรมการศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ 3 มหาวิทยาลัย ที่มีความโดดเด่นในด้านการจัดการเรียนการสอน และศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ที่เป็นกลุ่มทดลองในการทำวิจัย ดังนี้

2.2.1 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2559 จำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร 149 หน่วยกิต โครงสร้างของหลักสูตร ดังนี้ (หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2559)

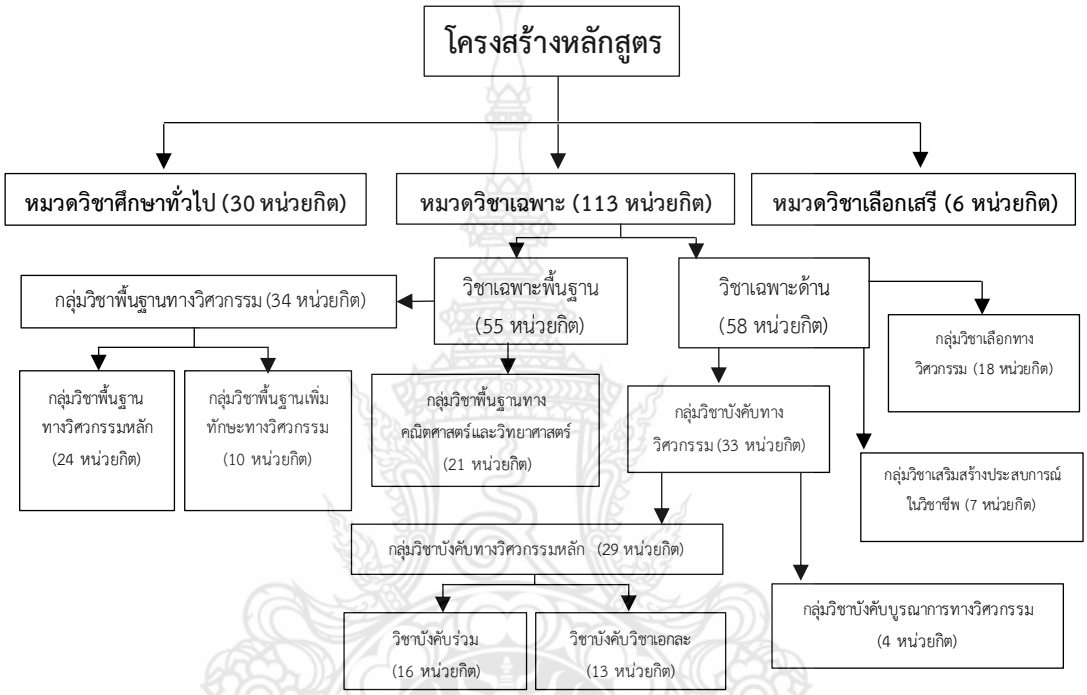


ภาพ 2.26 โครงสร้างหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มีองค์ประกอบเกี่ยวกับประสบการณ์ภาคสนาม (การฝึกงาน หรือสหกิจศึกษา) มีรายวิชาประสบการณ์ภาคสนาม เพื่อฝึกให้นักศึกษารู้จักการประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนมา ได้ใช้กับสภาพการทำงานจริง และเป็นการเตรียมความพร้อมในทุกๆ ด้านก่อนออกไปทำงานจริง โดยหลักสูตรได้จัดให้อยู่ในหมวดวิชาเฉพาะ กลุ่มวิชาบังคับทางวิศวกรรม ประกอบไปด้วยรายวิชาดังนี้ PRE 300 ฝึกงานอุตสาหกรรม 2 หน่วยกิต (S/U) นักศึกษาจะฝึกงานในสถานที่ฝึกงาน เช่น โรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้เวลาฝึกงานไม่น้อยกว่า 6 สัปดาห์ โดยมีคณาจารย์ทำการตรวจการฝึกงาน PRE 401 สหกิจศึกษา 9 หน่วยกิต (S/U) เฉพาะสำหรับนักศึกษาสหกิจศึกษา นักศึกษาต้องไปปฏิบัติงานเต็มเวลาเสมือนหนึ่งเป็นพนักงานชั่วคราว ณ สถานประกอบการ ครบ 1 ภาคเรียนสหกิจศึกษา

2.2.2 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2558 จำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร 149 หน่วยกิต มีโครงสร้างหลักสูตร ดังนี้ (หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ,2558)



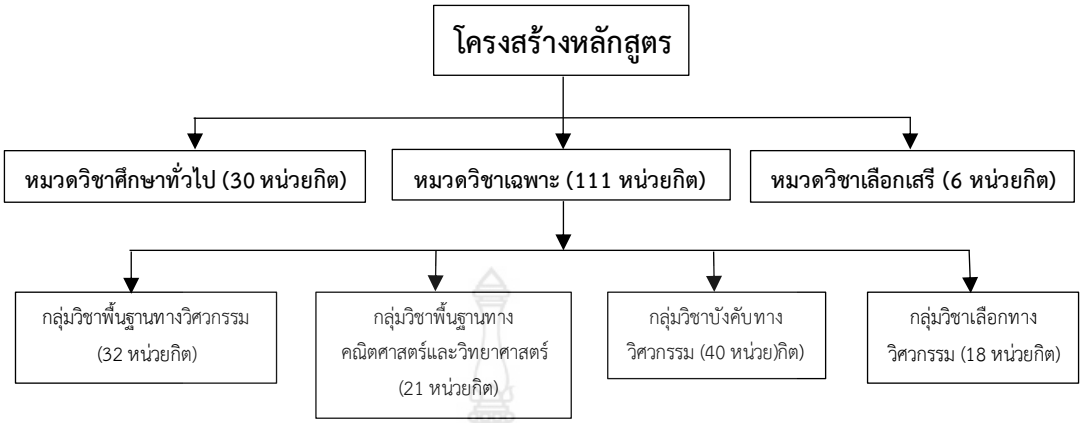
ภาพ 2.27 โครงสร้างหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

จากภาพหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีกลุ่มวิชาเสริมสร้างประสบการณ์ในวิชาชีพ 7 หน่วยกิต และกลุ่มวิชาบังคับบูรณาการทางวิศวกรรม 4 หน่วยกิต มีการทำความร่วมมือกับสถาบันอื่นๆ จัดการเรียนการสอนร่วมกัน ในลักษณะการแลกเปลี่ยนนักศึกษาและรับนักศึกษาเข้าเรียนแบบโอนหน่วยกิตกับมหาวิทยาลัย 4 มหาวิทยาลัย ได้แก่ Universitas Islam Indonesia ประเทศอินโดนีเซีย De La Salle University ประเทศฟิลิปปินส์ Kyoto Institute of Technology และ Okinawa National College of Technology ประเทศญี่ปุ่น การเรียนการสอนสอดคล้องกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปโดยการนำกรอบแนวคิดการจัดการเรียนการสอนแบบ CDIO (Conceive – Design – Implement – Operate, CDIO-based Education) มาใช้อย่างเต็มรูปแบบ

มีการเรียนการสอนใน 2 วิชาเอกวิชา คือ วิชาเอกวิศวกรรมการผลิต และวิชาเอกวิศวกรรมอุตสาหการ โดยทั้ง 2 วิชาเอกวิชามุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ รายวิชาส่วนใหญ่มีการเพิ่มชั่วโมงปฏิบัติเพื่อสอดรับกับนโยบายของมหาวิทยาลัยและคณะวิชา มุ่งเน้นผลิตบัณฑิตนักปฏิบัติโดยปรับสัดส่วนการเรียนการสอนระหว่างจำนวนชั่วโมงทฤษฎีต่อจำนวนชั่วโมงปฏิบัติคิดเป็นร้อยละ 40 ต่อ 60 จุดเด่นของวิชาเอกวิชาวิศวกรรมการผลิต มีรายวิชาชีพเลือกด้านระบบการผลิตอัตโนมัติ เทคโนโลยี ซีเอ็นซี และการวิเคราะห์และจำลองระบบการผลิต เพื่อรองรับสถานการณ์ของอุตสาหกรรมการผลิตที่มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในการนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติไปทดแทนปัญหาด้านแรงงาน และยังเน้นความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน โดยเฉพาะด้านกระบวนการขึ้นรูป มีการเรียนการสอนทั้งแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะและแม่พิมพ์พลาสติก นอกจากนั้นยังมีรายวิชาด้านกระบวนการผลิตวัสดุคอมโพสิตที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชิ้นส่วนและงานขึ้นรูปวัสดุคอมโพสิต จุดเด่นวิชาเอกวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มีวิชาชีพเลือกด้านการจัดการทางวิศวกรรมให้เกิดการเรียนรู้แบบองค์รวมและเสริมทักษะในด้าน QCDSME (Quality-Cost-Delivery-Safety-Morale-Environment) ซึ่งเป็นนโยบายหลักในการดำเนินงานขององค์กรส่วนใหญ่ ได้แก่รายวิชาระบบการจัดการและการประกันคุณภาพ การวิเคราะห์ต้นทุนศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการและความคุ้มค่าในการลงทุนเพื่อประกอบการตัดสินใจ วิชาการจัดการผลิตภาพ วิชาการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังมีวิชาการออกแบบแผนการทดลองเบื้องต้นสำหรับวิศวกรเพื่อเสริมทักษะในการวิเคราะห์และค้นหาปัจจัยที่สำคัญส่งผลต่อระบบการผลิต และยังคงให้มีรายวิชาคอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกรรมอุตสาหการเพื่อเสริมทักษะด้านการคิด วิเคราะห์ ประยุกต์ใช้ IT ในการดำเนินงานและยังคงมีรายวิชาการออกแบบและจัดการระบบโลจิสติกส์เพื่อรองรับกับความต้องการบุคลากรด้านโลจิสติกส์ที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้บัณฑิตที่จบจากสาขานี้มีความรู้ความสามารถและมีทักษะทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ ในการออกแบบ วิเคราะห์ จัดการระบบการผลิตพร้อมปฏิบัติงานตรงกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม มีการกำหนดให้อาจารย์ผู้สอนจัดทำรายละเอียดของวิชาและรายงานผลการดำเนินการของรายวิชาเพื่อเป็นมาตรฐานในการติดตามและประเมินคุณภาพการเรียนการสอน

2.2.3 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2560 จำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร 147 หน่วยกิต มีโครงสร้างของหลักสูตร ดังนี้ (หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2560)



ภาพ 2.28 โครงสร้างหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

วัตถุประสงค์ของหลักสูตร เพื่อผลิตบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการให้มีความรู้ความสามารถทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติรวมทั้งมีความซื่อสัตย์สุจริตในวิชาชีพ เพื่อผลิตบัณฑิตให้สามารถนำความรู้และเทคโนโลยีไปใช้ในการศึกษา การวิจัย และการพัฒนา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของงาน เพื่อผลิตวิศวกรที่สามารถทำงานเป็นทีม และสามารถสื่อสารกับผู้อื่นได้ดีอีกทั้งมีคุณธรรมและจริยธรรม และมีความรับผิดชอบต่อสังคม

2.2.4 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ฉบับปรับปรุงปี 2559 มีทั้งหมด 143 หน่วยกิต แบ่งเป็น หมวดวิชาศึกษาทั่วไป 30 หน่วยกิต หมวดวิชาเฉพาะพื้นฐาน 47 หน่วยกิต หมวดวิชาเฉพาะด้านวิศวกรรม 60 หน่วยกิต หมวดวิชาเลือกเสรี 6 หน่วยกิต ดังภาพที่ 2.29 และมีวัตถุประสงค์ เพื่อผลิตบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ให้มีคุณธรรม จริยธรรม มีสัมมาคารวะ รู้จักกาลเทศะ ทำหน้าที่เป็นพลเมืองดี รับผิดชอบต่อตนเอง สังคม วิชาชีพ และปฏิบัติตนภายใต้จรรยาบรรณวิชาชีพด้วยความซื่อสัตย์สุจริต และเสียสละ ผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ สามารถประยุกต์ใช้ศาสตร์ดังกล่าวอย่างเหมาะสมเพื่อการประกอบวิชาชีพของตน และการศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นไปได้ ผลิตบัณฑิตให้มีความใฝ่รู้ในองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สามารถพัฒนาองค์ความรู้ที่ตนมีอยู่ให้สูงขึ้นไปเพื่อพัฒนาตนเอง พัฒนางาน พัฒนาสังคมและประเทศชาติ และให้คิดเป็น ทำเป็น มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเลือกวิธีแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม ผลิตบัณฑิตให้มีมนุษยสัมพันธ์ และมีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีทักษะในด้านการทำงานเป็นหมู่คณะ สามารถบริหารจัดการการทำงานได้อย่างเหมาะสม และเป็นผู้มีทัศนคติที่ดีในการทำงาน ผลิตบัณฑิตให้มีความสามารถในการติดต่อสื่อสาร และใช้ภาษาไทย ภาษาต่างประเทศ และศัพท์ทางเทคนิคในการ

ติดต่อสื่อสาร รวมถึงการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้เป็นอย่างดีผลิตบัณฑิตให้มีทักษะทางด้านปฏิบัติในงานวิชาชีพเฉพาะ และสามารถนำไปบูรณาการเพื่อประกอบอาชีพทางด้านวิศวกรรมได้

ภาพ 2.29 โครงสร้างหลักสูตร วศ.บ. วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

2.3 การรับรองปริญญา

การรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร หรือวุฒิบัตร ในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมตามระเบียบคณะกรรมการสภาวิศวกรว่าด้วยวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม และวิชาเฉพาะทางวิศวกรรม ตามระเบียบคณะกรรมการสภาวิศวกรว่าด้วยวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม และวิชาเฉพาะทางวิศวกรรม ที่สภาวิศวกรจะให้การรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร และวุฒิบัตร ในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม พ.ศ. 2558

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 33 (3) แห่งพระราชบัญญัติวิศวกร พ.ศ. 2542 และข้อ 8 ของข้อบังคับสภาวิศวกร ว่าด้วยการรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร หรือวุฒิบัตรในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม พ.ศ. 2545 ประกอบกับมติที่ประชุมคณะกรรมการสภาวิศวกร ครั้งที่ 52 - 10/2558 เมื่อวันที่ 14 กันยายน 2558 คณะกรรมการสภาวิศวกรจึงออกระเบียบไว้ ดังต่อไปนี้

2.3.1 วิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

2.3.1.1 กลุ่มวิชาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ไม่น้อยกว่า 9 หน่วยกิต ตามระบบทวิภาค ประกอบด้วยพีชคณิต เวกเตอร์ในสามมิติ ลิมิต ความต่อเนื่อง ความแตกต่าง การรวมฟังก์ชันค่าจริง ค่าเวกเตอร์ของตัวแปรจริงและฟังก์ชัน แอปพลิเคชัน เทคนิคการบูรณาการ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอินทิกรัลเส้น อินทิกรัลที่ไม่เหมาะสม การประยุกต์อนุพันธ์ ของรูปแบบที่ไม่แน่นอน ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสมการเชิงอนุพันธ์และการประยุกต์ การเหนี่ยวนำทางคณิตศาสตร์ ลำดับและชุดตัวเลข การขยายอนุกรมเทย์เลอร์ของฟังก์ชันเบื้องต้น การรวมเชิงตัวเลข พิกัดเชิงขั้ว แคลคูลัสของฟังก์ชัน มูลค่าจริงของตัวแปรสองตัว เส้น เครื่องบิน และพื้นผิวในพื้นที่สามมิติ แคลคูลัสของฟังก์ชันมูลค่าจริงของตัวแปรหลายตัวและการประยุกต์

2.3.1.2 กลุ่มวิชาพื้นฐานทางฟิสิกส์ ไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต ตามระบบทวิภาค ประกอบด้วย กลศาสตร์ของอนุภาคและวัตถุแข็งเกร็ง คุณสมบัติของสสาร กลศาสตร์ของไหล ความร้อน การสั่นสะเทือนและคลื่น องค์ประกอบของแม่เหล็กไฟฟ้า วงจร A.C. พื้นฐาน อิเล็กทรอนิกส์ เลนส์ ฟิสิกส์สมัยใหม่

ทั้งนี้ ต้องมีการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการด้วย จำนวน 2 วิชา แต่สภาวิศวกรจะไม่นับหน่วยกิตภาคปฏิบัติการให้

2.3.1.3 กลุ่มวิชาพื้นฐานทางเคมี ไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต ตามระบบทวิภาค ประกอบด้วยปริมาณสัมพันธ์และพื้นฐานของทฤษฎีอะตอม คุณสมบัติของแก๊ส ของเหลว ของแข็ง และสารละลาย สมดุลเคมี สมดุลไอออนิก จลนพลศาสตร์เคมี โครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ของอะตอม พันธะเคมี คุณสมบัติเป็นระยะ องค์ประกอบที่เป็นตัวแทน อโลหะและโลหะทรานซิชัน

ทั้งนี้ ต้องมีการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการด้วย แต่สภาวิศวกรจะไม่นับหน่วยกิตภาคปฏิบัติการให้

2.3.2 เนื้อหารายวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

2.3.2.1 วิชาเขียนแบบวิศวกรรม ประกอบด้วย ตัวอักษร การฉายภาพออร์โธกราฟิก การวาดภาพออร์โธกราฟิกและภาพวาด การวัดขนาดและความคลาดเคลื่อน แบบประกอบ มุมมองเสริมและการพัฒนาด้วยมือเปล่า แบบร่าง รายละเอียด และแบบประกอบ การวาดภาพโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยขั้นพื้นฐาน

2.3.2.2 กลศาสตร์วิศวกรรม ประกอบด้วย ระบบแรง ผลลัพธ์ สมดุล สถิตยศาสตร์ของไหล จลนศาสตร์และจลนศาสตร์ของอนุภาคและวัตถุแข็ง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของ นิวตัน งานและพลังงาน แรงกระตุ้นและโมเมนตัม หรือ สถิตยศาสตร์ ระบบแรง ผลลัพธ์ สมดุล แรงเสียดทาน หลักการทำงานเสมือนจริงและความเสถียร ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลวัต

2.3.2.3 วัสดุวิศวกรรม ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง คุณสมบัติ กระบวนการผลิตและการใช้งานของกลุ่มวัสดุหลักทางวิศวกรรม เช่น โลหะ โพลีเมอร์ เซรามิกส์และคอมโพสิต คุณสมบัติทางกลและการเสื่อมสภาพของวัสดุ

2.3.2.4 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย แนวคิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ส่วนประกอบคอมพิวเตอร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ภาษาโปรแกรมปัจจุบัน แนวปฏิบัติในการเขียนโปรแกรม

2.3.2.5 สถิติทางวิศวกรรมหรือความน่าจะเป็นและสถิติ ประกอบด้วย ทฤษฎีความน่าจะเป็น ตัวแปรสุ่ม อนุมานทางสถิติ การวิเคราะห์ความแปรปรวน การถดถอยและสหสัมพันธ์ โดยใช้วิธีการทางสถิติเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา

2.3.2.6 กระบวนการผลิต ประกอบด้วย ทฤษฎีและแนวคิดของกระบวนการผลิต เช่น การหล่อ การขึ้นรูป เครื่องจักรกลและการเชื่อม ความสัมพันธ์ระหว่างวัสดุและกระบวนการผลิต พื้นฐานของต้นทุนการผลิต

2.3.2.7 อุณหพลศาสตร์ หรืออุณหพลศาสตร์ของวัสดุ หรือเทอร์โมฟลูอิด

1) อุณหพลศาสตร์ ประกอบด้วย กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ กฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์และวัฏจักรการ์โนต์ พลังงาน เอนโทรปี การถ่ายเทความร้อนพื้นฐานและการแปลงพลังงาน

2) อุณหพลศาสตร์ของวัสดุ ประกอบด้วย กฎข้อที่หนึ่งและสองของอุณหพลศาสตร์ เกณฑ์สมดุลในค่าคงที่ กระบวนการดัน พลังงานอิสระเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิ ความดันและสารเคมี ศักยภาพ สมดุลในส่วนผสมของก๊าซ สมดุลระหว่างเฟสควบแน่นและแก๊ส ขั้นตอนแผนภาพพลังงานฟรี พฤติกรรมการแก้ปัญหา

3) เทอร์โมฟลูอิด ประกอบด้วย แนวคิดพื้นฐานทางอุณหพลศาสตร์ กฎข้อที่หนึ่งและสองของอุณหพลศาสตร์ แนวคิดพื้นฐานและคุณสมบัติพื้นฐานของของไหล พื้นฐานของของเหลว วิชาว่าด้วยวัตถุ พื้นฐานของพลศาสตร์ของไหล ลักษณะของของไหล เช่น ลามินาร์ และกระแสน้ำปั่นป่วน

2.3.2.8 พื้นฐานของวิศวกรรมไฟฟ้า ประกอบด้วย การวิเคราะห์วงจร DC และ AC พื้นฐาน แรงดันไฟฟ้า กระแสและกำลัง หม้อแปลงไฟฟ้า ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องจักรไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า มอเตอร์ และการใช้งาน แนวความคิดของระบบสามเฟส วิธีการส่งกำลัง เบื้องต้น เครื่องมือไฟฟ้าเบื้องต้น

2.3.3 เนื้อหารายวิชาวิชาเฉพาะทางวิศวกรรมวิศวกรรมอุตสาหการ

2.3.3.1 วิศวกรรมความปลอดภัย ศึกษาหลักการป้องกันการสูญเสีย การออกแบบวิเคราะห์ และควบคุมสถานที่ทำงาน อันตราย เทคนิคด้านความปลอดภัยของระบบ หลักการจัดการความปลอดภัยและกฎหมายความปลอดภัย

2.3.3.2 การออกแบบโรงงานอุตสาหกรรม ประกอบด้วย ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการออกแบบโรงงาน การวิเคราะห์เบื้องต้นของการออกแบบโรงงาน การจัดวางและการวางแผนสิ่งอำนวยความสะดวก การจัดการวัสดุ ลักษณะของปัญหาการวางผังที่ตั้งโรงงาน การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ บริการเค้าโครงพื้นฐานและฟังก์ชันเสริม

2.3.3.3 การวางแผนและควบคุมการผลิต ประกอบด้วย ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบการผลิต เทคนิคการพยากรณ์ รายการสิ่งของ การจัดการ แผนการผลิต การวิเคราะห์ต้นทุนและผลกำไรเพื่อการตัดสินใจกำหนดการผลิต การควบคุมการผลิต

2.3.3.4 การควบคุมคุณภาพ ประกอบด้วย การจัดการควบคุมคุณภาพ เทคนิคการควบคุมคุณภาพ ความน่าเชื่อถือทางวิศวกรรมสำหรับการผลิต

2.3.3.5 การศึกษางานอุตสาหกรรม ประกอบด้วย ความรู้ในการทำงานเกี่ยวกับเวลาและการศึกษาการเคลื่อนไหว แนวปฏิบัติและขั้นตอนปฏิบัติ รวมทั้งการประยุกต์ใช้หลักการเศรษฐกิจเคลื่อนไหว การใช้ผังกระบวนการและไดอะแกรม แผนภูมิคนและเครื่องจักร การศึกษาไมโครโมชั่น สูตรเวลา การสุ่มตัวอย่างงาน ระดับประสิทธิภาพ ระบบข้อมูลมาตรฐาน และการใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงาน

2.3.3.6 การวิจัยการดำเนินงาน ประกอบด้วย บทนำเกี่ยวกับวิธีการวิจัยการดำเนินงานในอุตสาหกรรมสมัยใหม่ การแก้ปัญหาทางวิศวกรรม เน้นการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การเขียนโปรแกรมเชิงเส้น โมเดลการขนส่ง ทฤษฎีการเข้าคิว แบบจำลองสินค้าคงคลัง และการจำลองในกระบวนการตัดสินใจ

2.3.3.7 เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ประกอบด้วย วิธีเปรียบเทียบ ค่าเสื่อมราคา การประเมินค่าทดแทน ความเสี่ยงและความไม่แน่นอนการประเมินผลกระทบภาษีเงินได้

2.3.3.8 วิศวกรรมบำรุงรักษา ประกอบด้วย แนวคิดการบำรุงรักษาอุตสาหกรรม และการบำรุงรักษาผลผลิตรวม (TPM) สถิติความล้มเหลว การวิเคราะห์ความเชื่อถือได้ ความสามารถในการบำรุงรักษาและความพร้อมใช้งาน การหล่อลื่น ระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันและเทคโนโลยีการตรวจสอบสภาพ การควบคุมการบำรุงรักษาและระบบสั่งงาน องค์กรการบำรุงรักษา บุคลากรและทรัพยากร ระบบการจัดการการบำรุงรักษาด้วยคอมพิวเตอร์ (CMMS) การจัดการวงจรชีวิต รายงานการบำรุงรักษาและดัชนีประสิทธิภาพหลัก การพัฒนาระบบการบำรุงรักษา

2.4 การจัดการเรียนการสอน

การจัดการเรียนการสอน หมายถึง การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่พึงปรารถนาตามจุดมุ่งหมาย หรือวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้ (สุราษฎร์ พรมจันทร์, 2552)

การจัดการเรียนการสอนหรือการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่ต้องการ ไม่ว่าจะโดยรูปแบบและวิธีการใดนั้น (1) จะต้องสร้างความสนใจในสิ่งที่จะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ (2) จะต้องให้ข้อมูลหรือเนื้อหาเรื่องราวที่ถูกต้องและเพียงพอ (3) จะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดลองแก้ปัญหาโดยนำข้อมูลหรือเนื้อหาเรื่องราวที่ได้รับจากการศึกษานั้นมาใช้ และ (4) จะต้องมีการตรวจสอบผลจากขั้นพยายามว่าถูกหรือผิดหรือไม่อย่างไร

2.4.1 การจัดการเรียนการสอนวิชาภาคทฤษฎี

การจัดการเรียนการสอนวิชาภาคทฤษฎี หรือการจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิชาภาคทฤษฎี มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ และสามารถนำความรู้ที่มีอยู่นั้นไปใช้แก้ปัญหาเชิงความคิดให้สำเร็จลุล่วงลงได้ การจัดการเรียนการสอนวิชาภาคทฤษฎีนี้ มีลักษณะรูปแบบและวิธีการต่าง ๆ มากมาย เช่น การบรรยายในห้องเรียน การจัดทำบทเรียนเป็นวีดิทัศน์ การจัดบทเรียนเป็นสไลด์โปรแกรม การจัดบทเรียนเป็นหน่วยการเรียน การอบรมสัมมนาทางวิชาการ ฯลฯ ซึ่งหากจะพิจารณาถึงบทบาทในการเรียนการสอนระหว่างครูผู้สอนกับผู้เรียนแล้ว อาจจัดรูปแบบและวิธีการจัดการเรียนการสอนได้เป็น 3 ลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

ลักษณะที่ 1 เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยที่ตัวครูเป็นผู้มีบทบาทค่อนข้างมาก กล่าวคือ ครูผู้สอนเป็นผู้ให้ข้อมูลและเนื้อหาเรื่องราวต่าง ๆ ทางทฤษฎีทั้งหมดแก่ผู้เรียน การเรียนการสอนในลักษณะนี้ ได้แก่ การสอนแบบบรรยาย การบรรยายประกอบการสาธิต เป็นต้น ซึ่งเหมาะสมสำหรับวัตถุประสงค์การสอนระดับ Recalled Knowledge ที่ต้องการฟื้นคืนความรู้ไปใช้

ลักษณะที่ 2 การจัดการเรียนการสอนโดยครูผู้สอนและผู้เรียน ร่วมกันคิดค้นหาข้อมูลและเนื้อหาวิชาร่วมกัน กล่าวคือ ครูผู้สอนเป็นผู้สร้างเงื่อนไขให้ผู้เรียนได้คิดค้นหาข้อมูลและเนื้อหาวิชาด้วยตัวเอง การจัดการเรียนการสอนในลักษณะนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้โดยความเข้าใจมากขึ้น ขณะเดียวกันผู้สอนก็มีโอกาสที่จะปรับแต่งให้ผู้เรียนเรียนรู้ไปในทางที่ต้องการได้อย่างฉับพลัน ได้แก่ การสอนแบบถามตอบ การสอนแบบถกปัญหา เป็นต้น ซึ่งเหมาะสมสำหรับวัตถุประสงค์ Applied และ Transferred Knowledge ที่ต้องการประยุกต์ความรู้ไปใช้งาน

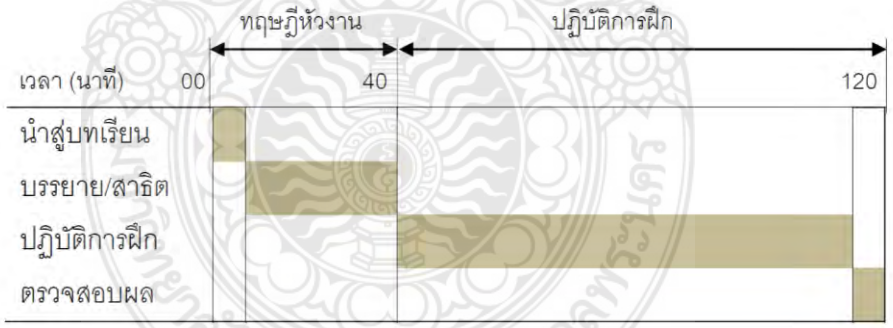
ลักษณะที่ 3 การจัดการเรียนการสอน โดยที่ตัวผู้เรียนเป็นผู้รับผิดชอบตัวเอง ตามหลักการที่ว่า “การเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง” กล่าวคือ ผู้เรียนจะศึกษาทำความเข้าใจข้อมูลและเนื้อหาวิชาต่าง ๆ จากสื่อการเรียนซึ่งมีอยู่แล้วหรือที่ครูผู้สอนได้จัดสร้างขึ้นมา การเรียนการสอนใน

ลักษณะนี้มีข้อดีอยู่ที่ว่า ผู้เรียนมีความเป็นอิสระในการเรียนมาก คนที่เรียนรู้ช้ามีโอกาสที่จะศึกษาทบทวนใหม่ได้อีก เช่น การจัดการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนสไลด์โปรแกรม บทเรียน e-Learning เป็นต้น ซึ่งหากได้รับการพัฒนาบทเรียนไว้ดีแล้วก็อาจใช้ได้สำหรับการเรียนการสอนในทุกระดับของวัตถุประสงค์การสอน

2.4.2 การจัดการเรียนการสอนวิชาภาคปฏิบัติ

การจัดการเรียนการสอนปฏิบัติ หรือการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ทางการปฏิบัติงานมีจุดประสงค์ที่สำคัญคือ ให้ผู้เรียนมีความรู้และมีทักษะฝีมือควบคู่กันไป เพื่อใช้ในการทำงานจริงเมื่อสำเร็จการศึกษาไปแล้ว สิ่งสำคัญในการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติก็คือ จะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงไม้ลงมือทำงานกันจริง ๆ ในเวลาที่เพียงพอเหมาะสม ส่วนเนื้อหาความรู้ที่ใช้ในการเรียนการสอนปฏิบัตินั้น จะจำกัดอยู่แต่สิ่งที่จำเป็นสำหรับการทำงานเฉพาะงานหนึ่ง ๆ เท่านั้น ซึ่ง อาจจำแนกลักษณะรูปแบบและวิธีการเรียนการสอนปฏิบัติที่สำคัญเป็น 3 ลักษณะดังนี้

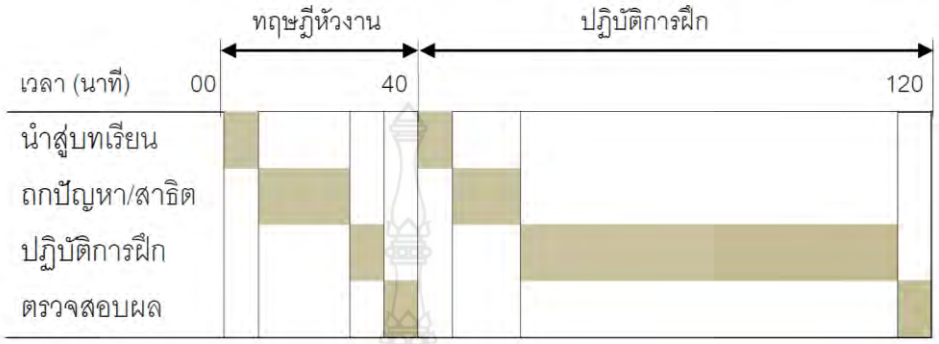
ลักษณะที่ 1 จัดการเรียนการสอนโดยครูเป็นผู้บรรยายเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการทำงานประกอบกับการสาธิตให้ผู้เรียนดู ซึ่งอาจบรรยายและสาธิตตอนเริ่มการเรียนการสอนเพียงครั้งเดียวหรือจัดแบ่งออกเป็นช่วง ๆ ก็ได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่ให้ผู้เรียนฝึก ในขณะที่ผู้เรียนลงมือฝึกงานครูผู้สอนจะคอยสังเกตให้คำปรึกษา ชี้แจงปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น การจัดการเรียนการสอนในลักษณะนี้ เหมาะสำหรับงานที่ไม่ยุ่งยากในการฝึกและไม่ก่อให้เกิดอันตรายในการทำงาน



ภาพ 2.30 การเรียนการสอนวิชาปฏิบัติโดยครูบรรยายสาธิต

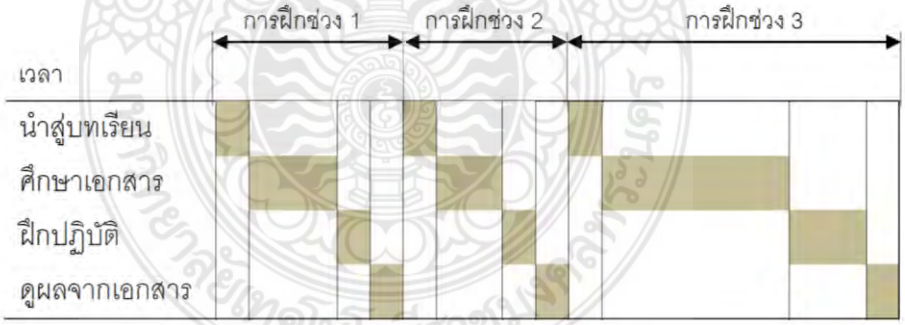
ลักษณะที่ 2 การจัดการเรียนการสอนโดยครูและผู้เรียน ร่วมกันคิดหาวิธีการในการทำงานอาจมีแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนแก้ปัญหาในส่วนทฤษฎี ซึ่งครูมีโอกาสที่จะตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนควบคู่กันไปด้วย ส่วนการปฏิบัติหรือฝึกทำงานครูอาจจะสาธิตให้ผู้เรียนฝึกหัดตามเป็นช่วง ๆ ขณะเดียวกันก็มีการถกปัญหาต่าง ๆ พร้อมกับให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้ไข จนกระทั่งไม่มีข้อสงสัยในการฝึกหรือการทำงานแล้ว จึงให้ผู้เรียนปฏิบัติการฝึกเพื่อให้เกิดทักษะความชำนาญภายใต้การดูแลให้

คำแนะนำของครู วิธีการนี้เหมาะสำหรับการฝึกทักษะในทุกลักษณะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานที่เสี่ยงต่อความเสียหายหรือมีอุบัติเหตุ เช่น งานกลึง งานกัด งานเจียระไน เป็นต้น



ภาพ 2.31 การเรียนการสอนวิชาปฏิบัติโดยการสอนและการฝึกเป็นช่วง ๆ

ลักษณะที่ 3 การจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนศึกษาวิธีการทำงานจากสื่อด้วยตัวผู้เรียนเอง ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้สำหรับการเรียนการสอนงานปฏิบัติที่ไม่มีอันตรายต่อเครื่องไม้เครื่องมือและตัวผู้เรียน เป็นงานที่มีเทคนิคการทำงานไม่ยุ่งยากซับซ้อน โดยจัดบทเรียนฝึกการทำงานออกเป็นช่วง ๆ ให้ผู้เรียนศึกษาแล้วปฏิบัติตามคำสั่งคำแนะนำซึ่งระบุเอาไว้เป็นตอน ๆ ตรวจสอบผลการทำงานตามวิธีการที่กำหนดไว้ เช่น การศึกษาการทำงานจากเอกสาร การศึกษาการปฏิบัติงานจากเทปโทรทัศน์ จากสไลด์โปรแกรม จากภาพยนตร์ เป็นต้น



ภาพ 2.32 การเรียนการสอนวิชาปฏิบัติจากเอกสารศึกษาด้วยตนเอง

2.4.3 การจัดการเรียนการสอนแบบ CDIO

Conceive-Design-Implement-Operate (CDIO) เป็นมาตรฐานที่ได้รับการออกแบบและริเริ่มในปี 2004 โดยมี มาตรฐานทั้งหมด 12 ข้อคือ มาตรฐาน 1 (ปรัชญาของหลักสูตร) มาตรฐาน 2, 3 และ 4 (การพัฒนาหลักสูตร) มาตรฐาน 5 และ 6 (ประสบการณ์การออกแบบสร้าง

และพื้นที่ทำงาน) มาตรฐาน 7 และ 8 (วิธีการเรียนการสอนใหม่) มาตรฐาน 9 และ 10 (การพัฒนาผู้สอน) และมาตรฐาน 11 และ 12 (การประเมินผล)

มาตรฐาน 1 ในฐานะเป็น บริบท การรับหลักการว่าวงจรชีวิตของการพัฒนาและการแปลงผลิตภัณฑ์และระบบประกอบด้วย การเข้าใจปัญหา การออกแบบ การประยุกต์ใช้ และ การดำเนินการเป็นบริบทของวิศวศึกษา วงจรชีวิตของการพัฒนา การแปลงผลิตภัณฑ์และระบบ เป็นบริบทที่เหมาะสมของวิศวศึกษา ตัวแบบของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์นี้ประกอบด้วย การเข้าใจปัญหา การออกแบบ การประยุกต์ใช้ การดำเนินการ ขั้นตอนแรกคือ การเข้าใจปัญหาเกี่ยวกับการกำหนดความต้องการของลูกค้า การพิจารณาเทคโนโลยี กลยุทธ์องค์กรและกฎระเบียบ การพัฒนา กรอบความคิด เทคนิค และแผนธุรกิจ ขั้นตอนที่สอง การออกแบบ มุ่งเน้นการออกแบบซึ่งหมายถึง แผน การเขียนแบบ อัลกอริธึ่ม ที่สามารถอธิบายการประยุกต์ใช้ในขั้นต่อไป ขั้นตอนการประยุกต์ใช้ หมายถึงการแปลงแบบให้เป็นผลิตภัณฑ์ การผลิต การเขียนรหัส การทดสอบ การรับรองผล โดยขั้นตอนสุดท้ายคือ การดำเนินการเป็นการ ทำผลิตภัณฑ์มาใช้งานเพื่อสามารถส่งมอบคุณค่าของผลิตภัณฑ์ที่ตั้งใจไว้ รวมถึงการธำรงไว้ วิวัฒนาการ และการหมดอายุของผลิตภัณฑ์

มาตรฐาน 2 ผลลัพธ์ของหลักสูตรแบบ CDIO คือผลการเรียนรู้ที่เฉพาะและเจาะจง สำหรับทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ สอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตร และได้รับการรับรองจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของหลักสูตร วิศวศึกษา มุ่งหวังผลลัพธ์คือ ความรู้ ทักษะ และทัศนคติ ยกตัวอย่างเช่น ผลลัพธ์การเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับหลักสูตรแบบ CDIO ผลลัพธ์การเรียนรู้เหล่านี้ หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าวัตถุประสงค์การเรียนรู้ แสดงรายละเอียดว่านักศึกษาควรเรียนรู้และมีความสามารถในการปฏิบัติอะไรบ้างเมื่อจบการศึกษา

มาตรฐาน 3 หลักสูตรแบบบูรณาการ คือหลักสูตรถูกออกแบบ โดยประกอบด้วยรายวิชาหลักตามสาขาที่หลากหลาย และมีแผนที่ชัดเจนในการบูรณาการทักษะส่วนบุคคลทักษะระหว่างบุคคล ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ หลักสูตรแบบ CDIO ประกอบด้วยประสบการณ์การเรียนรู้ที่นำไปสู่ความชำนาญทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ (มาตรฐาน 2) บูรณาการเข้ากับการเรียนรู้เนื้อหาตามสาขาวิชา รายวิชาตามสาขาวิชาสนับสนุนซึ่งกันและกัน และมีความเชื่อมโยงกันอย่างเห็นได้ชัดของเนื้อหาและผลลัพธ์การเรียนรู้ แผนที่ชัดเจนจะกำหนดแนวทางในการบูรณาการทักษะ CDIO และเชื่อมโยงพหุสาขาวิชาเข้าด้วยกัน เช่น การจับคู่ผลลัพธ์การเรียนรู้ของ CDIO เข้ากับรายวิชาต่างๆรวมถึงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับของหลักสูตร

มาตรฐาน 4 วิชา Introduction to Engineering รายวิชาพื้นฐานวิศวกรรม แสดงถึงกรอบการทำงานของวิชาชีพวิศวกรที่การสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ และแนะนำความสำคัญของทักษะส่วนบุคคลและทักษะระหว่างบุคคล รายวิชาแนะนำเป็นรายวิชาที่จำเป็นอย่างยิ่งในหลักสูตรที่แสดงถึงกรอบการทำงานของวิชาชีพวิศวกร กรอบการทำงานนี้เป็นภาพกว้างๆของงานและความรับผิดชอบ

ของวิศวกร การใช้ความรู้เฉพาะสาขาในการทำงานเหล่านั้นให้สำเร็จ ผู้เรียนได้มีโอกาสปฏิบัติงานด้านวิศวกรรมศาสตร์ผ่านแบบฝึกหัดในการแก้ปัญหาและการออกแบบอย่างง่ายทั้งแบบทำงานเดี่ยวและทำงานเป็นทีม รายวิชานี้ครอบคลุมถึงความรู้ ทักษะ ทัศนคติส่วนบุคคลและระหว่างบุคคลซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่ง ในช่วงเวลาเริ่มต้นของหลักสูตรเพื่อเตรียมผู้เรียนสำหรับประสบการณ์ในการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบชั้นสูงต่อไป ยกตัวอย่างเช่น ผู้เรียนสามารถทำงานกับทีมขนาดเล็กเพื่อเตรียมพร้อมในการทำงานกับทีมขนาดใหญ่ขึ้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

มาตรฐาน 5 ประสบการณ์ออกแบบและสร้างหลักสูตร มีประสบการณ์ออกแบบและสร้างอย่างน้อย 2 รายวิชา หนึ่งวิชาในระดับพื้นฐาน และอีกหนึ่งวิชาระดับสูงในความหมายของประสบการณ์ ออกแบบและสร้าง หมายถึง กิจกรรมด้านวิศวกรรมที่มีศูนย์กลางที่กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์และระบบใหม่โดยหมายรวมถึงกิจกรรมต่างๆที่กำหนดในมาตรฐาน 1 ในขั้นตอนของการออกแบบ และ ประยุกต์ใช้ และรวมถึงการนำหลักการของการออกแบบคอนเซ็ปในขั้นตอนของ การรับรู้และเข้าใจปัญหา ผู้เรียนพัฒนาทักษะในการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ และพัฒนาความสามารถในการประยุกต์ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ในการ ออกแบบ-สร้าง ซึ่งบูรณาการในหลักสูตรประสบการณ์ออกแบบและสร้าง จะพิจารณาว่าเป็นขั้นพื้นฐานหรือขั้นสูงนั้น ขึ้นอยู่กับขอบเขต ความซับซ้อน และการต่อเนื่องของวิชาในหลักสูตร ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์และระบบที่ง่ายๆถูกบรรจุในช่วงแรกๆของหลักสูตร ในขณะที่ประสบการณ์ออกแบบและสร้างที่ซับซ้อนมากขึ้นอยู่ในวิชาตอนท้ายของหลักสูตร ซึ่งช่วยให้นักศึกษาได้บูรณาการความรู้ทักษะที่ได้รับจากรายวิชา และกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนหน้า โอกาสของการเข้าใจปัญหา ออกแบบ ประยุกต์ใช้ และดำเนินการผลิตภัณฑ์และระบบยังหมายถึงกิจกรรมเสริมสร้างประสบการณ์ของหลักสูตร เช่น การทำโครงการวิจัยระดับปริญญาตรี และการฝึกงาน

มาตรฐาน 6 พื้นที่ทำงานแบบ CDIO พื้นที่ทำงานและห้องปฏิบัติการสนับสนุนและส่งเสริมการลงมือปฏิบัติในการเรียนรู้การสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ ความรู้ตามสาขาวิชาและการเรียนรู้ด้านสังคม สิ่งแวดล้อมทางกายภาพในการเรียนรู้ประกอบด้วย พื้นที่การเรียนรู้แบบดั้งเดิม เช่น ห้องเรียน ห้องบรรยายรวม ห้องสัมมนา พื้นที่ทำงาน และห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม พื้นที่ทำงานและห้องปฏิบัติการนั้นสนับสนุนการเรียนรู้ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ และระบบพร้อมๆ ไปกับความรู้ตามสาขาวิชา พื้นที่ดังกล่าวมุ่งเน้นการลงมือปฏิบัติซึ่งให้ผู้เรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง และให้โอกาสในการเรียนรู้ด้านสังคม ซึ่งเป็นสถานที่ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากผู้อื่นและมีปฏิสัมพันธ์หลากหลายกลุ่ม การสร้างพื้นที่ทำงานใหม่หรือการปรับปรุงห้องปฏิบัติการที่มีอยู่แล้วจะเปลี่ยนแปลงตามจำนวนหลักสูตรและทรัพยากรของสถาบัน

มาตรฐาน 7 ประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการ ประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการที่ทำให้ได้ความรู้เฉพาะทาง เช่นเดียวกับทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล และทักษะการสร้าง

ผลิตภัณฑ์และระบบ ประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการ เป็นวิธีการสอนที่สนับสนุนการเรียนรู้ความรู้เฉพาะทางพร้อมไปกับทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ ประสบการณ์เหล่านี้รวมประเด็นทางวิศวกรรมที่มีอยู่ในสถานการณ์ร่วมกับประเด็นเฉพาะทาง ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนอาจได้ทั้งการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ การออกแบบผลิตภัณฑ์ และความรับผิดชอบทางสังคมของผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ ภายในกิจกรรมเดียว โดยทั่วไปแล้ว ทั้งคู่ค้าอุตสาหกรรม ศิษย์เก่า และผู้เกี่ยวข้องสำคัญอื่น ๆ จะช่วยในการให้ตัวอย่างแบบฝึกหัด

มาตรฐาน 8 การเรียนแบบมีส่วนร่วม การสอนและการเรียนเป็นไปตามวิธีการเรียนแบบมีส่วนร่วมและประสบการณ์ตรง วิธีการเรียนแบบมีส่วนร่วมดึงดูดให้ผู้เรียนคิดและเข้าร่วมกิจกรรมแก้ปัญหาโดยตรง การส่งผ่านข้อมูลอย่างไร้การมีส่วนร่วมมีความสำคัญน้อยลง และให้ความสำคัญมากขึ้นกับดึงดูดให้ผู้เรียนจัดการ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ และประเมินแนวคิด การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมในรายวิชาบรรยายสามารถรวมเอาวิธีการไปใช้ในการอภิปราย การสาธิต การโต้วาที การตั้งคำถามเชิงความคิดและการเสนอข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียน แบบคู่หรือกลุ่มเล็กๆ การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมถือเป็นการมีประสบการณ์ตรงก็เมื่อผู้เรียนรับบทบาทที่จำลองการทำงานทางวิศวกรรมแบบมืออาชีพ เช่น โครงงานการออกแบบและดำเนินการ การจำลองสถานการณ์ และกรณีศึกษา

มาตรฐาน 9 การยกระดับความสามารถของคณาจารย์ กิจกรรมที่ยกระดับความสามารถของคณาจารย์ ทั้งด้านทักษะส่วนบุคคล ระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ หลักสูตร CDIO ให้การสนับสนุนสำหรับคณาจารย์วิศวกรรมศาสตร์ทั้งหมด เพื่อปรับปรุงความสามารถของคณาจารย์ ทั้งด้านทักษะส่วนบุคคล ระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ ดังอธิบายไว้ในมาตรฐาน 2 ทักษะเหล่านี้ถูกพัฒนาได้มากที่สุดโดยการฝึกปฏิบัติทางวิศวกรรมแบบมืออาชีพ ธรรมชาติและขอบเขตของการพัฒนาของคณาจารย์มีความหลากหลายไปตามทรัพยากรและความตั้งใจของหลักสูตรและสถาบันที่แตกต่างกัน ตัวอย่างของการกระทำที่ยกระดับความสามารถของคณาจารย์ ได้แก่ การให้โอกาสไปทำงานในอุตสาหกรรม การสร้างสายสัมพันธ์กับคู่ทางอุตสาหกรรมในการวิจัย และโครงงานการศึกษาการรวมการปฏิบัติทางวิศวกรรมเป็นปัจจัยในการว่าจ้างและเลื่อนตำแหน่ง และประสบการณ์การพัฒนาอาชีพที่เหมาะสมในมหาวิทยาลัย

มาตรฐาน 10 การยกระดับความสามารถในการสอนของคณาจารย์ การกระทำที่ยกระดับความสามารถของคณาจารย์ในการให้ประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการ โดยการใช้วิธีการเรียนรู้จากประสบการณ์การปฏิบัติการและการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน โครงการ CDIO ให้การสนับสนุนต่อคณาจารย์ในการปรับปรุงความสามารถของคณาจารย์ในประสบการณ์การเรียนแบบการบูรณาการ (มาตรฐาน 7) การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมและจากประสบการณ์จริง (มาตรฐาน 8) และ

การประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน (มาตรฐาน 11) ลักษณะและขอบเขตของการปฏิบัติการพัฒนาคณาจารย์จะแตกต่างไปตามโครงการและสถาบัน

มาตรฐาน 11 การประเมินการเรียนรู้การประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนทางด้านทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการและระบบ เช่นเดียวกับความรู้เฉพาะทาง การประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นเครื่องวัดว่าผู้เรียนแต่ละคนบรรลุขอบเขตของผลการเรียนรู้ที่ระบุไว้ โดยปกติ ผู้สอนสร้างการประเมินนี้ขึ้นมาตามรายวิชาที่รับผิดชอบ การประเมินการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพใช้วิธีการที่หลากหลายที่เหมาะสมกับผลการเรียนรู้ที่ระบุไว้ในความรู้ตามสาขาวิชา เช่นเดียวกับทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ ดังอธิบายไว้ในมาตรฐาน 2 วิธีการเหล่านี้อาจรวมถึงการสอบเขียนหรือสอบปากเปล่า การสังเกตความสามารถของผู้เรียน มาตราส่วน ปฏิกิริยาของผู้เรียน วารสาร ผลงาน และการประเมินด้วยการสังเกต และการประเมินตัวเอง

มาตรฐาน 12 การประเมินหลักสูตรระบบหนึ่งๆที่ประเมินหลักสูตรเทียบกับทั้ง 12 มาตรฐาน และให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้เรียน คณาจารย์และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆ เพื่อวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง การประเมินหลักสูตรเป็นการตัดสินการบรรลุเป้าประสงค์ทั้งหมดของหลักสูตร อ้างอิงตามหลักฐานที่บ่งชี้ความคืบหน้าของหลักสูตรต่อจุดมุ่งหมายที่ลุล่วง หลักสูตร CDIO ควรได้รับการประเมินเทียบกับมาตรฐาน CDIO ทั้ง 12 มาตรฐาน หลักฐานที่บ่งชี้การบรรลุของทั้งหลักสูตรสามารถเก็บสะสมไว้ได้ด้วยการประเมินรายวิชาปฏิกิริยาของผู้สอน การสัมภาษณ์ก่อนและหลัง การรายงานจากผู้ประเมินภายนอก และการศึกษาแบบติดตามพร้อมด้วยบัณฑิตและผู้ว่าจ้าง หลักฐานสามารถถูกรายงานกลับไปยังผู้สอน ผู้เรียน ผู้ดูแลหลักสูตร ศิษย์เก่า และผู้เกี่ยวข้องอื่น ๆ อย่างสม่ำเสมอ ข้อเสนอแนะนี้จะเป็นพื้นฐานของการตัดสินใจเกี่ยวกับหลักสูตรและแผนการของหลักสูตรเพื่อการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (April 2004 - CDIO Initiative แปลโดยความร่วมมือของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี กรกฎาคม ,2557)

2.4.4 การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ (PjBL : Project based learning)

โครงงานหรือโครงการ (Project) ซึ่งในที่นี้ใช้คำว่า “โครงงาน” หมายถึง กิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจ โดยอาศัยกระบวนการ 6 ขั้นตอน ในการศึกษาหาคำตอบในเรื่องนั้น ๆ โดยมีครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาคอยกระตุ้น แนะนำ และให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนอย่างใกล้ชิด โครงงานสามารถทำได้ทั้งระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ซึ่งผู้เรียนอาจทำเป็นกลุ่มเล็กหรือเป็นกลุ่มใหญ่ก็ได้ อาจเป็นโครงงานเล็ก ๆ ที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน หรือเป็นโครงงานใหญ่ที่ มี

ความยากและซับซ้อนขึ้นก็ได้ ทั้งนี้ อาจขึ้นอยู่กับประเภทของโครงงาน ระยะเวลา หรือขอบเขตของการศึกษา (หน่วยศึกษานิเทศก์สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2559)

2.4.4.1 ประเภทของโครงงาน แบ่งเป็น 4 ประเภท ดังนี้ (อ้างอิงจากปรัชญนันท์ นิลสุข, 2558)

1) โครงงานประเภทสำรวจ (Survey Project) เป็นโครงงานที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจ และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ อย่างมีระบบ เป็นโครงงานประเภทเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาสาเหตุของปัญหาหรือสำรวจความคิดเห็น ข้อมูลที่รวบรวมได้บางอย่างอาจเป็นปัญหาที่นำไปสู่การทดลองหรือค้นพบสาเหตุของปัญหาที่ต้องหาวิธีแก้ไขและปรับปรุงร่วมกัน

2) โครงงานประเภททดลอง (Experimental Project) เป็นโครงงานที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยเฉพาะที่ต้องออกแบบทดลองเพื่อศึกษาว่าเป็นไปตามที่ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่ มีการควบคุมตัวแปรอื่นซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษา มีการรวบรวมข้อมูล การดำเนินการทดลอง การแปลผล และสรุปผลการทดลองที่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

3) โครงงานประเภทสิ่งประดิษฐ์ (Development Project) เป็นโครงงานที่มีวัตถุประสงค์ในการนำเอาความรู้ ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดมาประยุกต์ใช้ โดยการประดิษฐ์เป็นเครื่องมือ เครื่องใช้ต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ ในการเรียน การทำงาน หรือการใช้สอยอื่น ๆ การประดิษฐ์คิดค้นตามโครงงานนี้อาจเป็นการประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่โดยที่ยังไม่มีใครทำ อาจเป็นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง หรือดัดแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ รวมทั้งการสร้างแบบจำลองต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบการอธิบายแนวคิดในเรื่องต่าง ๆ

4) โครงงานประเภททฤษฎี (Theory Project) เป็นโครงงานที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอความรู้ ทฤษฎี หลักการ แนวคิดใหม่ ๆ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน หรือศึกษาขยายจากเดิมที่มีอยู่ ซึ่งความรู้ ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดที่เสนอ ต้องผ่านการพิสูจน์อย่างมีหลักการหรือใช้วิธีการที่น่าเชื่อถือ เช่น วิธีการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางประวัติศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งผู้ทำโครงงานต้องเป็นผู้ที่มีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดี หรือต้องมีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลมาประกอบอย่างลึกซึ้ง จึงจะทำให้สามารถกำหนดความรู้ ทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดใหม่ ๆ ขึ้นได้

2.4.4.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ภาพ 2.33 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อม

การเตรียมความพร้อม เป็นขั้นตอนที่สำคัญสำหรับผู้สอนและผู้เรียน เป็นการเตรียมความพร้อมผู้สอนเพื่อให้เข้าใจบทบาทผู้สอนในการทบทวนสร้างความเข้าใจกับกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ให้พร้อมต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (PjBL) ให้ประสบความสำเร็จ ส่วนการเตรียมความพร้อมผู้เรียนเป็นการสร้างความเข้าใจในบทบาทผู้เรียนให้เกิดความตระหนักถึงเป้าหมายการเรียนรู้และบทบาทผู้เรียนที่ต้องมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ รวมไปถึงการเตรียมแหล่งข้อมูล วัสดุอุปกรณ์ งบประมาณ ระยะเวลา ความปลอดภัย และปัจจัยอื่น ๆที่เกี่ยวข้องในการทำโครงงาน

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดและเลือกหัวข้อ

การกำหนดและเลือกหัวข้อ เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ของแต่ละหัวข้อที่จะทำโครงงาน รวมถึงการศึกษาความคุ้มค่าของโครงงานที่จะทำของผู้เรียน การกำหนดและเลือกหัวข้อเป็นกิจกรรมที่ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันกำหนดหัวข้อที่จะทำเป็นโครงงาน ศึกษาความเป็นไปได้ ความคุ้มค่าของแต่ละหัวข้อเพื่อเลือกโครงงานที่จะจัดทำ การกำหนดและเลือกหัวข้อได้เหมาะสมจะทำให้ผู้สอนและผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมและสร้างองค์ความรู้ใหม่ไปพร้อมกัน ดังนั้นผู้เรียนจะต้องนำเสนอหัวข้อโครงงานต่อผู้สอน เพื่อให้ความเห็นชอบก่อนการดำเนินการขั้นต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนเค้าโครงของโครงงาน

การเขียนเค้าโครงของโครงงาน เป็นการสร้างผังมโนทัศน์ (Conceptual Map) หรือแผนที่ความคิด (Mind Map) ที่แสดงถึงภาพรวมทั้งหมดของโครงงานตั้งแต่ต้นจนจบ ประกอบด้วย แนวคิดหลักการ แผนงาน และขั้นตอนในการทำโครงงานตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้น มีการกำหนดบทบาทและระยะเวลาในการดำเนินงาน ทำให้การดำเนินการเป็นไปอย่างรัดกุม รอบคอบ ไม่สับสน ทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องมองเห็นภาระงาน สามารถปฏิบัติโครงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ก่อนนำเสนอต่อครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาเพื่อขอความเห็นชอบก่อนนำไปปฏิบัติในขั้นตอนที่ 4 ต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 การปฏิบัติงานโครงงาน

การปฏิบัติงานโครงงาน เป็นการนำขั้นตอนวิธีการตามเค้าโครงของโครงงานสู่การปฏิบัติ หลังจากที่ผู้เรียนได้รับความเห็นชอบจากครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาแล้ว ซึ่งในการปฏิบัติโครงงานนี้ครูผู้สอนและผู้เรียนมีบทบาท ดังนี้

บทบาทผู้สอน

1) อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติโครงงานของผู้เรียน เช่น จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น เป็นต้น

2) ติดตามความก้าวหน้าการปฏิบัติโครงงานของผู้เรียน

3) ติดตามสถานการณ์ สภาพปัญหาในการปฏิบัติโครงงานของผู้เรียนระหว่างการปฏิบัติงาน

4) ติดตามพฤติกรรม ทักษะกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน เช่น นวัตกรรมที่ใช้วิธีการเรียนรู้ กระบวนการแก้ปัญหาในการปฏิบัติโครงงานของผู้เรียนระหว่างการปฏิบัติงาน เป็นต้น

5) เสริมแรงทางบวก สร้างขวัญกำลังใจให้ผู้เรียนรู้จักการค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา

6) อำนวยความสะดวกให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม

7) เปิดโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนและครูผู้สอน

บทบาทผู้เรียน

1) ปฏิบัติงานโครงงาน

2) ประชุมปรึกษาหารือระหว่างผู้เรียน

3) ประชุมปรึกษาหารือกับครูและผู้ที่เกี่ยวข้อง

4) รวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติงานโครงงาน

5) วิเคราะห์และแปลผลข้อมูลการดำเนินงาน

ขั้นตอนที่ 5 การนำเสนอผลงาน

การนำเสนอผลงาน เป็นการจัดทำรายงานและการนำเสนอผลการปฏิบัติโครงงาน ได้แก่ กระบวนการและผลงาน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนปฏิบัติงานโครงงานเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว ซึ่งครูผู้สอนและผู้เรียนมีบทบาท ดังนี้

บทบาทผู้สอน

1) สร้างความรู้ ความเข้าใจ และทักษะเกี่ยวกับกระบวนการในการเขียนรายงานโครงงาน

2) มอบหมายให้ผู้เรียนจัดทำรายงานโครงงาน

3) จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนนำเสนอกระบวนการและผลงานโครงงาน

บทบาทผู้เรียน

1) เขียนรายงานโครงงาน

2) นำเสนอกระบวนการและผลงานโครงงาน

ขั้นตอนที่ 6 การประเมินโครงงาน

การประเมินโครงงานเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญ ที่จะสะท้อนให้เห็นถึงความสำเร็จของ โครงงานในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่ก่อนทำโครงงานจนถึงเสร็จสิ้นโครงงาน ซึ่งเป็นการประเมินอย่างต่อเนื่องด้วยวิธีการและเครื่องมือที่หลากหลาย เน้นการประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ทั้งความรู้ กระบวนการ พฤติกรรมของผู้เรียน ผลงาน และข้อค้นพบที่ผู้เรียนได้จากการทำโครงงาน

2.5 การทบทวนวรรณกรรม

Guo Lingling, Tang Guowei, Fu Yu, Li Jinghui, Zhao Wanping (2012) ได้ศึกษาอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ของจีนซึ่งได้นำมาตรฐาน CDIO มาใช้โดยการเปลี่ยนแปลงและปรับโครงสร้างประสบการณ์และความรู้แบบเดิมโดยผสานเข้ากับโครงสร้างความรู้ใหม่ กระบวนการทั้งหมดให้ครูมีบทบาทเป็นพี่เลี้ยงผู้ช่วยและผู้อำนวยความสะดวก ในระหว่างการเรียนการสอนจะมุ่งเน้นไปที่การแก้ปัญหาในทางปฏิบัติเพื่อปลูกฝังให้นักศึกษาคุ้นเคยกับกระบวนการมาตรฐานของอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ ผลปรากฏว่าจากระบบการสอนเชิงปฏิบัติที่เน้นการประยุกต์ใช้งานใน CDIO สำหรับสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ ได้รับการยอมรับและยกย่องอย่างกว้างขวางจากนักศึกษา ช่วยเพิ่มความสามารถของผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์อย่างมีประสิทธิภาพ และตรงความต้องการของนายจ้าง

Bai Jianfeng, Lei Hu, Yanfen Li, Zhen Tian, Lili Xie, Lijun Wang, Mingyuan Zhou, Jie Guan, Huaqing Xie (2013) ได้ศึกษาการพัฒนาการศึกษาด้านวิศวกรรมของมหาวิทยาลัยในประเทศจีน ผลปรากฏว่ามีการนำมาตรฐาน CDIO มาใช้ในการปฏิรูปการศึกษาวิศวกรรม ในหลายๆ

มหาวิทยาลัย ซึ่งจุดประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถของนักศึกษาในการประยุกต์ใช้ทางวิศวกรรม เพื่อแก้ปัญหาการจ้างงาน ในช่วงเริ่มต้นของโครงการจะมุ่งเน้นไปที่นักศึกษาใหม่ ที่มีความตั้งใจ ความคิดริเริ่มที่จะพัฒนาตนเอง สร้างความเข้าใจในหลักสูตรเพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนของหลักสูตร วิชาชีพและการปฏิบัติ หลังจากนั้นจัดทำแผนของการศึกษาโดยการวิเคราะห์เฉพาะวิชาหรือวิเคราะห์เครื่องมือในการเชื่อมต่อระหว่างนักศึกษาและหลักสูตร นอกจากนี้ได้เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้เข้าเยี่ยมชมสถานประกอบการและเชิญผู้ประกอบการให้พูดคุย และนักศึกษาจะค่อยๆรู้ความต้องการขององค์กรธุรกิจสมัยใหม่ที่ต้องการวิศวกร

KazuyaTakemata, Akiyuki Minamide, Arihiro Kodaka, Sumio Nakamura (2013) ได้ศึกษาเรื่องวิศวกรรมการเรียนรู้ตามโครงการ ภายใต้แนวคิด CDIO สถาบันเทคโนโลยีคานาซาวะ ได้เข้าร่วมโครงการ CDIO Initiative และกำลังส่งเสริมการศึกษาด้านวิศวกรรมขั้นสูงในญี่ปุ่น ใช้วิธีการเรียนรู้แบบโครงงาน (PBL) ในวิชาสร้างสรรค์ "โครงการออกแบบ 1" และ "โครงการออกแบบครั้งที่ 2" เพื่อดำเนินการศึกษาด้านการออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อพัฒนาทักษะของนักเรียนในการกำหนดปัญหาและแก้ปัญหา โดยกำหนดไว้ 5 ขั้นตอน คือ (1)การค้นหาปัญหา (2)การชี้แจงปัญหา (3)การคิดไอเดีย เสนอไอเดียด้วยวิธีการระดมความคิด (4)การเลือกแนวคิด (5)การพิสูจน์ความคิด โดยการนำเสนอผลลัพธ์ด้วยโปสเตอร์หรือรายงาน ประเมินโครงการของนักเรียนในโครงการออกแบบครั้งที่ 2 ด้วยแนวคิด CDIO

Guilherme Tortorella, Paulo Cauchick-Miguel (2018) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการผสมผสานวิธีการสอนแบบดั้งเดิม สำหรับการเรียนการสอนแบบ PBL และ การเรียนการสอนการผลิตแบบลีน มีจุดมุ่งหมายเพื่อบูรณาการแนวทางการสอนสองวิธีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้แบบ Lean Manufacturing (LM) ในหลักสูตรระดับสูงกว่าปริญญาตรีและตรวจสอบประสิทธิภาพผ่านการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของนักเรียนและความชอบในการเรียนรู้ โดยอาศัยปัญหาจริงของบริษัท ผลการวิจัยพบเห็นว่า PBL เป็นวิธีการเสริมที่มีประสิทธิภาพสำหรับการเรียนรู้ LM โดยเฉพาะอย่างยิ่งทำให้นักเรียนได้รับปัญหาที่เกิดขึ้นจริงเมื่อใช้ LM

Zhongwei Liang, Hongguang Deng, Jianhua Tao (2011) ได้ศึกษาตัวอย่างการสอนและการเรียนการสอนเกี่ยวกับการผลิตเครื่องจักรกล ตามวิธีการสอนที่ใช้ CDIO ซึ่งเป็นการเรียนการสอนที่ผสมผสานการสอนในชั้นเรียนและการฝึกนอกชั้นเรียนร่วมกัน จุดประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการปฏิบัติงานด้านวิศวกรรมของนักเรียน วิธีการสอนแบบ CDIO จะถูกเจาะเข้าไปในกระบวนการสอนทั้งหมดของการผลิตเครื่องกล มีการตรวจสอบและปรับปรุงเนื้อหาการสอน ผลวิจัยพบว่าการใช้วิธีการสอนแบบ CDIO ทำให้ได้ผลการสอนดีและเป็นแนวทางใหม่ในการพัฒนาความคิดและความพยายามให้ก้าวหน้าต่อไป

อลงกต ยะไวทย์ (2562) ได้ศึกษาการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนด้วยการทำงานในสภาพจริงของนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการการเรียนกับการทำงานโดยนักศึกษาเรียนสลับกับทำงานเพื่อศึกษาและสร้างสภาวะแวดล้อมการเรียนด้วยการทำงานในสภาพจริง และเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนที่ศึกษาอยู่ในสภาวะแวดล้อมการเรียนด้วยการทำงานในสภาพจริง ผลพบว่าผลการศึกษาและสร้างสภาวะแวดล้อมการเรียนด้วยการทำงานในสภาพจริง ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1.การเตรียมการ 2. การเรียนการสอนในสภาพจริงด้วยการทำงาน 3. การให้คำปรึกษาในสภาพจริง 4. พัฒนาการของผู้เรียนตามผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนด 5. การประเมินผลการดำเนินงาน และการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง 6. ผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนจากการทำงาน และพบว่าผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประกายฉัตร ขวัญแก้ว,พัชรา วาณิชวศิน, สูติเทพ ศิริพัฒนกุล (2559) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาการเลขานุการเพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่าระดับคุณลักษณะความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาก่อนได้รับการพัฒนาคุณลักษณะความคิดสร้างสรรค์ด้วยการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน ในภาพรวมอยู่ในระดับน้อย และหลังจากได้รับการพัฒนาคุณลักษณะความคิดสร้างสรรค์ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังการประเมินสูงกว่าก่อนการประเมินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมธาวี โสรเนตร(2560) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคอมพิวเตอร์และความสามารถในการทำ โครงงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 3 พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/ 80 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน และ เพื่อศึกษาความสามารถในการทำโครงงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 83.12/ 82.48 ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ ค่าเฉลี่ยความสามารถในการทำโครงงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจัดการเรียนรู้แบบโครงงานอยู่ในระดับสูง

ชรินทร ชะเอมเทส (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการบัญชีบริหารโดยวิธี PjBL (Project Based Learning) สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 สาขาการบัญชี เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนวิชาการบัญชีบริหาร ที่สอนโดยวิธี PjBL เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการบัญชีบริหารโดยวิธี PjBLและเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนวิชาการบัญชี

บริหารที่มีต่อการเรียนการสอนวิธี PjBL ผลพบว่า1. บทเรียนวิชาการบัญชีบริหารที่สอนโดยวิธี PjBL มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2. ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนการสอนวิชาการบัญชีบริหารโดยวิธี PjBL สูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3. ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนวิชาการบัญชีบริหาร โดยวิธี PjBL อยู่ในระดับมากที่สุด

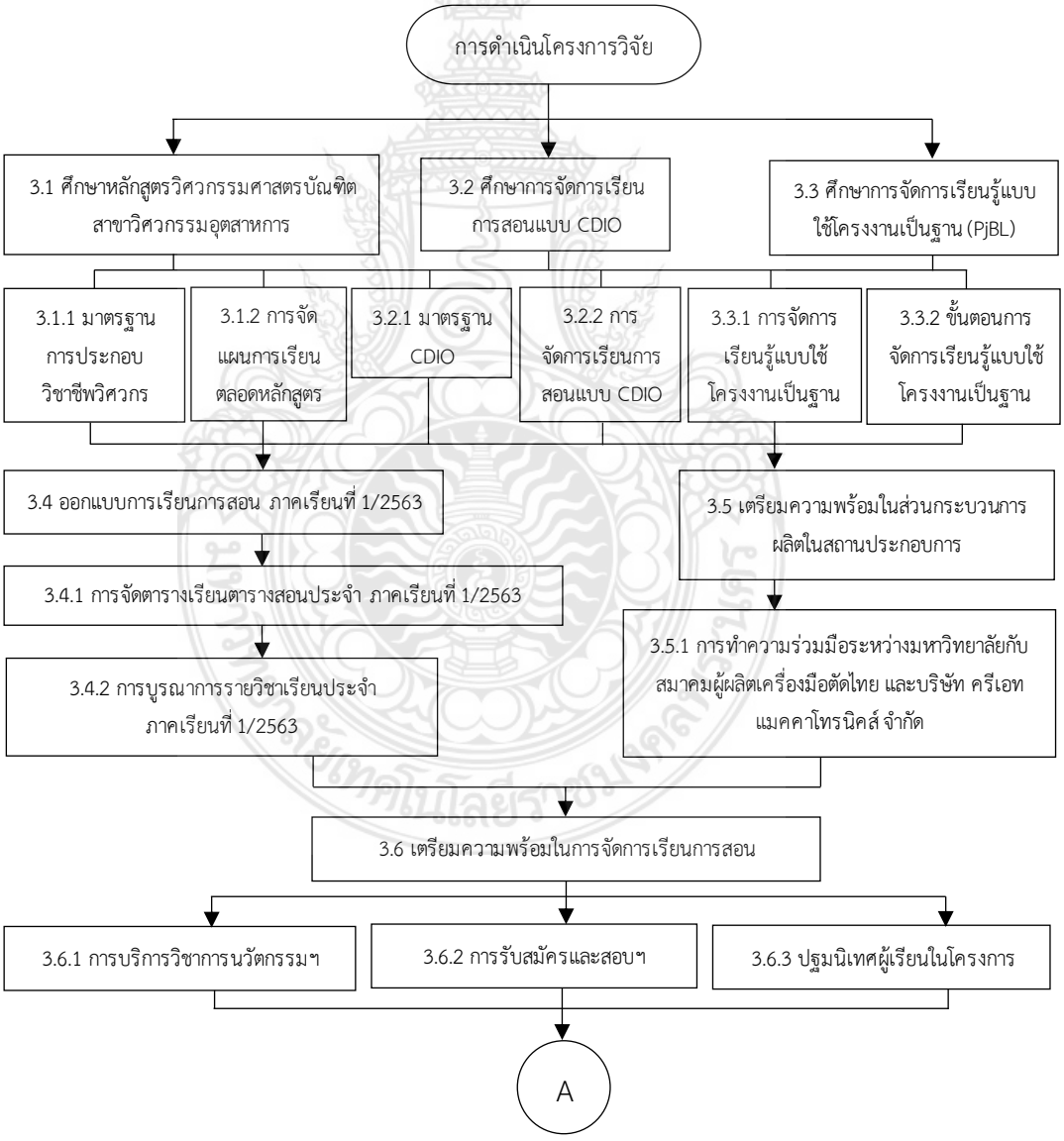
ลุฏฟี ดอเลาะ (2560) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชีววิทยาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธิดารัตน์ ทวีทรัพย์, ประวิทย์ สิมมาทัน, พงศ์ธร โพธิ์พูลศักดิ์ (2562) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานออนไลน์ที่มีระบบพี่เลี้ยงสนับสนุน เพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผลพบว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานออนไลน์ที่มีระบบพี่เลี้ยงสนับสนุนเพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x}$= 4.14, S.D. = 0.68) ผลการศึกษาสามารถนำไปใช้เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถเพิ่มขึ้นตามวัตถุประสงค์

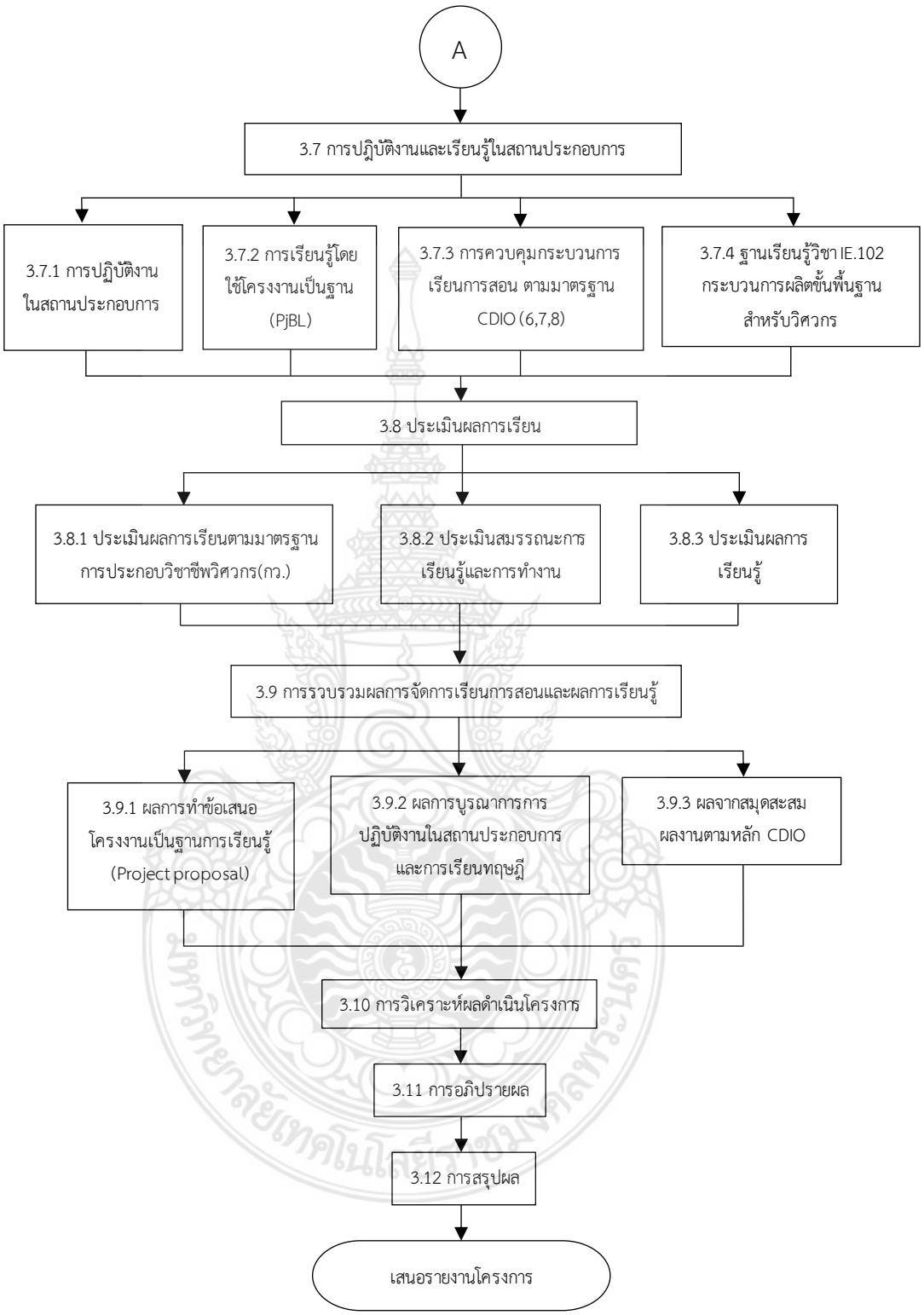
บทที่ 3

วิธีดำเนินการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาลัยในสถานประกอบการ

การพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนด้านวิศวศึกษาเพื่อให้มีทักษะการวิเคราะห์ และมีความคิดสร้างสรรค์จากการบูรณาการการเรียนกับการปฏิบัติงาน โดยเป็นผู้สร้างผลิตภัณฑ์ในสถานประกอบการ สามารถส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน โดยมีวิธีดำเนินโครงการวิจัย ดังนี้



ภาพ 3.1 แผนการดำเนินโครงการวิจัย



ภาพ 3.1 แผนการดำเนินโครงการวิจัย (ต่อ)

3.1 ศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

การพัฒนาการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วิชาชีพวิศวกรรมอุตสาหการ โดยการปรับปรุงแผนการเรียนตลอดหลักสูตร เพื่อจัดแผนบูรณาการรายวิชากลุ่มวิชาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ กลุ่มวิชาพื้นฐานทางด้านวิศวกรรม กลุ่มวิชาชีพวิศวกรรมอุตสาหการ ตามมาตรฐานวิชาชีพวิศวกรรมอุตสาหการ (กว.) จัดทำแผนการเรียนประจำรายวิชา การเรียนการสอนภาคทฤษฎี การเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ห้องประลองและปฏิบัติการ ปรับแผนรายวิชาเรียนแต่ละภาคการศึกษาให้สอดคล้องกับการเรียนรู้โดยฝึกผู้เรียนในสถานประกอบการควบคู่กับการเรียนในมหาวิทยาลัย

3.1.1 มาตรฐานการประกอบวิชาชีพวิศวกร (กว.)

โดยขึ้นกับมาตรฐานวิชาชีพวิศวกร (กว.) และเป็นไปตามมาตรฐานหลักสูตร สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ฉบับปรับปรุงปี พ.ศ. 2559 เป็นไปตามระเบียบคณะกรรมการสภาวิศวกรว่าด้วยวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม และวิชาเฉพาะทางวิศวกรรม ให้การรับรองปริญญาประกาศนียบัตรและวุฒิบัตรโดยสภาวิศวกร ในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม พ.ศ. 2558 ซึ่งผู้เรียนต้องเรียนรายวิชาบังคับตามระเบียบ ประกอบด้วย วิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (1) กลุ่มวิชาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ต้องเรียนไม่น้อยกว่า 9 หน่วยกิต (2) กลุ่มวิชาพื้นฐานทางฟิสิกส์ ต้องเรียนไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต ทั้งนี้ ต้องมีการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ จำนวน ๒ วิชา โดยสภาวิศวกรจะไม่นับหน่วยกิตภาคปฏิบัติการ (3) กลุ่มวิชาพื้นฐานทางเคมี ต้องเรียนไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต ทั้งนี้ ต้องมีการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ โดยสภาวิศวกรจะไม่นับหน่วยกิตภาคปฏิบัติการ รายวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม ต้องเรียนทั้งหมด 8 รายวิชา รายวิชาเฉพาะทางวิศวกรรม ต้องเรียนทั้งหมด 8 รายวิชา

ตามระเบียบคณะกรรมการสภาวิศวกร ตามที่กำหนดรายวิชาเรียนดังกล่าวข้างต้นเป็นมาตรฐานพื้นฐานของหลักสูตรที่ผู้เรียนต้องได้รับการเรียนรู้เป็นไปตามระเบียบดังกล่าว จึงต้องพิจารณาการจัดทำแผนการเรียนการสอนที่ทันสมัยและให้สอดคล้องกับการเรียนแบบบูรณาการร่วมกับการทำงานในสถานที่จริงเพื่อพัฒนาผู้เรียนมีทักษะต่างๆ ตามวัตถุประสงค์

3.1.2 การจัดแผนการเรียนตลอดหลักสูตร

การศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ฉบับปรับปรุง ปี 2559 ได้มีการกำหนดการเรียนการสอนตลอดหลักสูตร รวมทั้งหมดจำนวน 119 หน่วยกิต สำหรับผู้จบระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) โดยเรียนวิชาศึกษาทั่วไป จำนวน 6 หน่วยกิต วิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 21 หน่วยกิต วิชาพื้นฐานวิศวกรรมจำนวน 26 หน่วยกิต วิชาบังคับด้านวิศวกรรม จำนวน 48 หน่วยกิต วิชาเลือกทางด้านวิศวกรรม 12 หน่วยกิต และหมวดวิชาเลือกเสรี 6 หน่วยกิต จัดแผนรายวิชาแต่ละภาคการศึกษาตลอดหลักสูตรให้สอดคล้องกับการเรียนรู้ในสถานประกอบการ ควบคู่กับการเรียนในมหาวิทยาลัย ให้มีทักษะการปฏิบัติ โดยการ

สร้างผลิตภัณฑ์ในสถานที่จริง เพื่อประโยชน์ต่อผู้เรียนมีสมรรถนะตามวิชาชีพวิศวกร สามารถนำความรู้ในวิชาเรียนไปใช้ประกอบอาชีพ พัฒนาแผนการเรียนตลอดหลักสูตร แสดงดังภาคผนวก ก

เนื่องจากงานวิจัยนี้มีเป้าหมายพัฒนาผู้เรียนตามแผนการจัดการเรียนการสอน ภาคการศึกษาที่ 1/2563 ผู้เรียนจะต้องลงทะเบียนเรียน ทั้งหมด 8 วิชา ประกอบด้วย GE.213 ทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร PS.110 ฟิสิกส์ทั่วไป 1 MA.109 แคลคูลัส 1 IE.211 วัสดุวิศวกรรม ME.107 การเขียนแบบวิศวกรรม IE.405 การบริหารโครงการ (วิชาเลือกเฉพาะสาขา) IE.421 นวัตกรรมเทคโนโลยี และ IE.102 กระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร รวมทั้งหมด 21 หน่วยกิต

3.2 ศึกษาการจัดการเรียนการสอนแบบ CDIO

3.2.1 มาตรฐาน CDIO

จากการศึกษา มาตรฐาน CDIO ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยประยุกต์วิศวศึกษา มีทั้งหมด 12 มาตรฐาน ได้แก่ มาตรฐานที่ 1 คือบริบทในการจัดการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหา การออกแบบ การประยุกต์ใช้และการนำไปปฏิบัติ พร้อมกับรับรู้หลักการวงจรชีวิตของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ และระบบการผลิต มาตรฐานที่ 2 มุ่งผลลัพธ์ด้านความรู้ ทักษะและทัศนคติ มาตรฐานที่ 3 บูรณาการทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ มาตรฐานที่ 4 การเรียนรู้พื้นฐานวิศวกรรม ครอบคลุมความรู้ด้านทักษะ ทัศนคติที่มีต่อศาสตร์วิศวกรรมเป็นพื้นฐานและเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาทักษะด้านต่างๆ มาตรฐานที่ 5 ประสบการณ์ออกแบบและสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ มาตรฐานที่ 6 พื้นที่การทำงานและห้องปฏิบัติการ สนับสนุนและส่งเสริมทักษะปฏิบัติ (Hands-On) เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ มาตรฐานที่ 7 วิธีการสอนบูรณาการความรู้เฉพาะทาง พัฒนาทักษะผู้เรียนให้วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ ออกแบบผลิตภัณฑ์ ภายในกิจกรรมเดียว ออกแบบหลักสูตรและผลการเรียนรู้เป็นไปตามมาตรฐานจะเป็นจริงได้ก็ต่อเมื่ออาจารย์ผู้สอนมีความรู้และความเชี่ยวชาญในอาชีพวิศวกร มาตรฐานที่ 8 การสอนและการเรียนเป็นไปตามวิธีการเรียนแบบมีส่วนร่วมและประสบการณ์ตรง ดึงดูดให้ผู้เรียนบริหารจัดการ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์และประเมินแนวคิด มาตรฐานที่ 9 การยกระดับความสามารถของอาจารย์ เพื่อปรับปรุงความสามารถของอาจารย์ทั้งด้านทักษะส่วนบุคคล ระหว่างบุคคล ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ และระบบการผลิต มาตรฐานที่ 10 ยกระดับความสามารถในการสอนของอาจารย์ ในการให้ประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการ (มาตรฐาน 7, 8 และ11) มาตรฐานที่ 11 การประเมินการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ใช้วิธีการที่หลากหลาย ตามมาตรฐานที่ 2 รวมถึงการสอบปากเปล่า การสังเกตจากการปฏิบัติเป็นความสามารถของผู้เรียน มาตราส่วน ปฏิกิริยาของผู้เรียน ผลงาน การประเมินผล การประเมินตนเอง มาตรฐานที่ 12 การประเมินหลักสูตรเป็นการพิจารณาและตัดสินใจด้านการบรรลุเป้าประสงค์โดยรวมของหลักสูตรที่มีการอ้างอิงตามมาตรฐาน

3.2.2 การจัดการเรียนการสอนแบบ CDIO

จากการศึกษามาตรฐาน CDIO จำนวน 12 มาตรฐาน และการศึกษาผลงานทางวิชาการจากแหล่งต่างๆ รวมถึงบทความทางวิชาการ ให้ผู้เรียนพัฒนาข้อเสนอโครงงานเพื่อการเรียนรู้ (Project based Learning) เพื่อพัฒนาทักษะปฏิบัติงานให้สอดคล้องตามมาตรฐาน CDIO ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา (Conceiving) การออกแบบ (Designing) การประยุกต์ใช้ (Implementing) และเป็นมาตรฐานสำหรับปฏิบัติ (Operating) โดยบูรณาการกับการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ

3.3 ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project based Learning)

3.3.1 การเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน

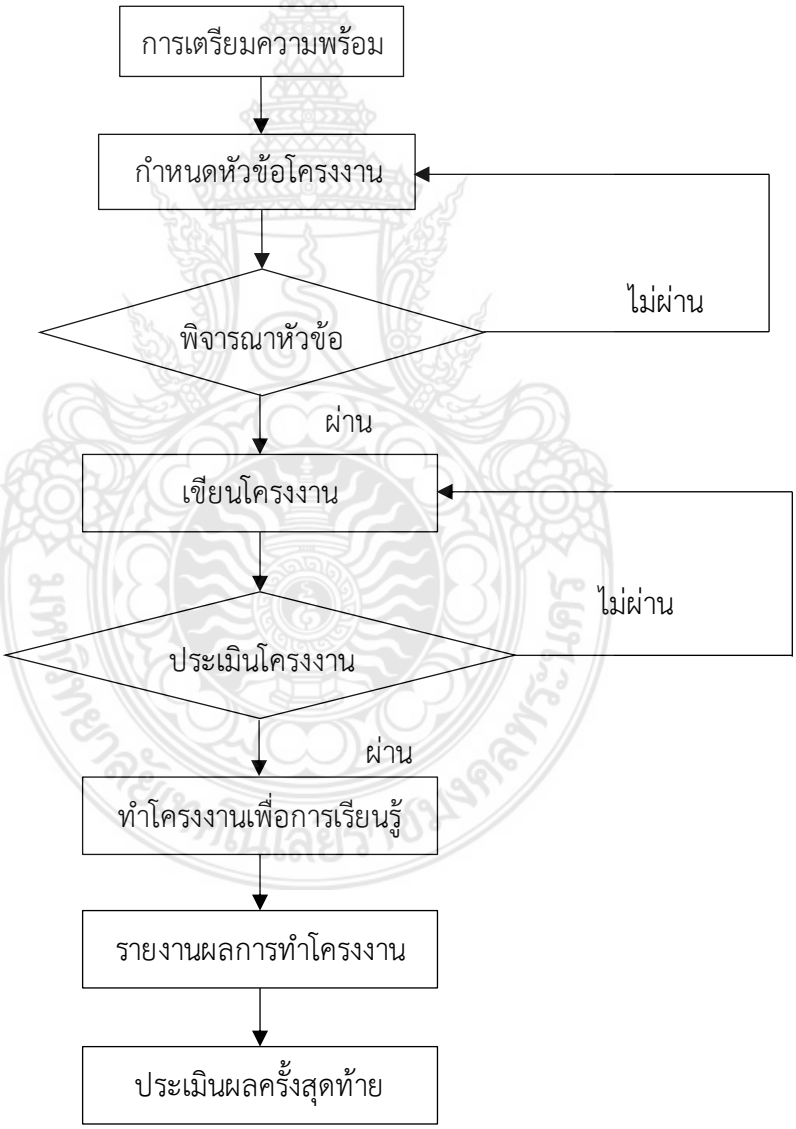
การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นการฝึกผู้เรียนให้เขียนข้อเสนอโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ ประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้ ความสำคัญและที่มาของโครงงาน วัตถุประสงค์ของโครงงาน ขอบเขตของโครงงาน วิธีดำเนินโครงงาน ทฤษฎีอ้างอิง หรือการทบทวนวรรณกรรม (Literature review) สมมติฐานของโครงงาน ระยะเวลาดำเนินโครงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ทำโครงงาน สถานที่ทำโครงงานโดยส่วนใหญ่เป็นสถานที่ปฏิบัติงานของผู้เรียน งบประมาณและค่าใช้จ่ายของโครงงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ รายการอ้างอิง และอาจารย์ที่ปรึกษา รวมถึงผู้บังคับบัญชา ได้แก่ ผู้บริหารหรือหัวหน้างานในสถานประกอบการ

3.3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน มีขั้นตอนต่างๆ แสดงภาพที่ 3.2 เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะและสร้างสมรรถนะผู้เรียน เริ่มจากอาจารย์ผู้สอนเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนโดยการอธิบายวิธีการทำโครงงานเพื่อแก้ไขปัญหา หรือปรับปรุงวิธีการทำงาน วัตถุประสงค์ ขอบเขตของโครงงาน และมอบหมายให้กำหนดหัวข้อโครงงานจากการทำงานของผู้เรียนโดยปฏิบัติงานในสถานประกอบการตามมาตรฐานที่ 6 เพื่อกำหนดหัวข้อโครงงาน จากนั้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์งาน แสดงปัญหาจากการทำงานและกำหนดหัวข้อโครงงาน โดยศึกษารายละเอียดของการปฏิบัติงาน และการประยุกต์ทฤษฎีจากการเรียน รวมถึงทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง โดยการนำของอาจารย์ผู้สอน ทั้งนี้เพื่อกำหนดหัวข้อโครงงานให้สอดคล้องกับการแก้ปัญหางานประจำ เพื่อฝึกผู้เรียนกำหนดหัวข้อโครงงาน หลังจากอาจารย์ผู้สอนและคณะกรรมการวิชาการพิจารณา และประเมินผลการกำหนดหัวข้อโครงงาน หากผ่านการประเมินแล้ว ผู้เรียนสามารถดำเนินการเขียนข้อเสนอโครงงาน ประกอบด้วย ความสำคัญและที่มา วัตถุประสงค์ ขอบเขต สมมติฐาน วิธีการทำโครงงาน แผนการทำโครงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ ค่าใช้จ่าย และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทั้งนี้ให้เป็นไปตามมาตรฐาน CDIO ประกอบด้วยการกำหนดปัญหา การออกแบบ นำไปทดลองใช้ในการปฏิบัติงาน และการนำไปเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงาน ฝึกผู้เรียนนำเสนอ

โครงงานเพื่อประเมินทักษะการพัฒนาโครงงานเป็นรายบุคคล เมื่อผ่านการประเมินแล้ว ผู้เรียนจะใช้โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ เพื่อปฏิบัติงานสร้างผลิตภัณฑ์พร้อมกับการทำโครงงาน เพื่อการเรียนรู้ในสถานประกอบการ ผู้เรียนจัดทำข้อมูลผลการปฏิบัติให้สอดคล้องกับการทำโครงงาน จากนั้นรายงานความก้าวหน้าต่อคณะกรรมการวิชาการ เพื่อการประเมินผล รวมถึงผู้เรียนได้รับการแนะนำให้ดำเนินการตามวัตถุประสงค์ และขอบเขตโดยรวมของโครงงานตลอดภาคเรียน เป็นการพัฒนาทักษะผู้เรียนแบบบูรณาการการเรียนกับการทำงาน โดยใช้โครงงานเป็นฐานการฝึกทักษะ และสร้างสมรรถนะรายบุคคล อาจารย์ผู้สอนและคณะกรรมการวิชาการประเมินผลการทำโครงงาน และผู้เรียนรายงานผลการทำโครงงานครั้งสุดท้ายโดยการสอบปลายภาคเรียน



ภาพ 3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

3.4 ออกแบบการเรียนการสอน ภาคเรียนที่ 1/2563

3.4.1 การจัดตารางเรียนตารางสอนประจำ ภาคเรียนที่ 1/2563

การจัดตารางเรียนตารางสอนประจำภาคเรียนที่ 1/2563 ประกอบด้วยรายวิชาดังต่อไปนี้ ทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร ฟิสิกส์ทั่วไป 1 แคลคูลัส 1 วัสดุวิศวกรรม การเขียนแบบวิศวกรรม การบริหารโครงการ นวัตกรรมเทคโนโลยี และกระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร

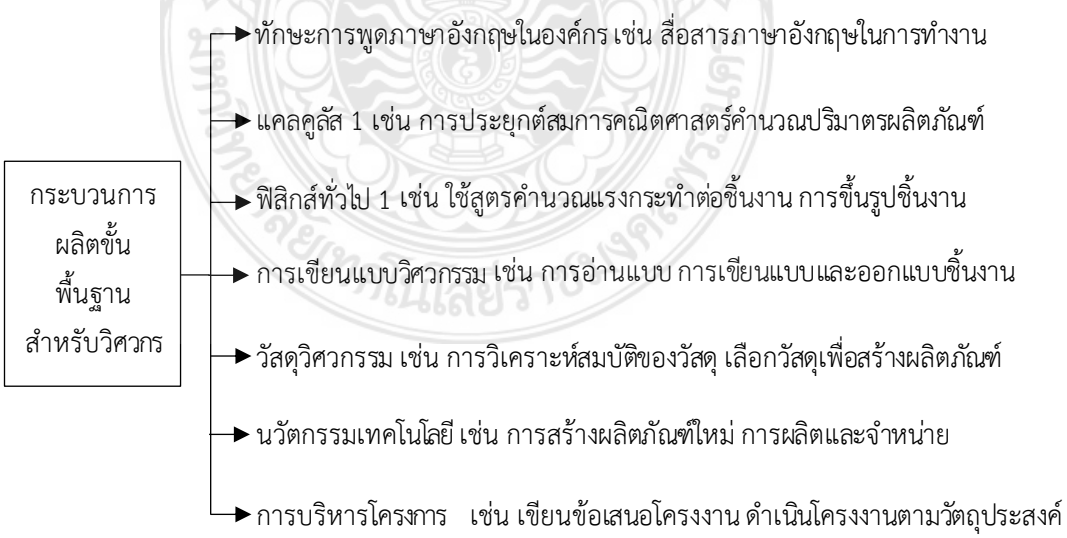
รายวิชาตามแผนการเรียนข้างต้น เป็นการวางแผนและกำหนดตารางเรียน เวลาเรียน ผสมผสานการเรียนในมหาวิทยาลัย และการเรียนรู้จากการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ จำนวนคาบเรียนเป็นไปตามมาตรฐานของหลักสูตร เพื่อสร้างทักษะการวิเคราะห์งานและการประยุกต์ทฤษฎีกับการสร้างผลิตภัณฑ์ โดยบูรณาการเรียนกับการปฏิบัติงาน ระหว่างเรียนในมหาวิทยาลัยและสถานประกอบการ รายละเอียดดังบทที่ 4

3.4.2 การบูรณาการรายวิชาเรียนประจำ ภาคเรียนที่ 1/2563

จากตารางเรียนตารางสอนในข้อที่ 3.4.1 นำรายวิชาในแผนการเรียนชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ทั้ง 8 วิชา วิเคราะห์เพื่อบูรณาการ เนื้อหา ความสอดคล้องในการสอน ตามเนื้อหารายวิชา โดยมีการบูรณาการ 2 รูปแบบดังนี้

3.4.2.1 การบูรณาการการปฏิบัติงานกับการเรียนในมหาวิทยาลัย โดยผู้เรียนปฏิบัติงานในสถานประกอบการนำงานประจำบูรณาการเข้ากับรายวิชาเรียนในมหาวิทยาลัย

3.4.2.2 การบูรณาการระหว่างรายวิชาเรียนในมหาวิทยาลัยโดยใช้วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกรเป็นวิชาหลักเพื่อบูรณาการกับวิชาอื่นๆ ดังภาพที่ 3.3



ภาพ 3.3 บูรณาการวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกรและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

3.5 เตรียมความพร้อมกระบวนการผลิตในสถานประกอบการ

จากความร่วมมือสถานประกอบการเตรียมความพร้อมเพื่อพัฒนาบุคลากรทางด้านวิศวกรรมในระบบผลิต 2 กลุ่มอุตสาหกรรม ประกอบด้วย ผู้ประกอบการของสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย ผลิตผลิตภัณฑ์ คัตติ้งทูลส์ เครื่องมือตัด เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเที่ยงตรงสูง โดยใช้เครื่องจักรในระบบอัตโนมัติเพื่อการผลิต และ บริษัทครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด ผู้ออกแบบและผลิตเครื่องจักร เครื่องส่งกำลัง อุปกรณ์สนับสนุนเครื่องจักร และจำหน่ายเครื่องจักรกลอัตโนมัติ สำหรับเครื่องปั๊มโลหะและงานด้าน Special Machine เครื่องจักรอัตโนมัติสำหรับงานแปรรูปโลหะแผ่น (Press Automation Machines) เป็นต้น โดยมีลูกค้าทั้งในประเทศและต่างประเทศ

3.5.1 รายชื่อบริษัทที่เข้าร่วมพัฒนาการเรียนการสอนภาคเรียนที่ 1/2563

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทยและผู้ผลิตเครื่องจักรอุตสาหกรรมเข้าร่วมพัฒนานักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จำนวน 27 คน เพื่อปฏิบัติงานผลิตสินค้าบูรณาการการเรียนรู้วิศวศึกษา จำนวน 7 บริษัท ดังนี้

ตาราง 3.1 รายชื่อบริษัทสนับสนุนการเรียนการสอนตลอดภาคเรียนที่ 1/2563

รายชื่อบริษัท	ข้อมูลของบริษัทร่วมโครงการ
1. บริษัท ไมโครฟอร์ม (ประเทศไทย) จำกัด	
1) ประกอบกิจการ	ผลิตคัตติ้งทูลส์ เครื่องมือพิเศษ นวัตกรรม พัฒนาเครื่องมือตัด
2) ที่ตั้ง	ถนนเจ้าคุณทหาร แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง จ.กรุงเทพมหานคร
3) จำนวนรับนักศึกษา	2 คน
2. บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	
1) ประกอบกิจการ	พัฒนาเครื่องจักรและชิ้นส่วนเครื่องจักร จำหน่ายเครื่องจักรผลิตคัตติ้งทูลส์ บริการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับเครื่องจักรอุตสาหกรรมในระบบอัตโนมัติ
2) ที่ตั้ง	ตำบลราชาเทวะ อำเภอบางพลี จ.สมุทรปราการ
3) จำนวนรับนักศึกษา	9 คน
3. บจก. ท็อปเทค ไดมอนด์ ทูลส์	
1) ประกอบกิจการ	ผลิตคัตติ้งทูลส์ เครื่องมือตัด และอุปกรณ์ความเที่ยงตรงสูง
2) ที่ตั้ง	ต.บางปลา อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ
3) จำนวนรับนักศึกษา	4 คน
4. บริษัท เจ เค พรีซิชั่น จำกัด	
1) ประกอบกิจการ	ผลิตคัตติ้งทูลส์ End mill, Drill, Reamer, Holder, Special tools ความเที่ยงตรงสูง สนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ และอื่นๆ

ตาราง 3.1 รายชื่อบริษัทสนับสนุนการเรียนการสอนตลอดภาคเรียนที่ 1/2563 (ต่อ)

รายชื่อบริษัท	ข้อมูลของบริษัทร่วมโครงการ
2) ที่ตั้ง	ถนนบางพลี-ตำหรุ ตำบลแพรกษาใหม่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ
3) จำนวนรับนักศึกษา	4 คน
5. บริษัท อาร์.เอส.คาร์ไบด์ โปรดักท์ จำกัด	
1) ประกอบกิจการ	ผลิตคัตติ้งทูลส์ทังสเตนคาร์ไบด์ ใบมีดอุตสาหกรรม ออกแบบคัตติ้งทูลส์พิเศษสำหรับสร้างนวัตกรรมในอุตสาหกรรมความเที่ยงตรงสูง
2) ที่ตั้ง	ซ.ไร่ขิง ต.ไร่ขิง อ.สามพราน จ.นครปฐม
3) จำนวนรับนักศึกษา	1 คน
6. บริษัท เบสท์ ลูบ จำกัด	
1) ประกอบกิจการ	นำเข้าและจำหน่ายสารหล่อเย็น น้ำมันหล่อลื่นและพัฒนาการผลิตสำหรับผลิตคัตติ้งทูลส์ ผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูง
2) ที่ตั้ง	ถนนรัชดาภิเษก แขวงจันทรเกษม เขตจตุจักร จ.กรุงเทพมหานคร
3) จำนวนรับนักศึกษา	1 คน
7. บริษัทครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด	
1) ประกอบกิจการ	ผลิตและจำหน่ายเครื่องจักรอัตโนมัติสำหรับงานแปรรูปโลหะแผ่น (Press Automation Machines) จัดหาเครื่องจักรคุณภาพสูง
2) ที่ตั้ง	ตำบลโคกช้าง อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
3) จำนวนรับนักศึกษา	5 คน

3.5.2 ความร่วมมือพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาลัยในสถานประกอบการ

เป็นการตกลงกันทำความร่วมมือเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน โดยผู้บริหารมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต โดยอธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ลงนามทำความร่วมมือร่วมกับ สมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย และทำความร่วมมือกับบริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด เพื่อร่วมพัฒนาการเรียนการสอนพัฒนานักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ให้มีความรู้ความสามารถเป็นบัณฑิตนักปฏิบัติทักษะสูง สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของวิทยาการและเทคโนโลยี และเป็นไปตามนโยบายการพัฒนาการศึกษาของ กระทรวงการอุดมศึกษาวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม เพื่อสร้างระบบการศึกษาแบบใหม่ที่มีประโยชน์ ต่อการพัฒนาด้านอุตสาหกรรม 4.0 โดยนำระบบการเรียนรู้แบบบูรณาการการเรียนกับการปฏิบัติงาน สร้างผลิตภัณฑ์เป็นการเรียนรู้กับนักเรียนรุ่นใหม่

3.6 เตรียมความพร้อมเพื่อจัดการเรียนการสอน

การรับสมัครผู้เรียนเข้าสู่ระบบการศึกษา เป็นความร่วมมือกันระหว่างสถานประกอบการและมหาวิทยาลัย จัดการองค์ความรู้เกี่ยวกับภาคอุตสาหกรรม การบริการวิชาการให้กับวิทยาลัยจำนวน 15 วิทยาลัยเทคนิค พร้อมกับแนะแนวการศึกษาแบบใหม่เพื่อพัฒนาทักษะแก่นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สู่การเรียนรู้เพื่อเป็นวิศวกรอาชีพ ดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญจากสถานประกอบการ และผู้แทนจากมหาวิทยาลัยมีเป้าหมายรับสมัครผู้สนใจเข้าร่วมโครงการจำนวน 30 คน โดยเตรียมความพร้อมดังนี้

1) ประสานงานวิทยาลัยเทคนิคกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 15 วิทยาลัย นำเสนอแนวทางพัฒนาทักษะนักศึกษากับผู้บริหารด้านความสำคัญและกระบวนการในการพัฒนานักศึกษาระดับสูงขึ้น

2) การบริการวิชาการ โดยผู้เชี่ยวชาญจากสถานประกอบการ จัดองค์ความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาอุตสาหกรรมและแนวทางในการพัฒนาบุคลากร

3) กำหนดระบบการรับสมัครนักศึกษา และการลงทะเบียนเรียน

4) การสอบสัมภาษณ์ การคัดเลือกผู้มีความพร้อมด้านคุณสมบัติเหมาะสมต่อการพัฒนาทักษะวิศวกรทักษะสูง โดยผ่านพิจารณาของผู้ปกครอง และสถานศึกษาเดิม

5) การจัดปฐมนิเทศนักศึกษา โดยมหาวิทยาลัยร่วมกับผู้บริหารของบริษัทร่วมโครงการพัฒนานักศึกษา และการเตรียมผู้เรียนปฏิบัติงานในสถานประกอบการตลอดภาคเรียน

3.6.1 การบริการวิชาการด้านการพัฒนาวิศวกรนักปฏิบัติ

การจัดบริการวิชาการ ให้แก่นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยการดำเนินการร่วมกับวิทยาลัยกลุ่มเป้าหมาย 15 วิทยาลัยเทคนิค กำหนดการบริการวิชาการ ตามโครงการบริการวิชาการการพัฒนาช่างอุตสาหกรรม และเตรียมความพร้อมสำหรับการทำงานในอุตสาหกรรม 4.0 ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ติดต่อประสานงานเพื่อการพัฒนาการศึกษา (2) การบริการวิชาการ

(a)

(b)

ภาพ 3.4 การบริการวิชาการเพื่อพัฒนาวิศวกรนักปฏิบัติ

จากภาพที่ 3.4 แสดงการบริการวิชาการโดยนายกสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย บรรยายด้านการพัฒนาทักษะวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมในสถานประกอบการ โดยผู้เชี่ยวชาญและที่ปรึกษาสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย นักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาอาชีพวิศวกร รวมถึงระบบการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อการผลิตวิศวกรโดยการบูรณาการการเรียนกับการปฏิบัติงานในสถานประกอบ โดยการพัฒนาช่างเทคนิคอุตสาหกรรมเพื่อการประกอบอาชีพอย่างยั่งยืน

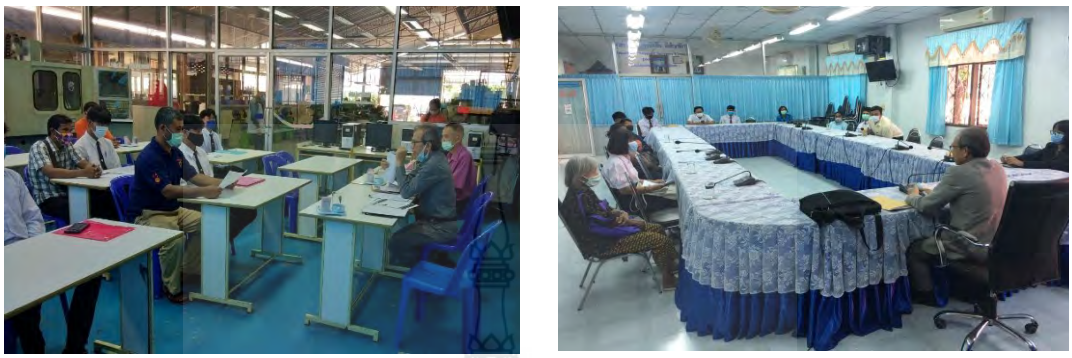
ตาราง 3.2 กำหนดการให้บริการวิชาการกับกลุ่มเป้าหมายในวิทยาลัยเทคนิค

รายชื่อวิทยาลัย	เวลา	วัน	วันที่
1. วิทยาลัยเทคนิคชุมพร	13.00-16.00 น.	จันทร์	16 ธันวาคม 2562
2. วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม	08.10-10.10 น.	พุธ	18 ธันวาคม 2562
3. วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี	13.00-16.00 น.	จันทร์	23 ธันวาคม 2562
4. วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์	13.00-15.00 น.	พฤหัสบดี	9 มกราคม 2563
5. วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร	13.00-15.00 น.	ศุกร์	10 มกราคม 2563
6. วิทยาลัยเทคนิคลำพูน	13.00-15.00 น.	พุธ	15 มกราคม 2563
7. วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต	15.00-17.00 น.	พุธ	5 กุมภาพันธ์ 2563
8. วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น	15.00-17.00 น.	พฤหัสบดี	23 มกราคม 2563
9. วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์	13.00-15.00 น.	พุธ	29 มกราคม 2563
10. วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช	13.00-15.00 น.	พฤหัสบดี	6 กุมภาพันธ์ 2563
11. วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์	13.00-15.00 น.	พฤหัสบดี	20 กุมภาพันธ์ 2563
12. วิทยาลัยการอาชีพวิเชียรบุรี	13.00-15.00 น.	ศุกร์	21 กุมภาพันธ์ 2563
13. วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ	13.00-15.00 น.	อังคาร	25 กุมภาพันธ์ 2563
14. วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม	09.30-11.30 น.	ศุกร์	28 กุมภาพันธ์ 2563
15. วิทยาลัยเทคนิควาปีปทุม	15.00-17.00 น.	ศุกร์	28 กุมภาพันธ์ 2563

3.6.2 การรับสมัครและสอบคัดเลือก

รับสมัครผู้สนใจเข้าร่วมโครงการ ซึ่งเป็นการจัดการศึกษาในรูปแบบวิทยาลัยในสถานประกอบการ ผู้สนใจสมัครเข้าร่วมโครงการ จากนั้นสอบสัมภาษณ์ ทั้งผู้สมัคร ผู้ปกครองและสถานศึกษา ดังภาพที่ 3.5 โดยมีองค์ประกอบการคัดเลือกที่สำคัญได้แก่ ผู้สมัครขาดแคลนทุนทรัพย์แต่มีความต้องการศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีด้านวิศวกรรมอุตสาหการ โดยผู้ปกครองไม่สามารถสนับสนุนการศึกษาในระบบการศึกษาตามปกติ ผู้สมัครมีความสนใจปฏิบัติงานในสถานประกอบการที่เข้าร่วมโครงการ เพื่อมีรายได้ส่วนหนึ่งสำหรับการใช้จ่ายส่วนตัวและอีกส่วนหนึ่งเป็นค่าใช้จ่ายในการ

เรียนตลอดหลักสูตร โดยพิจารณาความรู้และความสามารถด้านทักษะพื้นฐานช่างอุตสาหกรรมและปฏิบัติงานได้



(a) (b)

ภาพ 3.5 การสอบคัดเลือกโดยวิธีการสัมภาษณ์

3.6.3 การปฐมนิเทศนักศึกษาใหม่

การปฐมนิเทศนักศึกษาใหม่ที่ผ่านการสอบคัดเลือก เพื่อสร้างความเข้าใจในการเรียนและการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ โดยมีการดำเนินการ ประกอบด้วย ผู้บริหารมหาวิทยาลัย ประกอบด้วย อธิการบดี ผู้บริหารคณะวิศวกรรมศาสตร์ หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ประธานหลักสูตร นายกสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย เจ้าของบริษัทร่วมโครงการ คณาจารย์นักศึกษาในโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ โดยลงทะเบียนเข้าร่วมงานในวันปฐมนิเทศ จำนวนรวม 82 คน ดังภาพที่ 3.6

รูปแบบการดำเนินงาน โดยหัวหน้าสาขาวิศวกรรมอุตสาหการกล่าวรายงานและแจ้งจุดประสงค์การปฐมนิเทศให้ประธานและผู้เข้าร่วมประชุมทราบ จากนั้น ประธานโดยอธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิตกล่าวเปิดงานปฐมนิเทศพร้อมกับการมอบนโยบายสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการกับการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ ขอบคุณสมาคมฯ และผู้บริหารในมหาวิทยาลัย และสถานประกอบการ จากนั้นมอบหมายให้ที่ปรึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและที่ปรึกษาสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย นำเสนอแนวทางการจัดการศึกษา พัฒนาระบบจัดการเรียนการสอนวิศวกรทักษะสูงด้วยระบบการใช้โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ และการเรียนการสอนตามมาตรฐาน CDIO เพื่อให้ผู้เรียนทราบระบบการทำงานและการเรียนรู้ด้านวิศวศึกษาและเป็นการสร้างเสริมทักษะและสมรรถนะผู้เรียน ในรูปแบบวิทยาลัยในสถานประกอบการ

จากนั้นเป็นการเตรียมความพร้อมให้นักศึกษาใหม่เข้าใจบทบาทและหน้าที่การทำงานในสถานประกอบการ ระหว่างการเรียนและการทำงาน แนะนำโดยนายกสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย เป็นการปฐมนิเทศด้านการทำงานในอุตสาหกรรม และแนวทางการทำงานของนักศึกษาในอนาคต

รวมถึงวิธีการทำงานในสถานประกอบการ การพัฒนาตนเอง ความมีระเบียบวินัย การตรงต่อเวลา และมนุษยสัมพันธ์ รวมถึงระเบียบบริหารงานบุคคลของบริษัท และกฎหมายแรงงาน จากนั้น คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ กล่าวต้อนรับนักศึกษาใหม่และการเป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ด้านคุณค่า คุณธรรมและคุณประโยชน์ และรองคณบดีฝ่ายกิจการนักศึกษามหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต แนะนำเกี่ยวกับระเบียบ ข้อบังคับ และแนวทางในการเรียนในมหาวิทยาลัย เพื่อให้นักศึกษาทราบวิธีปฏิบัติเมื่อเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัย แนะนำการเดินทางไปทำงาน และการเดินทางมาเรียนที่มหาวิทยาลัย โดยมหาวิทยาลัยกำหนดให้มีรถรับและส่งระหว่างมหาวิทยาลัยและที่พักของนักศึกษา จากนั้นเป็นการทำกิจกรรมนักศึกษาใหม่สร้างความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษาจำนวน 27 คน และการเตรียมความพร้อมเพื่อการเรียนรู้คู่กับการทำงานในสถานประกอบการ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงทั้งวิธีการคิดการปฏิบัติ จึงต้องมีความรับผิดชอบทั้งตนเอง การทำงานเพื่อร่วมงาน ผู้ปกครองและครอบครัว

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำกิจกรรมปฐมนิเทศ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สร้างความเข้าใจด้านการจัดการเรียนการสอนในมหาวิทยาลัย การเตรียมความพร้อมในการเรียนวิชาทฤษฎี การลงทะเบียนเรียน ตารางเรียน แผนการเรียนตลอดหลักสูตร การเตรียมความพร้อมของผู้เรียนด้านการใช้โครงงานเป็นฐานในการเรียนรู้ ระเบียบวินัย การรู้จักผู้บริหารมหาวิทยาลัย คณาจารย์ประจำสาขาวิชา แนวทางการใช้ห้องเรียน ห้องสมุด ห้องปฏิบัติการ และสถานที่เรียนปฏิบัติการ ให้นักศึกษาใหม่มีความมั่นใจโดยการกำกับดูแลแต่ละคนมีที่พักอาศัยพร้อมกับความสะดวกและปลอดภัยในการเดินทางไปทำงาน การเตรียมพร้อมเพื่อปฏิบัติงานในสถานประกอบการตลอดภาคเรียนและตลอดหลักสูตร ด้วยการจัดการหาที่พักอาศัยของนักศึกษาแต่ละคน การเตรียมความพร้อมเพื่อการเป็นพนักงานประจำทำงานบริษัทในสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย และบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรกล การทำสัญญาจ้างการมอบหมายงานเพื่อผลิตสินค้าในสถานประกอบการ การปฏิบัติตามกฎหมายแรงงาน รวมถึงระเบียบและข้อบังคับด้านการบริหารงานบุคคลของสถานประกอบการ

(a) (b)

ภาพ 3.6 กิจกรรมและการปฐมนิเทศนักศึกษาใหม่

3.7 การปฏิบัติงานและเรียนรู้ในสถานประกอบการ

ผู้เรียนเป็นนักศึกษาที่ผ่านการสอบคัดเลือก โดยรับสมัครจากผู้จบการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 (สายวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์) ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ทำงานในสถานประกอบการ ด้วยโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ มีสถานประกอบการ ทั้งหมด 7 บริษัท รายชื่อบริษัทดังหัวข้อที่ 3.5.1 ข้างต้น ผู้เรียนรวมทั้งหมด 27 คน ระยะเวลาเรียนและปฏิบัติงานควบคู่กัน ทั้งหมด 15 สัปดาห์ โดยการปฏิบัติงานและเรียนรู้ในสถานประกอบการ

3.7.1 การปฏิบัติงานในสถานประกอบการ

การปฏิบัติงานในสถานประกอบการ เนื่องจากผู้เรียนมีความรู้ และทักษะด้านการปฏิบัติงานเป็นพื้นฐาน เพื่อการใช้เครื่องจักรกลการผลิต การวัด การขึ้นรูปชิ้นงานเบื้องต้นจากการเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงและระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จึงสามารถเริ่มปฏิบัติงานขั้นพื้นฐานในสัปดาห์แรกของการทำงาน แสดงดังภาพที่ 3.7 แสดงตัวอย่างการทำงานของนักศึกษาในโครงการ การทำงานในสัปดาห์ถัดไปผู้เรียนจะได้เรียนรู้พร้อมฝึกทักษะการทำงานเพิ่มขึ้นโดยการสอนงานจากหัวหน้างาน ประกอบกับการสอน การแนะนำวิธีการทำงาน และการติดตามผลการปฏิบัติงานโดยอาจารย์ผู้สอน รวมถึงการกำหนดให้ผู้เรียนบันทึกผลการทำงานในรูปแบบสมุดสะสมผลงานรายบุคคล รายละเอียดในการบันทึกผลงานในสมุดสะสมผลงานประกอบด้วย การทำงานประจำวัน เช่น ทำอะไร ทำอย่างไร ผลสำเร็จของงานคืออะไร หากมีปัญหาด้านคุณภาพ เวลา ให้บันทึกผลการกำหนดปัญหา แนวทางการแก้ไข วิธีการแก้ไขปัญหา การปรับปรุงการทำงาน และพัฒนาวิธีการทำงาน เป็นต้น ผู้เรียนต้องบันทึกผลการทำงานทุกวันที่ได้ปฏิบัติงาน เพื่อฝึกทักษะการวิเคราะห์ตามระบบ CDIO การปฏิบัติดังกล่าวอยู่ภายใต้การตรวจสอบของหัวหน้างาน

(a) (b)

ภาพ 3.7 ภาพการปฏิบัติงานของผู้เรียน

จากภาพที่ 3.7 ภาพ (a) ผู้เรียนปฏิบัติงานขึ้นรูปชิ้นงาน โดยทำหน้าที่ควบคุมเครื่อง CNC จากภาพ (b) ผู้เรียนปฏิบัติงานบันทึกข้อมูลชิ้นงาน บันทึกผลการตรวจสอบขนาดชิ้นงาน บันทึกรหัสชิ้นงานในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และปฏิบัติงานเขียนแบบสั่งผลิต

3.7.2 การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ในการวิจัยจะใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานในการเรียนรู้ ผู้สอนแต่ละรายวิชาได้สอนในภาคทฤษฎี ควบคู่กับการมอบหมายให้ผู้เรียนทำโครงงานโดยวิเคราะห์จากงานประจำที่สามารถเป็นกรณีศึกษาสำหรับทำโครงงานได้ โดยมีวิธีการดังนี้

1) เสนอหัวข้อโครงงาน (Project Proposal) โดยทำรายงานตามแบบฟอร์มการเสนอหัวข้อโครงการ 13 ข้อ ดังวิธีการและขั้นตอนตาม ข้อที่ 3.3.1 และ ข้อที่ 3.3.2 ข้างต้น และนำเสนอต่ออาจารย์ผู้สอนแต่ละรายวิชา รายละเอียดการเขียนข้อเสนอโครงงานแสดงในบทที่ 4

2) นำเสนอผลงานและรับฟังคำแนะนำจากอาจารย์ผู้สอนและคณะกรรมการวิชาการรายสัปดาห์ ทุกวันเสาร์ และดำเนินการดังกล่าวตลอดภาคเรียนที่ 1/2563

3.7.3 การควบคุมกระบวนการเรียนการสอนตามมาตรฐาน CDIO (6,7,8)

การวิจัยนี้ใช้กรอบมาตรฐาน CDIO ดังที่ศึกษาในข้อ 3.2.1 โดยใช้มาตรฐาน 6,7,8 ประกอบการดำเนินการวิจัย ดังนี้

มาตรฐาน 6 พื้นที่ทำงาน (Workspaces) ตามมาตรฐาน CDIO เป็นพื้นที่ปฏิบัติงานของผู้เรียน ปฏิบัติการสร้างผลิตภัณฑ์เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมการปฏิบัติของผู้เรียนส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากการสร้างผลิตภัณฑ์

มาตรฐาน 7 ประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เฉพาะทาง เช่น การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ รวมทั้งความรับผิดชอบทั้งต่อตนเองและสังคม ในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

มาตรฐาน 8 การเรียนแบบมีส่วนร่วม ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งการศึกษางาน และการกำหนดปัญหาโดยตรงจากงานประจำ ฝึกจัดการปัญหาด้วยตนเอง รวมถึงการประยุกต์ทฤษฎี การวิเคราะห์ การประเมินแนวคิดและผลงานของตนเอง ฝึกทักษะการอภิปรายการสาธิตหรือเป็นการสร้างมาตรฐานการปฏิบัติเพื่อให้ผู้อื่นนำไปใช้ได้

จากมาตรฐาน 6, 7 และ 8 ข้างต้น เป็นฐานการเรียนรู้ กระบวนการเรียนการสอนสามารถนำวิธีการวิเคราะห์แบบ CDIO มาประยุกต์ใช้ ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ปัญหา ออกแบบ ทดลองใช้และนำไปใช้จริง การวิเคราะห์แบบ CDIO จะใช้ในการนำเสนอโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ แสดงรายละเอียดในบทที่ 4 โดยเฉพาะผู้เรียนที่ปฏิบัติงานสร้างผลิตภัณฑ์และเป็นงานประจำของผู้เรียน โดยฝึกวิเคราะห์เป็นระบบ ดังนี้

C : Conceive คือ การชี้ปัญหา ในพื้นที่ทำงาน (ตามมาตรฐาน 6)

D : Design คือ การออกแบบวิธีการ หรือขั้นตอนการแก้ปัญหานั้นให้เกิดผล

I : Implement คือ การนำไปประยุกต์ใช้หรือทดลองใช้

O : Operate คือ การนำไปปฏิบัติ ปรับปรุง พัฒนา นำไปใช้จริง

3.7.4 ฐานการเรียนรู้วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร

โครงการวิจัยกำหนดรายวิชา กระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร เป็นฐานในการเรียนรู้ โดยบูรณาการกับรายวิชาที่เปิดเรียนในภาคเรียนที่ 1/2563 ตามมาตรฐานหลักสูตรและมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาที่ 3 (มคอ.3) และเชื่อมโยงกับวิชาต่างๆ ดังนี้

3.7.4.1 เนื้อหารายวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร เกี่ยวกับหลักการและปฏิบัติการฝึกฝีมือเบื้องต้นในเรื่องการใช้เครื่องมือวัดละเอียดประเภทต่างๆ การใช้เครื่องมือในการแต่งขึ้นรูปโลหะในงานตะไบ งานกลึง งานกัด และเครื่องจักรในงานโลหะแผ่น งานเชื่อมแก๊สและไฟฟ้า งานเชื่อมแบบ TIG และ MIG และความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือดังกล่าว

3.7.4.2 การเชื่อมโยงรายวิชา 7 วิชา โดยใช้รายวิชา กระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร เป็นฐานในการบูรณาการ รายละเอียดแสดงในบทที่ 4

3.8 ประเมินผลการเรียน

3.8.1 ประเมินผลการเรียนตามมาตรฐานการประกอบวิชาชีพวิศวกร(กว.)

การประเมินผลการเรียน ประเมินโดยอาจารย์ประจำรายวิชาและคณะกรรมการวิชาการ โดยประเมินผลการเรียนตามมาตรฐานหลักสูตรและแผนการประเมินมาตรฐานวิชาชีพวิศวกรรม (กว.)

3.8.2 ประเมินสมรรถนะการเรียนรู้และการทำงาน

ประเมินสมรรถนะการเรียนรู้และการทำงาน ประกอบด้วยดังนี้

3.8.2.1 สมรรถนะการสร้างผลิตภัณฑ์ในพื้นที่ทำงาน

3.8.2.2 การเขียนโครงงานสร้างการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3.8.2.3 การเรียนรู้ด้วยตนเอง พัฒนาด้วย CDIO

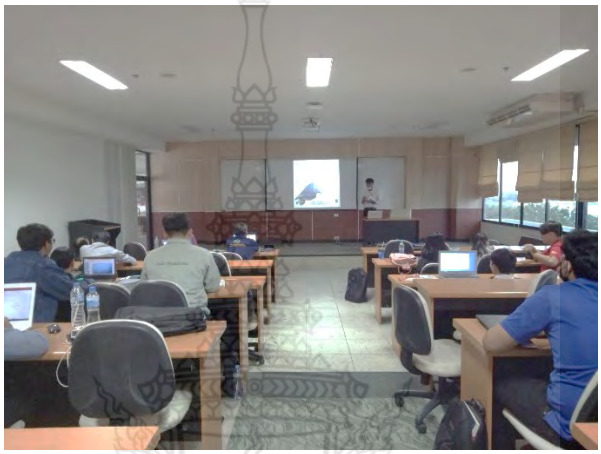
3.8.2.4 การบูรณาการรายวิชาอื่นร่วมกับวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกรโดยพิจารณาจากผลงาน การนำเสนอผลงาน และประเมินจากผลการเรียนแบบกำหนดคะแนนเต็ม 100 คะแนน เป็นองค์ประกอบการประเมินผลการเรียนรู้

3.8.2.5 ทักษะส่วนบุคคลและทักษะระหว่างบุคคล

3.8.2.6 การประเมินผลจากโครงงาน และการนำเสนอผลงาน

3.8.3 ประเมินผลการเรียนรู้

การเรียนทฤษฎีในมหาวิทยาลัยตามเกณฑ์การประเมินผลประจำรายวิชา ประเมินจากการรายงานผลปฏิบัติงานสร้างผลิตภัณฑ์ การพัฒนาโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ ประกอบกับการประยุกต์ระบบการเรียนตามมาตรฐาน CDIO ประเมินสมรรถนะผู้เรียนนำเสนอผลงานแสดงดังภาพ 3.8 รายละเอียดการประเมินและการจัดการเรียนการสอนแสดงแนวทางการประเมินในบทที่ 5



ภาพ 3.8 ผู้เรียนนำเสนอผลงานโดยใช้โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้

3.9 การรวบรวมผลการจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้

การศึกษาในโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ มีการดำเนินโครงการที่แตกต่างจากการสอนในมหาวิทยาลัย ดังนั้น การรวบรวมผลการพัฒนาการเรียนรู้โดยรวมของโครงการ ดังนี้

3.9.1 ผลการทำโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้

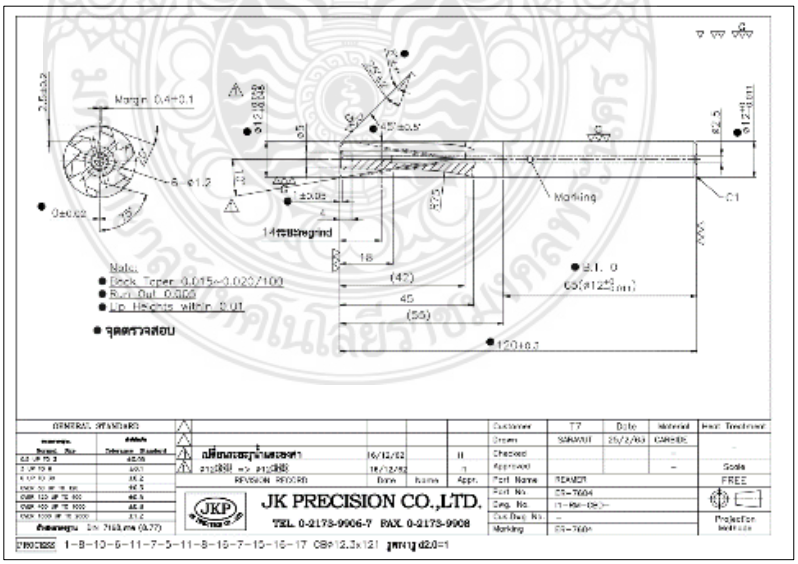
พัฒนาโครงงานของผู้เรียนจำนวน 27 คน โดยให้ผู้เรียนฝึกทักษะเขียนข้อเสนอโครงงานตามแบบฟอร์ม (Template) ประกอบด้วย 13 หัวข้อ ได้แก่ ที่มาและความสำคัญ วัตถุประสงค์ ขอบเขต วิธีดำเนินโครงงาน ทฤษฎี และการทบทวนวรรณกรรม ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ สถานที่ทำโครงงาน งบประมาณหรือค่าใช้จ่าย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และรายการเอกสารอ้างอิง จากนั้นประเมินทักษะการเขียนข้อเสนอโครงงานของผู้เรียนรายบุคคล

3.9.2 ผลการบูรณาการการปฏิบัติงานในสถานประกอบการและการเรียนทฤษฎี

จากการปฏิบัติงาน และการเรียนแบบบูรณาการ โดยให้ผู้เรียนพัฒนาโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้โดยประยุกต์วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร ผู้เรียนแต่ละคนมีผลการปฏิบัติงานรายวันแสดงดังภาพที่ 3.9 (a) ผู้เรียนควบคุมเครื่องจักรกลเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ (b) แบบสั่งผลิตเพื่อทำการผลิตตามแบบ โดยเป็นตัวอย่างแบบของผลิตภัณฑ์คัตติ้งทูลส์ ประเมินผลจากการอ่านแบบสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์ ปฏิบัติการสร้างผลิตภัณฑ์ด้วยการควบคุมเครื่องจักรกล ปฏิบัติการใช้อุปกรณ์ใช้เครื่องมือ

วัดละเอียดเพื่อตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ผลการทำงานร่วมกับหัวหน้างานตลอดสัปดาห์ โดยอาจารย์ผู้สอนติดตามการทำงานและจัดทำผลงานของผู้เรียนตลอดสัปดาห์ จากนั้นผู้เรียนนำเสนอรายงานความก้าวหน้าอย่างน้อย 1 ครั้งต่อสัปดาห์

(a)



(b)

ภาพ 3.9 การเรียนรู้จากการสร้างผลิตภัณฑ์คัตติ้งทูลส์บูรณาการกับการเรียนวิศวศึกษา

การรายงานความก้าวหน้าแต่ละครั้งนอกจากการแสดงผลดำเนินโครงงาน ความก้าวหน้าของงานภายใต้วัตถุประสงค์ของโครงงาน ผู้เรียนจะได้รับการเสนอแนะและการสอนจากอาจารย์ผู้รับผิดชอบและคณะกรรมการวิชาการ อย่างไรก็ตาม ทุกครั้งที่มีการรายงานความก้าวหน้าของผู้เรียนทุกคน จะมีการประเมินผลการรายงานผลดำเนินโครงงาน โดยอาจารย์ผู้สอนและคณะกรรมการวิชาการ เพื่อประเมินทักษะส่วนบุคคลและประเมินทักษะระหว่างบุคคล ผู้เรียนแต่ละคนจะใช้เวลาในการรายงานความก้าวหน้าครั้งละประมาณ 5-8 นาที ส่วนเวลาในการสอนและการแนะนำของคณะกรรมการวิชาการจะเป็นไปตามผลงาน หากมีการแก้ไขและปรับปรุงเวลาในการสอนและแนะนำก็จะมากขึ้น การประเมินมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้โดยนำไปปฏิบัติและสร้างผลผลิตภัณฑ์ในสัปดาห์ถัดไป และรายงานผลด้านความก้าวหน้าตามลำดับ เพื่อให้ผลผลิตมีคุณภาพและผู้เรียนดำเนินโครงงาน รายงานผลแต่ละสัปดาห์พร้อมกับการประเมินผลรายบุคคลเป็นคะแนนเต็ม 100 คะแนน

3.9.3 ผลจากสมุดสะสมผลงานตามหลัก CDIO

ตามแบบฟอร์มการบันทึกผลการปฏิบัติงาน รายงานความสำเร็จจากการสร้างผลิตภัณฑ์ การเรียนรู้จากการทำงาน รวมถึงระบบการกำหนดปัญหา ระบุสาเหตุ การวางแผนและการออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหา การนำผลการออกแบบไปประยุกต์ใช้ในการทำงาน และการนำไปปฏิบัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตสินค้า โดยการบันทึกผลงานและหัวหน้างานตรวจสอบรายวันนั้น สมุดสะสมผลงานจึงเป็นหลักฐานประกอบการประเมินสมรรถนะของผู้เรียน การรวบรวมสมุดสะสมผลงานการประเมินผลการทำสมุดสะสมผลงานและการแนะนำการบันทึกผลงานรายสัปดาห์ เพื่อประเมินผลการเรียนรู้แบบบูรณาการและความสอดคล้องกับมาตรฐาน CDIO

3.10 การวิเคราะห์ผลดำเนินโครงการวิจัย

ผลการเรียนการสอนตลอดภาคเรียนที่ 1/2563 ของนักศึกษาจำนวน 27 คน และผลการประเมินสมรรถนะผู้เรียน ความก้าวหน้าในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ ทำการวิเคราะห์รายบุคคลและวิเคราะห์ผลการเรียนรายวิชา การบูรณาการรายวิชาในภาคเรียนเดียวกันภายใต้สมมติฐานโดยการประเมินผลก่อนเรียนและหลังเรียนเชิงสถิติ เพื่อประเมินความเชื่อมั่นด้านการพัฒนาผู้เรียนเป็นไปตามสมมติฐานอย่างไร

การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ ด้านทักษะการปฏิบัติงานสอดคล้องวัตถุประสงค์รายวิชา การบูรณาการการเรียนกับการสร้างผลิตภัณฑ์เพื่อประเมินสมรรถนะผู้เรียนรายบุคคล กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้บูรณาการกับระบบมาตรฐาน CDIO จากการเรียนกับการปฏิบัติงานสร้างผลิตภัณฑ์ของผู้เรียนแต่ละคนสมรรถนะผู้เรียนบนพื้นฐานวิศวศึกษาเพื่อนำไปพัฒนาทักษะวิชาชีพวิศวกรรมในระดับที่มีความ

ซับซ้อนมากขึ้นอย่างไร และจะมีการปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีทักษะสูงขึ้นตามหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพอย่างไรต่อไป ผลการวิจัยดังรายละเอียดในบทที่ 6

3.11 การอภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลเพื่อการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน พัฒนาผู้เรียน พัฒนาผู้สอน พัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการกับการปฏิบัติในสถานประกอบการ และสถานประกอบการที่มีการออกแบบ พัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงนวัตกรรม ทั้งการผลิตด้วยเทคโนโลยีความเที่ยงตรงสูง ความเที่ยงตรงสูงนั้น มีระบบการผลิตครอบคลุมเทคนิคการผลิต ครอบคลุมทุกด้านหมาะสมกับการพัฒนาทักษะผู้เรียน และพัฒนาระบบการศึกษาด้านวิศวศึกษาที่เป็นพื้นฐานสำคัญ เนื่องจากว่าคัตติ้งทูลส์ผลิตจากวัสดุที่มีความแข็งสูง การออกแบบและสร้างคัตติ้งทูลส์จึงเป็นนวัตกรรมสำหรับอุตสาหกรรมอื่น เนื่องจากว่าคัตติ้งทูลส์เป็นเทคโนโลยีเพื่อผลิตชิ้นส่วนและผลิตแม่พิมพ์ความเที่ยงตรงสูง คัตติ้งทูลส์เป็นเทคโนโลยีที่สัมพันธ์กับการสร้างเครื่องจักรกลการผลิต และสร้างแม่พิมพ์ เป็นต้นน้ำของการผลิตในอุตสาหกรรมเพื่อผลิตสินค้า สินค้าเหล่านั้นครอบคลุมปัจจัย 4

ดังนั้น การพัฒนาผู้เรียนด้านวิศวศึกษาที่มีการบูรณาการกับการสร้างคัตติ้งทูลส์ ผลการพัฒนาการเรียนการสอนในโครงการมีองค์ประกอบสำคัญเพื่อการอภิปรายผล การจัดการเรียนการสอนการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ การพัฒนาโครงการเป็นฐานการเรียนรู้ การประยุกต์ใช้ CDIO รายละเอียดการอภิปรายแสดงในบทที่ 7

3.12 การสรุปผลการวิจัย

ผลการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนในโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ โดยเน้นการบูรณาการการเรียนกับการสร้างผลิตภัณฑ์เพื่อพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนด้านวิศวศึกษา สามารถสรุปผลการจัดการเรียนการสอนการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ การพัฒนาโครงการเป็นฐานการเรียนรู้ การประยุกต์ใช้ CDIO ดังรายละเอียดในบทที่ 8

บทที่ 4

การปฏิบัติงานและเรียนรู้ในสถานประกอบการ

แผนการจัดการเรียนการสอนโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ มุ่งเน้นให้นักศึกษาพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานในสถานที่จริง โดยปฏิบัติงานในสถานประกอบการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ โดยมีการจัดแผนการเรียน ดังนี้

4.1 แผนการเรียนแบบบูรณาการ

เป็นการบูรณาการระหว่างการเรียนในมหาวิทยาลัยสำหรับภาคทฤษฎีกับการปฏิบัติงานด้านการผลิตเครื่องมือ อุปกรณ์ และเครื่องจักรกล ครอบคลุมทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล การพัฒนาทัศนคติ การสร้างและผลิตผลิตภัณฑ์ทางวิศวกรรมอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย การประยุกต์วิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ พื้นฐานทางวิศวกรรม วิชาชีพทางวิศวกรรม

ความรู้ที่ผู้เรียนได้รับจากการจัดทำแผนการเรียนประกอบไปด้วย ลูกค้า การขาย การจัดทำใบสั่งผลิต การวางแผนการผลิต การจัดซื้อวัตถุดิบ การศึกษาสมบัติของวัสดุเพื่อการผลิตครอบคลุมความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์พื้นฐาน ฟิสิกส์ และเคมี

ให้ผู้เรียนมีทักษะด้านปฏิบัติการการผลิตขั้นพื้นฐาน มีความรู้ด้านวัสดุวิศวกรรม การเขียนแบบวิศวกรรม การสร้างผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยี การบริหารโครงการและทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร โดยเน้นพัฒนาความรู้ผู้เรียนจากการปฏิบัติกรรมวิธีการผลิตโดยผลิตสินค้า จึงจัดทำแผนการเรียนแบบบูรณาการ ภาคเรียนที่ 1/2563 ดังนี้

4.1.1 แผนการเรียนชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1/2563

ผู้เรียนเข้าเรียนในระบบการจัดการศึกษาของมหาวิทยาลัยโดยเรียนทฤษฎี การนำเสนอผลงานโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ในวันเสาร์ตลอดภาคการศึกษา เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์ ตามแผนการเรียนการสอน ดังตารางที่ 4.1

ตาราง 4.1 แผนการเรียนชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1/2563

ที่	รายวิชา	น้ำหนัก(หน่วยกิต)
1	GE.213 ทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	3(3-0-6)
2	PS.110 ฟิสิกส์ทั่วไป 1	4(3-3-7)
3	MA.109 แคลคูลัส 1	3(3-0-6)
4	IE.211 วัสดุวิศวกรรม	3(3-0-6)
5	ME.107 การเขียนแบบวิศวกรรม	3(2-3-5)
6	IE.405 การบริหารโครงการ(วิชาเลือกเฉพาะสาขา)	3(3-0-6)
7	IE.421 นวัตกรรมเทคโนโลยี	1(0-6-0)
8	IE.102 กระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	1(0-3-1)
	รวม	**21**

ตาราง 4.2 แผนการเรียนแสดงการสอนการติว ในมหาวิทยาลัยและสถานประกอบการ

รหัส	วิชา	เวลา	หน่วยกิต	สอนในมกบ.(เสาร์)	สอนในสถานประกอบการ (จ.-ศ.)
GE.213	ทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	08.30-10.30	3(3-0-6)	(2 ชม.)	ท. 1 ชม.
PS.110	ฟิสิกส์ทั่วไป 1	10.30-12.30 13.00-15.00	4(3-3-7)	(ท. 2 และ ป. 2 ชม.)	(ท. 1 และ ป. 1 ชม.)
MA.109	แคลคูลัส 1	15.00-17.00	3(3-0-6)	(2 ชม.)	ท. 1 ชม.
IE.211	วัสดุวิศวกรรม	17.00-18.00	3(3-0-6)	(1 ชม.)	ท. 2 ชม.
ME.107	การเขียนแบบวิศวกรรม	18.00-20.00	3(2-3-5)	(2 ชม.)	ป. 3 ชม.
IE.405	การบริหารโครงการ(วิชาเลือกเฉพาะสาขา)	20.00-21.00	3(3-0-6)	(1 ชม.)	ท. 2 ชม.
IE.421	นวัตกรรมเทคโนโลยี	-	1(0-6-0)	-	ป. 6 ชม.
IE.102	กระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	-	1(0-3-1)	-	ป. 3 ชม.

4.1.2 แผนการเรียนแบบบูรณาการ ตลอด 15 สัปดาห์

การเรียนและการปฏิบัติงาน ใน 1 ภาคการศึกษาในหลักสูตรกำหนดไว้ ไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์ เป็นไปตาม มคอ.3 จึงวางแผนการเรียนแบบบูรณาการทั้งในสถานประกอบการและในมหาวิทยาลัย ดังตาราง

ตาราง 4.3 แผนการเรียนแบบบูรณาการ ตลอด 15 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	กิจกรรมการเรียน
สัปดาห์ที่ 1	-แนะนำเนื้อหารายวิชา -แนะนำวิธีการเรียนวิทยาลัยในสถานประกอบการ -การทำโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ -การประยุกต์ CDIO และ -การประเมินผลการเรียน
สัปดาห์ที่ 2	-เรียนทฤษฎี -การปฏิบัติงานในสถานประกอบการ และบูรณาการเรียนด้วยมาตรฐาน CDIO -การเขียนข้อเสนอโครงงานเพื่อการเรียนรู้จากการทำงานและการประยุกต์ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
สัปดาห์ที่ 3	-เรียนทฤษฎี -การปฏิบัติงานในสถานประกอบการ และบูรณาการเรียนด้วยมาตรฐาน CDIO -การนำเสนอโครงงานเพื่อการเรียนรู้จากการทำงาน -การประยุกต์ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
สัปดาห์ที่ 4	-เรียนทฤษฎี -การปฏิบัติงานในสถานประกอบการ และบูรณาการเรียนด้วยมาตรฐาน CDIO -การนำเสนอโครงงานเพื่อการเรียนรู้จากการทำงาน -การประยุกต์ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง -ปรับปรุงข้อเสนอโครงงาน
สัปดาห์ที่ 5	-เรียนทฤษฎี -การปฏิบัติงานในสถานประกอบการ และบูรณาการเรียนด้วยมาตรฐาน CDIO -การนำเสนอโครงงานเพื่อการเรียนรู้จากการทำงาน -การประยุกต์ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง -พิจารณาอนุมัติโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ (การตั้งปัญหา การออกแบบ การนำไปปฏิบัติ และการนำไปใช้)

ตาราง 4.3 แผนการเรียนแบบบูรณาการ ตลอด 15 สัปดาห์ (ต่อ)

สัปดาห์ที่	กิจกรรมการเรียน
สัปดาห์ที่ 6	-เรียนทฤษฎี -การปฏิบัติงานในสถานประกอบการและบูรณาการเรียนด้วยมาตรฐาน CDIO -การรายงานความก้าวหน้าในชั้นเรียนครั้งที่ 1 เป็นรายบุคคล การถาม การตอบคำถาม การแนะนำและประเมินผลเบื้องต้น
สัปดาห์ที่ 7	-เรียนทฤษฎี -การปฏิบัติงานในสถานประกอบการ และบูรณาการเรียนด้วยมาตรฐาน CDIO -การรายงานความก้าวหน้าในชั้นเรียนครั้งที่ 2 เป็นรายบุคคล การถาม การตอบคำถาม การแนะนำและประเมินผลการเรียนประจำสัปดาห์
สัปดาห์ที่ 8	-เรียนทฤษฎี -การปฏิบัติงานในสถานประกอบการ และบูรณาการเรียนด้วยมาตรฐาน CDIO -การรายงานความก้าวหน้าในชั้นเรียนครั้งที่ 3 เป็นรายบุคคล การถาม การตอบการแนะนำและประเมินผลการเรียนประจำสัปดาห์
สัปดาห์ที่ 9	-เรียนทฤษฎี -การปฏิบัติงานในสถานประกอบการ และบูรณาการเรียนด้วยมาตรฐาน CDIO -การรายงานความก้าวหน้าในชั้นเรียนครั้งที่ 4 เป็นรายบุคคล การถาม การตอบคำถาม แนะนำ ผู้เรียนรับข้อเสนอแนะ พัฒนาการปฏิบัติงานในสถานที่จริง
สัปดาห์ที่ 10	-เรียนทฤษฎี -การปฏิบัติงานในสถานประกอบการ และบูรณาการเรียนด้วยมาตรฐาน CDIO -การรายงานความก้าวหน้าในชั้นเรียนครั้งที่ 5 เป็นรายบุคคล การถาม การตอบคำถาม การแนะนำพัฒนาการปฏิบัติงานและประเมินผลการเรียนประจำสัปดาห์
สัปดาห์ที่ 11	-เรียนทฤษฎี -การปฏิบัติงานในสถานประกอบการ และบูรณาการเรียนด้วยมาตรฐาน CDIO -การรายงานความก้าวหน้าในชั้นเรียนครั้งที่ 6 เป็นรายบุคคล การถาม การตอบคำถาม การแนะนำพัฒนาการปฏิบัติงานและประเมินผลการเรียนประจำสัปดาห์
สัปดาห์ที่ 12	-เรียนทฤษฎี -การปฏิบัติงานในสถานประกอบการ และบูรณาการเรียนด้วยมาตรฐาน CDIO -การรายงานความก้าวหน้าในชั้นเรียนครั้งที่ 7 เป็นรายบุคคล การถาม การตอบคำถาม การแนะนำพัฒนาการปฏิบัติงานและประเมินผลการเรียนประจำสัปดาห์

ตาราง 4.3 แผนการเรียนแบบบูรณาการ ตลอด 15 สัปดาห์ (ต่อ)

สัปดาห์ที่	กิจกรรมการเรียน
สัปดาห์ที่ 13	-เรียนทฤษฎี -การปฏิบัติงานในสถานประกอบการ และบูรณาการเรียนด้วยมาตรฐาน CDIO -การรายงานความก้าวหน้าในชั้นเรียนครั้งที่ 8 เป็นรายบุคคล การถาม การตอบคำถาม การเสนอแนะ และพัฒนาการปฏิบัติงานตามมาตรฐาน CDIO
สัปดาห์ที่ 14	-สรุปการเรียนทฤษฎี -การปฏิบัติงานในสถานประกอบการ และบูรณาการเรียนด้วยมาตรฐาน CDIO -การรายงานความก้าวหน้าในชั้นเรียนครั้งที่ 9 เป็นรายบุคคล การถาม การตอบคำถาม การแนะนำ พัฒนาการปฏิบัติงานและประเมินผลการเรียนประจำสัปดาห์
สัปดาห์ที่ 15	-การปฏิบัติงานในสถานประกอบการ -สอบปลายภาค ทฤษฎี -สอบปลายภาคและการนำเสนอสอบโครงงานและส่งรายงานผลดำเนินโครงงาน -การรวบรวมผลการเรียน ประมวลผลและนำไปประเมินผลประจำภาคเรียน

4.2 การปฏิบัติงานของผู้เรียน

การเรียนรู้และปฏิบัติงานในสถานประกอบการ ผู้เรียนฝึกเรียนรู้ควบคู่กับการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ โดยการสร้างผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามแบบสั่งผลิต ศึกษาแบบงาน สอบถามหัวหน้างาน เตรียมเครื่องจักร อุปกรณ์เพื่อการผลิต ปฏิบัติงานในช่วงวันจันทร์-ศุกร์ เวลา 08.00-16.00 น. รวม 8 ชม./วัน ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์ ควบคู่ไปกับการเข้าเรียนทฤษฎีในมหาวิทยาลัย

4.2.1 รายชื่อผู้เรียนประจำแต่ละสถานประกอบการ

ผู้เรียนเป็นนักศึกษาที่ผ่านการสอบคัดเลือก จากคณะกรรมการสถานประกอบการและคณาจารย์ ประจำหลักสูตร โดยรับสมัครจากผู้จบการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 (สายวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์) รายชื่อดังตาราง

ตาราง 4.4 รายชื่อผู้เรียนปฏิบัติงานหรือสร้างผลิตภัณฑ์ในสถานประกอบการ

ลำดับ	รายชื่อผู้เรียน	สถานประกอบการ
1	นายเจษฎาภรณ์ ยอดเพชร	บริษัท ไมโครฟอร์ม (ประเทศไทย) จำกัด
2	นายสิทธิชัย วรรณกิจ	บริษัท ไมโครฟอร์ม (ประเทศไทย) จำกัด
3	นายทนงศักดิ์ พิทาคำ	บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
4	นายสถาพร บุญมา	บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
5	นางสาวพิมพ์ลดา นามสมบูรณ์	บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
6	นายภาณุพงศ์ ประกอบแสง	บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
7	นายสมนึก กมุทพิมาน	บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
8	นายภูวนาท คำกอง	บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
9	นายอรรถชัย ชาญศิลป์	บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
10	นายสุทัศน์ พรมนัส	บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
11	นายสุวิวัฒน์ หงษ์ทอง	บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
12	นายเกียรติศักดิ์ จันทะพักดิ์	บจก. ท็อปเทค ไดมอนด์ ทูลส์
13	นายณัฐภัทร เปรงปราง	บจก. ท็อปเทค ไดมอนด์ ทูลส์
14	นายวัชระ พิกาศ	บจก. ท็อปเทค ไดมอนด์ ทูลส์
15	นายจิรายุทธ วาตะรัมย์	บจก. ท็อปเทค ไดมอนด์ ทูลส์
16	นางสาวหทัยชนก ชาสุดสี	บริษัท เจ เค พรีซิชั่น จำกัด
17	นายสหัศวรรษ พรดี	บริษัท เจ เค พรีซิชั่น จำกัด
18	นายอมรเทพ อุไรรัมย์	บริษัท เจ เค พรีซิชั่น จำกัด
19	นายทรงวุฒิ ปาสาเณย์	บริษัท เจ เค พรีซิชั่น จำกัด
20	นายวุฒิศักดิ์ สาสีดา	บริษัท อาร์.เอส.คาร์ไบด์ โปรดักท์ จำกัด
21	นายณัฐ เชื้อภิชาติบุตร	บริษัท เบสท์ ลูบ จำกัด
22	นายจักรกริศน์ พ่อปากดี	บริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด
23	นายอาทร แสงรัตน์	บริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด
24	นายนฤพนธ์ นิรันดร	บริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด
25	นายเกียรติพงศ์ ทองอนันท์	บริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด
26	นายกิตติภณ สีทับทิม	บริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด
27	นายรณกร เสาทอง	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

4.2.2 หน้าที่และการทำงานของผู้เรียนในโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ

ผู้เรียนแต่ละคนสามารถปฏิบัติงานได้ตามหน้าที่ เนื่องจากมีพื้นฐานการเขียนแบบ พื้นฐานการฝึกฝีมือ พื้นฐานวัสดุ การสร้างชิ้นงาน และผ่านการฝึกงานในสถานประกอบการจากการเรียนสายวิชาชีพระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้เรียนได้รับการสอนแนะนำจากหัวหน้างานในสัปดาห์แรกแล้วปฏิบัติงานตามที่รับมอบหมาย ดังตารางที่ 4.5

ตาราง 4.5 หน้าที่และการปฏิบัติงานผู้เรียน 27 คน โดยการทำงานในสถานประกอบการ

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	หน้าที่และการปฏิบัติงาน
1	นายเจษฎาภรณ์ ยอดเพชร	ปฏิบัติงานประจำสถานีงานสร้างผลิตภัณฑ์ตามแบบ ด้วยการควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติ (CNC Machining center)
2	นายสิทธิชัย วรรณกิจ	ปฏิบัติงานขึ้นรูปโลหะตามแบบ และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
3	นายทนงศักดิ์ พิทาคำ	ปฏิบัติงานขึ้นรูปคัทติ้งทูลส์ตามแบบ และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
4	นายสถาพร บุญมา	ปฏิบัติงานแก้ไขปัญหาชิ้นส่วนเครื่องจักรอัตโนมัติ และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
5	น.ส.พิมพ์ลดา นามสมบูรณ์	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์ตามแบบ และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
6	นายภาณุพงศ์ ประกอบแสง	ปฏิบัติงานแก้ไขปัญหาระบบหล่อลื่น และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
7	นายสมนึก กมุทพิมาน	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์ และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
8	นายภูวนาท คำกอง	ปฏิบัติงานแก้ไขปัญหาข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
9	นายอรรถชัย ชาญศิลป์	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์ และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
10	นายสุทัศน์ พรมนัส	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์ตามแบบ และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
11	นายสุวิวัฒน์ หงษ์ทอง	ปฏิบัติงานและแก้ไขปัญหาในโรงงาน และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย

ตาราง 4.5 หน้าที่และการปฏิบัติงานผู้เรียน 27 คน โดยการทำงานในสถานประกอบการ(ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	หน้าที่และการปฏิบัติงาน
12	นายเกียรติศักดิ์ จันทะพักดิ์	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์ตามแบบ และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
13	นายณัฐภัทร เปรงปราง	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์ตามแบบ และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
14	นายวัชระ พิกาศ	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์ตามแบบ และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
15	นายจิรายุทธ วาตะรัมย์	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์ตามแบบ และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
16	นางสาวหทัยชนก ชาสุดสี	ปฏิบัติงานเขียนแบบคัทติ้งทูลส์และรวบรวมข้อมูลแบบเพื่อการผลิต และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
17	นายสหัศวรรษ พรดี	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์ตามแบบ และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
18	นายอมรเทพ อุไรรัมย์	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์ตามแบบ และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
19	นายทรงวุฒิ ปาสาเณย์	ปฏิบัติงานผลิตชิ้นส่วนส่งกำลังของเครื่องจักรกลตามแบบและปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
20	นายวุฒิศักดิ์ สาสีดา	ปฏิบัติงานผลิตเครื่องมือตัดตามแบบ และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
21	นายณัฐ เชื้อภิชาติบุตร	ปฏิบัติงานระบบบริการลูกค้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
22	นายจักรกริศน์ พ่อปากดี	ปฏิบัติงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลตามแบบและติดตั้งเครื่องจักร และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
23	นายอาทร แสงรัตน์	ปฏิบัติงานปรับปรุงอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์ทุกชนิด และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
24	นายนฤพนธ์ นิรันดร	ปฏิบัติงานเขียนแบบและประเมินความต้องการของลูกค้าและปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
25	นายเกียรติพงศ์ ทองอนันท์	ปฏิบัติงานผลิตชิ้นส่วนส่งกำลังของเครื่องจักรกลตามแบบและปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย

ตาราง 4.5 หน้าที่และการปฏิบัติงานผู้เรียน 27 คน ในสถานประกอบการ(ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	หน้าที่และการปฏิบัติงาน
26	นายกิตติภณ สีทับทิม	ปฏิบัติงานผลิตเครื่องจักรกลตามแบบและปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย
27	นายรณกร เสาทอง	ปฏิบัติงานควบคุมห้องปฏิบัติการจัดทำข้อมูลอุปกรณ์และเครื่องจักรเพื่อใช้ในการเรียนการสอน และปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย

4.3 การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ

เพื่อผู้เรียนมีพัฒนาการทักษะในการศึกษาเรียนรู้ที่ดีและเร็วกว่าการเรียนการสอนปกติแบบเดิม จึงต้องปรับวิธีการเรียนการสอน โดยบูรณาการรายวิชาในภาคเรียนที่ 1/2563 ร่วมกันกับการทำงานจริงของผู้เรียน โดยใช้โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ (Project Based Learning :PjBL) และการเรียนการสอนแบบ CDIO ควบคุมกระบวนการเรียนการสอนตามมาตรฐาน CDIO รวมทั้งการประยุกต์ใช้ CDIO กับการแก้ไขงานประจำวัน

4.3.1 การเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน

การเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

4.3.1.1 เสนอหัวข้อโครงงาน (Project Proposal)

การเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะผู้เรียนกำหนดให้ฝึกทักษะการเขียนหัวข้อโครงงาน โดยการนำความรู้ทางทฤษฎี การปฏิบัติงานในสถานประกอบการที่เกี่ยวกับการสร้างผลิตภัณฑ์ครอบคลุมด้านวัสดุ การออกแบบและเขียนแบบ การใช้เครื่องจักรกลเพื่อการผลิต การตรวจสอบคุณภาพ การส่งมอบงาน และทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น โดยให้ผู้เรียนพัฒนาข้อเสนอโครงงาน มีส่วนประกอบตามแบบเสนอโครงงาน จำนวน 13 หัวข้อ ดังนี้

1) ความสำคัญและที่มาของโครงงาน โดยกำหนดจากการปฏิบัติงาน
2) วัตถุประสงค์ของโครงงาน
3) ขอบเขตของโครงงาน แก้ปัญหา หรือปรับปรุงการปฏิบัติงานของตน
4) วิธีดำเนินโครงงาน
5) ทฤษฎีอ้างอิง หรือการทบทวนวรรณกรรม (Literature review)
6) สมมติฐานของโครงงาน
7) ระยะเวลาดำเนินโครงงาน
8) เครื่องมือและอุปกรณ์ทำโครงงาน

9) สถานที่ทำโครงงาน

10) งบประมาณโครงงาน

11) ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

12) เอกสารอ้างอิง

13) อาจารย์ที่ปรึกษา

(รายละเอียดฉบับเต็มที่ภาคผนวก ง)

4.3.1.2 การนำเสนอโครงงานเป็นฐานและการแนะนำจากผู้สอน

เมื่อผู้เรียนเสนอหัวข้อโครงงานผ่านการพิจารณาแล้ว จะต้องรายงานความก้าวหน้าการดำเนินโครงงานตามแผนการเรียนแบบบูรณาการ ตลอด 15 สัปดาห์ นำเสนอรายงานประจำสัปดาห์ต่ออาจารย์ผู้สอน การตอบคำถาม การรับคำแนะนำเพื่อการทำงานในสัปดาห์ถัดไป แสดงดังภาพที่ 4.1 นักศึกษาแต่ละคนจะได้รับคำแนะนำเพื่อเป็นแนวทางสำหรับพัฒนาตนเองในด้านทักษะในการทำงาน ความปลอดภัยในการทำงาน การตรงต่อเวลา ความมีวินัย การสร้างผลิตภัณฑ์คุณภาพ การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องมือมาตรฐาน การบันทึกผลงานรายวัน การแก้ปัญหาการทำงานร่วมกับหัวหน้างาน การรายงานผลผลิตต่อวัน และแนวทางในการดำเนินการทำโครงงานให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ของโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ของตนเอง

ภาพ 4.1 การนำเสนอรายงานความก้าวหน้าการทำโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้

ตาราง 4.6 รายชื่อหัวข้อโครงงานของผู้เรียน

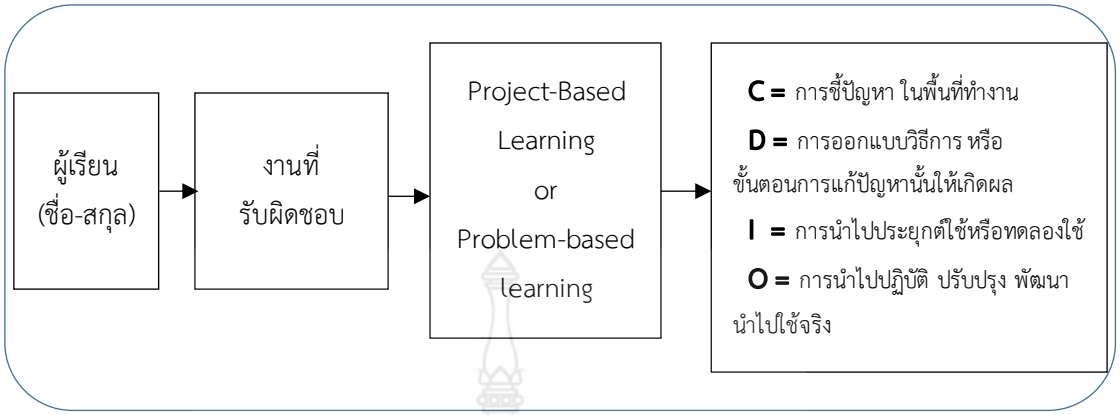
ที่	นักศึกษา	หัวข้อโครงงาน
1	นายเจษฎาภรณ์ ยอดเพชร	การลดชิ้นงานที่เกิดครีบหลังจากการปั๊มขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์โลหะ
2	นายสิทธิชัย วรรณกิจ	การวางแผนขั้นตอนการผลิตและแก้ไขปัญหาการควบคุมขนาดของชิ้นงานให้ตรงตามแบบสั่งผลิตด้วยเครื่องกลึงอัตโนมัติ (CNC)
3	นายทนงศักดิ์ พิทาคำ	การเขียนโปรแกรมเครื่อง Helitronic mini power เพื่อผลิต cutting tool
4	นายสถาพร บุญมา	กระบวนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน IT อิเล็กทรอนิกส์โมดูลเครื่องเจียระไนขึ้นรูปคัตติ้งทูลส์
5	น.ส.พิมพ์ลดา นามสมบูรณ์	แก้ปัญหา Core Diameter ไม่คงที่ การผลิตดอกเจาะนำศูนย์เหล็กความเร็วสูง
6	นายภาณุพงศ์ ประกอบแสง	การขัดผิวละเอียดคมตัด (Polishing) เอ็นมิลล์ (End mill) ด้วยเครื่องขัดผิวชิ้นงาน OTEC DF-3
7	นายสมนึก กมุทพิมาน	ผลิตเอ็นมิลมาตรฐานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ของสถานีเจียระไนขึ้นรูปอัตโนมัติ
8	นายภูวนาท คำกอง	แก้ไขปัญหา Error Code E825 ขอดิจิตอลเซอร์โวไดสปินเดิล (Spindle) เครื่องเจียระไน 5 แกน
9	นายอรรถชัย ชาญศิลป์	การเขียนโปรแกรม Hemitropic Tool Studio เพื่อการผลิตคัตติ้งทูลส์
10	นายสุทัศน์ พรมนัส	การศึกษาการลดรอยร้าวบริเวณร่องคายเศษของดอกกัด เอ็นมิลล์ (End mill)
11	นายสุวิวัฒน์ หงษ์ทอง	ปฏิบัติการออกแบบและสร้างถาดรองใต้แทงก์น้ำ
12	นายเกียรติศักดิ์ จันทะพักดิ์	การแก้ไขปัญหางาน Run out เกินค่าควบคุมในสถานีงานเจียระไนคัตติ้งทูลส์
13	นายณัฐภัทร เปรงปราง	การแก้ไขปัญหางานการเจาะรูไม่ตรงตามแบบ
14	นายวัชระ พิกาศ	ลดเวลาในขั้นตอนการทำงานประจำสถานีงาน เครื่องจักร Grinding Machine
15	นายจิรายุทธ วาตะรัมย์	ปรับปรุงขั้นตอนการเจียระไนขึ้นรูปเอ็นมิลล์ (End mill) เครื่อง Center less Grinding

ตาราง 4.6 รายชื่อหัวข้อโครงงานของผู้เรียน(ต่อ)

ที่	นักศึกษา	หัวข้อโครงงาน
16	นางสาวหทัยชนก ชาสุดสี	ศึกษาสาเหตุการเบี่ยงเบนจากการหมุนของดอกสว่านมีรูเจาะน้ำหล่อเย็นในร่องเลื้อย (Flute and Helix angle)
17	นายสหัศวรรษ พรดี	การแก้ปัญหาค่าความเบี่ยงเบนคมตัดหน้าของรีมเมอร์
18	นายอมรเทพ อุไรรัมย์	ปรับปรุงการเจียระไนมุมคมตัดในการผลิตดอกเจาะนำศูนย์ (Center Drill)
19	นายทรงวุฒิ ปาสาเณย์	การออกแบบวิธีการผลิตเพื่อการลดเวลาการผลิต T-Slot Cutter 015 ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 48 มิลลิเมตร
20	นายวุฒิศักดิ์ สาสีดา	ศึกษาการผลิตและออกแบบดอกเจาะคว้านรู (Step drill) จากผงทังสเตนคาร์ไบด์ที่นำกลับมาใช้ใหม่
21	นายณัฐ เชื้อภิชาติบุตร	เพิ่มอายุการใช้งานของดอกสว่าน (Drils)
22	นายจักรกริศน์ พ่อปากดี	การเจาะรูยึดบล็อกน้ำมันสำหรับติดตั้งชุด Auto Clamp แม่พิมพ์เข้ากับเครื่องปั๊มเหล็ก (Press Machine)
23	นายอาทร แสงรัตน์	พัฒนาศักยภาพความเร็วในการอ่านเขียนข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์
24	นายนฤพนธ์ นิรันดร	พัฒนาระบบลำเลียงชิ้นงานให้เป็นระบบอัตโนมัติ
25	นายเกียรติพงศ์ ทองอนันท์	ศึกษากระบวนการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลการผลิต
26	นายกิตติภณ สีทับทิม	ศึกษาการแก้ไขปัญหาความไม่ร่วมศูนย์ชิ้นงานกลึงขึ้นรูป
27	นายรณกร เสาทอง	การผลิตชิ้นส่วนเพลาลูกเบี้ยวของเครื่องร่อนทราย

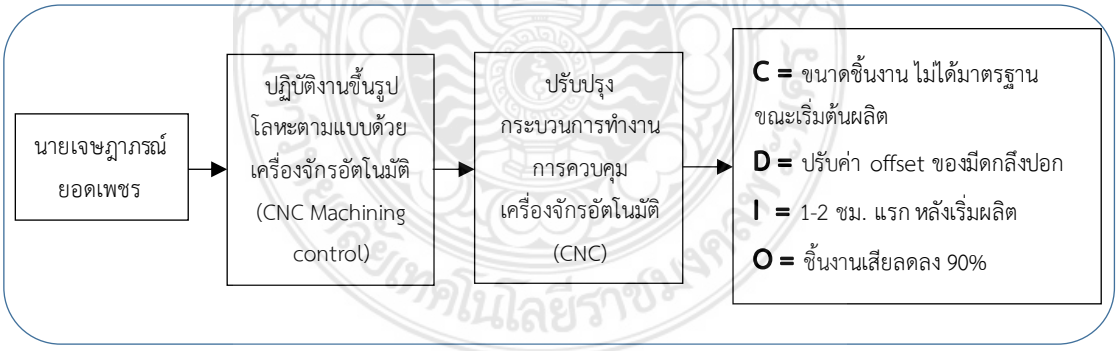
4.3.2 การจัดการเรียนการสอนแบบ CDIO

การจัดการเรียนการสอนแบบ CDIO เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนพัฒนาข้อเสนอโครงงานเพื่อการเรียนรู้พัฒนาการปฏิบัติงานให้สอดคล้องตามมาตรฐาน CDIO ประกอบด้วยมาตรฐานที่ 6, 7 และ 8 โดยนำวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร ปฏิบัติงานในสถานีงาน ด้วยองค์ประกอบการผลิตที่สำคัญ ประกอบด้วย เครื่องจักร (Machine) วิธีการผลิต (Method) วัตถุดิบ (Material) ผู้เรียน (Man) การบูรณาการทักษะเขียนแบบวิศวกรรม วัสดุวิศวกรรมทักษะนวัตกรรมเทคโนโลยี ทักษะบริหารโครงการ และทักษะพูดภาษาอังกฤษในองค์กร การกำหนดปัญหา (Conceiving) การออกแบบ (Designing) การประยุกต์ใช้ (Implementing) และการทำเป็นมาตรฐานในการทำงาน (Operating)



ภาพ 4.2 แผนภาพพัฒนาการปฏิบัติงานให้สอดคล้องตามมาตรฐาน CDIO

จากภาพที่ 4.2 แสดงแผนภาพพัฒนาการปฏิบัติงานให้สอดคล้องตามมาตรฐาน CDIO ผู้เรียนเขียนชื่อ นามสกุล งานที่รับผิดชอบอย่างชัดเจน เขียนชื่อหัวข้อโครงงาน ตามเป้าหมายการพัฒนาและการวิเคราะห์ด้วย CDIO โดยการชี้ปัญหา คือ C = Conceiving ผู้เรียนกำหนดปัญหาในพื้นที่ทำงานที่ต้องแก้ไขปรับปรุงและระบุสาเหตุ จากนั้นผู้เรียนออกแบบวิธีการแก้ไข หรือขั้นตอนการแก้ไขปัญหา คือ D = Designing เมื่อได้ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว นำวิธีการนั้นมาประยุกต์ใช้หรือทดลองใช้ คือ I = Implementing ทดลองกับการปฏิบัติงานนั้นเพื่อให้ปัญหานั้นถูกแก้ไข และเกิดผลลัพธ์ เมื่อผลลัพธ์เป็นไปตามผลการออกแบบแล้วนำไปปฏิบัติ เช่นปรับปรุง พัฒนา นำไปใช้จริงและใช้งานเป็นมาตรฐานการทำงาน คือ O = Operating



ภาพ 4.3 ตัวอย่างการวิเคราะห์ CDIO นายเจษฎาภรณ์ ยอดเพชร

4.3.3 ประยุกต์การเรียนการสอนแบบ CDIO ในสมุดสะสมผลงาน

ผู้เรียนบันทึกผลงานประจำวัน จากการทำงานประจำ ประกอบด้วย ทำอะไร ทำอย่างไร ผลสำเร็จ งานแก้ไข/ปัญหา วิเคราะห์งานปรับปรุง/พัฒนา ใช้การวิเคราะห์ตามหลัก CDIO ทุกวันที่ผู้เรียนปฏิบัติงาน พร้อมให้หัวหน้างาน เซ็นรับรองการบันทึกประจำวัน แสดงดังภาพที่ 4.4 และ 4.5

ใบสะสมผลงานประจำวัน

วัน.....ที่ .....เดือน.....พ.ศ.

งานประจำวัน

ทำอะไร	ทำอย่างไร	ผลสำเร็จ

งานแก้ไข / ปัญหา

งานปรับปรุง / พัฒนา			
C	D	I	O

ลงชื่อ.....นักศึกษา

( )

ลงชื่อ.....

( )

(หัวหน้าแผนก/หัวหน้างาน)

ภาพ 4.4 ภาพแบบฟอร์มการบันทึกสมุดสะสมผลงาน

ภาพ 4.5 ภาพตัวอย่างผลการบันทึกสมุดสะสมผลงาน

4.3.4 การเรียนรู้วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกรเป็นฐาน

การเรียนรู้รายวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกรเป็นฐานในการเรียนรู้ บูรณาการร่วมกับรายวิชาอื่นในภาคการศึกษาที่ 1/2563 ดังนี้

4.3.4.1 แผนการเรียนรู้วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร

1) เนื้อหาแผนการเรียน

ตาราง 4.7 เนื้อหาแผนการเรียนวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร

สัปดาห์ที่	หัวข้อการเรียน
สัปดาห์ที่ 1	การใช้เครื่องมือวัดละเอียด
สัปดาห์ที่ 2	การปฏิบัติงานขึ้นรูปโลหะในงานตะไบและงานวัดละเอียด
สัปดาห์ที่ 3	การปฏิบัติงานขึ้นรูปโลหะในงานตะไบเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์
สัปดาห์ที่ 4	การปฏิบัติงานขึ้นรูปโลหะงานกลึงและการใช้เครื่องมือวัดละเอียด
สัปดาห์ที่ 5	การปฏิบัติงานขึ้นรูปโลหะงานกลึงเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์
สัปดาห์ที่ 6	การปฏิบัติการขึ้นรู้โลหะงานกัด และการใช้เครื่องมือวัดละเอียด
สัปดาห์ที่ 7	การปฏิบัติการขึ้นรู้โลหะงานกัด เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์
สัปดาห์ที่ 8	การปฏิบัติงานเครื่องจักรในงานโลหะแผ่นเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์
สัปดาห์ที่ 9	การปฏิบัติงานเครื่องจักรในงานโลหะแผ่นเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์
สัปดาห์ที่ 10	การปฏิบัติงานเชื่อมเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์
สัปดาห์ที่ 11	การปฏิบัติงานเชื่อมเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์
สัปดาห์ที่ 12	ความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือเพื่อการผลิตและสร้างผลิตภัณฑ์
สัปดาห์ที่ 13	ความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือเพื่อการผลิตและสร้างผลิตภัณฑ์
สัปดาห์ที่ 14	บูรณาการงานความเที่ยงตรงสูงและการใช้เครื่องมือวัดละเอียด
สัปดาห์ที่ 15	การปฏิบัติการทดสอบการทำงานในสถานประกอบการ

2) จุดมุ่งหมายรายวิชา ให้นักศึกษาสามารถใช้ทักษะขั้นพื้นฐานของกระบวนการผลิตได้อย่างถูกต้อง

3) ชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา เป็นการเรียนภาคปฏิบัติ 45 ชั่วโมงต่อภาคเรียน

4.3.4.2 การเชื่อมโยงรายวิชา 7 วิชา โดยใช้รายวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร เป็นฐานในการบูรณาการ การเชื่อมโยงรายวิชาแบบบูรณาการ โดยผู้สอนแต่ละรายวิชาออกแบบ และสอดแทรกเนื้อหาวิชาแต่ละรายวิชาที่รับผิดชอบ ให้คำแนะนำ รายบุคคลละรายกลุ่มตามประเภทงานประจำ

ตาราง 4.8 การเชื่อมโยงแบบบูรณาการ วิชา IE.102 กระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร

วิชาที่ใช้เป็นฐาน	วิชาบูรณาการร่วม	การเชื่อมโยง
กระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	ทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	สื่อสาร อธิบายกระบวนการ คำศัพท์เฉพาะทางวิศวกรรม
	แคลคูลัส 1	คำนวณพื้นที่ และปริมาตร ชิ้นงาน
	ฟิสิกส์ทั่วไป 1	คำนวณแรงกระทำต่อชิ้นงาน แรงโน้มถ่วงที่เกิดกับการขึ้นรูป
	การเขียนแบบวิศวกรรม	เขียนแบบผลิตภัณฑ์(Product)
	วัสดุวิศวกรรม	กำหนดสมบัติของวัสดุ
	นวัตกรรมเทคโนโลยี	ศึกษากระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม
	การบริหารโครงการ	1.เขียนโครงการประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน 2.บริหารงานโดยการอ่านแบบ วางแผน ผลิต ตรวจสอบ ส่งมอบ รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน 3.การบันทึกสมุดสะสมผลงาน 4.การประยุกต์ CDIO ในงานประจำ 5.การนำเสนอผลงาน 6.การทำงานกลุ่ม 7.การส่งมอบงาน

ภาพ 4.6 การเรียนการสอนแบบบูรณาการวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร

จากภาพที่ 4.6 แสดงการเรียนการสอนในชั้นเรียน ทั้งการสอนรายบุคคล การสอนแบบกลุ่ม โดยอาจารย์ผู้สอนแต่ละรายวิชา โดยใช้เทคนิคการสอนแบบบูรณาการองค์ความรู้รายวิชาต่างๆ ในภาคเรียนที่ 1/2563 การรายงานความก้าวหน้าในการทำโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ ประกอบกับการสร้างผลิตภัณฑ์ของผู้เรียน การแก้ปัญหาในการทำงานด้วยระบบ CDIO ทั้งนี้เป็นการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนตลอดภาคการศึกษา

บทที่ 5

การประเมินผลการเรียน

การประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ใช้วิธีการประเมินผลตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตร โดยการประเมินการเรียนการสอน และการประเมินจากการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ การทดสอบภาคปฏิบัติจากการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ การใช้โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ และประเมินผลจากผลการปฏิบัติงานและการประยุกต์ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ประเมินทักษะและสมรรถนะของผู้เรียน รวมถึงความสอดคล้องกับการพัฒนาผู้เรียนเพื่อเป็นวิศวกรนักปฏิบัติ ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานตามหน้าที่ โดยมีการประเมินผลการเรียนรู้ในส่วนต่างๆ ดังนี้

5.1 การประเมินผลการเรียนตามมาตรฐานการประกอบวิชาชีพวิศวกร (กว.)

รายวิชาในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ฉบับปรับปรุงปี 2559 ผ่านความเห็นชอบจากกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) และเป็นไปตามระเบียบข้อบังคับคณะกรรมการสภาวิศวกร กำหนดรายวิชามาตรฐานการประกอบวิชาชีพวิศวกร 3 กลุ่มวิชา คือ กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม และกลุ่มวิชาเฉพาะทางวิศวกรรม งานวิจัยนี้ทำการพัฒนาผู้เรียนในรายวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร โดยบูรณาการกับ รายวิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1 (วิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์) วิชาแคลคูลัส 1 (วิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์) วิชาวัสดุวิศวกรรม (วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม) วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม (วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม) วิชาการบริหารโครงงาน และวิชานวัตกรรมเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการและประเมินผลการเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ดังนี้

5.1.1 การประเมินผลการเรียนวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร

การประเมินผลการเรียนวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร ใช้แนวคิดการประเมินตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา 3 (มคอ.3) ตามข้อบังคับคณะกรรมการสภาวิศวกร รับรองการจัดการศึกษาอยู่ในกลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม การประเมินผลการเรียนของผู้เรียน โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาเพื่อการเรียนรู้ ได้แก่ การใช้เครื่องมือวัดละเอียด การปฏิบัติงานขึ้นรูปโลหะในงานตะไบ การปฏิบัติงานขึ้นรูปโลหะ งานกลึง การปฏิบัติการขึ้นรูปโลหะ งานกัด การปฏิบัติงาน

ในการใช้เครื่องจักรโรงงาน โลหะแผ่น การปฏิบัติงานเชื่อม และความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือในงานดังกล่าว

5.1.1.1 วิธีการประเมิน เป็นการประเมินตามเกณฑ์มาตรฐานรายวิชา โดยการปฏิบัติงานและเสนอรายงานผลการปฏิบัติงาน ตามเกณฑ์การประเมินของหลักสูตรรายวิชา เป็นการเรียนรู้คู่กับการปฏิบัติงาน โดยวิธีทำโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ การประเมินประกอบด้วย การเขียนข้อเสนอโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ สำหรับปรับปรุงผลงานจากการปฏิบัติงานในโรงงาน การนำเสนอโครงงาน การรายงานผลการปฏิบัติงานต่ออาจารย์ และคณะกรรมการวิชาการ การใช้สมุดสะสมผลงานการปฏิบัติงานรายวัน จากการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ในสถานีงานและสายการผลิต เป็นส่วนหนึ่งของการผลิตเทคโนโลยีหรือการผลิตสินค้าเพื่อจำหน่าย

การประเมินดังกล่าว ผ่านการสอนและกำหนดให้ผู้เรียนทำการวิเคราะห์งาน ศึกษาการปฏิบัติงาน การกำหนดเครื่องมืออุปกรณ์ในการทำงานขณะปฏิบัติงาน กำหนดปัญหาในการปฏิบัติงาน กำหนดสาเหตุของปัญหา (Conceiving) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาและปรับปรุงงาน (Designing) การลงมือปฏิบัติ ตามวิธีการทำงานที่กำหนดและยืนยันผลการปฏิบัติ ที่จะนำไปใช้จริง (Implementing) และนำไปใช้เพื่อผลิตชิ้นงานได้จริง (Operating) เช่น การผลิตในสถานีงานภายใต้ความรับผิดชอบโดยการปรับปรุง หรือแก้ไขปัญหาการทำงานโดยความรับผิดชอบของผู้เรียน เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ตามแผนการผลิต ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตสินค้าเพื่อจำหน่ายตามความต้องการของลูกค้า ทั้งนี้ให้เป็นไปตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา 3 (มคอ.3) ที่ระเบียบคณะกรรมการสภาวิศวกรให้การรับรอง

การเรียนการสอนกำหนดให้ผู้เรียนปฏิบัติงานประจำในสถานประกอบการ ปฏิบัติหน้าที่ประจำสถานีงานกลึงขึ้นรูปชิ้นงานหัวกระสุนปืนครก (Body Lower half) ทำการผลิตด้วยเครื่องกลึง CNC รุ่น HASS SL20 แสดงดังภาพที่ 5.1

ภาพ 5.1 ผู้เรียนปฏิบัติการควบคุมเครื่องจักรกลเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อการเรียนรู้ด้านวิศวศึกษา

5.1.1.2 การกำหนดคะแนนเพื่อการประเมินผลการเรียน กำหนดโดยผู้สอนประจำรายวิชา กำหนดคะแนนเต็ม 100 คะแนน ดังตารางที่ 5.1

ตาราง 5.1 ตารางการกำหนดคะแนนเพื่อการประเมินผลการเรียนรู้กับการปฏิบัติงาน

รายการประเมินผลการเรียนวิชา IE.102	**สัดส่วนของคะแนน**
1. การเขียนข้อเสนอโครงงานและผลการปฏิบัติงานรายวัน	
1.1 การทำข้อเสนอโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ตามแบบฟอร์มที่กำหนด (ภาคผนวก ง) เพื่อแก้ไขปัญหาจากการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ ด้วยระบบ CDIO	20 คะแนน 20 คะแนน
1.2 สมุดสะสมผลงานประจำวัน และผลการประเมินโดยผู้บังคับบัญชาในสถานที่ทำงาน	
2. ประเมินจากผลการปฏิบัติงานและการทำโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้จากพื้นที่ทำงาน ประกอบด้วย การรายงานความก้าวหน้าตลอดภาคเรียน โดยบูรณาการตามวัตถุประสงค์ของรายวิชา การส่งรายงานผลในสัปดาห์สุดท้าย	60 คะแนน

5.1.2 การประเมินผลการเรียนแบบบูรณาการ

การประเมินผลการเรียนผู้เรียนแบบบูรณาการ ประเมินจากการทำโครงงานเป็นฐาน โดยประเมินผลการเรียนวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร บูรณาการกับ รายวิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1 (วิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์) วิชาแคลคูลัส 1 (วิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์) วิชาวัสดุวิศวกรรม (วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม) วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม (วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม) วิชาการบริหารโครงงาน และวิชานวัตกรรมเทคโนโลยี โดยกำหนดคะแนนประเมินเป็น 2 ส่วน คือ การนำเสนอรายงานความก้าวหน้าการทำโครงงาน และการสอบวัดผลงานขั้นสุดท้าย โดยการสอบปลายภาคการศึกษา โดยการนำเสนอผลการทำโครงงานเป็นฐาน

แนวคิดการประเมินการทำโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ บูรณาการกับการทำงานและการประยุกต์เนื้อหาจากการเรียนภาคทฤษฎีครอบคลุมจำนวน 8 วิชา โดยการมีส่วนร่วมระหว่างการเรียนในมหาวิทยาลัยและการทำงานในสถานประกอบการ การประเมินผลโดยอาจารย์ผู้สอนแต่ละรายวิชา การพิจารณาจากคณะกรรมการทางวิชาการของโครงการ และประเมินผลโดยผู้บริหารระดับสูงของสถานประกอบการ เพื่อประเมินความรู้และความสามารถของผู้เรียน

5.2 ประเมินสมรรถนะการเรียนรู้และการทำงาน

ประเมินสมรรถนะการเรียนรู้และการทำงาน ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติงานผลิตชิ้นงาน การใช้เครื่องจักรกล การใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆในสายการผลิต ซึ่งเป็นการฝึกปฏิบัติในสถานที่จริง สะท้อนออกมาเป็นผลงานด้วยการพัฒนาโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ โดยการใช้แนวทางการพัฒนาผู้เรียนด้วยมาตรฐาน CDIO ในการวิเคราะห์งาน การบันทึกสมุดสะสมผลงานประจำวัน เป็นการเรียนทฤษฎีและนำไปปฏิบัติในสถานประกอบการ ประเมินสมรรถนะผู้เรียนจากการปฏิบัติงาน ดังนี้

5.2.1 สมรรถนะการสร้างผลิตภัณฑ์ในพื้นที่ทำงาน

ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานในสถานประกอบการและมีทักษะในการสร้างผลิตภัณฑ์ โดยการปฏิบัติงานในพื้นที่ทำงานจริง สร้างผลงานตามแบบ (Drawing) สามารถผลิตเป็นสินค้าเพื่อจำหน่ายให้ลูกค้านำไปใช้ประโยชน์ได้

5.2.2 การเขียนโครงงานเพิ่มทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ผู้เรียนสามารถเขียนโครงงานได้ด้วยตนเอง จากการวิเคราะห์งานตามที่ได้รับมอบหมายในสถานประกอบการ ครอบคลุมการกำหนดหัวข้อโครงงาน การเขียนความสำคัญและที่มาของโครงงาน วัตถุประสงค์ของโครงงาน ขอบเขตของโครงงาน วิธีดำเนินโครงงาน ทฤษฎีอ้างอิง หรือการทบทวนวรรณกรรม สมมติฐานของโครงงาน ระยะเวลาดำเนินโครงงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ทำโครงงาน สถานที่ทำโครงงาน งบประมาณโครงงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ รายการเอกสารอ้างอิง รวมถึงการกำหนด อาจารย์และหัวหน้างานเพื่อเป็นที่ปรึกษาโครงงาน เป็นต้น

5.2.3 การเรียนรู้ด้วยตนเอง พัฒนาด้วย CDIO

ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์การแก้ไขปัญหางาน โดยใช้แนวคิดการวิเคราะห์แบบ CDIO ประกอบด้วย การตั้งปัญหาที่พบในการปฏิบัติงานได้ การออกแบบวิธีการแก้ไข เช่นวิธีการแก้ไขปัญหาเครื่องจักร เป็นต้น นำวิธีการแก้ไขไปประยุกต์ทดลองใช้ และสามารถนำวิธีการใหม่ไปใช้เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ และเป็นสินค้าที่มีประโยชน์ตามที่ลูกค้าต้องการ

5.2.4 การบูรณาการรายวิชาวิศวศึกษา

การบูรณาการวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกรกับวิชาที่เปิดเรียนในภาคเรียนที่ 1/2563 โดยการสอนและแนะนำจากคณะกรรมการวิชาการ โดยพิจารณาผลงานเพื่อการประเมินผลการเรียนแบบบูรณาการจากผลงานสร้างผลิตภัณฑ์ การนำเสนอและคะแนนสอบ ผู้เรียนสามารถบูรณาการงานประจำกับวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร และบูรณาการร่วมกับวิชาอื่นได้อย่างไร

5.2.5 ทักษะส่วนบุคคลและทักษะระหว่างบุคคล

ประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนด้านทักษะการทำงาน การพัฒนาความรู้กับการทำงาน การควบคุมเครื่องจักร การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ ประเมินผลด้านทักษะส่วนบุคคลและความสามารถในการทำงาน แก้ไขปัญหาร่วมกับผู้อื่นให้เกิดผลสำเร็จ

5.2.6 การประเมินผลจากการทำโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้

ประเมินจากการนำเสนอผลงาน จากการปฏิบัติงาน จากการประเมินตนเอง จากการประเมินโดยหัวหน้างาน จากการนำเสนอผลงาน ประเมินจากความสามารถในการพัฒนาผลงานตามการแนะนำของอาจารย์และคณะกรรมการวิชาการ

5.3 ประเมินผลการเรียนรู้ภายใต้สมมติฐาน

การเรียนการสอนนักศึกษา จำนวน 27 คน จากการเรียนทฤษฎี การปฏิบัติงาน การแก้ไขปัญหา การสร้างผลิตภัณฑ์ด้วยตนเอง การทำโครงงานเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานเป็นฐานการเรียนรู้ ทำการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ ดังนี้

5.3.1 ประเมินการบันทึกสมุดสะสมผลงานประจำวัน

ผู้เรียนบันทึกสมุดสะสมผลงาน เป็นสมุดสำหรับบันทึกผลการทำงานประจำวัน โดยบันทึกการปฏิบัติงาน ผลการทำงาน ของดี ของเสียที่เกิดจากการทำงาน บันทึกวิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน ปัญหาในการทำงาน สาเหตุของปัญหา วิธีการแก้ไขสาเหตุและการปรับปรุง โดยการวิเคราะห์เพื่อพัฒนาผู้เรียนตามระบบการเรียนแบบ CDIO

5.3.2 ประเมินการพัฒนาโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้

ผู้เรียนสามารถเขียนข้อเสนอโครงงานได้ครบทุกหัวข้อ ตามกำหนดในแบบการเขียนข้อเสนอโครงงาน ผู้เรียนนำเสนอความก้าวหน้า รับคำแนะนำ แก้ไขตามแนะนำและสามารถนำไปปฏิบัติในงานจริงตามมาตรฐานการพัฒนาผู้เรียน สอดคล้องกับเนื้อหารายวิชาแบบบูรณาการ

5.3.3 ประเมินการปฏิบัติงานและพัฒนาตนเอง

ประเมินผลการปฏิบัติการกำหนดปัญหา การออกแบบเพื่อแก้ปัญหา การนำไปประยุกต์ใช้ในการทดลอง และหากได้ผลดีนำไปปฏิบัติจริง ดังนั้น ประเมินผลโดยพิจารณาจากความสามารถระบุปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นำวิธีการแก้ปัญหาไปทดลองใช้ได้จริง และนำผลการทดลองที่ได้รับการยอมรับแล้วเพื่อนำไปสร้างผลิตภัณฑ์ในสถานีงานเป็นผลสำเร็จและนำไปใช้ประโยชน์ตามเป้าหมาย เช่น สถานีงานถัดไปนำไปผลิตและเป็นสินค้าเพื่อจำหน่าย เป็นต้น

5.3.4 ประเมินผลสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียน

โดยเป็นการประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน ของการประเมินสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานรายวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร โดยนักศึกษาประเมินตนเอง และหัวหน้างานประเมินในภาคการศึกษา 1/2563 มีการใช้วิธีการทางสถิติดังนี้

5.3.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร คือนักศึกษาสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต จำนวน 27 คน

2) กลุ่มตัวอย่าง คือผู้เรียนในโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ 27 คน เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง เก็บข้อมูลจากผู้เรียนได้ตามกำหนด 27 คน

5.3.4.2 การตั้งสมมติฐาน

สมมติฐานหลัก H_0 : ผู้เรียนมีสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานเท่าเดิม (ไม่สามารถเพิ่มสมรรถนะ)

สมมติฐานรอง H_1 : ผู้เรียนมีสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานมากขึ้น (สมรรถนะเพิ่มขึ้น)

ตั้งสมมติฐานทางสถิติ $H_0 : \bar{\mu}_{ก่อน} = \bar{\mu}_{หลัง}$

$H_1 : \bar{\mu}_{ก่อน} \leq \bar{\mu}_{หลัง}$

กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = .05$

5.3.4.3 การสร้างแบบสอบถาม โดยการประเมินตนเอง ประเมินโดยหัวหน้างานหรือผู้บังคับบัญชาโดยตรง ทั้งการประเมินผลก่อนเรียนและการประเมินหลังเรียน

การสร้างแบบสอบถาม โดยผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการวิชาการของโครงการ จัดโดยผู้รับผิดชอบรายวิชา และผู้เชี่ยวชาญในสถานประกอบการจำนวน 7 คน ข้อมูลแบบสอบถามประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับความคิดเห็นด้านการประยุกต์เนื้อหาวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกรโดยใช้โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ จากการมอบหมายงานและการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ ในด้านความสามารถในการพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ แบบสอบถามมาตราส่วนระดับความสำคัญ 5 ระดับ (Likert Scale) ดังนี้

5 หมายถึง มากที่สุด

4 หมายถึง มาก

3 หมายถึง ปานกลาง

2 หมายถึง น้อย

1 หมายถึง น้อยที่สุด

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะด้านการพัฒนาวิศวกรนักปฏิบัติและสิ่งที่ควรปรับปรุงด้านอื่นๆ

คะแนนในด้านความสามารถในการพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานในสถานประกอบการมีระดับความสำคัญ 1-5 ระดับ โดยแบ่งช่วงระดับคะแนนออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ความกว้างของอันตรภาคชั้น = (คะแนนสูงสุด- คะแนนต่ำสุด) ÷ จำนวนชั้น (นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์, 2556, หน้า 19)

ความกว้างของอันตรภาคชั้น = (5 – 1) ÷ 5 = 0.8

จากเกณฑ์ดังกล่าวแปลความหมายของระดับคะแนนเป็นรายข้อ ดังนี้

คะแนน 4.21 – 5.00 หมายถึง ความสามารถในการพัฒนาสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานในระดับมากที่สุด

คะแนน 3.41 – 4.20 หมายถึง ความสามารถในการพัฒนาสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานในระดับมาก

คะแนน 2.61 – 3.40 หมายถึง ความสามารถในการพัฒนาสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานในระดับปานกลาง

คะแนน 1.81 – 2.60 หมายถึง ความสามารถในการพัฒนาสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานในระดับน้อย

คะแนน 1.00 – 1.80 หมายถึง ความสามารถในการพัฒนาสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานในระดับน้อยที่สุด

5.3.4.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1) ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตรดังนี้ (นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์, 2556, หน้า 30)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$$

2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตรดังนี้ (นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์, 2556, หน้า 31)

$$S.D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

5.3.4.4 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

1) การทดสอบค่าที แบบ Paired-Sample t-tests เป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยของการวัดซ้ำจำนวน 1 กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรมเพื่อคำนวณทางสถิติ

บทที่ 6

ผลการพัฒนานักศึกษา

โครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ เป็นการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนเพื่อเป็นพื้นฐานสำคัญของวิศวกรนักปฏิบัติ พัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการเรียนทฤษฎีไปพร้อมกับการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ มีกระบวนการผลิตที่สอดคล้องกับวิชาชีพวิศวกรรมอุตสาหการ ในรูปแบบบูรณาการงานในสถานประกอบการเพื่อการเรียนรู้จากการทำงาน (Work Integrated Learning) เรียนรู้โดยพัฒนาโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ การสะสมทักษะทั้งการวิเคราะห์และการปฏิบัติ ซึ่งเป็นการเสริมสร้างสมรรถนะสำหรับอาชีพวิศวกรเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ผลการพัฒนาการเรียนการสอนส่งเสริมผู้เรียนให้มีทักษะบัณฑิตนักปฏิบัติ ปรากฏผลดำเนินการ ดังนี้

6.1 การพัฒนาข้อเสนอโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้

ผลการพัฒนาข้อเสนอโครงงานให้สอดคล้องกับการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ เพื่อเป็นฐานการเรียนรู้จากการทำงานประจำ โดยกำหนดหัวข้อตามแบบฟอร์มการเขียนข้อเสนอโครงงาน การนำเสนอโครงงาน การรายงานผลดำเนินโครงงาน ผู้เรียนใช้ระบบการทำโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน แต่ละคนเขียนข้อเสนอโครงงานและพัฒนาให้เป็นไปตามแผนการเรียนการสอนของวิชาการบริหารโครงการ และบูรณาการการทำงานในสถานประกอบการของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องและครอบคลุมเนื้อหารายวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร และประยุกต์เนื้อหาบางส่วนของทุกรายวิชาที่อยู่ในแผนการเรียนการสอนประจำภาคเรียนที่ 1/2563 การประยุกต์ทฤษฎีแต่ละวิชาให้เหมาะสมกับลักษณะงานของผู้เรียนแต่ละคน การพัฒนาทักษะดังกล่าวสอดคล้องตามมาตรฐาน CDIO ครอบคลุมทุกรายวิชา จำนวน 15 ลักษณะงาน ประกอบด้วย

1) ผู้เรียนปฏิบัติงานตามหน้าที่ในความรับผิดชอบ มีการติดต่อสื่อสารกับหัวหน้างานและผู้บริหารในโรงงาน บูรณาการกับวิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร

2) ผู้เรียนอ่านแบบสั่งผลิต (Drawing) และฝึกทักษะการเขียนแบบพื้นฐานทางวิศวกรรม บูรณาการกับวิชาคณิตศาสตร์ 1 วิชาฟิสิกส์ 1 วิชาเขียนแบบทางวิศวกรรมและวิชาวัสดุวิศวกรรม

3) เรียนรู้สมบัติวัสดุหรือวัตถุดิบสำหรับการผลิตการแปรรูปและแก้ไขปัญหา โดยเลือกวัสดุเพื่อการผลิตสินค้าสำเร็จรูป บูรณาการกับวิชาคณิตศาสตร์ 1 วิชาฟิสิกส์ 1 และวิชาวัสดุวิศวกรรม

4) เรียนรู้เครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องจักรกล การใช้เครื่องจักรกล การกำหนดเงื่อนไขการผลิต การควบคุมเครื่องจักรกล เรียนรู้กลไกและระบบอัตโนมัติของเครื่องจักรกล บูรณาการกับวิชาฟิสิกส์ 1 วิชาวัสดุวิศวกรรม และวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร

5) เรียนรู้ภาษาอังกฤษเทคนิค การพูดภาษาอังกฤษเทคนิคเพื่อการสื่อสารในการทำงาน และการใช้ภาษาอังกฤษในการควบคุมเครื่องจักรกลโดยมีระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกล บูรณาการกับวิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในการทำงานภายในสถานประกอบการ

6) ผู้เรียนฝึกทักษะการเปิด-ปิด ระบบไฟฟ้าของเครื่องจักรกล กลไกการทำงาน ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติ โดยบูรณาการกับวิชาฟิสิกส์ 1

7) ผู้เรียนฝึกทักษะการจับชิ้นงาน การประกอบชิ้นงาน การแปรรูป ด้วยการกลึง กัด เชื่อม เจียระไน การปรับแต่งชิ้นงาน การดัด พับ ตัด การประกอบเพื่อการผลิตสินค้าและการเก็บรักษา บูรณาการกับวิชาฟิสิกส์ 1 และวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร

8) ทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรกลเพื่อการผลิต ขั้นตอนการผลิตโดยบูรณาการกับวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร

9) ทักษะการใช้เครื่องมือวัดละเอียด เช่นการตรวจสอบด้วยการวัดขนาดตามแบบสั่งผลิต โดยบูรณาการกับวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร

10) ทักษะการวิเคราะห์งาน กำหนดขั้นตอนการผลิต เลือกเงื่อนไขการผลิต และกำหนดเป้าหมายความสำเร็จด้านคุณภาพ และเวลาในการผลิตเพื่อการผลิตสินค้าแต่ละชิ้น ซึ่งเป็นการผลิตสินค้าใหม่ บูรณาการกับวิชาการบริหารโครงการ และวิชานวัตกรรมเทคโนโลยี

11) การกำหนดขั้นตอนวิธีการทำงาน ภายใต้องค์ประกอบต่างๆ อาทิ แบบสั่งผลิต สมบัติของวัตถุดิบที่นำมาผลิต เครื่องจักรกล เครื่องมือ และอุปกรณ์ รวมถึงการใช้เครื่องมือต่างๆ เพื่อความสำเร็จในการปฏิบัติงานด้านการผลิต ประสบการณ์ควบคุมเครื่องจักรกลการผลิต โดยบูรณาการกับวิชาการบริหารโครงการ และวิชานวัตกรรมเทคโนโลยี

12) การอ่านแบบและการตรวจสอบคุณภาพ โดยบูรณาการกับวิชาเขียนแบบทางวิศวกรรม และวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร

13) การรับและส่งมอบงานแต่ละชิ้น ในระหว่างการปฏิบัติงานและเมื่อจบงานแต่ละวัน สัปดาห์ และการส่งงานรายเดือน ฝึกสรุปผลงาน ปัญหาในการทำงาน วิธีการแก้ไข และการกำหนดแผนงาน โดยบูรณาการกับวิชาการบริหารโครงการและวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร

14) การจัดทำข้อมูลสำหรับการแก้ไขปัญหา สาเหตุของปัญหา การออกแบบ การประยุกต์ใช้และการนำไปปฏิบัติ ตามระบบการพัฒนาผู้เรียนด้วย CDIO ติดตามและรายงานผลผลิตจากการทำงานบูรณาการกับวิชาการบริหารโครงการ และวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร

15) การติดต่อสื่อสารในการทำงานและการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การรายงานความก้าวหน้า การบันทึกผลงานประจำวัน การเสนอรายงานรอบ 1 สัปดาห์ และการรายงานรอบ 1 เดือน โดยบูรณาการกับวิชาการบริหารโครงการ และวิชาเทคโนโลยีนวัตกรรม

ผู้เรียนฝึกปฏิบัติการบูรณาการทฤษฎีให้สอดคล้องกับงานประจำ โดยการฝึกพัฒนาโครงงาน ดำเนินการตามข้อเสนอโครงงานไปพร้อมกับการทำงาน รายงานความก้าวหน้าและประเมินการเรียนรู้เป็นระยะๆ ผู้เรียนพัฒนาข้อเสนอโครงงานที่สัมพันธ์กับการทำงาน ประยุกต์ทางทฤษฎี วิเคราะห์การเขียนข้อเสนอโครงงาน เมื่อผ่านการประเมินให้นำไปใช้ประกอบการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะการทำงานและปรับปรุงวิธีการทำงานของตนด้วยการเรียนรู้จากการทำโครงงาน โดยนักศึกษาจำนวน 27 คน มีการฝึกพัฒนาข้อเสนอโครงงานและผ่านการประเมิน ดังตารางที่ 6.1

ตาราง 6.1 ผลการจัดทำโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้

ข้อที่	หัวข้อ	ผลการประเมิน	หมายเหตุ
1	ความสำคัญและที่มาของโครงงาน	ผ่าน	นำเสนอในชั้นเรียน
2	วัตถุประสงค์ของโครงงาน	ผ่าน	นำเสนอในชั้นเรียน
3	ขอบเขตของโครงงาน	ผ่าน	นำเสนอในชั้นเรียน
4	วิธีดำเนินโครงงาน	ผ่าน	นำเสนอในชั้นเรียน
5	ทฤษฎีอ้างอิง หรือการทบทวนวรรณกรรม	ผ่าน	นำเสนอในชั้นเรียน
6	สมมติฐานของโครงงาน (ถ้ามี)	ผ่าน	นำเสนอในชั้นเรียน
7	ระยะเวลาดำเนินโครงงาน	ผ่าน	นำเสนอในชั้นเรียน
8	เครื่องมือและอุปกรณ์ทำโครงงาน	ผ่าน	นำเสนอในชั้นเรียน
9	สถานที่ทำโครงงาน	ผ่าน	นำเสนอในชั้นเรียน
10	งบประมาณโครงงาน	ผ่าน	นำเสนอในชั้นเรียน
11	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	ผ่าน	นำเสนอในชั้นเรียน
12	เอกสารอ้างอิง	ผ่าน	นำเสนอในชั้นเรียน

หมายเหตุ

1) การเขียนและพัฒนาข้อเสนอโครงงานเป็นไปตามการเรียนการสอนโดยวิชาการบริหารโครงการ ผู้เรียนเริ่มนำเสนอข้อเสนอโครงงานนับแต่สัปดาห์ที่ 3 เสนอผลการแก้ไขข้อเสนอโครงงานในสัปดาห์ที่ 4-6 พร้อมกับการรวบรวมข้อมูลการปฏิบัติงานนับแต่สัปดาห์ที่ 1

2) การประยุกต์ทฤษฎีและการปฏิบัติงาน โดยผู้สอนมอบหมายงานนับแต่สัปดาห์ที่ 1 เริ่มรายงานผลนับแต่สัปดาห์ที่ 2 เป็นต้นไป ผู้เรียนต้องรายงานความก้าวหน้าสัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยการเรียนรู้ในการเรียนการสอนของวิชาบริหารโครงการ เพื่อรายงานความก้าวหน้าควบคู่กับการสอน การแนะนำและการปรับปรุงแก้ไขผลงานของโครงงาน จึงเป็นการพัฒนาผู้เรียนรายบุคคลให้เกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติงานเป็นรายสัปดาห์ ให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตลอดภาคเรียนและสอบทดสอบสมรรถนะการเรียนรู้ในสัปดาห์ที่ 16

จากตารางที่ 6.1 ผลการพัฒนาข้อเสนอโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้จากการทำงาน พบว่าผู้เรียนเขียนวัตถุประสงค์ของโครงงาน ขอบเขตของโครงงาน วิธีดำเนินโครงงาน ระยะเวลาดำเนินโครงงานเครื่องมือและอุปกรณ์ทำโครงงาน สถานที่ทำโครงงานและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับปรากฏว่าภายในสัปดาห์ที่ 4-6 ผู้เรียนต้องทำการแก้ไขและประปรุงข้อเสนอโครงงานตามคำแนะนำของผู้สอนทั้งสามสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 88.89 การเขียนความสำคัญและที่มาของโครงงาน ทฤษฎีอ้างอิงหรือการทบทวนวรรณกรรม ต้องแก้ไขและปรับปรุงร้อยละ 85.16 การเขียนงบประมาณโครงงาน เอกสารอ้างอิง ต้องแก้ไขและปรับปรุงร้อยละ 77.78 และผู้เรียนพัฒนาข้อเสนอโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้โดยต้องแก้ไขและปรับปรุงร้อยละ 86.20 และเมื่อผู้เรียนแก้ไขตามคำแนะนำในสัปดาห์ที่ 6 แล้วนั้นประเมินผลการทำข้อเสนอโครงงานผู้เรียนทั้ง 27 คน ผ่านการประเมินและให้ดำเนินการตามข้อเสนอโครงงานต่อไปตลอดภาคเรียน

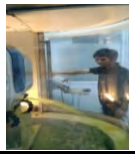
การปฏิบัติงานและการทำโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ สำหรับผู้เรียนโดยการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ เป็นการบูรณาการกับงานประจำ (WiL) การพัฒนาผู้เรียนจึงขึ้นอยู่กับการพัฒนาข้อเสนอโครงงาน สำหรับการปรับปรุงหรือแก้ไขปัญหาการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามข้อเสนอโครงงานโดยหัวหน้างานหรือผู้บังคับบัญชามีส่วนร่วมในการแนะนำการพัฒนาโครงงานเพื่อเป็นฐานการเรียนรู้

สำหรับข้อเสนอโครงงานที่ผ่านเกณฑ์การประเมินแล้วให้เป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับใช้พัฒนาผู้เรียนในการเรียนการสอนต่อไป เพื่อพัฒนาผู้เรียนควบคู่กับการปฏิบัติงานตลอดภาคเรียน ประกอบกับการนำระบบพัฒนาผู้เรียนด้วย CDIO เป็นส่วนประกอบในการพัฒนาผู้เรียนตลอดภาคเรียน

6.2 ผลการบูรณาการการปฏิบัติงานในสถานประกอบการและการเรียนทฤษฎี

ผลการบูรณาการการปฏิบัติงานในสถานประกอบการและการเรียนทฤษฎี แสดงการปฏิบัติงานและความสอดคล้องเพื่อการเรียนรู้วิชา IE.102 กระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร ดังตารางที่ 6.2

ตาราง 6.2 การพัฒนาผู้เรียนโดยการบูรณาการการปฏิบัติงานในสถานประกอบการและการเรียนทฤษฎีในมหาวิทยาลัย (WiL)

ลำดับ	การทำงานในสถานประกอบการของนักศึกษา จำนวน 27 คน	การปฏิบัติงานและความสอดคล้องเพื่อการเรียนรู้วิชา IE.102								
		ปฏิบัติการควบคุมเครื่องจักรกลการผลิต	ปฏิบัติการเขียนแบบสิ่งผลิต (Drawing)	ศึกษาวัตถุดิบเพื่อการผลิตสินค้า	ปฏิบัติการศึกษาสมบัติของวัสดุ(Properties of material)	ปฏิบัติการกรรมวิธีการผลิต	ใช้เครื่องมือวัดและเครื่องมือปรับแต่ง (ตะไบ)	ทำการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน	ทำการผลิตชิ้นงานสำเร็จ	การประยุกต์ CDIO
1	นายเจษฎาภรณ์ ยอดเพชร	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	นายสิทธิชัย วรรณกิจ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	นายทนงศักดิ์ พิทาคำ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	นายสถาพร บุญมา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	น.ส.พิมพ์ลดา นามสมบูรณ์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	นายภาณุพงศ์ ประกอบแสง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	นายสมนึก กมุทพิมาน 	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตาราง 6.2 การพัฒนาผู้เรียนโดยการบูรณาการการปฏิบัติงานในสถานประกอบการและการเรียนทฤษฎีในมหาวิทยาลัย (WiL) (ต่อ)

ลำดับ	การทำงานในสถานประกอบการของนักศึกษา จำนวน 27 คน	การปฏิบัติงานและความสอดคล้องเพื่อการเรียนรู้วิชา IE.102								
		ปฏิบัติการควบคุมเครื่องจักรกลการผลิต	ปฏิบัติการเขียนแบบชิ้นงานผลิต (Drawing)	ศึกษาวัตถุดิบเพื่อการผลิตสินค้า	ปฏิบัติการศึกษาสมบัติของวัสดุ(Properties of material)	ปฏิบัติการกรรมวิธีการผลิต	ใช้เครื่องมือวัดและเครื่องมือปรับแต่ง (ตะไบ)	ทำการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน	ทำการผลิตชิ้นงานสำเร็จ	การประยุกต์ CDIO
8	นายภูวนาท คำกอง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	นายอรรถชัย ชาญศิลป์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	นายสุทัศน์ พรมนัส	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11	นายสุวิวัฒน์ หงษ์ทอง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
12	นายเกียรติศักดิ์ จันทะพักดิ์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
13	นายณัฐภัทร เปรงปราง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14	นายวัชระ พิกาศ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตาราง 6.2 การพัฒนาผู้เรียนโดยการบูรณาการการปฏิบัติงานในสถานประกอบการและการเรียนทฤษฎีในมหาวิทยาลัย (WiL) (ต่อ)

ลำดับ	การทำงานในสถานประกอบการของนักศึกษา จำนวน 27 คน	การปฏิบัติงานและความสอดคล้องเพื่อการเรียนรู้วิชา IE.102								
		ปฏิบัติการควบคุมเครื่องจักรกลการผลิต	ปฏิบัติการเขียนแบบสิ่งผลิต (Drawing)	ศึกษาวัตถุดิบเพื่อการผลิตสินค้า	ปฏิบัติการศึกษาสมบัติของวัสดุ(Properties of material)	ปฏิบัติการกรรมวิธีการผลิต	ใช้เครื่องมือวัดและเครื่องมือปรับแต่ง (ตะไบ)	ทำการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน	ทำการผลิตชิ้นงานสำเร็จ	การประยุกต์ CDIO
15	นายจิรายุทธ วาตะรัมย์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16	นางสาวหทัยชนก ชาสุดสี	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
17	นายสหัศวรรษ พรดี	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18	นายอมรเทพ อุไรรัมย์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
19	นายทรงวุฒิ ปาสาเณย์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
20	นายวุฒิศักดิ์ สาสีดา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ตาราง 6.2 การพัฒนาผู้เรียนโดยการบูรณาการการปฏิบัติงานในสถานประกอบการและการเรียนทฤษฎีในมหาวิทยาลัย (WiL) (ต่อ)

ลำดับ	การทำงานในสถานประกอบการของนักศึกษา จำนวน 27 คน	การปฏิบัติงานและความสอดคล้องเพื่อการเรียนรู้วิชา IE.102								
		ปฏิบัติการควบคุมเครื่องจักรกลการผลิต	ปฏิบัติการเขียนแบบสิ่งผลิต (Drawing)	ศึกษาวัตถุดิบเพื่อการผลิตสินค้า	ปฏิบัติการศึกษาสมบัติของวัสดุ(Properties of material)	ปฏิบัติการกรรมวิธีการผลิต	ใช้เครื่องมือวัดและเครื่องมือปรับแต่ง (ตะไบ)	ทำการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน	ทำการผลิตชิ้นงานสำเร็จ	การประยุกต์ CDIO
21	นายณัฐ เชื้อภิชาติบุตร	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
22	นายจักรกริศน์ พ่อปากดี	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
23	นายอาทร แสงรัตน์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
24	นายนฤพนธ์ นิรันดร	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
25	นายเกียรติพงศ์ ทองอนันท์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
26	นายกิตติภณ สีทับทิม	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
27	นายรณกร เสาทอง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จากตารางที่ 6.2 การบูรณาการการปฏิบัติงานและการเรียนภาคทฤษฎีในมหาวิทยาลัย โดยใช้โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ประกอบกับการวิเคราะห์กรรมวิธีการผลิต การกำหนดปัญหา การวางแผนและออกแบบวิธีการทำงานใหม่ การนำผลการออกแบบไปใช้ในการปฏิบัติงาน เพื่อยืนยันผลการแก้ไขปัญหา หากสำเร็จตามแผนการออกแบบก็จะนำไปใช้เพื่อการปฏิบัติงานรูปแบบใหม่ที่ผ่านการแก้ไขปัญหาแล้ว โดยบูรณาการกับรายวิชาดังต่อไปนี้

1) วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร บูรณาการการปฏิบัติงานผลิตชิ้นงานด้วยเครื่องมืออุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการผลิต ผลิตเป็นสินค้าและเป็นนวัตกรรม
2) วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร บูรณาการโดยการศึกษาคู่มือเครื่องจักร การใช้เครื่องจักรที่เป็นภาษาอังกฤษประกอบการทำงาน
3) วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1 บูรณาการการคำนวณแรงกระทำต่อคมตัด
4) แคลคูลัส 1 บูรณาการการทำงานโดยการคำนวณปริมาตรชิ้นตามแบบสั่งผลิต
5) วัสดุวิศวกรรม บูรณาการด้านการศึกษาส่วนผสมทางเคมีของวัสดุ โครงสร้างจุลภาค ความแข็ง ความหนาแน่น จุดหลอมเหลว ความแข็งแรงดึง การนำไฟฟ้า เพื่อนำไปประกอบการกำหนดวิธีการแปรรูปวัตถุดิบตามแบบ
6) การเขียนแบบวิศวกรรม บูรณาการการทำงานโดยการเขียนแบบ อ่านแบบ วิเคราะห์แบบ เพื่อนำไปกำหนดขั้นตอนการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน
7) การบริหารโครงงาน บูรณาการโดยการเขียนโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ ครอบคลุมการปฏิบัติงานและการเรียนทฤษฎี
8) นวัตกรรมเทคโนโลยี บูรณาการกับการทำงานโดยการวิเคราะห์ชิ้นงานที่ผลิตด้วยการผสมผสานเนื้อหาในรายวิชา ที่เกี่ยวข้องเพื่อความเข้าใจในเชิงนวัตกรรมจากการผลิตชิ้นงาน และการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการจำหน่าย โดยมีนวัตกรรมดังภาพที่ 6.1

(a) (b)

ภาพ 6.1 ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เกิดจากการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ

จากภาพที่ 6.1 แสดงผลิตภัณฑ์ที่เป็นนวัตกรรมจากการออกแบบและการผลิต (a) เป็นผลิตภัณฑ์คัตติ้งทูลส์ (b) เป็นผลผลิตภัณฑ์เครื่องจักรกลเพื่อการผลิตในโรงงาน เป็นตัวอย่างผลงานโดยผู้เรียน ซึ่งแต่ละคนจะทำการผลิตด้วยเครื่องจักรกล เครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อการผลิตที่แตกต่างกัน ผลผลิตสามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยการจำหน่ายต่อไป เป็นการประยุกต์การเรียนรู้โดยประกอบกับการเรียนการสอนวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร และสามารถบูรณาการกับทุกรายวิชาที่จัดการเรียนการสอนในภาคเรียนเดียวกัน

6.3 สมรรถนะผู้เรียนแบบบูรณาการ

การสร้างประสบการณ์โดยการฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการปฏิบัติและการคิดวิเคราะห์สอดคล้องตามมาตรฐาน CDIO แบบบูรณาการการเรียนรู้ ประกอบกับฝึกประสบการณ์ออกแบบ (Design-build Experience) มีพื้นที่ทำงานโดยการปฏิบัติงานในสถานที่จริง (Workspaces) สอดคล้องตามมาตรฐานที่ 5 และ 6 ตามลำดับ โดยจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้ด้วยวิธีการใหม่ (New methods of Teaching and Learning) ตามมาตรฐานที่ 7 และ 8 โดยลำดับ

รูปแบบมาตรฐาน CDIO กำหนดแนวทางการพัฒนาการเรียนรู้แบบใหม่ โดยฝึกผู้เรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์และมีประสบการณ์ตรง เป็นรูปแบบสำคัญประกอบด้วยการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจให้ผู้เรียนนำไปปฏิบัติเป็นรูปธรรม เพื่อกำหนดปัญหาและการระบุสาเหตุของปัญหา (Conceiving) การออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบและมีแบบแผนที่ชัดเจน (Designing) การนำผลการออกแบบไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ปฏิบัติงานและพัฒนาผลลัพธ์ใหม่ (Implementing) และการนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์เพื่อปฏิบัติการสร้าง หรือการผลิตสินค้าเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ (Operating) ซึ่งเป็นบริบทสอดคล้องกับการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ ด้วยมาตรฐานการจัดการเรียนการสอนตามโปรแกรม CDIO ขึ้นอยู่กับหลักการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ระบบผลิตและวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ระบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนด้วย CDIO เป็นบริบทที่เหมาะสมกับการจัดการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ ที่มีการออกแบบ การเลือกวัสดุ การใช้พื้นฐานความรู้ด้านฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ เคมี กระบวนการผลิตเทคโนโลยีหรือการผลิตสินค้า เป็นต้น โดยสอดคล้องกับ CDIO ผลการพัฒนาผู้เรียนเสริมสร้างทั้งในด้านทักษะส่วนบุคคลและทักษะระหว่างบุคคล สำหรับผู้เรียนจำนวน 27 คน ปรากฏผล ดังนี้

ลำดับที่ 1 นาย เจษฎาภรณ์ ยอดเพชร
ปฏิบัติงาน ประจำสถานีงานปั๊มตัดขอบชิ้นงานทองเหลือง
พัฒนาโครงงาน เรื่อง การลดของเสียชิ้นงานที่เกิดครีบจากการปั๊มขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์โลหะ

กระบวนการเรียนรู้ด้วย CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

ศึกษาสาเหตุการทำให้เกิดการสึกหรอของแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูปทองเหลือง เพื่อลดของเสียชิ้นงานที่เกิดครีบจากการปั๊มขึ้นรูป

ศึกษาสาเหตุที่ทำให้เกิดการสึกหรอของแม่พิมพ์ โดยการจดบันทึกผลสถิติในการปั๊มชิ้นงานทองเหลืองทั้ง 2 รอบ พบว่า

ครั้งที่ 1 แม่พิมพ์เริ่มเกิดการสึกหรอเมื่อทำการผลิตได้จำนวน 2,080 ชิ้น เป็นการสึกหรอที่ยอมรับได้เนื่องจากชิ้นงานยังไม่เกิดครีบ และจากการสังเกตต่อมาขณะทำการปั๊มพบว่า ชิ้นงานเกิดครีบชิ้นที่ 2,098 เป็นค่าที่ยอมรับไม่ได้เนื่องจากเวลาปั๊มทำให้ชิ้นงานเกิดครีบ

ครั้งที่ 2 แม่พิมพ์เริ่มเกิดการสึกหรอเมื่อผลิตได้จำนวน 2,120 ชิ้น เป็นการสึกหรอที่ยอมรับได้เนื่องจากชิ้นงานยังไม่เกิดครีบ และจากการสังเกตต่อมาขณะทำการปั๊มพบว่า ชิ้นงานเกิดครีบชิ้นที่ 2,130 เป็นค่าที่ยอมรับไม่ได้เนื่องจากเวลาปั๊มทำให้ชิ้นงานเกิดครีบ

ครีบที่พบนั้นอยู่บริเวณขอบคมตัดของชิ้นงาน ดังภาพที่ 6.2 เนื่องจากการปั๊มตัดโลหะแผ่นจะเกิดการเสียดสีระหว่างพันช์กับดายอย่างรุนแรง ส่งผลทำให้ชุดคมตัดแม่พิมพ์เกิดการสึกหรอเมื่อทำการปั๊มเป็นเวลานาน

ภาพ 6.2 (a) เปรียบเทียบชิ้นงานสมบูรณ์กับชิ้นงานที่เกิดครีบ และ (b) เปรียบเทียบแม่พิมพ์สมบูรณ์กับแม่พิมพ์เกิดรอยสึกหรอ

การออกแบบ (Designing)

ผลการบันทึกในขณะที่แม่พิมพ์เริ่มเกิดการสึกหรอ แม่พิมพ์ยังสามารถปั๊มชิ้นงานได้เพิ่มอีก 5-10 ชิ้น ชิ้นจึงจะเกิดครีบ เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดชิ้นงานเสีย จากการสังเกตขณะปั๊มชิ้นงานพบแม่พิมพ์เริ่มสึกหรอ ให้ทำการหยุดเครื่องแล้วถอดแม่พิมพ์ออกมาเจียระไนบนเครื่องเจียระไนราบ เพื่อสร้างคมตัดใหม่ของแม่พิมพ์ปั๊ม ช่วยลดชิ้นงานเกิดครีบหลังการปั๊ม

การเจียระไนจะใช้ความเร็วรอบ 2,000 รอบ/นาที ทำการเจียระไนด้วยระยะความลึกจากผิวคมตัดเท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร คมตัดที่ของแม่พิมพ์สามารถใช้งานได้เหมือนเดิม ดังนั้น การทำงานต้องปรับตั้งระยะชักของแม่พิมพ์เพื่อให้การตัดชิ้นงานตรงตามแบบและสามารถใช้งานต่อไปได้ โดยผลิตชิ้นงานต่อไปตามปกติจนกว่าคมตัดจะเกิดการสึกหรออีกครั้ง

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

เมื่อแม่พิมพ์เริ่มเกิดการสึกหรอให้หยุดการทำงานของเครื่องจักรจากนั้นถอดแม่พิมพ์ออกเพื่อนำไปเจียระไน ใช้เครื่องเจียระไนราบ เพื่อลบคมตัดส่วนที่สึกหรอและสร้างคมตัดใหม่ หลังจากการปรับปรุงจะได้แม่พิมพ์ที่พร้อมใช้งานต่อไป แม่พิมพ์ที่สมบูรณ์ไปทดสอบปั๊มชิ้นงาน จากนั้นสังเกตผลพบว่าช่วยลดชิ้นงานที่เกิดครีบได้โดยคิดเป็นร้อยละ 99.99% ชิ้นงานไม่มีครีบ ดังภาพที่ 6.3

ภาพ 6.3 ชิ้นงานได้จากการปรับปรุงแม่พิมพ์

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

แม่พิมพ์ที่สึกหรอขณะปั๊มชิ้นงานจะเกิดครีบบนชิ้นงาน ส่งผลให้ชิ้นงานเสีย ดังนั้นผู้จัดทำได้ออกแบบแนวทางปรับปรุงในการผลิตชิ้นงานตามแบบในกระบวนการปั๊มตัดขอบ ดังภาพที่ 6.4 เพื่อลดปัญหาการเกิดครีบบนชิ้นงานโดยสร้างเป็นมาตรฐานใหม่ เมื่อแม่พิมพ์เริ่มเกิดการสึกหรอให้ทำการหยุดเครื่องแล้วถอดแม่พิมพ์ออกมาเจียระไน โดยใช้เครื่องเจียระไนราบ เพื่อสร้างคมตัดใหม่ให้แม่พิมพ์ ช่วยลดชิ้นงานเกิดครีบจากการปั๊มตัด โดยคิดเป็นดีขึ้นร้อยละ 99.99%

ภาพ 6.4 ชิ้นงานทองเหลืองสำเร็จรูป

ลำดับที่ 2 นายสิทธิชัย วรรณกิจ

ปฏิบัติงาน ประจำสถานีงานผลิตชนวนหัวกระสุนปืนครกด้วยเครื่องกลึง CNC HASS SL20

พัฒนาโครงงาน เรื่อง การวางแผนขั้นตอนการผลิตและแก้ไขปัญหาการควบคุมขนาดของชิ้นงานให้ตรงตามแบบสั่งผลิตด้วยเครื่องกลึงอัตโนมัติ (CNC)

กระบวนการเรียนรู้ด้วย CDIO

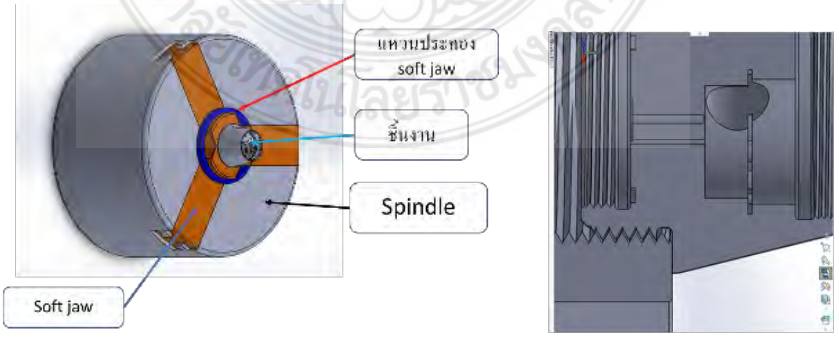
การตั้งปัญหา (Conceiving)

เนื่องจากชิ้นงานไม่สามารถควบคุมขนาดได้ตามแบบงานสั่งผลิต เกิดจากชิ้นงานถูกกลึงผิวด้านนอกสำเร็จ ในขั้นตอนที่ 1 ดังนั้นผู้ควบคุมเครื่องจักรไม่สามารถหมุนชิ้นงานให้แน่นได้ โดยใช้เกลียวเป็นจุดยึดของชิ้นงานกับฟันจับชิ้นงาน (Soft jaw) เมื่อชิ้นงานได้ถูกกลึงขึ้นรูปแล้ว เกลียวเกิดการคลายตัวจึงทำให้ขนาดของชิ้นงานเกิดการไม่เสถียร

ภาพ 6.5 การจับชิ้นงานเกิดการคลายตัว

การออกแบบ (Designing)

ออกแบบอุปกรณ์จับยึด (Fixture) เพื่อใช้ในขั้นตอนการนำชิ้นงานเข้าจับยึดและนำชิ้นงานออกง่ายขึ้น ลดปัญหาการคลายตัวของชิ้นงาน จะทำให้การผลิตชิ้นงาน สามารถควบคุมขนาดของชิ้นงานได้อย่างแม่นยำมากขึ้น



(a) (b)

ภาพ 6.6 (a) จำลองการทำงานของอุปกรณ์จับยึด (Fixture) กับชิ้นงาน (b) ระยะห่างระหว่างเกลียวของชิ้นงานและฟันจับห่างกัน 0.2 มิลลิเมตร

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

นำแหวนประคองมาทดลองประกอบกับหัวจับงานที่ประกอบกับเพลาหมุน จากนั้นนำมาใช้ในขั้นตอนการป้อนชิ้นงานโดยอัตโนมัติ ทำการทดลองกระบวนการผลิต พบว่าสามารถผลิตชิ้นงานได้ตามแบบ (Drawing) ไม่มีชิ้นงานเสียเนื่องจากชิ้นงานไม่เกิดการคลายตัว

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

ขั้นตอนในกระบวนการโดยใช้แหวนประคองชิ้นงานไม่เกิดการคลายตัว สามารถทำการผลิตชิ้นงาน (หัวกระสุนปืนครก) ด้วยมาตรฐานใหม่ คือ ใช้เวลาในกระบวนการผลิต 323.19 วินาทีต่อชิ้น

ภาพ 6.7 ชิ้นงานถูกกลึงสำเร็จ

ลำดับที่ 3 นายทนงศักดิ์ พิทาคำ

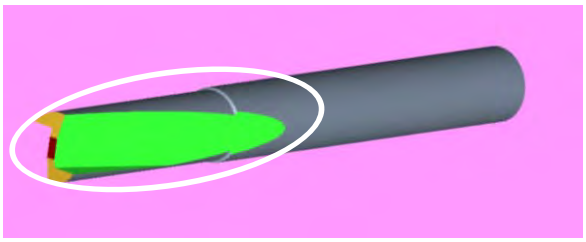
ปฏิบัติงาน ประจำสถานีงาน ช่างเทคนิคในการเจียระไน การขึ้นรูป การผลิตคัตติ้งทูลส์และการปรับปรุงระบบการทำงานของเครื่องจักร

พัฒนาโครงงาน เรื่อง การเขียนโปรแกรมเครื่อง Helitronic mini power เพื่อผลิต cutting tool

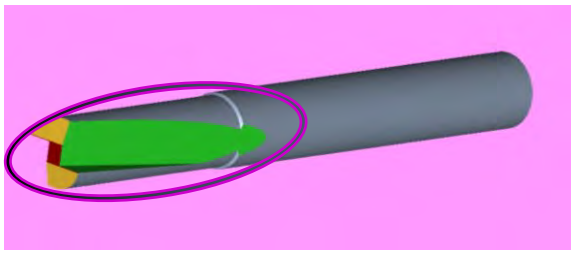
กระบวนการเรียนรู้ด้วย CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

เนื่องจากการเขียนแบบสั่งผลิตในโปรแกรมเครื่อง Helitronic mini power มีการ off set มากเกินไปทำให้งานมีขนาดเล็กกว่าแบบที่กำหนด



ภาพ 6.8 การตั้งค่า offset บริเวณคมตัดคัตติ้งทูลส์มากกว่ากำหนด



ภาพ 6.9 การปรับค่า offset คัตติ้งทูลส์ถูกต้องตามแบบที่กำหนด

การออกแบบ (Designing)

ออกแบบคัตติ้งทูลส์ด้วยโปรแกรม tool studio ให้มีขนาดได้ใกล้เคียงกับแบบงานจริงมากที่สุด โดยการทำให้ทุกขนาดมีขนาดใหญ่กว่าเล็กน้อย (ประมาณ 500 um - 1 mm.) และใช้การoff set ครั้งละ 20-50 ไมครอน ในการช่วยเก็บงาน

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

ทำการทดลอง ในการทำให้ค่าต่างๆของงานมีขนาดใหญ่กว่าแบบเล็กน้อย ทำให้สามารถปรับเปลี่ยน กำหนดค่า off set ในเข้างานทีละ 20-50 ไมครอน เพื่อที่จะไม่ให้กินงานลึกมากไป จนเกินขนาดที่แบบกำหนด และหลังการเจียระไนครบทุกขั้นตอน นำ tool วัดขนาดด้วยเครื่องวัดโปรไฟล์เพื่อหาค่าที่สามารถทำได้ต่อจนกว่าขนาดจะตรงตามแบบที่กำหนด การ offset จะจบเมื่อ Y= -0.9 Z= 1.075 เป็นอันเสร็จสมบูรณ์ขนาดตามแบบงาน

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

ความสำเร็จของงานคือ ได้ชิ้นงานที่มีขนาดตามแบบที่กำหนด และทำการส่งต่อให้กับหัวหน้างาน หรือ ผู้ที่รับผิดชอบดำเนินการต่อ

ภาพ 6.10 คัตติ้งทูลส์ที่ผ่านการผลิตเป็นผลผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

ลำดับที่ 4 นายสถาพร บุญมา

ปฏิบัติงาน ประจำสถานีงาน ซ่อม ประกอบ ดัดแปลง ติดตั้ง และบำรุงรักษาเครื่องจักรCNC (ด้านอิเล็กทรอนิกส์)

พัฒนาโครงงาน เรื่อง กระบวนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน IT อิเล็กทรอนิกส์โมดูลเครื่องเจียระไนขึ้นรูปคัตติ้งทูลส์

กระบวนการเรียนรู้ด้วย CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

เนื่องจากเกิดความล่าช้าในสถานีงาน จากการรอการขนส่งอุปกรณ์จากต่างประเทศ 30 วัน

การออกแบบ (Designing)

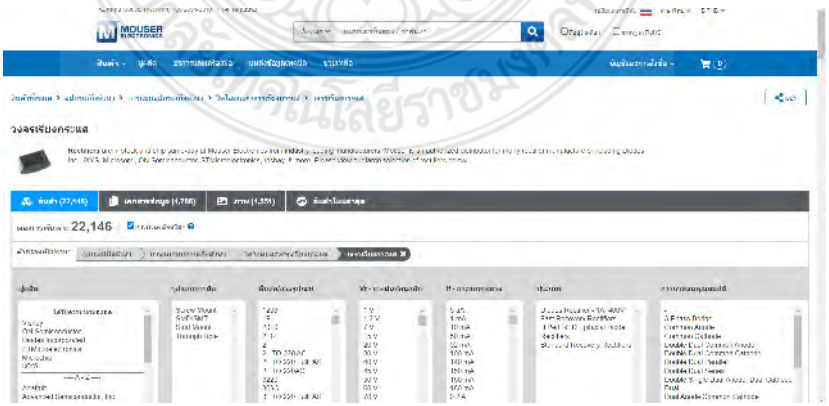
ออกแบบการจัดเก็บข้อมูลรายชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมบ่อยครั้ง และอุปกรณ์ที่มีอยู่ในสโตร์ เพื่อเป็นข้อมูลในการสั่งซื้ออะไหล่สำรอง

	IC			
2	NUMBER IC	TYPE	AMOUNT	
3	SN74LS74AN	POSITIVE-EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS	2	
4	SN74LS00N	Quad 2-Input NAND Gate	3	
5	SN74ALS5768N	Buffer-Type Inverting Outputs Drivetbus Lines Directly	2	
6	SN74ALS08N	QUADRUPLE 2-INPUT POSITIVE-AND GATES	1	
7	HEF4051BT	8-channel analog multiplexer/demultiplexer	1	
8	UC3825DW	High Speed PWM Controller	2	
9	LNK304PN	LinkSwitch-TN	4	
10	TD62784AP	8CH HIGH VOLTAGE SOURCE DRIVER	5	
11	37F8996	Hex Inverting Schmitt trigger	50	
12	KA3525A	VOLTAGE-MODE PWM CONTROLLER	4	
13	TNY275PN	Energy Efficient, Off-Line Switcher	9	
14	MAX236CNG	+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers	7	
15	MC1489AN	QUADRUPLE LINE RECEIVERS	4	
16	k1 CBF0H	Surface mouse	10	SMD
17	TOP254PN	Enhanced EcoSmart, Integrated Off-Line	2	
18	MC33060A	PWM Controller Fixed Freq.	5	
19	MC3302DR2G	Single Supply Quad Comparators	9	
20	UC2861DW	Resonant-Mode Power Supply Controllers	5	
21	LM311DT	Voltage comparator with strobe	20	
22	IR2112S	HIGH AND LOW SIDE DRIVER	15	
23	MAX5980G	Quad, IEEE 802.3af/at PSE Controller	2	Chip
24	MM74HCT14M	Hex Inverting Schmitt Trigger	10	
25	CD74HCT14M	High-Speed CMOS Logic Hex Inverting Schmitt Trigge	23	
26	TL4941	PULSE-WIDTH-MODULATION CONTROL CIRCUITS	9	
27	HCPL4504	High CMR, High Speed Optocouplers	63	
28	UC3825DW	High Speed PWM Controller	14	
29	UC3825ADW	HIGH-SPEED PWM CONTROLLER	9	
30				
31				
32	TL052C	NHANCED-JFET LOW-OFFSET OPERATIONAL AMPLIFIERS	4	
33	TL081ACD	JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS	3	
34	HCPL-316J	Amp Gate Drive Optocoupler with Integrated	16	
35	LM339	QUAD Operational Amplifiers	10	
36	TL082	GENERAL PURPOSE DUAL JFET OPERATIONAL AMPLIFIER	6	
37	TL084C	GENERAL PURPOSE JFET QUAD OPERATIONAL AMPLIFIERS	8	
38	MC3403	LOW POWER QUAD BIPOLAR OPERATIONAL AMPLIFIERS	8	

ภาพ 6.11 การจัดวิธีการเก็บข้อมูลอุปกรณ์

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

สั่งซื้ออุปกรณ์ล่วงหน้า เพื่อลดระยะเวลารอคอยอุปกรณ์ในการซ่อม



ภาพ 6.12 การสั่งซื้ออะไหล่ล่วงหน้า

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

สามารถลดเวลารอคอยการจัดส่งอุปกรณ์จากต่างประเทศ ลดเวลาในการซ่อม สามารถส่งชิ้นงานได้รวดเร็วขึ้น ลดเวลาเครื่องจักรหยุดทำงาน (30 วัน)

ลำดับที่ 5 นางสาวพิมพ์ลดา นามสมบูรณ์

ปฏิบัติงาน ประจำสถานีงานเจียระไนขึ้นรูปคัตติ้งทูลส์โดยใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ

พัฒนาโครงงาน เรื่อง การผลิตดอกเจาะนำศูนย์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่คงที่ ผลผลิตบางชิ้นไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ

พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

เนื่องจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกเจาะนำศูนย์แต่ละชิ้นขนาดไม่คงที่ จากการที่มีเศษวัสดุไปติดหน้าหินเจียระไน ทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแต่ละชิ้นคลาดเคลื่อนจาก 2.3 มิลลิเมตร เป็น 2.4 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นค่าพิกัดความเผื่อที่ไม่สามารถยอมรับได้

การออกแบบ (Designing)

ออกแบบการแก้ไขโดยการนำเอาแท่งหินขาวมาขัดที่หน้าหินเจียระไน ใช้แท่งหินถูกเบาๆที่บริเวณล้อหินเจียระไนที่ต้องการขัด

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

ทำการขัดหน้าหินเจียระไน จากนั้นปรับค่า off set ที่แกน Y ในระบบคำสั่งเจียระไนร่องคายเศษของคัตติ้งทูลส์ จากนั้นทำการเจียระไนงานตามกำหนดสามารถสร้างผลิตภัณฑ์ได้ตามแบบผลิต

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

หลังจากการล้างหน้าหินเจียระไน พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแต่ละชิ้นมีขนาดตามแบบซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.3 มิลลิเมตร โดยจะมีค่าพิกัดความเผื่อชิ้นงานไม่เกิน 50 ไมครอน และสามารถเจียระไนชิ้นงานได้หลายชิ้น โดยผู้ควบคุมเครื่องจักรปรับตั้งค่า off set ในคำสั่งการทำงานของเครื่องเพียงครั้งเดียว สามารถลดจำนวนครั้งในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรลงจากเดิม

ลำดับที่ 6 นายภาณุพงศ์ ประกอบแสง

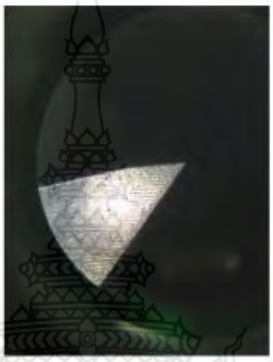
ปฏิบัติงาน ติดตั้งตัวจับยึดชิ้นงาน พร้อมทั้งเคลื่อนย้ายถังเม็ดขัดผิวชิ้นงาน และนำชิ้นงานเข้าเครื่องเตรียมโปรแกรม ในการขัดเศษคมตัด

พัฒนาโครงงาน เรื่อง การขัดผิวละเอียดคมตัด (Polishing) เอ็นมิลล์ (End mill) ด้วยเครื่องขัดผิวชิ้นงาน OTEC DF-3

การวิเคราะห์ CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

เนื่องจากการใช้กล้องจุลทรรศน์ ในการดูคมตัดของดอกกัด พบว่า มีแนวโน้มที่คมตัดสึกหรออย่างรวดเร็ว เมื่ออยู่ในสภาวะการกัดชิ้นงานด้วยเงื่อนไขการตัดหยาบ



ภาพ 6.13 ภาพก่อนขัดผิวชิ้นงาน

การออกแบบ (Designing)

ออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาโดยทางบริษัทดับบลิว. พี. พี. อินจิเนียริ่ง จำกัด มีการใช้เครื่องเจียระไนขัดผิวชิ้นงาน จึงทำการศึกษาการใช้งานของเครื่อง และวิธีการควบคุมเครื่องจักรเพื่อการผลิต

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

ทดลองลบคมตัดของคัตติ้งทูลส์ผ่านการใช้งานมาแล้วให้กลับไปใช้งานได้อีกครั้งโดยเจียระไนพื้นผิวสึกหรอให้หมดไป ด้วยเครื่องเจียระไนคมตัด (Re-Grinding)

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

ปฏิบัติการโดยการนำดอกสว่านหรือชิ้นงานจับยึดให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้องจากนั้นเจียระไนขัดผิวด้วยเครื่อง OTEC DF-3 คมตัดที่ผ่านการเจียระไนเป็นไปตามแบบและนำกลับไปใช้งานได้

ภาพ 6.14 ภาพหลังขัดผิวบริเวณคมตัด

ลำดับที่ 7 นายสมนึก กมุทพิมาน

ปฏิบัติงาน เขียนโปรแกรม Helitronic tool Studio

พัฒนาโครงงาน เรื่อง ผลิตเอ็นมิลล์มาตรฐานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ของสถานีเจียระไนขึ้นรูปอัตโนมัติ

พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

เนื่องจากการเจียระไนเกิดจากข้อผิดพลาดในการคำนวณ ค่าพิกัดความเผื่อชิ้นงานไม่ตรงตามแบบ

การออกแบบ (Designing)

ออกแบบวิธีแก้ไขโดยเขียนโปรแกรม Tool Studio เพื่อตรวจสอบและกำหนดค่าความเผื่อการเจียระไนที่เหมาะสม เพื่อผลิตชิ้นงานตรงตามแบบสั่งผลิต

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

กำหนดค่าเผื่อใหม่ตามผลการออกแบบ โดยใช้เวลาในการเจียระไน 60 นาทีต่อชิ้น ลดความผิดพลาดในการคำนวณ

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

สามารถควบคุม เครื่องเจียระไนได้แต่ยังขาดการวิเคราะห์งาน และยังไม่มั่นใจในการคำนวณค่าชิ้นงานตรงตามแบบสั่งผลิต และกำหนดค่าเผื่อเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงาน

ลำดับที่ 8 นายภูวนาท คำกอง

ปฏิบัติงาน ซ่อมแซมและสำรวจอิเล็กทรอนิกส์โมดูลที่ชำรุด

พัฒนาโครงงาน เรื่อง แก้ไขปัญหา Error Code E825 ของดิจิตอลเซอร์โวไดสปินเดิล (Spindle) เครื่องเจียระไน 5 แกน

พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

โดยในคู่มือการซ่อมบำรุงของเครื่องจักร (Maintenance Manual) แสดงข้อมูลของแรงดัน DC BUS สูงเกินไป แต่ปัญหา E825 ที่เจอคือ Error แสดงขึ้นเมื่อเริ่มเปิดเครื่องขณะที่ยังไม่เริ่มโปรแกรม CNC (Computer Numerical Control) และแรงดัน DC BUS ที่มาจากไดร์พาวเวอร์ซัพพลายยังไม่จ่ายไฟ DC BUS ออกมาขับไดร์ต่างๆ

E825 Overvoltage in power stage

The **DC bus voltage** is too high.

Cause:

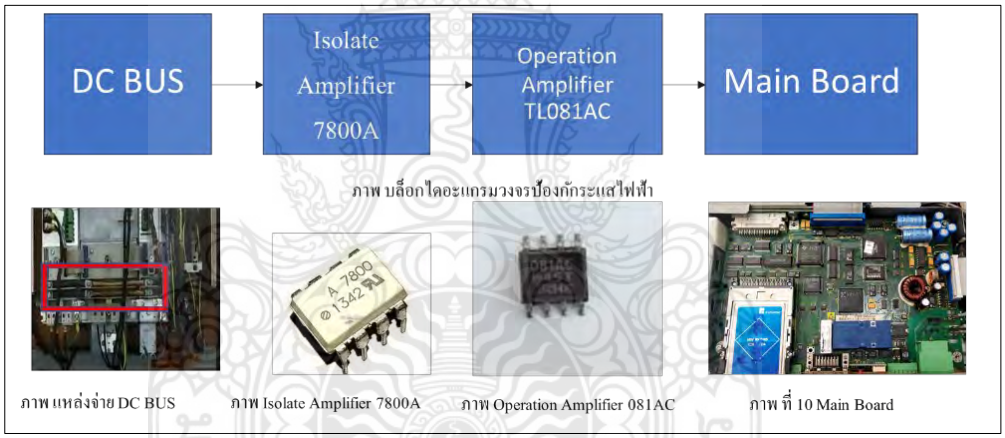
1. During **braking** (decelerating): the energy reflected from the mechanical system via the motor was so high for a moment that it could not be sufficiently dissipated to heat by the braking resistor (bleeder). The regenerated current could not be drained and therefore charged the DC bus, so that the voltage there has become too high.
2. The **mains voltage** (AC input) is too high.

Result:

In case of overvoltage, the motor is switched to **torque-free** operation. As soon as the DC Bus voltage falls again below the maximum allowable value, the controller will be turned on again.

ภาพ 6.15 ข้อมูลในคู่มือการซ่อมบำรุงของเครื่อง Walter Helitronic HMC 600

วิเคราะห์ปัญหา Error Code E825 โดยเคลื่อนย้ายชิ้นงานไปตรวจสอบแผงวงจรในไดรฟ์ โดยเน้นการตรวจสอบไปที่จุดป้องกัน (Protection) ของแผงวงจรที่รับแรงดัน DC BUS เขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมดังนี้



ภาพ 6.16 เคลื่อนย้ายชิ้นงานไปตรวจสอบแผงวงจรในไดรฟ์

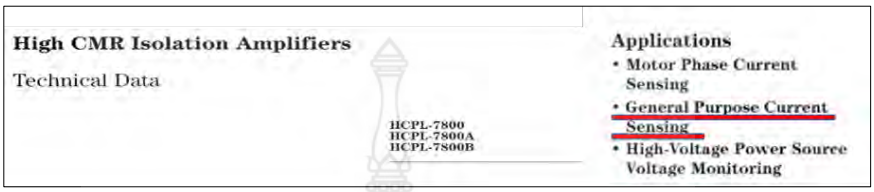
วิเคราะห์ปัญหา E825 สามารถตรวจสอบ Error Code ได้ง่ายโดยใช้โปรแกรม

ภาพ 6.17 ภาพตรวจสอบ Error Code โดยใช้ภาษา C

การออกแบบ (Designing)

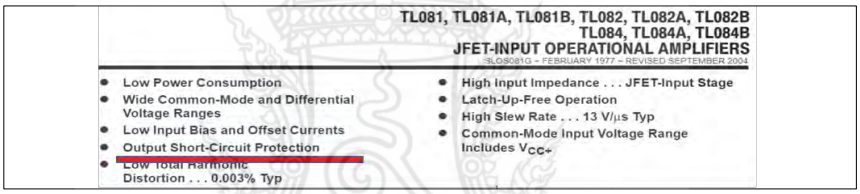
ออกแบบการแก้ไขโดยการตั้งสมมติฐาน

สมมติฐานที่ 1 ตรวจสอบ 7800A มีหน้าที่ตรวจจับกระแสไฟซึ่งอาจตรวจสอบกระแสไฟฟ้าได้ไม่แม่นยำ หรือส่งสัญญาณไปวงจรถัดไปได้ไม่เสถียร



ภาพ 6.18 ข้อมูล Datasheets ของ 7800A Isolation Amplifiers ใช้ในการตรวจสอบกระแสไฟฟ้า

สมมติฐานที่ 2 ตรวจสอบ 081AC เป็น Single Operation Amplifier ซึ่งมี Output ป้องกันการลัดวงจรในระบบไฟฟ้า และอาจจะทำให้ชุดควบคุมการทำงานเสียหาย



ภาพ 6.19 ข้อมูล Datasheets ของ TL081 AC Isolation Amplifiers

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

การทดลองตามสมมติฐานครั้งที่ 1 ทดสอบเปลี่ยน Isolate Amplifier 7800A ที่มีชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์คงคลังอยู่แล้ว ประกอบชิ้นงานแล้วนำไปทดสอบ พบว่าอาการ Error E825 ยังไม่หาย

ภาพ 6.20 Error Code หลังจากเปลี่ยน 7800A

การทดลองตามสมมติฐานครั้งที่ 2 ทดสอบเปลี่ยน Operation Amplifier TL081AC โดยไม่มีชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์คงคลังจึงต้องสั่งชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านออนไลน์ โดยใช้ระยะเวลาส่งของ 14 วัน

ภาพ 6.21 ชิ้นส่วนอุปกรณ์ TL081AC ที่สั่งเข้ามาใหม่

การตรวจสอบเพื่อสอบเทียบชิ้นส่วน TL081AC ที่เกิดการเสียหายทำงานไม่ได้โดยตรวจสอบค่าอิมพีแดนซ์ที่ย่านไดโอด พบว่าค่าอิมพีแดนซ์มีความแตกต่างกัน

(a) (b)

ภาพ 6.22 การทำงานของผู้เรียนเพื่อแก้ปัญหาในระบบอิเล็กทรอนิกส์
(a) ค่าอิมพีแดนซ์ย่านไดโอดของอุปกรณ์ที่คาดว่าจะเสียหาย
(b) ค่าอิมพีแดนซ์ไดโอดสำหรับอุปกรณ์ชุดใหม่

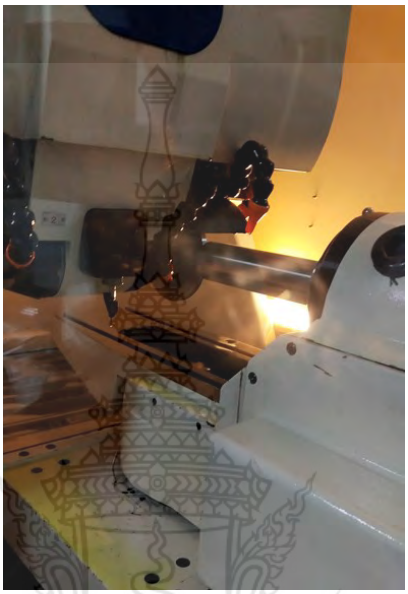
เปลี่ยนชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ทดแทนชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่เสียหายและเตรียมนำไปทดสอบ

ภาพ 6.23 บัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัวใหม่

ทดสอบการทำงานที่เครื่องจักรกล หลังจากแก้ไขพบว่าเครื่องจักรสามารถใช้งานได้ตามปกติ เป็นการปฏิบัติงานแก้ปัญหา Error E825 ของเครื่องเจียระไนคัตติ้งทูลส์

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

การปรับปรุงโดยการซ่อมชิ้นงานดิจิตอลเซอร์โวไดร์ จากนั้นนำไปประกอบและติดตั้งให้ลูกค้า พบว่าดิจิตอลเซอร์โวไดร์ทำงานเป็นปกติ เครื่องจักรสามารถทำงานและผลิตคัตติ้งทูลส์ได้ต่อไป



ภาพ 6.24 ภาพเครื่องจักรใช้งานได้ตามปกติ

ลำดับที่ 9 นายอรรถชัย ชาญศิลป์

ปฏิบัติงาน การเขียนโปรแกม Program Tool Studio

พัฒนาโครงงาน เรื่อง การเขียนโปรแกรม Hemitropic Tool Studio เพื่อการผลิตคัตติ้งทูลส์

พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

เนื่องจากปัญหาในการออกแบบของคำสั่งในการสร้าง Steps tool มีความซับซ้อนมากในการกำหนดค่าเงื่อนไขในการทำงาน จึงทำให้การสร้างปรแกรมออกแบบชิ้นงานจำเป็นต้องใช้แบบและมุมมองของระยะความน่าจะเป็นตามค่าที่ถูกต้องเพื่อให้การผลิตคัตติ้งทูลส์ตรงตามแบบ

การออกแบบ (Designing)

ออกแบบโดยทำการแก้ไขข้อมูลคำสั่งใหม่ให้เครื่องจักรทำงานโดยโปรแกรมควบคุม และนำไปตรวจสอบระยะการเจียระไนของแบบคำสั่งใหม่เพื่อเปรียบเทียบระยะที่เหมาะสม วัดระยะได้ 3.1 มิลลิเมตร และนำค่าที่วัดได้มาคำนวณ จากนั้นตั้งโปรแกรมปฏิบัติงาน

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

ใช้ในการปฏิบัติงานควบคุมเครื่องจักรกล โดยการแบ่งจำนวนรอบ Flute Depth นำจำนวนรอบมาหารด้วยระยะการเข้างานที่ 2.6 มิลลิเมตร เป็นขนาดเหมาะสม นำมาหารด้วยจำนวนรอบทำงาน 4 รอบ ค่าที่ได้เท่ากับ 0.6 มิลลิเมตร เป็นจำนวนรอบที่กำหนดให้หินเจียระไนชิ้นงานจำนวน 4 ครั้ง จะได้ขนาดงานที่มีค่าบวกลบไม่เกิน 8 ไมโครเมตร ตรงตามมาตรฐาน

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

ปฏิบัติการผลิตคัตติ้งทูลส์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร กำหนดขนาด Core Diameter จากระยะที่วัดได้ 3.1×2 จะได้ขนาด 6.2 มิลลิเมตร เป็นขนาดผลิต จึงสามารถทำการผลิตคัตติ้งทูลส์เป็นไปตามแบบสั่งผลิต

ลำดับที่ 10 นายสุทัศน์ พรมนัส

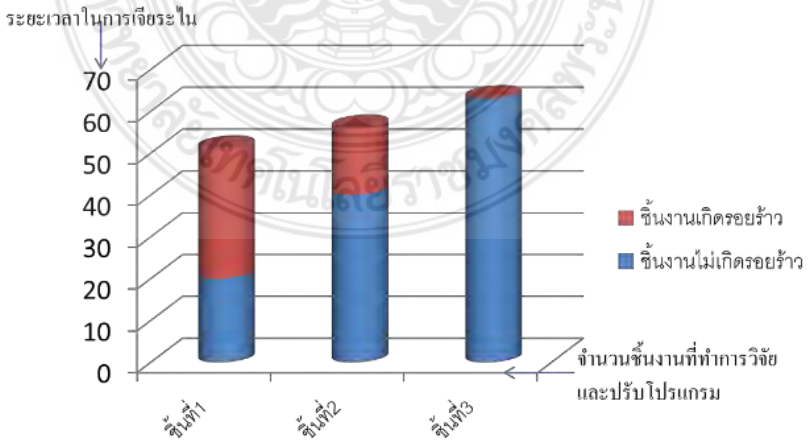
ปฏิบัติงาน ประจำสถานีงาน เขียนโปรแกรม Helitronic Tool Studio ใช้เครื่อง Walter Grinding และ แก้ปัญหาเครื่องจักร

พัฒนาโครงงาน เรื่อง การศึกษาการลดร้อยราวบริเวณร่องคายเศษของคัตติ้งทูลส์ (ดอกกัดเอ็นมิลล์)

พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO

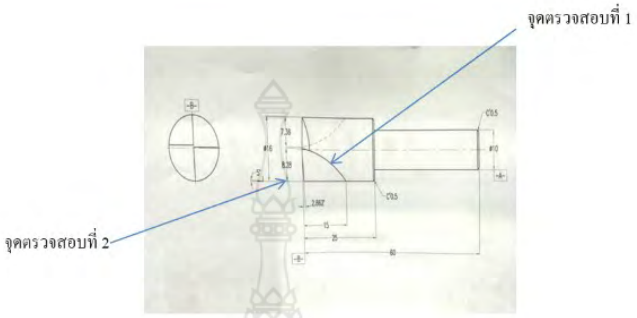
การตั้งปัญหา (Conceiving)

ศึกษาการเจียระไนเอ็นมิลล์ขนาดชิ้นงาน เส้นผ่านศูนย์กลางหน้า 16 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางหลัง 10 มิลลิเมตร ความยาวรวม 60 มิลลิเมตร ความยาวของร่องคายเศษที่ 15 มิลลิเมตร ความลึก 8.28 มิลลิเมตร โดยได้เก็บรวบรวมข้อมูลชิ้นงานที่ทำการศึกษาและปรับโปรแกรมจำนวน 3 ชิ้น



ภาพ 6.25 ข้อมูลชิ้นงานที่ทำการศึกษาและปรับโปรแกรมจำนวน 3 ชิ้น

จากการตรวจสอบการปรับโปรแกรมและขนาดของร่องคายเศษ ตามแบบสั่งผลิต พบว่าควรปรับค่าในส่วนของโปรแกรม



ภาพ 6.26 การตรวจสอบการปรับโปรแกรมและขนาดของร่องคายเศษ

การออกแบบ (Designing)

ออกแบบโดยการปรับค่าในส่วนของโปรแกรม มีฟังก์ชันการปรับตั้ง 5 ฟังก์ชัน ได้แก่

ฟังก์ชันที่ 1 ปรับที่โปรแกรมอัตราป้อนของชิ้นงาน จะใช้หน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อนาที

ฟังก์ชันที่ 2 ปรับที่โปรแกรมสปินเดิล ความเร็วรอบ จะใช้หน่วยเป็น Sfm

ฟังก์ชันที่ 3 ปรับที่โปรแกรมแรงกดอัดการเจียระไน Plung%

ฟังก์ชันที่ 4 ปรับที่โปรแกรมจำนวนครั้งในการเจียระไน

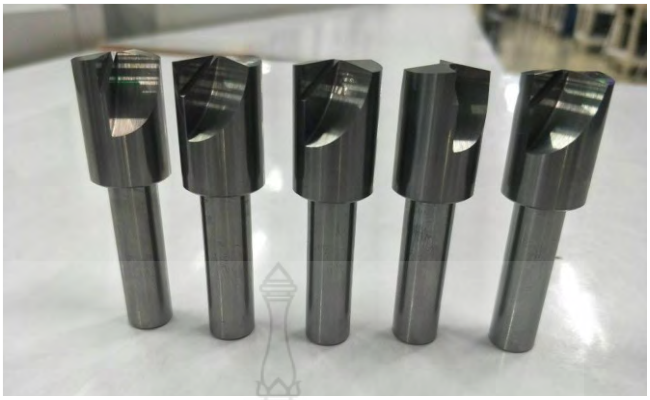
ฟังก์ชันที่ 5 ปรับที่โปรแกรม Roughing

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

ปรับค่าในส่วนของโปรแกรม 5 ฟังก์ชัน ดังการออกแบบการแก้ไข จะช่วยชะลอการเจียระไนทุกฟังก์ชัน เส้นร้อยร้าวมีการลดลง

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

ร่องคายเศษที่ได้ทำการปรับค่าโปรแกรมทั้ง 5 ฟังก์ชัน สามารถเจียระไนชิ้นต่อไปได้ โดยไม่ทำให้เกิดรอยร้าว และพบว่าการปรับค่าโปรแกรมได้มีข้อจำกัดของการเจียระไนร่องคายเศษ คือเมื่อทำการเจียระไน ควรลับหินเจียระไนให้คมอยู่ตลอดเวลาเพื่อที่จะไม่ให้เกิดแรงเสียดทานในขณะทำการเจียระไนมาก และในส่วนของน้ำหล่อเย็น ควรใส่และตรวจสอบทิศทางการไหลของน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม



ภาพ 6.27 คัตติ้งทูลส์สำเร็จรูปไม่มีรอยร้าวที่ร่องคายเศษ

ลำดับที่ 11 นายสุวิวัฒน์ หงษ์ทอง

ปฏิบัติงาน ซ่อม ประกอบ ดัดแปลง ติดตั้ง และบำรุงรักษาเครื่องจักร เครื่องมือเครื่องใช้

พัฒนาโครงงาน เรื่อง ปฏิบัติการออกแบบและสร้างถาดรองใต้แทงก์น้ำ

พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

เนื่องจากแทงก์น้ำมีการรั่วไหล ทำให้พื้นที่ใต้แทงก์น้ำและบริเวณใกล้เคียงแทงก์น้ำมีความสกปรกสูญเสียเวลาในการทำความสะอาด และการระบายน้ำออกเกิดความยากลำบากในการระบาย

การออกแบบ (Designing)

ออกแบบวิธีแก้ไขปัญหาและเตรียมอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานเช่น เครื่องเชื่อมแก๊ส แผ่นเหล็กกล้าไร้สนิม เครื่องมือตัด ดัด พับ และเครื่องเจียระไน เป็นต้น

(a) แบบงาน (b) การสร้างชิ้นงาน

ภาพ 6.28 (a) ภาพออกแบบถาดรองถังบรรจุน้ำ และ(b) ภาพการเชื่อมถาดรองถังบรรจุน้ำ

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

ลงมือปฏิบัติในกระบวนการผลิตถาดรองแทงก์น้ำ โดยการเขียนแบบ การตัดและพับได้สั่งทำที่บริษัท เบสท์ สปีด เลเซอร์คัต จำกัด เป็นเงิน 1,300 บาท การเชื่อมใช้ไฟ 60 แอมป์ เชื่อมยาว 100 มิลลิเมตร ใช้เวลาจุดละ 1 นาที 20 วินาที จำนวน 4 จุด

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

ได้ถาดรองแทงก์น้ำตามแบบและนำไปใช้ที่ บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด โดยมีขนาดการรองรับน้ำได้ถึง 10,000,000 ลูกบาศก์มิลลิเมตร

ภาพ 6.29 ถาดเหล็กกล้าไร้สนิมสำเร็จรูปและการนำไปใช้งาน

ลำดับที่ 12 นายเกียรติศักดิ์ จันทะพักดิ์

ปฏิบัติงาน ประจำสถานีงาน ผลิต Cutting Tool ด้วยเครื่องจักร Centerless (cg1)

พัฒนาโครงงาน เรื่อง การแก้ไขปัญหางาน Run out เกินค่าควบคุมในสถานีงานเจียระไนคัตติ้งทูลส์

พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

เนื่องจากการเจียระไนกลม Run Out ของชิ้นงานมีค่าเบี่ยงเบน 45 ไมโครเมตร ไม่อยู่ในพิกัดยอมรับ การปรับค่า Run Out ที่สามารถทำงานได้ปกติค่า Run Out จะต้องไม่เกิน 30 ไมโครเมตร

การออกแบบ (Designing)

การที่ Run Out ของงานมีค่าเบี่ยงเบนเกิดจากการตั้งค่าความลึกในการตัดมากเกินไป จากการปรับตั้งหินเจียระไนช่วงท้ายหินเจียระไนและระนาบของหินไม่เท่ากันทำให้เกิดการทำงานของล้อหินเจียระไนไม่เหมาะสมการตัดเฉือนจะคลาดเคลื่อนไปจากร่องรับงาน ทำให้ Run Out ของงานมีค่าเบี่ยงเบนมากเกินไป

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

เมื่อ Run Out ของงานมีค่าเบี่ยงเบนเกิน 30 ไมโครเมตร ต้องทำการปรับตั้งค่าความลึกในการทำงานของหินเจียระไนให้เหมาะสม ได้แก่

-ปรับตั้งหินเจียระไนออกจากชิ้นงานอย่างน้อย 1 เซนติเมตร ก่อนการเดินเครื่อง

-ปรับตั้งหินเจียระไน เมื่องานหมุนออกจากตัวชิ้นงานอย่างน้อย 10 มิลลิเมตร หลังการเจียระไน

-ปรับระนาบของงานให้อยู่ในแนวแกนในระบบทำงาน

-กำหนดอัตราการป้อน (Feed) ของหินเจียระไนเข้าหางานครั้งละ 50 ไมโครเมตร และใช้ไดแอลเกจวัดค่า Run Out ของงาน ขั้นตอนนี้ใช้เวลาปรับตั้ง 15 นาที

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

ชิ้นงานวัดค่า Run Out ได้ ไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (จากเดิม 40-45 ไมโครเมตร) เป็นค่าควบคุมที่ยอมรับได้ ที่จะสามารถส่งไปยังขั้นตอนการเจียระไน สอนโดยนายประสพโชค ฮิบปะลาด ตำแหน่งหัวหน้างาน

ลำดับที่ 13 นายณัฐภัทร เปรงปราง

ปฏิบัติงาน ประจำสถานีงานผลิต Cutting Tool ด้วยเครื่องจักร Super Drill

พัฒนาโครงงาน เรื่อง การแก้ไขปัญหางานการเจาะรูไม่ตรงตามแบบ

พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

เนื่องจากการเจาะรูน้ำทะลุผ่านแท่งคาร์ไบด์ มีการเบี้ยวของลวดเจาะทำให้ผิวชิ้นงานมีการไหม้ และทำให้ศูนย์กลางของรูน้ำที่เจาะมีการเบี่ยงเบนจากจุดศูนย์กลางของแท่งคาร์ไบด์

การออกแบบ (Designing)

ออกแบบโดยเปลี่ยนลวดเจาะรูหรือการกลับด้านเจาะรูชิ้นงานคาร์ไบด์ เพื่อการเจาะรูตามแบบป้องกันการเจาะรูไม่ตรงตามแบบ

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

การแก้ปัญหาเจาะรูน้ำที่เจาะทะลุแท่งคาร์ไบด์ การเบี่ยงเบนของรูน้ำหรือรูน้ำเบี้ยว ทำการเปลี่ยนลวดเจาะตามขนาดไดมิเตอร์แบบงาน ปรับค่ากระแสไฟฟ้าให้เหมาะสมตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดตัดเจาะ ทำการเจาะรูตลอดตามความยาวของสว่านโดยการเจาะรูทั้งสองด้านจึงจะสามารถเจาะรูได้ตลอดความยาวทั้งหมดของสว่าน

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

สามารถเจาะรูน้ำได้ตรงตามแบบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ได้สามารถยอมรับได้ ส่งไปยังขั้นตอนการผลิตถัดไป หัวหน้าผู้ควบคุมการทำงานคือ นาย จีระพันธ์ หนูน้ำคำ หัวหน้างาน

ลำดับที่ 14 นายวัชระ พิกาศ

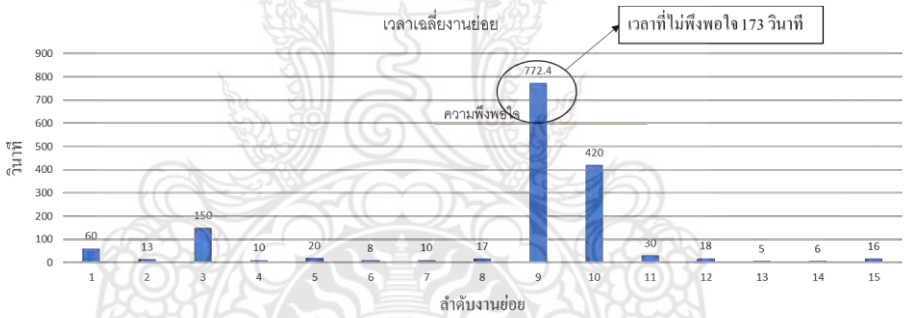
ปฏิบัติงาน ประจำสถานีงาน ผลิต cutting tools ด้วยเครื่องจักร Grinding Machine

พัฒนาโครงงาน เรื่อง ลดเวลาในขั้นตอนการทำงานประจำสถานีงาน เครื่องจักร Grinding Machine

พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

งานย่อยที่ 9 ชิ้นงานถูกเจียระไนขึ้นรูป ปรับระนาบและตรวจสอบระนาบ 4-5 ไม่ผ่าน วัดผล ปัจจุบัน การศึกษาเพื่อกำหนดงานย่อยแสดงเวลาขั้นตอนการผลิต Burnishing ของสถานีงานเจียระไนกลม



ภาพ 6.30 กราฟเวลาเฉลี่ยงานย่อย

การออกแบบ (Designing)

ออกแบบการแก้ไขโดย ชิ้นงานที่มีความยาว 120 มิลลิเมตร จะคำนวณหาจำนวนรอบที่ปรับต่อความยาวของชิ้นงาน คือความห่างระหว่างปลายและด้าม และระยะความยาวด้าม

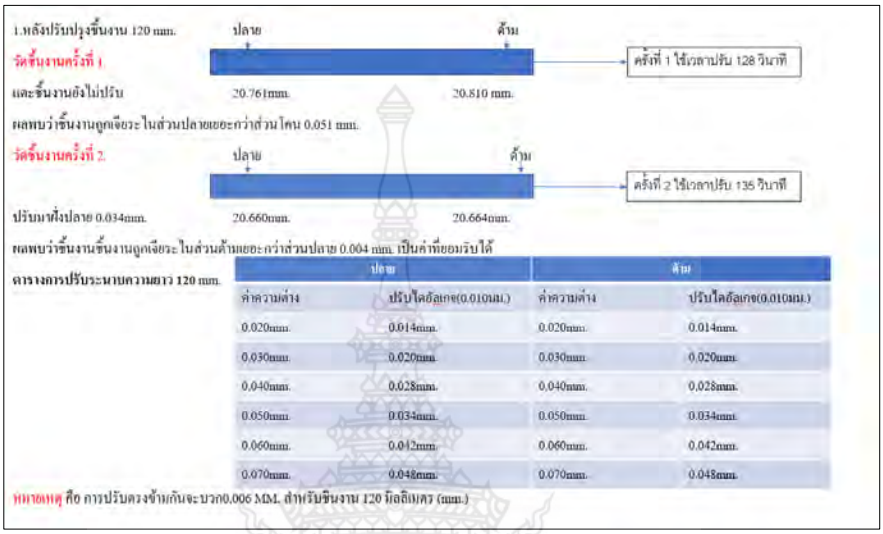
จากสูตร $= \frac{\text{ความห่างระหว่างปลายและด้าม x ระยะความยาวด้าม}}{100}$

$= \frac{0.050 \times 70}{100} = 0.034$ mm.

ค่าที่ต้องปรับไดอัลเกจ 0.034 mm. ของชิ้นงานที่มีความยาว 120 mm.

ภาพ 6.31 คำนวณหาจำนวนรอบที่ปรับต่อความยาวของชิ้นงาน

การประยุกต์ใช้ (Implementing)



ภาพ 6.32 แสดงการปรับปรุงชิ้นงาน

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

ค่าไฟฟ้าของเครื่อง Grinding Machine คิดเป็น 6 บาทต่อนาที

ก่อนปรับ		หลังปรับ	
จำนวนปรับ/เวลา(วินาที)	จำนวน (บาท)	จำนวนปรับ/เวลา(นาที)	จำนวน (บาท)
1/125	12.5	1/128	12.8
2/140	14	2/135	13.5
3/144	14.4		
4/127	12.7		
9.04	**53.6**	**4.38**	**26.3**

ภาพที่ 6.33 แสดงค่าไฟฟ้าของเครื่อง Grinding Machine ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

เวลาที่สามารถลดได้ = เวลาทั้งหมด ก่อนปรับ – เวลาทั้งหมด หลังปรับ

= 9.04 – 4.38 = 5.06 นาที

ค่าความพึงพอใจ = 772.4 – 262.8 = 509.6 วินาที

ต้นทุนผลิต = จำนวนเงินทั้งหมด ก่อนปรับปรุง - จำนวนเงินทั้งหมดหลังปรับปรุง

= 53.6 – 26.3 = 27.3 บาท

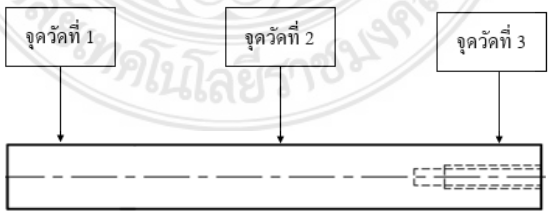
การพัฒนารูปแบบการเจียระไนในขั้นตอนงานย่อยที่ 8 เพื่อลดเวลาและต้นทุนของชิ้นงานที่มีความยาว 120 มิลลิเมตร ทำให้การทำงานง่ายขึ้น ลดความเหนื่อยล้าและยังสามารถพัฒนาได้ โดยการเก็บข้อมูลแต่ละชิ้นที่มีความยาวขนาดต่างๆ

ลำดับที่ 15 นายจิรายุทธ วาตะรัมย์
ปฏิบัติงาน ประจำสถานี เจียระไนขึ้นรูปกลมเอ็นมิลล์ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร
พัฒนาโครงงาน เรื่อง ปรับปรุงขั้นตอนการเจียระไนขึ้นรูปเอ็นมิลล์เครื่อง Center less Grinding
พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO
การตั้งปัญหา (Conceiving)

เนื่องจากการแบ่งชิ้นงานเจียระไนเป็นชุด จำนวน 3 ชุด ชุดละ 16 ชิ้น ทั้งหมด 48 ชิ้น ในการเจียระไนชิ้นงานแต่ละชุด จำเป็นต้องปรับตั้งค่าเครื่องจักรให้เส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงานอยู่ในค่าที่กำหนด คือ เส้นผ่านศูนย์กลาง $10^{-0.005}_{-0.012}$ มิลลิเมตร (ต่างกัน 0.007 มิลลิเมตร) มากกว่า 1 ครั้ง ซึ่งใช้เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรนานเกินไป

(a) (b)

ภาพ 6.34 (a) บรรจุชิ้นงานในกล่อง 16 ชิ้น (b) การปรับตั้งเครื่องจักร ให้เส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในค่าที่กำหนด



ภาพ 6.35 การกำหนดตำแหน่งตรวจสอบผลิตภัณฑ์คัตติ้งทูลส์

(a) (b) (c)

ภาพ 6.36 (a) ตรวจสอบชิ้นงานจุดวัดที่ 1 (b) ตรวจสอบชิ้นงานจุดวัดที่ 2 และ (c) ตรวจสอบชิ้นงานจุดวัดที่ 3

จากภาพที่ 6.36 วิธีการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงาน และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกันเกิน 0.007 มิลลิเมตร

การออกแบบ (Designing)

ออกแบบการแก้ไขโดยเจียระไนชิ้นงานจำนวน 48 ชิ้นทั้งหมดเพียงครั้งเดียว และจับเวลาการเจียระไนชิ้นงานจำนวน 48 ชิ้น เปรียบเทียบเวลาการเจียระไนชิ้นงานจำนวน 48 ชิ้น ทั้งหมดกับการเจียระไนชิ้นงานจำนวน 16 ชิ้น 3 ครั้ง

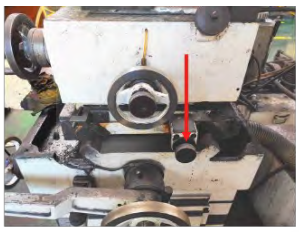
(a) (b)

ภาพ 6.37 (a) ชิ้นงานถูกบรรจุในกล่องบนเครื่องจักร (b) ชิ้นงาน 16 ชิ้นถูกว่างบนเครื่องจักร

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

ทำการเจียระไนชิ้นงานจำนวน 48 ชิ้น ขั้นตอนที่ 1 วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงานก่อนเจียระไนจำนวน 48 ชิ้น เพื่อนำชิ้นงานไปผ่านการเจียระไนในขั้นตอนถัดไป ขั้นตอนที่ 2 การประกอบชิ้นงาน การปรับตั้งเครื่องจักรและกำหนดเงื่อนไขการผลิตเพื่อเตรียมการเจียระไนชิ้นงานต่อไป ขั้นตอนที่ 3 เจียระไนครั้งที่ 1 ชิ้นงานจำนวน 48 ชิ้น เจียระไนเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.3 มิลลิเมตร ถึงเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 10.05-10.1 มิลลิเมตร ขั้นตอนที่ 4 นำชิ้นงานมาตรวจสอบวัดความร่วมศูนย์และวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง ทำการสุ่มตรวจจำนวน 20 ชิ้น พบชิ้นงานเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน 0.007

มิลลิเมตร จึงแก้ไขโดยการปรับตั้งเครื่องจักรให้เส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงานอยู่ในช่วงไม่มากกว่า 0.007 มิลลิเมตร ในการเจียระไนครั้งที่ 2 ขั้นตอนที่ 5 เจียระไนครั้งที่ 2 แก้ไขเส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงานอยู่ในค่า $^{-0.005}_{-0.012}$ มิลลิเมตร (ไม่เกิน 0.007 มม.) จากนั้นทำการเจียระไนชิ้นงาน จากเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.1 มิลลิเมตร ให้ได้ค่าตามแบบผลิตเส้นผ่านศูนย์กลาง $10^{-0.005}_{-0.012}$ มิลลิเมตร จำนวน 48 ชิ้น ขั้นตอนที่ 6 นำชิ้นงานหลังเจียระไนจำนวน 48 ชิ้นมาตรวจสอบวัดความกลมบนแท่นวัดความร่วมศูนย์ วัดเส้นผ่านศูนย์กลางหลังทำการเจียระไน



(a)

(b)

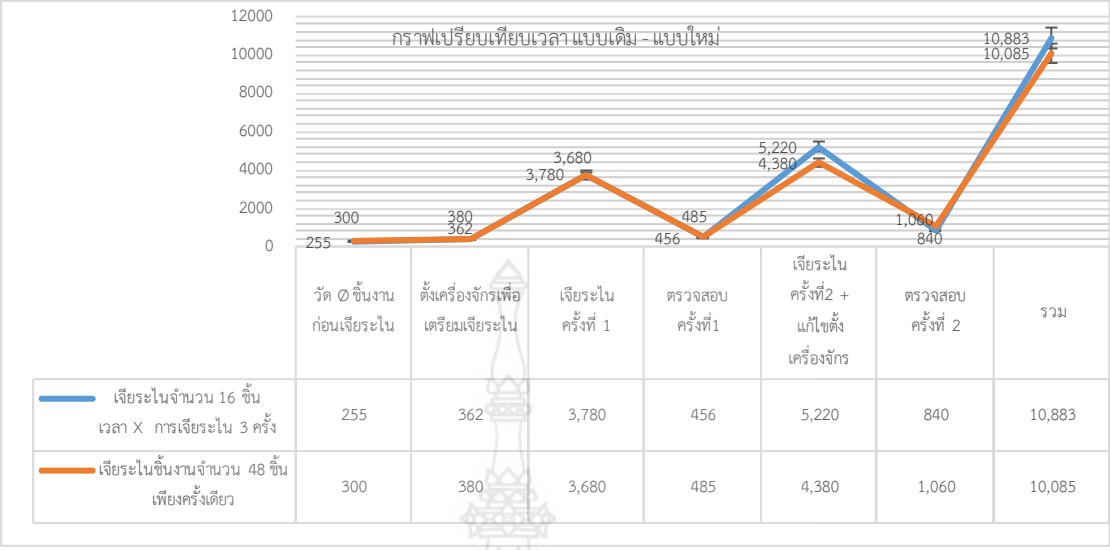
(c)

(d)

ภาพ 6.38 (a) ปรับตั้งเครื่องให้เส้นผ่านศูนย์กลางชิ้นงานอยู่ในค่า (b) ชิ้นงานจำนวน 48 ชิ้น ถูกว่างบนเครื่องเพื่อเจียระไน (c) ชิ้นงานถูกตรวจสอบวัดความร่วมศูนย์ และ (d) ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบชิ้นงาน

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

เปรียบเทียบเวลาการเจียระไนสรุปได้ ดังนี้ การเจียระไนชิ้นงานจำนวน 16 ชิ้น ทำการเจียระไนจำนวน 3 ครั้ง ใช้เวลาเท่ากับ 10,883 วินาที (181.38 นาที) การเจียระไนชิ้นงานจำนวน 48 ชิ้น ทำการเจียระไนเพียงครั้งเดียว ใช้เวลาเท่ากับ 10,085 วินาที (171.41 นาที) ดังนั้น การเจียระไนชิ้นงานจำนวน 48 ชิ้น ใช้เวลาน้อยกว่าการเจียระไนชิ้นงาน 16 ชิ้น จำนวน 3 ครั้ง ใช้เวลาน้อยกว่า 10.37 นาที สรุป การเจียระไนชิ้นงานจำนวนทั้งหมดเพียงครั้งเดียวสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้จริงและเป็นมาตรฐานใหม่ในการเจียระไนชิ้นงานเอ็นมิลล์เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร



	วัด Ø ชิ้นงาน ก่อนเจียระไน	ตั้งเครื่องจักรเพื่อ เตรียมเจียระไน	เจียระไน ครั้งที่ 1	ตรวจสอบ ครั้งที่1	เจียระไน ครั้งที่2 + แก้ไขตั้ง เครื่องจักร	ตรวจสอบ ครั้งที่ 2	รวม
เจียระไนจำนวน 16 ชิ้น เวลา X การเจียระไน 3 ครั้ง	255	362	3,780	456	5,220	840	10,883
เจียระไนชิ้นงานจำนวน 48 ชิ้น เพียงครั้งเดียว	300	380	3,680	485	4,380	1,060	10,085

ภาพ 6.39 กราฟเปรียบเทียบเวลา แบบเดิมและแบบใหม่

หมายเหตุ : เวลาในการเจียระไนครั้งที่ 2 ชิ้นงานจำนวน 48 ชิ้น จะใช้เวลาน้อยกว่าการเจียระไนชิ้นงานจำนวน 16 ชิ้น (3 ครั้ง) สรุปได้ว่าเวลาในการผลิตลดลง

ลำดับที่ 16 นางสาวหทัยชนก ชาสุดสี

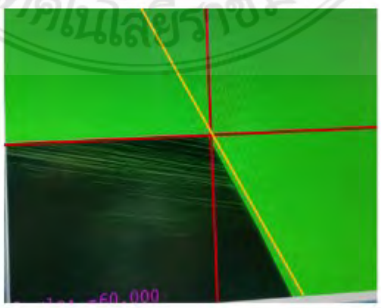
ปฏิบัติงาน ทำระบบข้อมูลการผลิตและการเขียนแบบ

พัฒนาโครงงาน เรื่อง ศึกษาสาเหตุการเบี่ยงเบนจากการหมุนของดอกสว่านมีรูเจาะน้ำหล่อเย็นในร่องคายเศษตัด (Flute and Helix angle)

พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

ดอกสว่านมีการเบี่ยงเบนจากการหมุน (Run Out) เนื่องจากปัญหาเกิดจากตัวบุคคล เกิดขึ้นในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นงาน แสดงดังภาพที่ 6.40 โดยสังเกตจากเส้นสีเหลืองคือเส้นที่ใช้อ้างอิงมุมองศา



ภาพ 6.40 การตรวจสอบด้วยเครื่องโปรไฟล์โปรเจคเตอร์ (Profile Projector)

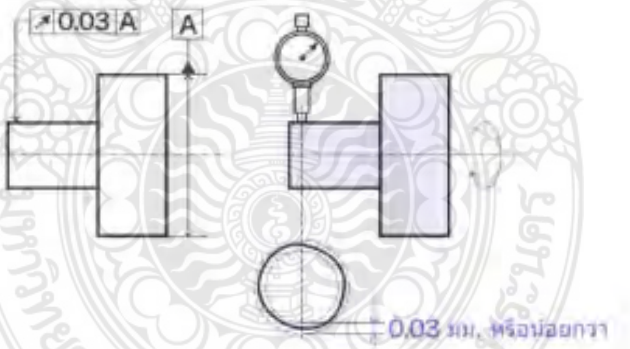
การออกแบบ (Designing)

ออกแบบการแก้ไขโดยตรวจสอบในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นงาน ตรวจสอบค่าความนิ่งของเข็มนาฬิกาบนหน้าปัดของไดอัลเกจและการเคาะแท่งคาร์ไบด์ด้วยทองเหลือง

ภาพ 6.41 ปรับตั้งระยะการเยื้องศูนย์ของคัตติ้งทูลส์

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

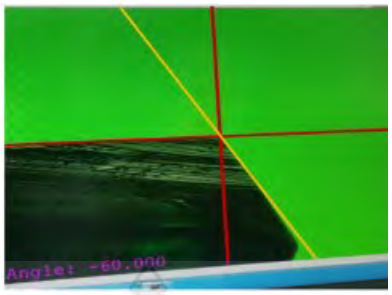
ใช้แท่งทองเหลืองเคาะคาร์ไบด์เบาๆ 1 ครั้ง และตรวจสอบที่หน้าปัดนาฬิกาของไดอัลเกจ หากเข็มยังไม่นิ่งให้เคาะอีก 1 ครั้ง จนกว่าเข็มจะนิ่ง โดยทิศทางของลูกศรหันไปในทิศเดียวกันกับแบบสั่งผลิต ควรเคาะ 1 ครั้ง ไม่ควรเคาะซ้ำบ่อย แสดงดังภาพที่ 6.42 ตรวจสอบเมื่อชิ้นงานหมุนบนเส้นแกน Datum



ภาพ 6.42 การตรวจสอบเมื่อชิ้นงานหมุนบนเส้นแนวแกน Datum

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

ผลที่ได้จากการตรวจสอบค่าความนิ่งของเข็มนาฬิกาบนหน้าปัดของไดอัลเกจ และการเคาะคาร์ไบด์ด้วยแท่งทองเหลือง แสดงดังภาพที่ 6.43 มุงองศาคมตัดด้านหน้ามีขนาดที่เท่ากัน การตรวจสอบขั้นตอนนี้มีความสำคัญอย่างมาก เพราะการขึ้นคมตัดของดอกสว่านจำเป็นต้องมีการตรวจสอบการเยื้องศูนย์เสมอ เพื่อให้ชิ้นงานที่ผลิตออกมาตรงตามแบบสั่งผลิตมาตรฐาน ข้อเสนอแนะการแก้ไขชิ้นงานไม่ควรแก้ไขเกิน 1 ครั้ง เพราะจะทำให้ชิ้นงานมีขนาดที่สั้นลงไม่ได้ตรงตามแบบสั่งผลิต หากต้องการที่จะแก้ไขชิ้นงานในภายหลังควรมีการเพื่อขนาดชิ้นงานไว้ตามความเหมาะสม



ภาพ 6.43 การตรวจสอบชิ้นงานสำเร็จรูปและผ่านการควบคุมคุณภาพ

ลำดับที่ 17 นายสหัศวรรษ พรดี

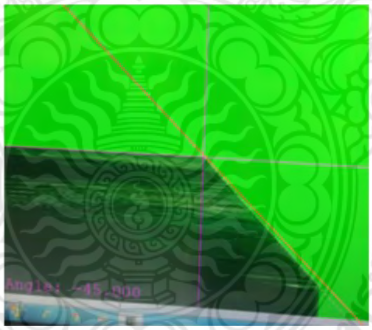
ปฏิบัติงาน ประจำสถานีงาน Tools Grinding 1 (TG1) ปฏิบัติงานเกี่ยวกับผลิตรีมเมอร์ รุ่น ER 6308 B โดยใช้เครื่อง ANCA Fast Grind CNC

พัฒนาโครงงาน เรื่อง การแก้ปัญหาค่าความเบี่ยงเบนคมตัดหน้าของรีมเมอร์

พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

ความเบี่ยงเบนหรือ Run out ของคมตัดด้านหน้ารีมเมอร์ไม่เท่ากัน



ภาพ 6.44 ตรวจสอบคมตัดด้วยโปรไฟล์โปรเจคเตอร์

การออกแบบ (Designing)

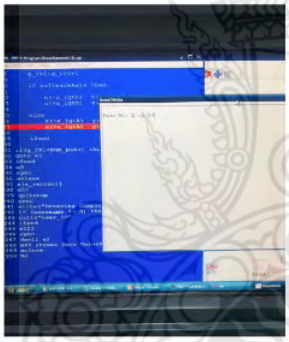
ออกแบบการแก้ไขโดยตรวจสอบโปรแกรม ตรวจสอบหน้าหินเจียระไนหากมีเศษคาร์ไบด์เกาะติดหน้าหินเจียระไน จากนั้นต้องทำการแต่งหน้าหินเจียระไนโดยการออกแบบวิธีการแต่งหน้าหินให้เหมาะสมและสามารถนำกลับไปใช้งานได้ต่อไป

(a) (b)

ภาพ 6.45 (a) หินเจียระไนที่มีเศษคาร์ไบด์ และ(b) โปรแกรมผลิตดอกรีมเมอร์

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

เตรียมหินเจียระไนความละเอียด 200 ไมโครเมตร โดยเปลี่ยน collet จากนั้นทำการเปิดโปรแกรมตามขนาดหน้าหินเจียระไนโดยการเจียระไนครั้งละ 0.010 มิลลิเมตร จำนวน 50 ครั้ง

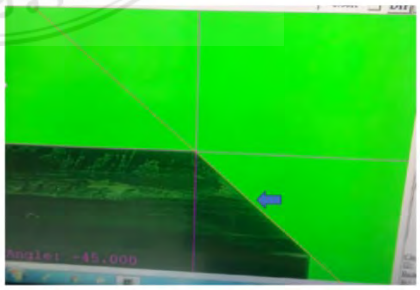


(a) (b)

ภาพ 6.46 (a) โปรแกรมออกแบบหินเจียระไน และ (b) วิธีการเจียระไนชิ้นงาน

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

หลังจากดำเนินการแก้ไข พบว่า Run out มุมองศา 45 องศา ได้ค่า Run out ไม่เกิด 0.008 มิลลิเมตร แก้ไขสำเร็จสามารถนำไปใช้ในการผลิตครั้งต่อไปได้



(a) (b)

ภาพ 6.47 (a) เศษคาร์ไบด์ยึดติดหินเจียระไน (b) รีมเมอร์ Run out

ลำดับที่ 18 นายอมรเทพ อุไรรัมย์

ปฏิบัติงาน ประจำสถานีงาน ผลิตดอกเจาะนำศูนย์ (Center Drill) THG-5DC-001

พัฒนาโครงงาน เรื่อง ปรับปรุงการเจียระไนมุมคมตัดในการผลิตดอกเจาะนำศูนย์ (Center Drill)

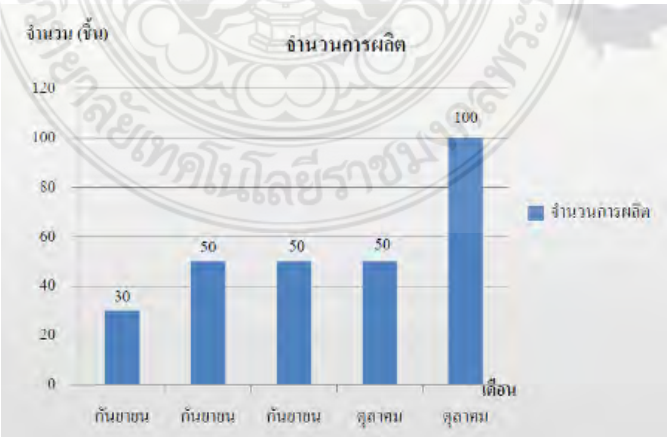
พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

เนื่องจากชิ้นงานดอกเจาะนำศูนย์ ที่ผ่านกระบวนการผลิตในสถานีงานประจำ เป็นการผลิตชิ้นงานที่ขนาดไม่เป็นไปตามแบบสั่งผลิต เนื่องจากมีปัญหาในเรื่องของ ขนาดมุมองศาฟันคมตัด ซึ่งสาเหตุของปัญหา เกิดจากวิธีการของผู้ปฏิบัติงาน ในการกำหนดค่ารายละเอียดของชิ้นงานในโปรแกรมสั่งผลิต Tool Studio และปัญหาจากความบกพร่องของผู้ปฏิบัติงานที่ไม่ตรวจสอบชิ้นงานอย่างละเอียดถี่ถ้วน

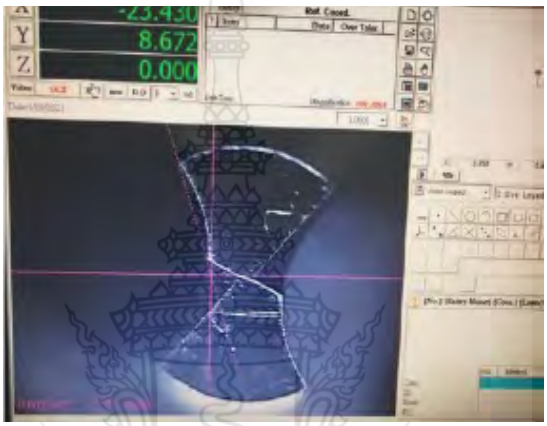
ภาพ 6.48 ดอกเจาะนำศูนย์ (Center Drill)THG–5DC–001 ไม่ได้ขนาดตามแบบ

จากข้อมูลของการผลิตดอกเจาะนำศูนย์ THG–5DC-001 ที่ไม่ตรงตามแบบ ตามภาพที่ 6.49



ภาพ 6.49 แผนภูมิจำนวนชิ้นงานที่ผลิตไม่ได้ตามแบบ

จากปัญหาดังกล่าวได้ทำการการตรวจสอบชิ้นงานโดยใช้กล้อง Micro Scope Camera วัดมุมองศาคมตัดด้วยกำลังขยาย 1.2 x เท่าพบว่าชิ้นงานมีมุมองศาคมตัด 73 องศา ซึ่งไม่ตรงตามแบบสั่งผลิต ที่กำหนดไว้ที่ 53 องศา จึงปรึกษากับหัวหน้างาน (นายประพันธ์ สังวรณ์) เกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อมุมองศาคมตัด พบว่าการกำหนดค่า Offset แกน A นั้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของมุมองศาคมตัด โดยค่า Offset ที่แกน A กำหนดค่าไว้ที่ 80 ดังภาพที่ 6.50 ส่งผลให้ชิ้นงานมีมุมองศาเท่ากับ 73 องศา ซึ่งไม่ตรงตามแบบสั่งผลิต



ภาพ 6.50 การตรวจสอบมุมคมตัด

การออกแบบ (Designing)

ออกแบบการแก้ไขปัญหาโดยกำหนดค่า Offset แกน A ใหม่โดยทำการวิเคราะห์ดังนี้ กำหนดให้ (1) มุมองศาคมตัดที่วัดได้ = 73 องศา (2) ค่า Offset แกน A = 80 (3) มุมองศาคมตัดตามแบบ = 53 องศา

สูตร (มุมองศาคมตัดที่วัดได้ – มุมองศาคมตัดตามแบบ) + ค่า Offset แกน A

จากสูตร A = (73 - 53) + 80 = 20 + 80

ดังนั้น การกำหนดค่า Offset แกน A = 100

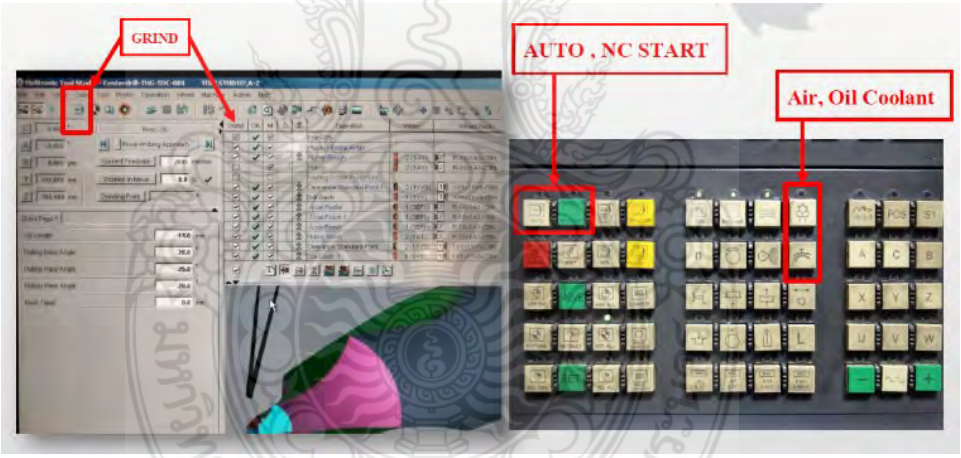
การประยุกต์ใช้ (Implementing)

1) นำค่าจากการคำนวณหาค่า Offset แกนหมุน A นำมาประยุกต์ใช้ในโปรแกรม โดยกำหนดค่า Offset แกน A เป็น 100 จากเดิม 80 โดยกำหนดในทุกคำสั่งของโปรแกรม

2) ใช้ Jig Fixture จับชิ้นงานดอกเจาะนำศูนย์ ยาว 35 มิลลิเมตร โดยใช้เวอร์เนีย (0.02) วัดความยาวการเผื่อจับ ใช้เวลา 8 วินาที

ภาพ 6.51 ภาพวัดความยาวระยะเผื่อจับชิ้นงาน

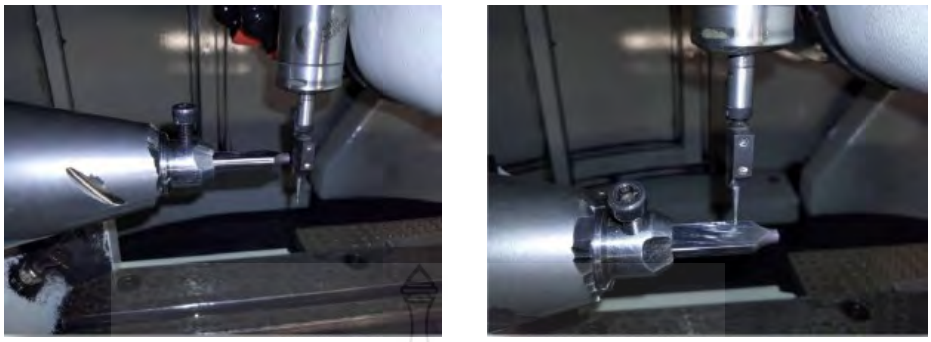
3) เปิดโปรแกรมคำสั่งทั้งหมด เลือกคำสั่ง Grind ในช่องคำสั่งทำทั้งหมด เลือกโหลดโปรแกรมมุมซ้ายบน กดปุ่ม AUTO และ NC START ให้เครื่องจักรเริ่มการทำงานตามคำสั่ง (ต้องใช้คำสั่ง Air,Oil Coolant เปิดตัวดูดอากาศและน้ำมันหล่อเย็นทุกครั้งเมื่อทำการเจียระไน)



ภาพ 6.52 แผงควบคุมเครื่องจักรจักรและตำแหน่งปุ่มกดเริ่มการทำงานตามคำสั่ง

4) Prob คำสั่งวัดชิ้นงานตัว Probing ใช้ตัว Plate แตะที่ปลายชิ้นงาน เพื่ออิงเป็นจุดศูนย์กลางงาน

5) Probing Axial Radial คำสั่งวัดแนวแกนรัศมีตัว Prob เลื่อนเข้าหาชิ้นงานจากจุดศูนย์งานเข้ามา 15 มิลลิเมตร ใช้หัว Ball แตะที่ขอบผิวงาน ใช้เวลาวัดจุดศูนย์งานรวม 18 วินาที



(a) (b)

ภาพ 6.53 (a) ภาพ Probing วัดจุดศูนย์กลาง (b) Probing Axial Radial วัดแนวแกนและรัศมี

6) Fluting Rough คำสั่งเจียระไนร่องคายเศษ (1A1) ใช้ความเร็วรอบ 3760 รอบ/นาที อัตราป้อน 50 มิลลิเมตร เผื่อค่าเก็บละเอียดไว้ 0.1 มิลลิเมตร ใช้เวลา 05:20 นาที

7) Fluting Finish คำสั่งเก็บละเอียดร่องคายเศษ (1A1) ความเร็วรอบ 4180 รอบ/นาที อัตราป้อน 63 มิลลิเมตร/นาที ใช้เวลา 01:37 นาที

ภาพ 6.54 การเจียระไนร่องคายเศษและคมตัด

8) Clearance Standard point 1 คำสั่งลับหน้ามุมรวม 120 องศามุมหลบคมตัด 10 องศา (11V9) ระยะลับหน้า 0.15 มิลลิเมตร ความเร็วรอบ 3850 รอบ/นาที อัตราป้อน 655 มิลลิเมตร/นาที ใช้เวลาในการผลิต 50 วินาที

9) Clearance Standard point คำสั่งลับหน้า (เก็บละเอียด 0.001 มิลลิเมตร) (11V9) ความเร็วรอบ 3850 รอบ/นาที อัตราป้อน 655 มิลลิเมตร/วินาที ใช้เวลา 24 วินาที

ภาพ 6.55 การลับมุมคมตัดด้านหน้าขนาด 120 องศา

10) Drill Gash 1 คำสั่งทำมุมจิก (Thinning) (1V1) ใช้ความเร็วรอบ 4140 รอบ/นาที อัตราป้อน 63 มิลลิเมตร/นาที ใช้เวลา 20 วินาที

11) Drill Gash คำสั่งทำมุมจิก (เก็บละเอียดผิว 0.001 มิลลิเมตร) Chisel 0.3+0.1 มิลลิเมตร (1V1) ใช้ความเร็วรอบ 4140 รอบ/นาที อัตราป้อน 63 มิลลิเมตร/นาที ใช้เวลา 20 วินาที

ภาพ 6.56 การลับคมตัดและมุมจิกของคัตติ้งทูลส์

12) Axial Radial คำสั่งเจียระไน (หยาบ) ความโต เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.2 มม. ควบคุมระยะ Step 8.2 ±0.5 มิลลิเมตร (3BF1) ใช้ความเร็วรอบ 3820 รอบ/นาที อัตราป้อน 395 มิลลิเมตร/นาที ใช้เวลา 02:33 นาที

13) Axial Finish1 คำสั่งเจียระไน (เก็บละเอียด1) (3BF1) ใช้ความเร็วรอบ 3820 รอบ/นาที อัตราป้อน 549 มิลลิเมตร/นาที ใช้เวลา 01:54 นาที

14) Axial Finish คำสั่งเจียระไน (เก็บละเอียดผิวคุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.0±0.08 มิลลิเมตร) (3BF1) ใช้ความเร็วรอบ 3820 รอบ/นาที อัตราป้อน 549 มิลลิเมตร/นาที ใช้เวลา 01:54 นาที

ภาพ 6.57 การเจียระไนคมตัดและกำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

15) ตรวจสอบชิ้นงานหลังจากทำการผลิต

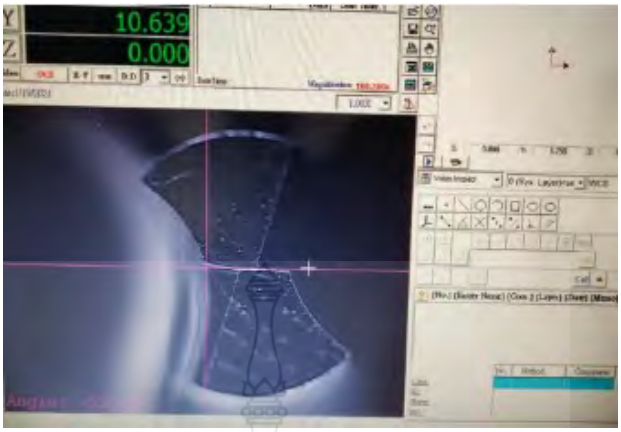
ผลการทดลองครั้งที่ 1 จากการตรวจสอบชิ้นงานพบว่ามุมองศาคมตัด มีขนาด 51.5 องศา เป็นขนาดที่ต่ำกว่าแบบที่กำหนด โดยมุมองศาจะต้องได้ 53 องศา ตามแบบจึงได้ปรับค่า Offset ใหม่ โดยคำนวณจาก A = (53-51.5) – 100 = 1.5 – 100 = 98.5 องศา ดังนั้นจะต้องทำการปรับค่า Offset เท่ากับ 98.5 องศา

ภาพ 6.58 การตรวจสอบองศามุมคมตัด

16) ดำเนินการแก้ไขครั้งที่ 2 กำหนดค่า Offset แกน A ใหม่ จากการคำนวณที่ได้คือ 98.5 องศา

17) ตรวจสอบชิ้นงานหลังจากทำการผลิต ครั้งที่ 2

ผลการทดลองครั้งที่ 2 จากการตรวจสอบชิ้นงาน วัดมุมองศาคมตัดได้ 53 องศา เป็นขนาดที่ตรงแบบสั่งผลิตที่กำหนด



ภาพ 6.59 การตรวจสอบคุณภาพคัตติ้งทูลส์เป็นแปตามแบบสั่งผลิต

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

ชิ้นงานดอกเจาะนำศูนย์ใช้เวลาเจียระไนคมตัดทั้งหมด 16 : 32 นาที/ชิ้น ผลิตชิ้นงานทั้งหมด 50 ชิ้น สามารถควบคุมคมตัดได้ไม่เกิน 53 องศา จากการสุ่มวัดทั้งหมด 20 ชิ้น ดังภาพที่ 6.60 จากวิธีการแบบใหม่โดยการกำหนดค่า Offset แกนหมุน A จากเดิม 80 องศา เป็น 98.5 องศา กำหนดเป็นมาตรฐานใหม่ในการผลิตดอกเจาะนำศูนย์ THG–5DC-001

ขนาด	จำนวนครั้ง																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(องศา)	53.3	53.2	53.3	53.2	53.1	53.4	53.3	53.1	53.3	53.2	53.3	53.2	53.2	53.5	53.3	53	53.3	53.3	53.1	53.3

= Min

= Max

ภาพ 6.60 แสดงข้อมูลการวัดมุมองศาคมตัด

ลำดับที่ 19 นายทรงวุฒิ ปาสาเณย์

ปฏิบัติงาน ประจำสถานีงาน กลึงขึ้นรูปงาน T-Slot Cutter 015 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 48 มิลลิเมตร

พัฒนาโครงงาน เรื่อง การออกแบบวิธีการผลิตเพื่อการลดเวลาการผลิต T-Slot Cutter 015 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 48 มม.

พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

เนื่องจากกระบวนการผลิตในงานกลึงขึ้นรูป T-Slot Cutter015 เส้นผ่านศูนย์กลาง 48 มิลลิเมตร มีขั้นตอนในการผลิต 4 ขั้นตอน ใช้เวลาในการผลิต 194.12 นาที/ชิ้น พบปัญหาการใช้เวลาในการผลิตส่งผลทำให้การส่งมอบงาน T-Slot Cutter 015 ไปยังสถานีต่อไปล่าช้า เกิดการรอคอย

การออกแบบ (Designing)

ออกแบบกระบวนการผลิตในงานกลึงขึ้นรูป T-Slot Cutter015 เส้นผ่านศูนย์กลาง 48 มิลลิเมตร เพื่อลดขั้นตอนในการผลิตและลดเวลาในการผลิต จากการศึกษาวิธีการลดเวลาในการผลิต T-Slot Cutter015 เส้นผ่านศูนย์กลาง 48 มิลลิเมตร พบว่าสามารถที่จะลดเวลาการผลิตได้โดยการลดขั้นตอนการผลิตที่ 3 คือ ขั้นตอนการกลึงร่อง แล้วนำไปรวมในขั้นตอนที่ 2 เนื่องจากศูนย์กลางของชิ้นงานอยู่ที่จุดเดียวกัน และไม่จำเป็นต้องตั้งซอฟจอใหม่เพราะการจับชิ้นงานคือจุดเดียวกัน คือด้านของชิ้นงานคือ เส้นผ่านศูนย์กลาง 20.5 มิลลิเมตร และกระบวนการผลิตใหม่นี้จะต้องไม่มีผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน สามารถที่จะลดเวลาในการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือตัด และการผลิตชิ้นงานลงได้ ทำให้ในกระบวนการผลิต T-Slot Cutter 015 เหลือแค่ 3 ขั้นตอน

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

มีวิธีการลดขั้นตอนการผลิต T-Slot Cutter015 เส้นผ่านศูนย์กลาง 48 มิลลิเมตร

1) ออกแบบวิธีการใส่เครื่องมือตัด โดยการเปลี่ยนตำแหน่งของคัตติ้งทูลส์เบอร์ 5 คือดอกเจาะนำศูนย์ เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ใส่ตำแหน่งเบอร์ 11 ที่ว่างอยู่โดยการเปลี่ยนจากการจับยึดด้วย Jig fixture เป็นการจับยึดด้วย Collet แทน แล้วทำการเซทตำแหน่งค่า Offset ทลูเบอร์ 11 ใหม่ จากนั้นจับยึดมีดกรุ๊ปร่อง เส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร Width 1.9 มิลลิเมตร ด้วย Jig fixture แล้วติดตั้งที่ตำแหน่งทูลเบอร์ 5 แทน

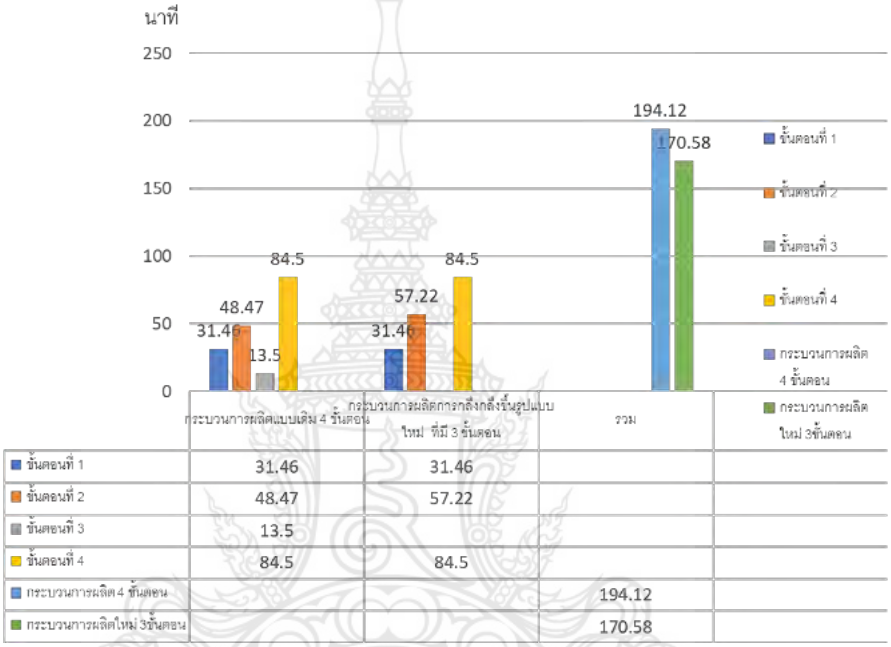
2) เขียนแบบโปรแกรมการกลึงร่อง ในขั้นตอนที่ 2 โดยการเพิ่มโปรแกรมต่อจากการคว้านรูของการทำงานสุดท้ายในขั้นตอนที่ 2 จากนั้นกำหนดตำแหน่งชิ้นงานเป็นเบอร์ 5 แล้วปรับตำแหน่งของดอกเจาะนำศูนย์เส้นผ่านศูนย์กลาง 48 มิลลิเมตร 5 มิลลิเมตร ในโปรแกรมให้เป็นเบอร์ 11 หลังจากนั้นทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรม โดยการกดที่ตำแหน่ง Test Program
ขั้นตอนการผลิตแบบใหม่ 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การกลึงขึ้นรูปด้านของชิ้นงาน พบว่าชิ้นงานได้ขนาดตามแบบสั่งผลิต (Drawing) โดยตรวจวัดขนาดด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ความละเอียด 0.02 มิลลิเมตร ใช้เวลา 28.46 นาที/ชิ้น

ขั้นตอนที่ 2 การกลึงขึ้นรูปด้านหน้าของชิ้นงาน การเจาะ การคว้าน การกรุ๊ปร่อง พบว่าชิ้นได้ขนาดตามแบบสั่งผลิต (Drawing) โดยตรวจวัดขนาดด้วยเวอเนียร์คาลิปเปอร์ความละเอียด 0.02 มิลลิเมตร ใช้เวลา 57.22 นาที/ชิ้น

ขั้นตอนที่ 3 การกัดชิ้นงานคาร์ไบด์ ซึ่งตรวจวัดขนาดของฐานที่วางคาร์ไบด์ด้วยเครื่องวัดละเอียด Profile Projector พบว่ามีขนาดตรงตามแบบสั่งผลิตคือ ลึก 3 มิลลิเมตร จากจุดศูนย์กลางของชิ้นงาน ใช้เวลา 84.50 นาที/ชิ้น

รวมเวลากระบวนการผลิตในงานกลึงขึ้นรูป T-Slot Cutter015 เส้นผ่านศูนย์กลาง 48 มิลลิเมตร แบบใหม่จำนวน 1 ชิ้น ใช่เวลาเท่ากับ 170.58 นาที



ภาพ 6.61 กราฟเปรียบเทียบการใช้เวลาในกระบวนการผลิต T-slot Cutter015

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

เปรียบเทียบเวลากระบวนการผลิตในงานกลึงขึ้นรูป T-Slot Cutter015 เส้นผ่านศูนย์กลาง 48 มิลลิเมตร พบว่า กระบวนการผลิตงานกลึงขึ้นรูปแบบ 4 ขั้นตอน ใช้เวลาในการผลิตทั้งหมด 179.13 นาที/ชิ้น และกระบวนการผลิตการกลึงขึ้นรูปแบบใหม่ ที่มี 3 ขั้นตอน ใช้เวลาในการผลิตทั้งหมด 170.58 นาที/ชิ้น ดังนั้น กระบวนการผลิตการกลึงขึ้นรูปแบบใหม่ ที่มี 3 ขั้นตอน สามารถลดเวลาในการผลิต T-Slot Cutter015 เส้นผ่านศูนย์กลาง 48 มิลลิเมตร ได้ 8.15 นาที/ชิ้น

สรุป กระบวนการผลิตการกลึงขึ้นรูปแบบใหม่ สามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงในกระบวนการกลึงขึ้นรูป T-Slot Cutter015 เส้นผ่านศูนย์กลาง 48 มิลลิเมตร

ลำดับที่ 20 นายวุฒิศักดิ์ สาสีดา

ปฏิบัติงาน ประจำสถานี เจียระไนทังสเตนคาร์ไบด์ Preform อัดขึ้นรูปชิ้นงาน

พัฒนาโครงงาน เรื่อง ศึกษาการผลิตและออกแบบดอกเจาะคว้านรู (Step drill) จากผงทังสเตนคาร์ไบด์ที่นำกลับมาใช้ใหม่

พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

เนื่องด้วยบริษัท อาร์.เอส.คาร์ไบด์ โปรดักท์ จำกัด เป็นบริษัทผู้ผลิตชิ้นงานทังสเตนคาร์ไบด์ ซึ่งในการผลิตชิ้นงานทังสเตนคาร์ไบด์นั้นมีของเสียเกิดขึ้น คิดเป็นร้อยละ 0.94 (จากข้อมูล Key Performance Indicator KPI ปี 2563) ซึ่งสาเหตุหลักๆของงานเสียคือชิ้นงานแตกหรือบิ่น ร้าว

การออกแบบ (Designing)

ออกแบบการแก้ไขโดยการนำชิ้นงานเสียในกระบวนการอัดขึ้นรูป ไม่ผ่านกระบวนการอบผนึก นำมาบดและกรองผงวัสดุเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งผงทังสเตนคาร์ไบด์ที่นำกลับมาใช้ใหม่ ไม่สามารถผลิตเป็นสินค้าให้ลูกค้าได้ จึงได้ออกแบบดอกเจาะคว้านรู (Step Drill) เพื่อเพิ่มมูลค่าของทังสเตนคาร์ไบด์ และเพื่อได้ผลิตเครื่องมือตัดใช้ในการผลิตต่อไป

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

ในสร้างดอกเจาะคว้านรูได้นำผงทังสเตนคาร์ไบด์ที่ได้จากการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ มาอัดขึ้นรูปและอบผนึกเพื่อให้ทังสเตนคาร์ไบด์มีความแข็ง จากนั้นนำชิ้นงานที่อบผนึกแล้วมาเจียระไนเพื่อทำดอกเจาะคว้านรู (Step drill) ทำการเจียระไนคมตัด

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

ได้ดอกเจาะคว้านรู (Step drill) ไว้ใช้งานในสถานประกอบการซึ่งเป็นการนำของเสียของทังสเตนคาร์ไบด์นำกลับมาใช้ใหม่ ให้มูลค่าและได้มีการเก็บสถิติการวัดขนาดของชิ้นงานหลังจากการอบผนึก วัดขนาดจำนวน 30 ครั้งมีการเก็บสถิติเป็นมิลลิเมตร

ลำดับที่ 21 นายณัฐ เชื้อภิชาติบุตร

ปฏิบัติงาน การขายและบริการ (Service) หลังการขาย

พัฒนาโครงงาน เรื่อง เพิ่มอายุการใช้งานของดอกสว่าน

พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

เนื่องจากต้องการยืดอายุการใช้งานของดอกสว่านโดยการใช้คูลแลนท์ของบริษัท เพื่อผลิตชิ้นงานได้มากขึ้นและลดต้นทุนของการเปลี่ยนดอกเจาะ เพราะเครื่องเจาะ CNC ยี่ห้อHaas รุ่น MDC500 ใช้ความเร็วรอบอยู่ที่ 1000 รอบ/นาที อุณหภูมิอยู่ที่ 600 องศาเซลเซียส (โดยไม่มีคูล

แลนท์) ใช้ดอกเจาะคาร์ไบด์ที่ใช้เจาะ Aluminum Alloy 383 (ADC12) ขนาดรูไดมิเตอร์ 3 มิลลิเมตร ลึก 10 มิลลิเมตร มีความร้อนสูงและน้ำยาเก่าทนแรงเสียดทานได้ไม่ดี จึงสามารถเจาะรูได้ 30,500 รู ในระยะเวลา1ปี

การออกแบบ (Designing)

ออกแบบหาแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยเลือกน้ำยาคูลแลนท์ที่มีคุณลักษณะที่ลดแรงเสียดทานระหว่างดอกเจาะกับชิ้นงานได้ดี เลือกใช้คูลแลนท์แบบผสมน้ำ เพราะคูลแลนท์แบบผสมน้ำระบายความร้อนได้ดี คูลแลนท์แบบผสมน้ำ จะมีอุณหภูมิอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิจากห้องปฏิบัติงาน) เมื่อเริ่มเจาะรูจะมีอุณหภูมิอยู่ที่ 30-35 องศาเซลเซียส ซึ่งจุดเดือดของคูลแลนท์แบบผสมน้ำอยู่ที่ 128 องศาเซลเซียส

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

เตรียมน้ำ 190 ลิตร หัวเชื้อน้ำยาคูลแลนท์ 8.4 ลิตร เพื่อใส่ในอ่างเก็บน้ำยาคูลแลนท์ของ Haas รุ่นMDC500 มีขนาด 200 ลิตร ล้างน้ำมันเก่าออกจากเครื่อง Haas รุ่น MDC500 เติมน้ำยาใหม่ปริมาณ 198.4 ลิตร และทดลองเป็นเวลา1ปี

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

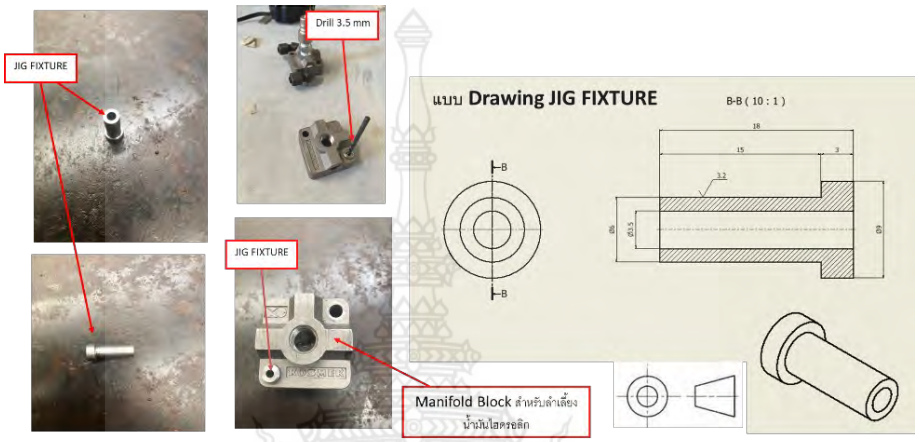
เครื่อง CNC รันงานเป็นเวลา 6 เดือนพบว่าสภาพดอกคาร์ไบด์ดีกว่าคูลแลนท์ที่เคยใช้ในระยะ 6 เดือนแรก

ลำดับที่ 22 นายจักรกริศน์ พ่อปากดี
ปฏิบัติงาน ประกอบเครื่องจักรและติดตั้งเครื่องจักร
พัฒนาโครงงาน เรื่อง การเจาะรูยึดบล็อกน้ำมันสำหรับติดตั้งชุด Auto Clamp แม่พิมพ์เข้ากับเครื่องปั๊มเหล็ก (Press Machine)
พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO
การตั้งปัญหา (Conceiving)

เนื่องจากการเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 มิลลิเมตร ไม่ตรงจุดศูนย์กลาง ทำให้ไม่สามารถประกอบตัวบล็อกของชุด Hydraulic Auto Clamp ได้ ส่งผลให้เวลาในการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มขึ้น ถ้าระยะของบล็อกเอียงหรือไม่ได้ขนาดตามแบบ จะทำให้ข้อต่อนั้นเอียง และไม่สามารถล็อคได้แน่น และเมื่อปั๊มไฮดรอลิกทำการลำเลียงน้ำมันมาตามท่อ จะทำให้น้ำมันเกิดการรั่วซึมและ Clamp ไม่สามารถทำงานได้

การออกแบบ (Designing)

ออกแบบการแก้ไขโดยการสร้างอุปกรณ์จับยึดและนำเจาะ (Jig and Fixture) สำหรับเจาะรูนำศูนย์ เพื่อประคองดอกสว่านให้อยู่กึ่งกลางของรูที่จะจับยึด ออกแบบอุปกรณ์สำหรับนำเจาะรูที่จุดศูนย์กลางตามกำหนด



ภาพ 6.62 การออกแบบทำอุปกรณ์นำเจาะสำหรับเจาะรูนำจุดศูนย์กลาง

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

นำไปใช้ในการเจาะยึดติดตั้งอุปกรณ์จำนวน 3 เครื่อง ให้กับลูกค้า ที่บริษัท WASIN TECH จังหวัด ชลบุรี และงานสำเร็จเรียบร้อยก่อนกำหนด 1 วัน

1.วัดแบบให้ได้ตาม Drawing ระยะที่จะติดตั้ง

2. ทำการเจาะยึดโดยใช้ JIG FIXTURE โดยใช้ Drill 3.3 mm เจาะนำ และตามด้วย Drill 5.2 mm และทำเกลียวด้วย TAP M6*1.0

รูปจากการเจาะงานโดยใช้ JIG FIXTURE

ภาพ 6.63 การนำไปใช้เจาะรู ติดตั้งชุด Auto Clamp ที่บริษัท WASIN TECH จังหวัด ชลบุรี

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

นำไปใช้เป็นมาตรฐานของการติดตั้งชุด Hydraulic Auto Clamp ของบริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด ทำงานเสร็จภายใน 1 วัน จากกำหนดการ 2 วัน ทำเป็นมาตรฐานสำหรับการติดตั้งในงานติดตั้ง Hydraulic AUTO CLAMP ของบริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด

ภาพ 6.64 ภาพงานที่ติดตั้งชุด Auto Clamp

ลำดับที่ 23 นายอาทร แสงรัตน์

ปฏิบัติงาน ผลิตเพลาของเครื่องคลายม้วนเหล็ก Reel Stand รุ่น RM-150MF ที่สถานีงาน กลึงขึ้นรูป

พัฒนาโครงงาน เรื่อง ปรับปรุงวิธีปฏิบัติงาน Work Instruction ของแผนกกลึงขึ้นรูป

พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

เนื่องจากคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันรูปแบบของฮาร์ดดิสก์เป็นแบบฮาร์ดดิสก์ Drive : HDD จึงทำให้ การใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรมหรือลงโปรแกรมลง OS ใหม่ช้า ความเร็วในการเขียนและอ่านข้อมูลสำหรับฮาร์ดดิสก์หนึ่งชุด เมื่อถูกพักจากการใช้งานเป็นเวลานาน แล้วกลับมาใช้งานอีกครั้ง จะต้องรอรอบการหมุนของฮาร์ดดิสก์ให้ได้ความเร็วเหมาะสม จนเกิดความหน่วงในการเรียกและประมวลผลข้อมูลขึ้นมาแสดง อาจจะใช้เวลาหลายวินาทีในการดึงข้อมูลขึ้นมาแสดง การทำงานของฮาร์ดดิสก์อาจมีเสียงรบกวน โดยเฉพาะช่วงที่มีการเขียนหรืออ่านข้อมูลบนจานแม่เหล็กและการใช้งานของฮาร์ดดิสก์นั้น เมื่อใช้งานเป็นเวลานานๆ

การออกแบบ (Designing)

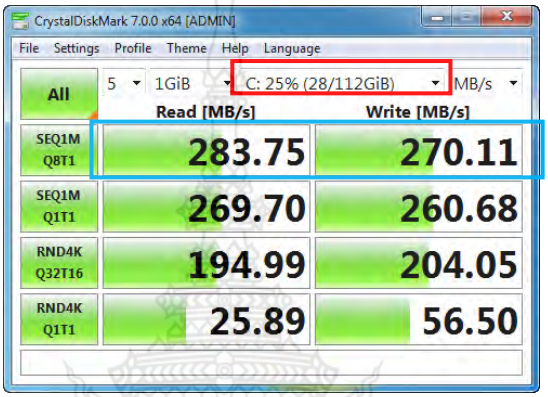
ออกแบบการแก้ไขโดยเปลี่ยนฮาร์ดดิสก์จากฮาร์ดดิสก์ Drive เป็น SSD เริ่มจากการตรวจสอบ Ram ของเครื่อง ต้องมากกว่า 4-8GB และเปลี่ยนฮาร์ดดิสก์จากฮาร์ดดิสก์ Drive : HHD เป็น Solid State Drive : SSD เพื่อความรวดเร็วในการใช้งาน

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

ติดตั้ง Solid State Drive : SSD เพิ่มจากของเดิมที่เป็นฮาร์ดดิสก์ Drive : HHD

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

ทดสอบความเร็ว ของ SSD เมื่อติดตั้งแล้วเสร็จ จากรูปที่ 6.65 ในกรอบสีแดงจะเห็นว่าSSD เครื่องนี้ที่ใช้เป็นขนาด 120 GB (ใช้ได้จริง 111 GB) ในกรอบสีฟ้าคือมีความเร็วในการอ่านอยู่ที่ 283.75 MB/s และการเขียน 270.11 MB/s เท่ากันว่าเครื่องนี้ใช้ SSD แบบ SATA



ภาพ 6.65 การทดสอบความเร็ว ของ SSD หลังการติดตั้งเครื่องจักร

ลำดับที่ 24 นายนฤพนธ์ นิรันดร

ปฏิบัติงาน ออกแบบและเขียนแบบสินค้าให้ตรงตามความต้องการของลูกค้า

พัฒนาโครงงาน เรื่อง พัฒนาระบบลำเลียงชิ้นงานให้เป็นระบบอัตโนมัติ

พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

เนื่องจากต้องการลำเลียงชิ้นงานให้เป็นอัตโนมัติ (ลูกค้ากำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก(OD) เท่ากับ 58.40 มิลลิเมตร ขนาดเล็กเท่ากับ 12.00 มิลลิเมตร) งานโตสูงสุดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 58.4 มิลลิเมตร ขนาดงานเล็กสุดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.00 มิลลิเมตร ไม่สามารถลำเลียงงานขึ้นไปให้ Robot ได้ เนื่องจาก ขนาดของบ่าที่ลำเลียงขึ้นไปมีความกว้างเท่ากับ 35.00 มิลลิเมตร งานเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.00 มิลลิเมตร และ19.00 มิลลิเมตร

การออกแบบ (Designing)

ออกแบบชุดลำเลียงเฉพาะงานขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.00 มิลลิเมตรใหม่และชุดยกด้านหน้าก่อนถึง Robot ต้องเปลี่ยนขนาดได้ ระบบออกแบบทำการออกแบบงานสองมิติ (2D) โดยใช้โปรแกรม Auto CAD เป็นเวลา 2 วัน และให้หัวหน้างานตรวจสอบ เมื่อหัวหน้างานอนุมัติแบบแล้วนำไปออกแบบ 3 มิติ และทำแบบสั่งผลิต โดยใช้เวลา 1 วัน ตรวจสอบแบบ ทำการทบทวนความถูกต้องของแบบแล้วทำการขออนุมัติแบบก่อนสั่งผลิต

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

ประชุมและวางแผนงาน เครื่อง DESTACKER (DKR-250) สั่งซื้อวัตถุดิบ เช่น อุปกรณ์มาตรฐานงานตัด Laser Finishing Plate วัตถุดิบเหล็กเพลากลม และสี เป็นต้น ส่งมอบแบบสั่งผลิตให้แผนก Production Planning เพื่อแจกจ่ายงานไปแผนกต่างๆ คือแผนกงานกลึง (Lathe) แผนกงานกัด (Milling) แผนกงานเชื่อม (Welding) แผนกงาน (Quality Control QC) แผนกงานประกอบ (Assembly)

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

ผู้อนุมัติแบบ นายสิทธิชัย ทองมา ตำแหน่ง กรรมการผู้จัดการบริษัท และหัวหน้าแผนกออกแบบ ขั้นตอนการทำงานเมื่อแต่ละแผนกได้รับแบบไปแล้ว ทำการศึกษาแบบ และจัดทำคู่มือปฏิบัติงาน (WI) จัดเตรียมอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน และเครื่องมือในการวัดให้เรียบร้อย ลงมือปฏิบัติงานตามแบบแผน และปฏิบัติงานตามคู่มืออย่างระมัดระวัง เมื่อปฏิบัติงานเสร็จแล้วทำความสะอาดตกแต่งผิวชิ้นงานแล้วนำส่งแผนกควบคุมคุณภาพ (QC) เมื่อตรวจวัดขนาดแล้ว นำส่งมอบงานให้แผนกประกอบเพื่อนำไปประกอบต่อไป

ลำดับที่ 25 นายเกียรติพงศ์ ทองอนันท์

ปฏิบัติงาน ควบคุมเครื่องจักร CNC Machining Center บำรุงรักษาเครื่องจักรในการผลิต ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้งาน เขียนโปรแกรม Solid Cam ทำความสะอาดแผนก

พัฒนาโครงงาน เรื่อง ศึกษาเพื่อพัฒนากระบวนการผลิต bolster

พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

รับแบบงาน (Drawing) ใบ inspection ใบ work induction ใบรายการ cutting tool และใบสั่งผลิตชิ้นงาน

(a) (b)

ภาพ 6.66 (a) แบบสั่งผลิต bolster และ (b) ชิ้นงานน้ำหนัก 1,600 กิโลกรัม

การออกแบบ (Designing)

ออกแบบการจับยึดงาน ความเร็วรอบ อัตราการป้อนของคัตติ้งทูลส์แต่ละชนิดให้เหมาะกับชิ้นงานเหล็กหล่อ FC350 ตามข้อกำหนดที่เป็นมาจตรฐานการใช้งานของเครื่องเพื่อการผลิต

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

ใช้เวลาผลิตงาน 4 วัน จำนวน เพื่อการผลิต BOISTER ใช้เวลา 4 ชั่วโมงในการจับยึดงานและปรับตั้งให้ชิ้นงานสามารถทำงานได้ ใช้เวลา 30 นาทีในการเตรียม cutting tool และ set tool ใช้เวลา 10 นาที ในการ set origin (x,y) ใช้เวลา 40 ชั่วโมงในการผลิตชิ้นงานจนเสร็จ ใช้เวลา 30 นาที ในการแต่งคม และลบครีบของงาน เริ่มงานวันศุกร์ที่ 5 ธันวาคม 2563 เสร็จ วันพุธที่10 ธันวาคม 2563

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

ผลิตงานได้ตามแบบไม่มีงานเสียและส่งงานให้แผนกถัดไป (QC) นางสาวสุธาสินี มังจันทึก เซ็นรับงานเพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพงาน และส่งลูกค้าวันพฤหัสบดี ที่ 11 ธันวาคม 2563 สามารถเป็นคู่มือในการทำงาน และเป็นมาตรฐานเวลาคือ 50.10 ชั่วโมง ในงานชิ้นต่อไป

ลำดับที่ 26 นายกิตติภณ สีทับทิม

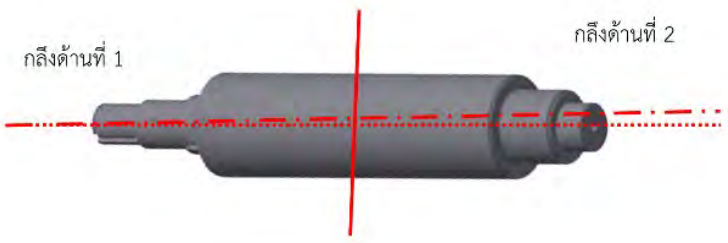
ปฏิบัติงาน ประจำสถานีงาน สร้างและซ่อมบำรุงเครื่องจักรอัตโนมัติ ประจำสถานีงานประกอบไฟฟ้า (Assembly)

พัฒนาโครงงาน เรื่อง ศึกษาการแก้ไขปัญหาความไม่ร่วมศูนย์ชิ้นงานกลึงขึ้นรูป

พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO

การตั้งปัญหา (Conceiving)

ศึกษาการแก้ไขปัญหาความไม่ร่วมศูนย์ชิ้นงานกลึงขึ้นรูป ชิ้นงานไม่รวมศูนย์ ใช้เวลาตั้งศูนย์ชิ้นงานในการกลึงด้านที่ 2 มาก ชิ้นงานไม่ผ่านการตรวจคุณภาพ QC = NG สาเหตุเกิดจากการจับยึดชิ้นงานใช้เป็นวิธียันศูนย์ท้ายข้างเดียว ส่งผลให้เวลากลึงด้านที่ 2 ตั้งศูนย์ชิ้นงานยากเวลาในการผลิตจึงเพิ่มขึ้น ผู้ปฏิบัติจำเป็นต้องใช้ประสบการณ์สูง



ภาพ 6.67 ภาพชิ้นงานไม่รวมศูนย์

ภาพ 6.68 ภาพการจับยึดชิ้นงานยันศูนย์ท้ายข้างเดียว

การออกแบบ (Designing)

เปลี่ยนวิธีการจับยึดชิ้นงานใหม่ใช้ยันศูนย์ดันชิ้นงานทั้ง 2 ข้าง ออกแบบวิธีการแก้ไขคือทำ Jig ปอกเพื่อใส่ยันศูนย์กับหัว Spindle ของเครื่องกลึง และทำ Jig นำพาชิ้นงานให้หมุนไปตามหัว Spindle โดยจะใช้ร่วมกับห่วงพา

ภาพ 6.69 การจับยึดชิ้นงานใหม่ใช้ยันศูนย์ดันชิ้นงานทั้ง 2 ข้าง

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

นำวิธีจับยึดด้วยยันศูนย์ไปใช้งาน

ภาพ 6.70 ภาพการจับยึดชิ้นงานก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

พบว่า ชิ้นงานมีความร่วมศูนย์ งานเสียลดลง ติดตั้งง่าย ไม่ต้องตั้งศูนย์ชิ้นงาน เวลาในการผลิตเพิ่มขึ้นเพราะความเร็วในกลึงชิ้นงานลดลงเนื่องจากชิ้นงานถูกจับยึดด้วยยันศูนย์ทั้ง 2 ข้างจึงทำให้เกิดแรงสั่นสะเทือนสูง

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

นำวิธีการจับชิ้นงานแบบใหม่ใช้ยันศูนย์ชิ้นงานทั้ง 2 ข้าง แก้ไข WI work instruction เดิมเพื่อการปฏิบัติไปในทางเดียวกันและเป็นมาตรฐานใหม่ Jig ผู้อนุมัติแบบ คุณ เจตษฎา (หัวหน้า Production)

ลำดับที่ 27 นายรณกร เสาทอง
ปฏิบัติงาน เจ้าที่ห้องปฏิบัติการ วิศวกรรมศาสตร์ สาขาโยธา
พัฒนาโครงงาน เรื่อง การผลิตชิ้นส่วนเพลาลูกเบี้ยวของเครื่องร่อนทราย
พัฒนาสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียนรู้ CDIO
การตั้งปัญหา (Conceiving)

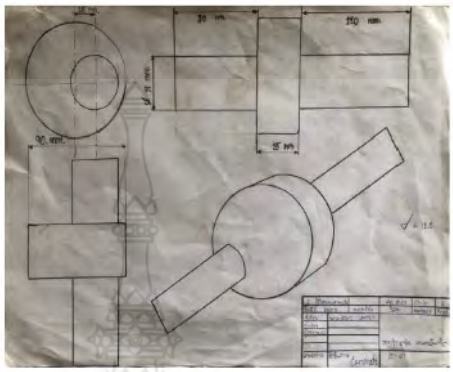
เนื่องจากการทดสอบในห้องทดลองคอนกรีต ต้องใช้เครื่องร่อนตะแกรง ร่อนทรายให้ได้ตามขนาดที่ต้องการแล้วจึงนำทรายไปทำการทดสอบ พบเครื่องร่อนตะแกรงที่ผ่านการใช้งานมาเป็นเวลานาน ทำให้เกิดปัญหาเพลาลูกเบี้ยวของเครื่องร่อนตะแกรงเกิดการสึกหรอและเพลาขาดบ่อยครั้ง ส่งผลให้เกิดปัญหาไม่มีเครื่องมือใช้ในการเรียนภาคปฏิบัติคอนกรีต

ภาพ 6.71 เพลาลูกเบี้ยวที่เกิดการสึกหรอ

การออกแบบ (Designing)

ออกแบบและเปลี่ยนชิ้นส่วนเพลาลูกเบี้ยวเครื่องร่อนตะแกรงขึ้นมาใหม่ โดยกระบวนการกลึงขึ้นรูปการออกแบบวิธีการด้วยการสังเกตการทำงานของเพลาลูกเบี้ยวอย่างละเอียดในจุดที่เสียหาย

บ่อยครั้ง และทำการออกแบบชิ้นส่วนเพลาลูกเบี้ยวขึ้นมาใหม่โดยวิธีการเขียนแบบสั่งผลิต และออกแบบการเลือกใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงและคงทนกว่าเดิมโดยนำไปกลึงขึ้นรูปเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่และใช้วัสดุใหม่



ภาพ 6.72 แบบสั่งผลิตเพลาลูกเบี้ยว

การประยุกต์ใช้ (Implementing)

ทำการปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนเพลาลูกเบี้ยวเครื่องร่อนตะแกรงขึ้นมาใหม่ โดยใช้วัสดุเหล็ก SCM 440 และผ่านกระบวนการกลึงขึ้นรูป

(a) (b)

ภาพ 6.73 (a) การประกอบลูกปืน (b) ชิ้นส่วนเพลาลูกเบี้ยวสำเร็จรูป

การนำไปใช้เพื่อการผลิตจริง (Operating)

นำมาติดตั้งที่เครื่องร่อนตะแกรงเพื่อทดสอบการทำงาน โดยการทดสอบในจับเวลา 22 ชั่วโมงขณะทำงาน และบันทึกผล นำผลจากการทดสอบมาเทียบความแตกต่างจากการทำงานของชิ้นส่วนเก่า และนำไปจัดเก็บที่ห้องปฏิบัติการคอนกรีตเพื่อให้มีเครื่องมือที่พร้อมใช้งานและมีมาตรฐานในการทดสอบคอนกรีต ลดปัญหาอุปกรณ์เครื่องมือเสียหายเมื่อใช้ในห้องทดลอง ลดปัญหาการส่งงานซ่อม และลดค่าใช้จ่ายจากการซื้อเครื่องมือชุดใหม่

6.4 ผลการพัฒนาผู้เรียนแบบบูรณาการ

6.4.1 ผลการเรียนในสถานประกอบการ

พัฒนาผู้เรียนในโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ โดยกำหนดคุณสมบัติของผู้เรียน โดยการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ จึงจะเป็นการเรียนกับการปฏิบัติงานและได้รับการคัดเลือกเป็นนักศึกษาในโครงการ ด้วยการปฏิบัติงานในสถานประกอบการเพื่อการสร้างผลิตภัณฑ์คัตติ้งทูลส์ (Cutting tool products) ในสถานที่ทำงานจริง เป็นการพัฒนาทักษะผู้เรียนโดยตรง ประกอบด้วยการเรียนรู้ด้านต่างๆ ทางวิศวกรรม ได้แก่ ศึกษาสมบัติของวัสดุ รายละเอียดเครื่องจักรกลการผลิต กรรมวิธีการผลิต ปฏิบัติการผลิตสินค้าคัทติ้งทูลส์ ศึกษาระบบการผลิต การตรวจสอบ และการจำหน่ายผลผลิต โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์คัตติ้งทูลส์ การบริการในระบบการผลิตและส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้ลูกค้า โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ระบบ Conceiving, Designing, Implementing และ Operating ในการประยุกต์เนื้อหารายวิชาในหลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหกรรม (Industrial Engineering)

6.4.2 พัฒนาทักษะวิชาชีพจากการปฏิบัติในสถานที่จริง (Work place) มาตรฐาน CDIO

ผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะการทำงาน ประกอบด้วย ทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล พร้อมกับการให้ความสำคัญกับการฝึกผู้เรียนให้คิดวิเคราะห์เข้าใจหลักการทางวิศวกรรมพร้อมกับการปฏิบัติ (Hands-on) โดยการสร้างผลิตภัณฑ์ เรียนรู้วิธีการผลิต เข้าใจแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์และตรวจสอบผลิตภัณฑ์ เป็นการพัฒนาทักษะผู้เรียนจำนวน 27 คน

6.4.3 ผลการบูรณาการเนื้อหารายวิชากับการทำงานในสถานที่ผลิตสินค้าในอุตสาหกรรม

การบูรณาการปฏิบัติงานและเนื้อหารายวิชา ครอบคลุมการปฏิบัติและประยุกต์พื้นฐาน ประกอบด้วย วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร ทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร วิชาแคลคูลัส 1 ฟิสิกส์ทั่วไป 1 การเขียนแบบวิศวกรรม วัสดุวิศวกรรม การบริหารโครงงานและนวัตกรรมเทคโนโลยี ปรากฏว่าผลิตผล ผู้เรียนมีสมรรถนะเพิ่มขึ้นจากการผลิตคัตติ้งทูลส์ตามแบบผลิตและนำไปใช้งานตามเป้าหมายลูกค้ายอมรับ

6.4.4 โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ของผู้เรียน

การพัฒนาโครงงานแบบบูรณาการ ผลดำเนินการประยุกต์เนื้อหารายวิชากับการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์คัทติ้งทูลส์ ผู้เรียนปฏิบัติงานผลิตหรือสร้างผลิตภัณฑ์ในสถานีงาน ฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะและประสบการณ์ Design-Implement กับการผลิตผลิตภัณฑ์พิเศษ (Special product) กำหนดปัญหา (Conceive) โดยหัวหน้างาน ผู้เรียนปฏิบัติงานสร้างผลิตภัณฑ์โดยบูรณาการรายวิชาเรียนตลอดภาคเรียน มีหน้าที่ผลิตผลงานออกมาเป็นผลิตภัณฑ์คัทติ้งทูลส์ ผู้สอนและหัวหน้างาน (ที่มีคุณวุฒิตามเกณฑ์ กว.) ทำหน้าที่บูรณาการองค์ความรู้พัฒนาผู้เรียนให้คิดวิเคราะห์เป็นระบบและปฏิบัติให้เกิดทักษะวิชาชีพ C = ตั้งปัญหาได้ D = ออกแบบได้ I = นำไปฝึกปฏิบัติ ผลิตผลงานตรงการออกแบบได้ O = ผลการพัฒนานำไปเป็นมาตรฐานการผลิตคัทติ้งทูลส์ได้

6.4.5 ผลผลิตสินค้าชนิดคัตติ้งทูลส์โดยปฏิบัติงานคือการเรียน

1) ผลจากการผลิตสินค้าคัทติ้งทูลส์พัฒนาทักษะส่วนบุคคล
2) ผลจากการผลิตสินค้าคัทติ้งทูลส์พัฒนาทักษะระหว่างบุคคล (เช่น การทำงานกลุ่ม การแก้ปัญหาร่วมกัน)
3) การนำเสนอและรายงานผลปฏิบัติงานและพัฒนางาน
4) การเรียนการสอนในสถานประกอบการและในชั้นเรียน

6.4.6 ประเมินสมรรถนะผู้เรียนแบบบูรณาการครอบคลุมวิชาเรียนตลอดภาคเรียน

1) ทดสอบสมรรถนะผู้เรียน โดยการปฏิบัติมีทักษะสูงขึ้น
2) ผลสะท้อนจากหัวหน้างาน ปรากฏว่าเป็นที่ยอมรับในสมรรถนะในการปฏิบัติและผลิตผลงานตามแบบ
3) ผลสะท้อนจากสถาบันการศึกษาเดิมต้องการพัฒนานักศึกษาให้มีรุ่นถัดไป
4) ผลสะท้อนจากอาจารย์ผู้สอน ควรปรับปรุงทักษะการคิดวิเคราะห์ด้านทักษะคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ และภาษาอังกฤษ
5) ผลสะท้อนจากผู้ร่วมงานในสถานประกอบการควรปรับปรุงด้านมนุษยสัมพันธ์และการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น
6) ผลสะท้อนจากลูกค้า พิจารณาจากการใช้งานและยังไม่มีร้องเรียนด้านคุณภาพสินค้าและการส่งมอบ
7) ผลสะท้อนจากระบบห่วงโซ่อุปทาน (Supply Cain) ปรากฏว่าองค์ความรู้ด้านการพัฒนาคัตติ้งทูลส์ควรมีให้ผู้เรียนมากขึ้นโดยการพัฒนาสินค้าใหม่ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะสูง

6.5 ประเมินผลการประยุกต์ทฤษฎีกับการทำงานในสถานประกอบการ

ตาราง 6.3 การปฏิบัติงานเป็นการเรียนรู้วิชาชีพวิศวกรรม

ที่	วิชา	ประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ
1	ทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	ติดต่อกับชาวต่างชาติเมื่อมีการเข้าเยี่ยมชมกระบวนการผลิต
2	กระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	ปฏิบัติการผลิตหรือสร้างคัตติ้งทูลส์ในสถานประกอบการ
3	แคลคูลัส 1	การคำนวณพื้นที่ และปริมาตรคัตติ้งทูลส์

ตาราง 6.3 การปฏิบัติงานเป็นการเรียนรู้วิชาชีพวิศวกรรม (ต่อ)

ที่	วิชา	ประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ
4	ฟิสิกส์ทั่วไป 1	การคำนวณแรงกระทำต่อคมตัด แรงโน้มถ่วงที่เกิดกับการขึ้นรูปคัตติ้งทูลส์
5	การเขียนแบบวิศวกรรม	การเขียนแบบผลิตภัณฑ์(Product) คัทติ้งทูลส์
6	วัสดุวิศวกรรม	การกำหนดสมบัติของวัสดุ
7	นวัตกรรมเทคโนโลยี	ศึกษากระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม
8	การบริหารโครงการ	1.เขียนโครงงานประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงาน 2.บริหารงานโดย พัฒนาเทคนิคการอ่านแบบ การวางแผนการผลิต การตรวจสอบ การส่งมอบ การบริการรายวัน รายสัปดาห์ รายเดือนและรายปี 3.การบันทึกสมุดสะสมผลงาน 4.การประยุกต์ CDIO ในงานประจำเพื่อพัฒนางานตามระบบ 5.การนำเสนอผลงาน และการทำงานกลุ่ม 6.การส่งมอบงาน การเงิน บัญชีและลูกค้าสัมพันธ์

6.6 ทักษะการปฏิบัติงานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพวิศวกร

ปฏิบัติงานขึ้นรูปโลหะตามแบบด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ (CNC Machining control) ลักษณะงานของผู้เรียน แต่ละคน ประกอบด้วยปฏิบัติงานขึ้นรูปโลหะตามแบบ ปฏิบัติงานขึ้นรูปคัทติ้งทูลส์ตามแบบ ปฏิบัติงานแก้ไขปัญหาชิ้นส่วนเครื่องจักรอัตโนมัติ ปฏิบัติงานแก้ไขปัญหาระบบหล่อลื่น ปฏิบัติงานแก้ไขปัญหาข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ปฏิบัติงานและแก้ไขปัญหาในโรงงาน ปฏิบัติงานเขียนแบบคัทติ้งทูลส์และรวบรวมข้อมูลเพื่อการผลิต ปฏิบัติงานผลิตชิ้นส่วนส่งกำลังของเครื่องจักรกลตามแบบ ปฏิบัติงานระบบบริการลูกค้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ปฏิบัติงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลตามแบบและติดตั้งเครื่องจักร ปฏิบัติงานปรับปรุงอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์ ปฏิบัติงานเขียนแบบและประเมินความต้องการของลูกค้า ปฏิบัติงานผลิตชิ้นส่วนส่งกำลังของเครื่องจักรกลตามแบบ ปฏิบัติงานผลิตเครื่องจักรกลตามแบบ ปฏิบัติงานควบคุมห้องปฏิบัติการจัดทำข้อมูลอุปกรณ์และเครื่องจักรเพื่อใช้ในการเรียนการสอน ปฏิบัติงานเชื่อมและโลหะแผ่น ปฏิบัติงานการใช้เครื่องมือวัดละเอียด ปฏิบัติงานการตรวจสอบผลผลิต โดยผู้เรียนจำนวน 27 คนปฏิบัติงานในสถานประกอบการพร้อมกับการเรียนการสอนในสถานที่ทำงานและในมหาวิทยาลัย

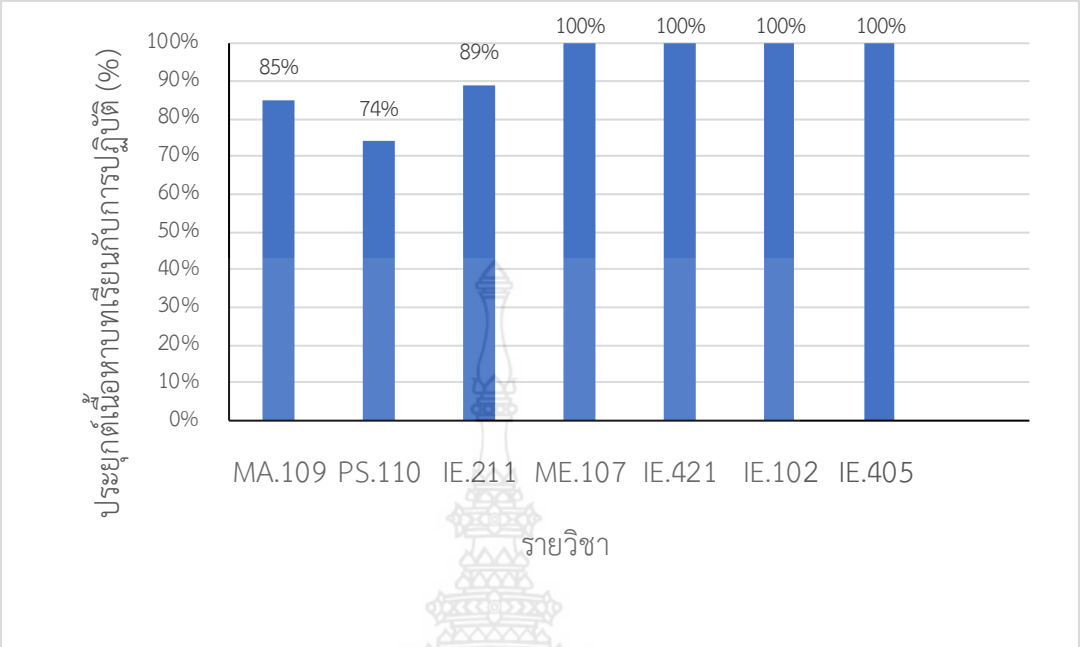
6.7 ผลการประยุกต์วิชาเรียนกับการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ

โดยมีรายละเอียดความสามารถในการประยุกต์เนื้อหาวิชาเรียนแบบบูรณาการ ดังตารางที่ 6.4

ตาราง 6.4 ผลการประยุกต์เนื้อหากับงานประจำของนักศึกษาแต่ละคน

รายวิชา	การประยุกต์วิชาเรียนกับงานประจำ	จำนวนนักศึกษา (คน)
แคลคูลัส 1	คำนวณปริมาตรของวัสดุได้ โดยใช้ทฤษฎีการดิฟเฟอเรนชิเอทและอินทิเกรต	23
ฟิสิกส์ทั่วไป 1	คำนวณแรงที่กระทำต่อชิ้นงาน และโมเมนตัมเชิงมุมของการหมุน	20
วัสดุวิศวกรรม	วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการผลิต คำนวณน้ำหนักของวัสดุ	24
การเขียนแบบวิศวกรรม	เขียนแบบสเก็ตภาพร่างด้วยมือจากชิ้นงานจริงได้	27
นวัตกรรมเทคโนโลยี	วิเคราะห์ และนำเสนอรายงาน ด้านการจัดการและด้านการผลิต กรณีศึกษา กระบวนการผลิตที่เป็นนวัตกรรม	27
กระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	ใช้เครื่องจักร เครื่องมือ ผลิต ตรวจสอบ วัดละเอียด การแต่งขึ้นรูปโลหะ กลึง กัด งานโลหะแผ่น งานเชื่อม ความปลอดภัยในการทำงาน	27
การบริหารโครงงาน	เลือกปัญหา พัฒนาโครงงาน Project based learning : PBL	27

จากตารางที่ 6.4 แสดงรายวิชาเรียนและการบูรณาการกับการทำงานประจำของนักศึกษา ครอบคลุมรายวิชาเรียนโดยการประยุกต์และพัฒนาโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้แบบบูรณาการ



ภาพ 6.74 การประยุกต์เนื้อหารายวิชากับการปฏิบัติการผลิตสินค้าและการปฏิบัติงานในโรงงาน

ภาพที่ 6.74 แสดงผลการประยุกต์เนื้อหารายวิชากับการผลิตสินค้าและการปฏิบัติงานในโรงงาน พบว่า ผู้เรียนสามารถประยุกต์ วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร และวิชาการบริหารโครงงาน ได้ครบ 27 คน คิดเป็น 100% ผู้เรียนสามารถประยุกต์วิชาวัสดุวิศวกรรมได้ 89% ของผู้เรียนทั้งหมด สามารถประยุกต์วิชาแคลคูลัส 1 ได้ 85% และสุดท้ายสามารถประยุกต์วิชาฟิสิกส์ ได้ 74% จะเห็นได้ว่าผู้เรียนสามารถประยุกต์เนื้อหาวิชากับการปฏิบัติได้

6.8 ผลการประเมินสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงาน

การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร โดยใช้โครงงานเป็นฐานและฝึกผู้เรียนมาตรฐาน CDIO 6, 7, 8 จากการประเมินสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงาน แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การประเมินโดยนักศึกษา และการประเมินโดยหัวหน้างาน ดังนี้

6.8.1 การประเมินตนเอง

ผลการประเมินสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานโดยผู้เรียน แสดงรายละเอียดตามความสามารถในการพัฒนาทักษะการปฏิบัติงาน สมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานรายวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร โดยใช้โครงงานเป็นฐานและมาตรฐาน CDIO 6, 7, 8 ประเมินผลก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้เรียนประเมินตนเอง ด้วยการเรียนแบบบูรณาการทฤษฎีกับการสร้างผลิตภัณฑ์และปฏิบัติงานก่อนและหลังเรียน ผู้เรียนประเมินตนเอง แสดงดังตารางที่ 6.5

ตาราง 6.5 การประเมินผลสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงาน

ความสามารถในการพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
	ผลการประเมิน		ระดับความสำคัญ	ผลการประเมิน		ระดับความสำคัญ
	$\bar{X}$	S.D.		$\bar{X}$	S.D.	
1. การปฏิบัติการในสถานประกอบการเป็นการฝึกทักษะพื้นฐานการเป็นวิศวกร	3.72	1.05	มาก	4.30	0.70	มากที่สุด
2. ฝึกทักษะการปรับแต่งชิ้นงานด้วยอุปกรณ์พื้นฐานสำหรับผลิตชิ้นงานที่มีประโยชน์และใช้งานได้จริง	3.89	0.99	มาก	4.37	0.75	มากที่สุด
3. ฝึกทักษะการขึ้นรูปชิ้นงานหรือการผลิตสินค้าด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อการผลิตการบำรุงรักษาและแก้ไขชิ้นงานเสียของลูกค้า	3.58	1.16	มาก	4.16	0.83	มาก
4. ความสามารถในการวิเคราะห์และการเขียนแบบทางวิศวกรรม	3.64	1.07	มาก	4.13	0.86	มาก
5. การเรียนแบบใช้โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้	3.71	0.96	มาก	4.20	0.75	มาก
รวมเฉลี่ย	**3.71**	**1.04**	**มาก**	**4.23**	**0.78**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 6.5 แสดงผลประเมินสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานรายวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร ก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้เรียนประเมินตนเอง ผลการประเมินพบว่าความสามารถในการพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียนคะแนนรวมเฉลี่ยของการประเมิน หลังเรียนเพิ่มจากก่อนเรียน 3.71 เป็น 4.23 เพิ่มขึ้นจากระดับมากเป็นมากที่สุด

6.8.2 ผลการประเมินโดยหัวหน้างานหรือผู้บังคับบัญชา

สมรรถนะการปฏิบัติงาน การพัฒนาทักษะการปฏิบัติงาน ประเมินสมรรถนะการปฏิบัติงานรายวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกรโดยใช้โครงงานเป็นฐาน และมาตรฐาน CDIO 6, 7, 8 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการเรียนแบบบูรณาการทฤษฎีกับการสร้างผลิตภัณฑ์และปฏิบัติงานในสถานประกอบการ ก่อนและหลังเรียน ประเมินผู้เรียนโดยหัวหน้างานหรือผู้บังคับบัญชา

ตาราง 6.6 การประเมินผลสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงาน

ความสามารถในการพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
	ผลการประเมิน		ระดับความสำคัญ	ผลการประเมิน		ระดับความสำคัญ
	$\bar{X}$	S.D.		$\bar{X}$	S.D.	
1. การปฏิบัติการในสถานประกอบการเป็นการฝึกทักษะพื้นฐานการเป็นวิศวกร	3.37	0.83	มาก	4.22	0.70	มากที่สุด
2. การฝึกทักษะปรับแต่งชิ้นงานด้วยอุปกรณ์พื้นฐานสำหรับการผลิตทางวิศวกรรม	3.39	0.79	ปานกลาง	4.21	0.62	มากที่สุด
3. การฝึกทักษะใช้เครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อการขึ้นรูปชิ้นงาน/ผลิตสินค้า/บำรุงรักษา/การซ่อมตามที่ลูกค้าต้องการ	3.06	0.90	ปานกลาง	3.99	0.74	มาก
4. ความสามารถในการวิเคราะห์แบบหรือการเขียนแบบทางวิศวกรรมเพื่อการผลิต	3.31	0.92	ปานกลาง	4.03	0.72	มาก
5. การเรียนคือการปฏิบัติงานโดยการพัฒนาโครงงานเป็นฐาน	3.23	0.82	ปานกลาง	4.12	0.66	มาก
รวมเฉลี่ย	**3.28**	**0.85**	**ปานกลาง**	**4.11**	**0.69**	**มาก**

ตารางที่ 6.6 แสดงผลการประเมินสมรรถนะและการปฏิบัติงานรายวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยหัวหน้างาน ผลการประเมินพบว่า ความสามารถในการพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานเพิ่มขึ้นจากปานกลางเป็นมาก

6.8.3 ผลการประเมินสมรรถนะโดยผู้เรียนประเมินตนเอง

ผลการประเมินสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานรายบุคคล วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกรโดยใช้โครงงานเป็นฐาน และมาตรฐาน CDIO 6, 7, 8 ก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้เรียนประเมินตนเอง แสดงเป็นรายบุคคล

ตาราง 6.7 ผลการประเมินสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานรายบุคคล นักศึกษาจำนวน 27 คน

คนที่	ผลการประเมิน		คนที่	ผลการประเมิน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	4.36	4.92	15	4.16	4.44
2	1.60	4.04	16	3.68	4.32
3	4.08	4.68	17	3.68	3.72
4	3.00	3.44	18	4.92	5.00
5	2.72	4.12	19	4.56	5.00
6	3.44	3.96	20	3.00	3.00
7	2.48	4.28	21	4.24	3.80
8	3.08	4.04	22	4.44	4.64
9	3.56	3.92	23	3.56	4.00
10	4.60	5.00	24	3.00	4.6
11	4.76	4.76	25	3.60	3.72
12	3.56	3.84	26	4.72	4.72
13	3.72	4.36	27	4.64	4.72
14	3.12	3.28			
ค่าเฉลี่ย				**3.71**	**4.23**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				**1.04**	**0.78**

ตามตารางที่ 6.7 แสดงผลการประเมินตนเองรายบุคคลของผู้เรียนพบว่าผลประเมินเพิ่มขึ้น และมีค่าเฉลี่ยการประเมินก่อนเรียนและหลังเรียนเพิ่มขึ้น จาก 3.71 เป็น 4.23

ตาราง 6.8 การเปรียบเทียบผลลัพธ์การพัฒนาสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ ประเมินโดยผู้เรียน

ผลลัพธ์การเรียนรู้	n	$\bar{x}$	S.D.	t	Sig
ก่อนเรียน	27	3.71	0.65	- 4.27**	0.00
หลังเรียน	27	4.23	0.30		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 6.8 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์การพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานในการประเมินตนเอง พบว่าผู้เรียนมีทักษะเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.8.4 ผลการประเมินสมรรถนะโดยหัวหน้างาน

ผลการประเมินสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานรายวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐาน สำหรับวิศวกรโดยใช้โครงงานเป็นฐานและมาตรฐาน CDIO 6, 7, 8 ก่อนเรียนและหลังเรียน ประเมินผู้เรียนโดยหัวหน้างาน

ตาราง 6.9 ผลการประเมินสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานรายบุคคล ประเมินผู้เรียนโดยหัวหน้างาน

คนที่	ผลการประเมิน		คนที่	ผลการประเมิน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน		ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	2.88	3.96	15	3.68	3.32
2	2.84	4.4	16	2.84	4.44
3	3.4	4.44	17	3.64	4.24
4	2.88	4.48	18	1.96	4.08
5	2.88	4.56	19	3.56	4.2
6	4.12	4.24	20	3.52	3.56
7	3.68	4.72	21	3.52	3.52
8	2.52	4.68	22	4	4
9	2.56	4.68	23	4.44	4.36
10	2.24	3.68	24	4.52	4
11	2.68	3.52	25	3.44	4.52
12	2.56	3.72	26	3.28	4.56
13	4	3.04	27	3.56	4.52
14	3.4	3.8			
	ค่าเฉลี่ย			**3.28**	**4.12**
	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน			**0.85**	**0.69**

ตารางที่ 6.9 แสดงผลการประเมินรายบุคคลของผู้เรียน ประเมินโดยหัวหน้างานพบว่าค่าผลประเมินเพิ่มขึ้นและผลเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเพิ่มขึ้น จาก 3.28 เป็น 4.12

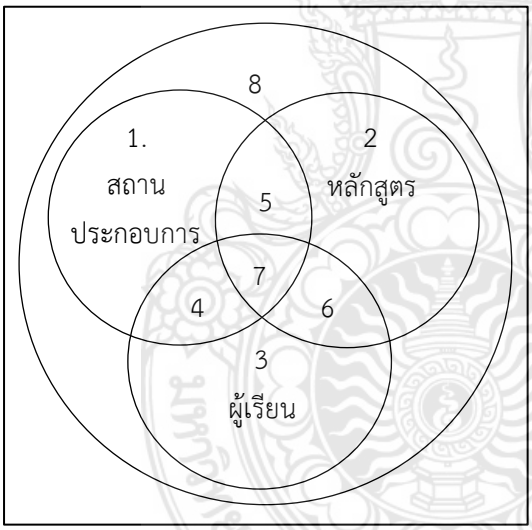
ตาราง 6.10 การเปรียบเทียบผลลัพธ์การพัฒนาสมรรถนะและทักษะการปฏิบัติงานในสถานประกอบการโดย หัวหน้างานหรือผู้บังคับบัญชา

ผลลัพธ์การเรียนรู้	n	$\bar{x}$	0.65	t	Sig
ก่อนเรียน	27	3.28	0.81	-5.17**	0.00
หลังเรียน	27	4.12	0.46		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 6.10 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์การพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานในสถานประกอบการประเมินโดยหัวหน้างานพบว่าผู้เรียนมีทักษะการปฏิบัติงานเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.9 การเรียนรู้วิทยาลัยในสถานประกอบการและสมรรถนะผู้เรียนในระบบ CDIO



1. ผู้ผลิตสินค้าที่มีการออกแบบตามที่ลูกค้าต้องการ
2. หลักสูตร/แผนการเรียน/การบูรณาการกับการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ
3. ผู้เรียนมีทักษะพื้นฐานวิทยาศาสตร์หรือทักษะช่างอุตสาหกรรม
4. การปฏิบัติงานเป็นการเรียนรู้และเกิดทักษะใหม่ๆ
5. การปฏิบัติงานและรายวิชาเรียนเกิดการบูรณาการ
6. การเรียนการสอนในมหาวิทยาลัยเข้าใจทฤษฎี
7. องค์ความรู้ที่เกิดกับผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะทั้งทฤษฎี ปฏิบัติ การคิดวิเคราะห์ ความรับผิดชอบ
8. วิทยาลัยในสถานประกอบการ พัฒนาความสามารถของผู้สอนบูรณาการการผลิตการสร้างผลงานทางวิศวกรรมเป็นระบบปฏิบัติทักษะสูง

ภาพ 6.75 การบูรณาการเพื่อการผลิตวิศวกรนักปฏิบัติทักษะสูง

จากภาพที่ 6.75 แสดงรูปแบบการเรียนรู้วิทยาลัยในสถานประกอบการและสมรรถนะผู้เรียนในระบบ CDIO ที่มีความสัมพันธ์กันอย่างเห็นได้ชัดเจน

6.10 ความสำคัญของคัตติ้งทูลส์

6.10.1 คัตติ้งทูลส์มีความสำคัญ 4 ประการ

คัตติ้งทูลส์เป็นเทคโนโลยีที่มีสมบัติพิเศษแตกต่างจากเทคโนโลยีชนิดอื่น เนื่องจากมีความสำคัญคือ เป็นต้นน้ำของการผลิตสินค้าเพื่ออำนวยความสะดวกและความปลอดภัยของมนุษย์ โดยเฉพาะความปลอดภัยและความสะดวกเกี่ยวกับปัจจัย 4 ความสำคัญของคัตติ้งทูลส์ ประกอบด้วย

1) ความแข็งสูง (Hard metal) วัสดุที่นำมาใช้ได้แก่ Cemented tungsten carbide, TiC, AL_2O_3, TiN, วิธี Chemical Vapor Deposition เหมาะสมกับการตัดหยาบ และวิธี Physical Vapor Deposition ใช้กับการตัดแต่งผิวสำเร็จ และวัสดุ Ceramics, Cubic Boron Nitride, Polycrystalline Diamond, Diamond-Like Carbon, Carbon fiber re-inforced polymer (CFRP) laminate and one titanium (Ti) alloy (CFRP/Ti), Mono Crystalline Diamond (MCD) (Jinyang Xu, 2017.)

2) ใช้ผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูง (High precision) เป็นชิ้นส่วนสำหรับทำให้เกิดความแม่นยำสูง (Accuracy)

3) คัตติ้งทูลส์มีระยะเวลาใช้งานสั้น เกิดเศษคัตติ้งทูลส์ในอุตสาหกรรมและการรีไซเคิลวัสดุกลับมาใช้ใหม่ (Shemi, 2018)

4) คัตติ้งทูลส์ใหม่นำมาใช้ในอุตสาหกรรม หมุนเวียนอย่างรวดเร็วและนำมาใช้เพื่อพัฒนานวัตกรรมจำนวนมาก

6.10.2 ห่วงโซ่อุปทานเทคโนโลยีคัตติ้งทูลส์

ผลผลิตจากเทคโนโลยีในระบบอุตสาหกรรมการผลิตมี ประโยชน์ 4 อย่างที่ต่างกัน แบ่งตามผลผลิต ได้แก่ คัตติ้งทูลส์ ชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูง เครื่องจักรกล สินค้าจากโรงงานและนำสินค้าไปใช้ประโยชน์ เป็นระบบเชื่อมโยงหรือห่วงโซ่อุปทาน รวมกันทั้ง 4 ห่วงโซ่หรือ 4 อุตสาหกรรมที่แตกต่างกัน เกิดการพัฒนานวัตกรรม 4 ด้าน คือ คัตติ้งทูลส์ต้นแบบ ชิ้นส่วนและเครื่องจักรกล นวัตกรรมกระบวนการผลิต เช่น โรงงานอัตโนมัติ ดิจิทัล และปัญญาประดิษฐ์ (AI) ใช้หุ่นยนต์ผลิตสินค้าสมัยใหม่ (New Products) และสินค้าสำหรับการดำรงชีวิต ครบปัจจัย 4 ที่แตกต่างกัน เป็นต้น

ภาพ 6.76 ระบบห่วงโซ่อุปทานในอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน

การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีเพื่อให้มีผลผลิตสินค้าใหม่หรือเป็นนวัตกรรมเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มในรูปแบบของสินค้าที่เกิดจากระบบห่วงโซ่อุปทานในอุตสาหกรรม 4 คลัสเตอร์ (Clusters) ตามภาพที่ 6.76 ประกอบด้วย 4 กลุ่ม ดังนี้

1) อุตสาหกรรมการผลิตคัตติ้งทูลส์ (Industry No. 1) เป็นอุตสาหกรรมการออกแบบและผลิตคัตติ้งทูลส์ ใช้เทคโนโลยีในการผลิตเป็นระบบอัตโนมัติ ผลผลิตมีความเที่ยงตรงและความแม่นยำสูง ด้วยการเจียระไนผิวสำเร็จ ผลิตเป็นคัตติ้งทูลส์สำเร็จรูปเพื่อใช้งานในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วน แม่พิมพ์ เครื่องจักรกลและงานเครื่องมือกล

2) อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วน (Industry No. 2) เป็นอุตสาหกรรมที่ต้องใช้คัตติ้งทูลส์เพื่อผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูง องค์ประกอบที่สำคัญคือ เครื่องจักรกลความเที่ยงตรงสูงในงานเครื่องมือกล เงื่อนไขการผลิตประกอบด้วยความเร็วตัด (Cutting speeds) ความเร็วป้อน (Feed velocity)

ความลึกในการตัดเฉือน (Depth of cut) ได้แก่ กลึง กัด เจาะและเจียระไนให้มีความแม่นยำในระบบส่งกำลังและเป็นชิ้นส่วนเที่ยงตรงสูง การทำงานจึงพยากรณ์เวลานำ (Lead time) กำหนดเวลามาตรฐาน (Standard time) ได้อย่างแม่นยำ เป็นเทคโนโลยีที่มีความเที่ยงตรงสูงใกล้เคียงกับกลุ่ม No. 1 ผลผลิตจึงมีความสำคัญต่อระบบกลไกของเครื่องจักรกล รวมถึงการผลิตเครื่องมือ แม่พิมพ์และอุปกรณ์ในโรงงานผลิตสินค้าอีกทอด

3) โรงงานผลิตสินค้าและผลิตเทคโนโลยี (Industry No. 3) ประกอบด้วย สถานที่ อาคารโรงงาน การติดตั้ง เครื่องจักรกล ระบบการผลิตด้วยการขึ้นรูป การประกอบ เป็นสินค้า เป็นเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน หรือสินค้าที่ต้องผลิตจำนวนมาก (Mass Production) ที่มีการควบคุมคุณภาพ บำรุงรักษา ขนส่ง จำหน่าย บริการ โรงงานรีไซเคิล (Recycling Factories) ใน No. 3 จึงเป็นการผลิตสินค้าอุปโภคและบริโภค มีการจำหน่ายโดยวางขายในศูนย์การค้า (Shopping center) ศูนย์รับและส่งสินค้า และส่วนต่างๆ เช่น Factories, Plants, Farms, Transport and Communication Facilities, Technology, Robots, AI, VR, AR, IoT, Digital การบริการลูกค้า การจำหน่ายสินค้าเป็นอุตสาหกรรมที่มีระบบเทคโนโลยีสัมพันธ์กับระบบการทำงานของมนุษย์ ในโครงสร้างบริหารที่มีฝ่ายผลิต ขาย ตลาด การเงิน บัญชี และบุคคล เป็นต้น

4) สินค้า (Products) เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกและปลอดภัย (Industry No.4) เป็นการนำสินค้าหรือเทคโนโลยีมาใช้งานในชีวิตเพื่อการดำรงชีวิต รวมถึงเทคโนโลยีเพื่อการป้องกันประเทศ (Government Services) อาหาร(Foods) การศึกษา (Educations) ที่อยู่อาศัยหรือบ้าน (Housing) ยารักษาโรค (Medicine) การรักษาสุขภาพ (Public Health) ออกกำลังกาย (Recreations), Entertainment, Comfort goods ได้แก่ รถยนต์ ทีวี ตู้เย็น หม้อหุงข้าว ไมโครเวฟ ตุ๊กตา ของเล่นและเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น ทั้งหมดนี้เกิดจาก No.3 สินค้าจึงมีความสัมพันธ์กับคัตติ้งทูลส์โดยทางอ้อมและทางตรง

บทที่ 7

อภิปรายผล

7.1 การพัฒนาผู้เรียนในโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ

ผลการวิจัยเพื่อพัฒนาผู้เรียนในโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ ในรายวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร สามารถอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

ผลการพัฒนาผู้เรียนมีพื้นฐานช่างอุตสาหกรรมระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานในสถานประกอบการในตำแหน่งช่างเทคนิค ทำหน้าที่เกี่ยวกับช่างเทคนิคพื้นฐาน ได้แก่ ควบคุมเครื่องจักรกลเพื่อการผลิต ซ่อมเครื่องจักรกล แก้ไขปัญหาเครื่องจักรกลขัดข้องในด้านระบบส่งกำลัง ระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ในงานวิจัยนี้ผู้เรียนปฏิบัติงานสร้างผลิตภัณฑ์คัตติ้งทูลส์ สร้างชิ้นส่วนและประกอบเครื่องจักรกล ซึ่งทักษะพื้นฐานดังกล่าวสามารถพัฒนาต่อยอดการทำงานครอบคลุมเนื้อหาวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร ผู้เรียนจำนวน 27 คน ปฏิบัติงานตามหน้าที่อยู่ใน 7 หน่วยงานนั้น ทำการสร้างผลิตภัณฑ์ความเที่ยงตรงสูง ต้องใช้ทักษะและความรับผิดชอบสูงจึงจะผลิตสินค้าที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน สามารถบูรณาการการเรียนกับการสร้างผลิตภัณฑ์และทำงานร่วมกับเพื่อร่วมงานได้เป็นอย่างดี

ทั้งพื้นฐานความรู้ ทักษะนักปฏิบัติและบูรณาการการเรียนกับการปฏิบัติงานสร้างผลิตภัณฑ์ดังกล่าว จึงมีความเหมาะสมต่อการเรียนและการศึกษาด้านวิศวศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ เนื่องจากองค์ความรู้ส่วนใหญ่ครอบคลุมเกี่ยวกับ วัสดุวิศวกรรม การออกแบบผลิตภัณฑ์ การเขียนแบบการสร้างผลิตภัณฑ์ การออกแบบแผนผังโรงงาน การผลิตผลิตภัณฑ์ เวลามาตรฐานในการผลิตผลิตภัณฑ์ การวางแผนการผลิต การพัฒนาระบบคุณภาพและควบคุมคุณภาพ การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต และการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยมีพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เป็นต้น เหมาะสำหรับพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนด้านทักษะการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขปัญหาและพัฒนาการผลิตผลิตภัณฑ์ทางวิศวกรรม

อย่างไรก็ตามผู้เรียน จำนวน 27 คน มีข้อจำกัดด้านความรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี จึงมีการปรับปรุงระบบการเรียนการสอนใหม่โดยเน้นผู้เรียนแต่ละคนปฏิบัติงานสร้างผลิตภัณฑ์ในสถานประกอบการพร้อมกับประยุกต์เนื้อหารายวิชาให้สอดคล้องกัน ประกอบด้วย การอ่านแบบ

และวิเคราะห์แบบของผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์สมบัติของวัสดุเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ การกำหนดเงื่อนไขสร้างผลิตภัณฑ์ การควบคุมเครื่องจักรกลเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์

โดยผู้เรียนแต่ละคนบูรณาการเนื้อหาทางวิชาการกับการปฏิบัติงานตามความเหมาะสม ประกอบด้วย การประยุกต์สมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อคำนวณปริมาตรก่อนการสร้างผลผลิตภัณฑ์ด้วยตนเอง การตรวจสอบส่วนผสมทางเคมีของวัสดุเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ ผู้เรียนสามารถผลิตชิ้นงานตามมาตรฐานด้วยความรู้สัมพันธ์กับกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ จึงเป็นการเรียนที่แตกต่างจากการจัดการศึกษาตามปกติในมหาวิทยาลัย ดังนั้น การบูรณาการการเรียนกับการปฏิบัติงานสำหรับนักศึกษาสามารถส่งเสริมพัฒนาสมรรถนะผู้เรียน ให้มีความเข้าใจทางทฤษฎีจากการปฏิบัติงานและการแก้ไขปัญหาการทำงาน โดยฝึกผู้เรียนตามแผนการพัฒนาโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ การเรียนรู้ของแต่ละคนเพิ่มทักษะปฏิบัติสอดคล้องกับมาตรฐานที่ 6, 7 และ 8 ของการเรียนรู้ในระบบ CDIO

การพัฒนาผู้เรียนในรายวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร จำนวน 1 หน่วยกิต สำหรับฝึกปฏิบัติการ จำนวน 3 คาบเรียนต่อสัปดาห์ และเรียนรู้ด้วยตนเอง จำนวน 1 คาบเรียนต่อสัปดาห์เป็นอย่างน้อย จัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานระหว่างการทำงานในสถานประกอบการวันจันทร์ถึงวันศุกร์ โดยปฏิบัติงานเป็นพนักงาน และเรียนภาคทฤษฎีวันเสาร์ เพื่อการบูรณาการระหว่างทฤษฎีกับการทำงาน ตามระบบการจัดการศึกษาและพัฒนาผู้เรียนตามโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ ดังนั้น แผนการเรียนการสอนกำหนดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยปฏิบัติงานสร้างผลิตภัณฑ์ แก้ปัญหาร่วมกับหัวหน้างาน ปรับปรุงงานด้วยตนเอง เพื่อประยุกต์ทฤษฎีกับการทำงาน ผู้เรียนการรายงานผลการทำงานและนำเสนอผลงานรายสัปดาห์ ตอบคำถามเชิงวิชาการ รับคำแนะนำเพื่อนำไปปฏิบัติงานเพื่อการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนโดยการประเมินผลจากการสร้างผลิตภัณฑ์เป็นสินค้าสำเร็จรูปและจำหน่ายสินค้าให้ลูกค้า เป็นต้น

การกำหนดคุณสมบัติอาจารย์ผู้สอน ประกอบด้วย อาจารย์ประจำวิชาทำการสอนทฤษฎีและทำการสอนร่วมกับคณะกรรมการวิชาการ ประกอบด้วยผู้สอนที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐานการสอนของสภาวิศวกร คณะกรรมการวิชาการอย่างน้อย 1 คน ต้องมีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานและสร้างผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันกับผู้เรียน ประกอบกับผู้บริหารของสถานประกอบการและหัวหน้างานมีส่วนร่วมในการพัฒนาผู้เรียนตลอดหลักสูตร ดำเนินการเรียนการสอนและการบริหารจัดการร่วมกับสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย (Thai Cutting tools Manufacturers : TCTM) และบริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิกส์ จำกัด โดยกำหนดให้สถานที่ปฏิบัติงานในสถานประกอบการทุกหน่วยงานเป็นสถานที่สำหรับการศึกษา การเรียนรู้ทั้งทฤษฎีและปฏิบัติการของผู้เรียน

ผู้สอนสามารถทำการสอนภายในโรงงานตามแผนการเรียนและมาตรฐานหลักสูตร เป็นการจัดการศึกษาทั้งการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ พัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการทำงาน ทักษะการวิเคราะห์เพื่อการสร้างผลิตภัณฑ์ การกำหนดจำนวนหน่วยกิต 1(0-3-1) หมายถึง จัดการเรียนการสอน

ปฏิบัติการอย่างน้อยสัปดาห์ละ 3 คาบเรียน และเรียนรู้ด้วยตนเองจำนวน 1 คาบเรียน รวมแล้วในภาคเรียนที่ 1/2563 จัดการเรียนสอนไม่น้อยกว่า 45 คาบเรียน และเรียนรู้ด้วยตนเอง จำนวน 15 คาบเรียน

ดังนั้น การเรียนกับการปฏิบัติงานพร้อมกับพัฒนาโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ ผู้เรียนกำหนดปัญหาและระบุสาเหตุของปัญหา ทำการออกแบบเพื่อการแก้ไขปัญหา นำผลการออกแบบไปประยุกต์ใช้กับงานประจำและนำไปเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงานนั้น เป็นการพัฒนาระบบการเรียนการสอนที่แตกต่างและฝึกทักษะแบบบูรณาการในการเพิ่มสมรรถนะด้านการวิเคราะห์และปฏิบัติ

อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการฝึกปฏิบัติ การวิเคราะห์งานและการแก้ปัญหาของผู้เรียนและความสามารถในการประยุกต์ระบบมาตรฐาน CDIO เพื่อใช้ในการพัฒนาตนเองนั้นมีความแตกต่างกัน ดังนั้น ผู้สอน วิธีการสอน วิธีการแนะนำจากการรายงานความก้าวหน้ารายสัปดาห์ของผู้เรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ ประกอบกับการกำกับติดตามและควบคุมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล จึงจะส่งผลให้สมรรถนะผู้เรียนเพิ่มขึ้น โดยผู้เรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้แตกต่างกัน ทั้งในด้านทักษะการทำงาน สมรรถนะในการพัฒนาตนเองและเวลาในการพัฒนาตนเอง

กำหนดให้การเรียนทฤษฎีและปฏิบัติการสร้างผลิตภัณฑ์ในสถานประกอบการ ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีทั้งเครื่องมือพื้นฐานการผลิตและเทคโนโลยีที่ทันสมัย เพื่อผลิตสินค้าความเที่ยงตรงสูง ครอบคลุมองค์ประกอบการเรียนการสอนโดยรวมด้านวิศวศึกษา ดังนั้นอุตสาหกรรมการผลิตคัตติ้งทูลส์และอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกลอุตสาหกรรม เป็นอุตสาหกรรมการผลิตเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการพัฒนาการศึกษา เครื่องมือและอุปกรณ์การผลิตความเที่ยงตรงสูง ได้แก่ เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องเจียระไน เครื่องเชื่อม เครื่องมือวัดละเอียด ระบบการออกแบบและเขียนแบบเครื่องกล ระบบการผลิตและสร้างนวัตกรรม การตรวจสอบคุณภาพและการวัดผลผลิตเชิงสถิติ การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต การผลิตสินค้าต้นแบบ และความปลอดภัยในการทำงาน เป็นต้น ดังนั้น กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์จึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนที่มีคุณภาพสูงขึ้น โดยสามารถพัฒนาการศึกษาและครอบคลุมเนื้อหารายวิชาตลอดหลักสูตร

การทำงานด้านการผลิตคัตติ้งทูลส์ สามารถพัฒนาผู้เรียนแบบบูรณาการครอบคลุมรายวิชาที่จัดการเรียนการสอนในภาคเรียน 1 ปีการศึกษา 2563 โดยประยุกต์ผลิตภัณฑ์คัตติ้งทูลส์ เป็นองค์ประกอบหลักในการเพิ่มทักษะการเรียนรู้ ประกอบด้วย

ทักษะการพูดภาษาอังกฤษ โดยการเรียนรู้จากการใช้คู่มือควบคุมเครื่องจักรกล และคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรกล เป็นการเรียนรู้เพื่อการสื่อสารในการทำงานและแก้ไขปัญหาในการทำงาน

คณิตศาสตร์ 1 โดยการคำนวณปริมาตรของผลิตภัณฑ์คัตติ้งทูลส์

ฟิสิกส์ 1 เรียนรู้การเคลื่อนที่ของคัตติ้งทูลส์ ความเร็วและความเร่ง ในการผลิตคัตติ้งทูลส์

วัสดุวิศวกรรม ศึกษาสมบัติทางเคมี สมบัติทางกล ทางไฟฟ้า ครอบคลุมความแข็งแรงดึง โครงสร้างจุลภาค ความหนาแน่น จุดหลอมเหลว การนำไฟฟ้า ความเป็นสนามแม่เหล็ก การวิเคราะห์วัสดุเพื่อการผลิต การเลือกวิธีการผลิต ความแข็ง และกรรมวิธีการผลิต

เขียนแบบวิศวกรรม ศึกษาแบบสั่งผลิต วิเคราะห์แบบ การถอดแบบ กำหนดขั้นตอนการผลิต การผลิตตามแบบ และกำหนดวิธีการตรวจสอบคุณภาพ เป็นต้น

กรรมวิธีการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร ศึกษาเครื่องมือ อุปกรณ์ ขั้นตอนการผลิต ศึกษาวัสดุเพื่อการผลิต ปฏิบัติการสร้างผลิตภัณฑ์ ปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพ ปฏิบัติการใช้เครื่องมือวัดละเอียด ปฏิบัติการใช้เครื่องมือ อาทิ กลึง กัด เจาะ เจียระไนและปฏิบัติการเชื่อม เป็นต้น

การบริหารโครงการ ปฏิบัติการพัฒนาข้อเสนอโครงงาน การรายงานความก้าวหน้าของโครงงาน ปฏิบัติการพัฒนาทักษะการทำงานและบริหารโครงงานร่วมกับหัวหน้างาน เป็นต้น

นวัตกรรมเทคโนโลยี ทำการสร้างนวัตกรรมคัตติ้งทูลส์ สร้างเครื่องจักรกล การออกแบบ ปฏิบัติการผลิต และการนำไปใช้ประโยชน์

ผู้เรียนจำนวน 27 คน พัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ได้อย่างมีคุณภาพ ด้วยการพัฒนาข้อเสนอโครงงาน และพัฒนาตนเองโดยใช้โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนควรบูรณาการหลักสูตรรายวิชาเป็นชุดการสอนที่มีการหลอมรวมหลายวิชาที่สัมพันธ์กันควบคู่กับการสร้างผลิตภัณฑ์ เพื่อการพัฒนาผู้เรียนเป็นบัณฑิตทักษะสูงด้านวิทยาศาสตร์วิจัยและการสร้างนวัตกรรม

จากความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียนมีความแตกต่างกัน สำหรับผู้เรียนที่พัฒนาตนเองได้ช้ากว่านั้น จะมีระบบการเรียนการสอนที่สามารถแก้ไขปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยการปรับแนวทางการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล โดยการบริหารจัดการและการปฏิบัติงานของอาจารย์ผู้สอน คณะกรรมการวิชาการ ผู้เชี่ยวชาญและหัวหน้างานมีส่วนร่วมในการกำกับติดตาม โดยเน้นการประเมินสมรรถนะผู้เรียนจากการสร้างผลิตภัณฑ์ตามหน้าที่ในการทำงาน ความรับผิดชอบและการพัฒนาตนเอง เป็นองค์ประกอบสำคัญในการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน

ดังนั้น การพัฒนาการเรียนการสอนเป็นการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาทางทฤษฎีนำไปใช้ประโยชน์ในการปฏิบัติงานทางวิศวกรรม ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้เชิงทฤษฎี เป็นการจัดการศึกษาที่เป็นประโยชน์ด้านสมรรถนะของผู้เรียนเพิ่มขึ้น สถานประกอบการมีพนักงานทักษะสูงขึ้นและผู้สอนได้พัฒนาเทคนิคการสอนเพิ่มขึ้น เพื่อส่งเสริมและพัฒนาการจัดการศึกษาสอดคล้องกับ CDIO มาตรฐานที่ 9 ด้านการพัฒนาอาจารย์ เป็นต้น

ในด้านทักษะการเป็นวิศวกรนักปฏิบัติ โดยใช้ความรู้ควบคู่กับการพัฒนาการทำงาน การพัฒนาโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถบันทึกผลงานในสมุดสะสมผลงานรายวัน และผู้เรียนพัฒนาการทำโครงงานอย่างต่อเนื่องเหมาะสมกับวิชาชีพวิศวกร ซึ่งมีหน้าที่พัฒนาการผลิต ดังนั้น โครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการจึงจัดการเรียนการสอนแบบใหม่ เป็นการพัฒนาบัณฑิต

นักปฏิบัติ เป็นบัณฑิตที่มีทักษะพื้นฐานสำหรับพัฒนาวิชาชีพวิศวกรรม และการพัฒนาตนเองโดยอุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์ และอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลเพื่อพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนเพิ่มขึ้น

7.2 การพัฒนาวิศวกรนักปฏิบัติเพื่อส่งเสริมห่วงโซ่อุตสาหกรรมของประเทศ

7.2.1 อุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์ (Cutting tools Industry)

คัตติ้งทูลส์ (Cutting tools) เป็นเครื่องมือสำคัญในการผลิตโดยการขึ้นรูปชิ้นงานที่มีความเที่ยงตรงสูง (High Precision) ในอุตสาหกรรมการตัดปาดผิวโลหะ (Metal removal process) ประกอบด้วยงานกลึง งานกัดและงานเจาะ ผลผลิตสำคัญ ได้แก่ แม่พิมพ์ ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่สำคัญ ประกอบด้วย เพลา เฟือง สลัก บูช ลูกเบี้ยว เกลียวหรือชิ้นส่วนระบบส่งกำลังของเครื่องจักรกล เป็นต้น เป็นการผลิตโดยการขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกล (Machine tools) ต้องใช้คัตติ้งทูลส์เป็นสินค้าต้นน้ำสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเพื่อผลิตสินค้าหลายชนิด (สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ และ วิทยา พลเพชร, 2563, Krar, S.F., et al., 1996)

อุตสาหกรรม 4.0 และกรรมวิธีการผลิตสมัยใหม่ (Smart manufacturing) มุ่งพัฒนาระบบการผลิตโดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) การทำงานของเครื่องจักรกลเกิดระบบการเรียนรู้ (Prototyping Machine-learning (ML) เพื่อประโยชน์ในการพยากรณ์เวลานำสำหรับการผลิตได้อย่างแม่นยำ (Accuracy of Lead time) แม้จะมีการสั่งซื้อจำนวนน้อย (Small Series production) เพื่อจัดการระบบผลิตและส่งมอบผลผลิตให้ลูกค้า เหมาะสมกับระบบการผลิตอัตโนมัติและมีความเที่ยงตรงสูง โดยเฉพาะอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็ก (SMEs) เป็นผู้ผลิตคัตติ้งทูลส์โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์สนับสนุนอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าทุกชนิด โดยพิจารณาจากวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์คัตติ้งทูลส์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรอบการใช้งานระยะสั้น อายุการใช้งานมีระยะเวลาสั้นเนื่องจากการสึกหรอของคมตัดการผลิตและการใช้คัตติ้งทูลส์จึงมีความต่อเนื่องตลอดเวลาและเป็นการผลิตจำนวนมาก

เทคโนโลยีคัตติ้งทูลส์นั้นเป็นต้นแบบและเป็นต้นน้ำของผลิตภัณฑ์หลายชนิด เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบในระบบห่วงโซ่อุปทาน คัตติ้งทูลส์จึงเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับผลิตสินค้าใหม่เกือบทุกชนิด เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีความเที่ยงตรงสูง การออกแบบและผลิตคัตติ้งทูลส์ชนิดพิเศษเพื่อพัฒนานวัตกรรม ความเป็นสินค้าต้นแบบทำให้การออกแบบและการผลิตมีจำนวนน้อย คัตติ้งทูลส์ต้นแบบสร้างขึ้นมาเพื่อผลิตเครื่องมือต้นแบบ อาทิ แม่พิมพ์ และชิ้นส่วน ดังนั้น คัตติ้งทูลส์พิเศษส่วนใหญ่สั่งซื้อด้วยวิธี Make-to-order (A new met et al., 2019)

อุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการผลิตแม่พิมพ์ ผลิตชิ้นส่วนในระบบส่งกำลังของเครื่องจักรกล และผลิตเครื่องจักรกล การนำเครื่องจักรกลไปติดตั้งเพื่อใช้ในโรงงานผลิตสินค้าอีกทอดหนึ่ง เป็นระบบห่วงโซ่อุปทาน ตามลำดับ รวมถึงการผลิตสินค้าเพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่ออำนวยความสะดวกและความปลอดภัยของมนุษย์ ในด้านต่างๆ อาทิ

การทำงาน การเดินทาง การดูแลสุขภาพ การท่องเที่ยว การออกกำลังกาย ยารักษาโรค อาหาร เครื่องนุ่งห่ม และการสร้างที่อยู่อาศัย รวมไปถึงเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการป้องกันประเทศ เป็นองค์ประกอบที่เกิดจากวงจรชีวิตคัตติ้งทูลส์และมีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันดังกล่าว

คัตติ้งทูลส์จึงมีบทบาทต่อการผลิตนวัตกรรมในอุตสาหกรรมการผลิต ส่งเสริมการผลิตสินค้าทั้งทางตรงและทางอ้อม การพัฒนาคัตติ้งทูลส์เพื่อการพัฒนานวัตกรรม เป็นปัจจัยความสำเร็จอย่างหนึ่งในการเป็นผู้นำในการพัฒนาเทคโนโลยีของผู้ประกอบการ ดังนั้น คัตติ้งทูลส์เป็นเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรม สร้างความเข้มแข็งของอุตสาหกรรม และพัฒนาการจัดการศึกษานำไปสู่การพัฒนาระบบอุตสาหกรรมและสร้างระบบเศรษฐกิจของประเทศเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อไป

งานวิจัยนี้พบว่า การพัฒนาผู้เรียนในอุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์มีความสำคัญต่อการพัฒนาเทคโนโลยีทุกชนิดทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังนั้น อุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์ เทคโนโลยีคัตติ้งทูลส์ มีความสัมพันธ์กับการพัฒนานวัตกรรม สัมพันธ์กับการพัฒนาอุตสาหกรรมตลอดจนการผลิตสินค้า การใช้สินค้าและเทคโนโลยีเพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาด้านวิศวกรรมการผลิตและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคัตติ้งทูลส์ จึงเป็นการส่งเสริมระบบเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม ดังนั้น การพัฒนาอุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์อย่างถูกต้องนั้นสามารถสร้างความสมดุลของอุตสาหกรรมตามกฎธรรมชาติ และนำไปสู่การพัฒนาอุตสาหกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนต่อไป

7.2.2 กระบวนการศึกษาเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์ในประเทศไทย

7.2.2.1 ระบบการศึกษาเพื่อพัฒนาบุคลากรด้านการพัฒนาคัตติ้งทูลส์

สำหรับการจัดการศึกษาพัฒนาความรู้พื้นฐานด้านสังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ ภาษาศาสตร์ สุขภาพและพลานามัย พื้นฐานวิทยาศาสตร์ วิชาชีพในระดับ ปวช. และ ปวส. ด้านช่างอุตสาหกรรม รวมถึงการศึกษาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มีการพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อใช้คัตติ้งทูลส์ในงานเครื่องมือกล ฝึกทักษะผู้เรียนด้านการผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูง ด้วยการกลึง กัด เจาะและเจียระไน เป็นต้น ผลิตเป็นชิ้นส่วนและแม่พิมพ์ ประเมินผลการเรียนรู้ด้วยการแปรรูปชิ้นส่วน การผลิตแม่พิมพ์ การใช้เครื่องจักรกลและบำรุงรักษาเครื่องจักรกล เป็นพื้นฐานเพื่อประกอบอาชีพในสถานประกอบการ สถานประกอบการส่วนใหญ่เป็นโรงงานการผลิตสินค้า เป็นต้น

สำหรับการศึกษาในระดับปริญญาตรี มีการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมเครื่องมือ (Tools engineer) การออกแบบและผลิตแม่พิมพ์ (Tools and die) การออกแบบอุปกรณ์จับยึดและนำเจาะ (Jig and fixture) เพื่อพัฒนาผู้เรียนมีอาชีพและทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบและการผลิตคัตติ้งทูลส์ ไม่มีการจัดการเรียนการสอนในสถาบันการศึกษาดังนั้นการพัฒนาอุตสาหกรรมมีข้อจำกัด เป็นสาเหตุของปัญหาด้านการพัฒนานวัตกรรม เนื่องจากคัตติ้งทูลส์เป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตโดยเฉพาะการผลิตนวัตกรรม

7.2.2.2 สมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทยเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรม

ผู้ประกอบการรายย่อยส่วนใหญ่ผลิตคัตติ้งทูลส์ชนิด Solid tools ได้แก่ สว่าน เอ็นมิลล์ ต๊าป และใบมีดตัด รวมถึงการผลิตด้ามจับยึดคัตติ้งทูลส์ (Tools holder) เพื่อผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ผลิตสินค้าบริโภคและอุปโภค โดยประเทศไทยเริ่มนำเข้าเทคโนโลยีการผลิตคัตติ้งทูลส์ เมื่อ พ.ศ. 2535 และตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาไม่ได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐทั้งด้านการศึกษาและการพัฒนาเทคโนโลยีภายในประเทศ อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีคัตติ้งทูลส์มีบทบาทสำคัญในพัฒนาอุตสาหกรรม เมื่ออุตสาหกรรมการผลิตขยายกำลังการผลิตการแข่งขันด้านการพัฒนาคัตติ้งทูลส์จะสูงขึ้น การพัฒนาอุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์จึงเกิดขึ้นโดยกลไกของอุตสาหกรรมเดิมและอุตสาหกรรมใหม่ แต่ว่าในประเทศไทยไม่มีการพัฒนารวมถึงด้านการศึกษา จึงเป็นสาเหตุของระบบอุตสาหกรรมของประเทศขาดองค์ความรู้ที่จะส่งเสริมความก้าวหน้าของเทคโนโลยี

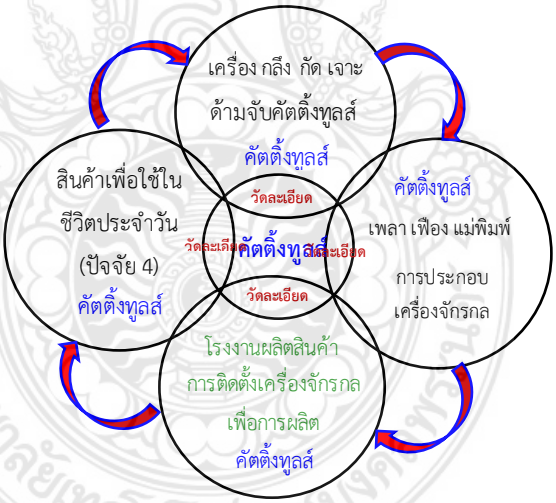
ผู้ประกอบการผลิตคัตติ้งทูลส์ภายในประเทศต้องการพัฒนาระบบห่วงโซ่อุปทานในระบบอุตสาหกรรมการผลิตและพัฒนานวัตกรรม สนับสนุนการพัฒนาประเทศและพัฒนาวิชาชีพอย่างเป็นระบบ จึงก่อตั้งสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทยโดยมีสมาชิกมากกว่า 30 ราย มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศด้วยนวัตกรรมเช่นเดียวกับอุตสาหกรรมของประเทศผู้นำด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมคัตติ้งทูลส์ รวมถึงโอกาสในการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศโดยการพัฒนาบุคลากรเฉพาะทางเพื่อรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมในอนาคตโดยเฉพาะการพัฒนาวิศวกรผลิตคัตติ้งทูลส์ ซึ่งจะเป็นบุคลากรเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภายในประเทศในระยะยาว

อย่างไรก็ตามมีการนำเข้าคัตติ้งทูลส์เพิ่มขึ้นตลอด 50 ปี โดยการนำเข้าจากต่างประเทศได้แก่ Sandvik, Kennametal, Mitsubishi, Iscar และ Hitachi เป็นต้น เมื่ออุตสาหกรรมการผลิตขยายตัวหรือมีการลงทุนผลิตเครื่องจักร ยานยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า นาฬิกา แว่นตา เสื้อผ้า ยารักษาโรค อาหารและที่อยู่อาศัย การใช้คัตติ้งทูลส์จะเพิ่มขึ้น อุตสาหกรรมมีการเติบโตมากขึ้น ผู้ประกอบการรายย่อยจึงมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้นโดยลำดับ ดังนั้น การนำเข้าเทคโนโลยีเครื่องจักรอัตโนมัติ (CNC-Grinding machine) เพื่อผลิตคัตติ้งทูลส์มากกว่าร้อยละ 95 เป็นการผลิตคัตติ้งทูลส์มาตรฐาน (Standard tools) และร้อยละ 5 ผลิตคัตติ้งทูลส์ชนิดพิเศษ (Special tools) การพัฒนาคัตติ้งทูลส์มีข้อจำกัดจากการผูกขาดในระบบห่วงโซ่อุปทานของผู้ประกอบการรายสำคัญ จึงมีการนำเข้า 100% ระบบการผลิตในประเทศมีข้อจำกัดด้านวัสดุผลิตคัตติ้งทูลส์ วัสดุเหล่านั้น ได้แก่ ทังสเตนคาร์ไบด์ เหล็กกล้ารอบสูง สารประกอบทังสเตนคาร์ไบด์ เซรามิกและไดมอนด์ทูลส์ เป็นต้น วัสดุสำหรับผลิตคัตติ้งทูลส์ ประกอบด้วย High speed steel (H.S.S), Cemented tungsten carbide พร้อมกับนำเข้าเทคโนโลยีเคลือบผิว Chemical Vapor Deposition (CVD), Physical Vapor Deposition (PVD) นำเข้าวัสดุเคลือบ เช่น TiC, AL_2O_3 และ TiN การนำเข้าวัสดุสำเร็จรูปเพื่อผลิตคัตติ้งทูลส์ Ceramics, Cubic Boron Nitride (CBN), Polycrystalline Diamond (PCD) เป็นต้น

ปัจจุบันเริ่มมีการพัฒนาเทคโนโลยีคัตติ้งทูลส์สนับสนุนการผลิตสินค้าต้นแบบ ส่งผลให้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้านพัฒนาคัตติ้งทูลส์พิเศษ (Special tools) ดังนั้น ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมการผลิตจึงต้องการพัฒนาคัตติ้งทูลส์ต้นแบบรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมในอนาคต และการพัฒนานวัตกรรมสำหรับเทคโนโลยีเฉพาะทางเป็นช่องว่างของผู้ประกอบการรายสำคัญ ซึ่งเป็นโอกาสของผู้ประกอบการภายในประเทศ ปรากฏว่าอุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์ขาดแคลนบุคลากรด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะบุคลากรที่มีทักษะในด้านการออกแบบและพัฒนาคัตติ้งทูลส์ ทำให้อุตสาหกรรมภายในประเทศเสียโอกาสในการพัฒนานวัตกรรมเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพภายในประเทศ

7.2.2.3 ห่วงโซ่อุปทานอุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์และปัจจัย 4

ความปลอดภัยในชีวิตเป็นสิ่งสิ่งที่มนุษย์ต้องการ ความต้องการนั้นทำให้เกิดห่วงโซ่อุปทานด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ครอบคลุมการเลือกวัสดุ การออกแบบผลิตภัณฑ์ การสร้างต้นแบบการผลิต การนำสินค้าไปใช้ประโยชน์และการนำกลับมาใช้ใหม่ เป็นวัฏจักรหรือวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์คัตติ้งทูลส์ สัมพันธ์กันในระบบห่วงโซ่อุปทานของเทคโนโลยี แสดงดังภาพที่ 7.1



ภาพ 7.1 ความสัมพันธ์ของคัตติ้งทูลส์ในอุตสาหกรรม

คัตติ้งทูลส์เป็นเทคโนโลยีที่มีความแตกต่างและเป็นเครื่องมือพิเศษ (Specials) มีความสำคัญ 4 ประการ คัตติ้งทูลส์จึงกลายเป็นสิ่งจำเป็นต่อการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมในระบบห่วงโซ่อุปทานทุกชนิด ประกอบด้วย

1) ความแข็งสูง (Hard metal) คงความแข็งที่อุณหภูมิสูง ต้านทานการสึกหรอ ประกอบด้วย High speed steel และวัสดุความแข็งสูง โดยลำดับ ได้แก่ Cemented tungsten carbide เคลือบด้วย

TiC, AL_2O_3, TiN, หากเคลือบด้วย Chemical Vapor Deposition (CVD) เหมาะสมกับการตัดหยาบ (Rough machine) หากเคลือบด้วย Physical Vapor Deposition (PVD) เหมาะสำหรับตัดผิวละเอียด (Finish machine) วัสดุความแข็งสูงขึ้นเป็น Ceramics, Cubic Boron Nitride (CBN), Polycrystalline Diamond (PCD), Diamond-Like Carbon (DLC), Carbon fiber re-inforced polymer (CFRP) laminate and one titanium (Ti) alloy (CFRP/Ti), Mono Crystalline Diamond (MCD) ตามลำดับ (A new met et al., 2019)

2) เพื่อใช้ในการผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูง (High precision) เป็นชิ้นส่วนสำหรับการนำไปใช้ด้วยความแม่นยำสูง (Accuracy)

3) คัตติ้งทูลส์มีระยะเวลาใช้งานสั้น จะเกิดเศษคัตติ้งทูลส์ในอุตสาหกรรมและการรีไซเคิลวัสดุกลับมาใช้ใหม่ (Tatiana Makarovskikh, Anatoly Panyukov, Egor Savitsky, 2019)

4) วงจรชีวิตคัตติ้งทูลส์มีรอบการใช้งานสั้นและหมุนเวียนอย่างรวดเร็ว การใช้คัตติ้งทูลส์จึงมีการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ใหม่ มีการใช้งานจำนวนมากเพื่อผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูง ต่อยอดอุตสาหกรรมและมีความสำคัญต่อวงจรการใช้ประโยชน์เพื่อพัฒนานวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง

ความสำคัญทั้ง 4 ประการ เป็นสมบัติสำคัญต่อการพัฒนานวัตกรรม การสร้างเทคโนโลยีและสมบัติดังกล่าวมีความแตกต่างกับเทคโนโลยีอื่นๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้น

7.3 ห่วงโซ่อุปทานเทคโนโลยีและประโยชน์ 4 อย่างของมนุษย์

ผลผลิตจากเทคโนโลยีในระบบอุตสาหกรรมการผลิตมีประโยชน์ 4 อย่างแตกต่างกันเป็นระบบห่วงโซ่อุปทาน 4 อุตสาหกรรมที่มีการพัฒนานวัตกรรม 4 ด้าน ได้แก่ คัตติ้งทูลส์ต้นแบบชิ้นส่วนและเครื่องจักรกล นวัตกรรมกระบวนการผลิต เช่น โรงงานอุตสาหกรรม ระบบดิจิทัล และปัญญาประดิษฐ์ (AI) การใช้หุ่นยนต์ผลิตสินค้าใหม่ และผลิตสินค้าเพื่อใช้ในการดำรงชีวิต เป็นต้น

การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีเพื่อให้มีผลผลิตสินค้าใหม่หรือเป็นนวัตกรรมเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มในรูปแบบของสินค้าที่เกิดจากระบบห่วงโซ่อุปทาน ดังนี้

1) อุตสาหกรรมการผลิตคัตติ้งทูลส์ (Industry No. 1) เป็นอุตสาหกรรมการออกและแบบผลิตคัตติ้งทูลส์ ใช้เทคโนโลยีในการผลิตเป็นระบบอัตโนมัติ ผลผลิตมีความเที่ยงตรงและความแม่นยำสูงด้วยการเจียระไนผิวสำเร็จ ผลิตเป็นคัตติ้งทูลส์สำเร็จรูปเพื่อใช้งานในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนแม่พิมพ์ เครื่องจักรกลและงานเครื่องมือกล

2) อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วน (Industry No. 2) เป็นอุตสาหกรรมที่ต้องใช้คัตติ้งทูลส์เพื่อผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูง องค์ประกอบที่สำคัญคือ เครื่องจักรกลความเที่ยงตรงสูงในงานเครื่องมือกล เงื่อนไขการผลิตประกอบด้วยความเร็วตัด (Cutting speeds) ความเร็วป้อน (Feed velocity) ความลึกในการตัดเฉือน (Depth of cut) ได้แก่ กลึง กัด เจาะและเจียระไน เพื่อผลิตชิ้นส่วนเที่ยงตรงสูง

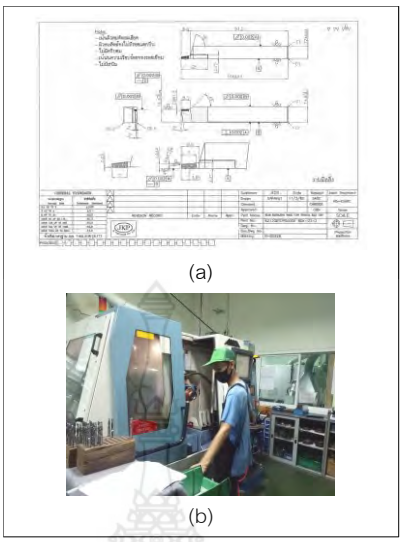
และมีความแม่นยำสูง เพื่อใช้งานในระบบส่งกำลัง การผลิตสามารถพยากรณ์เวลานำในการทำงาน (Lead time) กำหนดเวลามาตรฐาน (Standard time) เป็นเทคโนโลยีที่มีความเที่ยงตรงสูงเช่นเดียวกับกลุ่ม No. 1 ผลผลิตจึงมีความสำคัญต่อระบบทำงานและกลไกส่งกำลังของเครื่องจักรกล รวมถึงการผลิตเครื่องมือ ผลิตแม่พิมพ์และอุปกรณ์ในโรงงานผลิตสินค้าอีกทอด

3) โรงงานผลิตสินค้าและผลิตเทคโนโลยี (Industry No. 3) ประกอบด้วย สถานที่ อาคารโรงงาน การติดตั้งเครื่องจักรกล ระบบการผลิตด้วยการขึ้นรูป การประกอบผลิตเป็นสินค้า อาทิ เครื่องจักรและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน หรือสินค้าที่ต้องผลิตจำนวนมาก (Mass Production) มีการควบคุมคุณภาพ การบำรุงรักษา การขนส่ง การจำหน่าย โรงงานรีไซเคิล (Recycling Factories) ในอุตสาหกรรม No. 3 จึงเป็นการผลิตสินค้าอุปโภคและบริโภค มีการจำหน่ายในศูนย์การค้า (Shopping center) ศูนย์รับและส่งสินค้า เช่น Factories, Plants, Farms, Transport and Communication, Facilities, Technology, Robots, AI, VR, AR, IoT และ Digital อุตสาหกรรมที่มีเทคโนโลยีสัมพันธ์กับการทำงานของมนุษย์

4) สินค้ากลุ่มอำนวยความสะดวกและปลอดภัย (Industry No.4) เป็นการนำสินค้าหรือเทคโนโลยีเพื่อใช้งาน รวมถึงเทคโนโลยีเพื่อการป้องกันประเทศ (Government Services) อาหาร (Foods) การศึกษา (Educations) ที่อยู่อาศัยหรือบ้าน (Housing) ยารักษาโรค (Medicine) การรักษาสุขภาพ (Public Health) ออกกำลังกาย (Recreations), Entertainment, Comfort goods ได้แก่ รถยนต์ ทีวี ตู้เย็น หม้อหุงข้าว ไมโครเวฟ เครื่องปรับอากาศ ตุ๊กตา และของเล่น เป็นต้น สินค้าเหล่านี้เกิดจากอุตสาหกรรม No.3 จึงมีความสัมพันธ์กับคัตติ้งทูลส์ทั้งทางอ้อมและทางตรง

อุตสาหกรรม No. 1 ขาดแคลนบุคลากรที่มีทักษะการผลิตและการออกแบบคัตติ้งทูลส์ครอบคลุมการเลือกวัสดุ การผลิต การควบคุมคุณภาพ เนื่องจากเป็นเครื่องมือสำคัญต่อการพัฒนาสินค้าในอุตสาหกรรม No. 2, 3, และอุตสาหกรรม 4 มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ตามที่มนุษย์ต้องการ เช่น ความทันสมัย ความสวยงาม และความปลอดภัย เป็นต้น พบว่าอุตสาหกรรมในประเทศกำลังพัฒนามีบุคลากรประกอบอาชีพในอุตสาหกรรม No. 4, 3 และ 2 จำนวนลดลงตามลำดับ และพบว่ามีการพัฒนาองค์ความรู้ในอุตสาหกรรม No. 1 น้อยที่สุด ส่งผลให้ขาดแคลนบุคลากรด้านการพัฒนาคัตติ้งทูลส์ การผลิตในประเทศเป็นเพียงผู้นำเข้าและใช้เทคโนโลยีเท่านั้น

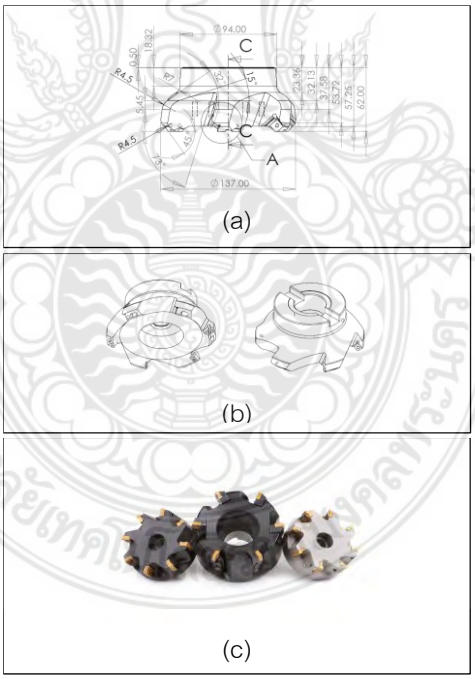
จากภาพที่ 7.2 (a) แสดงแบบสั่งผลิตคัตติ้งทูลส์พิเศษ (Special tool) โดยบริษัท เจ เค พรีซิชั่น จำกัด ทำการผลิตโดยผู้เรียนของโครงการวิจัย ควบคุมการผลิตด้วยเทคโนโลยีอัตโนมัติและแสดงตามรูป (b) พัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์และพื้นฐานทางวิศวกรรม เพื่อเป็นวิศวกรที่มีทักษะการออกแบบและพัฒนาคัตติ้งทูลส์ และส่งเสริมอุตสาหกรรม No.1 ในลำดับต่อไป



(a) แบบสั่งผลิตคัตติ้งทูลส์ชนิดเพิเศษ

(b) พนักงานกำลังผลิตคัตติ้งทูลส์ชนิดเพิเศษ

ภาพ 7.2 แบบสั่งผลิตคัตติ้งทูลส์ชนิดเพิเศษ (Special tool)



(a) แบบสั่งผลิต

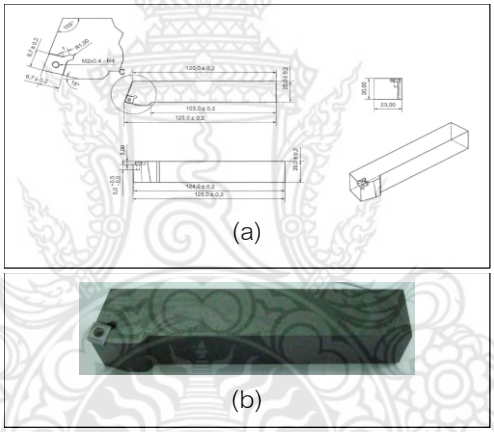
(b) แบบสามมิติ

(c) Milling tool Products

ภาพ 7.3 คัตติ้งทูลส์สำหรับงานกัด (Milling cutting tools)

จากภาพที่ 7.3 (a) และ (b) แสดงแบบสั่งผลิตชุดจับคัตติ้งทูลส์ในงานกัด (Milling Holder) จากการออกแบบของนักศึกษาในโครงงานวิทยาลัยในสถานประกอบการ ปฏิบัติงานในโรงงานผลิตคัตติ้งทูลส์ จากการศึกษาแบบ Revert Engineering ใช้เทคโนโลยีการผลิตเป็น CNC Machining center พัฒนาการเรียนรู้เทคนิคการใช้คัตติ้งทูลส์เพื่อผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูง อุปกรณ์จับยึดคัตติ้งทูลส์ แสดงตามภาพ (c)

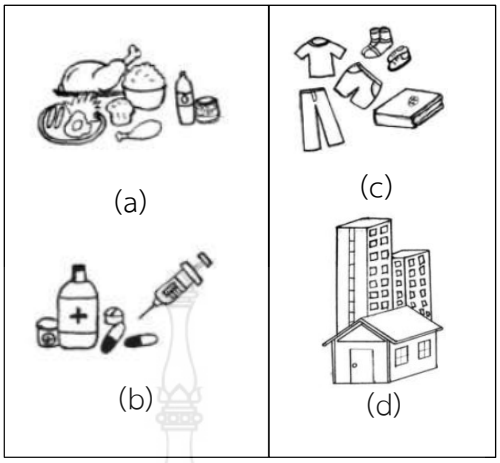
จากภาพที่ 7.4 (a) แบบสั่งผลิต Special Turning holder โดยผลิตจากอุตสาหกรรม No.2 เป็นการผลิตคัตติ้งทูลส์ขนาดเล็กในอุตสาหกรรม No.1 เพื่อใช้ในการกลึงโลหะทองเหลือง อะลูมิเนียม เป็นการผลิตแบบ Make-to-order ในอุตสาหกรรม No.2 เป็นการผลิตแผ่นมีดทังสเตนคาร์ไบด์และด้ามมีดกลึงเหล็กกล้าเครื่องมือ เป็นชุดเครื่องมือชนิดพิเศษ โดยออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูงในอุตสาหกรรม No.2 แสดงตามภาพที่ 7.4 (b)



(a) แบบสั่งผลิต Special Turning holder
(b) Special Turning holder Product

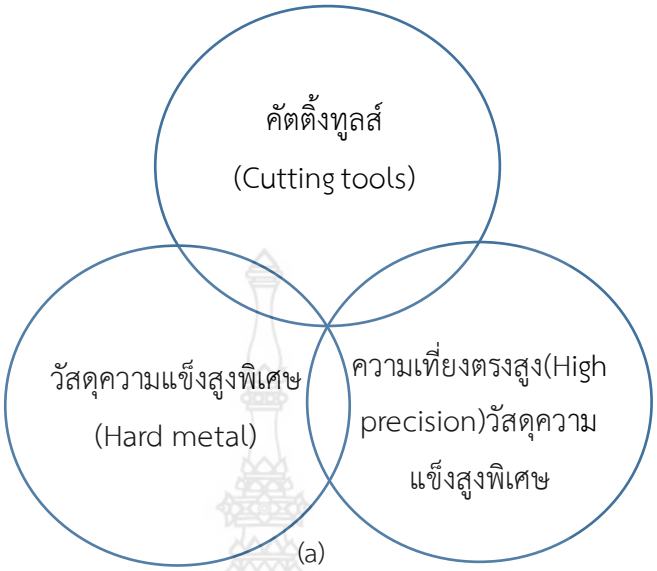
ภาพ 7.4 ชุดคัตติ้งทูลส์สำหรับงานกลึง (Turning)

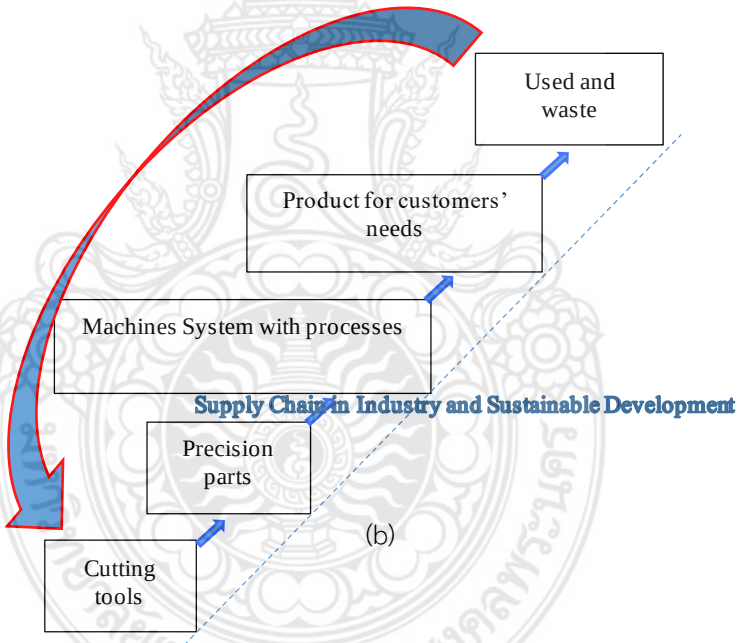
ภาพที่ 7.5 แสดงส่วนประกอบใน No.4 สินค้าอุปโภคและบริโภคที่เกิดขึ้นจาก No.3 ตามภาพ (a) ได้แก่ กลุ่มอาหาร ไก่ที่มาจากฟาร์ม ผักที่มาจากฟาร์ม ข้าวที่มาจากฟาร์ม และเครื่องดื่มจากโรงงาน ส่วนภาพ (b) เป็นยารักษาโรคชนิดเม็ด น้ำ แคปซูล ที่ผลิตจากโรงงาน ภาพ (c) เครื่องนุ่งห่ม เช่น เสื้อ กางเกง ผ้า รองเท้า ที่ผลิตจากโรงงาน และภาพที่ (d) ที่อยู่อาศัย ได้แก่ บ้าน อาคารสูง ใช้เครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง รวมถึงระบบน้ำ ไฟฟ้า ประปา ระบบทำความเย็นที่ผลิตจากอุตสาหกรรม No.1 , 2 และ 3 อาทิ ชิ้นส่วนส่งกำลังของเครื่องจักรมาจาก No. 2 เครื่องจักรกลมาจาก No.3 และนำมาใช้ในการสร้างที่อยู่อาศัย เป็น No.4 เป็นต้น



ภาพ 7.5 สิ่งอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยพื้นฐานที่ผ่านการผลิตโดยอ้อมของอุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์

จากภาพที่ 7.6 (a) แสดงโครงข่ายของผลิตภัณฑ์ใน No.1-4 โดยคัตติ้งทูลส์มีสมบัติพิเศษแตกต่างจากเทคโนโลยีอื่น ประกอบด้วย ความแข็งสูงและความเที่ยงตรงสูง ด้วยสมบัติดังกล่าวเป็นเหตุโดยธรรมชาติให้กลายเป็นต้นน้ำที่สำคัญของอุตสาหกรรมถัดไป เกิดจากความต้องการของมนุษย์ที่ต้องการความสะดวกและความปลอดภัย ทำให้คัตติ้งทูลส์เป็นเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมที่มีบทบาทสูงเกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้าทุกชนิดทั้งทางตรงและทางอ้อม เนื่องจากปัจจัยพื้นฐาน 4 ส่วน คือ อาหาร ยารักษาโรค เครื่องนุ่งห่มและที่อยู่อาศัยตามภาพที่ 7.6 ดังนั้น การใช้เทคโนโลยีเกือบทุกชนิดเกี่ยวข้องกับการผลิตที่สัมพันธ์กับการผลิตโดยใช้คัตติ้งทูลส์ทั้งทางตรงและทางอ้อม

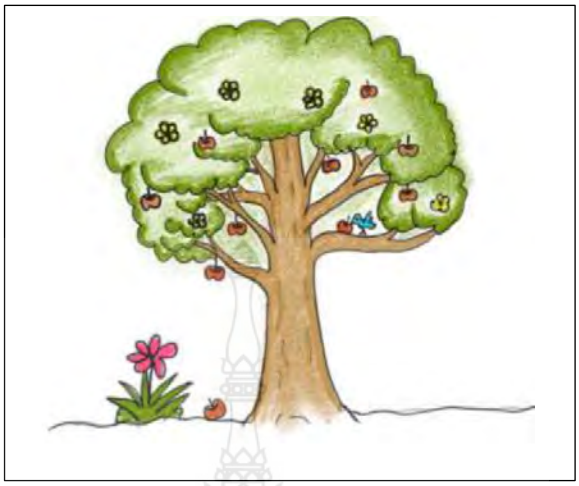




(a) ธรรมชาติของคัตติ้งทูลส์ ต้นน้ำเทคโนโลยีทุกชนิด

(b) ห่วงโซ่การผลิตขึ้นกับความเที่ยงตรงและความถูกต้อง กระทบต่อเทคโนโลยีทุกชนิด ทั้งทางตรงและทางอ้อม

ภาพ 7.6 คัตติ้งทูลส์อุตสาหกรรมต้นน้ำความเที่ยงตรงสูง



ภาพ 7.7 ต้นไม้สิ่งมีชีวิตที่สำคัญสูงสุดต่อสิ่งมีชีวิตอื่น

ดังนั้น ในระบบห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมโดยทั่วไปส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในรูปแบบของมลภาวะด้านสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ โดยเฉพาะภาวะเรือนกระจก ด้วยอุตสาหกรรมการผลิตเกิดขึ้นจำนวนมาก ประกอบกับมีสิ่งที่สูญหายไปคือพืชชนิดต่างๆ โดยเฉพาะต้นไม้ ดังภาพที่ 7.7 ซึ่งเป็นสัญลักษณ์และเป็นปัจจัยสำคัญของสิ่งมีชีวิต มีคุณค่าต่อสิ่งมีชีวิต เนื่องจากต้นไม้หลายชนิดมีขนาดสูงใหญ่ ส่งเสริมสิ่งมีชีวิตอื่น ต้นไม้โดยส่วนใหญ่มีความปลอดภัยสูงสุด ต้นไม้มีการเจริญเติบโตและนิ่งที่สุด ที่จริงแล้วไม่มีอันตรายต่อมนุษย์ทั้งในทางตรงและทางอ้อม ถ้าหากไม่ทำลายต้นไม้แล้วต้นไม้จะมีวิธีเอาตัวรอดได้เก่งที่สุด เมื่อเทียบกับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ดังนั้น การพัฒนาอุตสาหกรรม และอุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์ควรเป็นต้นน้ำการพัฒนาองค์อุตสาหกรรมให้เป็นมิตรกับสิ่งมีชีวิต เป็นองค์กรส่งเสริมความรู้เพื่อสร้างความสมดุลควบคู่กับการพัฒนาองค์ความรู้ด้านอุตสาหกรรมให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น เพื่ออนุรักษ์ต้นไม้ทุกชนิดมีจำนวนมากขึ้นๆ โดยลำดับ

7.4 อุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์และความสำคัญต่อระบบห่วงโซ่อุปทานในระบบการผลิตนวัตกรรมและเทคโนโลยี

คัตติ้งทูลส์ในอุตสาหกรรมที่มีระบบผูกขาดทางการตลาดของผู้ผลิตหลายยี่ห้อมีส่วนแบ่งการตลาดสูงแต่เป็นการผลิตจำนวนน้อยราย แต่ละรายมียอดขายต่อปีในปริมาณมากโดยการจำหน่ายคัตติ้งทูลส์ให้ลูกค้าแต่ละประเทศทั่วโลก (Sebastian Thiede, 2021) โดยเฉพาะอุตสาหกรรมของประเทศโลกที่สาม ประเทศกำลังพัฒนาหรือประเทศที่ไม่มีการผลิตสินค้าและเทคโนโลยีในอุตสาหกรรม 1.0, 2.0 และ 3.0 คัตติ้งทูลส์ถูกนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมการผลิตจำนวนมาก มีลูกค้าจำนวนมาก เนื่องจากการที่ผู้ใช้งานไม่ได้พัฒนาองค์ความรู้และพัฒนาเทคโนโลยีในอุตสาหกรรม

การผลิตสินค้าความเที่ยงตรงสูง อุตสาหกรรมในประเทศนั้นจึงเป็นเพียงผู้นำเข้าและผู้นำเข้า ส่วนใหญ่ขาดดุลทางด้านการค้า เนื่องจากไม่มีเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการแข่งขัน ส่งผลกระทบในระบบห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมในประเทศจึงเป็นเพียงผู้นำเข้าเทคโนโลยี อุตสาหกรรมที่นิยมนำเข้า ได้แก่ อุตสาหกรรมในประเทศไทย และอุตสาหกรรมในประเทศที่ไม่มีระบบพัฒนาองค์ความรู้ด้านคัตติ้งทูลส์ และพัฒนาเทคโนโลยีคัตติ้งทูลส์ในระบบการศึกษาซึ่งการพัฒนาอุตสาหกรรม มีความสัมพันธ์โดยธรรมชาติ แสดงดังตารางที่ 7.1

ตาราง 7.1 คัตติ้งทูลส์สัมพันธ์กับ สังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม

ผลผลิต / การทำงาน อาชีพ และเทคโนโลยี ในห่วงโซ่อุปทาน	คัตติ้งทูลส์	ชิ้นส่วน	เครื่องจักร	โรงงานเพื่อการผลิตสินค้าและระบบการจำหน่ายสินค้า	สินค้าและการใช้งานในชีวิตประจำวัน
อุตสาหกรรม 1.0	ผลิตคัตติ้งทูลส์	การใช้คัตติ้งทูลส์	การใช้คัตติ้งทูลส์	การใช้และวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์คัตติ้งทูลส์	คัตติงทูลส์เพื่อความปลอดภัยในการดำรงชีวิต
อุตสาหกรรม 2.0	คัตติ้งทูลส์เพื่อการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักร	การผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรและผลิตแม่พิมพ์	การผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักร	เทคโนโลยีในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อการผลิตและการนำไปใช้ประโยชน์	เทคโนโลยีและเครื่องมือเพื่อการดำรงชีวิต
อุตสาหกรรม 3.0	โรงงานผลิตคัตติ้งทูลส์	โรงงานผลิตเครื่องจักรกลผลิตแม่พิมพ์และเครื่องมือความเที่ยงตรงสูง	โรงงานผลิตสินค้าและการแลกเปลี่ยนในระบบอุตสาหกรรม	โรงงานผลิตสินค้าและการจำหน่ายสินค้า	โรงงานผลิตสินค้าและการนำสินค้าไปใช้ประโยชน์
อุตสาหกรรม 4.0	สินค้าประเภทคัตติ้งทูลส์	สินค้ากลุ่มชิ้นส่วนและแม่พิมพ์ความเที่ยงตรงสูง	สินค้าในกลุ่มเครื่องจักรกลและโรงงานอุตสาหกรรม	สินค้าผลิตจากโรงงานเพื่อนำไปใช้ในการทำงานและใช้ในชีวิตประจำวัน	สินค้าเพื่อความสะดวกและความปลอดภัยในการดำรงชีวิตประจำวัน
นวัตกรรมและเทคโนโลยี	Special Tools	Parts and Innovation	Products and Innovation	Processes and Innovation	New product
การศึกษาที่สัมพันธ์กับการพัฒนาเทคโนโลยี	ช่างเทคนิค วิศวกร อาจารย์	ช่างเทคนิค วิศวกร อาจารย์	ช่างเทคนิค วิศวกร อาจารย์	ช่างเทคนิค วิศวกร อาจารย์	ช่างเทคนิค วิศวกร อาจารย์
สังคมและการประกอบอาชีพ	อาชีพกลุ่มที่ 1	อาชีพกลุ่มที่ 2	อาชีพกลุ่มที่ 3	อาชีพกลุ่มที่ 4	อาชีพกลุ่มที่ 5
ระบบเศรษฐกิจเพื่อความยั่งยืน	Sufficiency Economy	Sufficiency Economy	Sufficiency Economy	Sufficiency Economy	Sufficiency Economy
สิ่งแวดล้อมและการพัฒนาเพื่อความยั่งยืน	Law of Nature	Law of Nature	Law of Nature	Law of Nature	Law of Nature

ในระบบห่วงโซ่อุปทาน การพัฒนาเทคโนโลยี การพัฒนาการศึกษา การพัฒนาระบบอุตสาหกรรมการผลิต การจำหน่ายและการใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมนั้น ขึ้นกับความสามารถในการพัฒนาองค์ความรู้การพัฒนาคัตติ้งทูลส์อย่างเป็นระบบ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ประกอบด้วย

1) อุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์ ซึ่งเป็นต้นน้ำของอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูง

2) อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูง ซึ่งเป็นต้นน้ำของระบบการผลิตในโรงงาน การทำฟาร์มเพื่อการเกษตรและเลี้ยงสัตว์ การพัฒนาศูนย์การค้าและการจำหน่ายสินค้า เป็นต้น

3) ระบบการผลิตในโรงงาน ฟาร์มพืชและสัตว์ ศูนย์การค้า และการกระจายสินค้า เป็นต้นน้ำของสินค้าถูกนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งมี 2 รูปแบบ คือ การนำไปใช้เพื่อการทำงานเฉพาะบุคคลและกลุ่มบุคคล และการใช้เพื่อดำรงชีวิตโดยทั่วไปที่ไม่ใช่การปฏิบัติงานของมนุษย์

4) สินค้าที่มนุษย์นำไปใช้เพื่อความสะดวกและความปลอดภัยของตนและกลุ่ม เช่น ชุมชน ตำบล จังหวัด และประเทศ เป็นต้น

ดังนั้นทั้ง 4 กลุ่ม เป็นระบบการผลิตและผลผลิตของอุตสาหกรรม 1.0, 2.0, 3.0 และ 4.0 สินค้าที่เกิดขึ้นจากแต่ละกลุ่มขณะทำการผลิตในอุตสาหกรรมจะเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเมื่อนำไปใช้งาน เพื่อความสะดวกละความปลอดภัยเทคโนโลยีหลายชนิดเกิดผล กระทบด้านสิ่งแวดล้อม มลภาวะเปลี่ยนแปลง และเมื่อสินค้าหรือเทคโนโลยีเหล่านั้นหมดอายุการใช้งานเป็นของเหลือใช้ (Waste) จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกทอดหนึ่ง สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น มีโอกาสส่งผลกระทบกับสภาพภูมิอากาศตลอดวงจรของผลิตภัณฑ์ ครอบคลุมปัจจัย 4 อาทิ อาหาร ยารักษาโรค เครื่องนุ่งห่ม และที่อยู่อาศัย เป็นการผลิตจำนวนมาก และสร้างขึ้นจากการพัฒนาอุตสาหกรรม

ดังนั้น การพัฒนาการศึกษาจึงอาจจะจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงแนวทางการพัฒนาวิศวกรเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมในรูปแบบใหม่ มุ่งเน้นการพัฒนาตลอดวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์เป็นรูปธรรมมากขึ้น เพื่อความปลอดภัย มีความแตกต่างไปจากการพัฒนาอุตสาหกรรมในอดีต (Disruption) โดยเปลี่ยนแปลงระบบการพัฒนาอุตสาหกรรมครอบคลุมทุกปัจจัยการผลิต ส่งเสริมความต้องการใช้งานของมนุษยสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ความสมดุลสิ่งแวดล้อมมากขึ้น พัฒนาการอย่างสมดุลด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาจากสิ่งมีชีวิตหลายชนิดที่มีระบบการสร้างสมดุลทางธรรมชาติ รวมถึงสิ่งมีชีวิตที่ทรงคุณค่าสูงสุด โดยเฉพาะต้นไม้ทุกชนิด ตามกฎธรรมชาติ มนุษย์ควรรักษาสมดุลและส่งเสริมการสร้างป่า ปลูกต้นไม้หลายชนิดมากขึ้นเพื่อทดแทนการสร้างสิ่งประดิษฐ์และเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความสมดุลทางธรรมชาติและมีความจำเป็นเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อไป

7.5 การพัฒนาต่อยอดผู้เรียนสู่การผลิตบัณฑิตมีทักษะสูง

จากการพัฒนาโครงการวิจัยดังกล่าว นอกจากผู้เรียนมีสมรรถนะสูงขึ้นจากการบูรณาการการศึกษากับการทำงาน รวมถึงการทำโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ และการฝึกผู้เรียนตามมาตรฐาน CDIO แล้วนั้น สิ่งที่ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาเพิ่มขึ้นเพื่อเป็นบัณฑิตนักปฏิบัติ มีความพร้อมในการประกอบอาชีพ ประกอบวิชาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นไปตามความต้องการของผู้ประกอบการมากขึ้นควรพัฒนาการจัดการศึกษาแบบใหม่ ได้แก่

1) มุ่งเน้นพัฒนาระบบการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการการเรียนกับการปฏิบัติงานมากขึ้น รวมถึงการส่งเสริมอาจารย์ผู้สอนให้มีความสะดวกและมีความพร้อมทั้งความรู้และประสบการณ์ทำงานในสถานประกอบการ สามารถปฏิบัติงานพัฒนาสินค้าและสร้างผลิตภัณฑ์ทางวิศวกรรม บริหารและจัดการกระบวนการผลิต ปรับปรุงกระบวนการผลิตในสถานประกอบการ บริหารการเรียนการสอนและการทำงานร่วมกับฝ่ายผลิต พัฒนาวิศวกรและหัวหน้างานในสถานประกอบการ

2) ปรับเปลี่ยนระบบการศึกษาและแผนการศึกษาตลอดหลักสูตรเป็นแบบใหม่ โดยบูรณาการรายวิชาเรียนและจัดทำแผนการสอนให้สอดคล้องกับระบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการสร้างผลิตภัณฑ์ทางวิศวกรรม โดยเน้นระบบการศึกษามีพื้นฐานวิทยาศาสตร์และการประยุกต์ การพัฒนาโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ และการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน บูรณาการกลุ่มรายวิชาครอบคลุมเนื้อหาตลอดหลักสูตรสำหรับพัฒนาคุณภาพผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้อย่างเหมาะสม

3) พัฒนาระบบการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ การทำโครงงานและการสร้างนวัตกรรมครอบคลุมเนื้อหาตลอดหลักสูตร เช่น การพัฒนาแผนการสอนโดยบูรณาการกลุ่มวิชาเรียนเป็นรูปแบบใหม่ แบบโมดูล หรือ แบบกลุ่มรายวิชาที่มีองค์ความรู้สัมพันธ์กัน จัดการให้รายวิชาที่สัมพันธ์กันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน และเชื่อมโยงแต่ละกลุ่มเป็นแผนพัฒนาผู้เรียนทั้งรายบุคคลและกลุ่มบุคคล เพื่อพัฒนาวิศวกรอาชีพที่มีความสอดคล้องกับอาชีพในอนาคต อาทิ ฝึกทักษะการศึกษาที่ทันสมัย เช่น เรียนรู้เกี่ยวกับความต้องการและความจำเป็นของมนุษย์และความต้องการใช้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เป็นประโยชน์และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทักษะการกำหนดหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ ทักษะการเลือกใช้วัสดุเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ ทักษะการออกแบบผลิตภัณฑ์ทางวิศวกรรม การสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ การทดสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ การกำหนดมาตรฐานการผลิตผลิตภัณฑ์ ปัจจัยในระบบการผลิตผลิตภัณฑ์ อาทิ การสร้างเครื่องจักรกล ครอบคลุมระบบส่งกำลัง ระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระบบสัญญาณไร้สาย การออกแบบต้นกำลัง การสร้างวงจรไฟฟ้า การออกแบบแผนผังโรงงานงาน เพื่อการพัฒนาห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมทั้ง 4 กลุ่ม เป็นต้น

4) เพิ่มทักษะการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ โดยเรียนรู้จากการทำงาน อาทิ การเรียนรู้จากคู่มือการใช้เครื่องจักรกล (Operation manual) และคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรกล (Maintenance manual)

เพื่อเป็นการเรียนรู้ระหว่างการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมผู้เรียนด้านทักษะพื้นฐานภาษาอังกฤษจากการปฏิบัติงาน

5) จัดการเรียนการสอนแต่ละภาคเรียนเป็นแบบผสมผสาน ในระหว่างการปฏิบัติงานและการเรียนรู้ทั้งในสถานประกอบการและการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยกำหนดให้ผู้สอนฝึกทักษะภาษาอังกฤษเพื่อพัฒนาผู้เรียน และฝึกทักษะภาษาอังกฤษอย่างต่อเนื่อง

6) การประเมินผลสมรรถนะผู้เรียนเน้นพัฒนาทักษะวิชาชีพ การติดต่อสื่อสาร การสร้างสรรค์สังคมที่ปลอดภัย ความมีระเบียบวินัย การตรงต่อเวลา ความรู้ความสามารถในการพัฒนาตนเอง ความสามารถในการดูแลและส่งเสริมสุขภาพทั้งทางร่างกายและทางจิตใจ การฝึกความเย็นใจ เป็นต้น เพื่อเป็นพื้นฐานการผลิตบัณฑิตที่มีความพร้อมทั้งทางร่างกายและจิตใจที่สมบูรณ์ เป็นพื้นฐานสำคัญก่อนจบการศึกษา เมื่อจบแล้วเป็นบัณฑิตที่สามารถพัฒนาตนเองได้อย่างเหมาะสม ทั้งการประกอบอาชีพ การเผชิญปัญหา การแก้ปัญหา การพัฒนาอาชีพของตน มีการพัฒนาตนเองอย่างสมดุลด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม พัฒนาตนเองทุกช่วงวัยมีความปลอดภัยมากขึ้นโดยลำดับ

บทที่ 8

สรุปผล

นักศึกษาในโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ จำนวน 27 คน ได้ปฏิบัติงานในสถานที่จริง (Workspaces) จำนวน 7 บริษัท โดยผลิตสินค้าที่เป็นห่วงโซ่อุปทานในสองอุตสาหกรรม ประกอบด้วย จำนวน 6 บริษัท ดำเนินธุรกิจเป็นผู้ผลิตและจำหน่ายคัตติ้งทูลส์ โดยการออกแบบและผลิตคัตติ้งทูลส์จากวัสดุหลายชนิด อาทิ เหล็กกล้ารอบสูง (High speed steel) ซีเมนต์คาร์ไบด์ (Cemented carbide) เซอเมต (Cermet) เซรามิกส์ (Ceramics) คิวบิกโบรอนไนไตรด์ (Cubic boron nitride) โพลีคริสตอลไลน์ไดมอนด์(Polycrystalline diamond : PCD) และซิงน์เกิลคริสตอลไดมอนด์ (Single-crystal diamond : SCD) เป็นต้น เพื่อผลิตคัตติ้งทูลส์มาตรฐาน (Standard tools) และคัตติ้งทูลส์พิเศษ (Special tools) การบำรุงรักษาเครื่องจักรกลการผลิตคัตติ้งทูลส์ การพัฒนาเครื่องจักรกลผลิตคัตติ้งทูลส์ รวมถึงการอบรมและพัฒนาทักษะพนักงานเพื่อควบคุมเครื่องจักรกลการผลิตคัตติ้งทูลส์ และจำนวน 1 บริษัท ผลิตและจำหน่ายเครื่องรีดโลหะแผ่นและตัดโลหะแผ่นเพื่อใช้ประโยชน์ในโรงงานผลิตโลหะแผ่นสำเร็จรูปอีกทอดหนึ่ง โดยการออกแบบและผลิตเครื่องจักรกล จึงเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูงและผลิตเครื่องจักรกล โดยมีการออกแบบและพัฒนาระบบกลไกการทำงานทางกล และระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการทำงานอัตโนมัติ จำหน่ายและบริการลูกค้าหลังการขาย พบว่าสถานประกอบการผู้ร่วมโครงการพัฒนานักศึกษา สามารถพัฒนานวัตกรรมและสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่อย่างต่อเนื่อง เช่นเดียวกับอุตสาหกรรมพัฒนานวัตกรรมด้านอาหารและยารักษาโรค ในขณะที่ระบบเศรษฐกิจโดยรวมลดปริมาณการผลิต เมื่อปัญหาการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส Covid 2019

ดังนั้น สถานประกอบการที่ทำการผลิตคัตติ้งทูลส์สำหรับการพัฒนาผู้เรียนในโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาในอุตสาหกรรม 1.0 ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมการผลิตคัตติ้งทูลส์มีความเที่ยงตรงสูง จำนวน 7 บริษัท มีความต้องการรับนักศึกษาพร้อมเข้าปฏิบัติงานเพื่อการเรียนรู้ตลอดหลักสูตร จำนวน 22 คน และโรงงานงานในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักรกล 2.0 เป็นอุตสาหกรรมผลิตเครื่องกลอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ ผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลด้วยการกลึง กัด เจาะ เจียระไน เหล็กหล่อ เหล็กกล้า ทองแดง ทองเหลือง และวัสดุอื่นๆ รวมถึงการออกแบบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการประกอบและผลิตสินค้าหลัก โดยเฉพาะเครื่องจักรกลสำหรับคลี่และตัดซอยโลหะแผ่น เพื่อจำหน่ายในประเทศและส่งออกไปต่างประเทศ

การพัฒนาทักษะผู้เรียนแบบบูรณาการระหว่างการปฏิบัติงานกับการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม (Work Integrated Learning) ผู้เรียนฝึกทักษะพัฒนาโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ (Project-based Learning) การพัฒนาทักษะการวิเคราะห์และการปฏิบัติงานโดยใช้ CDIO เป็นกระบวนการพัฒนาทั้งทักษะการคิดเป็นระบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์และปฏิบัติงานผลิตสินค้าในอุตสาหกรรม 1.0 และ 2.0 ตามลำดับ จึงเป็นการพัฒนาผู้เรียนเสริมสร้างสมรรถนะสำหรับอาชีพวิศวกร และจะเป็นผู้ที่สามารถพัฒนาอุตสาหกรรมในระบบการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ผลการพัฒนานักศึกษาตลอดหนึ่งภาคการศึกษา สรุปได้ว่า ผู้เรียนสามารถประยุกต์เนื้อหาวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกรปฏิบัติการสร้างผลิตภัณฑ์ตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย โดยบูรณาการกับวิชาคณิตศาสตร์ 1 เพื่อคำนวณปริมาตรวัตถุดิบซึ่งเป็นพื้นฐานด้วยการประยุกต์เนื้อหากับการผลิตคัตติ้งทูลส์ การผลิตเพลาส่งกำลัง ประยุกต์เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ 1 ด้านการคำนวณความเร็ว แรง เป็นพื้นฐานการผลิตคัตติ้งทูลส์ วิชาเขียนแบบวิศวกรรม โดยการวิเคราะห์แบบและทำการเขียนแบบวิศวกรรม เข้าใจการเลือกวัสดุทางวิศวกรรมเพื่อการผลิต เข้าใจแนวคิดการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมคัตติ้งทูลส์ ควบคุมเครื่องจักรกลการผลิต และเทคโนโลยีการผลิตในสถานประกอบการ ผู้เรียนศึกษาเทคโนโลยีที่มีความแตกต่างกันด้านการผลิต โดยเกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในชั้นเรียนด้วยการนำเสนอโครงงานเพื่อการเรียนรู้จำนวน 27 คน พัฒนาทักษะวิศวกรรมศาสตร์ด้วยการปฏิบัติงานกับการเรียนแบบบูรณาการกับวิชาปฏิบัติการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร โดยบูรณาการกรรมวิธีการผลิตสินค้าคัตติ้งทูลส์ การผลิตเครื่องจักรกลและรวมถึงงานบำรุงรักษาเครื่องจักรกล เครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อการผลิต รวมถึงประสบการณ์การแก้ปัญหาการทำงานในโรงงานผลิตสินค้า ประกอบด้วย การเปลี่ยนชิ้นส่วน การซ่อมเครื่องจักรกล การปรับแต่งชิ้นงานหรือสินค้าคัตติ้งทูลส์ เพลา เฟือง สลัก การใช้เครื่องมือวัดละเอียด ปฏิบัติการประกอบเครื่องจักร การติดตั้งเครื่องจักร ปฏิบัติการงานปรับแต่งชิ้นส่วนด้วยการตะไบ งานเชื่อม งานซ่อมระบบน้ำในอาคารโรงงานและระบบไฟฟ้าในโรงงาน

ประเมินการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร โดยใช้โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้มาตรฐาน CDIO 6, 7, 8 ผลการประเมินการเรียนรู้สามารถพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานในสถานประกอบการทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ปรากฏว่าผู้เรียนมีทักษะการปฏิบัติงานเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการพัฒนาการเรียนการสอนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการปฏิบัติงาน มีความชำนาญจากการปฏิบัติ ประกอบกับการวิเคราะห์เพื่อการวางแผนการทำงาน การปฏิบัติงาน การแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนมีสมรรถนะเพิ่มขึ้น สอดคล้องการพัฒนาผู้เรียนตรงตามมาตรฐาน CDIO มาตรฐานที่ 8 (Standard No.8) ครอบคลุมเนื้อหารายวิชาตามหลักสูตรแบบบูรณาการ อย่างไรก็ตามในส่วนของวิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในสถานประกอบการนั้น ผู้เรียนได้พัฒนาสมรรถนะในชั้นเรียน แต่ควรมีการปรับปรุงและพัฒนาทักษะการพูดจากการฝึกในสถานประกอบการให้ผู้เรียนมีการ

ฝึกทักษะด้านภาษาอังกฤษมากขึ้น ซึ่งเป็นการเรียนรู้และส่งเสริมทักษะภาษาอังกฤษแบบบูรณาการ เพื่อเตรียมความพร้อมด้านการสื่อสารภาษาอังกฤษสำหรับการทำงาน

ในระบบห่วงโซ่อุปทานสำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการพัฒนาระบบการศึกษาเพื่อพัฒนากำลังคนส่งเสริมการพัฒนาระบบอุตสาหกรรมการผลิต และการใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมนั้น ขึ้นอยู่กับความสามารถในการพัฒนาองค์ความรู้ของผู้เรียนเพื่อการออกแบบและพัฒนาคัตติ้งทูลส์ การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือและเครื่องจักรกลการผลิต ให้มีบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถ พัฒนาเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์ต่อการใช้งานเป็นระบบ โดยการเชื่อมโยงระหว่างเทคโนโลยีและสินค้าที่มีการผลิตในอุตสาหกรรม 4 กลุ่ม ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน ประกอบด้วย

1. พัฒนาบัณฑิตส่งเสริมอุตสาหกรรมคัตติ้งทูลส์ ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมต้นน้ำของอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูง

2. พัฒนาบัณฑิตส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนความเที่ยงตรงสูง โดยเฉพาะชิ้นส่วนในระบบส่งกำลังของเครื่องจักรกล หุ่นยนต์ในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้นน้ำของระบบการผลิตสินค้าหรือเทคโนโลยี เป็นปัจจัยสำคัญของกระบวนการผลิตในโรงงาน ในฟาร์ม ในศูนย์กระจายสินค้า ศูนย์บริการ และศูนย์การค้า เป็นต้น

3. พัฒนาบัณฑิตส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตสินค้า พัฒนาองค์ความรู้ใหม่ในการนำปัจจัยการผลิตเพื่อพัฒนาระบบการผลิต เพื่อการผลิตในโรงงาน การผลิตในฟาร์ม พัฒนาเทคโนโลยีเพื่อใช้ในศูนย์การค้าและการกระจายสินค้า การแลกเปลี่ยนและจำหน่าย อุตสาหกรรมการผลิตดังกล่าวผลผลิตเป็นสินค้าเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ สินค้าเพื่อนำไปใช้ในการทำงาน ในสำนักงานหรือในองค์กร เป็นต้น และสินค้าสำหรับการดำรงชีวิตที่ไม่เกี่ยวข้องกับหน้าที่การทำงานของมนุษย์

4. พัฒนาระบบการจัดการสินค้าที่มนุษย์นำไปใช้เพื่อความสะดวกและความปลอดภัย เช่น การใช้งานในชุมชน หมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด และประเทศ เป็นต้น

อุตสาหกรรมทั้ง 4 กลุ่ม เป็นระบบการผลิตที่สัมพันธ์กันเพื่อนำผลผลิตไปใช้ในอุตสาหกรรมถัดไป โดยผลผลิตจากอุตสาหกรรม 1.0 นำไปใช้ใน 2.0 นำไปใช้ใน 3.0 นำไปใช้ใน 4.0 ตามลำดับ ดังนั้น ในอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าระหว่างการผลิตสินค้านั้นจะมีการใช้พลังงาน กากของเสีย และเศษวัสดุ เป็นต้น มีผลกระทบด้านอากาศ ดิน น้ำ และสิ่งมีชีวิต วงจรชีวิตของการผลิตสินค้าหลายชนิดเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เมื่อหมดอายุการใช้งานกลายเป็นของเหลือใช้ ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้นตามลำดับ ตลอดวงจรของผลิตภัณฑ์จึงมีผลกระทบครอบคลุมการผลิต อาหาร ยารักษาโรค เครื่องนุ่งห่ม และที่อยู่อาศัย ดังนั้น การพัฒนาการศึกษาจึงจำเป็นต้องพัฒนาองค์ความรู้ใหม่เพื่อส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงไปสู่ความสมดุลกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ครอบคลุมปัจจัยการผลิต อาทิ การพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรผสมผสานและระบบเศรษฐกิจพอเพียง (Sufficiency economy) เพื่อการพัฒนาที่มีความสมดุลด้านอาหาร สุขภาพและความปลอดภัยอย่างยั่งยืนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต. 2559. **หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ฉบับปรับปรุงปี 2559.**

Guo Lingling, Tang Guowei, Fu Yu, Li Jinghui, Zhao Wanping. 2012. **Research and Practice on CDIO-based Application-oriented Practical Teaching System of Computer Major**, International Conference on Future Computer Supported Education, 24 – 29.

Alison K. Reedy, María Lucía Guerrero Farías, Luis H. Reyesc, Diego Pradilla. 2020. **Improving employability skills through non-placementwork-integrated learning in chemical and food engineering:A case study**, Education for Chemical Engineers 33, 91–101.

Dante Guerrero, Martín Palma, Gerson La Rosa. 2014. **Developing competences in engineering students. The case of project management course**, International Conference on Education & Educational Psychology 2013, 832 – 841.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2559. **หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ฉบับปรับปรุงปี 2559.**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 2558. **หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ฉบับปรับปรุงปี 2558.**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2560. **หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ฉบับปรับปรุงปี 2560.**

ระเบียบคณะกรรมการสภาวิศวกร. 2558. **ระเบียบคณะกรรมการสภาวิศวกรว่าด้วยวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม และวิชาเฉพาะทางวิศวกรรม ที่สภาวิศวกรจะให้การรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร และวุฒิบัตร ในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม พ.ศ. 2558.**

สุราษฎร์ พรมจันทร์. 2552. **การพัฒนาหลักสูตรรายวิชา Course Development**, ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 98-102.

Crawley, E. F. 2001. **The CDIO Syllabus A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education**, ฉบับแปลโดยความร่วมมือของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี กรกฎาคม 2557.

หน่วยศึกษานิเทศก์. 2559. **แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน**, สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 3-12.

Bai Jianfeng, Lei Hu, Yanfen Li, Zhen Tian, Lili Xie, Lijun Wang, Mingyuan Zhou, Jie Guan, Huaqing Xie. 2013. **The progress of CDIO engineering education reform in several China universities: A review**, 3rd World Conference on Learning, Teaching and Educational Leadership (WCLTA-2012), 381 - 385.

KazuyaTakemata, Akiyuki Minamide, Arihiro Kodaka, Sumio Nakamura. 2013. **Engineering Project-Based Learning under the CDIO Concept**, IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE), 261.

Guilherme Tortorella, Paulo Cauchick-Miguel. 2018. **Combining traditional teaching methods and PBL for teaching and learning of lean**, IFAC Conference paper archive PapersOnLine, 51-11, 915-920.

Zhongwei Liang, Hongguang Deng, Jianhua Tao. 2011. **Teaching Examples and Pedagogy of MechanicalManufacture based on the CDIO-Based Teaching Method**, Procedia Engineering, 4084–4088.

อลงกต ยะไวทย์, ณัฐวัฒม์ วงษ์ชวลิตกุล, วันเกษม สัตยานุชิต, ณภัทธิรา มุ่งธนวรกุล และอัจฉรา ปัทมวิภาค. 2562. **การพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน ด้วยการสร้างสภาวะแวดล้อมการเรียนด้วยการทำงานในสภาพจริง,** มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล.

ประกายฉัตร ขวัญแก้ว,พัชรา วาณิชวศิน และสูติเทพ ศิริพัฒนกุล. 2559. **ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน Project-Based Learning (PjBL) ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสาขาวิชาการเลขานุการ**, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เมธาวี โสรเนตร. 2560. **การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคอมพิวเตอร์และความสามารถในการทำ โครงงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 3**, หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ชรินทร ชะเอมเทส. 2560. **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 10วิชาการบัญชีบริหาร โดยวิธี PjBL (Project Based Learning) สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 สาขาการบัญชี**.

ลุฏฟี ดอเลาะ. 2560. **ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**, สูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธิดารัตน์ ทวีทรัพย์, ประวิทย์ สิมมาทัน และพงศ์ธร โพธิ์พูลศักดิ์. 2562. **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานตามการเรียนรู้ความผูกพันของผู้เรียน เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี**, สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

Lucas Equeter, Fran¸cois Ducobu. 2020. **Pierre DehombreuxCutting Tools Replacement: Toward a Holistic Framework,** IFAC Papers OnLine 53-3, pp. 227–232.

Janek Bendera*, Jivka Ovtcharovab. 2021. **Prototyping Machine-Learning-Supported Lead Time Prediction Using AutoML**, Procedia Computer Science 180 pp.649–655.

Krar, S.F., et al. 1996. **Machine Tools and Manufacturing Technology**, Delmar Publishers: ITP, United States of America, pp. 4-603.

Daniel Johansson1, Rebecka Lindvall1*, Christina Windmark1, Rachid M'Saoub. 2019. **Assessment of Metal Cutting Tools using Cost Performance Ratio and Tool Life analyses**, Procedia Manufacturing 38 pp. 816–823

Jinyang Xu et al. 2017. **Wear characteristics of polycrystalline diamond tools in orthogonal cutting of CFRP/Ti stacks**, Wear 376-377, pp. 91-106.

Shemi et al. 2018. **Recycling of tungsten carbide scrap metal: A review of recycling methods and future prospects**, Minerals Engineering, Vol. 122, pp. 195-205.

Nitesh Sihag , Kuldip Singh Sangwan, Nitesh Sihag , Kuldip Singh Sangwan. 2019. **Development of a sustainability assessment index for machine tools**, rocedia CIRP 80, pp.156–161

Lenz, J.; Westkaemper, E. 2017. **Wear Prediction of Woodworking Cutting Tools based on History Data**. Procedia CIRP 63 , 675 – 679.

Kilundu B., Dehombreux P., Chiementin X. 2011. **Tool wear monitoring by machine learning techniques and singular spectrum analysis**, Mechanical Systems and Signal Processing 25 , pp. 400-415.

สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ และวิทยา พลเพชร. 2563. **ประเทศไทย 4.0: การบูรณาการห่วงโซ่เทคโนโลยีสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรม 4.0**, The 3nd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society .

Sebastian Thiede. 2021. **Methods and tools towards sustainable manufacturing: does Industry 4.0 support to reach environmental targets**, Procedia CIRP 98, 28th CIRP Conference on Life Cycle Engineering, pp.1-6

Alborz Shokrani, Evripides G. Loukaides, Edward Elias, Alexander J.G. Lunt, **Exploration of alternative supply chains and distributed manufacturing in response to COVID-19; a case study of medical face shields**, Materials and Design.

Deepika Joshi a, Bimal Nepal b,n, Ajay Pal Singh Rathore a, Dipti Sharma a. 2013. **On supply chain competitiveness of Indian automotive component manufacturing industry**, Int. J. Production Economics 143, pp.151–161.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก หลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการ
ภาคผนวก ข ระเบียบคณะกรรมการสภาวิศวกร สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
ภาคผนวก ค ข้อตกลงความร่วมมือ และ คณะกรรมการวิชาการของโครงการ
ภาคผนวก ง แบบฟอร์มข้อเสนอโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้
ภาคผนวก จ สมุดสะสมผลงาน CDIO และมาตรฐาน CDIO
ภาคผนวก ฉ การบูรณาการรายวิชาเรียนกับการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ
ภาคผนวก ช ภาพการทำงานของนักศึกษา 27 คน
ภาคผนวก ซ ภาพการนำเสนอและรายงานโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ 27 คน
ภาคผนวก ฌ รายชื่อสถานประกอบการและรายชื่อนักศึกษาในสถานประกอบการ
ภาคผนวก ญ แบบสอบถาม
ภาคผนวก ฎ เอกสารตีพิมพ์

ภาคผนวก ก
หลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการ

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2559

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

คณะ/สาขาวิชา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

รหัสและชื่อหลักสูตร

ภาษาไทย : หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

ภาษาอังกฤษ : Bachelor of Engineering Program in Industrial Engineering

ชื่อปริญญาและสาขาวิชา

ชื่อเต็ม (ไทย) : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)

ชื่อย่อ (ไทย) : วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ)

ชื่อเต็ม (อังกฤษ) : Bachelor of Engineering (Industrial Engineering)

ชื่อย่อ (อังกฤษ) : B.Eng. (Industrial Engineering)

จำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร

รวม 143 หน่วยกิต

อาชีพที่สามารถประกอบได้หลังสำเร็จการศึกษา

1. พนักงานในสถานประกอบการ ในตำแหน่งวิศวกรโรงงาน
2. เจ้าหน้าที่ของรัฐในหน่วยงานของรัฐ ในตำแหน่งวิศวกร นักวิชาการ หรือตำแหน่งที่เกี่ยวข้อง
3. ผู้สอนในสถาบันการศึกษาที่ผลิตระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หรือผู้สอนในสถาบันการศึกษาที่ผลิตระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
4. ประกอบธุรกิจของตนเองด้านวิศวกรรมอุตสาหการและสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง เช่นทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์,การขนส่งสินค้าของภาคเอกชน,บริษัทให้คำปรึกษาทางด้านการผลิตภาคอุตสาหกรรม
5. นักวิจัยในหน่วยงานของภาครัฐและเอกชน

แผนการเรียน

ตารางที่ ก.1 แผนการเรียนชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1

ที่	รายวิชา	น้ำหนัก(หน่วยกิต)
1	GE.213 ทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	3(3-0-6)
2	PS.110 ฟิสิกส์ทั่วไป 1	4(3-3-7)
3	MA.109 แคลคูลัส 1	3(3-0-6)
4	IE.211 วัสดุวิศวกรรม	3(3-0-6)
5	ME.107 การเขียนแบบวิศวกรรม	3(2-3-5)
6	IE.405 การบริหารโครงการ(วิชาเลือกเฉพาะสาขา)	3(3-0-6)
7	IE.421 นวัตกรรมเทคโนโลยี	1(0-6-0)
8	IE.102 กระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	1(0-3-1)
	รวม	**21**

ตารางที่ ก.2 แผนการเรียนชั้นปีที่ 1ภาคเรียนที่ 2

ที่	รายวิชา	น้ำหนัก(หน่วยกิต)
1	GE.214 ทักษะการเขียนภาษาอังกฤษในองค์กร	3(3-0-6)
2	MA.110 แคลคูลัส 2 (ผ MA.109)	3(3-0-6)
3	CT.102 การโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น	3(2-3-5)
4	ME.217 กลศาสตร์วิศวกรรม (ผ PS.110)	3(3-0-6)
5	IE.206 สถิติสำหรับวิศวกร	3(3-0-6)
6	IE.207 กรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรม (ผ IE.102)	3(3-0-6)
7	IE.325 สัมมนาและรายงาน	1(0-3-1)
	รวม	**19**

ตารางที่ ก.3 แผนการเรียนชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1

ที่	รายวิชา	น้ำหนัก(หน่วยกิต)
1	MA.208 แคลคูลัส 3 (ผ MA.110)	3(3-0-6)
2	CM.105 เคมีทั่วไป	4(3-3-7)
3	PS.111 ฟิสิกส์ทั่วไป 2	4(3-3-7)
4	EE.366 หลักมูลวิศวกรรมไฟฟ้า	3(3-0-6)
5	EE.367 ปฏิบัติการหลักมูลวิศวกรรมไฟฟ้า (ผ/ค EE.366)	1(0-3-1)
6	IE.207 กรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรม (ผ IE.102)	3(3-0-6)
7	IE.385 การศึกษางานในอุตสาหกรรม (ผ IE.206)	3(3-0-6)
8	IE.213 อุณหพลศาสตร์ของไหล (ผ PS.110)	3(3-0-6)
	รวม	**24**

ตารางที่ ก.4 แผนการเรียนชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

ที่	รายวิชา	น้ำหนัก(หน่วยกิต)
1	IE.307 เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม	3(3-0-6)
2	IE.309 กลศาสตร์ของวัสดุ (ผ ME.217)	3(3-0-6)
3	IE.382 การวิจัยการดำเนินงาน (ผ IE.206)	3(3-0-6)
4	IE.383 การควบคุมคุณภาพ (ผ IE.206)	3(3-0-6)
5	IE.384 วิศวกรรมบำรุงรักษา	3(3-0-6)
6	IE.389 การควบคุมไฮดรอลิกส์และนิวเมติกส์สำหรับงานอุตสาหกรรม (ผ IE.213)	3(3-0-6)
7	IE.485 ปฏิบัติการทางวิศวกรรมเครื่องกลและการผลิต(ผ IE.207)	1(0-3-1)
8	IE.486 ปฏิบัติการทางวิศวกรรมอุตสาหการ1 (ผ IE.206)	1(0-3-1)
9	IE.491 โครงงานทางวิศวกรรมอุตสาหการ 1 (ผ IE.325)	1(0-3-1)
10	วิชาเลือกเฉพาะสาขา	3(3-0-6)
	รวม	**24**

ตารางที่ ก.5 แผนการเรียนชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1

ที่	รายวิชา	น้ำหนัก(หน่วยกิต)
1	IE.386 วิศวกรรมความปลอดภัย	3(3-0-6)
2	IE.410 การควบคุมและอุตสาหกรรมการผลิตแบบอัตโนมัติ (ผ IE.389)	3(3-0-6)
3	IE.412 นวัตกรรมหุ่นยนต์การผลิตสำหรับงานอุตสาหกรรม (ผ IE.389) (ผ IE.410)	3(3-0-6)
4	IE.481 การวางแผนและการควบคุมการผลิต (ผ IE.382)	3(3-0-6)
5	IE.482 การออกแบบและวางผังโรงงานอุตสาหกรรม (ผ IE.385)	3(3-0-6)
6	IE.487 ปฏิบัติการทางวิศวกรรมอุตสาหการ 2(ผ IE.321) (ผ IE.410)	1(0-3-1)
7	IE.492 โครงงานทางวิศวกรรมอุตสาหการ 2 (ผ IE.491)	3(0-9-3)
8	วิชาเลือกเฉพาะสาขา	3(3-0-6)
9	วิชาเลือกเฉพาะสาขา	3(3-0-6)
10	IE.400 ฝึกงานอุตสาหกรรม	0(0-0-300)
	รวม	**25**

ภาคผนวก ข
ระเบียบคณะกรรมการสภาวิศวกร สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

หน้า ๑
เล่ม ๑๓๒ ตอนพิเศษ ๒๔๖ ง ราชกิจจานุเบกษา ๘ ตุลาคม ๒๕๕๘

ระเบียบคณะกรรมการสภาวิศวกร

ว่าด้วยวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม และวิชาเฉพาะทางวิศวกรรม
ที่สภาวิศวกรจะให้การรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร และวุฒิบัตร
ในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม
พ.ศ. ๒๕๕๘

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงระเบียบคณะกรรมการสภาวิศวกร ว่าด้วยวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม และวิชาเฉพาะทางวิศวกรรม ที่สภาวิศวกรจะให้การรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร และวุฒิบัตรในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๓ (๓) แห่งพระราชบัญญัติวิศวกร พ.ศ. ๒๕๔๒ และข้อ ๘ ของข้อบังคับสภาวิศวกร ว่าด้วยการรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร หรือวุฒิบัตรในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม พ.ศ. ๒๕๕๔ ประกอบกับมติที่ประชุมคณะกรรมการสภาวิศวกร ครั้งที่ ๕๒ - ๑๐/๒๕๕๘ เมื่อวันที่ ๑๔ กันยายน ๒๕๕๘ คณะกรรมการสภาวิศวกรจึงออกระเบียบไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ระเบียบนี้เรียกว่า “ระเบียบคณะกรรมการสภาวิศวกร ว่าด้วยวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม และวิชาเฉพาะทางวิศวกรรม ที่สภาวิศวกรจะให้การรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร และวุฒิบัตรในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม พ.ศ. ๒๕๕๘”

ข้อ ๒ ระเบียบนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ข้อ ๓ ให้ยกเลิกระเบียบคณะกรรมการสภาวิศวกร ว่าด้วยวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม และวิชาเฉพาะทางวิศวกรรม ที่สภาวิศวกรจะให้การรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร และวุฒิบัตรในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม พ.ศ. ๒๕๕๔

ข้อ ๔ วิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ให้เป็นไปตามรายละเอียด สาระของวิชา และแผนการจัดการศึกษา ที่กำหนดไว้ในบัญชีหมายเลข ๑ ท้ายระเบียบนี้

ข้อ ๕ วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม และวิชาเฉพาะทางวิศวกรรม ให้เป็นไปตามรายละเอียด สาระของวิชา และแผนการจัดการศึกษา ที่กำหนดไว้ในบัญชีหมายเลข ๒ ท้ายระเบียบนี้

ข้อ ๖ ระเบียบนี้ไม่ใช้กับหลักสูตรที่สถาบันการศึกษาได้รับความเห็นชอบหลักสูตรตามกฎหมายจัดตั้งสถานศึกษาก่อนวันที่ระเบียบนี้ใช้บังคับ โดยให้นำระเบียบคณะกรรมการสภาวิศวกร ว่าด้วยวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม และวิชาเฉพาะทางวิศวกรรม ที่สภาวิศวกรจะให้การรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร และวุฒิบัตรในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม พ.ศ. ๒๕๕๔ มาใช้บังคับ

ประกาศ ณ วันที่ ๑๖ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๘
กมล ตรรกบุตร
นายกสภาวิศวกร

บัญชีหมายเลข ๑
วิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

๑ กลุ่มวิชาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ไม่น้อยกว่า ๙ หน่วยกิต ตามระบบทวิภาค

Vector algebra in three dimensions; limit, continuity, differentiation and integration of real-valued and vector-valued functions of a real variable and their applications; techniques of integration; introduction to line integrals; improper integrals. Applications of derivative; indeterminate forms; introduction to differential equations and their applications; mathematical induction; sequences and series of numbers; Taylor series expansions of elementary functions; numerical integration; polar coordinates; calculus of real-valued functions of two variables. Lines; planes; and surfaces in three-dimensional space; calculus of real-valued functions of several variables and its applications.

๒ กลุ่มวิชาพื้นฐานทางฟิสิกส์ ไม่น้อยกว่า ๖ หน่วยกิต ตามระบบทวิภาค

Mechanics of particles and rigid bodies; properties of matter; fluid mechanics; heat; vibrations and waves; elements of electromagnetism. A. C. circuits; fundamental electronics; optics; modern physics.

ทั้งนี้ ต้องมีการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการด้วย จำนวน ๒ วิชา แต่สภาวิศวกรจะไม่นับหน่วยกิตภาคปฏิบัติการให้

๓ กลุ่มวิชาพื้นฐานทางเคมี ไม่น้อยกว่า ๓ หน่วยกิต ตามระบบทวิภาค

Stoichiometry and basis of the atomic theory; properties of gas, liquid, solid and solution; chemical equilibrium; ionic equilibrium; chemical kinetic; electronic structures of atoms; chemical bonds; periodic properties; representative elements; nonmetal and transition metals.

ทั้งนี้ ต้องมีการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการด้วย แต่สภาวิศวกรจะไม่นับหน่วยกิตภาคปฏิบัติการให้

๕ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม

๑ Engineering Drawing
๒ Engineering Mechanics
๓ Engineering Materials
๔ Computer Programming
๕ Engineering Statistics / Probability and Statistics
๖ Manufacturing Processes
๗ Thermodynamics / Thermodynamics of Materials / Thermofluids
๘ Fundamental of Electrical Engineering

หมายเหตุ (๑) วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรมต้องมีการเรียนการสอนทั้ง ๘ กลุ่มรายวิชาและมีหน่วยกิตรวมกันไม่น้อยกว่า ๒๔ หน่วยกิต ทั้งนี้ ในกรณีที่กลุ่มรายวิชาใดมีให้เลือกมากกว่า ๑ รายวิชา สภาวิศวกรจะนับให้เพียง ๑ รายวิชาต่อกลุ่ม เท่านั้น

(๒) เนื้อหาของแต่ละรายวิชาที่กำหนดนี้เป็นเพียงขั้นต่ำ สถานศึกษาสามารถเพิ่มเติมได้มากกว่าที่ระบุไว้

(๓) กรณีที่รายชื่อวิชาที่เปิดการเรียนการสอนไม่ตรงกับรายชื่อที่กำหนดไว้ สภาวิศวกรจะพิจารณาโดยเทียบเนื้อหารายวิชานั้นๆ กับเนื้อหาของรายวิชาที่กำหนดไว้

วิชาเฉพาะทางวิศวกรรม

กลุ่มอุตสาหการ	กลุ่มวัสดุ
๑ Safety Engineering	๑ Safety Engineering
๒ Industrial Plant Design	๒ Industrial Plant Design
๓ Production Planning and Control	๓ Production Planning and Control
๔ Quality Control	๔ Quality Control
๕ Industrial Work Study	๕ Mechanical Behavior of Materials
๖ Operations Research	๖ Deterioration of Materials
๗ Engineering Economy	๗ Materials Characterization
๘ Maintenance Engineering	๘ Materials Selection and Design
กลุ่มการผลิต	**กลุ่มโลจิสติกส์**
๑ Safety Engineering	๑ Safety Engineering
๒ Industrial Plant Design	๒ Industrial Plant Design
๓ Production Planning and Control	๓ Production Planning and Control
๔ Quality Control	๔ Quality Control
๕ Tool Engineering	๕ Inventory and Warehouse Management
๖ Machine Tools	๖ Logistics and Supply Chain Management
๗ Forming Processes	๗ Transportation and Distribution
๘ Automation and Control Systems	๘ Material handling System Design

กลุ่มเมคคาทรอนิกส์
๑ Safety Engineering
๒ Industrial Plant Design
๓ Production Planning and Control
๔ Quality Control
๕ Manufacturing Automation
๖ Industrial Robotics and Machine Vision
๗ Computer Systems and Interfacing
๘ Modeling and Control Systems

หมายเหตุ (๑) วิชาเฉพาะทางวิศวกรรมต้องมีการเรียนการสอนทั้ง ๘ กลุ่มรายวิชาและมีหน่วยกิตรวมกันไม่น้อยกว่า ๒๔ หน่วยกิต ทั้งนี้ ในกรณีที่กลุ่มรายวิชาใดมีให้เลือกมากกว่า ๑ รายวิชา สภาวิศวกรจะนับให้เพียง ๑ รายวิชาต่อกลุ่ม เท่านั้น

(๒) เนื้อหาของแต่ละรายวิชาที่กำหนดนี้เป็นเพียงขั้นต่ำ สถานศึกษาสามารถเพิ่มเติมได้มากกว่าที่ระบุไว้

(๓) กรณีที่รายชื่อวิชาที่เปิดการเรียนการสอนไม่ตรงกับรายชื่อที่กำหนดไว้ สภาวิศวกรจะพิจารณาโดยเทียบเนื้อหารายวิชานั้นๆ กับเนื้อหาของรายวิชาที่กำหนดไว้

(๔) การจัดการเรียนการสอนต้องมีปฏิบัติการวิศวกรรมพื้นฐานและวิศวกรรมหลักเฉพาะสาขาเพื่อให้สอดคล้องกับรายวิชาในหลักสูตร ดังนี้

(ก) ปฏิบัติการกระบวนการผลิตพื้นฐาน

(ข) ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล

(ค) ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า

(ง) ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ

เนื้อหารายวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

๑ Engineering Drawing

Lettering; orthographic projection; orthographic drawing and pictorial drawings, dimensioning and tolerancing; sections, auxiliary views and development; freehand sketches, detail and assembly drawings; basic computer-aided drawing.

๒ Engineering Mechanics

Force systems; resultant; equilibrium; fluid statics; kinematics and kinetics of particles and rigid bodies; Newton's second law of motion; work and energy, impulse and momentum.

หรือ Statics : Force systems; resultant; equilibrium; friction; principle of virtual work, and stability, Introduction to dynamics.

๓ Engineering Materials

Study of relationship between structures, properties, production processes and applications of main groups of engineering materials i.e. metals, polymers, ceramics and composites; mechanical properties and materials degradation.

๔ Computer Programming

Computer concepts; computer components; Hardware and software interaction; Current programming language; Programming practices.

๕ Engineering Statistics / Probability and Statistics

Probability theory; random variables; statistical inference; analysis of variance; regression and correlation; using statistical methods as the tool in problem solving.

๖ Manufacturing Processes

Theory and concept of manufacturing processes such as casting, forming, machining and welding; material and manufacturing processes relationships; fundamental of manufacturing cost.

๗ Thermodynamics / Thermodynamics of Materials / Thermofluids

Thermodynamics

First law of thermodynamics; second law of thermodynamics and Carnot cycle; energy; entropy; basic heat transfer and energy conversion.

Thermodynamics of Materials

First and second laws of thermodynamics. Criteria for equilibria in constant pressure processes. Free energy as a function of temperature, pressure and chemical potential. Equilibrium in gas mixtures. Equilibrium between condensed phases and gas phases. Free energy diagram. Solution behavior.

Thermofluids

Fundamental concepts in thermodynamics. The first and second law of thermodynamics. Basic concepts and basic properties of fluids. Fundamentals of fluid statics. Fundamentals of fluid dynamics. Characteristics of fluids such as laminar and turbulent flows.

๔ Fundamental of Electrical Engineering

Basic DC and AC circuit analysis; voltage; current and power; transformers; introduction to electrical machinery; generators, motors and their uses; concepts of three-phase systems; method of power transmission; introduction to some basic electrical instruments.

เนื้อหารายวิชาวิชาเฉพาะทางวิศวกรรม
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

อุตสาหการ

๑ Safety Engineering

Study of loss prevention principles; design, analysis, and control of workplace hazards, human element; system safety techniques; principles of safety management; and safety Laws.

๒ Industrial Plant Design

Introduction to plant design, preliminary analysis of plant design, layout and facilities planning; material handling; nature of plant layout problems; plant location; product analysis; basic types of layout service and auxiliary functions.

๓ Production Planning and Control

Introduction to production systems; forecasting techniques; inventory management; production planning; cost and profitability analysis for decision making; production scheduling; production control.

๔ Quality Control

Quality control management, quality control techniques; engineering reliability for manufacturing.

๕ Industrial Work Study

Working knowledge of the time and motion study; practices and procedures including application of principles of motion economy; use of flow process charts and diagram, Man-Machine charts, micro-motion study, time formulas, work sampling, performance rating, standard data systems and use of equipment related to the work.

๖ Operations Research

An introduction to the methodology of operations research in modern industrial engineering problem solving, emphasis is made on the use of mathematical models, linear programming, transportation model, game theory, queuing theory, inventory model and simulation in decision making process.

๗ Engineering Economy

Methods of comparison; depreciation, evaluation of replacement, risk and uncertainty, estimating income tax consequences.

๘ Maintenance Engineering

Industrial maintenance and Total Productive Maintenance(TPM) concepts, Failure statistics, reliability, maintainability and availability analysis, Lubrication, preventive maintenance systems and condition monitoring technologies, Maintenance control and work order systems, Maintenance organization, personnel and resources, Computerized maintenance management systems (CMMS), Life cycle management, Maintenance reports and key performance indexes, Maintenance system development.

๔๐

วัสดุ

๑ Safety Engineering

Study of loss prevention principles; design, analysis, and control of workplace hazards, human element; system safety techniques; principles of safety management; and safety Laws.

๒ Industrial Plant Design

Introduction to plant design, preliminary analysis of plant design, layout and facilities planning; material handling; nature of plant layout problems; plant location; product analysis; basic types of layout service and auxiliary functions.

๓ Production Planning and Control

Introduction to production systems; forecasting techniques; inventory management; production planning; cost and profitability analysis for decision making; production scheduling; production control.

๔ Quality Control

Quality control management, quality control techniques; engineering reliability for manufacturing.

๕ Mechanical Behavior of Materials

Elasticity and viscoelasticity, plasticity, imperfections: point, line defects, interfacial, volumetric defects. Macroscopic aspects of fracture, creep and fatigue. Mechanical testing.

๖ Deterioration of Materials

Deterioration of metal, ceramic, polymer and composite: corrosion, chemical deterioration, mechanical deterioration, and thermal degradation.

๗ Materials Characterization

Basic chemical analysis and spectroscopic techniques. Surface analysis by optical microscope and electron microscopes. Crystal structure analysis. Thermal analysis.

๘ Materials Selection and Design

Selection of materials for engineering systems. Materials selection chart. Materials selection by multi-constraints process selection. Fabrication process selection.

ภาคผนวก ค
ข้อตกลงความร่วมมือ และคณะกรรมการวิชาการของโครงการ

ภาพที่ ค.1 การทำความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยกับสมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย

ภาพที่ ค.2 การทำความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยกับบริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด

บันทึกข้อตกลงความร่วมมือ
ระหว่างมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต กับ บริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด

บันทึกข้อตกลงฉบับนี้ ทำขึ้นเมื่อวันที่ ๑๓ มีนาคม ๒๕๖๓ ที่บริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด ระหว่าง มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต โดยนายวัลลภ สุวรรณดี อธิการบดี สำนักงานตั้งอยู่เลขที่ ๑๗๖๑ ซอยพัฒนาการ ๓๗ ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร ซึ่งต่อไปในบันทึกข้อตกลงนี้จะเรียกว่า "มหาวิทยาลัย" ฝ่ายหนึ่ง กับ บริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด โดยนายสิทธิชัย ทองมา กรรมการผู้จัดการ เลขที่ ๓๓/๓๖ หมู่ที่ ๔ ตำบลโคกช้าง อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งต่อไปในบันทึกข้อตกลงนี้จะเรียกว่า "บริษัท" ดังมีข้อความต่อไปนี้

ข้อ ๑ วัตถุประสงค์ของบันทึกข้อตกลง

รัฐบาลให้ความสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศด้วยการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่งเสริมช่างเทคนิคอุตสาหกรรมให้มีความรู้ความสามารถสูงขึ้น มีสมรรถนะในการทำงานแบบบูรณาการ มีทักษะวิชาชีพเป็นผู้สร้างนวัตกรรม มีความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี และส่งเสริมให้เป็นผู้ประกอบการใหม่ (Startup) เพื่อเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศมียี่ห้อ (Brand name) และจำหน่ายในต่างประเทศ สอดคล้องกับการพัฒนาอุตสาหกรรม ๔.๐ ของประเทศอุตสาหกรรมชั้นนำ โดยการพัฒนานวัตกรรมกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพด้วยการประยุกต์เทคโนโลยีสมัยใหม่ครบวงจร "Smart Factory" พัฒนาเครื่องจักรกลเชื่อมโยงข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายที่ทันสมัย มีความสามารถใช้ทรัพยากรบางส่วนร่วมกันได้ ทำให้ระบบการผลิตมีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ส่งเสริมประชากรโดยรวมมีความปลอดภัยตามแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน ดังนั้น "มหาวิทยาลัย" และ "บริษัท" จึงมีเจตจำนงร่วมกันในการพัฒนาบุคลากรด้านวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ (Industrial Engineering) ให้มีความรู้ความสามารถด้านออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีส่งเสริมอุตสาหกรรม ๔.๐ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาประเทศไทย ๔.๐ (Thailand ๔.๐) จึงจัดทำบันทึกข้อตกลงความร่วมมือฉบับนี้ขึ้น

ข้อ ๒ การดำเนินการและความร่วมมือ

๒.๑ หน้าที่ของ "มหาวิทยาลัย"

๒.๑.๑ ให้การสนับสนุนและความร่วมมือทางวิชาการ งานวิจัย ในการจัดการเรียนการสอนทั้งทฤษฎีและปฏิบัติร่วมกับบริษัท รับพนักงานเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยจากการทำงานจริงในบริษัท

๒.๑.๒ สนับสนุนระบบจัดการเรียนการสอน โรงเรียน-โรงงาน ตามมาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และกระทรวงอุดมศึกษาวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม

๒.๑.๓ จัดระบบผู้เชี่ยวชาญมีประสบการณ์ในสถานประกอบการเพื่อพัฒนาการทำงานและการจัดการเรียนการสอน มีระบบอำนวยความสะดวกแก่ผู้สอนและผู้เรียนเพื่อการพัฒนาผู้เรียนแบบโรงเรียน-โรงงาน ระหว่างบริษัทและมหาวิทยาลัย เพื่ออำนวยความสะดวกและความปลอดภัยให้กับบุคลากรและนักศึกษา

๒.๑.๔ ให้ความร่วมมือในการพัฒนาบุคลากรของ "บริษัท" โดยจัดให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีระหว่าง มหาวิทยาลัยและบริษัทเพื่อประโยชน์ต่อสังคมและส่วนรวม รวมถึงการจัดประชุมสัมมนาหรือกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อพัฒนาความรู้ เปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ และเพิ่มขีดความสามารถในการปฏิบัติงานของบุคลากรทั้งบริษัทและมหาวิทยาลัย

๒.๑.๕ จัดหาคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยในฐานะผู้ประสานงานความร่วมมือกับบริษัทเพื่อเป็นคณะทำงาน ติดต่อ ประสานงานต่างๆ ตามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือ โดยร่วมกันพัฒนาหลักสูตร งานวิจัย และการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน ให้มีความทันสมัยและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของวิทยาการและเทคโนโลยีทั้งปัจจุบันและอนาคต

๒.๒ หน้าที่ของ "บริษัท"

๒.๒.๑ ให้การสนับสนุนและความร่วมมือทางวิชาการ โรงเรียน-โรงงาน พัฒนาผู้เรียน พัฒนางานวิจัย ในการจัดการเรียนการสอนทั้งทฤษฎีและปฏิบัติร่วมกับมหาวิทยาลัย

๒.๒.๒ ให้การสนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือ และจัดบุคลากรของบริษัทในฐานะผู้ประสานงานความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยเพื่อเป็นคณะทำงานตามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือ ร่วมกันพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนให้มีความทันสมัยและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของวิทยาการและเทคโนโลยี

๒.๒.๓ บริษัท จัดเตรียมพนักงานเพื่อเข้าศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ เพื่อเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัย โดยอยู่ในรูปแบบพัฒนาผู้เรียนโดยการทำงานในสถานประกอบการและเรียนในมหาวิทยาลัยเพื่อให้มีระบบเพิ่มทักษะและสมรรถนะอย่างมีประสิทธิภาพ ปีการศึกษาละไม่น้อยกว่า ๒๐ คน โดยค่าตอบแทนและสวัสดิการเป็นไปตามตามบริษัทและกฎหมายแรงงานกำหนด

๒.๒.๔ บริษัท จัดหานักศึกษาช่างอุตสาหกรรม ระดับ ปวช. และ ปวส. เพื่อส่งเสริมให้มีงานทำและศึกษาต่อระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่มหาวิทยาลัย โดยความร่วมมือของมหาวิทยาลัยในการอำนวยความสะดวกในการจัดหาตามกลุ่มเป้าหมายและผู้สนใจที่มีความสนใจศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ของมหาวิทยาลัย

๒.๒.๕ ประชาสัมพันธ์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัย ให้กับบุคลากรในวิทยาลัยที่เปิดสอนในสาขาที่เกี่ยวข้อง

ข้อ ๓. ระยะเวลาความร่วมมือ

บันทึกข้อตกลงความร่วมมือนี้มีกำหนดระยะเวลา ๕ ปี นับตั้งแต่วันที่ทั้งสองฝ่ายได้ลงนามในบันทึกข้อตกลงความร่วมมือทางวิชาการนี้

ข้อ ๔. การเปลี่ยนแปลงและการยกเลิกบันทึกข้อตกลงความร่วมมือ

หากฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง หรือทั้งสองฝ่ายมีความประสงค์จะแก้ไขรายละเอียดบันทึกข้อตกลงความร่วมมือทางให้แจ้งอีกฝ่ายหนึ่งทราบ และเมื่อทั้งสองฝ่ายพิจารณาตกลงเห็นชอบร่วมกันในการแก้ไข ให้จัดทำเป็นบันทึกข้อตกลงความร่วมมือเพิ่มเติมเป็นลายลักษณ์อักษร และให้มีผลบังคับใช้นับตั้งแต่วันที่ทั้งสองฝ่ายได้ลงนามในบันทึกข้อตกลงความร่วมมือเพิ่มเติมนั้น หากฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งหรือทั้งสองฝ่ายมีความประสงค์จะยกเลิกบันทึกข้อตกลงความร่วมมือ ให้แจ้งอีกฝ่ายหนึ่งทราบล่วงหน้าเป็นลายลักษณ์อักษรมีระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๖๐ วัน (หกสิบวัน)

ข้อ ๕. การลงนามบันทึกข้อตกลง

บันทึกข้อตกลงนี้ทำขึ้นสองฉบับ มีข้อความถูกต้องตรงกันทั้งสองฝ่ายได้อ่านและเข้าใจในบันทึกข้อตกลงฉบับนี้โดยตลอดแล้ว จึงได้ลงลายมือชื่อพร้อมทั้งประทับตราไว้เป็นสำคัญ ต่อหน้าพยานและต่างยึดถือฝ่ายละหนึ่งฉบับ

มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต	บริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด
ลงนาม	ลงนาม .....
(นายวัลลภ สุวรรณดี)	(นายสิทธิชัย ทองมา)
อธิการบดี	กรรมการผู้จัดการ
ลงนาม	ลงนาม .....
(นายเสนีย์ สุวรรณดี)	(นายไพรัชต์ ทองมา)
รองอธิการบดีฝ่ายวางแผนและพัฒนา	รองกรรมการผู้จัดการ
พยาน	พยาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

คณะกรรมการวิชาการของโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ

1. ผศ.สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ	หัวหน้าโครงการ
2. ดร.ศักดิ์ชาย รักการ	รองคณบดีฝ่ายบริหาร
3. ผศ.ชานนท์ มูลวรรณ	หัวหน้าสาขาวิชาและกรรมการ
4. อาจารย์ชัยพล ผ่องพลีศาล	กรรมการ
5. นายวิทยา พลเพชร	กรรมการผู้จัดการบริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด และกรรมการ
6. นายจตุรงค์ พิศุทธ์สินธุ์	ประธานบริษัท ท็อปเทค ไดมอนด์ ทูลส์ จำกัด และกรรมการ
7. อาจารย์สมเดช อิงคะวะระ	กรรมการ
8. น.ส.วีรญา กรทิพย์	เลขานุการ

ภาคผนวก ง
แบบฟอร์มข้อเสนอโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้

หัวข้อโครงงานระดับปริญญาตรี (วศ.บ. IE)

พัฒนาทักษะวิศวกรโดยใช้โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ (Project based learning)

<u>ส่วนปก</u> (ข้อเสนอโครงงาน เพื่อฝึกวิศวกรนักปฏิบัติเป็นทักษะสูง)

ชื่อเรื่อง(ภาษาไทย)
ชื่อเรื่อง(ภาษาอังกฤษ)
ชื่อผู้จัดทำโครงงานวิจัย
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ชื่อหัวหน้างาน
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.)
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ปีการศึกษา 25....

แบบเสนอหัวข้อโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้

(Project-based learning)

ชื่อเรื่อง

(ภาษาไทย).....

ชื่อเรื่อง

(ภาษาอังกฤษ).....

ชื่อผู้จัดทำโครงงาน

1.....

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

1.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

2.....หัวหน้าแผนก/ผู้ประเมินผลงาน

3.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

เลือกอย่างเดียว

โครงงานนี้มีเป้าหมายเพื่อ (การปรับปรุง หรือ การแก้ปัญหา หรือ การพัฒนา)

วิชา.....

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ (IE)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

ปีการศึกษา 25.....

ส่วนประกอบของการพัฒนาโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้

1. ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ประมาณ 3-4 ย่อหน้า

1) โครงงานนี้สำคัญอย่างไรมีหลักฐานอะไร ยืนยัน แล้วทำให้ (ผู้เชี่ยวชาญ ผู้อนุมัติหรือคณะกรรมการพิจารณาโครงงาน) มีความเข้าใจในความสำคัญ นำไปสู่การอนุมัติโครงงาน

2) ปัญหาของโครงงานคืออะไร มีสาเหตุมาจากอะไรบ้าง (เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญเห็นความสำคัญของโครงงาน) สถิติและการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมาได้ผลอย่างไร ต่อยอดผลลัพธ์อย่างไรจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ผลงานที่นำมาอ้างอิงมีความสัมพันธ์กับการทำโครงงานอย่างไร

3) ข้อมูล หลักฐาน เชิงประจักษ์ ของปัญหาและสาเหตุสำคัญของปัญหา ประเด็นสำคัญของโครงงาน (Theme) ทำไมต้องทำโครงงาน

4) เพื่อตั้งคำถาม (Research question : SQ) จะทำอะไร ได้อะไร และเพื่ออะไร

หรือการเขียนความสำคัญและที่มีแต่ละย่อหน้า ดังนี้

ย่อหน้าที่ 1 อธิบายให้คณะกรรมการและผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่าโครงงานนี้มีความสำคัญ โดยแสดงข้อความ หลักฐาน สนับสนุน โดยมีเหตุผลความสำคัญสำหรับทำโครงงาน ตามชื่อเรื่อง โดยเป็นข้อมูลที่มีแหล่งที่มา เช่น ข้อมูลหลักฐานผลงานที่ผ่านมา อาจเป็นเชิงสถิติจะทำให้น่าเชื่อถือมากขึ้น อ้างอิงผลงานที่ระบุบุคคลชัดเจน เช่นผลการวิจัยของใคร

ย่อหน้าที่ 2 ความสำคัญจากย่อหน้า 1 ให้แสดงข้อมูลละเอียดมากขึ้น รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับข้อจำกัด หรือปัญหา ผ่านการวิเคราะห์ เช่นผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่มีการทำมาก่อนมีผลส่งเสริมการทำโครงงานนี้ ใครทำเมื่อไร เพื่อให้เห็นเน้นความสำคัญของโครงงานมากขึ้น

ย่อหน้าที่ 3 โครงงานที่เสนอ มีความจำเป็นต้องทำเพื่อพัฒนาอะไร โดยยังไม่เคยทำมาก่อน ไม่มีผลงานในเรื่องที่จะทำ ความน่าสนใจของโครงงานเป็นอะไร เช่น เครื่องมือ เครื่องจักร กระบวนการ วัสดุ แก้ปัญหา สร้างทฤษฎีใหม่ หรือต่อยอดสิ่งที่มีอยู่เดิมให้ดีขึ้น (ซึ่งเป็นปัญหา หรือเป็นข้อจำกัดและเพื่อแก้ไขหรือปรับปรุงให้ดีขึ้น) อธิบายข้อจำกัดให้ชัดเจน หรืออธิบายสิ่งที่ยังไม่มีใครทำมาก่อนให้ชัดเจน เพื่อให้เห็นว่าหากไม่ทำโครงงานนี้จะเกิดผลกระทบอะไร หรือความเสียหายอะไรจะเกิดเกิดกับใคร เป็นต้น และต้องเป็นการทำโครงงานเชิงวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

ย่อหน้าที่ 4 โครงงานนี้จะทำอะไร ทำแล้วจะมุ่งเป้าไปเพื่อให้ได้ผลลัพธ์อะไร เพื่อนำไปกำหนด “วัตถุประสงค์ของโครงงาน” ในลำดับต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของโครงงาน

วัตถุประสงค์ 1 ข้อ ต้องดำเนินการให้เกิดผลลัพธ์ อภิปรายผลและสรุปผล หากมีหลายข้อทำวิจัยเพิ่มขึ้นเท่าตัว วัตถุประสงค์ต้องสอดคล้องกับที่มาของการวิจัย และวัตถุประสงค์แต่ละข้อหมายถึง ต้องทำให้ได้ผลออกมา ต้องหาคำตอบโดยการทำเป็นระบบ ค้นคว้าอย่างเป็นระบบ

วัตถุประสงค์แต่ละข้อต้องนำไปกำหนดขอบเขต กำหนดวิธีทำเป็นระบบ ได้ผลลัพธ์เป็นระบบ

3. ขอบเขตของโครงงาน (วัตถุประสงค์แต่ละข้อจะทำกรอบงานแค่ไหน ขยายออกหลายๆ ข้อ)

จากการกำหนดวัตถุประสงค์ นำมากำหนดกรอบหรือขอบเขตเพื่อทำวิจัยให้ชัดเจนเท่าที่จะทำได้ การกำหนดขอบเขตชัดเจนแล้วโอกาสทำงานวิจัยเสร็จตรงตามแผนจะมากขึ้น การเขียนขอบเขตการทำวิจัย ครอบคลุมวิธีการวิจัย รวมถึงขอบเขตการวัดผลการวิจัย การรวบรวมผล ขอบเขตการวิเคราะห์ผลงาน การอภิปรายผล การสรุปผล เป็นต้น

การเขียนขอบเขตและเงื่อนไขในการวิจัยสามารถกำหนดเป็นข้อๆ อธิบายประกอบการแสดงข้อมูล ตัวเลข ตัวแปร หรือเงื่อนไขในการวิจัย วิธีการวิจัย แบบ(Drawing) (ถ้ามี)

4. วิธีดำเนินโครงงาน (นำขอบเขตทุกๆ ข้อมากำหนดวิธีการดำเนินการพอเข้าใจ)

อธิบายวิธีการทำวิจัยแต่ละขั้นตอน ตามขอบเขตวิจัยที่ได้กำหนดไว้ ในข้อที่ 3 ได้แก่ การศึกษาข้อมูลต่าง ๆ การเตรียมงาน การทดลอง การบันทึกผลการทดลอง การรวบรวมผลการทดลอง การวิเคราะห์ผลการทดลอง อภิปรายผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง และการเผยแพร่ผลงาน เป็นต้น เป็นการบรรยายวิธีการวิจัยโดยลำดับ ๆ ไป ตั้งแต่เริ่มต้นศึกษาไปจนถึงขั้นตอนสุดท้ายในการทำวิจัย

5. ทฤษฎีอ้างอิง หรือการทบทวนวรรณกรรม (Literature review)

แสดงข้อมูล เนื้อหา ผลงานที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม อาทิ บทความวิจัย สิทธิบัตร การผลิต เป็นต้น ซึ่งเป็นการได้มาจากรายการอ้างอิง และรวมถึงข้อมูลอื่นๆ นำมาเพื่อสนับสนุนให้เกิดความน่าสนใจ น่าเชื่อถือ และเห็นความสำคัญ

6. สมมติฐานของโครงงาน

7. ระยะเวลาดำเนินโครงงาน

แผนการทำวิจัย ควรกำหนดเป็นข้อ ๆ แต่ละขั้นตอนทำนานแค่ไหน เช่น Gant chart และแผนภูมิเพื่อให้ตรวจสอบได้ชัดเจนมากขึ้น

8. เครื่องมือและอุปกรณ์ทำโครงงาน

เครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำวิจัย ให้กำหนดชื่อ รุ่น ขนาด ประสิทธิภาพของเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์เหล่านั้นอย่างชัดเจน

9. สถานที่ทำโครงงาน

กำหนดสถานที่ให้ครบตามวิธีการของการดำเนินการวิจัย

10. งบประมาณโครงงาน

จัดสรรงบประมาณเพื่อให้มั่นใจได้ว่า การทำวิจัยสำเร็จแน่นอน โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ ค่าใช้สอย ค่าวัสดุ และค่าสาธารณูปโภค โดยแต่ละส่วนต้องแยกย่อยค่าใช้จ่ายอย่างเหมาะสมและมีเหตุผล

11. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

กำหนดเป็นข้อๆ ครอบคลุมถึงประโยชน์ต่อส่วนรวม/บุคคล/สังคม/องค์กร เช่น มหาวิทยาลัย บริษัท หรือประเทศชาติ หากทำวิจัยประสบผลสำเร็จจะได้รับประโยชน์อะไรบ้าง โดยบอกผลที่คาดว่าจะได้รับเป็นข้อ ๆ แต่ละข้อสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย (ตอบคำถามวิจัย)

12. เอกสารอ้างอิง

เขียนรายการอ้างอิงตามหลักการเขียนเอกสารอ้างอิง โดยอ้างอิงในส่วนที่เป็นภาษาไทย(ถ้ามี) ก่อนภาษาอังกฤษหรือภาษาอื่นๆ ในส่วนของ ความสำคัญและที่มา หัวข้อ (1) ทฤษฎีอ้างอิง หรือการทบทวนวรรณกรรม (Literature review) (5) สมมติฐาน (6)

13. อาจารย์ที่ปรึกษา

กำหนดรายชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และที่ปรึกษาร่วม และในหัวข้อนี้กำหนดให้มีการลงนามรับรองการเป็นที่ปรึกษาโครงงานวิจัยของอาจารย์ที่ปรึกษาครบทุกคน

ภาคผนวก จ
สมุดสะสมผลงาน CDIO และมาตรฐาน CDIO

สมุดสะสมผลงานประจำวัน

นักศึกษาโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ

ข้อกำหนดเบื้องต้นของลักษณะงาน 3 ประเภท

1. งานประจำ หมายถึง งานที่ได้รับมอบหมายให้ทำเป็นประจำวันและมีลักษณะซ้ำๆ

2. งานแก้ไข/ปัญหา หมายถึง
1. งานไม่ตรงตามกำหนด เช่น ไม่ตรงตามแบบ (Drawing)
2. งานแก้ไข
3. งานไม่เป็นไปตามกำหนด

3. งานพัฒนา หมายถึง
1. ปรับปรุงวิธีการใหม่ เช่น เวลาทำงาน ลดข้อจำกัดในการทำงาน ความประหยัด ลดต้นทุน
2. จัดใหม่ ตัดออก รวม เพื่อทำให้ง่ายกว่าเดิม ทำให้สะดวกกว่าเดิม
3. ทำให้เป็นมาตรฐานวิธีการทำงานแบบใหม่ เช่น เวลา/หน่วยผลิต วิธีการทำเป็นต้น

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล.....

วัน/เดือน/ปี เกิด..... รหัสนักศึกษา.....

เป้าหมายในการเรียน.....

เป้าหมายความสำเร็จ (อาชีพในอนาคต).....

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

บริษัท (สังกัด).....

ประธานบริษัท.....

แผนก//ฝ่าย.....

หัวหน้าแผนก(ชื่อ-สกุล).....

หัวหน้างานโดยตรง (ชื่อ-สกุล).....

ภาระงาน/ตำแหน่งงาน.....

หน้าที่ในการทำงาน (อธิบายภาระงานที่รับผิดชอบ (Job description).....

.....

.....

ลักษณะงานพิเศษ (ปรับปรุงและพัฒนาหรืองานที่ได้รับมอบหมายอื่น)

.....

.....

เริ่มเข้าทำงานวันที่.....

ใบสะสมผลงานประจำวัน

วัน.....ที่ .....เดือน.....พ.ศ.....

งานประจำวัน

ทำอะไร	**ทำอย่างไร**	**ผลสำเร็จ**
งานแก้ไข / ปัญหา		
งานปรับปรุง / พัฒนา		

C	**D**	**I**	**O**

ลงชื่อ.....นักศึกษา ลงชื่อ.....

( ) ( )

(หัวหน้าแผนก/หัวหน้างาน)

มาตรฐาน CDIO

เดือนมกราคม 2547 ผู้ริเริ่ม CDIO (เรียกว่า CDIO Initiative) พัฒนามาตรฐานขึ้น 12 ข้อที่ใช้อธิบายหลักสูตรแบบ CDIO ซึ่งตอบสนองความต้องการของ ผู้จัดทำหลักสูตร ศิษย์เก่า และภาคอุตสาหกรรมเพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการสังเกตลักษณะของ หลักสูตรและบัณฑิตที่จบจากหลักสูตรแบบ CDIO มาตรฐาน CDIO ฉบับนี้จึงนิยามคุณลักษณะที่ชัดเจนของหลักสูตรแบบ CDIO สามารถ นำมาใช้เป็นแนวทางในการปฏิรูปการจัดการเรียนการสอนและการ ประเมินผล สามารถนำมาสร้างเป็นเกณฑ์มาตรฐานและเป้าหมายจาก การประยุกต์ใช้ทั่วโลก และเป็นกรอบการทำงานในการพัฒนาอย่าง ต่อเนื่อง

12 CDIO มาตรฐาน กล่าวถึงปรัชญาของหลักสูตร (มาตรฐาน 1) การ พัฒนาหลักสูตร (มาตรฐาน 2, 3 และ 4) ประสบการณ์การออกแบบ-สร้าง และพื้นที่ทำงาน (มาตรฐาน 5 และ 6) วิธีการเรียนการสอน ใหม่(มาตรฐาน 7 และ 8) การพัฒนาผู้สอน (มาตรฐาน 9 และ 10) และการประเมินผล (มาตรฐาน 11 และ 12) จาก 12 มาตรฐาน มี7 มาตรฐานที่ได้รับการพิจารณาว่าเป็น “องค์ประกอบสำคัญ” เนื่องจาก ความโดดเด่นจากที่ทำให้แยกหลักสูตรแบบ CDIO ออกจากการปฏิรูป การศึกษาแบบอื่นๆ (แสดงด้วยเครื่องหมาย * ในมาตรฐานฉบับนี้) โดยอีก 5 มาตรฐานเป็นมาตรฐานที่เสริมให้หลักสูตรแบบ CDIO มี ความโดดเด่นขึ้น และส่งผลสะท้อนให้เกิดวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศด้านวิศวศึกษา

แต่ละมาตรฐาน คำอธิบาย เป็น การอธิบายความหมายของมาตรฐาน นั้น เหตุผล แสดง เหตุผลของการจัดตั้งมาตรฐานศึกษา หลักฐาน ให้ ตัวอย่างของเอกสารและเหตุการณ์ที่แสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องกับ มาตรฐาน

รูบริก: รูบริกเป็นแนวทางการให้คะแนนซึ่งใช้ประเมินระดับสมรรถนะ รูบริกของมาตรฐาน CDIO มีระดับคะแนน 6 ระดับ ในการประเมิน ความสอดคล้องกับมาตรฐาน เกณฑ์แต่ละระดับมีพื้นฐานจากคำอธิบายและเหตุผลของมาตรฐาน รูบริกเน้นธรรมชาติของหลักฐาน ซึ่งบ่งบอกความสอดคล้องแต่ละระดับ รูบริกในเอกสารฉบับนี้เป็นขั้น หมายความว่าระดับคะแนนที่ได้รับหมายถึงความสำเร็จในระดับก่อน หน้านั้นด้วย ตัวอย่างเช่น ระดับ 5 ระบุการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง หมายความว่าระดับที่4 บรรลุเป้าหมายเรียบร้อยแล้ว

การประเมินตนเอง

การประเมินความสอดคล้องกับมาตรฐาน CDIO เป็นกระบวนการ รายงานตนเอง แต่ละหลักสูตรมีการรวบรวมหลักฐานและใช้รูบริกใน การให้คะแนนสถานะตาม 12 มาตรฐาน CDIO โดยในขณะที่รูบริกได้ ถูกจัดทำเฉพาะสำหรับแต่ละมาตรฐาน แต่มีรูปแบบทั่วไป ดังนี้

รูบริกทั่วไป:

ระดับ	เกณฑ์
5	หลักฐานที่เกี่ยวเนื่องกับมาตรฐานได้รับการทบทวนและใช้ในการพัฒนา
4	มีหลักฐานเอกสารแสดงการนำไปใช้เต็มรูปแบบ และผลที่ได้รับ ของมาตรฐานที่มีต่อองค์ประกอบหลักสูตร
3	มีการดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้เกี่ยวกับมาตรฐานต่างๆ เข้า กับองค์ประกอบต่างๆของหลักสูตร
2	มีแผนเตรียมพร้อมในการนำมาตรฐานมาประยุกต์
1	ตระหนักถึงความต้องการในการนำมาตรฐานมาใช้และมีกระบวนการแน่นอนในการนำมาใช้
0	ไม่มีแผนที่เป็นเอกสารหรือกิจกรรมใดๆที่เกี่ยวกับมาตรฐาน

มาตรฐาน 1 – CDIO ในฐานะเป็น บริบท*

การรับหลักการว่าวงจรชีวิตของการพัฒนาและการแปลงผลิตภัณฑ์ และระบบประกอบด้วย – การเข้าใจปัญหา การออกแบบ การ ประยุกต์ใช้และ การดำเนินการ – เป็นบริบทของวิศวศึกษา

คำอธิบาย: หลักสูตร CDIO ยึดหลักการที่ว่า วงจรชีวิตของการพัฒนา และการแปลงผลิตภัณฑ์และระบบ เป็นบริบทที่เหมาะสมของวิศวศึกษา ตัวแบบของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์นี้ประกอบด้วย การเข้าใจปัญหา -- การออกแบบ -- การประยุกต์ใช้– การดำเนินการ ขั้นตอน แรกคือ การเข้าใจปัญหาเกี่ยวกับการกำหนดความต้องการของลูกค้า การพิจารณาเทคโนโลยีกลยุทธ์องค์กรและกฎระเบียบ การพัฒนากรอบความคิด เทคนิคและแผนธุรกิจ ขั้นตอนที่สอง การออกแบบ มุ่งเน้นการออกแบบซึ่งหมายถึง แผน การเขียนแบบ อัลกอรึธึ่ม ที่ สามารถอธิบายการประยุกต์ใช้ในขั้นต่อไป ขั้นตอนการประยุกต์ใช้หมายถึงการแปลงแบบให้เป็นผลิตภัณฑ์การผลิต การเขียนรหัส การ ทดสอบ การรับรองผล โดยขั้นตอนสุดท้ายคือ การดำเนินการ เป็นการ ทำผลิตภัณฑ์มาใช้งานเพื่อสามารถส่งมอบคุณค่าของผลิตภัณฑ์ที่ตั้งใจ ไว้รวมถึงการธำรงไว้วิวัฒนาการ และการหมดอายุของผลิตภัณฑ์และ CDIO จะได้รับการพิจารณาว่าเป็น บริบท ของวิศวศึกษา เมื่อพบว่า กรอบของวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมประกอบด้วยความรู้ทางเทคนิค และทักษะต่างๆได้ถูกสอน ปฏิบัติและเรียนรู้หลักการจะถือว่าถูกนำมาใช้ในหลักสูตร เมื่อเห็นชัดเจนว่าผู้สอนตกลงใช้หลักการของ CDIO แผนการปรับหลักสูตรให้เป็นแบบ CDIO และการสนับสนุนจาก ผู้บริหารหลักสูตรเพื่อความยั่งยืนในการปฏิรูปการศึกษา

เหตุผลที่มา: วิศวกรใหม่ควรมีความสามารถใน การเข้าใจปัญหา -- การออกแบบ -- การประยุกต์ใช้– การดำเนินการ ผลิตภัณฑ์ กระบวนการและระบบที่ซับซ้อน ในสภาวะการทำงานเป็นทีมสมัยใหม่

วิศวกรควรมีความสามารถในการมีส่วนร่วมในกระบวนการด้าน วิศวกรรมและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ระหว่างที่ทำงานภายในองค์กร ซึ่ง เป็นลักษณะสำคัญของวิชาชีพวิศวกรรม

หลักฐาน:

- พันธกิจ หรือเอกสารที่ได้รับการอนุมัติจากฝ่ายที่รับผิดชอบ โดยระบุว่าหลักสูตรนั้นเป็นหลักสูตรแบบ CDIO
- มีอาจารย์และนิสิตนักศึกษา ผู้ที่เข้าใจและสามารถสื่อสาร หลักการ CDIO

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	ประเมินเห็นชัดเจนว่าหลักสูตรมีCDIO เป็นบริบทใน การจัดการเรียนรการสอนและใช้เป็นแนวทางในการ พัฒนาอย่างต่อเนื่อง
4	มีหลักฐานเอกสารแสดงว่าหลักการ CDIO เป็นบริบทของ หลักสูตรทางวิศวกรรมศาสตร์และประยุกต์ใช้เต็มรูปแบบ
3	CDIO ถูกรับเป็นบริบทของหลักสูตรด้านวิศวกรรมศาสตร์ และนำไปประยุกต์ใช้มากกว่า 1 ปีของหลักสูตร
2	มีแผนที่ชัดเจนในการปรับเปลี่ยนหลักสูตรที่มีCDIO เป็น บริบท
1	มีความต้องการในการนำหลักการของ CDIO ไปเป็น บริบทของวิศวศึกษาและมีการเริ่มต้นไปบ้างแล้ว
0	ไม่มีแผนในการนำหลักการของ CDIO ไปเป็นบริบทของ วิศวศึกษา

มาตรฐาน 2 – ผลลัพธ์ของหลักสูตรแบบ CDIO*

ผลการเรียนรู้ที่เฉพาะและเจาะจง สำหรับทักษะส่วนบุคคล ทักษะ ระหว่างบุคคล ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ สอดคล้องกับ เป้าหมายของหลักสูตร และได้รับการรับรองจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ของหลักสูตร

คำอธิบาย: วิศวศึกษา มุ่งหวังผลลัพธ์คือ ความรู้ทักษะ และทัศนคติ ยกตัวอย่างเช่น ผลลัพธ์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับ หลักสูตรแบบ CDIO ผลลัพธ์การเรียนรู้เหล่านี้หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าวัตถุประสงค์การเรียนรู้แสดงรายละเอียดว่านักศึกษาควรเรียนรู้และมี ความสามารถในการปฏิบัติอะไรบ้างเมื่อจบการศึกษา นอกเหนือจาก วัตถุประสงค์การเรียนรู้สำหรับองค์ความรู้เชิงเทคนิค (ตอนที่1) หลักสูตรแบบ CDIO เจาะจงเพิ่มเติมวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้าน ทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล และการสร้างผลิตภัณฑ์และ ระบบ ผลลัพธ์การเรียนรู้ทักษะส่วนบุคคล (ตอนที่ 2) มุ่งเน้นการ พัฒนากระบวนการคิดและการพัฒนาด้านอารมณ์ของนิสิตนักศึกษา เช่น เหตุผลเชิง

วิศวกรรมและการแก้ปัญหา การสร้างผลิตภัณฑ์และ ระบบ การทดลองและการค้นพบองค์ความรู้การคิดอย่างเป็นระบบ การคิดแบบสร้างสรรค์การคิดเชิงวิพากษ์และจรรยาบรรณวิชาชีพ ผลลัพธ์การเรียนรู้ทักษะระหว่างบุคคล (ตอนที่3) มุ่งเน้นปฏิสัมพันธ์ ของผู้เรียนและกลุ่มผู้เรียน เช่น การทำงานเป็นทีม ความเป็นผู้นำ และการสื่อสาร ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ (ตอนที่4) มุ่งเน้นการเข้าใจปัญหา การออกแบบ การประยุกต์ใช้และการ ดำเนินการ ของระบบในบริบทขององค์กร ธุรกิจและสังคม

ผลลัพธ์การเรียนรู้ได้รับการทบทวนและรับรองจาก ผู้มีส่วนได้ส่วน เสีย หลักซึ่งเป็นกลุ่มบุคคลที่สนใจผู้จบการศึกษาจากหลักสูตรด้าน วิศวกรรมศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตรและเกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานเชิงวิศวกรรม นอกจากนั้นผู้มีส่วนได้ส่วน เสียสามารถช่วยกำหนดระดับความชำนาญที่คาดหวัง มาตรฐานของ ความสำเร็จของแต่ละผลลัพธ์การเรียนรู้

เหตุผลที่มา: การกำหนดผลลัพธ์หรือวัตถุประสงค์ที่เจาะจง ช่วยให้มั่น ในได้ว่าผู้เรียนได้รับการวางพื้นฐานที่เหมาะสมสำหรับอนาคต องค์กร วิชาชีพด้านวิศวกรรมศาสตร์และตัวแทนภาคอุตสาหกรรมกำหนด ลักษณะหลักของผู้เริ่มวิชาชีพวิศวกรรมทั้งด้านเทคนิคและด้านวิชาชีพ นอกจากนั้นองค์กรที่ทำหน้าที่ประเมินและรับรองหลักสูตรคาดหวังว่า หลักสูตรด้านวิศวกรรมศาสตร์มีการระบุผลลัพธ์ของหลักสูตรในเชิง ความรู้ทักษะและทัศนคติของผู้จบการศึกษา

หลักฐาน:

- การระบุผลลัพธ์ของหลักสูตรในเชิงความรู้ทักษะและทัศนคติของผู้จบการศึกษา
- ผลลัพธ์การเรียนรู้ได้รับการทบทวนและรับรอง เนื้อหาและระดับความชำนาญจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (ตัวอย่างเช่น ผู้สอน ผู้เรียน ศิษย์เก่า และตัวแทนจากภาคอุตสาหกรรม)

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	กลุ่มผู้ประเมินทบทวนและปรับปรุงผลลัพธ์การเรียนรู้บน พื้นฐานความต้องการที่เปลี่ยนแปลงของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
4	ผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตรทิศทางเดียวกับวิสัยทัศน์และ พันธกิจของสถาบัน และมีระดับความชำนาญกำหนดไว้ สำหรับแต่ละผลลัพธ์
3	ผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตรได้รับการวิพากษ์จากผู้มีส่วนได้ ส่วนเสียหลัก ได้แก่ คณาจารย์ผู้เรียน ศิษย์เก่า และตัวแทน จากภาคอุตสาหกรรม
2	มีแผนที่แสดงผลลัพธ์การเรียนรู้ชัดเจนถูกยอมรับจากประธาน หลักสูตร คณาจารย์ (และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น)

ระดับ	เกณฑ์
1	มีการตระหนักถึงความต้องการในการสร้างหรือปรับปรุง หลักสูตร และมีการเริ่มต้นกระบวนการไปบ้าง
0	ไม่มีผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตรชัดเจนที่ครอบคลุมความรู้ ทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้าง ผลิตภัณฑ์กระบวนการและระบบ

มาตรฐาน 3 – หลักสูตรแบบบูรณาการ*

หลักสูตรถูกออกแบบ โดยประกอบด้วยรายวิชาหลักตามสาขาที่ หลากหลาย และมีแผนที่ชัดเจนในการบูรณาการทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ

คำอธิบาย: หลักสูตรแบบ CDIO ประกอบด้วยประสบการณ์การเรียนรู้ ที่นำไปสู่ความชำนาญทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล ทักษะ การสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ (มาตรฐาน 2) บูรณาการเข้ากับการ เรียนรู้เนื้อหาตามสาขาวิชา รายวิชาตามสาขาวิชาสนับสนุนซึ่งกันและ กัน และมีความเชื่อมโยงกันอย่างเห็นได้ชัดของเนื้อหาและผลลัพธ์การเรียนรู้แผนที่ชัดเจน จะกำหนดแนวทางในการบูรณาการ ทักษะ CDIO และเชื่อมโยงพหุสาขาวิชาเข้าด้วยกัน เช่น การจับคู่ ผลลัพธ์การเรียนรู้ของ CDIO เข้ากับรายวิชาต่างๆรวมถึงกิจกรรมที่ เกี่ยวข้องกับต่างๆของหลักสูตร

เหตุผลที่มา: การสอน ทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ ไม่จำเป็นต้องเพิ่มเป็นรายวิชาในหลักสูตรที่มีจำนวนหน่วยกิตมากอยู่แล้ว หากควรบูรณาการทักษะเหล่านั้นเข้าไป เพื่อให้สามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ต้องการทั้งด้านวิชาการตามสาขา ทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ หลักสูตรและประสบการณ์จากการเรียนต้องใช้เวลาในการเกิดผลลัพธ์เป็นสองเท่า ผู้สอนมีบทบาทเชิงรุกในการออกแบบหลักสูตรแบบบูรณาการโดยการเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาการเข้ากับโอกาสในการนำผลลัพธ์การเรียนรู้ของทักษะ CDIO มาใช้กับรายวิชาของตนเอง

หลักฐาน:

- แผนที่เป็นเอกสารในบูรณาการทักษะ CDIO เข้ากับเนื้อหาวิชาการ ทางเทคนิคและมีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม
- มีผลลัพธ์การเรียนรู้ของ CDIO เข้ากับรายวิชาและกิจกรรมของหลักสูตร
- ผู้สอนและผู้เรียนรับรู้เกี่ยวกับผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทบทวนหลักสูตรแบบบูรณาการอย่างสม่ำเสมอและเสนอข้อแนะนำและการปรับแก้ตามสมควร
4	มีหลักฐานแสดงว่าทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล และ ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์กระบวนการและระบบ ได้รับการระบุไว้ ในรายวิชาต่างๆที่รับผิดชอบในการประยุกต์ใช้
3	ทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล และทักษะการสร้าง ผลิตภัณฑ์กระบวนการและระบบ ถูกบูรณาการอยู่ในหลักสูตรหนึ่ง ปีหรือมากกว่า
2	แผนของหลักสูตรที่บูรณาการความรู้ทักษะส่วนบุคคล ทักษะ ระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์กระบวนการและ ระบบ ได้รับการอนุมัติกลุ่มที่เหมาะสม
1	มีความต้องการในการวิเคราะห์หลักสูตรและมีการเริ่มต้นการจับคู่ ผลลัพธ์การเรียนรู้ขององค์ความรู้และทักษะ
0	ไม่มีการบูรณาการทักษะหรือการสนับสนุนทางสาขาวิชาใดๆใน

มาตรฐาน 4 – วิชา Introduction to Engineering

รายวิชาพื้นฐานวิศวกรรม แสดงถึงกรอบการทำงานของวิชาชีพวิศวกรที่การสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ และแนะนำความสำคัญของทักษะส่วนบุคคลและทักษะระหว่างบุคคล

คำอธิบาย: รายวิชาแนะนำ เป็นรายวิชาที่จำเป็นอย่างยิ่งในหลักสูตร ที่แสดงถึงกรอบการทำงานของวิชาชีพวิศวกร กรอบการทำงานนี้เป็นภาพกว้างๆของงานและความรับผิดชอบของวิศวกร การใช้ความรู้เฉพาะสาขาในการทำงานเหล่านั้นให้สำเร็จ ผู้เรียนได้มีโอกาสปฏิบัติงานด้านวิศวกรรมศาสตร์ผ่านแบบฝึกหัดในการแก้ปัญหาและการออกแบบอย่างง่ายทั้งแบบทำงานเดี่ยวและทำงานเป็นทีม รายวิชานี้ครอบคลุมถึงความรู้ทักษะ ทัศนคติส่วนบุคคลและระหว่างบุคคลซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในช่วงเวลาเริ่มต้นของหลักสูตรเพื่อเตรียมผู้เรียนสำหรับประสบการณ์ในการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบชั้นสูงต่อไปยกตัวอย่างเช่น ผู้เรียนสามารถทำงานกับทีมขนาดเล็กเพื่อเตรียมพร้อมในการทำงานกับทีมขนาดใหญ่ขึ้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

เหตุผลที่มา: รายวิชาแนะนำวิชาชีพวิศวกรรมนี้มีเป้าหมายในการ กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนที่มีต่อศาสตร์ของวิศวกรรมโดยเน้นการ ประยุกต์ใช้วิชาแกนวิศวกรรมศาสตร์ผู้เรียนโดยส่วนใหญ่เลือกเรียนวิศวกรรมศาสตร์เพราะต้องการสร้างสิ่งต่างๆ วิชาแนะนำนี้สามารถจับ จุดสนใจได้นอกจากนั้น รายวิชาแนะนำ ยังเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนา ทักษะด้านต่างๆที่บรรจุอยู่ในหลักสูตรแบบ CDIO

หลักฐาน:

- ประสบการณ์การเรียนที่แนะนำทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ
- ผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะ CDIO ตามผลลัพธ์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน 2
- ผู้เรียนมีระดับความสนใจสูงในสาขาที่เลือกศึกษา ซึ่งแสดงได้จากการสอบถามหรือการเลือกวิชาเลือกต่างๆ

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	รายวิชาแนะนำถูกประเมินและปรับปรุง ตามข้อมูลที่ได้รับจาก ผู้เรียน ผู้สอน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆ
4	มีหลักฐานเอกสารแสดงว่าผู้เรียนบรรลุผลลัพธ์การเรียนที่กำหนดไว้ในรายวิชาแนะนำ
3	รายวิชาแนะนำนี้ครอบคลุมประสบการณ์ในการเรียนและ แนะนำทักษะส่วนบุคคลและทักษะระหว่างบุคคลที่สำคัญและ นำไปใช้
2	มีแผนที่สำหรับรายวิชาแนะนำ กรอบของการสอนได้รับความ เห็นชอบ
1	มีความต้องการรายวิชาแนะนำที่สอนกรอบงานของวิชาชีพวิศวกร
0	ไม่มีรายวิชาแนะนำ ที่จะให้กรอบการทำงานและการแนะนำ ทักษะหลักที่จำเป็น

มาตรฐาน 5 – ประสบการณ์ออกแบบ-สร้าง*

หลักสูตรมีประสบการณ์ออกแบบ-สร้างอย่างน้อย 2 รายวิชา หนึ่งวิชาในระดับพื้นฐาน และอีกหนึ่งวิชาระดับสูง

คำอธิบาย: ในความหมายของประสบการณ์ออกแบบ-สร้าง หมายถึงกิจกรรมด้านวิศวกรรมที่มีศูนย์กลางที่กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์และระบบใหม่โดยหมายรวมถึงกิจกรรมต่างๆที่กำหนดในมาตรฐาน 1 ในขั้นตอนของการ ออกแบบ และ ประยุกต์ใช้และรวมถึงการนำหลักการของการออกแบบคอนเซ็บในขั้นตอนของ การรับรู้และเข้าใจปัญหา ผู้เรียนพัฒนาทักษะในการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ และพัฒนาความสามารถในการประยุกต์ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ในการ ออกแบบ-สร้าง ซึ่งบูรณาการในหลักสูตรประสบการณ์ออกแบบ-สร้างจะพิจารณาว่าเป็นขั้นพื้นฐานหรือขั้นสูงนั้นขึ้นอยู่กับขอบเขต ความซับซ้อน และการต่อเนื่องของวิชาในหลักสูตร ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์และระบบที่ง่ายๆถูกบรรจุในช่วงแรกๆของหลักสูตร ในขณะที่ประสบการณ์ออกแบบ-สร้างที่ซับซ้อนมากขึ้นอยู่ในวิชาตอนท้ายของหลักสูตรซึ่งช่วยให้นักศึกษาได้บูรณาการความรู้ทักษะที่ได้รับจากรายวิชาและกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนหน้า โอกาสของการเข้าใจปัญหา

ออกแบบ ประยุกต์ใช้และดำเนินการ ผลิตภัณฑ์และระบบยังหมายถึงกิจกรรมเสริมสร้างประสบการณ์ของหลักสูตร เช่น การทำโครงการวิจัยระดับปริญญาตรีและ การฝึกงาน

เหตุผลที่มา: ประสบการณ์ออกแบบ-สร้าง ถูกจัดวางในโครงสร้าง หลักสูตรพร้อมลำดับของรายวิชาเพื่อเสริมสร้างความสำเร็จในชั้นต้น ของการปฏิบัติในวิชาชีพวิศวกรรม ประสบการณ์ออกแบบ-สร้างที่ ผู้เรียนได้รับซ้ำแล้วซ้ำอีกโดยเพิ่มระดับความซับซ้อนของแบบ ช่วย เสริมสร้างความเข้าใจกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์และระบบของ ผู้เรียน ประสบการณ์ออกแบบ-สร้าง ให้พื้นฐานที่แข็งแรงในการสร้าง ความเข้าใจของความคิดรวบยอดและทักษะของสาขาวิชา จะเห็นว่า การเน้นย้ำเรื่องการสร้างผลิตภัณฑ์และการประยุกต์ใช้กระบวนการ ต่างๆในบริบทความเป็นจริงในโลกให้โอกาสให้ผู้เรียนเชื่อมโยง รายละเอียดด้านเทคนิคที่ตนเองเรียนอยู่เข้ากับวิชาชีพและความสนใจ ของอาชีพของตน

หลักฐาน:

- มีรายวิชาอย่างน้อยสองวิชาสำหรับประสบการณ์ออกแบบ-สร้าง ในหลักสูตร (เช่น เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาแนะนำขั้นพื้นฐานและรายวิชาขั้นสูง)
- มีโอกาสสำหรับประสบการณ์ออกแบบ-สร้าง (เช่น ห้องปฏิบัติการวิจัย หรือ การฝึกงาน)
- มีประสบการณ์การเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมที่ให้ความรู้พื้นฐานสำหรับ การเรียนทักษะเฉพาะสาขาในลำดับต่อไป

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	ประสบการณ์การออกแบบ-ประยุกต์ใช้ได้รับการประเมิน และทบทวนอย่างสม่ำเสมอ โดยมีข้อมูลจากผู้เรียน ผู้สอน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆ
4	มีหลักฐานเอกสารแสดงว่าผู้เรียนผ่านผลการเรียนรู้ที่ คาดหวังในด้านประสบการณ์การออกแบบ-ประยุกต์ใช้
3	มีประสบการณ์การออกแบบ-ประยุกต์ใช้อย่างน้อยสอง รายวิชาโดยเพิ่มความซับซ้อนขึ้น
2	มีแผนที่จะสร้างประสบการณ์การออกแบบ-ประยุกต์ใน หลักสูตรที่ระดับพื้นฐานและระดับสูง
1	มีการวิเคราะห์ความต้องการเพื่อระบุโอกาสที่จะเพิ่ม ประสบการณ์การออกแบบ-ประยุกต์ใช้ในหลักสูตร
0	ไม่มีประสบการณ์การออกแบบ-ประยุกต์ใช้ในหลักสูตร

มาตรฐาน 6 – พื้นที่ทำงานแบบ CDIO

พื้นที่ทำงานและห้องปฏิบัติการสนับสนุนและส่งเสริมการลงมือ ปฏิบัติในการเรียนรู้การสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ ความรู้ตาม สาขาวิชาและการเรียนรู้ด้านสังคม

คำอธิบาย: สิ่งแวดล้อมทางกายภาพในการเรียนรู้ประกอบด้วย พื้นที่ การเรียนรู้แบบดั้งเดิม เช่น ห้องเรียน ห้องบรรยายรวม ห้องสัมมนา และพื้นที่ทำงานและห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม พื้นที่ทำงานและ ห้องปฏิบัติการนั้นสนับสุนนการเรียนรู้ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และ ระบบพร้อมๆไปกับความรู้ตามสาขาวิชา พื้นที่ดังกล่าวมุ่งเน้นการลง มือปฏิบัติซึ่งให้ผู้เรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเองและให้โอกาสใน การเรียนรู้ด้านสังคม ซึ่งเป็นสถานที่ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากผู้อื่นและมีปฏิสัมพันธ์หลากหลายกลุ่ม การสร้างพื้นที่ทำงานใหม่หรือการ ปรับปรุงห้องปฏิบัติการที่มีอยู่แล้วจะเปลี่ยนแปลงตามจำนวนหลักสูตร และทรัพยากรของสถาบัน

เหตุผลที่มา: พื้นที่ทำงานและสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้อื่นๆที่สนับสนุน การเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติเป็นทรัพยากรพื้นฐานสำหรับการเรียน กระบวนการออกแบบ สร้าง และทดสอบผลิตภัณฑ์และระบบผู้เรียน ที่สามารถเข้าถึงเครื่องมือทางวิศวกรรม ซอฟแวร์และห้องปฏิบัติการ ที่ทันสมัยได้รับโอกาสในการพัฒนาความรู้ทักษะ และทัศนคติที่สร้าง ความสามารถในการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบความสามารถเหล่านี้ จะถูกพัฒนาได้ดีที่สุดในพื้นที่ทำงานแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เป็น มิตรกับผู้ใช้เข้าถึงได้และมีการสื่อสารตอบโต้

หลักฐาน:

มีพื้นที่พอเพียงพร้อมด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมที่ทันสมัย

มีพื้นที่ทำงานแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นมิตรกับผู้ใช้เข้าถึงได้และมีการสื่อสารตอบโต้

มีความพึงพอใจระดับสูงต่อพื้นที่ทำงานจากผู้สอน บุคลากร และผู้เรียน

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	กลุ่มผู้ประเมินมักทบทวนผลกระทบและประสิทธิผลของพื้นที่ทำงานต่อการเรียนรู้และให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุง
4	พื้นที่ทำงานเชิงวิศวกรรมสนับสนุนองค์ประกอบทั้งหมด ของการเรียนรู้การลงมือปฏิบัติความรู้และทักษะ
3	มีการประยุกต์ตามแผนและมีการใช้พื้นที่ใหม่หรือพื้นที่ที่ได้รับการปรับปรุง
2	มีแผนในการปรับปรุงหรือสร้างพื้นที่ทำงานเชิงวิศวกรรมเพิ่มเติมซึ่งได้รับการอนุมัติจากผู้มีอำนาจ

1	มีการรับรู้ถึงความต้องการพื้นที่ทำงานเชิงวิศวกรรมเพื่อ สนับสนุนกิจกรรมการลงมือปฏิบัติความรู้และทักษะ
0	พื้นที่ทำงานเชิงวิศวกรรมไม่เพียงพอหรือไม่เหมาะสมที่จะสนับสนุนและส่งเสริมการเรียนรู้ทักษะการลงมือปฏิบัติความรู้และการเรียนรู้ด้านสังคม

มาตรฐาน 7 – ประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการ

ประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการที่ทำให้ได้ความรู้เฉพาะทางเช่นเดียวกับทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์และระบบ

คำอธิบาย: ประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการ เป็นวิธีการสอนที่สนับสนุนการเรียนรู้ความรู้เฉพาะทางพร้อมไปกับทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ ประสบการณ์เหล่านี้รวมประเด็นทางวิศวกรรมที่มีอยู่ในสถานการณ์ร่วมกับประเด็นเฉพาะทาง ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนอาจได้ทั้งการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์การออกแบบผลิตภัณฑ์และความรับผิดชอบทางสังคมของผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ภายในกิจกรรมเดียว โดยทั่วไปแล้ว ทั้งคู่ค้าอุตสาหกรรม ศิษย์เก่า และผู้เกี่ยวข้องสำคัญอื่น ๆ จะช่วยในการให้ตัวอย่างแบบฝึกหัด

เหตุผลที่มา: การออกแบบหลักสูตรและผลการเรียนรู้ที่บัญญัติไว้ใน มาตรฐาน 2 และ 3 ตามลำดับจะเป็นจริงได้ก็ต่อเมื่อมีวิธีการสอนที่ สอดคล้องกัน ที่ทำให้เกิดการใช้เวลาการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อสองประโยชน์ในคราวเดียว นอกจากนี้จะเป็นการดีหากผู้เรียนมอง อาจารย์วิศวกรรมในฐานะตัวอย่างของวิศวกรมืออาชีพที่สอนความรู้เฉพาะทาง ทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และ ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์กระบวนการ และระบบ ด้วยการบูรณาการประสบการณ์การเรียนรู้เช่นนี้อาจารย์ผู้สอนสามารถช่วยเหลือ ผู้เรียนในการประยุกต์ความรู้เฉพาะทางให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพื่อการปฏิบัติจริง และเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมมากขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของอาชีพวิศวกร

หลักฐาน:

- มีการบูรณาการผลการเรียนรู้แบบ CDIO และทักษะตาม สาขาวิชาในประสบการณ์การเรียนรู้
- ผู้สอนมีความเกี่ยวข้องโดยตรงในการประยุกต์ใช้ประสบการณ์ การเรียนรู้แบบบูรณาการ
- ภาคอุตสาหกรรมและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นมีส่วนร่วมในการออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	รายวิชาถูกประเมินและแก้ไขอย่างสม่ำเสมอ ในมุมของการบูรณาการของผลลัพธ์และกิจกรรมการเรียนรู้
4	มีหลักฐานของผลกระทบของประสบการณ์การเรียนแบบบูรณาการตลอดหลักสูตร
3	ประสบการณ์การเรียนแบบบูรณาการถูกดำเนินการในรายวิชาตลอดหลักสูตร
2	แผนของรายวิชา ที่มีผลการเรียนรู้และกิจกรรม ที่บูรณาการ ทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคลด้วยความรู้เฉพาะทาง ได้รับการอนุมัติแล้ว
1	แผนของรายวิชาถูกเทียบเกณฑ์มาตรฐานให้เป็นไปตามประสบการณ์การเรียนแบบบูรณาการ
0	ไม่มีการเรียนแบบบูรณาการทั้งด้านเนื้อหาเฉพาะและทักษะ

มาตรฐาน 8 – การเรียนแบบมีส่วนร่วม

การสอนและการเรียนเป็นไปตามวิธีการเรียนแบบมีส่วนร่วมและ ประสบการณ์ตรง

คำอธิบาย: วิธีการเรียนแบบมีส่วนร่วมดึงดูดให้ผู้เรียนคิดและเข้าร่วม กิจกรรมแก้ปัญหาโดยตรง การส่งผ่านข้อมูลอย่างไร้การมีส่วนร่วมมี ความสำคัญน้อยลง และให้ความสำคัญมากขึ้นกับดึงดูดให้ผู้เรียน จัดการ ประยุกต์ใช้วิเคราะห์และประเมินแนวคิด การเรียนรู้แบบมี ส่วนร่วมในรายวิชาบรรยายสามารถรวมเอาวิธีการไปใช้ในการ อภิปราย การสาธิต การโต้วาทีการตั้งคำถามเชิงความคิดและการเสนอข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียน แบบคู่หรือกลุ่มเล็กๆการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมถือเป็นการมีประสบการณ์ตรงก็เมื่อ ผู้เรียนรับบทบาทที่จำลองการทำงานทางวิศวกรรมแบบมืออาชีพ เช่น โครงงานการออกแบบและดำเนินการ การจำลองสถานการณ์และกรณีศึกษา

เหตุผลที่มา: ผู้เรียนจดจำได้เพียงหนึ่งในสี่ของสิ่งที่ได้ฟัง จดจำได้เพียงครึ่งหนึ่งของสิ่งที่ได้เห็นและฟังจากการดึงดูดให้ผู้เรียนสร้างแนวคิด โดยเฉพาะแนวคิดใหม่และเรียกร้องให้ผู้เรียนตอบสนองอย่างชัดเจน ไม่เพียงแต่ทำให้เรียนรู้ได้มากขึ้น ยังทำให้ผู้เรียนรู้ถึงสิ่งที่ผู้เรียน ต้องการเรียนและวิธีการในการเรียน กระบวนการนี้ช่วยเพิ่มแรงจูงใจ ของผู้เรียนในการสำเร็จหลักสูตร โดยเรียนรู้ผลและสร้างนิสัยในการ เรียนรู้ตลอดชีวิต ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ผู้สอนสามารถช่วย ผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงท่ามกลางแนวคิดสำคัญและอำนวยความ สะดวกในการใช้งานความรู้เหล่านี้ในสถานการณ์ใหม่ๆ

หลักฐาน:

- การประยุกต์วิธีการเรียนเชิงรุกได้สำเร็จ เก็บเอกสาร ตัวอย่างเช่น จากการสังเกตและรายงานส่วนตัว

- ผู้สอนส่วนใหญ่ใช้วิธีการเรียนแบบเชิงรุก
- ผู้เรียนประสบความสำเร็จระดับสูงสำหรับผลลัพธ์การเรียนรู้แบบ CDIO
- ผู้เรียนมีความพึงพอใจในวิธีการสอนอยู่ในระดับสูง

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	กลุ่มผู้ประเมินการณ์ถึงผลกระทบของการเรียนรู้แบบปฏิบัติอย่าง สม่ำเสมอ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง
4	มีหลักฐานของผลกระทบของการเรียนแบบมีส่วนร่วมต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน
3	การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมถูกดำเนินการในรายวิชาตลอดหลักสูตร
2	มีแผนที่จะรวมเอาการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมในรายวิชาตลอดหลักสูตร
1	มีการตระหนักถึงข้อดีของการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม และการกำหนดมาตรฐานการเรียนแบบมีส่วนร่วมกำลังอยู่ในหลักสูตรกำลังอยู่ระหว่างดำเนินการ
0	ไม่มีวิธีการการเรียนแบบปฏิบัติการเชิงรุก

มาตรฐาน 9 – การยกระดับความสามารถของคณาจารย์*

กิจกรรมที่ยกระดับความสามารถของคณาจารย์ทั้งด้านทักษะส่วน บุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ

คำอธิบาย: หลักสูตร CDIO ให้การสนับสนุนสำหรับคณาจารย์ วิศวกรรมศาสตร์ทั้งหมด เพื่อปรับปรุงความสามารถของคณาจารย์ทั้ง ด้านทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์กระบวนการ และระบบ ดังอธิบายไว้ในมาตรฐาน 2 ทักษะเหล่านี้ถูกพัฒนาได้มากที่สุดโดยการฝึกปฏิบัติทางวิศวกรรม แบบมืออาชีพ ธรรมชาติและขอบเขตของการพัฒนาของคณาจารย์มีความหลากหลายไปตามทรัพยากรและความตั้งใจของหลักสูตรและ สถาบันที่แตกต่างกัน ตัวอย่างของการกระทำที่ยกระดับความสามารถ ของคณาจารย์ได้แก่ การให้โอกาสไปทำงานในอุตสาหกรรมการสร้าง สายสัมพันธ์กับคู่ทางอุตสาหกรรมในการวิจัยและโครงงานการศึกษา การรวมการปฏิบัติทางวิศวกรรมเป็นปัจจัยในการว่าจ้างและเลื่อน ตำแหน่ง และประสบการณ์การพัฒนาอาชีพที่เหมาะสมใน มหาวิทยาลัย

เหตุผลที่มา: ถ้าคณาจารย์วิศวกรรมศาสตร์ถูกคาดหวังให้สอนหลักสูตรทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์กระบวนการ และระบบ บูรณาการร่วมกับความรู้เฉพาะทางดังอธิบายไว้ในมาตรฐาน 3, 4, 5 และ 7 คณาจารย์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องมีความสามารถในทักษะเหล่านั้น คณาจารย์วิศวกรรมศาสตร์มักจะชำนาญในการวิจัยและมีพื้นฐานความรู้ในสายวิชาที่

รับผิดชอบ แต่ก็มีประสบการณ์ฝึกปฏิบัติทางวิศวกรรมอย่างจำกัดทั้งด้านธุรกิจและอุตสาหกรรม นอกจากนี้การก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของนวัตกรรมทางเทคโนโลยียังต้องการการทบทวนทักษะทางวิศวกรรมให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา คณาจารย์ทั้งหมดจำเป็นต้องยกระดับความรู้และทักษะทางวิศวกรรม เพื่อสามารถให้ตัวอย่างที่เกี่ยวข้องแก่ผู้เรียน และทำหน้าที่เป็นตัวอย่างที่ดีของวิศวกรที่มีความรู้ความสามารถ

หลักฐาน:

- คณาจารย์ส่วนใหญ่มีศักยภาพด้านทักษะส่วนบุคคล ทักษะ ระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์กระบวนการ และ ระบบ การประยุกต์และสาธิตให้ดูได้จากการขอสังเกตการณ์ หรือในรูปของรายงาน
- คณาจารย์จำนวนมากมีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานด้าน วิศวกรรม
- มหาวิทยาลัยรับเอาการพัฒนาวิชาชีพในทักษะเหล่านี้สำหรับการ ประเมินอาจารย์นโยบายเชิงปฏิบัติในการจ้างงาน
- ทรัพยากรในการพัฒนาอาจารย์ด้านทักษะเหล่านี้มีพอเพียง

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	ความสามารถของคณาจารย์ทั้งด้านทักษะส่วนบุคคลและระหว่าง บุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์กระบวนการ และระบบ ถูก ประเมินอย่างสม่ำเสมอและปรับปรุงอย่างเหมาะสม
4	มีหลักฐานว่าคณาจารย์ทั้งหมดมีความสามารถทางด้านทักษะส่วน บุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ
3	คณาจารย์ทั้งหมดมีส่วนร่วมในการพัฒนาคณาจารย์ทางด้านทักษะ ส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ
2	มีแผนอย่างเป็นระบบของการพัฒนาคณาจารย์ทางด้านทักษะส่วน บุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ
1	ได้มีการศึกษาการกำหนดมาตรฐานและการวิเคราะห์ความต้องการของความสามารถของคณาจารย์
0	ไม่มีโครงการหรือการปฏิบัติที่ช่วยยกระดับทางด้านทักษะส่วน บุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ

มาตรฐาน 10 – การยกระดับความสามารถในการสอนของคณาจารย์

การกระทำที่ยกระดับความสามารถของคณาจารย์ในการให้ประสบการณ์การเรียนรู้แบบบูรณาการ โดยการใช้วิธีการเรียนรู้จากประสบการณ์การปฏิบัติการและการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน

คำอธิบาย: โครงการ CDIO ให้การสนับสนุนต่อคณาจารย์ในการ ปรับปรุงความสามารถของคณาจารย์ในประสบการณ์การเรียนแบบ การบูรณาการ (มาตรฐาน 7), การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมและจากประสบการณ์จริง (มาตรฐาน 8) และการประเมินการเรียนรู้ของ ผู้เรียน (มาตรฐาน 11) ลักษณะและขอบเขตของการปฏิบัติการ พัฒนาคณาจารย์จะแตกต่างไปตามโครงการและสถาบัน ตัวอย่างของการกระทำที่ยกระดับความสามารถของคณาจารย์ได้แก่การสนับสนุนการเข้าร่วมของคณาจารย์ในโครงการการพัฒนา คณาจารย์ในระดับมหาวิทยาลัยและต่างคณาจารย์,การอภิปราย สำหรับแบ่งปันแนวคิดและการปฏิบัติที่ดีที่สุด และการเน้นย้ำในการวิจารณ์สมรรถภาพและการว่าจ้างบนวิธีการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

เหตุผลที่มา: ถ้าสมาชิกของคณาจารย์ถูกคาดหวังให้ทำการสอนและ ประเมินในวิธีการใหม่ดังอธิบายในมาตรฐาน 7, 8 และ 11 สมาชิก ต้องการโอกาสในการพัฒนาและปรับปรุงความสามารถเหล่านี้ มหาวิทยาลัยหลายแห่งมีโครงการการพัฒนาคณาจารย์และการบริการ ที่อาจกระตือรือร้นที่จะร่วมมือกับคณาจารย์ที่มีโครงการ CDIO นอกจากนี้ถ้าโครงการ CDIO ต้องการเน้นย้ำความสำคัญของการสอน การเรียน และการประเมินผล สมาชิกต้องยอมรับทรัพยากรที่เพียงพอ สำหรับการพัฒนาคณาจารย์ในขอบเขตนี้

หลักฐาน:

- คณาจารย์ส่วนใหญ่มีศักยภาพในการสอน การเรียน และวิธีการ ประเมิน โดยสาธิตได้ผ่านการสังเกตการณ์และรายงาน
- มหาวิทยาลัยยอมรับการสอนที่มีประสิทธิผลในการประเมิน คณาจารย์และนโยบายเชิงปฏิบัติในการจ้างงาน
- ทรัพยากรในการพัฒนาอาจารย์ด้านทักษะเหล่านี้มีพอเพียง

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	ความสามารถของคณาจารย์ในด้านวิธีการสอน การเรียน และการประเมินผล ถูกประเมินอย่างสม่ำเสมอและ ปรับปรุงด้วยวิธีที่เหมาะสม
4	มีหลักฐานว่า ทั้งคณาจารย์มีความสามารถทางในด้าน วิธีการสอน การเรียน และการประเมินผล

ระดับ	เกณฑ์
3	ทั้งคณาจารย์มีส่วนร่วมในการพัฒนาคณาจารย์ทางใน ด้านวิธีการสอน การเรียน และการประเมินผล
2	มีแผนอย่างเป็นระบบของการพัฒนาคณาจารย์ทางใน ด้านวิธีการสอน การเรียน และการประเมินผล
1	ได้มีการศึกษาการกำหนดมาตรฐานและการวิเคราะห์ความต้องการของความสามารถของคณาจารย์
0	ไม่มีโครงการหรือการปฏิบัติที่ช่วยยกระดับความสามารถในการสอนของคณาจารย์

มาตรฐาน 11 – การประเมินการเรียนรู้

การประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนทางด้านทักษะส่วนบุคคล ทักษะระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์กระบวนการและระบบ เช่นเดียวกับความรู้เฉพาะทาง

คำอธิบาย: การประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นเครื่องวัดว่าผู้เรียนแต่ละคนบรรลุขอบเขตของผลการเรียนรู้ที่ระบุไว้โดยปรกติผู้สอนสร้างการประเมินนี้ขึ้นมาตามรายวิชาที่รับผิดชอบ การประเมินการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพใช้วิธีการที่หลากหลายที่เหมาะสมกับผลการเรียนรู้ที่ระบุไว้ในความรู้ตามสาขาวิชา เช่นเดียวกับทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์กระบวนการและระบบ ดังอธิบายไว้ในมาตรฐาน 2 วิธีการเหล่านี้อาจรวมถึงการสอบเขียนหรือสอบปากเปล่า การสังเกตความสามารถของผู้เรียน มาตราส่วน ปฏิกิริยาของผู้เรียน วารสาร ผลงาน และการประเมินด้วยการสังเกตและการประเมินตัวเอง

เหตุผล: ถ้าเราประเมินค่าทักษะส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล และ ทักษะการสร้างผลิตภัณฑ์ กระบวนการ และระบบ และจัดการผล เหล่านั้นลงในหลักสูตรและประสบการณ์การเรียน ในเวลาต่อมา เรา จะต้องมีกระบวนการการประเมินที่มีประสิทธิภาพเพื่อวัดผลเหล่านั้น หมวดหมู่ที่แตกต่างของผลการเรียนรู้ต้องการวิธีการประเมินที่แตกต่าง กัน ตัวอย่างเช่น ผลการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับความรู้เฉพาะทางอาจจะ ประเมินได้ด้วยการสอบปากเปล่าหรือสอบเขียน ขณะที่ผลที่เกี่ยวข้อง กับทักษะการออกแบบและการดำเนินการอาจจะถูกประเมินได้ดีกว่า จากการสังเกตที่ได้บันทึกไว้การใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย รองรับขอบเขตของรูปแบบการเรียนที่กว้างกว่า และเพิ่มความน่าเชื่อถือและความสมบูรณ์ของข้อมูลการประเมิน ดังผลลัพธ์การ ระบุการบรรลุผลการเรียนที่คาดหวังของผู้เรียนสามารถสร้างได้ด้วย ความเชื่อมั่นที่สูงกว่า

หลักฐาน:

- วิธีการประเมินผลเหมาะสมกับผลลัพธ์การเรียนรู้แบบ CDIO

- ประสบความสำเร็จในการประยุกต์ใช้วิธีการประเมิน
- คณาจารย์จำนวนมากใช้วิธีการประเมินที่เหมาะสม
- ผู้เรียนได้รับการประเมินความสำเร็จด้วยข้อมูลที่เชื่อถือได้และ ถูกต้อง

รูบริก:

ระดับ	เกณฑ์
5	กลุ่มผู้ประเมินวิจารณ์การใช้วิธีการประเมินการเรียนอย่างสม่ำเสมอและให้ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงแบบต่อเนื่อง
4	วิธีการประเมินการเรียนถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพในรายวิชาตลอดหลักสูตร
3	วิธีการประเมินการเรียนถูกดำเนินการตลอดหลักสูตร
2	มีแผนอย่างเป็นระบบของการพัฒนาคณาจารย์ทางใน ด้านวิธีการสอน การเรียน และการประเมินผล
1	ความจำเป็นสำหรับการปรับปรุงวิธีการประเมินการเรียนเป็นที่รับรู้และการกำหนดเป็นมาตรฐานในการใช้กำลังอยู่ในระหว่างดำเนินการ
0	วิธีการประเมินการเรียนไม่เพียงพอหรือไม่เหมาะสม

มาตรฐาน 12 – การประเมินหลักสูตร

ระบบหนึ่งๆที่ประเมินหลักสูตรเทียบกับทั้ง 12 มาตรฐาน และให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้เรียน คณาจารย์และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆ เพื่อวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

คำอธิบาย: การประเมินหลักสูตรเป็นการตัดสินการบรรลุเป้าประสงค์ทั้งหมดของหลักสูตรอิงตามหลักฐานที่บ่งชี้ความคืบหน้าของหลักสูตรต่อจุดมุ่งหมายที่ลุล่วง หลักสูตร CDIO ควรได้รับการประเมินเทียบกับมาตรฐาน CDIO ทั้ง 12 มาตรฐาน หลักฐานที่บ่งชี้การบรรลุของทั้งหลักสูตรสามารถถูกเก็บสะสมไว้ได้ด้วยการประเมินรายวิชาปฏิกิริยาของผู้สอน การสัมภาษณ์ก่อนและหลัง การรายงานจากผู้ประเมินภายนอก และการศึกษาแบบติดตามพร้อมด้วยบัณฑิตและผู้ว่าจ้าง หลักฐานสามารถถูกรายงานกลับไปยังผู้สอน ผู้เรียน ผู้ดูแลหลักสูตร ศิษย์เก่า และผู้เกี่ยวข้องอื่น ๆ อย่างสม่ำเสมอ ข้อเสนอแนะนี้จะเป็นพื้นฐานของการตัดสินใจเกี่ยวกับหลักสูตรและแผนการของหลักสูตรเพื่อการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

เหตุผลที่มา: หน้าที่สำคัญของการประเมินหลักสูตร คือเพื่อระบุถึง ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของหลักสูตรในการบรรลุจุดหมายที่ ประสงค์หลักฐานที่ถูกสะสมไว้ตลอดกระบวนการการประเมินหลักสูตรทำหน้าที่เป็นรากฐานของการปรับปรุงหลักสูตรอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่าง เช่น ถ้าการสัมภาษณ์รอบหลัง ผู้เรียนส่วนใหญ่แจ้งว่า ผู้เรียนไม่สามารถ บรรลุผลการเรียนรู้ที่ที่เจาะจงไว้บางข้อได้ก็ควรจะ

มีแผนการที่ถูก ริเริ่มเพื่อระบุสาเหตุและการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการให้ได้ นอกจากนี้ผู้ประเมินภายนอกและผู้ได้การรับรองหลายท่านเรียกร้อง การประเมินหลักสูตรอย่างสม่ำเสมอและสอดคล้องกัน

หลักฐาน:

- วิธีการประเมินหลักสูตรที่หลากหลายถูกนำมาใช้ในการเก็บข้อมูล ผู้เรียน ผู้สอน ประธานหลักสูตร ศิษย์เก่า และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หลักอื่นๆ
- มีหลักฐานเอกสารแสดงกระบวนการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากผล การประเมินหลักสูตร
- กระบวนการพัฒนาอย่างต่อเนื่องมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ข้อมูล

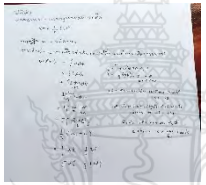
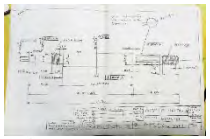
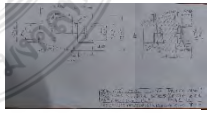
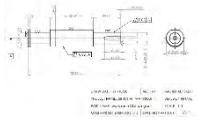
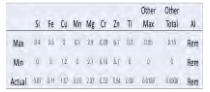
รูบริก:

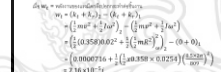
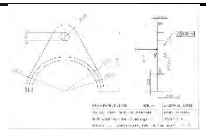
ระดับ	เกณฑ์
5	การปรับปรุงอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องเป็นไปตามผลการประเมินหลักสูตรจากหลากหลายแหล่งและถูกรวบรวมโดยหลากหลายวิธีการ
4	วิธีการประเมินหลักสูตรถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพโดยผู้เกี่ยวข้องทุกกลุ่ม
3	วิธีการประเมินหลักสูตรถูกดำเนินการตลอดหลักสูตร เพื่อรวบรวมข้อมูลจากผู้เรียน คณาจารย์ผู้นำหลักสูตร ศิษย์ เก่า และผู้เกี่ยวข้องอื่น ๆ
2	มีแผนการประเมินหลักสูตร
1	ความจำเป็นสำหรับการประเมินหลักสูตรเป็นที่รับรู้กันและการกำหนดเป็นมาตรฐาน วิธีการประเมินกำลังดำเนินการอยู่
0	การประเมินหลักสูตรไม่เพียงพอและไม่สอดคล้องกัน

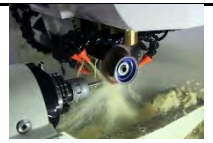
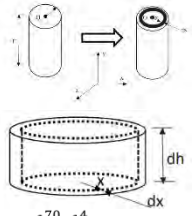
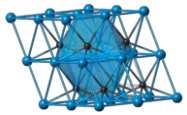
(ที่มา : 12 April 2004 - CDIO Initiative แปลโดยความร่วมมือของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีกรกฎาคม 2557 อ้างอิงจาก Crawley, E. F. The CDIO Syllabus: A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education, MIT CDIO Report #1, 2001.. Available at http://www.cdio.org)

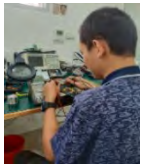
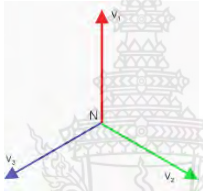
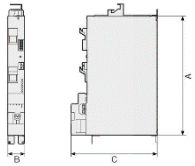
ภาคผนวก ฉ
การบูรณาการรายวิชาเรียนกับการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ

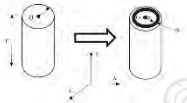
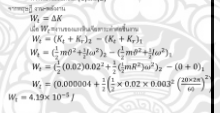
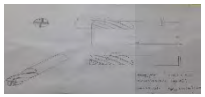
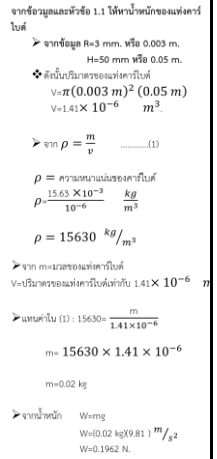
ตารางที่ ฉ.1 การบูรณาการรายวิชาเรียนกับการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ

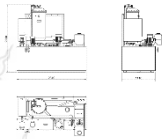
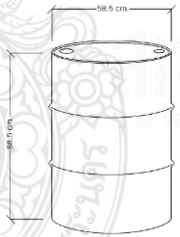
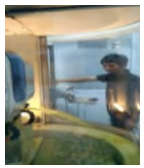
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
1. นายเจษฎาภรณ์ ยอดเพชร	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่	การใช้เครื่องมือวัด การใช้เครื่องจักรในการผลิต เครื่อง TORNOS SWISS 13		การหาพลังงานจลน์ของงานกลึง 	แบบงาน 	วัสดุที่ใช้ในการผลิตเป็นสแตนเลส เกรดที่ใช้ SUS303Cu มีขนาดความโต เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 mm. ยาวรวม 2.50m. องค์ประกอบทางเคมี		นำเสนอโครงการเรื่อง ปรับปรุงกระบวนการทำงานการควบคุมเครื่อง (cnc)
2. นายสิทธิชัย วรรณกิจ	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่	เครื่องมือที่ใช้ในการวัด 1. เวอร์เนียไดอัล หรือ เวอร์เนียนาฬิกา ขนาด 12 นิ้ว รุ่น 1312-300A	หาปริมาตรของแท่งอลูมิเนียม 7075-T6 รัสมี 25.4 มิลิเมตร ยาว 65.6 มิลิเมตร โดยแท่งอลูมิเนียม 7075-T6 มีความหนาแน่น 2.7 g/cm^3	ทฤษฎี งาน-พลังงาน (The Work – Energy Theorem)	แบบงานสั่งผลิต (Drawing)  	ส่วนผสมของอลูมิเนียม 7075-T6 	ปรับปรุงชุดจับยึดชิ้นงานเพื่อกลึงขึ้นรูปด้วยเครื่องอัตโนมัติ	นำเสนอโครงการเรื่อง ปรับปรุงการปฏิบัติงานควบคุมเครื่อง CNC เพื่อผลิตชิ้นส่วนหัวกระสุนปืนครก

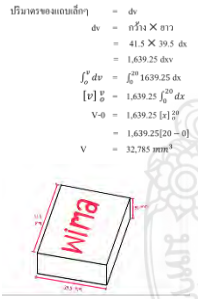
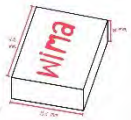
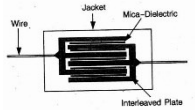
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
		2. ไมโครมิเตอร์ 25-50 mm. 	$= \int_0^{65.6} \int_0^{25} (2\pi \times dx)\, dh$ $= \int_0^{65.6} 2\pi \int_0^{25} x\, dx\, dh$ $= 2\pi \int_0^{65.6} \left[\frac{x^2}{2}\right]_0^{25.4} dh$ $= \pi \int_0^{65.6} 25.4^2\, dh$ $= \pi 2504^2 [h]_0^{65.6}$ $= 3.14 \times 25.4^2 \times 65.6$ $= 132892.63\ g/cm^3$	W_t = งานของแรงลัพธ์ Δk = การเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์ k_t = พลังงานจลน์ของการเคลื่อนที่แบบเลื่อนตำแหน่ง (Translational Kinetic Energy) k_t = พลังงานจลน์ของการเคลื่อนที่แบบหมุน (Rotational Kinetic Energy) การคำนวน ถ้าชิ้นงานมี มวล m = 0.358 kg. รัศมี R = 0.0254 m. เคลื่อนที่ด้วย ความเร็วเชิงเส้น v = 20 มิลลิเมตร/วินาที และหมุนรอบตัวด้วยความเร็วเชิงมุม ω = 800 รอบ/นาที $W_t = \Delta k$ 		 จากข้อมูลและรัศมี 1 : ให้หา น้ำหนักของแท่ง อลูมิเนียม 7075-T6 จากข้อมูล R= 25.4 mm. = 0.0254 m. H= 65.6 mm. = 0.0656 m. ดังนั้นปริมาตรของแท่งอลูมิเนียม 7075-T6 $v = \pi(0.0254m)^2(0.0656m)$ $= 1.328 \times 10^{-4} m^3$ จาก $p = \frac{m}{v}$ p = ความหนาแน่นของแท่ง อลูมิเนียม 7075-T6 $= 2.7\ g/Cm^3$ $= \frac{2.7 \times 10^{-3}}{10^{-6}}$ $= 2700\ kg/m^3$ จาก m = มวลของอลูมิเนียม 7075-T6 V = ปริมาตรของแท่งอลูมิเนียม 7075-T6 = $1.328 \times 10^{-4} m^3$ แทนค่าในสมการที่ 1 : $2700 = \frac{m}{1.328 \times 10^{-4}}$ $m = 2700 \times 1.328 \times 10^{-4}$ $= 0.358$ kg. จากน้ำหนัก W = mg. $= (0.358\ kg \times 9.81\ m/s^2)$ $= 3.51$ N		
3. นายทนงศักดิ์ พิทาคำ 	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตาม	เรียนรู้การใช้เครื่องจักรในการผลิต 	การหาปริมาตรของแท่งคาร์ไบด์ ให้แท่งคาร์ไบด์มีรัศมี4 มิลลิเมตร สูง 70 มิลลิเมตร หา พื้นที่หน้าตัดโดยแบ่งพื้นที่ฐานออกเป็นพื้นที่เล็ก ๆ กว้าง dx และห่างจากจุดศูนย์กลาง O เป็นระยะ x พื้นที่ของแถบเล็ก ๆ = dA ซึ่ง dA = 2πxdx	ทฤษฎี งาน-พลังงาน (The Work – Energy Theorem)	แบบงาน 	วัสดุในการผลิต ทังสเตนคาร์ไบด์ ทังสเตน(w) คาร์ไบด์ (C) **เลขทะเบียน** 12070-12-1 **คุณสมบัติ** **สูตรเคมี** : WC **ลักษณะทางกายภาพ** : ของแข็งสีเทาดำมันวาว **ความหนาแน่น** : 15.63 g/cm3	ออกแบบตัว tool ในโปรแกรม tool studio ให้มีขนาดได้ใกล้เคียงกับแบบงานจริงมากที่สุด โดยการทำให้ทุกขนาดมีขนาดใหญ่กว่า	นำเสนอโครงการเรื่อง การเขียนโปรแกรมเครื่อง Helitronic mini power เพื่อผลิต cutting tool

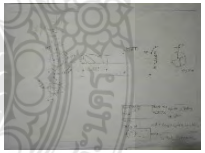
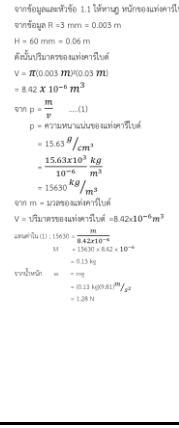
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
	ลักษณะงานในหน้าที่		การหาปริมาตรเล็ก ๆ ของแท่งคาร์ไบด์ ให้ dV = ปริมาตรของพื้นที่ dA สูง dh  $= \int_0^{70}\int_0^{4}(2\pi x dx)dh$ $= \int_0^{70} 2\pi \int_0^{4} x dx\, dh$ $= 2\pi \int_0^{70}\left[\frac{x^2}{2}\right]_0^4 dh$ $= \pi \int_0^{70} 4^2\, dh$ $= \pi 16\,[h]_0^{70}$ $= \pi 16\,[70]$ $= 3{,}518 cm^3$	ชิ้นงานมีมวล (m=0.02 kg) รัศมี (R=0.004 m) เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเชิงเส้น ($\vartheta_{=20}$ $^{mm}/_{s}$) และหมุนด้วยความเร็วเชิงมุม ($\omega = 20\,rpm$) พิจารณาในขั้นตอนที่(1)และ(2)จากทฤษฎีงาน-พลังงาน $W_t = \Delta K$ เมื่อ W_t =งานของแรงที่นเอียร์ที่กระทำต่อชิ้นงาน $W_t = (K_t + K_r)_2 - (K_t + K_r)_1$ $W_t = (\frac{1}{2}m\vartheta^2 + \frac{1}{2}I(\omega^2))_2 - (\frac{1}{2}m\vartheta^2 + \frac{1}{2}I(\omega^2))_1$ $W_t = (\frac{1}{2}(0.02)0.02^2 + \frac{1}{2}(\frac{1}{2}mR^2)\omega^2)_2 - (0+0)_1$ $W_t = (0.000004 + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}\times 0.02\times 0.004^2\left(\frac{20\times 2\pi}{60}\right)^2\right))$ $W_t = 4.35\times 10^{-6}\,J$	การทำงานของวัสดุ ความแข็งแรงของวัสดุ การเลือกใช้วัสดุ การทดสอบวัสดุ การวิเคราะห์ความล้มเหลว	**จุดหลอมเหลว** : 2,785–2,830 °C (5,045–5,126 °F; 3,058–3,103 K) **จุดเดือด** : 6000 °C, 6273 K, 10832 °F **โครงสร้าง** : โครงสร้างผลึก หกเหลี่ยม, hP2 **รูปร่างโมเลกุล** : ปริซึมรูปสามเหลี่ยม  วิชาวัสดุวิศวกรรม (IE.211) ให้หา น้ำหนักของแท่งคาร์ไบด์ จากข้อมูล R = 4 mm = 0.004 m H = 70 mm = 0.07 m วิชาวัสดุวิศวกรรม (*IE.211*) จากข้อมูล และโจทย์ข้อ 1.1 ให้หาน้ำหนักของแท่งคาร์ไบด์ จากข้อมูล $R = 4\,mm = 0.004\,m$ $H = 70\,mm = 0.07$ ดังนั้นปริมาตรของแท่งคาร์ไบด์ $V = \pi(0.004\,m)^2(0.07)$ $= 3.51\times 10^{-6}\,m^3$ จาก $\rho = \frac{m}{v}$ ... (1) ρ = ความหนาแน่นของแท่งคาร์ไบด์ $= 15.63\ ^{g}/_{cm^3}$ $= \frac{15.63\times 10^{-3}\ \frac{kg}{m^3}}{10^{-6}}$ $= 15630\ ^{kg}/_{m^3}$ จาก m = มวลของแท่งคาร์ไบด์ V = ปริมาตรของแท่งคาร์ไบด์ = $\times 10^{-6}\,m^3$ แทนค่าใน (1) ; $15{,}630 = \frac{m}{785\times 10^{-6}}$ m = $15630\times$ $\times 10^{-6}$ = kg จากน้ำหนัก W = mg = ($kg)(9.81\ ^{m}/_{s^2})$ =	เล็กน้อย(ประมาณ 500um-1mm) และใช้การoff set ครั้งละ 20-50 ไมคอน ในการช่วยเก็บงาน 	

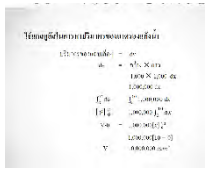
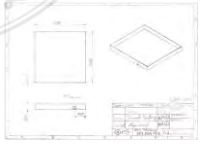
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
4. นายสถาพร บุญมา 	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่	เรียนรู้การใช้อุปกรณ์ 1. หัวแร้ง (HAKKO-980) 2.ตะกั่ว 3.เครื่องดูดตะกั่ว 4.น้ำยาเคลือบลายทองแดง 5.มัลติมิเตอร์		ใช้ฟิสิกส์ในการหาทิศทางของแรงดันไฟฟ้า3เฟส 	แบบงาน 	การคำนวณหาขนาดของสายไฟฟ้า การเดินสายผ่านท่อร้อยสายในอากาศ พิกัดกระแสของสายไฟฟ้าในท่อโลหะ และอโลหะ จะเหมือนกัน พิกัดกระแส แยกเป็นไฟฟ้า 1 เฟส ตัวนำกระแส 2 เส้น ไฟฟ้า 3 เฟส ตัวนำกระแส 3 เส้น ระบบไฟฟ้า 3 ph , 4 w ถือว่ามี ตัวนำกระแส 3 เส้น - สายไฟฟ้าทีอนุญาตให้ใช้ได้ 1) สาย XLPE 90° C IEC 60502 -1 สายทนไฟ , สายไร้ฮาโลเจน , สายควันน้อย		นำเสนอโครงการเรื่องการ ซ่อม Drive บอร์ดอิเล็กทรอนิกส์

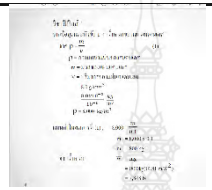
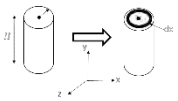
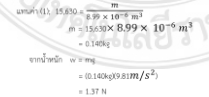
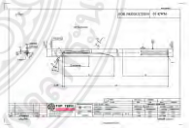
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
5. น.ส.พิมพ์ลดา นามสมบูรณ์	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่	อธิบายกระบวนการผลิต กระบวนการผลิตมี 3 ขั้นตอน เริ่มต้น (1) เป็นแท่งคาร์ไบด์ตันเป็นชิ้นงาน (workpiece) จากนั้นเข้า สู่ช่วงที่ (2) การเจียระไน (grinding) ชิ้นงานจะเคลื่อนที่เข้าหาหินเจียรพร้อมกับการหมุน การเคลื่อนที่เป็น 2 ลักษณะ พร้อมกัน กล่าวคือ เลื่อนต าแหน่ง (translation) และ หมุน (rotation) ขณะที่ การเจียระไนจะมีแรงเฉือนจากหินเจียรกระท าต่อชิ้นงาน การเคลื่อนทีอยู่ในสภาพสมดุลจลน์ (kinetic equilibrium) ทั้งแรงลัพธ์และโมเมนต์ลัพธ์เป็นศูนย์ (0) การเปลี่ยนรูปในชิ้นงานเป็นการเปลี่ยนรูปแบบพลาสติก ช่วงที่ (3) ได้	การหาปริมาตรของแท่งคาร์ไบด์ ให้แท่งคาร์ไบด์มีรัศมี R mm.สูง H mm. แท่งคาร์ไบด์ มีรัศมี 3มิลลิเมตร และมีความสูง 50 มิลลิเมตร โดยแท่งคาร์ไบด์มีความหนาแน่นเท่ากับ 15.63 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร  หา พื้นที่หน้าตัดโดยแบ่งพื้นที่ฐานออกเป็นพื้นที่เล็ก ๆ กว้าง dx และห่างจากจุดศูนย์กลาง O เป็นระยะ x พื้นที่ของแถบเล็ก ๆ = dA ซึ่ง dA = $2\pi x dx$ การหาปริมาตรเล็ก ๆ ของแท่งคาร์ไบด์ ให้ dV = ปริมาตรของพื้นที่ dA สูง dh ปริมาตรทั้งหมด $V = \int_0^H \int_0^R (2\pi x\, dx)dh$ $v = \int_0^H 2\pi \int_0^R x dx\, dh$	ทฤษฎีงานและพลังงาน (The work-Energy Teorem) การคำนวณ ถ้าชิ้นงานมีมวล (m=0.02 kg) รัศมี (R=0.003 m) เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเชิงเส้น (ϑ=20 mm/s) และหมุนด้วยความเร็วเชิงมุม (ω=20 rpm) 	แบบงาน 	 จากข้อมูลและหัวข้อ 1.1 ให้หาน้ำหนักของแท่งคาร์ไบด์ ➢ จากข้อมูล R=3 mm. หรือ 0.003 m. H=50 mm หรือ 0.05 m. ❖ ดังนั้นปริมาตรของแท่งคาร์ไบด์ $V=\pi(0.003\ m)^2\ (0.05\ m)$ $V=1.41\times 10^{-6}\quad m^3$. ➢ จาก $\rho = \frac{m}{v}$ .....(1) ρ = ความหนาแน่นของคาร์ไบด์ $\rho=\frac{15.63\times10^{-3}}{10^{-6}}\quad \frac{kg}{m^3}$ $\rho = 15630\ {}^{kg}/_{m^3}$ ➢ จาก m=มวลของแท่งคาร์ไบด์ V=ปริมาตรของแท่งคาร์ไบด์เท่ากับ $1.41\times 10^{-6}\quad m$ ➢ แทนค่าใน (1) : $15630=\frac{m}{1.41\times10^{-6}}$ $m= 15630\times 1.41\times 10^{-6}$ m=0.02 kg ➢ จากน้ำหนัก W=mg W=(0.02 kg)(9.81) ${}^{m}/_{s^2}$ W=0.1962 N.		นำเสนอโครงการเรื่อง การสร้างดอกเอ็นมิลโดยใช้โปรแกรม Tool studio

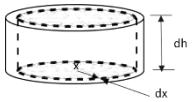
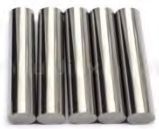
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
		ดอกกัดเป็นผลิตภัณฑ์ (product) ตามต้องการ	$V=2\pi\int_0^H \left[\frac{x^2}{2}\right]_0^R dh$ $V=\pi\int_0^R R^2 \, dh$ $V=\pi R^2 \, [h]_0^H$ $V=\pi R^2 \, H$					
6. นายภาณุพงศ์ ประกอบแสง	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่		การหาพื้นที่ ถังน้ำมัน $\int_0^R dA=\int_0^R 2\pi x dx\pi = 2\pi\int_0^R x dx$ $[A]_0^R = 2\pi\left[\frac{x^2}{2}\right]_0^{29.25}$ $A-0 = \pi[29.25^2-02]$ $A = \pi 29.25^2$ $A = 2687.82\text{cm}^2$	การหาปริมาตร ถังน้ำมัน แบ่งออกเป็นแถบเล็กๆ $dV = (2\pi x dx\pi)(dh)$ $V=\int_0^H (\int_0^R 2\pi x dx\pi)\, dh$ $V=\int_0^H \pi R^2 dh$ $V=\int_0^{88.5} 2687.82\, dh$ $dh = 2687.82\ [h]_0^{88.5}$ $dh = 237,872.07\text{cm}^3$	แบบของเครื่อง  แบบถังน้ำมัน 			นำเสนอโครงการเรื่อง การเพิ่มศักยภาพในการควบคุมการกรอกน้ำมันของเครื่อง Transor
7. นายสมนึก กมุทพิมาน 	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตาม		การหาปริมาตรของแท่งคาร์ไบด์ ให้แท่งคาร์ไบด์มีรัศมีR มิลลิเมตร สูง H มิลลิเมตร แท่งคาร์ไบด์(Tungsten Carbide : WC) รัศมี10 มิลลิเมตร ยาว 80 มิลลิเมตร โดยแท่งคาร์ไบด์ (Tungsten Carbide : WC)		แบบงาน			นำเสนอโครงการเรื่อง การควบคุมเครื่องเจียร์วอลเตอร์Walter Grinding Machine Control

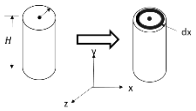
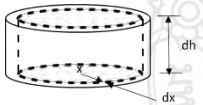
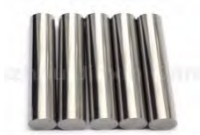
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
	ลักษณะงานในหน้าที่		มีความหนาแน่น 12.32 g/cm3 1.1)					
8. นายภูวนาท คำกอง	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่	อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการซ่อม 1.มัลติมิเตอร์ดิจิตอล 2.หัวแร้ง 3.ตะกั่วบัดกรี 4.เครื่องดูดตะกั่ว	ใช้แคลคูลัสในการหาปริมาตรของตัวเก็บประจุเพื่อใช้เทียบขนาดที่จะซื้อวัสดุที่จะเปลี่ยนแทนตัวที่เสีย  รูปที่ 5 ขนาดของตัวเก็บประจุ 1.5 µF 1000V WIMA รุ่น MKP 4	หาค่ารีแอคแตนซ์ ค่าคความต้านประจุของตัวเก็บประจุ ของตัวเก็บประจุ 1,5 µF 1000V WIMA รุ่น MKP 4 มีความถี่อยู่ที่ 50KHz $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$ $x_c = \frac{1}{2\pi(50)(10^3)(1.5)}$ $x_C = 21.220659\,\mu\Omega$	แบบตัวเก็บประจุ 	คุณสมบัติทางวัสดุวิศวะกรรมของตัวเก็บประจุ WIMA 1.5 µF 1000V ตัวเก็บประจุไมก้า ประกอบด้วย แผ่นโลหะบางทับซ้อนกันโดยมีแผ่นไมก้าวางคั่นกลาง ไมก้ามีส่วนผสมทางเคมีดังนี้ ซิลิก้อนไดออกไซด์ SiO2 45.2% อะลูมิเนียมออกไซด์ Al2O 38.5% โพแทสเซียมออกไซ K2O 11.8% น้ำ H2O 4.5% มี เหล็ก แมกนิเซียม โซเดียม ลิเทียม ฟลูออรีน และไทเทเนียมปนอยู่เพียงเล็กน้อย ตัวเก็บประจุชนิดไมก้าทนความร้อนได้มากถึง 1000 องศาและทำงานในวงจรที่มีความถี่สูงได้ดี แต่ราคาแพง 		นำเสนอโครงการ เรื่อง การซ่อมโมดูล อิเล็กทรอนิกส์

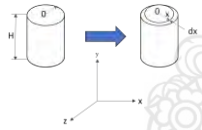
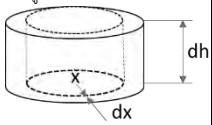
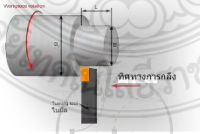
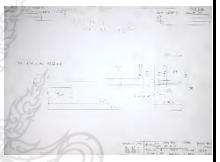
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
9. นายอรรถชัย ชาญศิลป์	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่				แบบงาน			นำเสนอโครงการเรื่อง การเขียนโปรแกรม Hemitropic Tool Studio
10. นายสุทัศน์ พรมนัส	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่	ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน คือ ก่อนทำการหยุดเครื่องขณะที่เครื่องทำงาน ควรกดปุ่ม stop แล้วกดปุ่ม JOG กดหยุดหินก่อนตามลำดับ มิฉะนั้นจะก่อให้เกิดอาการไดร์ของเครื่องตัด และเสียหาย การผลิต DRILL มีขั้นตอนดังนี้	หาปริมาตรแห่งคาร์ไบด์ ปริมาตรทั้งหมด ; $V=\int_0^H \int_0^R (2\pi x dx)(dh)$ $=\int_0^H 2\pi \int_0^R (xdx)(dh)$ $=\int_0^{60} 2\pi \int_0^{8.42} (xdx)(dh)$ $=\int_0^{60} 2\pi \left[\frac{x^{1+1}}{1+1}\right]_0^{8.42} dh$ $=\pi \int_0^{60} 2\left[\frac{x^2}{2}\right]_0^{8.42} dh$ $=\pi \int_0^{60} [8.42^2-0^2]dh$ $v=\pi \int_0^{60} 8.42\ dh$ $v=\pi \int_0^{60} 8.42\ dh$ $=\pi 8.42^2 \int_0^{60} dh$ $=\pi 8.42^2 [h]_0^{60}$ $=\pi 8.42^2[60-0]$ $=(\pi 8.42)60$ ปริมาณ $v=\pi\left(\frac{8.42}{1000}\right)^2\left(\frac{60}{1000}\right)$ $=1.336$	ทฤษฎี งาน – พลังงาน (The Work – Energy Theorem) กระบวนการผลิตมี 3 ขั้น ตอน เรมิ ต้น (1) เป็นแท่งคาร์ไบด์ ต้นเป็นชิ้นงาน (workpiece) จากนั้นเข้าสชู่ วงที่ (2) การเจียระไน (grinding) ชิ้นงานจะเคลื่อนที่เข้าหาหินเจียรพร้อมกับการหมุน การเคลื่อนที่เป็น 2 ลักษณะพร้อมกัน กล่าวคือ เลื่อนตามแหน่ง (translation) และ หมุน (rotation) ขณะที่การเจียระไนจะมีแรงเฉือนจากหินเจียรกระทาต่อชิ้นงาน การ	แบบงาน 	คำนวนน้ำหนักของแท่งคาร์ไบด์ 		นำเสนอโครงการเรื่อง การควบคุมเครื่องเจียระไนวอลเตอร์ เพื่อผลิตดอกสว่าน

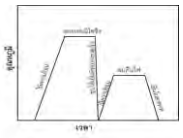
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
		1.เปิดเครื่อง HELITRONIC MINI POWER 2. หินที่ใช้ 1A1 11V9 1V1 4.วัด สร้างโปรแกรมที่หน้าเครื่อง HELITRONIC TOOL STUDIO 3. ระยะหินใส่ค่าหินไปในโปรแกรม 5.จับทูลเข้าที่เครื่อง 6.เริ่มการเจียระไนทูล 7.วัดทูลที่เครื่องโปรไฟด์		เคลื่อนทีอยู่ในสภาพสมดุลจลน์ (kinetic equilibrium) ทั้งแรงลัพธ์และโมเมนต์ลัพธ์เป็นศูนย์ (0) การเปลี่ยนรูปในชิ้นงานเป็นการเปลี่ยนรูปแบบ พลาสติก ช่วงที่ (3) ได้ดอกกัดเป็นผลิตภัณฑ์(product) ตามต้องการ การคา นวณ ถ้าชิ้นงานมีมวล m = 0.13 kg รัศมี R = 0.003 m เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเชิงเส้น v = 20 มิลลิเมตร/วินาที และหมุนด้วยความเร็วเชิงมุม **ω** =20รอบ/นาที (rpm) พิจารณาในข้อ คอนที่ (1) และ (2) จากทฤษฎี งาน – พลังงาน $W_{1\to2} = \Delta K$ เมื่อ $W_{1\to2}$ = งานของแรงที่กระทำต่อชิ้นงาน $W_{1\to2} = K_2 - K_1 = K_2 + K_1$ $-\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2)_2$ $-\left(\frac{1}{2}(0.13)0.06^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}mR^2\right)\omega^2\right) = (0+0)_2$ $-\left(0.000024 + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}x0.13x0.005^2\right)\left(\frac{(20\times2\pi)}{60}\right)^2\right)$ -2.73×10^{-5}			
11. นายสุวิวัฒน์ หงษ์ทอง 	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตาม	หินเจียร - maktec MT954 กาลังไฟ 570วัตต์ ความเร็ว12000(r.p.m.) ใบเจียร - ยี่ห้อ DSS SIZE:(mm) 100x6x100	ใช้แคลคูลัสในการหาปริมาตรของถาดรองแท้งน้า 	จากข้อมูลและหัวข้อ 1 หาน้ำหนักของแผ่นสแตนเลส	แบบงาน 	สแตนเลส 304 - ส่วนผสมทางเคมี โดยมีส่วนผสมหลักคือ เหล็กกล้า (Fe) 70 – 75%, โครเมียม (Cr) 18 % , นิกเกิล (Ni) 8 % , และยังมีส่วนผสมอื่นๆ เช่น คาร์บอน (C) 0.07 %	ได้ถาดรองแท้งน้าที่ตามแบบและนาไปใช้ที่ บริษัท w.p.p.engineering โดยมีขนาดการรองรับน้าได้	นำเสนอโครงการเรื่อง ปฏิบัติการออกแบบและสร้างถาดรองใต้แท้งน้า

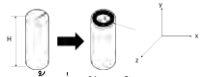
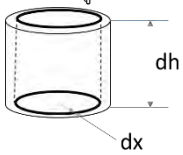
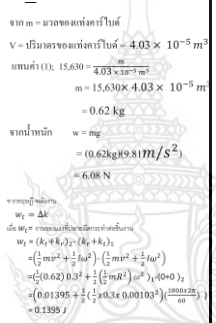
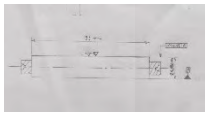
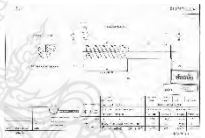
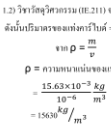
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
	ลักษณะงานในหน้าที่	Max Speed:(r.p.m.)4":13700 ตลับเมตร - STANLER ยาว5m หน้ากากเชื่อม - POLO รุ่น LY300SG ตู้เชื่อม - ตู้เชื่อม JASIC ลวดเชื่อม - ER306L ขนาด 1.6x1000mm แก๊สอาร์กอน				และ แมงกานีส (Mn) 2.0 % ฟอสฟอรัส (P) 0.045 % ซิลิคอน (Si) 1 % คุณสมบัติเด่น - คุณสมบัติเชิงกลดี และต้านทานการกัดกร่อน คุณสมบัติทางกายภาพ: - ความแข็งแรงดึง (520 N/mm2) - ความหนาแน่น (7.93 g/cm3) - จุดหลอมเหลว 1398 ~ 1454 ° - ทนความร้อนที่อุณหภูมิ 1400 องศาเซลเซียส	ถึง 10,000,000 $mm3$ 	
12. นายเกียรติศักดิ์ จันทะพักดิ์ 	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่	การใช้ไดแอลเกจวัดค่า Run Out 	1.แท่งคาร์ไบด์(Tungsten Carbide : WC) รัศมี 9.30 มิลลิเมตร ยาว132.5 มิลลิเมตร โดยแท่งคาร์ไบด์ (Tungsten Carbide : WC)มีความหนาแน่น 15.63 g/CM^3 1.1) วิชา Calculus 1 การหาปริมาตรของแท่งคาร์ไบด์ ให้แท่งคาร์ไบด์มีรัศมีR มิลลิเมตร สูง H มิลลิเมตร 	ทฤษฎี งาน – พลังงาน (The Work – Energy Theorem) 	แบบชิ้นงาน 	วัสดุที่ใช้ผลิต : : Center drill DS05500900130O1A คาร์ไบด์ k20. ทำขึ้นจากผงโลหะของทังสเตนคาร์ไบด์และโคบอลต์ซึ่งถูกอัดให้มีรูปร่างตามต้องการคาร์ไบด์มีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถคงทนต่ออุณหภูมิสูงกว่า 1200องศาและเป็นวัสดุสังเคราะห์ที่แข็งแต่มีข้อเสียในด้านทีมีความเปราะสูงมี	พัฒนาและควบคุม ระบบปฏิบัติงานชิ้นงานวัดค่า Run Out ได้ ไม่เกิน 10 ไมครอน (จากเดิม 40-45 ไมครอน) เป็นค่าควบคุมที่ยอมรับได้ ที่จะ	นำเสนอโครงการเรื่อง การแก้ไขปัญหางาน Run out เกินค่าควบคุม

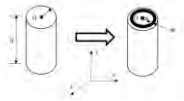
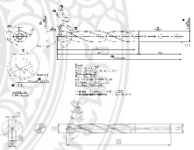
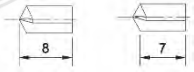
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
			หา พื้นที่หน้าตัดโดยแบ่งพื้นที่ฐานออกเป็นพื้นที่เล็ก ๆ กว้าง dx และห่างจากจุดศูนย์กลาง O เป็นระยะ x พื้นที่ของแถบเล็ก ๆ = dA ซึ่ง dA = $2\pi x dx$ การหาปริมาตรเล็ก ๆ ของแท่งคาร์ไบด์ ให้ dV = ปริมาตรของพื้นที่ dA สูง dh  ปริมาตรทั้งหมด : $V=\int_0^H \int_0^R (2\pi x dx)(dh)$ $=\int_0^H 2\pi \int_0^R (x dx)(dh)$ $=\int_0^{132.5} 2\pi \int_0^{4.65} (x dx)(dh)$ $=\int_0^{132.5} 2\pi \left[\frac{x^{1+1}}{1+1}\right]_0^{4.65} dh$ $=\pi \int_0^{132.5} 2\left[\frac{x^2}{2}\right]_0^{4.65} dh$ $=\pi \int_0^{132.5} [4.65^2 - 0^2] dh$ $v=\pi \int_0^{132.5} 4.65^2\ dh$ $v=\pi \int_0^{132.5} 4.65^2\ dh$ $=\pi 4.65^2 \int_0^{132.5} dh$ $=\pi 4.65^2\ [h]_0^{132.5}$ $=\pi 4.65^2[132.5-0]$ $=(\pi 4.65)132.5$ ปริมาณ $v=\pi\left(\frac{4.65}{1000}\right)^2\left(\frac{132.5}{1000}\right)$ $=8.99\times 10^{-6}\ m^3$			ความต้านทานต่อการกระทบกระแทกต่ำ มีความแข็งประมาณ85-90 HRC  1.2) วิชาวัสดุวิศวกรรม (IE.211) จากข้อมูลและหัวข้อ ดังนั้นปริมาตรของแท่งคาร์ไบด์ $=8.99\times 10^{-6}\ m^3$ จาก $\rho=\frac{m}{v}$ ρ = ความหนาแน่นของแท่งคาร์ไบด์ $15.63\ {}^{g}/_{cm^3}$ $=\frac{15.63\times 10^{-3}\ \frac{kg}{m^3}}{10^{-6}}$ $=15630\ {}^{kg}/_{m^3}$	สามารถส่งไปยังโพรเซสพัดไปได้ หัวห้านผู้ควบคุมการทำงานคือ นายประสพโชค ฮิบปะลาด (หัวหน้าผู้ฝึกสอนโดยตรง)	

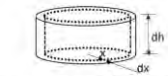
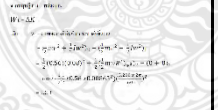
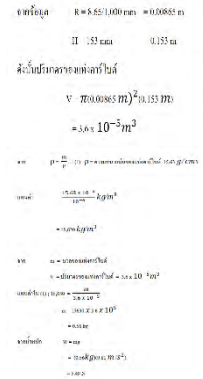
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
13. นายณัฐภัทร เปรงปราง	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่	เรียนรู้การควบคุมเครื่องจักร 	1.แท่งคาร์ไบด์(Tungsten Carbide : WC) รัศมี 25.0 มิลลิเมตร ยาว 160.0มิลลิเมตร โดยแท่งคาร์ไบด์ (Tungsten Carbide : WC)มีความหนาแน่น 15.63 g/CM^3 1.1) วิชา Calculus 1 การหาปริมาตรของแท่งคาร์ไบด์ ให้แท่งคาร์ไบด์มีรัศมีR มิลลิเมตร สูง H มิลลิเมตร  หา พื้นที่หน้าตัดโดยแบ่งพื้นที่ฐานออกเป็นพื้นที่เล็ก ๆ กว้าง dx และห่างจากจุดศูนย์กลาง O เป็นระยะ x พื้นที่ของแถบเล็ก ๆ = dA ซึ่ง $dA = 2\pi x dx$ การหาปริมาตรเล็ก ๆ ของแท่งคาร์ไบด์ ให้ dV = ปริมาตรของพื้นที่ dA สูง dh  ปริมาตรทั้งหมด : $V = \int_0^H \int_0^R (2\pi x dx)(dh)$ $= \int_0^H 2\pi \int_0^R (x dx)(dh)$ $= \int_0^{160} 2\pi \int_0^{12.5} (x dx)(dh)$ $= \int_0^{160} 2\pi \left[\frac{x^{1+1}}{1+1}\right]_0^{12.5} dh$ $= \pi \int_0^{160} 2\left[\frac{x^2}{2}\right]_0^{12.5} dh$ $= \pi \int_0^{160} [12.5^2 - 0^2] dh$ $v = \pi \int_0^{160} 12.5^2 \, dh$	ทฤษฎี งาน – พลังงาน (The Work – Energy Theorem) จาก m = มวลของแท่งคาร์ไบด์ V = ปริมาตรของแท่งคาร์ไบด์ = $7.85 \times 10^{-5} m^3$ แทนค่า (1); $15,630 = \frac{m}{7.85 \times 10^{-5} m^3}$ $m = 15,630 \times 7.85 \times 10^{-5} m^3$ = 1.22kg จากน้ำหนัก $w = mg$ $= (1.22kg)(9.81 m/s^2)$ ≈ 11.96N	แบบงาน 	วัสดุที่ใช้ผลิต GM10VA-RF-8 คาร์ไบด์ k20. ทำขึ้นจากผงโลหะของทังสเตนคาร์ไบด์และโคบอลต์ซึ่งถูกอัดให้มีรูปร่างตามต้องการคาร์ไบด์ มีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถคงทนต่ออุณหภูมิสูงกว่า1200 องศาและเป็นวัสดุสังเคราะห์ที่แข็งแต่มีข้อเสียในด้านทีมีความเปราะสูงมีความต้านทานต่อการกระทบกระแทกต่ำ มีความแข็งประมาณ 85-90 HRC 	เจาะรูน้ำได้ตรงตามไดร์มิเตอร์งาน และผิวงานไม่ไหม้ ส่งไปยังโพรเซสพัดไปได้ หัวห้านผู้ควบคุมการทำงานคือ นาย จีระพันธ์ หนูน้ำคำ (หัวหน้าผู้ฝึกสอนโดยตรง)	นำเสนอโครงการเรื่อง การแก้ไขปัญหางานการเจาะรูไม่ตรง

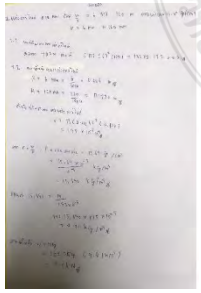
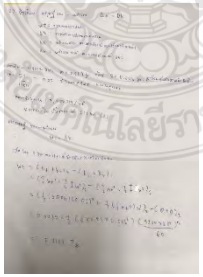
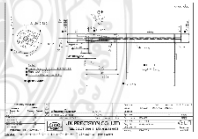
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
			$v = \pi \int_0^{160} 12.5^2\, dh$ $= \pi 12.5^2 \int_0^{160} dh$ $= \pi 12.5^2 [h]_0^{160}$ $= \pi 12.5^2 [160 - 0]$ $= (\pi 12.5)160$ ปริมาณ $v = \pi \left(\frac{12.5}{1000}\right)^2 \left(\frac{160}{1000}\right)$ $= 7.85 \times 10^{-5}\, m^3$			1.2) วิทวัสดุวิศวกรรม (E.211) จากข้อมูลแผ่นพับ ดังนั้นปริมาตรของแท่งทรงกลม $= 7.85 \times 10^{-5}\, m^3$ จาก $\rho = \frac{m}{v}$ ρ = ความหนาแน่นของแท่งทรงกลม $= 15.63\, g/cm^3$ $= \frac{15.63 \times 10^{-3}\, kg}{10^{-6}\, m^3}$ $= 15630\, kg/m^3$		
14.นายวัชระ พิกาศ 	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่	ควบคุมเครื่องJack mill รุ่นJack mill J-40 รหัสเครื่อง NO.JM12654 ใช้Vernier Caliper Digital เวอร์เนียคาลิปเปอร์ดิจิตอล ในการวัดขนาดชิ้นงาน -กรรมวิธีการผลิตชิ้นงาน : core pin c3-1-c3-4	การผลิต core pin แท่งเหล็ก (Steel SKD61) รัศมี 8 มิลลิเมตร ยาว 160 มิลลิเมตร โดยแท่งเหล็ก (Steel SKD61) มีความหนาแน่น7.31 g/cm^3  หา พื้นที่หน้าตัดโดยแบ่งพื้นที่เล็ก ๆ กว้าง dx และห่างจากจุดศูนย์กลาง 0 เป็นระยะ x พื้นที่ของแท่นเล็ก ๆ = dA ซึ่ง dA = $2\pi x dx$ การหาปริมาณเล็ก ๆ ของแท่งเหล็ก (Steel SKD61) ให้ dA = ปริมาณของพื้นที่ dA สูง dh 	มวลและน้ำหนัก v = ปริมาณ ρ = ความหนาแน่น m = มวล g = 9.81 นิวตัน จาก m =มวลของเหล็ก skd61 v =ปริมาณของเหล็กSKD61 = $3.21 \times 10^{-5} m^3$ แทนค่าใน.....(1) $7310 = \frac{m}{3.21 \times 10^{-5}}$ หาค่า $m = V x \rho$ $m = 7310 \times 3.21 \times 10^{-5}$ $m = 0.235$ kg มวลของเหล็กskd61 =0.235 kg หาค่า w = m x g แทนค่า w = 0.235kg x 9.81 m/s^2 w =2.306 N น้ำหนักของเหล็ก = 2.306 N ทฤษฎี งาน-พลังงาน  จากภาพกระบวนการผลิตมี 3 ขั้นตอน เริ่มต้น 1 เป็นเหล็ก (Steel SKD61)เป็นชิ้นงาน (workpiece)	แบบงาน 	ค่าวัสดุและส่วนผสมทางเคมี เกรดเทียบค่า JUTHAWAN | JIS | AISI/SAE | DIN SKD61 | SKD61 | H13 | 1.2344 ส่วนประกอบทางสารเคมี (%) C | Si | Mn 0.40 | 1.00 | 0.40 Cr | Mo | V 5.00 | 1.30 | 1.00 คุณสมบัติทางกล ความต้านแรงดึง : 1510(kgf / mm²) ความแข็งแรง : 785 (kgf / mm²) การยืดตัว : 9 (%) อัตราการลดส่วนตัดขวาง : 45 (%) ค่าผลกระทบ : 47 (J / cm2) ความแข็ง (Hb): 429	 พัฒนาขึ้นเอง มอเตอร์ปั๊มน้ำหล่อเย็น 0.5 แรงม้า มอเตอร์ 1 แรงม้า รอบ 800 รอบ/นาที ใช้สเกลไม้บรรทัดตั้งระยะชิ้นงานที่จะตัด ใบตัดเหล็ก ขนาด 4 นิ้ว หนา 1.0 มม. NORTON รุ่น 66252844090(A60S)	นำเสนอโครงการเรื่อง การปรับปรุงวิธีการทำงานควบคุมเครื่อง cnc

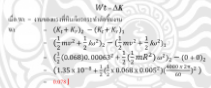
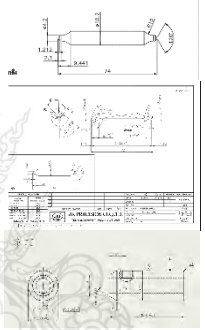
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
			ปริมาณทั้งหมด : $V = \int_0^H \int_0^H (2\pi x dx) dh$ $= \int_0^{160} 2\pi \int_0^8 x dx\, dh$ $= \int_0^{160} 2\pi \left[\frac{x^{1+1}}{1+1}\right]_0^8 dh$ $= \pi \int_0^{160} 2\left[\frac{x^2}{2}\right]_0^8 dh$ $= \pi \int_0^{160} 8^2 - 0^2 dh$ $= \pi \int_0^{160} 8^2\, dh$ $= \pi 8^2 \int_0^{160} dh$ $= \pi 8^2 [h]_0^{160}$ $= \pi 8^2 [160-0]$ $= (\pi 8^2)160$ ปริมาณ $V = \pi \left(\frac{8}{1000}\right)^2 \left(\frac{160}{1000}\right)$ $= 3.21 \times 10^{-5}$	จากนั้นเข้าช่วงที่ 2 การกลึง (Lathe) Toolsจะเคลื่อนที่เข้าหาชิ้นงานพร้อมกับการหมุน การเคลื่อนที่เป็น 2 ลักษณะพร้อมกัน คือ เลื่อนตำแหน่ง (translation) และ การหมุน (rotation) ขณะที่การกลึงจะมีแรงเฉือนจาก เม็ดมีดกลึง กระทำต่อชิ้นงาน การเคลื่อนที่อยู่ในสภาพสมดุลจลน์ (kineticequilibrium) ทั้งแรงลัพธ์และโมเมนต์ลัพธ์เป็นศูนย์ 0 การเปลี่ยนรูปในชิ้นงานเป็นการเปลี่ยนรูปแบบการตัดเฉือนวัสดุ ช่วงที่ 3 ได้เป็นชิ้นงานตามที่ต้องการ การคำนวล ถ้าชิ้นงานมีมวล m= 0.235kg รัศมี R=0.008 m เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเชิงเส้น v=0.63 มิลลิเมตร/วินาที และหมุนด้วยความเร็วเชิงมุม ω= 1500 รอบ/นาที จากหลุมพลังงาน $W_t = \Delta k$ เมื่อ W_t= งานของแรงที่ปลายมีดกระทำต่อชิ้นงาน $W_t = (k_t + k_r)_2 - (k_r + k_t)_1$ $= \left(\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2\right)_2 - \left(\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2\right)_1$ $= \frac{1}{2}(0.235)\,0.63^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}mR^2\right)\omega^2)_2 - (0+0)_1$ $= \left(0.0466 + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}\text{x}0.235\text{x}\,0.008^2\right)\left(\frac{1500\text{x}2\pi}{60}\right)^2\right)$ $= 0.137\ J$		ความแข็งก่อนชุบ 37-42 HRC ชุบแข็งอุณหภูมิ 860C-900C สารชุบ น้ำมัน อากาศ ความแข็งหลังชุบ 54 HRC อุณหภูมิอบคืนตัว 200C-400C ความแข็งหลังอบคืนตัว 45-54 HRC  จากข้อมูลและหัวข้อ 1.1 ให้หาน้ำหนักของแท่งเหล็กSKD จากข้อมูล R=16mm =0.016 m H=160mm =0.160 m ดังนั้นปริมาณของแท่งSKD61 $v = \pi(0.008m)^2(0.160m)$ $= 3.21\text{x}10^{-5}m^3$ จาก $\rho = \frac{m}{v}$ ρ = ความหนาแน่นของเหล็กSKD61 $= 7.31\ g/cm^3$ $= \frac{7.31\text{x}10^{-3}\ kg}{10^{-6}\ m^3}$ $= 7310\ kg/m^3$		

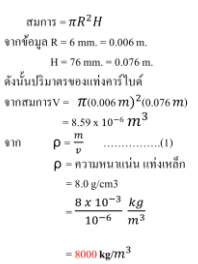
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
15. นายจิรายุทธ วาตะรัมย์	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่	ขั้นตอนการผลิต 6 การผลิต 1.Cut 2. INDUCTION 3. L-CNC 4. OG 5. TG 6.TG-CNC การเครื่องมือวัดละเอียดที่ใช่ในการเจียระไนกลม 1.เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ความล่ะเอียด 0.010mm. แบบ ดิจิตอล 0-150 mm. 2.ไมโครมิเตอร์ ความละเอียด 0.001mm. แบบดิจิตอล 0-25.000 mm. 3.Dial Gauge ความละเอียด 0.010mm. 0-10.000 mm.	แท่งคาร์ไบด์ (Tungsten Carbide : WC) รัศมี 10.3 มิลลิเมตร ยาว 121 มิลลิเมตร โดยแท่งคาร์ไบด์(Tungsten Carbide : WC)มีความหนาแน่น 15.63 g/CM^3  หา พื้นที่หน้าตัดโดยแบ่งพื้นที่ฐานออกเป็นพื้นที่เล็ก ๆ กว้าง dx และห่างจากจุดศูนย์กลาง O เป็นระยะ x พื้นที่ของแถบเล็ก ๆ = dA ซึ่ง dA = 2πxdx การหาปริมาตรเล็ก ๆ ของแท่งคาร์ไบด์ ให้ dV = ปริมาตรของพื้นที่ dA สูง dh 	ทฤษฎี งาน-พลังงาน $w_t = \Delta k$ 	แบบเจียระไนกลมหยาบ  แบบสั่งงานการผลิตชิ้นงาน END MILL 20× R0.4 ×120mm. 	วัสดุ Carbide K20 ค่าความแข็งประมาณ 2600 HV และทนความร้อนได้สูง(จุดหลอมเหลวสูงถึง 2,870 องศา) 	การศึกษาการเคลื่อนที่แท่นเลื่อนปรับระนาบเมื่อหมุน Dial Gauge 0.1mm. แท่นเลื่อนปรับระนาบเคลื่อนที่ 0.01mm. ทำให้ลดเวลาในการตั้งระนาบและสามารถสร้างมาตรฐานใหม่สำหรับการตั้งระนาบชิ้นงาน END MILL Ø20mm. ยาว 120mm. โดยมีผู้อนุมัติหรือเห็นชอบ นายสุพัตร์ อุดนัน หัวหน้างาน โดยตรง	นำเสนอโครงการเรื่อง การตั้งระนาบการเจียระไนขึ้นรูป Cutting Tools

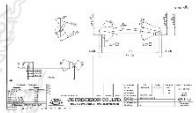
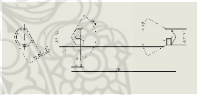
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
			ปริมาตรทั้งหมด; $V=\int_0^H\int_0^R(2\pi x dx)(dh)$ $=\int_0^H 2\pi\int_0^R(x dx)(dh)$ $=\int_0^{121}2\pi\int_0^{10.3}(x dx)(dh)$ $=\int_0^{121}2\pi\left[\frac{x^{1+1}}{1+1}\right]_0^{10.3}dh$ $=\pi\int_0^{121}2\left[\frac{x^2}{2}\right]_0^{10.3}dh$ $=\pi\int_0^{121}[10.3^2-0^2]_{dh}$ $V=\pi\int_0^{121}10.3^2\,dh$ $V=\pi\int_0^{121}10.3^2\,dh$ $=\pi 10.3^2\int_0^{121}dh$ $=\pi 10.3^2[h]_0^{121}$ $=\pi 10.3^2[121-0]$ $=(\pi 10.3)121$ ปริมาณ $v=\pi\left(\frac{10.3}{1000}\right)^2\left(\frac{121}{1000}\right)$ $=4.03\times10^{-5}m^3$					
16. น.ส.หทัยชนก ชาสุดสี 	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่	เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบชิ้นงาน 1.) เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ มีพิสัยในการวัดตั้งแต่ 0-100 mm และ 0-200 mm มีรูปแบบการวัดงานที่หลาหลาย เช่น วัดขนาดภายนอก วัดขนาดภายในและวัดความลึก ได้ในตัวเดียว ที่บริษัทใช้แบบดิจิตอล 	แท่งคาร์ไบด์(Tungsten Carbide : WC) รัศมี 17.3/2 = 8.65 มิลลิเมตร ยาว 153 มิลลิเมตร โดยแท่งคาร์ไบด์(Tungsten Carbide : WC)มีความหนาแน่น 15.63 g/cm3 วิชา Calculus 1 การหาปริมาตรของแท่งคาร์ไบด์ให้แท่งคาร์ไบด์มีรัศมีR มิลลิเมตร สูง H มิลลิเมตร 	ทฤษฎีงาน – พลังงาน (The Work – Energy Theorem) กระบวนการผลิตมี 3 ขั้นตอน เริ่มต้น (1) เป็นแท่งคาร์ไบด์ตันเป็นชิ้นงาน (workpiece) จากนั้นเข้า สู่ช่วงที่ (2) การเจียระไน (grinding) ชิ้นงานจะเคลื่อนที่เข้าหาหินเจียรพร้อมกับการหมุน การเคลื่อนที่เป็น 2 ลักษณะพร้อมกัน กล่าวคือ เลื่อนตามแหน่ง (translation) และหมุน (rotation) ขณะที่	เขียนแบบและกำหนดขนาดทั่วไป  การบอกหนดขนาดทั่วไปของแบบ 	รายละเอียดของวัตถุดิบ (Rawmateerial) ขนาดที่ซื้อมา Ø 17.3x330 มม. ราคา 5,300 บาท และนำไปตัดให้ได้ขนาด Ø 17.3x153 มม. เพื่อจะนำไปผลิตในขั้นตอนต่อไป วัสดุที่ใช้ผลิต คือ Carbide เกรด K10 มาตรฐาน JIS (มาตรฐานของญี่ปุ่น) ส่วนผสมทางเคมี : WC 94 % Co 6 % ความแข็ง Rockwell 91.8		นำเสนอโครงการเรื่อง การศึกษาขบวนการผลิตดอกสว่านรูน้ำร่องเลื้อย

วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
		2.) ไมโครมิเตอร์ มีพิสัยวัดขนาดงานไม่เกิน 25 มม. ใช้วัดขนาดภายนอก ความหนาของชิ้นงาน 3.) กล้องโปรฟราย(Profile) เครื่องวัดขนาดชิ้นงานละเอียด สำหรับวัดชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก และความละเอียดของเครื่องอยู่ในระดับ 1 ไมโครเมตร (0.001 มิลลิเมตร) ใช้ดูมุมR มุมองศา หรือ ดึงขนาดชิ้นงานที่มีเครื่องมืออื่นไม่สามารถวัดได้ 	หา พื้นที่หน้าตัดโดยแบ่งพื้นที่ฐานออกเป็นพื้นที่เล็ก ๆ กว้าง dx และห่างจากจุดศูนย์กลาง O เป็นระยะ x พื้นที่ของแถบเล็ก ๆ = dA ซึ่ง dA = $2\pi x dx$ การหาปริมาตรเล็ก ๆ ของแท่งคาร์ไบด์ ให้ dV = ปริมาตรของพื้นที่ dA สูง dh  ปริมาตรพื้นที่หมุน : $V = \int_0^H \int_0^R (2\pi x\,dx)dh$ $= \int_0^H 2\pi \int_0^R x dx dh$ $= 2\pi \int_0^H \left[\frac{x^2}{2}\right]_0^R dh$ $= \pi R^2 [h]_0^H$ $= \pi R^2 H$	การเจียระไนจะมีแรงเฉือนจากหินเจียรกระทำต่อชิ้นงาน การเคลื่อนที่อยู่ในสภาพสมดุลจลน์ (kinetic equilibrium) ทั้งแรงลัพธ์และโมเมนต์ลัพธ์เป็นศูนย์ (0) การเปลี่ยนรูปในชิ้นงานเป็นการเปลี่ยนรูปแบบพลาสติก ช่วงที่ (3) ได้ดอกกัดเป็นผลิตภัณฑ์(product) ตามต้องการ การคานวณ ถ้าชิ้นงานมีมวล m = 0.56 kg รัศมี R = 0.00865 m เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเชิงเส้น 		HRA ความแข็งแรงดึง 3000 N/mm² จุดหลอมเหลวสูงถึง 2,870 องศา วิชาวัสดุวิศวกรรม (IE.211) จากข้อมูลและหัวข้อ 1.1 ให้หาน้ำาหนักของแท่งคาร์ไบด์  		

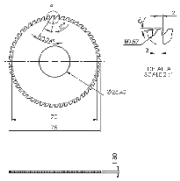
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
		4.) กล้อง (eye scope) เป็นอุปกรณ์สำหรับดูวัตถุที่มีขนาดเล็กเกินกว่าที่จะมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ใช้สำหรับส่องดูรอยแตก รอยร้าวที่อยู่บนชิ้นงาน						
17. นายสหัศวรรษ พรดี	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่	ใช้เครื่องวัด PROFILE นำมาใช้ในการเริ่มวางแผนการผลิตในงานที่ได้รับมอบหมายตลอดจนขั้นตอน	ใช้หาปริมาตรของแท่งคาร์ไบด์หรือดอก REAMER 	ใช้คำนวนหาพลังงานและการใช้เครื่องมือวัดละเอียดต่างๆ 	แบบงาน  โดยนำมาใช้ในการอ่านแบบสั่งผลิตหรือสเก็ตแบบเพื่อทำงานที่มีการเปลี่ยน มุมองศาต่างๆ และงานที่ไม่มีแบบสั่งผลิต ให้สามารถทำงาน	วัสดุที่นำมาผลิต REAMER คาร์ไบด์ เกรด K20 ส่วนผสม ผงสเตนคาร์ไบด์ 89.4% โคบอลต์ 10% และโครเมียม 0.6 % มีความแข็งอยู่ที่ 92 HRA เทียบกับ 69 HRC .	ศึกษานวัตกรรมที่ถูกคิดสร้างขึ้นมาใหม่เพื่อให้ใช้งานได้รวมเร็วและมีความปลอดภัยกับผู้นำไปใช้.	นำเสนอโครงการเรื่อง ลดของเสียสถานีงานการผลิต REAMER ได้ศึกษาการบริหารงานประจำหรือหน้าที่ได้รับมอบหมายไห้สำเร็จและฝึกความรับผิดชอบของตนเอง.

วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
		สุดท้ายและนำส่งกระบวนการผลิตต่อไป			ได้อย่างเข้าใจและไม่เกิดงานเสียไห้น้อยที่สุด			
18. นายอมรเทพ อุไรรัมย์	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่	การใช้เครื่องมือวัด การใช้เครื่องจักร		การคำนวณ ชิ้นงานมีมวล m = 0.068 kg รัศมี R = 0.005 m เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเชิงเส้น v = 0.00063 เมตร/วินาที และ หมุนด้วยความเร็วเชิงมุม ω = 4080 รอบ/นาที จากทฤษฎีงาน – พลังงาน 	แบบงาน 	วัสดุที่ใช้ผลิต : Center drill THG-5DC-001 เหล็ก S600 High Speed Steel เป็นเหล็กของบริษัทโบเลอร์ประเทศออสเตรียยุโรป นำเข้าและจำหน่ายโดยบริษัท สหมิตรเครื่องกล จำกัด (มหาชน) ถ้าเทียบกับทางอเมริกา เทียบเท่า M2 High Speed เป็นเหล็กที่มีธาตุ ทังสเตน (W) สูง6.4% คุณสมบัติของเหล็ก HSS/S600/M2/SKH51 ที่ใช้ผลิต : Center drill THG-5DC-001	ใช้ Jig Fixture ผลิตจากวัสดุ SCM4 เหล็กแข็งหัวฟ้า ที่มีความแข็งแรงสูง มีความแข็งก่อนชุบอยู่ที่ 10-14 HRC นำไปขึ้นรูปด้วยกระบวนการกลึงงานกัด เจาะ แล้วนำไปผ่านกระบวนการชุบแข็งอุณหภูมิ 830C-860C สารชุบ น้ำ น้ำมัน มีความแข็งหลังชุบ 55-60 HRC ก่อนจะทำการอบคืนตัวที่อุณหภูมิ 175C-230C จะได้ความแข็งหลังอบคืนตัวที่ 40-45 HRC แล้ว	นำเสนอโครงการเรื่อง การแก้ไขปัญหางานRun Out ไม่เที่ยงตรง (Run out เกินค่าควบคุม)

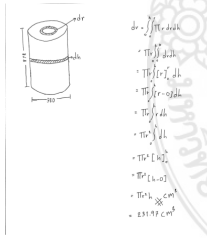
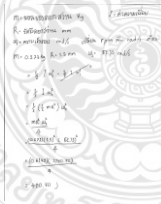
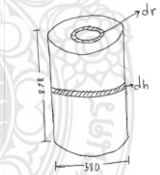
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
						ส่วนผสมทางเคมี ของวัสดุ HSS/M2 คุณสมบัติทางกายภาพ ของวัสดุ HSS/M2 แท่งเหล็ก (HSS : M2) มีขนาดรัศมี 6 มิลลิเมตร ยาว 76 มิลลิเมตร โดย แท่งเหล็ก (HSS : M2) มีความหนาแน่น 8.0 g/cm3 	นำมาผ่านกระบวนการเจียระไนกลม ที่ผิวนอกขนาด ø20 และรูในขนาดความโตรู ø10 + 0.05 มม. มีสกรู M6 ขันล็อคชิ้นงานโดยกำหนดให้ Jig Fixture จับชิ้นงาน CENTER DRILL THG – 5DC – 001 ได้ยาว 35-40 มม.	

วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
						จาก m = มวลของแท่งเหล็ก (HSS : M2) V = ปริมาตรของแท่งเหล็ก = $8.59 \times 10^{-6}\ m^3$ แทนค่าในสมการ.....(1) $8000 = \frac{m}{8.59 \times 10^{-6}}$ $m = 8000 \times 8.59 \times 10^{-6}$ $= 0.068$ kg. จากน้ำหนัก $W = mg$ $= (0.068\ kg)(9.81\ m/s^2)$ $= 0.67\ N$		
19. นายทรงวุฒิ ปาสาเณย์ 	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่	การใช้เครื่องมือวัด การใช้เครื่องจักร 	การหาปริมาตรของแท่งเหล็กไฮสปีด (HSS : M2) มีรัศมี R = 7.15 มิลลิเมตร สูง H = 80 มิลลิเมตร โดยเหล็กไฮสปีด (HSS : M2) มีความหนาแน่น 8.0 g/cm3 ปริมาตร = $\pi R^2 H$ จากโจทย์ R = 7.15 mm. = 0.00715 m. H = 80 mm. = 0.080 m ดังนั้นปริมาตรของแท่งเหล็กไฮสปีด จากสมการ $V = \pi(0.00715\ m)^2(0.080\ m)$ $= 1.28 \times 10^{-5}\ m^3$ จาก $P = \frac{m}{v}$ .....(1) P = ความหนาแน่นของแท่งเหล็กไฮสปีด (HSS/M2) $= 8.0\ g/cm^3$ $= \frac{8.0 \times 10^{-3}\ Kg}{10^{-6}\ m^3}$ $= 8000\ kg/m^3$	ฟิสิกส์ การคำนวณชิ้นงานมีมวล m = 0.0102 kg รัศมี R = 0.00715 m. เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเชิงเส้น v = 40 เมตร/นาที และหมุนด้วยความเร็วเชิงมุม ω = 640 รอบ/นาที จากทฤษฎีงาน-พลังงาน $W_T = \Delta K$ เมื่อ W_T = งานของแรงที่เกิด ENDMILL กระทำต่อชิ้นงาน $W_T = (K_T - K_i)\quad (K_T = K_f)$ $= \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}I\omega_i^2 = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}I\omega_i^2$ $= \frac{1}{2}(0.0102)(0.66)^2 - \frac{1}{2}\frac{1}{2}mR^2(\omega^2 - (0-0)$ $= (0.0022 - \frac{1}{2}\frac{1}{2}(0.0102)(0.00715)^2)\frac{(640\times 2\pi}{60})^2$ $= 0.0022$	แบบชิ้นงาน : CENTER DRILL THG-5DC-003  แบบชิ้นงานMILLING 	วัสดุที่ใช้ผลิต : CENTER DRILL THG-5DC-003 เหล็ก S600 High Speed Steel เป็นเหล็กของบริษัทโบเลอร์ประเทศออสเตรียยุโรป ถ้าเทียบกับทางอเมริกาเทียบเท่า M2 High Speed เป็นเหล็กที่มีธาตุ ทังสเตน(W) สูง 6.4% คุณสมบัติทางกายภาพ ของวัสดุ HSS/M2 	ชิ้นงานได้ขนาด ø11.50mm.ทั้งสองฝั่งขนานกันมีค่าบวกลบไม่เกิน 0.1 mm. (จากเดิม 0.15mm.-0.2mm.) จากการใช้แผ่นรองงานในการกัด SIDE LOCK จำนวน 55 ตัว ผลคือชิ้นงานอยู่ในค่าบวกลบที่ยอมรับได้ จึงกำหนดการใช้แผ่นรองชิ้นงาน Center drill THG-5DC-003	นำเสนอโครงการเรื่อง เพิ่มประสิทธิภาพในงานกัด SIDE LOCK CENTER DRILL THG-5DC-003

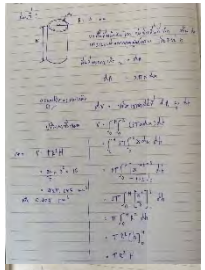
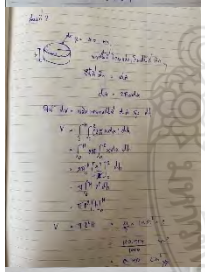
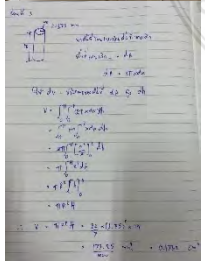
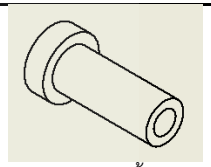
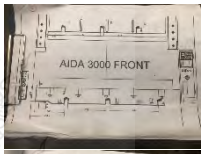
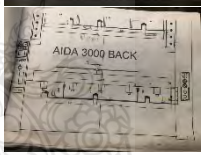
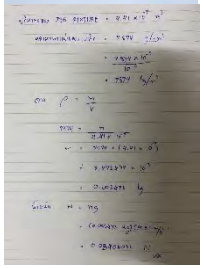
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
			จาก ω มวลของแท่งเหล็กไฮสปีด (HSS:M2) V = ปริมาตรของแท่งเหล็ก = 1.28×10^{-5} m^3 แทนค่าในสมการ.....(1) $800=\frac{m}{1.28\times10^{-5}}$ $m=800\times1.28\times10^{-5}$ $=0.0102$ kg จากน้ำหนัก $W=mg$ $=(0.0102\ kg)(9.81\ m/s^2)$ $=0.10\ N$				เป็นเครื่องมืออุปกรณ์ของมาตรฐานใหม่ มีเงื่อนไขสำคัญในใช้รองชิ้นงาน Center drill THG-5DC-003 ขนาด ø14.3 mm. เท่านั้น โดยมี ผู้อนุมัติหรือเห็นชอบ กับอุปกรณ์ชิ้นนี้คือ นายนเรศ ไชยนรา (หัวหน้าแผนก MC)	

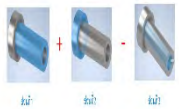
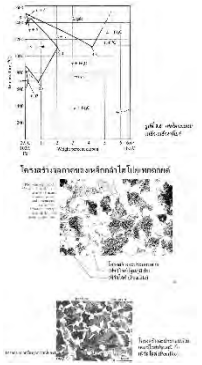
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
20. นายวุฒิศักดิ์ สาสีดา	ได้เรียนรู้ใช้คำศัพท์ต่างๆเกี่ยวกับงาน เช่น ค่าพิกัดความเผื่อ (Tolerance)ค่าความถ่วงจำเพาะ (Density) ทังสเตนคาร์ไบด์ (Tungsten Carbide) ค่าความแข็ง (Hardness) และมีทักษะเกี่ยวกับการพูดภาษาอังกฤษเพิ่มขึ้น	ได้รู้กระบวนการ การผลิตชิ้นงาน ทังสเตนคาร์ไบด์ มีการตรวจสอบทุกขั้นตอนในกระบวนการผลิต อุปกรณ์ที่ใช้ในการ ตรวจสอบคุณภาพ เช่น เครื่องตรวจสอบความหนาแน่น, ตาชั่งดิจิตอล เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์, ไมโครมิเตอร์,เครื่อง Hardness Tester , Profile Projecter และในกระบวนการอัดขึ้นรูปจะมีการเผื่อขนาดการหดตัวหลัง การอบ ผนึกไว้ที่19%	**MA 109 แคลคูลัส :** สูตรการหาพื้นที่การหาปริมาตรรู $dv = (2\pi rdr)\,dh$ $dv = \int_0^h \int_0^r 2\pi r dr\,dh$ $dv = \int_0^{1.8} 2\pi [\frac{12.7^2}{2}]\,dh$ $dv = \pi \int_0^{1.8} (12.7^2)$ $dv = \pi 12.7^2 [1.8]_0^{1.8}$ $dv = \pi 12.7^2[1.8-0]$ $dv = 912.44\ cm^3$ สูตรการหาพื้นที่การหาปริมาตรรอบนอก $dv = (2\pi rdr)\,dh$ $dv = \int_0^{1.8} \int_0^r 2\pi r dr\,dh$ $dv = \int_0^{1.8} 2\pi \int_0^r 37.5 dr\,dh$ $dv = 2\pi \int_0^{1.8} [\frac{37.5^2}{2}]$ $dv = \pi \int_0^{1.8} (37.5)^2$ $dv = \pi\, 37.5^2[1.8]_0^{1.8}$ $dv = \pi 37.5^2\,[1.8-0]$ $dv = 7955.36\ cm^3$ $7955.36 - 912.44 = 7042.92\ cm^3$ ปริมาตรของงานชิ้นนี้ = $7042.92\ cm^3$	PS 110 ฟิสิกส์ ชิ้นงานมีมวล 105g รัศมี0.075m เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเชิงเส้น 50m/s และหมุนด้วยความเร็วเชิงมุม ω3850 รอบ/วินาที ใช้ทฤษฎีงานและพลังงาน $w_1 = \Delta K$ $w = (K_2 + K_2) - (K_1 + K_1)$ $w = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}(\omega^2) - \frac{1}{2}mv^2x\frac{1}{2}(\omega^2)$ $w = \frac{1}{2}(105.60)(0.05^2 + \frac{1}{2}(mr^2)\omega^2)(0-0)$ $w = 0.132 + \frac{1}{2}\frac{1}{2}x\ 105.60 \times 0.075^2, (\frac{3850 \times 2\pi}{60})^2$ $w = 24138.35\ J$	แบบงาน  ได้มีการเขียนแบบออกแบบชิ้นงานก่อนการผลิต เช่น ในแบบนั้นต้องมี การบอกขนาดในแบบ บอกค่าพิกัดความเผื่อ (Tolerance)	-ทังสเตนคาร์ไบด์เกรด K20 ส่วนผสม ผง ทังสเตนคาร์ไบด์ (WC) 89.4% โคบอลต์ (Co)10% และโครเมียม (Cr) 0.6% Paraffin Wax 2% และมีค่าความแข็งที่ ≈92 HRA และ ≈69 HRC ราคาต่อหน่วย 2.08 บาท/กรัม ทังสเตนคาร์ไบด์เกรด K30 ส่วนผสม ผง ทังสเตนคาร์ไบด์ (WC) 89.0% โคบอลต์ (Co)11% และ Paraffin Wax 2% และมีค่าความแข็งที่ ≈87.9 HRAและ ≈64.9 HRC ราคาต่อหน่วย 2.00 บาท/กรัม	การนำเอาแนวความคิดหลักการ เทคนิค ความรู้ กระบวนการตลอดจนผลผลิตทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในระบบงานเพื่อช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการทำงานให้ดียิ่งขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ -เตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ให้พร้อม เช่น ประแจแอลเบอร์ 10 ประแจแอลเบอร์ 6 ประแจแอลเบอร์ 4 และชุดแม่พิมพ์ที่	นำเสนอโครงการเรื่องศึกษาการผลิต Cutting Tool กรณีศึกษา Tungsten Carbide Cutter ได้รู้หลักการ การจัดทำโครงการเบื้องต้น และได้ประยุกต์เข้ากับวิชาอื่นๆเป็นการนำความรู้ของแต่ละวิชามาสอดแทรกในเนื้อหาการจัดทำโครงการ

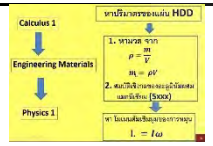
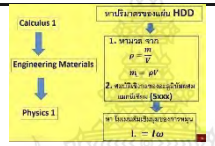
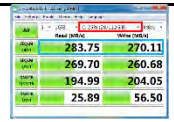
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

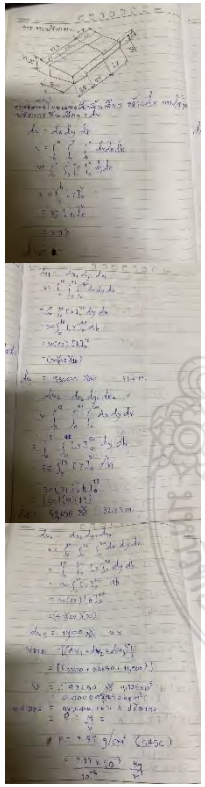
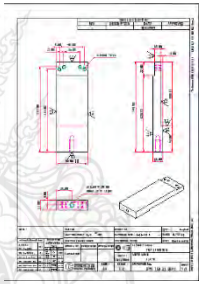
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
							ต้องการที่จะใช้ปริมาตรของงานชิ้นนี้ = 7042.92 cm^3 คำณวนด้วยแคลคลูลัส	
21. นายณัฐเชื้อภิชาติบุตร	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่		หาปริมาณถังน้ำมัน 	เรื่องแรงลัพธ์ หาแรงกระทำของดอกสว่าน 			ออกแบบหาแนวทางการแก้ไขปัญหา เลือกน้ำยาคูลแลนท์ที่มีคุณลักษณะที่ลดแรงเสียดทานระหว่างดอกเจาะกับชิ้นงานได้ดี ต้องเลือกใช้คูลแลนท์แบบผสมน้ำเพ	นำเสนอโครงการเรื่องเรื่องยืดอายุการใช้งาน. ดอกคาร์ไบด์

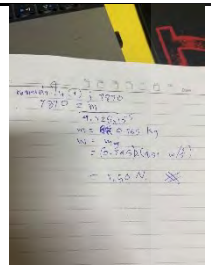
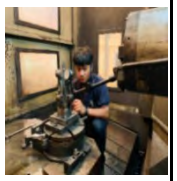
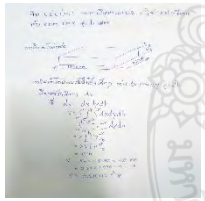
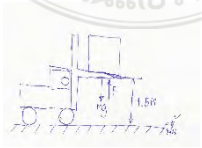
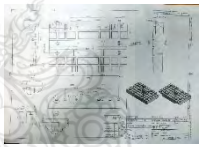
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
							ราะคูลแลนท์แบบผสมนำ้ระบายความร้อนได้ดี คูลแล นท์แบบผสมน จะมีอุณหภูมิอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิจากห้องปฏิบัติงาน) จะมีอุณหภูมิอยู่ที่30-35องศาเซลเซียส เมื่อเริ่มเจาะรู จุดเดือดของคูลแลนท์แบบผสมนำ้อยู่ที่128 องศาเซลเซียส	
22. นายจักรกริศน์ พ่อปากดี	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษ	การใช้เครื่องมือวัดการใช้สว่าน	ประยุกต์วิชาแคลคูลัสโดยการหาปริมาตรของ JIG FIXTURE จากการ Integrate	- ประยุกต์วิชาฟิสิกส์โดยการหาค่าทอร์คของสว่านไฟฟ้า	JIG FIXTURE สำหรับเจาะรูนำจุดศูนย์กลาง	- ประยุกต์วัสดุวิศวกรรมโดยการน้ำหนักของเหล็ก JIG FIXTURE จากปริมาตรที่หามาได้จากแคลคูลัส เหล็กกล้าคาร์บอน1045	มาตรฐานสำหรับการติดตั้งในงานติดตั้ง Hydraulic AUTO CLAMP ของบริษัท Create Mechatronics	นำเสนอโครงการเรื่องการเจาะรูยึดบล็อกน้ำมันสำหรับติดตั้งชุด

วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
	เทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่		จากแบบของ JIG FIXTURE จะแบ่งหาปริมาตรเป็น 3 ส่วน ดังนี้   	- สว่านไฟฟ้า กำลัง 550 วัตต์ - ความเร็วรอบสูงสุด **2800** รอบ/นาที จาก P = ดังนั้น = P/ = **2800** รอบต่อนาที × 1 นาที/60วินาที = **46.67** รอบต่อวินาที × 2∏ เรเดียนต่อรอบ = **293.21** เรเดียน/วินาที = 550 วัตต์ / 293.21 เรเดียน/วินาที = 550 จูลต่อวินาที / 293.21 เรเดียนต่อวินาที = 1.875 N.M	 แบบในการติดตั้ง   	  -เหล็กที่นำมาใช้ คือ เหล็ก AISI 1045 เทียบได้กับ (S45C) เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง มาตรฐาน : AISI (สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา) คุณสมบัติ :มีความแข็งแรงและทนต่อแรงกระแทก เนื่องจาก มีปริมาณคาร์บอนอยู่ช่วงกลางๆ จึงมีความ	 ภาพงานที่ติดตั้งชุด Auto Clamp	Auto Clamp แม่พิมพ์เข้ากับเครื่องปั๊มเหล็ก (Press Machine)

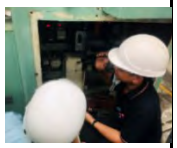
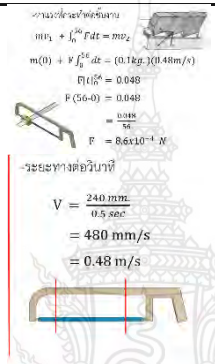
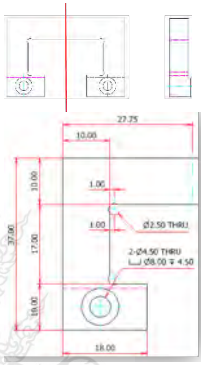
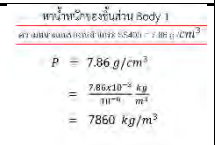
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
			การหาปริมาตรของ JIG FIXTURE นั้นจะเท่ากับ  V (ปริมาตรทั้งหมด) = [0.424 ลบ.ซม. + 0.190 ลบ.ซม] - 0.173 ลบ.ซม. = 0.441 ลูกบาศก์เซนติเมตร			ต้านทานแรงดึงความเหนียวและการสึกหรอสูง เป็นเหล็กแรงดึงปานกลางที่ให้ในสภาวะเหล็กแผ่นรีดร้อนหรือสภาวะปกติ มีความต้านทานแรงดึง 570 - 700 MPa ปริมาณคาร์บอนจะอยู่ที่ 0.42-0.52 %  สรุป : เหล็กกล้าคาร์บอน 1045 มีคาร์บอนผสมน้อยกว่า 0.8% ในเหล็กกล้าจะกลายเป็น Pearlite และ Ferrite ผสมผสานกัน และเป็น		

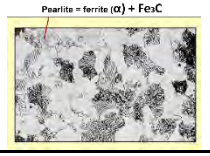
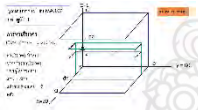
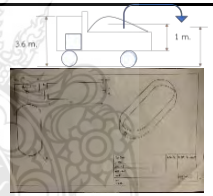
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
						เหล็กกล้า hypo-Eutectoid		
23. นายอาทร แสงรัตน์	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่		 $dA_1 = dx\,dy$ $A_1 = \int_0^{10}\int_0^{27.75} dx\,dy$ $= \int_0^{10} [X]_0^{27.75} dy$ $= \int_0^{10} 27.75\,dy$ $= 27.75 \int_0^{10} dy$ $= 27.75\,[Y]_0^{10}$ $= 27.75\,(10)$ $A_1 = 277.5\,mm^2$			วัสดุ อลูมิเนียม (Aluminium) ส่วนผสมทางเคมี 4.4%Cu ทองแดง , 0.8%Si ซิลิคอน , 0.8%Mn แมงกานีส , 0.4%Mg แมกนีเซียม + 0.1%Crโครเมียม คุณสมบัติอลูมิเนียม ง่ายต่อการผลิต, ต่อต้านการกัดกร่อนได้ดี, ความหนาแน่นต่ำ, อัตราความแข็งแรงต่อน้ำหนักสูง และความเหนียวที่ต้านการแตกหักสูง	 ความเร็ว ของ SSD เมื่อติดตั้งแล้วเสร็จ จากรูปในกรอบสีแดงจะเห็นว่าSSD เครื่องนี้ที่ใช้เป็นขนาด 120 GB (ใช้ได้จริง 111 GB) ในกรอบสีฟ้าคือมีความเร็วในการอ่านอยู่ที่ 283.75 MB/s และการเขียน 270.11 MB/s เท่ากันว่าเครื่องนี้ใช้ SSD แบบ SATA	นำเสนอโครงการเรื่องพัฒนาศักยภาพความเร็วในการอ่านเขียนข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์

วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
24. นายนฤพนธ์ นิรันดร	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่		การหาปริมาตร 		Drawing No. SPN-T5O-21-0041 PLATE 		วันจันทร์ที่ 7/12/2563 - 24/12/2563 วันที่ 7 -12/2563 ประชุมและวางแผนงาน เครื่อง DESTACKER (DKR-250) วันที่ 8-11 ธันวาคม 2563 สั่งวัตถุดิบ เช่น อุปกรณ์มาตราฐาน งานตัด Laser Finishing Plate วัตถุดิบเหล็กเพลา กลม และสี เป็นต้น ส่งมอบแบบสั่งผลิตทั้งหมดให้แผนก Production Planning เผื่อแจกจ่ายงานไปแผนกต่างๆดังนี้ แผนกงานกลึง Lathe	นำเสนอโครงการเรื่อง แก้ไขปัญหาการลำเรียงชิ้นงานเครื่อง CNC SPINNING

วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
							แผนกงานกัด Milling แผนกงานเชื่อม Welding แผนกงาน Qulity Control QC แผนกงานประกอบ Assembly	
25. นายเกียรติพงศ์ ทองอนันท์ 	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่	เครื่องที่ใช้ผลิตBOISTER รุ่น MITSUISEIKI HS6A กำลังไฟฟ้า 220 V 3HP DIAL GAUGE ใช้ SETTING ความขนานของงาน เครื่องมือวัด 1.V-200 2.V-600 3.ตลับเมตร 4. BOREGAUGE	หาปริมาตรของTable โดยการใช้Calulus 	งานของแรงโน้มถ่วงในการยกชิ้นงานขึ้นสูง 1.5 เมตรเพื่อไปวางในการขึ้นรูปชิ้นงาน $wg=\int_0^{1.5} mg.dh$ $=\int_0^{1.5} mgdh\ cos\ 0$ $=mg\int_0^{1.5} dh$ $=Mg[h]_0^{1.5}$ =1.652.7x9.81[1.5] =24,319.5 J 	แบบสั่งผลิตbolster 	 วิชาวัสดุวิศวกรรมหาน้ำหนัก Bolster จาก $P=\frac{M}{V}$ P=ความหนาแน่นของเหล็กหล่อ $=7.86\ g/cm^2$ $=\frac{7.86x10^{-3}}{10^{-6}}$ $=7,860\ kg/m^3$ แทนค่าใน[1];$7860=\frac{m}{0.210168}$ M=1651.92048 kg จากน้ำหนัก w=mg =[1651.92048][$9.81 m/s^2$] =162 คุณสมบัติเหล็กหล่อเทา 1. อุณหภูมิในการหลอมเหลวต่ำ	ออกแบบการจับยึดงาน ความเร็วรอบ อัตราการป้อนของแต่ละ tool ให้เหมาะกับเกรดเหล็ก FC350 ข้อมูลของเครื่องที่ใช้ในการผลิต - ผลิตงานได้ตามแบบไม่มีงานเสียและส่งงานให้แผนกถัดไป(QC)	นำเสนอโครงการเรื่องศึกษากระบวนการผลิต bolster

วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
						จึงใช้อุณหภูมิในการหลอมไม่สูงมาก 2.มีอัตราหดตัวต่ำหรือมีอัตราการขยายตัวน้อย 3.มีความแข็งไม่มากนัก จึงสามารถกลึง กัด เจาะ และไส ตกแต่งให้ได้ขนาดตามความต้องการได้ง่าย 4.รับแรงสั่นสะเทือน แรงอัด และดูดซับเสียงได้ดี 5.ทนทานต่อการกัดกร่อนได้ดีระดับหนึ่ง เนื่องจากมีฟิล์มคาร์บอนที่บริเวณผิว	นางสาวสุธาสินี มังจันทึก เป็นคนเซ็นรับงานเพื่อไปตรวจสอบคุณภาพงานและส่งลูกค้าวันพฤหัสบดี ที่ 11 ธันวาคม 2563 และสามารถเป็นคู่มือในการทำงานและเป็นมาตรฐานเวลาคือ 50.10 ชั่วโมง ในงานตัวต่อไป	

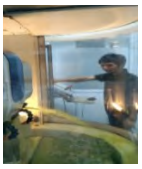
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
26. นายกิตติภณ สีทับทิม 	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่	การใช้เครื่องมือวัด	การหาพื้นที่ $dA_1 = dx\,dy$ $A_1 = \int_0^{10}\int_0^{27.75} dx\,dy$ $= \int_0^{10} [X]_0^{27.75}\,dy$ $= \int_0^{10} 27.75\,dy$ $= 27.75 \int_0^{10} dy$ $= 27.75\ [Y]_0^{10}$ $= 27.75\ (10)$ $A_1 = 277.5\ mm^2$		การเขียนแบบ 	 $P = 7.86\ g/cm^3$ $= \frac{7.86 \times 10^{-3}\ kg}{m^3}$ $= 7860\ kg/m^3$ $P = \frac{m}{v}$ $7860 = \frac{m}{10982 \times 10^{-9}}$ $m = 7860(10982 \times 10^{-9})$ $= 0.0863\ kg$ น้ำหนัก $w = (0.0863\ kg)(9.81\ m/s^2)$ $= 0.846 \times 10^{-3}\ N$ $= 0.000846\ N$ **คุณสมบัติของเหล็กเกรด SS400** S = Steel S = Structure 400 = ความต้านทานแรงดึง MPa เป็นเหล็กรีดร้อน มีความเหนียว ใช้ทำโครงสร้างทั่วไป เช่น เครื่อง CNC Spinning ความหนาแน่น = 7.86 g/cm^3 มีส่วนผสมคาร์บอนอยู่ที่ 0.25% **คุณสมบัติทางกล** ความต้านแรงดึง (kgf / mm^2): 41 ~ 52		นำเสนอโครงการเรื่องปรับปรุงวิธีการเลื่อยราง Dinrail (ราง Relay) ด้วยเลื่อยมือ

วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
						กำลังรับน้ำหนัก (kgf / mm²): ≧ 24 โครงสร้างของเหล็กกล้าผสมต่ำ เกรด SS400 		
27. นายรณกร เสาทอง 	การเรียนทักษะการพูดภาษาอังกฤษในมหาวิทยาลัย และการพูดภาษาอังกฤษเทคนิค ในสถานประกอบการตามลักษณะงานในหน้าที่	เรียนรู้การเชื่อมเครื่องมือวัดละเอียดที่ใช้ 1.เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ความล่ะเอียด 0.05mm. 2.ตลับเมตร 	การหาปริมาตร  แบ่งความยาวตามแกน x ออกเป็นส่วนย่อยๆ dx พื้นที่แถบเล็กๆ dx= bdx ปริมาตรของพื้นที่แถบเล็กซึ่งสูง dz	ดินปริมาตร $4\ m^3$ 3.1 m. ความหนาแน่นของดิน e = 2.7 g/cm^3 $= \frac{2.7\ kg}{1000\times10^{-6}\ m^3}$ $= 2.7\times 10^3\ \frac{kg}{m^3}$ มวลของดินในโค้น m = e^v $= \left(2.7\times10^3\ \frac{kg}{m^3}\right)(4m^3$ $= 10.8\times 10^3 kg.$		เหล็กกล้าไร้สนิม เหล็กแผ่นหนา 3 mm. ที่นำมาตัดเป็นสีเหลี่ยม กว้าง 30 mm.ยาว 150 mm. เป็นเหล็กตระกูลออสเทนนิติค (Austenitic) เป็นโลหะที่ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ชนิด คือ เหล็ก -โครเมียม -นิกเกิล โดยจะมีโครเมียมอยู่ 16-25% และนิกเกิล 7-20%	พัฒนาเครื่องมือให้มีการใช้งานได้และดูแลรักษาให้อยู่มาตรฐานของเครื่องมือปฏิบัติการสำรวจ	นำเสนอโครงการเรื่องการซ่อมบำรุงชิ้นส่วนขาตั้งกล้องวัดระดับ

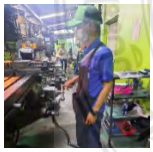
วิชา / นักศึกษา	วิชาทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร	วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร	วิชาแคลคูลัส 1	วิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1	วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม	วิชาวัสดุวิศวกรรม	วิชานวัตกรรมเทคโนโลยี	วิชาการบริหารโครงการ
			V = $\int_0^{20}\int_0^{1}$ b =$\int_0^{20} b\left(\int_0^{1} dz\right.$ =$\int_0^{20} b[1]_0^1$ dx V =$\int_0^{20} b[1-0$ =$\int_0^{20} b\ 1\ dx$ =b1 $\int_0^{20} dx$ =b1 $[20]_0^{20}$ =b1 $[20-0]$ = 80$\times 1 \times 20$ = 1600 m^3			โลหะผสมชนิดนี้เรียกว่า austenitic เพราะ โครงสร้างภายในประกอบด้วยเฟสของ austenite (FCC, เหล็ก Y) ในช่วงอุณหภูมิที่มีการดำเนินการบำบัด ด้วยความร้อน เนื่องจากนิกเกิลมีโครงสร้างผลึกแบบ FCC จึงทำให้โครงสร้างทั้งหมดโดยรวมยังคงเป็นแบบ FCC ที่อุณหภูมิห้อง ตารางที่ 9.12 ได้รวบรวมองค์ประกอบทางเคมี สมบัติเชิงกล และประโยชน์ของเหล็กกล้าไร้สนิม austenitic ชนิด 301, 304 และ 347 ไว้		

ภาคผนวก ช
ภาพการทำงานของนักศึกษา 27 คน

ภาพการทำงานของนักศึกษา 27 คน

ลำดับ	นักศึกษา จำนวน 27 คน	ชื่อสถานประกอบการ	หน้าที่และการปฏิบัติงาน
1	นายเจษฎาภรณ์ ยอดเพชร	บริษัท ไมโครฟอร์ม (ประเทศไทย) จำกัด	ปฏิบัติงานขึ้นรูปโลหะตามแบบด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ(CNC Machining control)
2	นายสิทธิชัย วรรณกิจ	บริษัท ไมโครฟอร์ม (ประเทศไทย) จำกัด	ปฏิบัติงานขึ้นรูปโลหะตามแบบ
3	นายทนงศักดิ์ พิทาคำ	บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	ปฏิบัติงานขึ้นรูปคัทติ้งทูลส์ตามแบบ
4	นายสถาพร บุญมา	บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	ปฏิบัติงานแก้ไขปัญหาชิ้นส่วนเครื่องจักรอัตโนมัติ
5	น.ส.พิมพ์ลดา นามสมบูรณ์	บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์ตามแบบ
6	นายภาณุพงศ์ ประกอบแสง	บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	ปฏิบัติงานแก้ไขปัญหาระบบหล่อลื่น
7	นายสมนึก กมุทพิมาน 	บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์

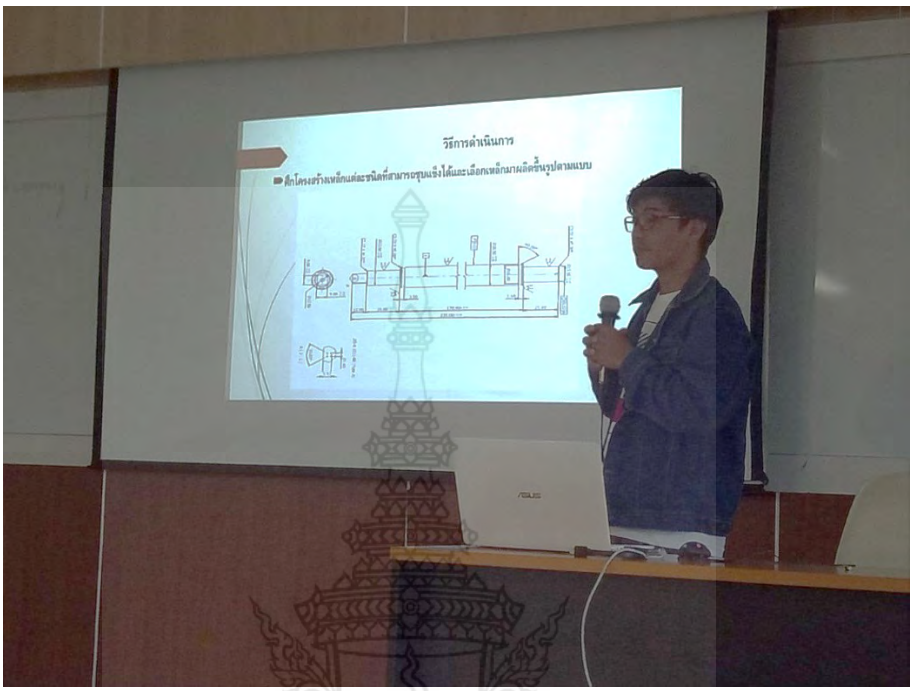
ลำดับ	นักศึกษา จำนวน 27 คน	ชื่อสถานประกอบการ	หน้าที่และการปฏิบัติงาน
8	นายภูวนาท คำกอง	บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	ปฏิบัติงานแก้ไขปัญหาข้อมูลอิเล็คทรอนิคส์
9	นายอรรถชัย ชาญศิลป์	บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์
10	นายสุทัศน์ พรมนัส	บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์ตามแบบ
11	นายสุวิวัฒน์ หงษ์ทอง	บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด	ปฏิบัติงานและแก้ไขปัญหาในโรงงาน
12	นายเกียรติศักดิ์ จันทะพักดิ์	บจก. ท็อปเทค ไดมอนด์ ทูลส์	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์ตามแบบ
13	นายณัฐภัทร เปรงปราง	บจก. ท็อปเทค ไดมอนด์ ทูลส์	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์ตามแบบ
14	นายวัชระ พิกาศ	บจก. ท็อปเทค ไดมอนด์ ทูลส์	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์ตามแบบ

ลำดับ	นักศึกษา จำนวน 27 คน	ชื่อสถานประกอบการ	หน้าที่และการปฏิบัติงาน
15	นายจิรายุทธ วาตะรัมย์	บจก. ท็อปเทค ไดมอนด์ ทูลส์	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์ตามแบบ
16	นางสาวหทัยชนก ชาสุดสี	บริษัท เจ เค พรีซิชั่น จำกัด	ปฏิบัติงานเขียนแบบคัทติ้งทูลส์และรวบรวมข้อมูลแบบเพื่อการผลิต
17	นายสหัศวรรษ พรดี	บริษัท เจ เค พรีซิชั่น จำกัด	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์ตามแบบ
18	นายอมรเทพ อุไรรัมย์	บริษัท เจ เค พรีซิชั่น จำกัด	ปฏิบัติงานผลิตคัทติ้งทูลส์ตามแบบ
19	นายทรงวุฒิ ปาสาเณย์ 	บริษัท เจ เค พรีซิชั่น จำกัด	ปฏิบัติงานผลิตชิ้นส่วนส่งกำลังของเครื่องจักรกลตามแบบ
20	นายวุฒิศักดิ์ สาสีดา	บริษัท อาร์.เอส.คาร์ไบด์ โปรดักท์ จำกัด	ปฏิบัติงานผลิตเครื่องมือตัดตามแบบ
21	นายณัฐ เชื้อภิชาติบุตร	บริษัท เบสท์ ลูบ จำกัด	ปฏิบัติงานระบบบริการลูกค้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์

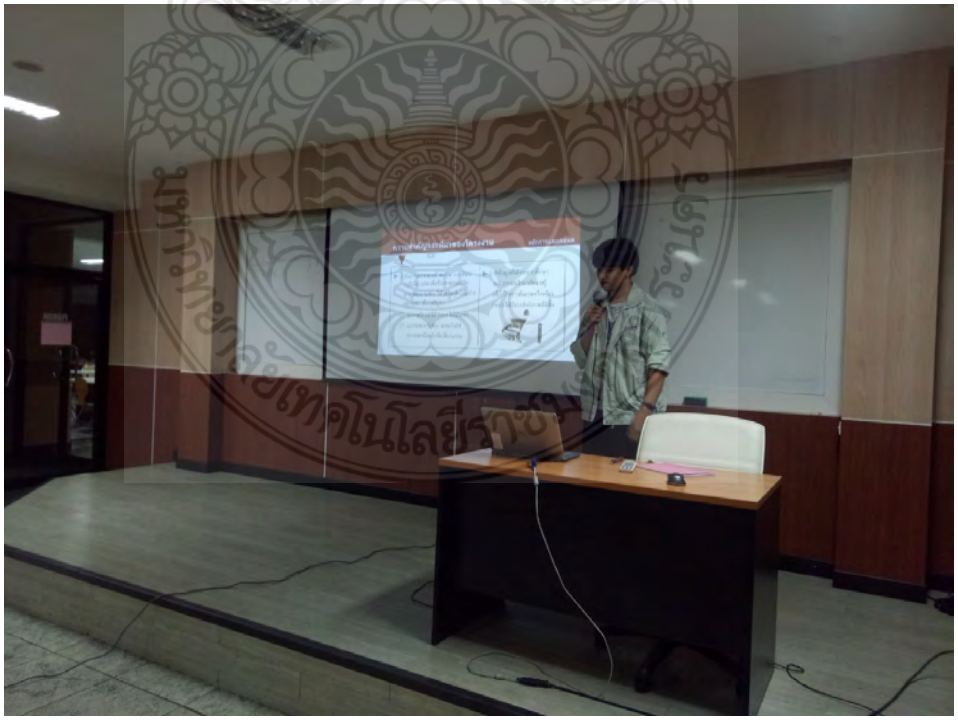
ลำดับ	นักศึกษา จำนวน 27 คน	ชื่อสถานประกอบการ	หน้าที่และการปฏิบัติงาน
22	นายจักรกริศน์ พ่อปากดี	บริษัท ครีเอท แมค คาโทรนิคส์ จำกัด	ปฏิบัติงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลตามแบบและติดตั้งเครื่องจักร
23	นายอาทร แสงรัตน์	บริษัท ครีเอท แมค คาโทรนิคส์ จำกัด	ปฏิบัติงานปรับปรุงอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์ทุกชนิด
24	นายนฤพนธ์ นิรันดร	บริษัท ครีเอท แมค คาโทรนิคส์ จำกัด	ปฏิบัติงานเขียนแบบและประเมินความต้องการของลูกค้า
25	นายเกียรติพงค์ ทองอนันท์	บริษัท ครีเอท แมค คาโทรนิคส์ จำกัด	ปฏิบัติงานผลิตชิ้นส่วนส่งกำลังของเครื่องจักรกลตามแบบ
26	นายกิตติภณ สีทับทิม	บริษัท ครีเอท แมค คาโทรนิคส์ จำกัด	ปฏิบัติงานผลิตเครื่องจักรกลตามแบบ
27	นายรณกร เสาทอง	มหาวิทยาลัยเกาบัณฑิต	ปฏิบัติงานควบคุมห้องปฏิบัติการจัดทำข้อมูลอุปกรณ์และเครื่องจักรเพื่อใช้ในการเรียนการสอน

ภาคผนวก ซ

ภาพการนำเสนอและรายงานโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ 27 คน



ภาพที่ ซ.1 การนำเสนอและรายงานโครงงาน



ภาพที่ ซ.2 การนำเสนอและรายงานโครงงาน

ภาพที่ ซ.3 การนำเสนอและรายงานโครงงาน

ภาพที่ ซ.4 การนำเสนอและรายงานโครงงาน

ภาพที่ ซ.5 การนำเสนอและรายงานโครงงาน

ภาพที่ ซ.6 การนำเสนอและรายงานโครงงาน

ภาพที่ ซ.7 การนำเสนอและรายงานโครงงาน

ภาพที่ ซ.8 การนำเสนอและรายงานโครงงาน

ภาพที่ ซ.9 การนำเสนอและรายงานโครงงาน

ภาพที่ ซ.10 การนำเสนอและรายงานโครงงานโดยอาจารย์ให้คำแนะนำ

ภาพที่ ซ.11 การนำเสนอและรายงานโครงงานโดยอาจารย์ให้คำแนะนำ

ภาพที่ ซ.12 การนำเสนอและรายงานโครงงานโดยอาจารย์ให้คำแนะนำ

ภาคผนวก ฌ
รายชื่อสถานประกอบการและรายชื่อนักศึกษาในสถานประกอบการ

รายชื่อสถานประกอบการ

ลำดับ	ชื่อสถานประกอบการ
1	บริษัท ไมโครฟอร์ม (ประเทศไทย) จำกัด
2	บริษัท ดับบลิว. พี. พี. เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
3	บจก. ท็อปเทค ไดมอนด์ ทูลส์
4	บริษัท เจ เค พรีซิชั่น จำกัด
5	บริษัท อาร์.เอส.คาร์ไบด์ โปรดักท์ จำกัด
6	บริษัท เบสท์ ลูบ จำกัด
7	บริษัท พี.ที.เอส.พรีซิชั่น ทูลลิ่ง ซิสเต็มส์ จำกัด
8	บริษัท เอส.เค พรีซิชั่น จำกัด
9	บริษัท วีเอสไอ.พรีซิชั่น กรุ๊ป จำกัด
10	บริษัท พีซ เอ็นจิเนียริง จำกัด
11	บริษัท ฮาร์ดเมทอล โปรดักส์ จำกัด
12	บริษัท ดี้ต้าร์ สเปเชียล ทูลส์ จำกัด
13	บริษัท อาร์โก้ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
14	บริษัท เอ็กซ์-เท็ก พรีซิชั่น จำกัด
15	บริษัท เทคโน คิไค จำกัด
16	บริษัท เคเอ็นเค อินเทค จำกัด
17	บริษัท จี.วี. พรีซิชั่น จำกัด
18	ห้างหุ้นส่วนจำกัด เซมิคอน ทูลส์ เทคโนโลยี่
19	บริษัท เคทีบี พรีซิชั่น ทูลส์ จำกัด
20	บริษัท แซน เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ ซัพพลาย จำกัด
21	บริษัท ซีบี ไดมอนด์ (ไทยแลนด์) จำกัด
22	บริษัท วิสคัท เอเซีย จำกัด
23	บริษัท ที.เอ็ม.เอส. ทูลลิ่ง เซอร์วิส จำกัด
24	บริษัท เออร์ลิคอน บัลเซอร์ส โค้ทติ้ง (ไทยแลนด์) จำกัด
25	บริษัท ฟูจิเซโกะ (ไทยแลนด์) จำกัด
26	บริษัท ครีเอท แมคคาโทรนิคส์ จำกัด

รายชื่อนักศึกษาโครงการวิทยาลัยในสถานประกอบการ

ลำดับ	รหัสนักศึกษา	ชื่อ-นามสกุล
1	630401804471	นายเจษฎาภรณ์ ยอดเพชร
2	630401803016	นายสิทธิชัย วรรณกิจ
3	630401503006	นายทนงศักดิ์ พิทาคำ
4	630401503021	นายสถาพร บุญมา
5	630401500818	นางสาวพิมพ์ลดา นามสมบูรณ์
6	630401803013	นายภาณุพงศ์ ประกอบแสง
7	630401803017	นายสมนึก กมุทพิมาน
8	630401503061	นายภูวนาท คำกอง
9	630401804514	นายอรรถชัย ชาญศิลป์
10	630401804469	นายสุทัศน์ พรมนัส
11	630401803011	นายสุวิวัฒน์ หงษ์ทอง
12	630401804510	นายเกียรติศักดิ์ จันทะพักดิ์
13	630401804511	นายณัฐภัทร เปรงปราง
14	630401804472	นายวัชระ พิกาศ
15	630401804468	นายจิรายุทธ วาตะรัมย์
16	630401803020	นางสาวหทัยชนก ชาสุดสี
17	630401804512	นายสหัศวรรษ พรดี
18	630401803009	นายอมรเทพ อุไรรัมย์
19	630401803015	นายทรงวุฒิ ปาสาเณย์
20	630401803019	นายวุฒิศักดิ์ สาสีดา
21	630401504769	นายณัฐ เชื้อภิชาติบุตร
22	630401805077	นายจักรกริศน์ พ่อปากดี
23	630401805092	นายอาทร แสงรัตน์
24	630401805078	นายนฤพนธ์ นิรันดร
25	630401805079	นายเกียรติพงศ์ ทองอนันท์
26	630401805081	นายกิตติภณ สีทับทิม
27	630401805062	นายรณกร เสาทอง

ภาคผนวก ญ
แบบสอบถาม

แบบประเมินผู้เรียน

โครงการมหาวิทยาลัยในสถานประกอบการ

มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ร่วมกับ สมาคมผู้ผลิตเครื่องมือตัดไทย

แบบสอบถามเรื่องการประเมินผลการจัดการเรียนการสอน

IE.102 วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร

(IE.102 Basic Manufacturing Processes for Engineers)

โดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project -based learning) และมาตรฐาน CDIO 6, 7, 8

โครงการความร่วมมือการพัฒนาบุคลากรด้านวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(วศ.บ.)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

นักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 27 คน

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

ส่วนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. ชื่อ.....

3. ตำแหน่ง.....

4. วุฒิการศึกษา ☐ปวช./ม.6 ☐ปวส.

5. สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ขององค์กร(บริษัท)

☐ ผลิตคัตติ้งทูลส์ ☐ ผลิต/สร้างเครื่องจักรกล

☐ผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักร ☐ อื่นๆ ระบุ.....

6. แผนก/ฝ่าย ☐ออกแบบ ☐ผลิต ☐วิศวกรรม ☐ติดตั้ง ☐คุณภาพ ☐อื่นๆ ระบุ...

7. ชื่อบริษัท.....

8. วันที่เข้าปฏิบัติงาน เมื่อ วัน/เดือน/ปี .....

9. รายวิชาเพื่อการบูรณาการประกอบการปฏิบัติงานในสถานประกอบการภาคเรียนที่ 1/2563

☐ แคลคูลัส 1

☐ ฟิสิกส์ทั่วไป 1

☐ ทักษะการพูดภาษาอังกฤษในองค์กร

☐ เขียนแบบวิศวกรรม

☐ **กรรมวิธีการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกร**

☐ วัสดุวิศวกรรม

☐ นวัตกรรมเทคโนโลยี

☐ การบริหารโครงการ

ส่วนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับความคิดเห็นด้านการประยุกต์เนื้อหา IE.102 วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกรโดยใช้ Project based learning จากการมอบหมายงานและการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างโดยเลือกตามลำดับความสำคัญที่ตรงกับความเป็นจริงหรือตามความคิดเห็นเชิงการพัฒนา วิชากระบวนการผลิตขั้นพื้นฐานสำหรับวิศวกรแบบบูรณาการกับงานประจำ

ระดับความสำคัญ **5** = มากที่สุด **4** = มาก **3** = ปานกลาง **2** = น้อย **1** = น้อยที่สุด

ความสามารถในการพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ		**ระดับความสำคัญ**				
		5	4	3	2	1
1. การปฏิบัติการในสถานประกอบการเป็นการฝึกทักษะพื้นฐานการเป็นวิศวกร						
1.1	ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานตามที่หัวหน้างานมอบหมาย สอดคล้องกับการเรียน PBL					
1.2	ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับ/งานซ่อม/งานบำรุงรักษา/งานแก้ไขปัญหา/งานปรับปรุง/ผลิตชิ้นงานใหม่ทางช่างอุตสาหกรรม โดยฝึกตามมาตรฐาน CDIO					
1.3	ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานโดยใช้เครื่องมือด้านช่างอุตสาหกรรม เช่น การเตรียมงาน การจัดทำเอกสาร การเลือกชิ้นงาน กำหนดวัสดุ ใช้เครื่องมือ เช่น ประแจ คีมจับงาน เครื่องมือวัด สำหรับตรวจสอบชิ้นงานที่สร้างขึ้น					
1.4	ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการเขียนแบบ อ่านแบบเพื่อสร้างหรือผลิต เรียนรู้เพื่อความเข้าใจสมบัติของวัสดุ การสร้างหรือผลิตใหม่ การตรวจสอบผลงานที่สร้างขึ้นใหม่					
1.5	ผู้เรียนได้ใช้เครื่องมือวัด มากกว่า 1 ชนิด เช่น ตลับเมตร บรรทัด เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ไมโครมิเตอร์ โปรเจกเตอร์ และอื่นๆ					
2. ฝึกทักษะการปรับแต่งชิ้นงานด้วยอุปกรณ์พื้นฐานสำหรับผลิตชิ้นงานที่มีประโยชน์และใช้งานได้จริง						
2.1	ผู้เรียนได้ใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์อย่างหนึ่งอย่างใดต่อไปนี้ เช่น ตะไบ เลื่อย กระดาษทราย เพื่อการปรับแต่งหรือแก้ไขชิ้นงานที่เป็นประโยชน์ในโรงงาน					

ความสามารถในการพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ		ระดับความสำคัญ				
		5	4	3	2	1
2.2	ผู้เรียนได้ปฏิบัติการทำความสะอาดบริเวณปฏิบัติงาน ทำความสะอาดเครื่องมือและทำการจัดเก็บอุปกรณ์หลังการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ					
2.3	ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน เป็นประโยชน์ต่อสถานประกอบการ					
2.4	ผู้เรียนให้ความสำคัญต่อการดูแลและทำการบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ					
2.5	ผู้เรียนตระหนักด้านการทำงานด้วยความปลอดภัยและปฏิบัติงานด้วยการให้ความสำคัญกับความปลอดภัยสูงสุดทั้งตนเองและผู้อื่น					
3. ฝึกทักษะการขึ้นรูปชิ้นงานหรือการผลิตสินค้าด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์เพื่อการผลิต การบำรุงรักษาและแก้ไขชิ้นงานเสียของลูกค้า						
3.1	ผู้เรียนได้ปฏิบัติการขึ้นรูปชิ้นงาน หรือการซ่อมชิ้นงานเพื่อจำหน่ายได้เป็นรูปธรรม เช่น สินค้าคัตติ้งทูลส์ เครื่องจักรกล ซ่อมชิ้นส่วนส่งให้ลูกค้า เป็นต้น					
3.2	ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานด้านการขึ้นรูปโลหะด้วย**การตัดปาดผิวชิ้นงาน**ในสถานประกอบการ อย่างใดอย่างหนึ่ง ต่อไปนี้ เลื่อย กลึง กัด เจาะ เจียระไน เชื่อม ตัด พับ ดัด ประกอบการเรียนและการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ					
3.3	ผู้เรียนได้ปฏิบัติการศึกษาแบบสั่งผลิต วิเคราะห์การเขียนแบบชิ้นงานเพื่อการผลิตและการแก้ไขปัญหาให้หน่วยงานที่ปฏิบัติงานจากการปฏิบัติงานและการเรียนตลอดภาคเรียน					
3.4	ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุจากการเรียนและการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ					
4. ความสามารถในการวิเคราะห์และการเขียนแบบทางวิศวกรรม						
4.1	ผู้เรียนได้ฝึกการเขียนแบบ อ่านแบบทั้งจากการเรียนและการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ					
4.2	ผู้เรียนได้ฝึกทำการศึกษาและการวิเคราะห์แบบสั่งผลิตโดยมีประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานด้านผลิตสินค้าหรือการแก้ไขปัญหา					

ความสามารถในการพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ		ระดับความสำคัญ				
		5	4	3	2	1
4.3	ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้วิชาที่เกี่ยวข้องในภาคเรียนเดียวกันเพื่อประยุกต์ใช้กับการปฏิบัติงานในสถานประกอบการได้เป็นรูปธรรม					
4.4	ผลการปฏิบัติงานด้านการผลิต การซ่อม การสร้าง ผลงานดังกล่าวนำไปใช้ประโยชน์ให้แก่ผู้รับบริการได้					
4.5	ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติงานในโรงงานและเป็นผู้มีผลการผลิตชิ้นงานหรือผลิตสินค้าให้นำไปสู่การจำหน่ายสินค้าให้ลูกค้านำไปใช้ได้					
5. การเรียนแบบใช้โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้						
5.1	ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการเขียนข้อเสนอโครงการ					
5.2	ผู้เรียนได้ประยุกต์การทำงานในสถานประกอบการเป็นการเรียนรู้เชิงวิศวกรรม โดยพัฒนาโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ (Project based learning : PjBL)					
5.3	ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการนำเสนอผลการเรียนรู้ด้วยแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบ PjBL					
5.4	ผูเรียนได้แลกเปลี่ยนและเรียนรู้ผลการทำโครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียนกับเพื่อนในชั้นเรียนทุกคน					
5.5	ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้ด้วย CDIO เพื่อพัฒนาทักษะการทำงาน					
5.6	การปฏิบัติงานในสถานประกอบการเป็นการเพิ่มทักษะวิศวกรนักปฏิบัติการ					

ข้อเสนอแนะด้านการพัฒนาวิศวกรนักปฏิบัติ

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะด้านอื่นๆ

.....

.....

ผลการทดสอบ t-Test: Paired Two Sample for Means ประเมินโดยผู้เรียน

	ก่อนเรียน	หลังเรียน
Mean	3.71	4.23
Variance	0.65	0.30
Observations	27.00	27.00
Pearson Correlation	0.62	
Hypothesized Mean Difference	0.00	
df	26.00	
t Stat	-4.27	
P(T<=t) one-tail	0.00	
t Critical one-tail	1.71	
P(T<=t) two-tail	0.00	
t Critical two-tail	2.06	

ผลการทดสอบ t-Test: Paired Two Sample for Means ประเมินผู้เรียนโดยหัวหน้างาน

	ก่อนเรียน	หลังเรียน
Mean	3.28	4.12
Variance	0.43	0.21
Observations	27.00	27.00
Pearson Correlation	-0.12	
Hypothesized Mean Difference	0.00	
df	26.00	
t Stat	-5.17	
P(T<=t) one-tail	0.00	
t Critical one-tail	1.71	
P(T<=t) two-tail	0.00	
t Critical two-tail	2.06	

ภาคผนวก ฎ
เอกสารตีพิมพ์

ภาพที่ ฎ.1 โปสเตอร์ประชาสัมพันธ์ การประชุมวิชาการระดับชาติด้านการพัฒนาการดำเนินงานทางอุตสาหกรรม ครั้งที่ 12 (CIOD 2021)

งานประชุมวิชาการด้านการพัฒนาการดำเนินงานทางอุตสาหกรรมแห่งชาติ ครั้งที่ 12 ประจำปี 2564

(The 12th National Conference of Industrial Operations Development 2021: CIOD 2021)

ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้เพื่อแสดงว่า

บทความเรื่อง

การพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนวิชาพื้นฐานวิศวกรรมอุตสาหกรรมแบบบูรณาการ CDIO กรณีศึกษา การปฏิบัติงานและการเรียนรู้ในกระบวนการผลิตคัตติ้งทูลส์

โดย

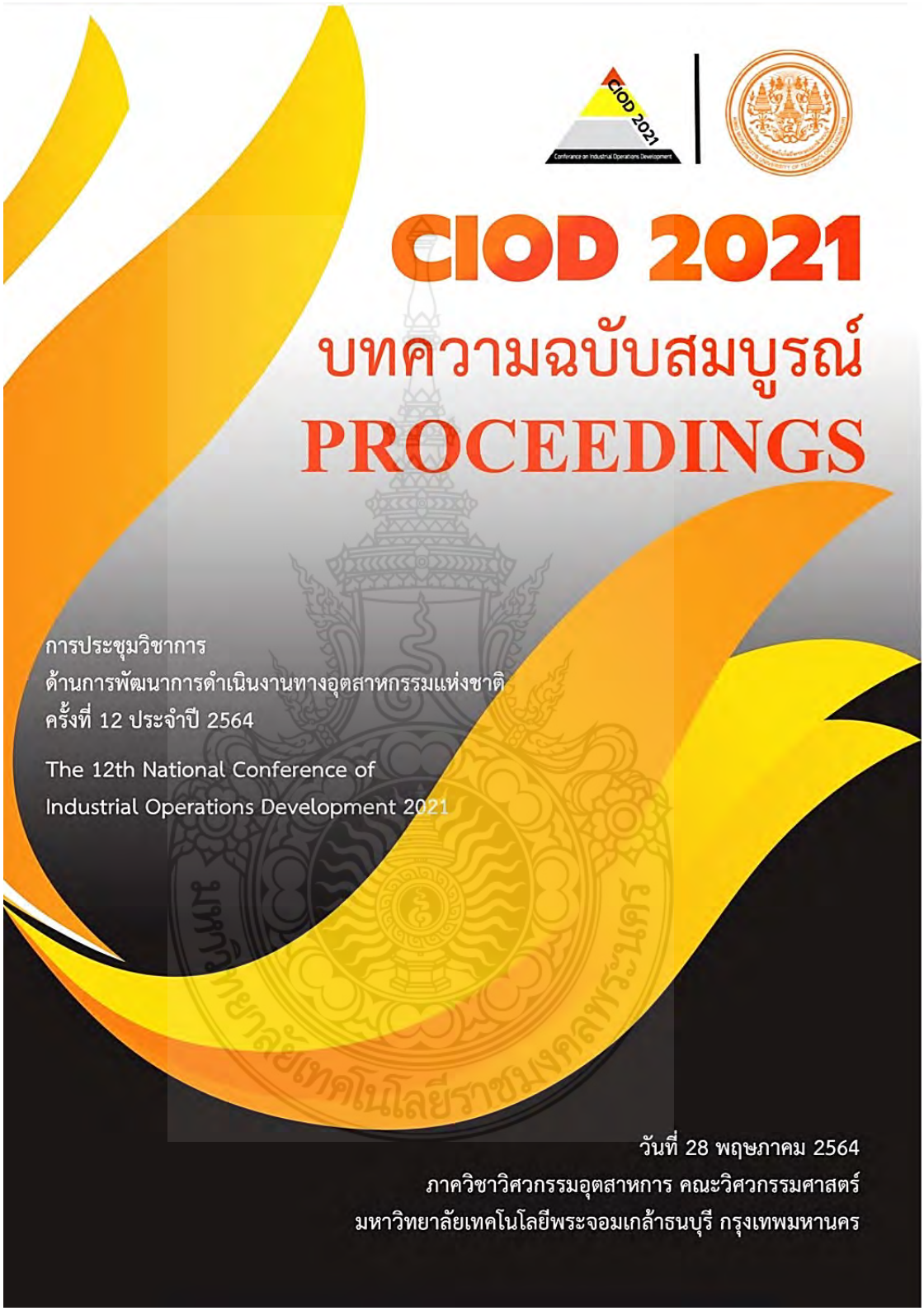
วีรญา กรทิพย์, สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ และ ปริญญ์ บุญกนิษฐ

ได้เข้าร่วมและนำเสนอบทความในงานประชุมวิชาการ CIOD 2021

ให้ไว้ ณ วันที่ 28 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2564

CEC-KMUTT-CIOD-64-1-054

ภาพที่ ฎ.2 ภาพเกียรติบัตร การประชุมวิชาการระดับชาติด้านการพัฒนาการดำเนินงานทางอุตสาหกรรม ครั้งที่ 12 (CIOD 2021)



ภาพที่ ฎ.3 ภาพหนังสือ การประชุมวิชาการระดับชาติด้านการพัฒนาการดำเนินงานทางอุตสาหกรรม ครั้งที่ 12 (CIOD 2021)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ภาพที่ ฎ.4 ภาพโปสเตอร์งานประชุมวิชาการราชมงคลด้านเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ ครั้งที่ 6 RMTC2021

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ภาพที่ ฎ.5 ภาพโปสเตอร์การปลี่ยนแปลงวันประชุมวิชาการราชมงคลด้านเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ ครั้งที่ 6 RMTC2021

ภาพที่ ฎ.6 ภาพหนังสือประชุมวิชาการราชมงคลด้านเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ ครั้งที่ 6 RMTC2021

การประชุมวิชาการราชมงคลด้านเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ ครั้งที่ 6
RMTC 2021
The 6th Rajamangala Manufacturing and Management Technology Conference 2021
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้ไว้เพื่อแสดงว่า
วีรญา กรทิพย์ ศหรัตน์ วงษ์ศรีษะ และปริญญ์ บุญกนิษฐ
ได้ร่วมนำเสนอบทความสาขา วิศวกรรมการผลิต (Manufacturing Engineering)
เรื่อง การศึกษาอุตสาหกรรมและวิศวกรรมการผลิตคัตติ้งทูลส์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน
ในการประชุมวิชาการราชมงคลด้านเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ ครั้งที่ 6
(The 6th Rajamangala Manufacturing and Management Technology Conference 2021)
ระหว่างวันที่ 1 - 3 กันยายน 2564
การนำเสนอรูปแบบออนไลน์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิวะ วสุนธราภิวัฒก์)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

ภาพที่ ฎ.7 ภาพเกียรติบัติการประชุมวิชาการราชมงคลด้านเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ ครั้งที่ 6 RMTC2021

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นางสาววีรญา กรทิพย์

วัน เดือน ปีเกิด 10 สิงหาคม 2539

ภูมิลำเนา อำเภอเมืองกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต	2561

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

เจ้าหน้าที่สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต