สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โปรแกรมการคำนวณและการจัดการสำหรับโรงปฏิบัติงานเครื่องกล

MACHINING PROCESS CALCULATION AND MECHANICAL WORKSHOP MANAGEMENT SOFTWARE

โดย

นางสาว ปิยะพร นิยม

นางสาว สิตานัน ศรีมณี

นาย ชวิศ อมรวุฒิกุล

T119244

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. เอกพจน์ ตันตราภิวัฒน์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 119244
วัน,เดือน,ปี..... - 6 ส.ค. 2554

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โปรแกรมการคำนวณและการจัดการสำหรับโรงปฏิบัติการเครื่องกล

MACHINING PROCESS CALCULATION AND MECHANICAL WORKSHOP MANAGEMENT SOFTWARE

ผู้จัดทำ

1. นางสาว ปิยะพร นิยม รหัสประจำตัว 50010981
2. นางสาวสิตานัน ศรีมณี รหัสประจำตัว 50011670
3. นาย ชวิศ อมรวุฒิกุล รหัสประจำตัว 50011688

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. เอกพจน์ ตันตราภิวัฒน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการคำนวณและการจัดการสำหรับโรงปฏิบัติการเครื่องกล

นางสาวปิยะพร นิยม 50010981
นางสาวสิตานัน ศรีมณี 50011670
นายชวิศ อมรวุฒิกุล 50011688
ดร. เอกพจน์ ตันตราภิวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการนำความรู้ทางด้านกระบวนการผลิต, งานเครื่องมือกล และเทคโนโลยีการตัดเฉือน มาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาเป็นโปรแกรมการคำนวณและการจัดการสำหรับโรงปฏิบัติการเครื่องกล โดยใช้โปรแกรม Borland delphi เชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม MySQL ตัวโปรแกรมแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่หนึ่ง โปรแกรมการคำนวณ สามารถแสดงผลการคำนวณหาความเร็วรอบ, ความเร็วตัด, อัตราป้อน และตัวแปรอื่นๆที่มีค่าเหมาะสมที่สุดในแต่ละเงื่อนไขของการทำงานในกระบวนการตัด โดยยึดตัวแปรจากการทำงานจริงเป็นหลัก เช่น วัสดุชิ้นงาน, ชนิดและวัสดุเครื่องมือตัด, ขนาดของชิ้นงานหรือเครื่องมือตัด เป็นต้น ส่งผลให้โอกาสในการเกิดความเสียหายของเครื่องมือเครื่องจักรลดน้อยลง, ยืดอายุการใช้งานของเครื่องมือเครื่องจักร และเกิดการสิ้นเปลืองเวลาในการปฏิบัติงานที่น้อยที่สุด ส่วนที่สอง ส่วนของโปรแกรมการจัดการ สามารถยืม-คืนเครื่องมือ,ตรวจสอบสถานะการยืม-คืน, แก้ไขและจัดระเบียบอุปกรณ์เครื่องมือ ผ่านตัวโปรแกรมโดยตรง เพื่อการเข้าถึงที่ดีของผู้ใช้งาน ก่อให้เกิดระบบการจัดการที่ดี มีคุณภาพ และช่วยลดเวลาและความยากลำบากให้กับผู้ใช้งานและผู้ดูแลระบบ นอกจากนี้ตัวโปรแกรมยังได้สอดแทรกเนื้อหาทางทฤษฎีและข้อควรระวังในการปฏิบัติงานเครื่องมือกลต่างๆที่จะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองผ่านตัวโปรแกรม ซึ่งผลจากการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานโปรแกรมและการทดสอบระบบโดยคณะอาจารย์ เจ้าหน้าที่และนักศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 100 คนนั้น ระดับความพึงพอใจของผู้ประเมินอยู่ในเกณฑ์ที่ดี โครงงานนี้จัดว่ามีประโยชน์ และสามารถนำไปใช้งานกับโรงปฏิบัติการเครื่องกลทั่วๆไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MACHINING PROCESS CALCULATION AND MECHANICAL WORKSHOP MANAGEMENT SOFTWARE

Piyaporn Niyom
Sitanan Srimanee
Chawis Amornwuttikul
Dr.Akapot Tantrapiwat Advisor

ABSTRACT

This project is a study in manufacturing process and leads to a development of software which will be used for machining process calculation and tool lending management. By using modern database tools and programs, the machine shop can be systematically organized. This results the easy access, high operating performance, less chance of accidence, tool loss and machine damage. The new system also helps to reduce time and difficulty for the administrators who operate the system. This software development also includes a set of machining process calculation which will help users to calculate appropriate cutting speed, feed rates, etc. based on their actual working parameters such as materials, tools and work part geometries. Moreover, parts of the software contain metal working theories and related information that helps unskilled workers. The system allows administrators to review tool stock and organize all equipments for better access to all users. This project is very practical and useful. It was tested and evaluated by a 100 volunteers which mostly agreed that the system is helpful and satisfy with the result. The system was implemented to a machine shop in the Department of Mechanical Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ก็เพราะด้วยความเอาใจใส่ แนะนำ และช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ เสมอมาจาก ดร.เอกพจน์ ตันตราภิวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก รวมทั้งคณะอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนให้มีความรู้ความสามารถจนนำมาซึ่งความสำเร็จนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆทุกคน สำหรับ คำแนะนำ ติ-ชม ความช่วยเหลือ และกำลังใจให้ผู้จัดทำมาโดยตลอด

และท้ายที่สุดนี้ ต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นางสาวปิยะพร นิยม

นางสาวสิตานัน ศรีมณี

นายชวิศ อมรวุฒิกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตของการทำโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและการคำนวณที่เกี่ยวข้อง	
2.1 กระบวนการตัดโลหะ	4
2.2 การปฏิบัติงานเครื่องมือกล	9
2.3 การวางผังโรงงาน	12
2.4 ความปลอดภัยในโรงงาน	13
บทที่ 3 การออกแบบและสร้างระบบซอฟต์แวร์	
3.1 เครื่องมือที่ใช้เขียนโปรแกรม	22
3.2 การออกแบบโปรแกรม	22
3.3 การออกแบบการวางผังโรงปฏิบัติการเครื่องกล	25
บทที่ 4 ขั้นตอนการดำเนินงานและการประเมินผล	
4.1 ขั้นตอนการสร้างระบบซอฟต์แวร์	27
4.2 ขั้นตอนการทดสอบระบบและประเมินผล	27
4.3 การวิเคราะห์ผล	28
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	36
5.2 ข้อเสนอแนะ	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก 37

ภาคผนวก ข 44

ภาคผนวก ค 48

ภาคผนวก ง 61

ภาคผนวก จ 88

เอกสารอ้างอิง 91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 การคำนวณหาเนื้อที่ที่ใช้ของโรงปฏิบัติการใหญ่ บนตึก ME 4 ชั้น	25
2 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็น: ด้านสภาพแวดล้อมและการรักษาความปลอดภัย	29
3 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็น: ด้านระบบการจัดการและระบบการยืมคืนอุปกรณ์	30
4 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็น: ด้านประโยชน์และความรู้ที่ได้รับ	32
5 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็น: โปรแกรมการคำนวณและการจัดการ	33
6 แสดงข้อมูลระดับความพึงพอใจ	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงการเรียกชื่อส่วนต่าง ๆ ของดอกสว่าน	6
รูปที่2.2 มุมต่างๆของดอกสว่าน	6
รูปที่ 2.3 แสดงมุมต่างๆของมีดกลึงที่ทำจากเหล็กกล้ารอบสูง	7
รูปที่ 2.4 แสดงรูปแบบมีดเล็บคาร์ไบด์ ตาม DIN 4987	8
รูปที่ 3.1 ลักษณะการทำงานของโปรแกรมสำหรับผู้ใช้งาน	23
รูปที่ 3.2 ลักษณะการทำงานของโปรแกรมสำหรับผู้ดูแลระบบ	24
รูปที่ 3.3 (a) การเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล	24
รูปที่ 3.3 (b) การเชื่อมต่อเครือข่าย	24
รูปที่ 3.4 ผังโรงปฏิบัติการเครื่องกลบนอาคารตึก ME 4 ชั้น	26
รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบความพึงพอใจระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงโรงปฏิบัติการด้านสภาพแวดล้อมและความปลอดภัย	29
รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบความพึงพอใจระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงโรงปฏิบัติการด้านระบบการจัดการและระบบการยืมคืนอุปกรณ์	31
รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบความพึงพอใจระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงโรงปฏิบัติการด้านประโยชน์และความรู้ที่ได้รับ	32
รูปที่ 4.4 ร้อยละของความพึงพอใจหลังจากที่มีโปรแกรมการคำนวณและการจัดการสำหรับโรงปฏิบัติการเครื่องกล	34
รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบความพึงพอใจระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงโรงปฏิบัติการ	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

อุตสาหกรรมงานโลหะ ได้ถูกกำหนดขึ้นเป็นอุตสาหกรรมเป้าหมายสาขาหนึ่งในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 7 ซึ่งแนวทางในการพัฒนางานอุตสาหกรรมงานโลหะคือ การส่งเสริม สนับสนุน เพิ่มขีดความสามารถของเครื่องจักรกล ให้มีประสิทธิภาพในการผลิตสูงขึ้น เช่นการผลิตชิ้นส่วนโลหะที่มีความเที่ยงตรงสูงด้วยเครื่องมือกล เป็นต้น

ในขบวนการผลิต เทคโนโลยีที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นมากที่จะนำมาใช้เพิ่มผลผลิตให้ได้มากพอ และทันต่อความต้องการในปัจจุบันที่กำลังเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

ปัญหาด้านเทคนิคการผลิต รวมไปถึงการใช้ความรู้ความชำนาญ เป็นปัญหาที่เห็นได้อย่างชัดเจน เนื่องจากบุคลากรที่อยู่ในระบบการผลิตยังไม่สามารถนำเทคโนโลยีมาช่วยในการผลิตได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ซึ่งปัญหาในเรื่องนี้จะมีความต่อเนื่องไปยังปัญหาเรื่องแรงงานที่มีฝีมือ โดยเฉพาะในเรื่องของวิศวกรที่ปัจจุบันมีความขาดแคลนกันเป็นอย่างมาก ซึ่งบุคลากรระดับนี้มีความสำคัญในแง่ของการช่วยพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีการผลิตหรือรับการถ่ายโอนเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

การที่จะพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศ จนสามารถพึ่งตนเองทางเทคโนโลยีได้นั้น จำเป็นจะต้องพัฒนาขีดความสามารถในด้านต่างๆให้สูงขึ้น ซึ่งลำดับขีดความสามารถทางเทคโนโลยีนั้นแบ่งได้เป็น 5 ข้อ คือ

(1) การมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี และการใช้เทคโนโลยีนั้น

(2) การมีความสามารถในการซ่อมแซม แก้ไข เมื่อเกิดข้อขัดข้องหรือปัญหา

(3) การมีความสามารถในการดัดแปลง เปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพการใช้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม

(4) การมีความสามารถในการสร้างเลียนแบบ หรือลอกแบบให้มีคุณภาพเท่าเดิม

(5) การมีความสามารถในการคิดค้น หรือประดิษฐ์เทคโนโลยีชนิดใหม่ ด้วยการริเริ่มของตนเอง

นอกจากปัญหาในเรื่องของการพัฒนาฝีมือของบุคลากรที่มีความสำคัญ ปัญหาด้านสภาพแวดล้องของสถานประกอบการหรือโรงงานอุตสาหกรรมก็มีความสำคัญไม่แพ้กัน กล่าวคือ บุคลากรจะมีศักยภาพและมีคุณภาพที่ดีได้นั้น จะต้องมาจากสภาพแวดล้อมที่ดี มีระบบการจัดการที่ดี มีคุณภาพ ประกอบกันไป

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล เป็นหลักสูตรสาขาหนึ่งที่เปิดสอนในคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตั้งแต่ปี พ.ศ.2519 เป็นภาควิชาที่ได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนและการวิจัยทางด้านวิศวกรรมเครื่องกลอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง ทำซ้ำ หรือเผยแพร่ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีห้องปฏิบัติการทางด้านวิศวกรรมเครื่องกลพื้นฐานและขั้นสูง ที่เปรียบเสมือนเป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดย่อม ให้นักศึกษาได้ฝึกการใช้เทคโนโลยีอย่างเต็มประสิทธิภาพ ประกอบกับเพื่อใช้เป็นสถานที่ฝึกทดลองปฏิบัติการต่างๆเพื่อเสริมสร้างทักษะในงานวิศวกรรมนอกเหนือจากทฤษฎีที่เรียนรู้ในห้องเรียน ทำให้สามารถวิศวกรที่มีฝีมือและมีคุณภาพทั้งในระดับปริญญาตรี, ปริญญาโท และปริญญาเอก รวมทั้งงานให้บริการแก่ภาคเอกชนและภาครัฐอย่างสม่ำเสมอ

เพื่อตอบสนองต่อสิ่งดังกล่าวนี้ คณะผู้จัดทำโครงงานมีแนวคิดที่จะพัฒนาและปรับปรุงโรงปฏิบัติการเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ให้เกิดความทันสมัย และมีระบบการจัดการที่ดี มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยได้ศึกษาในเรื่องกระบวนการผลิต และเทคโนโลยีการตัดเฉือน นำมาซึ่งการพัฒนาเป็นระบบซอฟต์แวร์ที่จะช่วยส่งเสริม และสนับสนุนให้บุคลากรมีการนำความรู้ทางเทคโนโลยีมาใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกระบวนการผลิตและงานโลหะและข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการวางผังโรงงานและจัดการการวางผังโรงปฏิบัติการเครื่องกล

1.2.2 เพื่อออกแบบและสร้างโปรแกรมการคำนวณและจัดการสำหรับโรงปฏิบัติการเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.2.3 เพื่อส่งเสริม สนับสนุน ในการนำเทคโนโลยีมาช่วยในกระบวนการผลิตได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

1.3 ขอบเขตของการทำโครงงาน

1.3.1 ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีกระบวนการผลิต, การใช้เครื่องมือเครื่องจักรกล 4 ชนิด ได้แก่ เครื่องเจาะ, เครื่องกลึง, เครื่องกัด และเครื่องไส ซึ่งเป็นเครื่องจักรกลที่นิยมใช้กันมากที่สุดในโรงปฏิบัติการเครื่องกล และทฤษฎีพื้นฐานการวางผังโรงงาน

1.3.2 ออกแบบและสร้างโปรแกรมการคำนวณและระบบเบิกจ่ายเครื่องมือสำหรับโรงปฏิบัติการเครื่องกล โดยใช้โปรแกรม Delphi และ MySQL

1.3.3 เชื่อมต่อระบบเครือข่ายระหว่างเครื่องผู้แตระบบ (Sever) กับเครื่องผู้ใช้งาน (Client)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงาน

1.4.1 ทำให้ผู้วิจัยได้ศึกษาและสร้างโปรแกรมอำนวยความสะดวก เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.4.2 ทำให้ผู้ใช้งานในโรงปฏิบัติการได้รับความสะดวกจากการใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้น

1.4.3 ทำให้ระบบการจัดการเกี่ยวกับการยืมคืนเครื่องมือและการขอใช้เครื่องจักรในโรงปฏิบัติการเป็นระบบมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและการคำนวณที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระบวนการตัดโลหะ (Metal Cutting Process)

กระบวนการตัดโลหะ เป็นกระบวนการผลิตรูปแบบหนึ่งซึ่งเป็นการกำจัดรูปร่าง รูปทรง หรือชิ้นส่วนที่ไม่พึงประสงค์ออกไป โดยมีวัตถุประสงค์หลักๆคือ เพื่อกำจัดรูปทรงที่ไม่พึงประสงค์ออกได้อย่างรวดเร็วและประหยัด, เพื่อก่อให้เกิดคุณภาพผิวงานที่ดี และเพื่อให้เครื่องมือตัดที่นำมาใช้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานที่สุด นั่นคือการเกิดประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในการปฏิบัติงาน

ในการศึกษาโครงงานเรื่องนี้ จะศึกษาไปถึงตัวแปรต่างๆที่มีค่าเหมาะสมที่สุดในแต่ละสภาพการทำงานของกระบวนการตัดโลหะที่ใช้กับเครื่องจักรกลอันได้แก่ เครื่องเจาะ, เครื่องกลึง, เครื่องกัด และเครื่องไส ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างโปรแกรมช่วยคำนวณ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการตัดโลหะดังที่กล่าวมา

2.1.1 วัสดุทำเครื่องมือตัด (Cutting tool materials)

คุณสมบัติที่จำเป็นสำหรับเครื่องมือตัดใดๆ ได้แก่ความสามารถในการต้านทานการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูง, ความมีสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานต่ำ, ความต้านทานต่อการขัดสี และความเหนียวแน่นซึ่งเพียงพอที่จะต้านทานต่อการแตกร้าวได้ ดังนั้นการเลือกใช้เครื่องมือตัดที่ทำจากวัสดุที่เหมาะสมกับลักษณะของงานที่ทำก็เป็นสิ่งที่จำเป็นไม่แพ้กัน วัสดุหลักที่ใช้ในการทำเครื่องมือตัดมีดังนี้

(1) เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel) : มีปริมาณคาร์บอน 0.8%–1.20% ทำการชุบแข็งได้ดี อาจเพิ่ม ความแข็งของมันจนมีค่าใกล้เคียงกับเหล็กกล้าความเร็วสูงต่างๆหรืออาจทำให้มีความเหนียวแน่นได้ตามต้องการด้วยกรรมวิธีทางความร้อนที่เหมาะสม จะสูญเสียความแข็งที่อุณหภูมิประมาณ 300 องศา ดังนั้นจึงถูกจำกัดใช้เฉพาะเครื่องมือตัดขนาดเล็ก และไม่เหมาะสมในการตัดด้วยความเร็วสูงหรือใช้ในงานหนัก แต่จะใช้ในการปฏิบัติกับวัสดุอ่อน

(2) เหล็กกล้าความเร็วสูง (High Speed Steel: HSS) : มีส่วนประกอบของโลหะผสมสูง มีความสามารถในการชุบแข็งได้ดีเป็นพิเศษและสามารถรักษาสภาพของคมตัดที่ดีไว้ได้จนถึงอุณหภูมิประมาณ 650 องศา ซึ่งสภาพนี้เป็นคุณสมบัติในด้านความต้านทานต่อการอ่อนตัวที่อุณหภูมิสูงหรือ ความแข็งขณะร้อนแดง (red hardness) อันเป็นคุณสมบัติที่ต้องการมากที่สุดในเครื่องมือตัดต่างๆ

(3) โลหะผสมหล่อนอกกลุ่มเหล็ก (Cast Nonferrous Alloy) : โลหะ ผสมนอกกลุ่มเหล็กจำนวนมากประกอบด้วยส่วนผสมหลัก โครเมียม โคบอลต์และทังสเตนกับธาตุผสมในปริมาณน้อยกว่าตั้งแต่หนึ่งชนิดขึ้นไปที่มีการสร้างรูปแบบคาร์ไบด์ เช่นแทนทาลัม (tantalum), พลวงหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โบรอน (boron) ซึ่งเป็นวัสดุที่เหมาะสมเป็นพิเศษสำหรับทำเครื่องมือตัด เมื่อหล่อให้เข้ารูปแล้ววัสดุจะมีความแข็งขณะร้อนแดงสูงและสามารถรักษามุมตัดที่ดีไว้ได้จนถึงอุณหภูมิ 925 องศา เปรียบเทียบกับเหล็กกล้าความเร็วสูงมันจะสามารถใช้ได้ที่อัตราเร็วตัดสูงกว่าถึง 2 เท่าที่อัตราการป้อนเดียวกัน อย่างไรก็ตามโลหะผสมนี้จะมีความเปราะมากกว่า ไม่ตอบสนองต่อกรรมวิธีทางความร้อนและทำการตัดปาดได้ด้วยการเจียรนัยเพียง วิธีเดียวเท่านั้น

(4) คาร์ไบด์ (Carbide) : มีดเล็บคาร์ไบด์ (Carbide cutting tool) ทำขึ้นได้โดยการทางโลหะผงเท่านั้น โดยผงโลหะของทังสเตนคาร์ไบด์และโคบอลต์จะถูกอัดให้มีรูปร่างตามต้องการแล้วนำเข้าสู่กระบวนการกึ่งยึดเหนี่ยวในเตา ซึ่งมีบรรยากาศของไฮโดรเจนที่อุณหภูมิ 1550 องศา จากนั้นจึงทำผิวสำเร็จโดยการเจียรนัย เหมาะสมกับการตัดปาดเหล็กหล่อและวัสดุอื่นๆจำนวนมากสามารถคงตัวไว้ได้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 1200 องศา ดังนั้นความแข็งขณะร้อนแดงของวัสดุนี้จึงมีเหนือว่าวัสดุโดยทั่วไป

นอกจากนี้ยังเป็นวัสดุจากการสังเคราะห์ที่แข็งที่สุดเท่าที่ผลิตขึ้นได้และยังมีความแข็งแรงทางด้านแรงอัดสูงเป็นอย่างยิ่ง อย่างไรก็ตามมันมีข้อเสียในด้านที่มีความเปราะสูง มีความต้านทานต่อการกระทบกระแทกต่ำ และต้องการฐานรองรับอย่างมั่นคงแข็งแรง เพื่อป้องกันการแตกร้าว ทั้งยังทำการเจียรนัยได้อย่างลำบาก เครื่องมือตัดคาร์ไบด์จะสามารถทำการตัดด้วยอัตราเร็ว 2 – 3 เท่า ของเครื่องมือตัดจากโลหะผสมหล่อแต่ในอัตราการป้อนที่น้อยกว่ามาก ในแง่เศรษฐกิจแล้วจึงควรนำเครื่องมือคาร์ไบด์มาใช้ให้มากที่สุด โดยเครื่องจักรสำหรับเครื่องมือคาร์ไบด์จะต้องมีความมั่นคงแข็งแรง มีกำลังพอเพียงและมีช่วงของการป้อนและอัตราเร็วรอบที่เหมาะสมสำหรับวัสดุ ต่าง ๆ

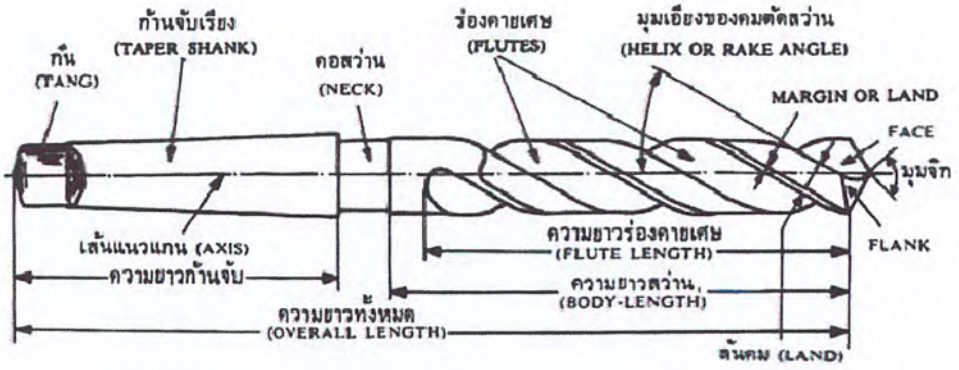
(5) เพชร (Diamond) : ใช้เป็นเครื่องมือตัดคมเดี่ยวสำหรับการตัดที่อัตราเร็วสูง ซึ่งต้องมีการรองรับอย่างมั่นคงแข็งแรงเนื่องจากวัสดุเพชรมีความแข็งและเปราะสูงมากเป็นพิเศษ รูปแบบของการใช้งานคือ ใช้ในการตัดปาดวัสดุที่มีความแข็งจนยากต่อการปฏิบัติการด้วยเครื่องมืออื่น ๆ ทั้งยังต้องการความแม่นยำและผิวสำเร็จที่ดีเยี่ยมหรือใช้ในการตัดวัสดุอ่อน เช่น การตัดปาดพลาสติก ยาง แข็ง คาร์บอนอัด เป็นต้น

(6) เซรามิค (Ceramic) : เป็นส่วนผสมของผงอลูมินัมออกไซด์และสารตัวเติมจำพวกไททาเนียม แมกนีเซียม หรือโครเมียมออกไซด์ รวมตัวประสานที่นำผ่านเข้าขบวนการทำมีดเล็บ ตัวมีดเล็บที่ได้อาจยึดเข้ากับฐานมีดได้ทั้งโดยการใช้ตัวบีบจับ (clamp) หรือการใช้อีพอกซี เรซิ่น (epoxy resin) โดยสมบัติของมีดเล็บคือมีความแข็งแรงในด้านการรับแรงอัดสูงเป็นอย่างยิ่งแต่ค่อนข้างเปราะ

2.1.2 รูปทรงทางเรขาคณิตของเครื่องมือตัด (Cutting tool geometry)

(1) ดอกสว่าน (Drills) : ดอกสว่านจะมีคมอยู่ 2 คม มีร่องคายเศษอยู่ 2 ร่อง คมตัดจะขึ้นเป็นขอบเส้น มีแนวหลบหลังคมไปตามลำตัว คมจะเกิดขึ้นรอบ ลำตัวสว่านเป็นแนวเอียงมุมเหมือนกับเกลียวฟันไปรอบ ๆลำตัว (รูปที่ 2.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงการเรียกชื่อส่วนต่าง ๆ ของดอกสว่าน

คมตัดของสว่าน เกิดขึ้นจากการกัดร่องคายเศษเจาะ คมตัดนี้จะมี 2 ช่วงคือ ด้านหน้าของสว่าน และคมตัดรอบ ๆลำตัว ในลักษณะของเกลียวหรือเป็นคมตัดตรง ซึ่งคมตัดของสว่านนี้จะแบ่งชนิดของคมออกได้เป็น 2 ชนิด คือ คมตัดตรงและคมตัดเลื้อย กรณีของคมตัดเลื้อยส่วนใหญ่ทั่ว ๆ ไป ของการใช้งานจะมีคมรอบลำตัวอยู่ 2 คม หมายถึง มีร่องคายเศษอยู่ 2 ร่องนั่นเอง จะมีสว่าน กรณีพิเศษ ที่มีร่องคายเศษ 3 ร่องหรือ 4 ร่องขึ้นไปสำหรับเจาะ งานเฉพาะซึ่งจะให้คุณสมบัติที่ดี คือ ยิ่งคมตัดมากความเที่ยงตรง ในการเจาะจะสูง และผิวรูเจาะ จะเรียบ แต่ก็มีข้อเสียคือ ความแข็งแรงของคมตัดด้านหน้าจะน้อยลงมุมคมตัดของดอกสว่าน โดยทั่ว ๆ ไปจะประกอบด้วยมุมที่เกี่ยวข้องกับการตัดเฉือน เพื่อจะให้ผลดีต่อการตัดเฉือน(รูปที่ 2.2) ซึ่งแต่ละมุมจะมีความสำคัญต่อการทำงาน และมีความเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน ได้แก่

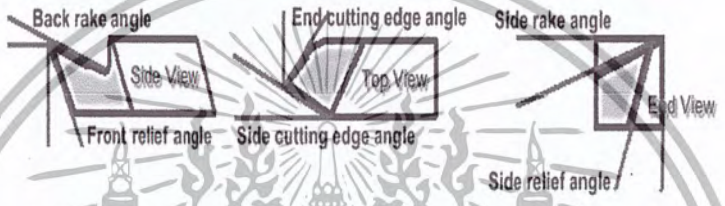
รูปที่2.2 มุมต่างๆของดอกสว่าน

- มุมคมตัด (Cutting Angle) จะมีลักษณะเหมือนกับลิ่มช่วยตัดเฉือนเนื้อโลหะ
- มุมหลบ (Lip Clearance Angle) ช่วยลดการเสียดสี และลดแรงต้านบริเวณผิวหน้าของ มุมจิกของดอกสว่าน ถ้าไม่มีมุมหลบ ดอกสว่านจะไม่สามารถตัดเฉือนผิวงานได้
- มุมคายเศษ (Rake Angle) ช่วยให้เศษตัดเคลื่อนที่คายออกจากผิวงานที่ถูกตัด
- มุมจิก (Point Angle) มุมจิกมีผลต่อแรงกดเจาะ ถ้ามุมจิกโตมากแรงต้านเจาะก็มากขึ้น ตามลำดับ แต่มุมจิกก็ช่วยในการนำศูนย์ในการเจาะงานในขณะเริ่มเจาะด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของมุมหลบและมุมจิกจะขึ้นกับวัสดุงานที่นำมาเจาะ ดังแสดงในตารางที่ ง-1 (ภาคผนวก ง.)

(2) มีดกลึง : มีดกลึงมีคมที่ทำให้ปากผิวโลหะออกได้ขณะกลึง แบ่งได้เป็นสองส่วนคือ ส่วนลำตัวและคมมีด ลำตัวมีไว้สำหรับจับให้แน่นเพื่อเตรียมกลึง และส่วนคมมีดมีไว้สำหรับกลึงหรือปาดผิวงาน วัสดุทำมีดกลึงสำหรับใช้ในงานกลึงปัจจุบันมี 2 ชนิด คือ มีดกลึงทำจากเหล็กกล้ารอบสูง (HSS) ซึ่งเป็นมีดกลึงที่นิยมใช้งานโดยทั่วไป ซึ่งก่อนที่จะนำไปใช้งาน จะต้องมีการลับคมตัดมีดกลึงเสียก่อน ซึ่งส่วนที่ถูกลับออกไปจะทำให้เกิดเป็นมุมขึ้น (รูปที่ 2.3) และมีดกลึงที่ทำจากคาร์ไบด์ (Carbide) ซึ่งเป็นโลหะที่มีความแข็งสูงมาก เหมาะสำหรับการกลึงขึ้นรูปชิ้นงานที่เป็นโลหะแข็ง ซึ่งจะมีรูปแบบที่หลากหลาย ตามมาตรฐาน DIN 4987 (รูปที่ 2.4)

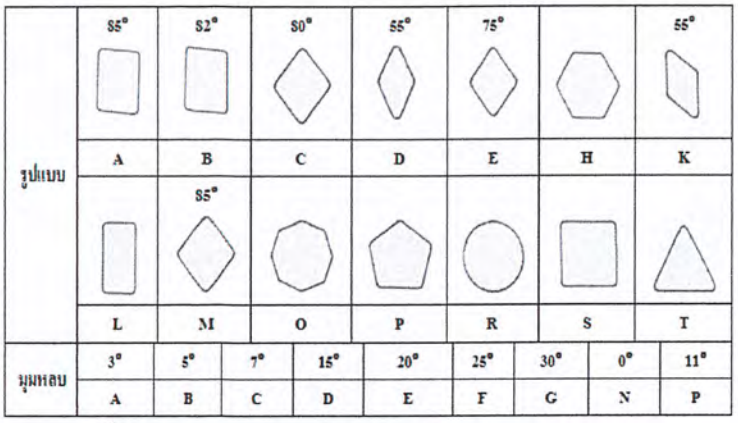


รูปที่ **2.3** แสดงมุมต่างๆของมีดกลึงที่ทำจากเหล็กกล้ารอบสูง

- มุมคายเศษ (Back Rake Angle) มุมนี้จะเป็นมุมที่ลับลงมาให้ลาดต่ำลงจากปลายมีดกลึง สำหรับให้เศษกลึงไหลออกได้สะดวกยิ่งขึ้นขณะคมมีดกลึงกินนาน
- มุมฟรีหน้า (Front Relief Angle) มุมนี้เป็นมุมที่ลับเพื่อไม่ให้ผิวด้านหน้าของมีดกลึงเสียดสีกับผิวงานขณะกลึง
- มุมฟรีข้าง (Side Relief Angle) มุมนี้เป็นมุมที่ลับเพื่อไม่ให้ผิวด้านข้างของมีดกลึงเสียดสีกับผิวงานขณะกลึง
- มุมตัดด้านข้าง (Side Cutting Edge Angle) เป็นมุม ที่ลับให้คมตัดเอียงทำมุมกับตัวมีด เพื่อให้มีดกลึงเดินตัดเนื้อวัสดุได้สะดวกมีแรงต้านน้อย
- มุมตัดด้านหน้า (End Cutting Edge Angle) เป็นมุมที่ลับเพื่อไม่ใช้ผิวด้านหน้าของคมตัดของมีดกลึงเสียดสีกับผิวงานในขณะกลึงงาน

คมตัดของมีดกลึงที่มีลักษณะเป็นมุมต่าง ๆ จะมีค่าที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้กับวัสดุชิ้นงานที่ที่สอดคล้องกัน ดังตารางที่ ง-2 (ภาคผนวก ง.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงรูปแบบมีดเล็บคาร์ไบด์ ตาม DIN 4987

2.1.3 น้ำมันตัด (Cutting fluids)

น้ำมันตัดนั้นมีความจำเป็นอย่างมากในกระบวนการตัดโลหะเนื่องจากในระหว่างกระบวนการปฏิบัติงานนั้นจะก่อเกิดความร้อนและแรงเสียดทานจำนวนมาก อาจทำให้เกิดการสึกหรอหรือการแตกหักของเครื่องมือตัดและเกิดคุณภาพผิวงานที่ไม่ดีอีกด้วย

คุณลักษณะของน้ำมันตัดที่ดี จะต้องมีความสามารถในการหล่อเย็นที่ดี, มีการหล่อลื่นที่ดี, ป้องกันการเกิดสนิม, มีอายุการใช้งานนาน, ไม่มีพิษ, โปร่งแสง, ไม่ติดไฟ และมีความหนืดที่ไม่สูงนัก ซึ่งประเภทของน้ำมันตัดสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

(1) น้ำมันตัดชนิดน้ำมันล้วน : อาจเป็นน้ำมันปิโตรเลียม, น้ำมันจากสัตว์, จากพืช หรือเป็นน้ำมันสังเคราะห์ บางครั้งอาจมีการใส่สารเติมแต่ง (additives) ลงไปด้วย เพื่อเพิ่มคุณสมบัติบางอย่าง เช่น ลดการเกิดละอองน้ำมัน หรือสารป้องกันการเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจน เป็นต้น ข้อดีของน้ำมันชนิดนี้คือจะให้การหล่อลื่นและรับภาระงานหนักได้ดี, ป้องกันการเกิดสนิมได้ดี และไม่เน่าเสีย แต่น้ำมันชนิดนี้จะระบายความร้อนได้ไม่ดี, ค่าใช้จ่ายสูงและจะเกิดปัญหาการฟุ้งกระจายของละอองน้ำมัน

(2) น้ำมันตัดชนิดผสมน้ำ: มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบพื้นฐานช่วยในการหล่อลื่น และมีสารตัวกลางที่ช่วยให้น้ำมันผสมกับน้ำได้ นอกจากนี้ยังมีการใส่สารเติมแต่งลงไปเพื่อเพิ่มคุณสมบัติบางอย่างเช่น สารป้องกันการกัดกร่อน และสารป้องกันการเกิดฟอง เป็นต้น น้ำมันตัดชนิดผสมน้ำนี้ยังสามารถแบ่งย่อยได้อีก 3 แบบ คือ

- แบบน้ำนม มีน้ำมันพื้นฐาน 50-90% มีลักษณะสีน้ำนมขุ่น
- แบบกึ่งสังเคราะห์ มีน้ำมันพื้นฐาน 1-50% มีลักษณะเป็นสีน้ำนมค่อนข้างใส
- แบบสังเคราะห์ เป็นสารสังเคราะห์ ไม่มีน้ำมันพื้นฐาน มีลักษณะใส

น้ำมันตัดชนิดผสมน้ำนี้มีข้อดีคือ สามารถระบายความร้อนได้ดีและมีความสิ้นเปลืองน้อยกว่า แต่ไม่สามารถใช้กับงานที่หนักได้เนื่องจากการหล่อลื่นไม่ดี ป้องกันการเกิดสนิมได้ระยะสั้นและเน่าเสียเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยในการเลือกใช้น้ำมันตัดในกระบวนการใดๆก็ตามจะต้องพิจารณาถึง ชนิดของเครื่องจักร, วัสดุของชิ้นงาน, ชนิดของมีดตัด และต้นทุน ซึ่งนับว่า มีความสำคัญและความจำเป็นอย่างมากที่ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นจะต้องรู้ ถือเป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการตัดโลหะ ซึ่งผู้ปฏิบัติงานสามารถเลือกใช้สารหล่อเย็นได้ดังตารางที่ ง-3 (ภาคผนวก ง.)

2.2 การปฏิบัติงานเครื่องมือกล (Machining Process)

2.2.1 การคำนวณหาความเร็วรอบและอัตราป้อนในงานเจาะ, งานกลึง และงานกัด

การคำนวณหาความเร็วรอบงานเจาะ, งานกลึง และงานกัด เป็นการหาว่าดอกสว่าน, มีดกัด หรือชิ้นงาน จะหมุนไปเป็นจำนวนกี่รอบ ในเวลา 1 นาที มีหน่วยวัดเป็น รอบ/นาที ในการคำนวณหาได้จากสมการที่ 1 และ 2

$$n = \frac{1000\,V}{\pi \cdot d} \text{ รอบ / นาที (หน่วยเมตริก)} \quad \text{------}\textit{สมการที่ 1}$$

$$n = \frac{12\,V}{\pi \cdot d} \text{ รอบ / นาที (หน่วยอังกฤษ)} \quad \text{------}\textit{สมการที่ 2}$$

เมื่อ V = ความเร็วตัดงานเจาะ, งานกลึง หรืองานกัด มีหน่วยเป็น เมตร/นาที หรือ ฟุต/นาที เป็นค่ามาตรฐานที่กำหนดมาให้ตามชนิดวัสดุชิ้นงาน, ความแข็งแรงของชิ้นงาน, อัตราป้อน และชนิดของเครื่องมือตัดดังตารางที่ ง-4-ง-15 (ภาคผนวก ง.)

n = ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)

d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกสว่าน, มีดกัด หรือชิ้นงาน มีหน่วยเป็น มม. หรือ นิ้ว

อัตราป้อน หมายถึง การป้อนลึกลงไปในงานต่อการหมุนของชิ้นงานหรือเครื่องมือตัด 1 รอบ อัตราป้อนของงานเจาะและงานกลึงจะมีค่ามาตรฐานที่กำหนดมาให้ตามชนิดวัสดุชิ้นงาน, ความแข็งแรงของชิ้นงาน และชนิดของเครื่องมือตัด ดังตารางที่ ง-4-ง-11 (ภาคผนวก ง.)

สำหรับอัตราป้อนในงานกัดมีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อนาที หมายถึงระยะที่โต๊ะต้องเลื่อนเพื่อนำชิ้นงานเข้าหามีดกัดในนาทีหนึ่งๆ อัตราป้อนในงานกัดจะต้องป้อนให้เหมาะกับขนาดของมีดกัด, จำนวนฟันของมีดกัด และวัสดุชิ้นงาน อัตราป้อนนี้สำคัญมากเพราะหากป้อนเร็วเกินไป เครื่องกัดจะทำงานเกินภาระอาจเสียหายได้ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3

$$\text{Feed} = \frac{\text{feed}}{\text{tooth}} \times \text{Number of Tooth} \times n \quad \text{----}\textit{สมการที่ 3}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $\frac{feed}{tooth}$ = อัตราป้อนกัด (mm/tooth) หรือ (in/tooth) เป็นค่ามาตรฐานที่กำหนดมาให้ตามชนิดวัสดุชิ้นงาน, ความแข็งแรงของชิ้นงานอัตราป้อนและลักษณะของมีดกัด ดังตารางที่ ง-12-ง-15 (ภาคผนวก ง.)

Number of Tooth = จำนวนฟันของมีดกัด

n = ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)

2.2.2 การคำนวณหาความเร็วรอบและอัตราป้อนในงานไส

งานไสจะมีจังหวะทำงานของมีดไสอยู่สองจังหวะคือจังหวะเดินหน้า และจังหวะถอยหลัง ซึ่งทั้งสองจังหวะนี้จะมีความเร็วตัดเกิดขึ้น แต่ในการไสงานจะมีเพียงจังหวะเดียวที่มีดกินงาน คือ จังหวะเดินหน้า ดังนั้นความเร็วตัดจึงต้องหาค่าเฉลี่ยของทั้งสองจังหวะและมีหน่วยวัดเป็นเมตรต่อนาที เช่นเดียวกับความเร็วตัดของงานเครื่องมือกลอื่น ๆ และสำหรับความเร็วตัดของงานไสจะคำนวณออกมาเป็น จังหวะไส (Stroke) จังหวะเดินหน้าและจังหวะถอยหลังต่อนาที (stroke per minute)

อัตราป้อนไสเป็นระยะทางที่โต๊ะงานหรืองานเคลื่อนที่ไปเมื่อมีดไสเดินครบหนึ่งจังหวะไสโดยงานจะเคลื่อนที่ในจังหวะที่มีดไสถอยหลังสุดมีหน่วยวัดเป็น มม. ต่อจังหวะไส (mm per stroke) ซึ่งจะมีค่าที่เหมาะสมตามแต่ละชนิดของวัสดุชิ้นงานดังตารางที่ ง-16 และ ง-17 (ภาคผนวก ง.)

ความเร็วรอบในงานไสสามารถคำนวณหาได้จากสมการ ที่ 4 และ 5

$$n = \frac{600\,V}{L}$$ คู่จังหวะชัก/นาที (หน่วยเมตริก) ----*สมการที่ 4*

$$n = \frac{7V}{L}$$ คู่จังหวะชัก / นาที (หน่วยอังกฤษ) ----*สมการที่ 5*

เมื่อ V = ความเร็วตัด (เมตร/นาที) หรือ (ฟุต/นาที) เป็นค่ามาตรฐานที่กำหนดมาให้ตามชนิดวัสดุชิ้นงาน, ความแข็งแรงของชิ้นงานอัตราป้อนและระยะป้อนลึก ดังตารางที่ ง-16 และ ง-17 (ภาคผนวก ง.)

n = ความเร็วรอบ (คู่จังหวะชัก/นาที)

L = ความยาวงานไสทั้งหมด (มม.) หรือ (นิ้ว)

ซึ่ง $L = l + l_a + l_u$

โดยที่ l = ความยาวงานไส (มม.)

l_a = ระยะเผื่อหน้ามีด = 20 (มม.)

l_u = ระยะเผื่อหลังมีด = 10 (มม.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การคำนวณอื่นๆ

(1) งานรีมเมอร์ (Reamers) หรืองานคว้านเรียบ เพื่อปาดผิดของรูเจาะ รูคว้าน หรือผิวรูฝังให้เรียบร้อยและสม่ำเสมอเท่ากัน งานบางอย่างผิวของงานจากการเจาะยังไม่เรียบพอหรืออาจจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจากการเจาะไม่ได้พิกัดตามต้องการ จำเป็นจะต้องทำการคว้านละเอียดอีกครั้งหนึ่ง

การเจาะรูสำหรับรีมเมอร์ ในการปฏิบัติงานรีมเมอร์จะต้องเจาะรูด้วยดอกสว่านก่อนและให้ได้ขนาดของรูเจาะเล็กกว่าขนาดของรีมเมอร์ ซึ่งหาได้จากสมการที่ 6

$$D_h = D_R - Z \qquad \text{---------สมการที่ 6}$$

เมื่อ D_h = ขนาดรูเจาะ

D_r = ขนาดรีมเมอร์

Z = ระยะเผื่อ (ระยะเผื่อจากตาราง + ส่วนเกิน)

<u>หมายเหตุ</u> : ดอกเจาะขนาดหนึ่งๆ เมื่อเจาะรูเสร็จ ขนาดของรูเจาะโดยปกติแล้วจะโตกว่าขนาดของดอกเจาะประมาณ 0.05 มม. ซึ่งเป็นส่วนเกิน ส่วนระยะเผื่อของรีมเมอร์มีค่ามาตรฐาน ดังตารางที่ ง-18 (ภาคผนวก ง.)

ความเร็วรอบสำหรับงานรีมเมอร์ ปกติจะช้ากว่าความเร็วที่ใช้เจาะรูประมาณ 1 ใน 3 ของความเร็วเจาะ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1 และ 2 สำหรับความเร็วตัดที่เลือกใช้จะต้องขึ้นอยู่กับชนิดวัสดุชิ้นงาน, ความแข็งแรงของชิ้นงาน และชนิดของดอกรีมเมอร์ ดังตารางที่ ง-19-ง-22 (ภาคผนวก ง.)

(2) งานทำเกลียว ในการหาขนาดของรูเจาะเพื่อทำเกลียว สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 7

$$T.D.S = D - P \qquad \text{-----}\textit{สมการที่ 7}$$

เมื่อ T.D.S. = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่จะต้องเจาะ

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหลัก

P = ระยะพิตช์ของเกลียว

และความเร็วรอบที่เหมะสมในงานทำเกลียวหากนำไปใช้ร่วมกับเครื่องจักร ดูได้จากตารางที่ ง-23 (ภาคผนวก ง.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การวางผังโรงงาน

การวางผังโรงงานเป็นการวางแผนเพื่อการจัดวางเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ คน วัสดุ และสิ่งอำนวยความสะดวกให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม เพื่อให้การปฏิบัติงานในโรงงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การออกแบบและวางผังโรงงานอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยต่อการทำงานจะมีข้อแนะนำที่สำคัญๆ พอสังเขปดังนี้

(1) เครื่องจักรทุกเครื่องควรจัดวางให้ใกล้แหล่งแสงสว่างธรรมชาติ (แสงแดด) ให้มากที่สุด โดยการวางไว้ริมหน้าต่าง

(2) เครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่ หรือมีน้ำหนักมากควรจัดวางไว้ใกล้ทางเข้าออกเพื่อให้เกิดความสะดวกในการขนส่งชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่

(3) เครื่องจักรที่ผลิตชิ้นงานขนาดใหญ่ควรจัดวางไว้ ณ จุดที่รอกหรือเครนสามารถเข้าไปทำงานได้ เพื่อความสะดวกในการทำงาน

(4) เครื่องจักรทุกเครื่องควรจัดวางไว้ในตำแหน่งที่

- รถเข็นหรือรถยกขนาดเล็ก สามารถเข้าไปได้ใกล้หรือเข้าถึงด้านใดด้านหนึ่งของตัวเครื่องจักร เพื่อประโยชน์ในการขนย้ายชิ้นส่วนเมื่อทำการซ่อมบำรุง
- มีช่องว่างหรือพื้นที่รอบ ๆ ตัวเครื่องจักรอย่างเพียงพอ สำหรับการถอดซ่อม เปลี่ยนอะไหล่ หยอดน้ำมัน หรืองานซ่อมบำรุงอื่น ๆ
- มีที่วางเพียงพอที่จะให้คนงานทำงานได้อย่างสะดวกสบาย
- มีช่องว่างที่กว้างเพียงพอระหว่างกำแพงหรือสิ่งกีดขวางอื่น ๆ กับช่วงชักหรือบริเวณที่ชิ้นส่วนเครื่องจักรเคลื่อนตัวไปถึง

(5) เครื่องจักรทุกเครื่องควรติดตั้งให้มั่นคงและยึดแน่นกับพื้น

(6) แท่นหินเจียระไน (แท่นหินลับมีด) ควรจัดวางไว้ในที่ที่ฝุ่นหรือประกายไฟจากหินเจียระไนจะไม่แผ่ขยายไปรบกวนเครื่องจักรอื่น ๆ และควรตั้งไว้ใกล้กับเครื่องกลึง เครื่องเจาะ หรือเครื่องไส เพื่อความสะดวกในการลับเครื่องมือ

(7) ชั้นวางเครื่องมืออุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ รวมทั้งชิ้นงาน ควรจัดวางไว้ใกล้กับเครื่องจักรแต่ละตัว

(8) แท่นเครื่องเลื่อยไฟฟ้า ควรจัดตั้งเอาไว้หน้าสโตร์ (Store) เก็บเหล็กเส้น และควรเหลือที่วางมากพอสำหรับการขนย้ายเหล็กท่อนที่มีความยาวขนาด 6 เมตร หรือมากกว่านี้ได้

(9) สวิตซ์ควบคุมการทำงานของเครื่องควรอยู่ในตำแหน่งที่ปลอดภัยจากการยืนพิง หรือกวาดมือไปสัมผัสโดยบังเอิญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(10) สวิตซ์เมนใหญ่ที่ตัดไฟจากสายเมน ควรติดตั้งในตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจนและเป็นที่ที่พนักงานทุกคนทราบโดยทั่วกัน

(11) สายไฟที่อยู่ในระดับเหนือศีรษะ และต้องต่อลงมายังแท่นเครื่องควรทิ้งระยะห่างอย่างน้อย 7 ฟุต ก่อนที่จะทำการหักมุมเพื่อเดินสายไฟในแนวราบ

วิธีการหาเนื้อที่ที่ต้องการขั้นพื้นฐานมี 5 ประการ คือ

- วิธีการหาเนื้อที่จากศูนย์การผลิต
- วิธีการแปลงค่า
- วิธีการหาจากเนื้อที่มาตรฐาน
- วิธีการหาเนื้อที่จากการวางผังโรงงานอย่างหยาบ
- วิธีการหาเนื้อที่จากสัดส่วนและการคาดคะเน

ในโครงงานนี้จะใช้วิธีที่ 5 นั่นก็คือวิธีการหาเนื้อที่ จากสัดส่วนและการคาดคะเน ในการหาเนื้อที่ที่ต้องการจากสัดส่วนของเนื้อที่เดิมแล้วคาดคะเนความต้องการของเนื้อสำหรับการวางผังโรงงานในอนาคต โดยการเปรียบเทียบสัดส่วนของช่วงเวลาที่ผ่านมาแล้วนำผลไปคาดคะเนเพื่อการวางแผนในอนาคตว่าสัดส่วนควรเป็นเท่าไร

เนื้อที่ทั้งหมด A ตารางเมตร

เครื่องจักร N เครื่อง

ดังนั้น สัดส่วนความต้องการของเนื้อที่ต่อเครื่องเท่ากับ A / N ตารางเมตร

หากต้องการเพิ่มเครื่องจักร M เครื่อง

ดังนั้น เนื้อที่ที่ต้องการเพิ่ม เท่ากับ A×M / N ตารางเมตร

นอกจากวิธีการคำนวณดังกล่าวนี้ วิธีการหาเนื้อที่จากสัดส่วนและการคาดคะเนยังสามารถใช้การคำนวณตารางโดยการคำนวณหาพื้นที่ของแต่ละเครื่องจักรและพื้นที่การใช้สอยทั้งหมดรวมกันแล้วมาคำนวณว่าเหลือพื้นที่ว่างเท่าไร ก็จะสามารถคาดคะเนสัดส่วนพื้นที่สำหรับวางเครื่องจักรใหม่ได้

2.4 ความปลอดภัยในโรงงาน

2.4.1 ความสำคัญของความปลอดภัยในการทำงาน

ในแต่ละปีที่ผ่านมามีลูกจ้างที่ประสบอันตรายจากการทำงานจำนวนมากประมาณ ปีละเกือบ 200,000 ราย รัฐต้องจ่ายเงินทดแทนให้แก่ผู้ประสบอันตรายปีละประมาณ 1,500 ล้านบาท ถ้าคิดรวมค่าใช้จ่ายทางอ้อมที่เกิดจากอุบัติเหตุแล้ว คงเป็นเงินจำนวนมหาศาล จึงจำเป็นที่รัฐต้องดูแลให้ลูกจ้างความปลอดภัยในการทำงานเพื่อลดภัยอันตรายจากการทำงานและลดความสูญเสียดังกล่าว จากสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันตรายจากการทำงานที่สูงดังกล่าว กระทรวงแรงงานจึงกำหนดให้กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน ดำเนินการลดสถิติการประสบอันตรายให้ได้ปีละร้อยละ 10 ของสถิติเดิม

2.4.2 ความหมายของความปลอดภัยในการทำงาน

ความปลอดภัยในการทำงานหมายถึง การที่ลูกจ้างทำงานโดยไม่ได้รับอันตรายจาก

(1) อุบัติเหตุระหว่างการทำงาน เช่น เครื่องจักรตัดนิ้ว ตกจากที่สูง ไฟฟ้าดูด ถูกสารเคมีกัดผิวหนัง เป็นต้น

(2) ลูกจ้างไม่เป็นโรคเนื่องจากการทำงาน เช่น โรคปอด โรคผิวหนัง โรคจากการทำงานที่เกิดจากตัวเหตุทางเคมี โรคมะเร็งจากการทำงาน เป็นต้น

(3) ลูกจ้างทำงานโดยมีสุขภาพอนามัยที่ดี สุขภาพไม่เสื่อมโทรม หรือเกิดความผิดปกติ

(4) ลูกจ้างทำงานในสภาพแวดล้อมการทำงานที่เหมาะสมกับสภาวะร่างกายและจิตใจ เช่น ไม่มีอากาศเน่าเสีย ไม่สกปรก

2.4.3 กฎหมายความปลอดภัยในการทำงาน

ปัจจุบันมีกฎหมายความปลอดภัยในการทำงานจำนวน 17 ฉบับ อยู่ในรูปของประกาศกระทรวงมหาดไทย 15 ฉบับ และประกาศกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม 2 ฉบับ ดังต่อไปนี้

ประกาศกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม (2ฉบับ)

(1) เรื่อง คณะกรรมการความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน

(2) เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานของลูกจ้าง

ประกาศกระทรวงมหาดไทย (15ฉบับ)

(3) เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักร

(4) เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม

(5) เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี)

(6) เรื่อง ความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า

(7) เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (ประดาน้ำ)

(8) เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานในสถานที่อับอากาศ

(9) เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย

(10) เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างว่าด้วยเขตก่อสร้าง

(11) เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับปั้นจั่น

(12) เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องตอกเสาเข็ม

(13) เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างว่าด้วยลิฟต์ขนส่งวัสดุชั่วคราว

(14) เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างว่าด้วยนั่งร้าน

(15) เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานในสถานที่ที่มีอันตรายจากการตกจากที่สูง วัสดุกระเด็น ตกหล่นและการพังทลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(16) เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับหม้อน้ำ

(17) เรื่อง การป้องกันและระงับอัคคีภัยในสถานประกอบการเพื่อความปลอดภัยในการทำงานสำหรับลูกจ้าง

ทางผู้จัดทำโครงงานนี้ได้นำเอากฎหมายความปลอดภัยในการทำงานฉบับที่ 3 เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักรและฉบับที่ 4 เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม มาประยุกต์ใช้เพื่อจัดทำกฎระเบียบความปลอดภัยในการทำงานสำหรับโรงปฏิบัติการเครื่องกล ซึ่งจะเน้นในส่วนของเครื่องจักรและด้านสภาพแวดล้อมในการทำงานเป็นสำคัญ

2.4.4 ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักร

<u>หมวด 1</u> การใช้เครื่องจักรทั่วไป

ข้อ 1 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างซึ่งทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักรสวมใส่หมวก ถุงมือ แว่นตา หน้ากาก เครื่องป้องกันเสียง รองเท้าพื้นยางหุ้มส้น หรือเครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอื่น ๆ ตามสภาพและลักษณะของงาน และให้ถือเป็นระเบียบปฏิบัติงานของสถานประกอบการตลอดเวลาที่ลูกจ้างปฏิบัติงานนั้น

ข้อ 2 ให้นายจ้างดูแลลูกจ้างสวมใส่เครื่องนุ่งห่มให้เรียบร้อย รัดกุม ไม่ขาดรุ่งหริ่งในกรณีที่ทำงานเกี่ยวกับการใช้ไฟฟ้า จะต้องให้ลูกจ้างสวมเครื่องนุ่งห่มที่ไม่เปียกน้ำ

ข้อ 3 ให้นายจ้างดูแลมิให้ลูกจ้างซึ่งมีผมยาวเกินสมควร และมิได้รวบหรือทำอย่างหนึ่งอย่างใดให้อยู่ในลักษณะที่ปลอดภัย หรือสวมใส่เครื่องประดับอื่นที่อาจเกี่ยวโยงกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ เข้าทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักร

ข้อ 4 ให้นายจ้างจัดให้มีอุปกรณ์เพื่อป้องกันอันตรายจากเครื่องจักร ดังต่อไปนี้

(1) เครื่องจักรที่ใช้พลังงานไฟฟ้า ต้องมีสายดินเพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่วตามมาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าของสำนักงานพลังงานแห่งชาติทุกเครื่อง

(2) เครื่องจักรที่ใช้พลังงานไฟฟ้า ต้องมีสายไฟฟ้าเข้าเครื่องจักรโดยฝังดินหรือเดินลงมาจากที่สูง ทั้งนี้ให้ใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้าให้เรียบร้อย แล้วแต่ใช้สายฟ้าชนิดที่มีฉนวนหุ้มเป็นพิเศษ

(3) เครื่องจักรสำหรับปั๊มวัตถุซึ่งใช้น้ำหนักเหวี่ยง ให้ติดตั้งตัวน้ำหนักเหวี่ยงไว้สูงกว่าศีรษะผู้ปฏิบัติงานพอสมควรเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงาน หรือให้จัดทำเครื่องป้องกันอย่างหนึ่งอย่างใดให้มีความปลอดภัยต่อลูกจ้างและจะต้องไม่มีสายไฟฟ้าอยู่ในรัศมีของน้ำหนักเหวี่ยง

(4) เครื่องจักรสำหรับปั๊มวัตถุโดยใช้เท้าเหยียบ ต้องมีที่พักเท้าและมีที่ครอบป้องกันมิให้เหยียบโดยไม่ตั้งใจ

(5) เครื่องจักรสำหรับปั๊มวัตถุโดยใช้มือป้อน ต้องมีเครื่องป้องกันมือให้พ้นจากแม่ปั๊มหรือจัดหาเครื่องป้อนวัตถุแทนมือ

(6) เครื่องจักรที่ใช้พลังงานไฟฟ้าปั๊มหรือตัดวัตถุที่ใช้มือป้อน ต้องมีสวิตซ์สองแห่งห่างกันเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานต้องเปิดสวิตซ์พร้อมกันทั้งสองมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(7) เครื่องจักรชนิดอัตโนมัติ ต้องมีสีเครื่องหมายปิด เปิด ที่สวิตซ์อัตโนมัติตามหลักสากล และมีเครื่องป้องกันมิให้สิ่งหนึ่งสิ่งใดกระทบสวิตซ์ เป็นเหตุให้เครื่องจักรทำงานโดยมิได้ตั้งใจ

(8) เครื่องจักรที่มีการถ่ายทอดพลังงานโดยใช้เพลา สายพาน รอก ไฟล์วีล ต้องมีตะแกรงเหล็กเหนียวครอบส่วนที่หมุนได้และส่วนส่งถ่ายกำลังให้มิดชิด ถ้าส่วนที่หมุนได้หรือส่วนส่งถ่ายกำลังสูงกว่าสองเมตร ต้องมีตะแกรง หรือรั้วเหล็กเหนียวสูงไม่ต่ำกว่าสองเมตรกั้นล้อมให้มิดชิด สำหรับสายพานแขวนลอยที่มีความเร็วไม่น้อยกว่าห้าร้อยสี่สิบเมตรต่อนาที หรือสายพานที่มีช่วงยาวเกินกว่าสามเมตร หรือสายพานที่กว้างกว่ายี่สิบเซนติเมตรหรือสายพานโซ่ต้องมีที่ครอบรองรับซึ่งเปิดซ่อมแซมได้

(9) ใบเลื่อยวงเดือนที่ใช้กับเครื่องจักรซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ ต้องมีที่ครอบใบเลื่อยส่วนที่สูงเกินกว่าพื้นโต๊ะหรือแท่น

(10) เครื่องจักรที่ใช้เป็นเครื่องลับ ฝน หรือแต่งผิวโลหะ ต้องมีเครื่องปิดบังประกายไฟหรือเศษวัตถุในขณะใช้งาน

ข้อ 5 ก่อนการติดตั้งหรือซ่อมเครื่องจักร หรือเครื่องป้องกันอันตรายของเครื่องจักรให้นายจ้างทำป้ายปิดประกาศ ไว้ ณ บริเวณติดตั้งหรือซ่อมแซม และให้แขวนป้ายห้ามเปิดสวิตซ์ไว้ที่สวิตซ์ด้วย

ข้อ 6 ให้นายจ้างดูแลให้ลูกจ้างทำงานเกี่ยวกับเครื่องมือกล (Mechanical Equipment) ดังต่อไปนี้

(1) ทุกวันก่อนนำเครื่องมือกลออกใช้ต้องตรวจดูให้แน่ใจว่าเครื่องมือกลนั้นอยู่ในสภาพใช้การได้ดีและปลอดภัย

(2) เครื่องมือกลที่ใช้ขับเคลื่อนได้จะต้องมีสภาพที่ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นข้างหลังได้ เว้นแต่จะมีสัญญาณเสียงเตือนหรือมีผู้บอกสัญญาณเมื่อถอยหลัง

(3) ไม่นำรถยก รถปั้นจั่น หรือเครื่องมือสำหรับยกอื่น ๆ ไปใช้ปฏิบัติงานใกล้สายหรืออุปกณ์ไฟฟ้าที่มกระแสไฟฟ้าใกล้กว่าระยะห่างที่ปลอดภัยตามที่กำหนดไว้ในหมวดไฟฟ้าเว้นแต่

- จะมีแผงฉนวนกั้นระหว่างส่วนที่มีกระแสไฟฟ้ากับเครื่องมือกลนั้น
- เครื่องมือกลนั้นได้ต่อสายดินไว้เรียบร้อยแล้ว
- มีฉนวนหุ้มอย่างดี หรือ
- ใช้มาตรการความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือกลนั้นเช่นเดียวกับว่ามีกระแสไฟฟ้าอยู่

ข้อ 7 ห้ามมิให้นายจ้างใช้หรือยอมให้ลูกจ้างใช้เครื่องมือกลทำงานเกินกว่าพิกัดที่ผู้ผลิตกำหนดไวสำหรับเครื่องมือกลนั้น

ข้อ 8 ให้นายจ้างจัดให้มีทางเดินเข้า ออก จากที่สำหรับปฏิบัติงานเกี่ยวกับเครื่องจักรมีความกว้างไม่น้อยกว่า แปดสิบเซนติเมตร\

ข้อ 9 ให้นายจ้างจัดทำรั้ว คอกกั้น หรือเส้นแสดงเขตอันตราย ณ ที่ตั้งของเครื่องจักรหรือเขตที่เครื่องจักรทำงานที่อาจเป็นอันตราย ให้ชัดเจนทุกแห่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หมวด 2 การคุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

ข้อ 10 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างซึ่งทำงานเกี่ยวกับงานเชื่อมแก๊สและงานเชื่อมไฟฟ้า สวมแว่นตาลดแสงหรือกระบังหน้าลดแสง ถุงมือหนัง รองเท้าพื้นยางหุ้มส้นและแผ่นปิดหน้าอกกันประกายไฟตลอดเวลาที่ลูกจ้างทำงาน

ข้อ 11 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้าง ซึ่งทำงานเกี่ยวกับงานลับหรือฝนโลหะด้วยหินเจียระไน สวมแว่นตาหรือหน้ากากชนิดใส ถุงมือผ้า และรองเท้าพื้นยางหุ้นส้น ตลอดเวลาที่ลูกจ้างทำงาน

ข้อ 12 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างซึ่งทำงานเกี่ยวกับงานกลึงโลหะ กลึงไม้ งานไสโลหะงานไสไม้ งานตัดโลหะ สวมแว่นตาหรือหน้ากากชนิดใส ถุงมือผ้า และรองเท้าพื้นยางหุ้นส้นตลอดเวลาที่ลูกจ้างทำงาน

ข้อ 13 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างซึ่งทำงานเกี่ยวกับงานปั๊มโลหะ สวมแว่นตาชนิดใสถุงมือผ้า และรองเท้าพื้นยางหุ้นส้น ตลอดเวลาที่ลูกจ้างทำงาน

ข้อ 14 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างซึ่งทำงานเกี่ยวกับงานชุบโลหะ สวมถุงมือยางและรองเท้าพื้นยางหุ้มส้นตลอดเวลาที่ลูกจ้างทำงาน

ข้อ 15 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างซึ่งทำงานเกี่ยวกับงานพ่นสี สวมถุงมือผ้า และรองเท้าพื้นยางหุ้มส้นตลอดเวลาที่ลูกจ้างทำงาน

ข้อ 16 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างซึ่งทำงานเกี่ยวกับงานยก ขนย้าย ติดตั้ง สวมรองเท้าหัวโลหะ ถุงมือหนัง และหมวกแข็ง รองเท้าพื้นยางหุ้มส้น ตลอดเวลาที่ลูกจ้างทำงาน

ข้อ 17 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างซึ่งทำงานเกี่ยวกับงานควบคุมเครื่องยนต์ เครื่องจักรหรือเครื่องมือกลสวมหมวกแข็ง รองเท้าพื้นยางหุ้มส้น ตลอดเวลาที่ลูกจ้างทำงาน

ข้อ 18 งานใดที่มีลักษณะไม่เหมาะสม แก่การที่จะให้ลูกจ้างใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลในการทำงานตามที่ระบุไว้ในหมวดนี้ นายจ้างอาจผ่อนผันให้ลูกจ้างระงับการใช้อุปกรณ์นั้นเฉพาะการปฏิบัติงานในลักษณะเช่นว่านั้นเป็นการชั่วคราวได้

หมวด 3 กำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

ข้อ 19 อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลตามที่กล่าวใน หมวด 2 จะต้องมีคุณสมบัติได้มาตรฐานขั้นต่ำ ดังต่อไปนี้

(1) หมวกแข็ง จะต้องมีน้ำหนักไม่เกินสี่ร้อยยี่สิบสี่กรัม ต้องทำด้วยวัตถุที่ไม่ใช่โลหะและต้องมีความต้านทานสามารถทนแรงกระแทกได้ไม่น้อยกว่าสามร้อยแปดสิบห้ากิโลกรัมภายในหมวกจะต้องมีรองหมวกทำด้วยหนัง พลาสติก ผ้า หรือวัตถุอื่นที่คล้ายกัน และอยู่ห่างผนังหมวกไม่น้อยกว่าหนึ่งเซนติเมตร ซึ่งสามารถปรับระยะได้ตามขนาดศีรษะของผู้ใช้ เพื่อป้องกันศีรษะกระทบกับผนังหมวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
119244

(2) ที่สวมรัดผมหรือตาข่ายคลุมผม ต้องทำด้วยพลาสติก ผ้า หรือวัตถุที่คล้ายกัน หรือใช้สวมหรือคลุมผมแล้วสั้นเสมอคอ

(3) แว่นตาหรือหน้ากากชนิดใส ต้องมีตัวแว่นหรือหน้ากากทำด้วยพลาสติกใส มองเห็นได้ชัดสามารถป้องกันแรงกระแทกได้ กรอบของแว่นตาต้องมีน้ำหนักเบา

(4) แว่นตาลดแสง ตัวแว่นต้องทำด้วยกระจกสีซึ่งสามารถลดความเข้มของแสงลงให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสายตา กรอบของแว่นตาต้องมีน้ำหนักเบาและมีกระบังแสงซึ่งมีลักษณะอ่อน

(5) กระบังหน้า ตัวกระบังต้องทำด้วยกระจกสีซึ่งสามารถลดความจ้าของแสงลงให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสายตา ตัวกรอบต้องมีน้ำหนักเบาและต้องไม่ติดไฟง่าย

(6) ปลั๊กลดเสียง (ear plugs) ต้องทำด้วยพลาสติก หรือยาง หรือวัตถุอื่น ใช้ใส่ช่องหูทั้งสองข้าง ต้องสามารถลดระดับเสียงลงได้ไม่น้อยกว่า 15 เดซิเบล

(7) ครอบหูลดเสียง (ear muffs) ต้องทำด้วยพลาสติก หรือยาง หรือวัตถุอื่น ใช้ครอบหูทั้งสองข้าง ต้องสามารถลดระดับเสียงลงได้ไม่น้อยกว่า 25 เดซิเบล

(8) ถุงมือหนัง ต้องมีความยาวหุ้มถึงข้อมือ มีลักษณะใช้สวมกับนิ้วมือได้ทุกนิ้ว

(9) ถุงมือผ้า หรือวัตถุอื่นที่มีใยโลหะปน ต้องมีความยาวหุ้มถึงข้อมือ มีลักษณะใช้สวมกับนิ้วมือได้ทุกนิ้ว

(10) รองเท้าหนังหัวโลหะ ปลายรองเท้าจะต้องมีโลหะแข็งหุ้ม สามารถทนแรงกดได้ไม่น้อยกว่าสี่ร้อยสี่สิบหกกิโลกรัม

ข้อ 20 ประกาศกระทรวงมหาดไทยฉบับนี้ ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวัน นับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป (ประกาศ ณ วัน ที่ 23 กรกฎาคม2519)

2.3.5 ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม

หมวด 1 ความร้อน

ข้อ 1 ภายในสถานประกอบการที่มีลูกจ้างทำงานอยู่ จะมีสภาพความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิของร่างกายของลูกจ้างสูงเกินกว่า 38 องศาเซลเซียส มิได้

ข้อ 2 ในกรณีที่ภายในสถานที่ประกอบการมีสภาพความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิของร่างกายของลูกจ้างสูงกว่า 38 องศาเซลเซียส ให้นายจ้างดำเนินการแก้ไขหรือปรับปรุงเพื่อลดสภาพความร้อนนั้น หากแก้ไข หรือปรับปรุงไม่ได้นายจ้างจะต้องจัดให้ลูกจ้างมีเครื่องป้องกันความร้อนมิให้อุณหภูมิของร่างกายลูกจ้างสูงกว่า 38 องศาเซลเซียส

ข้อ 3 ในกรณีที่อุณหภูมิของร่างกายลูกจ้างสูงกว่า 38 องศาเซลเซียส นายจ้างจะต้องให้ลูกจ้างหยุดพักชั่วคราวจนกว่าอุณหภูมิของร่างกายจะอยู่ในสภาพปกติ

ข้อ 4 ในที่ที่เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนที่มีสภาพความร้อนสูงถึงขนาดเป็นอันตรายแก่สุขภาพอนามัยของบุคคล ให้นายจ้างปิดประกาศเตือนให้ทราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 5 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างซึ่งทำงานใกล้แหล่งกำเนิดความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิในบริเวณนั้นสูงกว่า 45 องศาเซลเซียส สวมชุดแต่งกาย รองเท้า และถุงมือสำหรับป้องกันความร้อน ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในหมวด 4 ตลอดเวลาที่ลูกจ้างทำงาน

หมวด 2 แสงสว่าง

ข้อ 6 ภายในสถานที่ประกอบการที่ให้ลูกจ้างทำงาน ดังต่อไปนี้

(1) งานที่ไม่ต้องการความละเอียด เช่น การขนย้าย การบรรจุ การบด การเกลี่ยวัตถุชนิดหยาบ เป็นต้น ต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 50 ลักซ์

(2) งานที่ต้องการความละเอียดเล็กน้อย เช่นการผลิต หรือการประกอบชิ้นงานอย่างหยาบๆ การสีข้าว การสางฝ้าย หรือการปฏิบัติงานขั้นแรกในกระบวนการอุตสาหกรรมต่างๆเป็นต้น ต้องมีความเข้มของแสงสว่าง ไม่น้อยกว่า 100 ลักซ์

ข้อ 7 ณ ที่ที่ให้ลูกจ้างคนใดคนหนึ่งทำงาน ดังต่อไปนี้

(1) งานที่ต้องการความละเอียดปานกลาง เช่น การเย็บผ้า การเย็บหนัง การประกอบภาชนะ เป็นต้น ต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 200 ลักซ์

(2) งานที่ต้องการความละเอียดสูงกว่าที่กล่าวใน (1) แต่ไม่ถึง (3) การกลึงหรือแต่งโลหะ การซ่อมแซมเครื่องจักร การตรวจตราและทดสอบผลิตภัณฑ์ การตกแต่งหนังสัตว์และผ้าฝ้าย การทอผ้า เป็นต้น ต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 300 ลักซ์

(3) งานที่ต้องการความละเอียดมากเป็นพิเศษ และต้องใช้เวลาทำงานนาน เช่นการประกอบเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก นาฬิกา การเจียระไนเพชร พลอย การเย็บผ้าที่มีสีมืดทึบ เป็นต้น ต้องมีความเข้มของแสงสว่าง ไม่น้อยกว่า 1,000 ลักซ์

ข้อ 8 ถนนและทางเดินภายนอกอาคารในบริเวณสถานที่ประกอบการ ต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 20 ลักซ์

ข้อ 9 ในโกดังหรือห้องเก็บวัสดุ ทางเดิน เฉลียง และบันไดในบริเวณสถานที่ประกอบการ ต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่า 50 ลักซ์

ข้อ 10 ให้นายจ้างป้องกันมิให้มีแสงตรงหรือแสงสะท้อนของดวงอาทิตย์หรือเครื่องกำเนิดแสงที่มีแสงจ้าส่องเข้าตาลูกจ้างในขณะทำงานในกรณีที่ไม่อาจป้องกันได้ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างซึ่งทำงานในลักษณะเช่นว่านั้น สวมใส่แว่นตาหรือกระบังหน้าลดแสง ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในหมวด 4 ตลอดเวลาที่ทำงาน

ข้อ 11 ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างซึ่งทำงานในถ้ำ อุโมงค์ หรือในที่มีแสงสว่างไม่เพียงพอสวมหมวกแข็งที่มีอุปกรณ์ส่องแสงสว่างตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในหมวด 4 ตลอดเวลาที่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมวด 3 เสียง

ข้อ 12 ภายในสถานที่ประกอบการให้ลูกจ้างคนใดคนหนึ่งทำงาน ดังต่อไปนี้

(1) ไม่เกินวันละเจ็ดชั่วโมง ต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดกันไม่เกินเก้าสิบเอ็ดเดซิเบล (เอ)

(2) เกินวันละเจ็ดชั่วโมง แต่ไม่เกินแปดชั่วโมง จะต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกินเก้าสิบเดซิเบล (เอ)

(3) เกินวันละแปดชั่วโมงจะต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกินแปดสิบเดซิเบล (เอ)

ข้อ 13 นายจ้างจะให้ลูกจ้างทำงานในที่ที่มีระดับเสียงเกินกว่าหนึ่งร้อยสี่สิบเดซิเบล (เอ) มิได้

ข้อ 14 ภายในสถานที่ประกอบการที่มีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันเกินกว่าที่กำหนดไว้ในข้อ 12 ให้นายจ้างแก้ไข หรือปรับปรุงสิ่งที่เป็นต้นกำเนิดของเสียงหรือทางผ่านของเสียงมิให้มีระดับเสียงดังเกินกว่าที่กำหนดไว้ในข้อ 12

ข้อ 15 ในกรณีไม่อาจปรับปรุงหรือแก้ไขตามความในข้อ 14 ได้ ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างสวมใส่ปลั๊กลดเสียงหรือครอบหูลดเสียง ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในหมวด 4ตลอดเวลาที่ทำงาน

หมวด 4 มาตรฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

ข้อ16 หมวกแข็งจะต้องจะต้องมีน้ำหนักไม่เกินสี่ร้อยยี่สิบสี่กรัม ทำด้วยวัตถุที่ไม่ใช่โลหะ และมีความต้านทานสามารถทนแรงกระแทกได้ไม่น้อยกว่าสามร้อยแปดสิบห้ากิโลกรัมภายในหมวกจะต้องมีรองหมวกทำด้วยหนัง พลาสติก ผ้า หรือวัตถุอื่นที่คล้ายกัน อยู่ห่างผนังหมวกไม่น้อยกว่าหนึ่งเซนติเมตร ซึ่งสามารถปรับระยะได้ตามขนาดศีรษะของผู้ใช้ เพื่อป้องกันศีรษะกระทบกับผนังหมวก สำหรับหมวกแข็งที่มีอุปกรณ์ส่องแสงสว่าง นอกจากจะมีต้องเป็นหมวกที่มีมาตรฐานตามวรรคแรกแล้ว จะต้องมีอุปกรณ์ที่ทำให้มีแสงสว่างที่มีความเข้มไม่น้อยกว่า 20 ลักซ์ส่องไปข้างหน้าติดอยู่ที่หมวกด้วย

ข้อ 17 ปลั๊กลดเสียง (ear plugs) ต้องทำด้วยพลาสติก หรือยาง หรือวัตถุอื่นใช้ใส่ช่องหูทั้งสองข้าง ต้องสามารถลดระดับเสียงได้ไม่น้อยกว่า 15 เดซิเบล (เอ)

ข้อ 18 ครอบหูลดเสียง (ear muffs) ต้องทำด้วยพลาสติก หรือยาง หรือวัตถุอื่นใช้ครอบหูทั้งสองข้าง ต้องสามารถลดระดับเสียงลงได้ไม่น้อยกว่า 25 เดซิเบล (เอ)

ข้อ 19 แว่นตาลดแสง ตัวแว่นต้องทำด้วยกระจกสีซึ่งสามารถลดความจ้าของแสงลงให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสายตา กรอบของแว่นตาต้องมีน้ำหนักเบาและมีกระบังแสงซึ่งมีลักษณะอ่อน

ข้อ 20 กระบังหน้าลดแสง ตัวกระบังต้องทำด้วยกระจกสี ซึ่งสามารถลดความจ้าของแสงลงให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสายตา ตัวกรอบต้องมีน้ำหนักเบาและต้องไม่ติดไฟง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 21 ชุดแต่งกาย รองเท้า และถุงมือ สำหรับป้องกันความร้อนตามข้อ 5 ต้องทำด้วยวัตถุที่มีน้ำหนักเบาสามารถกันความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนได้

หมวด 5 เบ็ดเตล็ด

ข้อ 22 ข้อกำหนดเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยที่กำหนดไว้ในประกาศนี้เป็นมาตรฐานขั้นต่ำที่จะต้องปฏิบัติเท่านั้น

ข้อ 23 งานใดที่มีลักษณะไม่เหมาะสมแก่การที่จะให้ลูกจ้างใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ดังที่ได้ระบุไว้ในประกาศนี้ นายจ้างอาจผ่อนผันให้ลูกจ้างระงับการใช้อุปกรณ์นั้นเฉพาะการปฏิบัติงานในลักษณะเช่นว่านั้นเป็นการชั่วคราวได้

ข้อ 24 ในกรณีที่พนักงานเจ้าหน้าที่ตรวจพบว่า สภาพความร้อน แสงสว่างหรือเสียงในบริเวณสถานที่ประกอบการมิได้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในประกาศนี้ ให้พนักงานเจ้าหน้าที่ให้คำแนะนำตักเตือนเป็นหนังสือให้นายจ้างปฏิบัติการให้ถูกต้องภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้

ข้อ 25 ประกาศกระทรวงแรงงานมหาดไทยฉบับนี้ ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวัน นับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป (ประกาศ ณ วันที่ 12 พฤศจิกายน พ.ศ. 2519)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและสร้างระบบซอฟต์แวร์

3.1 เครื่องมือที่ใช้เขียนโปรแกรม

3.1.1 โปรแกรม Borland Delphi version 6

3.1.2 MySQL

3.2 การออกแบบโปรแกรม

ในการออกแบบและสร้างโปรแกรมการจัดการ ผู้จัดทำอาศัยแนวคิดจากระบบยืมคืนหนังสือในห้องสมุดเพื่อใช้เป็นต้นแบบ อีกทั้งยังได้ออกแบบให้มีโปรแกรมการคำนวณเพิ่มเข้าไปด้วย โดยการเริ่มต้นใช้งานครั้งแรกนั้นจะต้องมีการสมัครสมาชิกก่อน และก่อนใช้งานโปรแกรมในแต่ละครั้งจะต้องกรอกชื่อผู้ใช้(User name) และรหัสผ่าน (Pass word) จึงจะสามารถเข้าสู่ระบบ (Login) ได้ ซึ่งตัวโปรแกรมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของผู้ใช้งาน(User) และส่วนของผู้ดูแลระบบ (Administrator)

3.2.1 โปรแกรมสำหรับผู้ใช้งาน

โปรแกรมสำหรับผู้ใช้งานได้ถูกออกแบบให้มีฟังก์ชันการใช้งานทั้งหมด 5 ฟังก์ชัน ได้แก่

(1) ฟังก์ชันข่าวสาร : เชื่อมโยงกับเครือข่ายอินเตอร์เนตเพื่อใช้ติดตามข่าวประกาศจากภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล โดยในอนาคต ก่อนที่ผู้ใช้งานจะสามารถใช้บริการโรงปฏิบัติการเครื่องกลได้นั้นจะต้องมีการอบรมการใช้เครื่องจักรจากทางภาควิชาฯก่อน ซึ่งผู้ใช้บริการโรงปฏิบัติการสามารถติดตามข่าวสารการเปิดอบรมได้จากฟังก์ชันนี้เช่นกัน

(2) ฟังก์ชันการคำนวณ : ออกแบบมาเพื่อให้เป็นตัวช่วยแก่ผู้ใช้บริการในการคำนวณหาความเร็วรอบ, อัตราป้อน, ลักษณะรูปทรงเรขาคณิตของเครื่องมือตัดและค่าอื่นๆที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการตัด อันได้แก่ กระบวนการเจาะ, การกลึง, การกัด และการไส โดยยึดตัวแปรจากการทำงานจริงเป็นหลัก เช่น วัสดุชิ้นงาน,ความแข็งของชิ้นงาน,ขนาดของชิ้นงานหรือเครื่องมือตัด หรือวัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัด เป็นต้น

(3) ฟังก์ชันข้อมูลทางทฤษฎี : จะเชื่อมโยงกับเครือข่ายอินเตอร์เนต ออกแบบให้เป็นแหล่งเก็บรวบรวมข้อมูลและวิธีการปฏิบัติงานเครื่องมือกลต่างๆ รวมไปถึงวิดีโอสอนการปฏิบัติงานเพื่อให้ผู้ใช้บริการสามารถศึกษาค้นคว้าได้ด้วยตนเอง

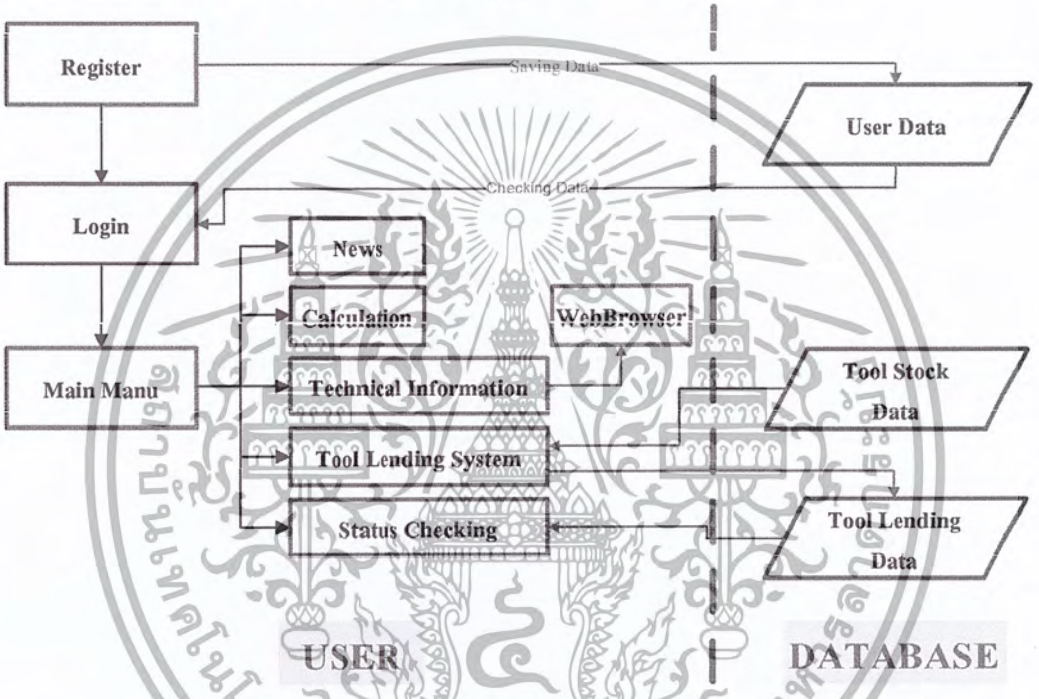
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) ฟังก์ชันการยืมคืนเครื่องมือ-เครื่องจักร : เป็นระบบการจัดการที่ได้ออกแบบขึ้นโดยมีแนวคิดจากระบบยืมคืนในห้องสมุด ซึ่งข้อมูลของเครื่องมือ-เครื่องจักร และข้อมูลการยืมคืนต่างๆจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล (Database)

(5) ฟังก์ชันตรวจสอบสถานะการยืม-คืน : เป็นระบบการจัดการที่ออกแบบขึ้นเพื่อใช้ตรวจสอบสถานะการยืม-คืน เครื่องมือ-เครื่องจักรของผู้ใช้บริการ ซึ่งจะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการแสดงผล

หมายเหตุ ส่วนของโค้ด (Source code) ไว้ในแผ่นซีดี (Compact Disk) ที่แนบไว้ท้ายเล่ม

ลักษณะการทำงานในส่วนของโปรแกรมผู้ใช้งาน แสดงดังรูปที่ 3.1 และ 3.3



รูปที่ 3.1 ลักษณะการทำงานของโปรแกรมสำหรับผู้ใช้งาน

3.2.2 โปรแกรมหรับผู้ดูแลระบบ

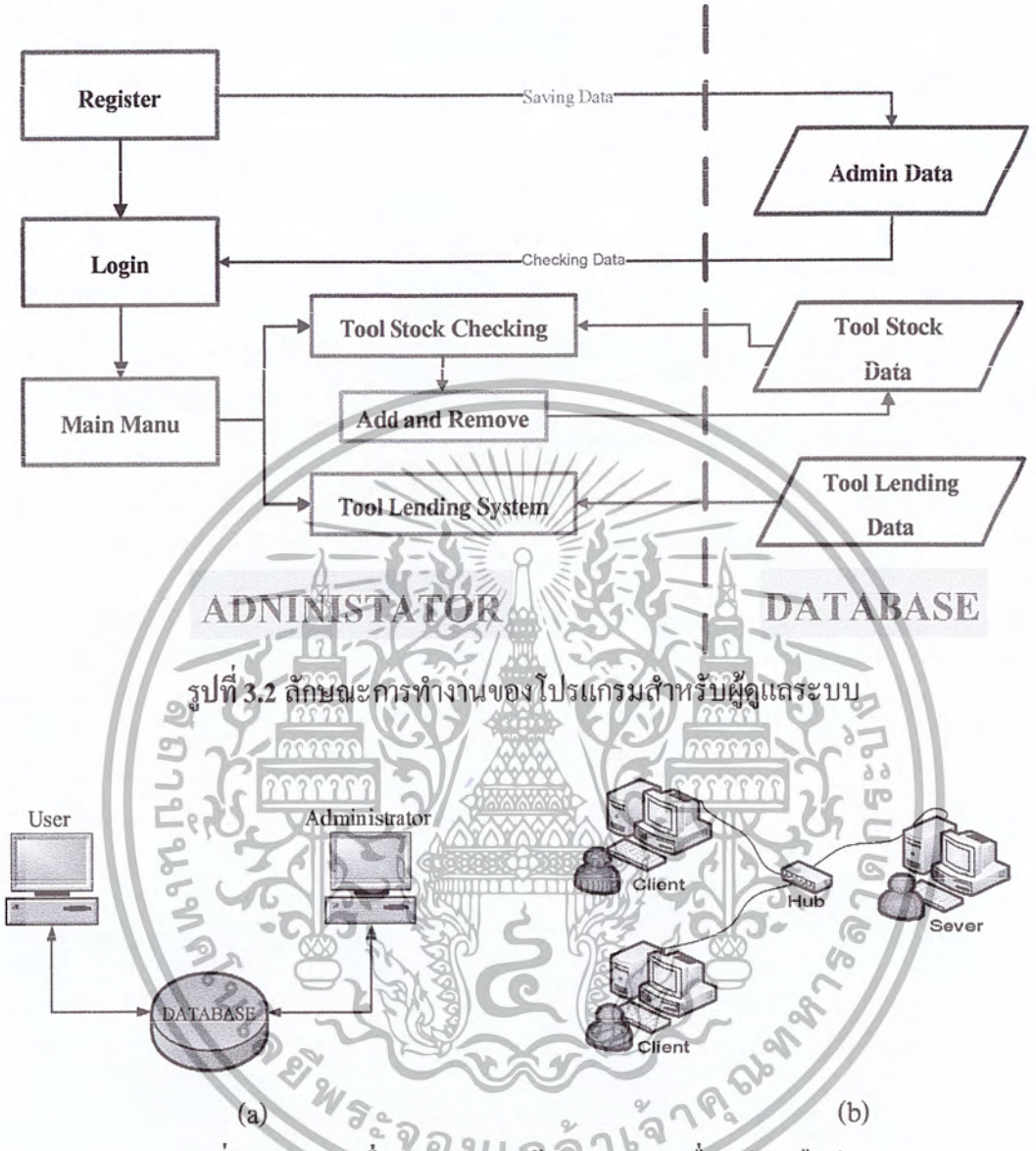
โปรแกรมสำหรับผู้ดูแลระบบ ได้ถูกออกแบบให้มีฟังก์ชันการใช้งานทั้งหมด 2 ฟังก์ชัน ได้แก่

(1) ฟังก์ชันการตรวจสอบข้อมูลของเครื่องมือเครื่องจักร : เป็นระบบการจัดการที่ออกแบบให้ผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบข้อมูล, ชนิด, และปริมาณของเครื่องมือ-เครื่องจักร ที่มีอยู่ภายในโรงปฏิบัติการ อีกทั้งยังสามารถลบข้อมูลเครื่องมือ-เครื่องจักรในกรณีที่เกิดการชำรุดเสียหายหรือเพิ่มข้อมูลเครื่องมือ-เครื่องจักรในกรณีที่มีการซื้อเพิ่มเข้ามาในอนาคตได้

(2) ฟังก์ชันการยืม-คืน : เป็นระบบการจัดการที่ออกแบบเพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบได้ว่าผู้ใช้บริการใดได้ยืมเครื่องมือ-เครื่องจักร และสามารถลบข้อมูลของผู้ใช้บริการได้หากมีการคืนเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้ง 2 ฟังก์ชันของโปรแกรมสำหรับผู้ดูแลระบบนั้น ข้อมูลต่างๆที่แสดงผลจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลเช่นกัน ซึ่งลักษณะการทำงานของโปรแกรมผู้ใช้งานนั้น แสดงดังรูปที่ 3.2 และ 3.3



รูปที่ 3.2 ลักษณะการทำงานของโปรแกรมสำหรับผู้ดูแลระบบ

รูปที่ 3.3 (a) การเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล (b) การเชื่อมต่อเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบการวางผังโรงปฏิบัติการเครื่องกล

ตารางที่ 1 การคำนวณหาเนื้อที่ที่ใช้ของโรงปฏิบัติการใหญ่ บนตึก ME 4 ชั้น

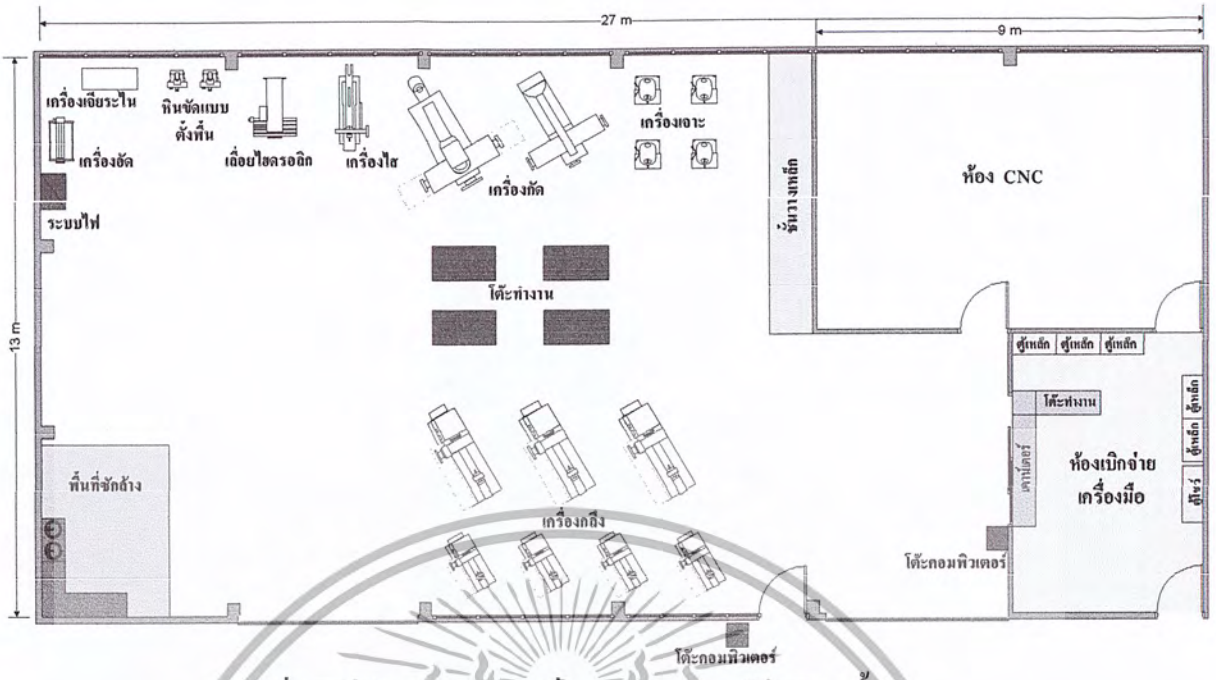
โรงปฏิบัติการบนอาคาร ME 4 ชั้น					
กลุ่มเครื่องจักร	เครื่องมือ เครื่องจักร	จำนวน	ขนาด (กว้าง × ยาว)	เนื้อที่ต่อเครื่อง (m^2)	เนื้อที่รวม (m^2)
เครื่องมือกลึง	เครื่องกลึงขนาดเล็ก	3	1.00 m. × 1.50m.	1.50	4.50
	เครื่องกลึงขนาดกลาง	3	1.00 m. × 2.40 m.	2.40	7.20
เครื่องมือกัด ,ไส	เครื่องกัดแนวตั้ง	1	2.20 m. ×1.80 m.	3.96	3.96
	เครื่องกัดแนวนอน	1	2.20 m. ×1.80 m.	3.96	3.96
	เครื่องไส	1	1.10 m. × 2.00 m.	2.20	2.20
เครื่องมือตัด	เครื่องเลื่อยไฮดรอลิก	1	1.00 m. × 1.35 m.	1.35	1.35
เครื่องมือเจาะ	เครื่องเจาะตั้งพื้น	4	0.60 m. × 0.65 m.	0.39	1.56
เครื่องมือขัด เจียร ลับใบมีด	เครื่องเจียระไน	1	1.70 m. × 1.40 m.	2.38	2.38
	หินขัดแบบตั้งพื้น	2	0.45 m. × 0.40 m.	0.18	0.36
เครื่องมืออัด	เครื่องอัด	1	1.00 m. ×0.60 m.	0.60	0.60
อื่นๆ	โต๊ะทำงาน	4	1.50 m. ×0.80 m.	1.20	4.80
	พื้นที่ซักล้าง	1	3.00 m. × 4.00 m.	12.00	12.00
	ห้อง CNC	1	9.00m. × 6.50 m.	58.50	58.50
	ห้องเบิกจ่ายเครื่องมือ	1	4.50 m. × 6.50 m.	29.25	29.25

สามารถคำนวณหาพื้นที่ว่างได้ดังนี้

เนื้อที่รวม	351.00	ตารางเมตร
เนื้อที่ที่ใช้ไป	132.62	ตารางเมตร
พื้นที่ทางเดิน 30 %	105.30	ตารางเมตร
เนื้อที่ใช้รวมทั้งหมด	237.92	ตารางเมตร
เนื้อที่ที่เหลืออยู่	113.08	ตารางเมตร

ตามหลักทฤษฎีและจากการผลการคำนวณข้างต้นสามารถวางแผนการวางผังโรงงานได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ผังโรงปฏิบัติการเครื่องกลบนอาคารตึก ME 4 ชั้น

การจัดวางผังโรงปฏิบัติการ จะแบ่งเป็นส่วนของโรงปฏิบัติการเครื่องจักรกล ห้อง CNC และห้องเบิกจ่ายเครื่องมือ ในส่วนของโรงปฏิบัติการเครื่องจักรกล จะจัดให้เครื่องกลึงอยู่ใกล้หน้าต่างด้านทางเข้า เพราะเป็นเครื่องจักรที่การใช้งานบ่อยเวลามีผู้มาปฏิบัติงานจะได้สังเกตได้ง่ายหากมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น และควรวางไว้ในที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอ อากาสถ่ายเทสะดวก ต่อไปก็เป็นโต๊ะทำงาน ซึ่งควรจะวางอยู่ระหว่างเครื่องจักรทั้ง 2 ฝั่งเพื่อความสะดวกในการวางชิ้นงานและการใช้สอย และในส่วนของเครื่องเจาะ เลื่อยไฮดรอลิก เครื่องไส และเครื่องกัด เครื่องจักรเหล่านี้มีขนาดใหญ่และสูง หากนำไปไว้ด้านหน้าจะบังเครื่องจักรอื่นๆทำให้สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นภายในไม่เห็นและต้องจัดวางในที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอ ส่วนเครื่องเจียระไนและหินขัดตั้งพื้น ต้องจัดวางไว้ส่วนที่ฝุ่นและประกายไฟที่เกิดขึ้นนั้นจะไม่กระเด็นไปรบกวนเครื่องจักรอื่น และพื้นที่ซักล้างที่นำมาไว้มุมก็เพื่อความสะดวกในการระบายน้ำทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ขั้นตอนการดำเนินงานและการประเมินผล

4.1 ขั้นตอนการสร้างระบบซอฟต์แวร์ (Software)

4.1.1 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรม

(1) ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการใช้โปรแกรมDelphi และ MySQL

(2) ศึกษาข้อมูลกระบวนการผลิต งานโลหะและการคำนวณต่างๆที่เกี่ยวกับเครื่องจักร

(3) ออกแบบและสร้างหน้าต่างโปรแกรม (User Interface)

(4) สร้างฐานข้อมูลเพื่อเก็บบันทึกข้อมูลที่ต้องการ เช่นข้อมูลการลงทะเบียน ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมือเครื่องจักรฐานข้อมูลการยืมคืนเครื่องมือ โดยในส่วนนี้จะสามารถเข้าไปแก้ไขเพิ่มเติมข้อมูลต่างๆได้ในส่วนของผู้ดูแลระบบ

(5) เขียนโค้ดในโปรแกรมเพื่อเรียกข้อมูลมาใช้หรือเก็บบันทึกข้อมูลไว้ แล้วทำการทดลองรันโปรแกรม หากสามารถเรียกและเก็บข้อมูลตามที่ต้องการได้ก็เป็นอันว่าเสร็จสิ้นการเขียนโปรแกรม

4.1.2 ขั้นตอนการเชื่อมต่อระบบโครงข่าย

การเชื่อมต่อระบบมี 3 ขั้นตอนคือ

(1) สร้างระบบเครือข่าย (Network) ให้แก่ระบบ

(2) การทำให้ Delphi มองเห็นฐานข้อมูลของ MySQL

(3) เขียนโค้ดเชื่อมต่อระบบ

หมายเหตุ รายละเอียดการเชื่อมฐานข้อมูลและวิธีการใช้โปรแกรมมีเพิ่มเติมในภาคผนวก ก. และ ข.

4.2 ขั้นตอนการทดสอบระบบและประเมินผล

4.2.1 ทำการสุ่มนักศึกษา เจ้าหน้าที่และอาจารย์มาเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน เพื่อทำการประเมินตามหัวข้อในใบประเมินที่แนบในภาคผนวก ง. โดยทำการประเมินแบบก่อนการปรับปรุงโรงปฏิบัติการ

4.2.2 เมื่อระบบเชื่อมต่อเสร็จสมบูรณเรียบร้อยแล้ว จะทำทดสอบระบบภายในก่อนเพื่อหาข้อผิดพลาดและทำการแก้ไข

4.2.3 หลังจากการประเมินก่อนการปรับปรุงโรงปฏิบัติการ ผู้จัดทำโครงงานได้ทำความสะอาด จัดระเบียบสิ่งของและเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่ใกล้เคียงกับแผนผังโรงปฏิบัติการให้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สุด เพื่อจำลองสภาพการณ์ที่จะอำนวยให้ผลการประเมินหลังจากกการปรับปรุงโรงปฏิบัติการมีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากปัจจัยในหลายๆด้านไม่ว่าจะเป็นงบประมาณ แรงงานและเครื่องจักรซึ่งมีการใช้งานอยู่เป็นประจำทุกวัน ทำให้ไม่สามารถจัดระเบียบโรงปฏิบัติการให้เป็นไปตามแผนผังใหม่ได้

4.2.4 ให้นักศึกษา เจ้าหน้าที่และอาจารย์กลุ่มตัวอย่างมาทดลองใช้ระบบแล้วกรอกแบบประเมินความพึงใจหลังจากการปรับปรุงโรงปฏิบัติการและได้มีระบบซอฟต์แวร์นี้ขึ้นมา

4.2.5 นำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบสอบถามมาวิเคราะห์ผลและคำนวณเป็นเปอร์เซนต์แล้วทำการเปรียบผลระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง

4.2.6 ทำการสรุปผลการดำเนินงาน

4.3 การวิเคราะห์ผล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สูตรการคำนวณทางสถิติในการคำนวณข้อมูล โดยแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลในภาพรวมและแสดงข้อมูลในแต่ละด้าน ซึ่งใช้สูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย($\overline{X}$) : เพื่อหาระดับความพึงพอใจเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อการประเมิน

$$\overline{X} = \frac{\sum fx_i}{n} \quad \text{---------- (1)}$$

เมื่อ $\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ

x_i คือ ค่ากึ่งกลางของข้อมูลแต่ละช่วงชั้น

f คือ ความถี่ของข้อมูลแต่ละชั้น

n คือ จำนวนตัวอย่าง เท่ากับ 100 คน

โดยมีเกณฑ์การกำหนดระดับดังนี้

< 1.5	น้อยที่สุด
< 2.5	น้อย
< 3.5	ปานกลาง
< 4.5	มาก
> 4.5	มากที่สุด

ค่าเบี่ยงเบนมาตาฐาน (SD) : เป็นตัวบ่งบอกถึงลักษณะการกระจายตัวของข้อมูล เพื่อพิจารณาว่าคะแนนแต่ละตัวจะแตกต่างไปจากค่ากลางมากน้อยเพียงใด

$$SD = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - \overline{X})^2}{n}} \quad \text{---------- (2)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

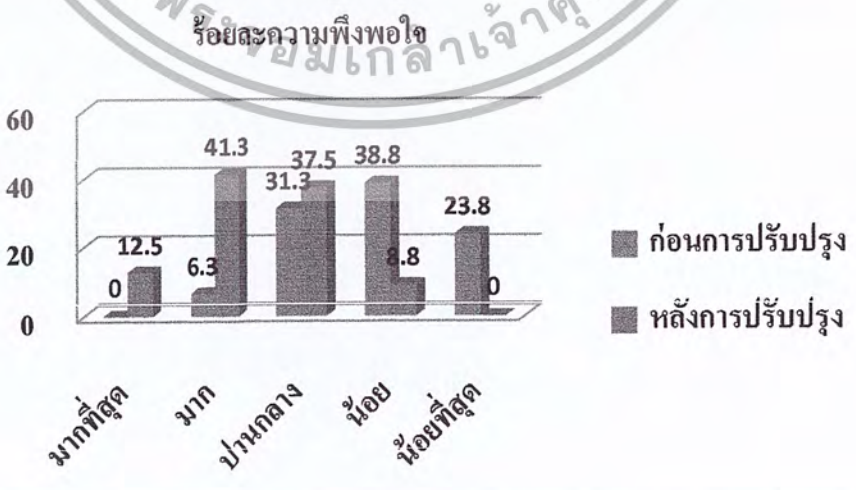
ในปัจจัยทุกๆด้านจำเป็นต้องใช้สมการทั้งสองนี้ในการคำนวณ ซึ่งจะผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

4.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละด้าน

โดยให้ ▭ แทน ก่อนการปรับปรุง และ ▭ แทน หลังการปรับปรุง

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็น: ด้านสภาพแวดล้อมและการรักษาความปลอดภัย

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม							
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	$\overline{X}$	SD	ระดับ
	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ			
1. โรงปฏิบัติการเครื่องกลมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน	-	10	35	45	10	2.5	0.8	น้อย
	25	35	35	5	-	3.7	0.9	มาก
2. โรงปฏิบัติการเครื่องกลมีระบบการควบคุมและรักษาความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	-	-	35	40	25	2.2	0.8	น้อย
	10	35	45	10	-	3.4	0.8	ปานกลาง
3. เครื่องจักรและเครื่องมืออยู่ในสภาพที่ดี ปลอดภัยพร้อมใช้งาน และมีจำนวนที่เพียงพอต่อความต้องการ	-	5	15	50	30	2.0	0.8	น้อย
	5	45	35	15	-	3.4	0.8	ปานกลาง
4. ผู้ปฏิบัติงานรู้สึกมั่นใจและปลอดภัยในการใช้โรงปฏิบัติการ	-	10	40	20	30	2.4	1.0	ปานกลาง
	10	50	35	5	-	3.6	0.7	มาก



รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบความพึงพอใจระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงโรงปฏิบัติการด้านสภาพแวดล้อมและความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

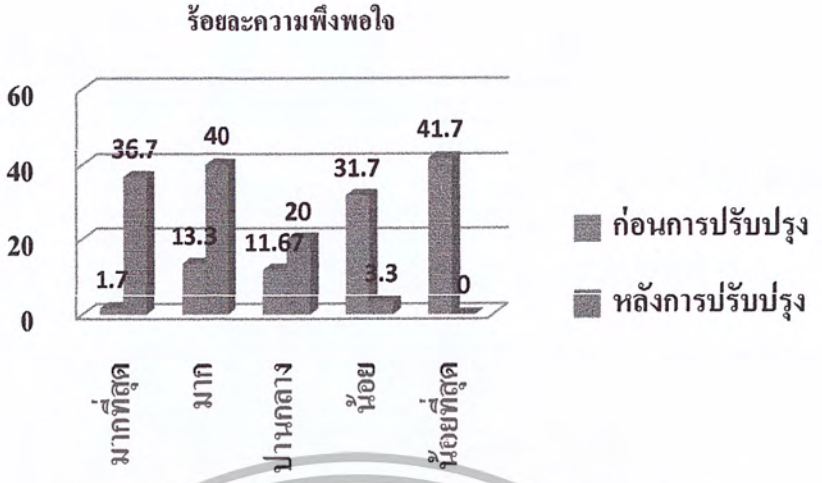
จากรูปที่ 4.1 พบว่าความพึงพอใจก่อนการปรับปรุงโรงปฏิบัติการเครื่องกลของผู้ประเมินในด้านสภาพแวดล้อมและการรักษาความปลอดภัย อยู่ในระดับน้อยมากคิดเป็นร้อยละ 38.8 ระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 31.3 ระดับน้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 23.8 และระดับมากคิดเป็นร้อยละ 6.3 ส่วนความพึงพอใจหลังการปรับปรุงอยู่ในระดับมากคิดเป็นร้อยละ 41.3 ระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 37.5 ระดับมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 12.5 และระดับน้อยคิดเป็นร้อยละ 8.8

โดยภาพรวมก่อนการปรับปรุงโรงปฏิบัติการเครื่องกลมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย ($\overline{X}$=2.3) คิดเป็นร้อยละ 45 และหลังการปรับปรุงมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.0) คิดเป็นร้อยละ 81.6 แสดงว่า จากการปรับปรุงทำให้โรงปฏิบัติการเครื่องกลมีสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้นคิดเป็นร้อยละ36.6

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็น: ด้านระบบการจัดการและระบบการยืมคืนอุปกรณ์

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม							
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	$\overline{X}$	SD	ระดับ
	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ			
1. โรงปฏิบัติการเครื่องกลมีระบบการจัดการและระบบการยืมคืนอุปกรณ์ที่ดี	-	15	15	40	30	2.2	1.0	น้อย
	40	40	20	-	-	4.1	0.8	มาก
2. ผู้ปฏิบัติงานได้รับความสะดวกสบายในการใช้บริการและยืมคืนอุปกรณ์ ณ โรงปฏิบัติการเครื่องกล	-	15	10	30	45	2.1	1.1	น้อย
	40	40	15	5	-	4.0	0.9	มาก
3. ระบบการจัดการและระบบการยืมคืนอุปกรณ์ของโรงปฏิบัติการเครื่องกลสามารถตอบสนองความพึงพอใจแก่ผู้ใช้บริการได้	5	10	10	25	50	2.1	1.2	น้อย
	30	40	25	5	-	3.9	0.9	มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบความพึงพอใจระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงโรงปฏิบัติการด้านระบบการจัดการและระบบการยืมคืนอุปกรณ์

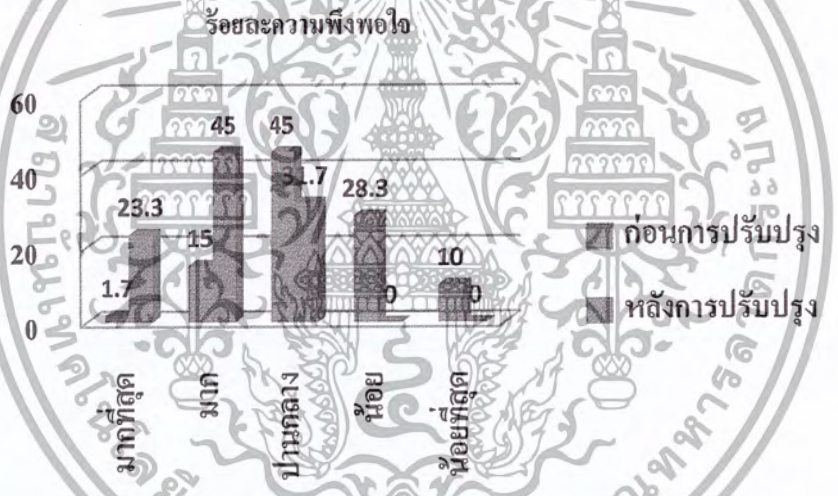
จากรูปที่ 4.2 พบว่าความพึงพอใจก่อนการปรับปรุงโรงปฏิบัติการเครื่องกลของผู้ประเมินในด้านระบบการจัดการและระบบการยืมคืนอุปกรณ์อยู่ในระดับน้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 41.7 ระดับน้อยมากคิดเป็นร้อยละ 31.7 ระดับมากคิดเป็นร้อยละ 13.3 ระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 11.7 และระดับมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 1.7 ส่วนความพึงพอใจหลังการปรับปรุงอยู่ในระดับมากคิดเป็นร้อยละ 40 ระดับมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 36.7 ระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 20 และระดับน้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 3.3

โดยภาพรวมก่อนการปรับปรุงโรงปฏิบัติการเครื่องกลมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย ($\overline{X}$=2.1) คิดเป็นร้อยละ 42.3 และหลังการปรับปรุงมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.0) คิดเป็นร้อยละ 80 แสดงว่า จากการปรับปรุงทำให้โรงปฏิบัติการเครื่องกลมีระบบการจัดการและการยืมคืนที่ดีขึ้นคิดเป็นร้อยละ37.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็น: ด้านประโยชน์และความรู้ที่ได้รับ

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม							
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	$\overline{X}$	SD	ระดับ
	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ			
1. โรงปฏิบัติการเครื่องกลเป็นแหล่งเผยแพร่ความรู้ในการปฏิบัติงานเครื่องกล	-	15	45	30	10	2.6	0.9	ปานกลาง
	10	50	40	-	-	3.7	0.6	มาก
2. ความเข้าใจและความชำนาญในการปฏิบัติงานของผู้ใช้บริการโรงปฏิบัติการ	-	15	50	25	10	2.7	0.8	ปานกลาง
	30	35	35	-	-	3.9	0.8	มาก
3. ผู้ปฏิบัติงานได้รับประโยชน์และความรู้เพิ่มขึ้นเมื่อใช้บริการโรงปฏิบัติการเครื่องกล	5	15	40	30	10	2.8	1.0	ปานกลาง
	30	50	20	-	-	4.0	0.7	มาก



รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบความพึงพอใจระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงโรงปฏิบัติการด้านประโยชน์และความรู้ที่ได้รับ

จากรูปที่ 4.3 พบว่าความพึงพอใจก่อนการปรับปรุงโรงปฏิบัติการเครื่องกลของผู้ประเมินในด้านระบบการจัดการและระบบการยืมคืนอุปกรณ์อยู่ในระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 45 ระดับน้อยคิดเป็นร้อยละ 28.3 ระดับมากคิดเป็นร้อยละ15 และระดับมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ1.7 ส่วนความพึงพอใจหลังการปรับปรุงอยู่ในระดับมากคิดเป็นร้อยละ 45 ระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 31.7 และระดับมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 23.3

โดยภาพรวมก่อนการปรับปรุงโรงปฏิบัติการเครื่องกลมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย ($\overline{X}$ =2.7) คิดเป็นร้อยละ 54 และหลังการปรับปรุงมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =3.9) คิดเป็น

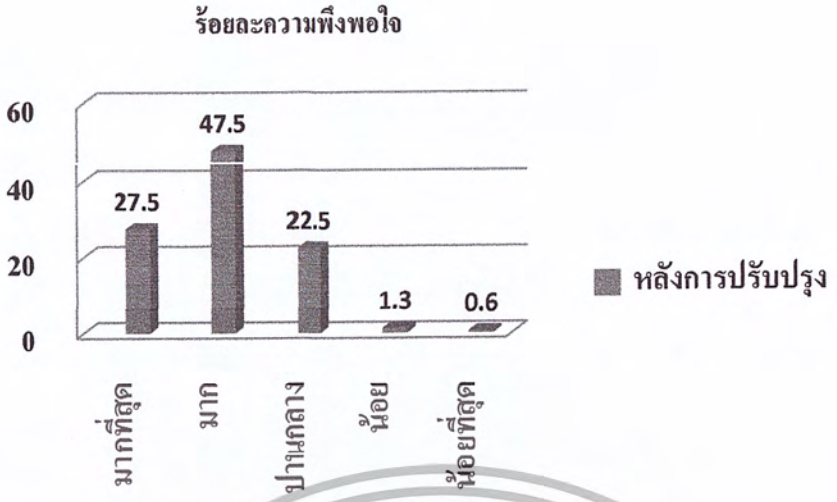
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อยละ 77 แสดงว่า จากการปรับปรุงทำให้ผู้มาใช้บริการมีแหล่งศึกษาเรียนรู้ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมือเครื่องจักรและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้เนื่องจากมีความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ23

ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็น: โปรแกรมการคำนวณและการจัดการ

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม							
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	$\overline{X}$	SD	ระดับ
	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ			
1. โปรแกรมการคำนวณและการจัดการมีการสร้างและออกแบบได้เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน	20	40	40	-	-	3.7	0.8	มาก
2. โปรแกรมการคำนวณและการจัดการสามารถอำนวยความสะดวกสบายให้แก่ผู้มาใช้บริการในโรงปฏิบัติการ	20	65	15	-		4.0	0.6	มาก
3. โปรแกรมการคำนวรและการจัดการมีการใช้งานที่ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน	35	35	30	-	-	4.0	0.8	มาก
4. ผู้ใช้บริการได้รับความรู้และประโยชน์จากโปรแกรมการคำนวณและการจัดการ	40	25	30	-		3.9	0.8	มาก
5. โปรแกรมการคำนวณและการจัดการสามารถช่วยเหลือผู้ปฏิบัติงานต่างๆได้	20	60	20	-	-	3.9	0.6	มาก
6. ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้ ความเข้าใจและมีความมั่นใจในการปฏิบัติงานภายหลังจากการใช้โปรแกรมการคำนวณ	20	55	15	5	5	3.8	1.0	มาก
7. โปรแกรมการคำนวณและการจัดการสามารตอบสนองความต้องการขอผู้ใช้บริการโรงปฏิบัติการเครื่องกลได้	30	50	20	-	-	4.0	0.7	มาก
8. ผู้ใช้บริการโรงปฏิบัติการเครื่องกลมีความพึงพอใจในโปรแกรมการคำนวณและการจัดการ	35	50	10	5	-	4.0	0.8	มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ร้อยละของความพึงพอใจหลังจากที่มีโปรแกรมการคำนวณและการจัดการสำหรับโรงปฏิบัติการเครื่องกล

จากรูปที่ 4.4 พบว่ากราฟจะแสดงข้อมูลเฉพาะส่วนของหลังการปรับปรุงเนื่องจากก่อนการปรับปรุงยังไม่มีระบบนี้ทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบข้อมูลได้ แต่ความพึงพอใจหลังจากที่มีโปรแกรมการคำนวณและการจัดการสำหรับโรงปฏิบัติการเครื่องกลของผู้ประเมินอยู่ในระดับมากคิดเป็นร้อยละ 47.5 ระดับมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 27.5 ระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 22.5 ระดับน้อยคิดเป็นร้อยละ1.3 และระดับน้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ0.6

โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =3.9) คิดเป็นร้อยละ78.6 แสดงว่า จากการสร้างโปรแกรมการคำนวณและการจัดการนี้ขึ้นมานั้นสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้จริง

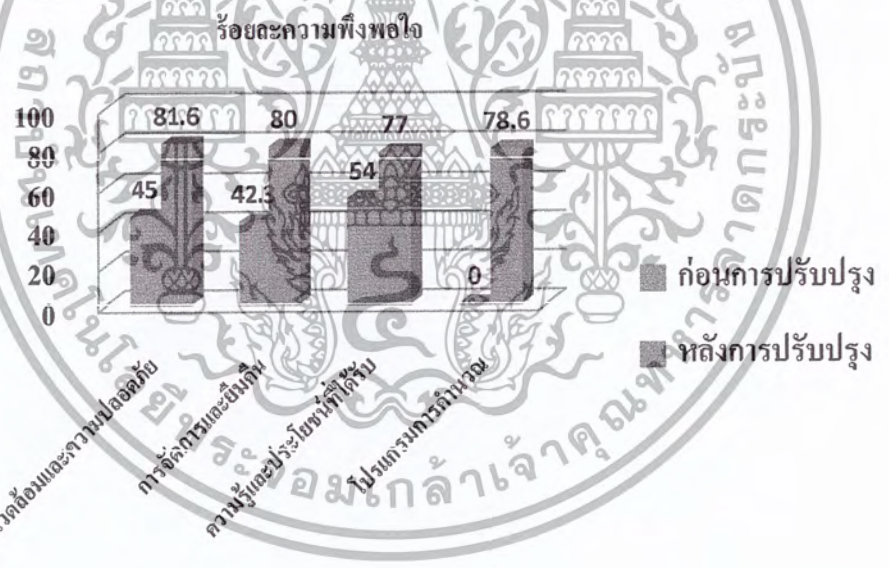
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลภาพรวม

ตารางที่ 6 แสดงข้อมูลระดับความพึงพอใจ

รายการประเมิน	ร้อยละของระดับความเหมาะสม				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1.ด้านสภาพแวดล้อมและการรักษาความปลอดภัย	-	81.6	-	45	-
2.ด้านระบบการจัดการและการยืมคืนอุปกรณ์	-	80	-	42.3	-
3. ด้านประโยชน์และความรู้ที่ได้รับ	-	77	-	54	-
4. ด้านโปรแกรมการคำนวณและการจัดการ	-	78.6	-	-	-
ภาพรวมทั้งโครงงาน	-	79.3	-	35.3	-

โดยให้ ▭ แทน ก่อนการปรับปรุง และ ▭ แทน หลังการปรับปรุง



รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบความพึงพอใจระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงโรงปฏิบัติการ

จากตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์โดยภาพรวม พบว่า ความพึงพอใจของผู้ประเมินส่วนใหญ่อยู่ในระดับน้อย คิดโดยเฉลี่ยเป็นร้อยละ 35.3 สำหรับการประเมินก่อนการปฏิบัติโครงงาน และภายหลังจากการปฏิบัติโครงงานเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น ผู้ประเมินมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก คิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 79.3 แสดงว่า โครรงานนี้สามารถนำไปใช้อำนวยความสะดวกแก่ผู้มาปฏิบัติงานในโรงปฏิบัติการเครื่องกลได้จริงและทำให้มีระบบการจัดการที่ดีขึ้นและทันสมัยกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการนำความรู้ทางด้านกระบวนการผลิตมาประยุกต์ใช้ในพัฒนาเป็นโปรแกรมการคำนวณและการจัดการสำหรับโรงปฏิบัติการเครื่องกลนั้นสามารถนำไปใช้งานได้จริงเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้มาปฏิบัติงาน โดยโปรแกรมนี้จะช่วยคำนวณหาความเร็วรอบ อัตราป้อน ลักษณะรูปทรงของมีดและค่าอื่นๆที่เหมาะสม โดยยึดตัวแปรการทำงานจริงเป็นหลัก อีกทั้งยังมีการสอดแทรกความรู้ทางทฤษฎีที่จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานมีความเข้าใจในงานนั้นเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังสร้างระบบการจัดการขึ้นสำหรับใช้ในโรงปฏิบัติการเครื่องกลทำให้มีระบบการจัดการที่ดีขึ้น ซึ่งจากผลการประเมินพบว่าความพึงพอใจของผู้มาใช้บริการโรงปฏิบัติการเครื่องกลมีเปอร์เซ็นต์ที่ดีขึ้นมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรจะนำโปรแกรมที่ได้จัดสร้างขึ้นไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อโรงปฏิบัติการเครื่องกล

5.2.2 ในอนาคตหากมีงบประมาณสำหรับการปรับปรุงโรงปฏิบัติการเครื่องกล แนะนำให้ใช้แผนผังโรงปฏิบัติการที่ได้วางไว้ไปใช้เป็นต้นแบบในการจัดวางเครื่องจักร เนื่องจากได้ศึกษาและจัดถูกต้องตามหลักทฤษฎี

5.2.3 หากมีการพัฒนาโปรแกรมนี้ต่อไปในอนาคต ควรเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขให้หน้าฟอร์มทั้งหมดให้สามารถเชื่อมต่อฐานข้อมูลในส่วนชื่อผู้ใช้งานได้แบบอัตโนมัติ

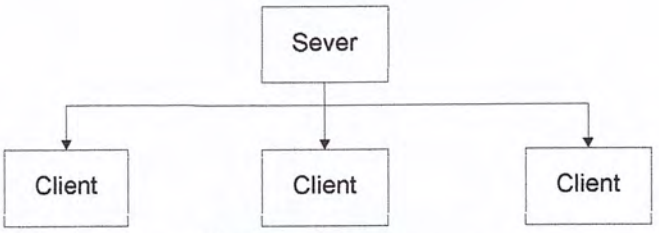
5.2.4 ควรปรับปรุงระบบให้เป็นระบบออนไลน์ที่สามารถใช้งานบนเว็บเพจในอินเตอร์เน็ตได้ ซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวกสบายในการศึกษาหาความรู้และการยืมคืนเครื่องมือเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการเชื่อมต่อระบบซอฟต์แวร์



รูปที่ ก-1 การเชื่อมต่อระบบ

ระบบจะประกอบด้วย เครื่อง Server และเครื่อง Client 2-3 เครื่อง

หน้าที่ของเครื่อง Server

1. ทำหน้าที่เก็บฐานข้อมูล (Database) ในรูปแบบตาราง ที่ทำขึ้นจาก Programe MySQL ซึ่งสามารถใช้ Navicate for MySQL สร้างฐานข้อมูลได้

2. ฐานข้อมูลในเครื่อง Server ประกอบด้วยตารางดังต่อไปนี้

2.1 admins สำหรับเก็บบันทึกข้อมูลส่วนตัวของผู้ดูแลระบบ

2.2 users สำหรับเก็บบันทึกข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้ที่มาลงทะเบียนใช้ระบบทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นนักศึกษาภาคเครื่อง หรือภาคอื่นๆ

2.3 toollendinginformation สำหรับเก็บบันทึกข้อมูลการยืมคืนของผู้ใช้

2.4 toolstock สำหรับเก็บบันทึกข้อมูลของเครื่องมือเครื่องจักรทุกประเภทในโรงปฏิบัติการ ไม่ว่าจะเป็น handtools, power tools, machine tools หรือ measure tools

3. เป็นตัวแบ่งปันข้อมูลหรือ Application (ตัวโปรแกรมของ User) ให้แก่เครื่อง Client

4. เป็นเครื่องสำหรับเปิดใช้งานโปรแกรมสำหรับผู้ดูแลระบบ (Administrator) โดยที่ผู้ดูแลระบบสามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลต่างที่เกี่ยวข้องได้ เช่นสามารถเพิ่ม-ลบเครื่องมือ, เช็คข้อมูลการยืม

หน้าที่ของเครื่อง Client

เป็นเครื่องสำหรับเปิดใช้งานโปรแกรมสำหรับผู้ใช้ (User) โดยผู้ใช้งานสามารถยืมคืนเครื่องมือเครื่องจักร ใช้โปรแกรมคำนวณหาค่าต่างๆ หรือเรียนรู้ข้อมูลรวมถึงวิธีการใช้เครื่องจักรในโรงปฏิบัติการได้

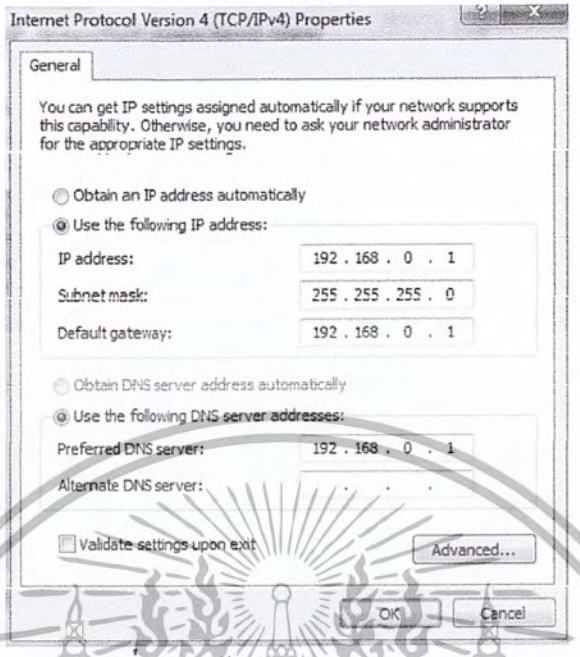
วิธีการเชื่อมต่อระบบ

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> สร้างระบบ Network ให้แก่ระบบ

1. สร้างวง Lan [Ad-Hoc] โดยตั้ง IP ของวงLanให้เหมือนกัน
2. เลือก Start > All Programe > Accessories > Communications > Network Connection
3. คลิกขวาที่ Icon ของ Card Lan > Properties > เลือก Internet protocol [TCP/IP] > Properties ใส่ค่าตามรูป ก-2 โดยที่ บรรทัด IP address ของแต่ละเครื่อง หมายเลขตัวสุดท้ายห้ามซ้ำกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในที่นี้ให้เครื่อง Server มี IP เป็น 192.168.0.1

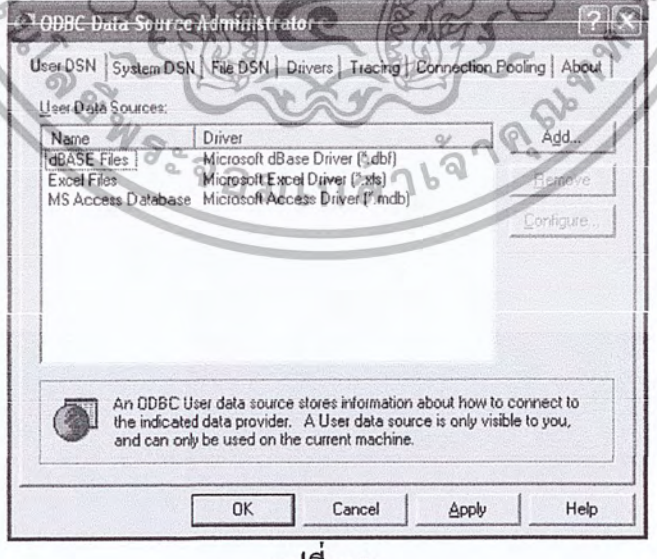


รูปที่ ก-2 หน้าต่าง Internet Protocol

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> การทำให้ Delphi มองเห็นฐานข้อมูลของ MySQL

การเชื่อมต่อระบบ Delphi – MySQL ของ Project นี้เป็น แบบ ODBC มีขั้นตอนดังนี้

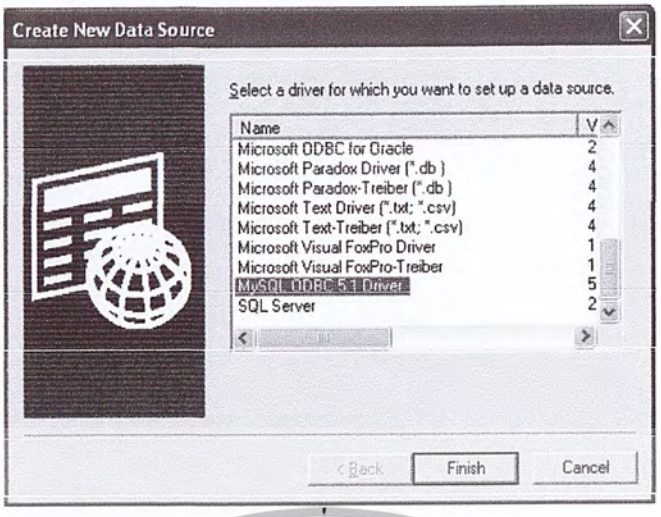
1. ลงโปรแกรม MySQL ODBC Driver v.5.xx ในเครื่องที่ต้องการเชื่อมต่อ ให้เรียบร้อย
2. เลือก start > control panel > Administrative Tools > DataSources (ODBC) ดังรูปที่ก-3



รูปที่ ก-3

3. Create Connection ใน Datasources (ODBC) เพื่อให้ Delphi สามารถมองเห็น Database ของ MySQL โดยเลือก Add > driver = MySQL ODBC 5.1 Driver ดังรูปก-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-4

4. ใส่ค่าพารามิเตอร์สำหรับการเชื่อมต่อฐานข้อมูล ดังนี้

Data Source Name : ตั้งชื่อ DataSourceName

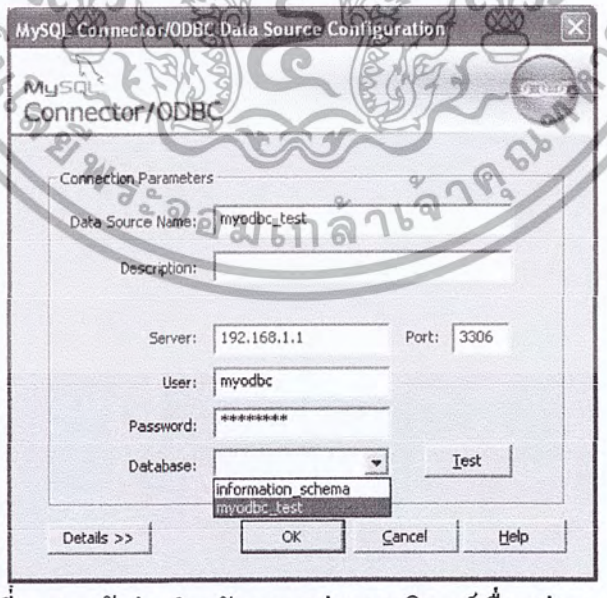
Server : ชื่อ Hostname หรือ IP Address ของ Database Server (ที่เครื่องserverให้ใส่ localhost ส่วน ที่เครื่องลูกให้ใส่ 192.168.0.1)

Port : 3306

User : Username สำหรับการล็อกเข้าฐานข้อมูล [ใส่ root]

Password : รหัสผ่าน [ใส่ admin]

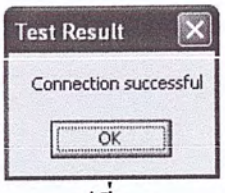
Database : ชื่อ Database ที่ต้องการ ดังรูป ก-5



รูปที่ ก-5 หน้าต่างสำหรับกรอกค่าพารามิเตอร์เชื่อมต่อระบบ

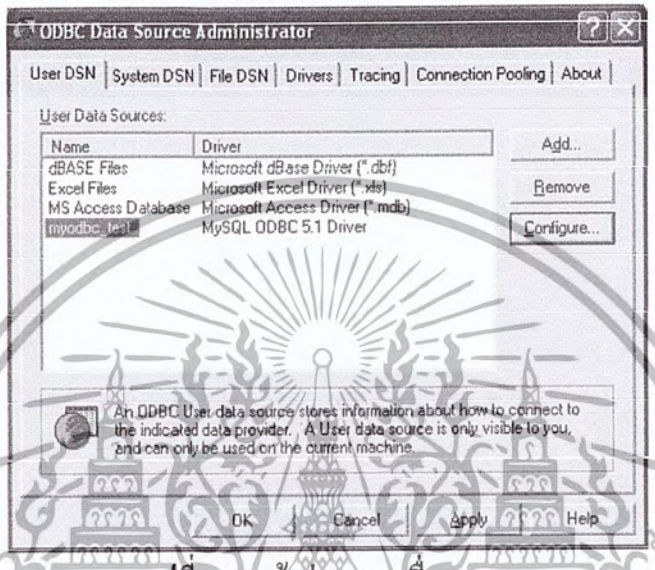
หากใส่ข้อมูล Server, User, Password ถูกต้อง จะสามารถเลือกชื่อ Database ในช่อง Database ได้ให้เลือก Details > Character Set = tis620 ดังตัวอย่างผลลัพธ์จากการกดปุ่ม [Test] ดังรูป ก-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



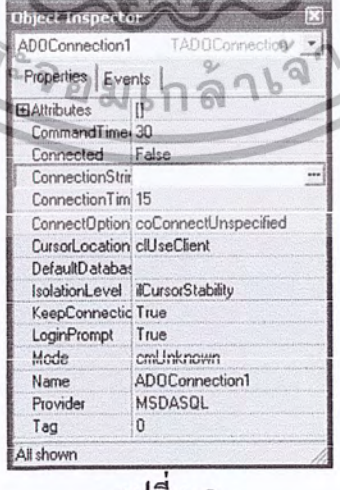
รูปที่ ก-6

หลังจากกำหนดค่าเรียบร้อย จะมีชื่อ DSN ที่เพิ่มขึ้นดังรูปที่ ก-7



รูปที่ ก-7 หน้าต่างแสดงชื่อ DSN

5. Delphi สามารถมองเห็น database [MySQL] ได้ โดยการติดต่อข้อมูลแบบ ADO ที่หน้าฟอร์มที่ต้องการเชื่อมต่อ ทำได้โดย ให้วาง componet (ADOConnection) ลงไปที่หน้าโปรแกรม และกำหนด Object Inspector โดยคลิกที่ แล้วกด F11 จะปรากฏหน้าต่างดังรูป ก-8

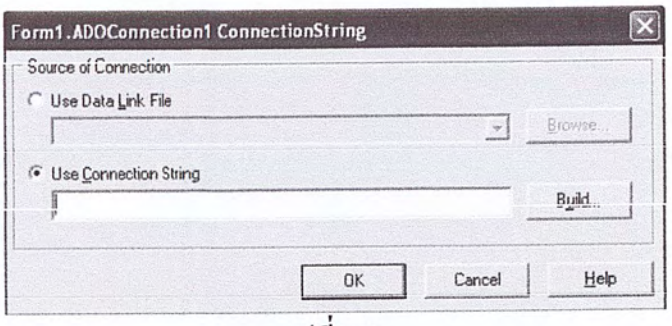


รูปที่ ก-8

จากนั้นเลือก Properties คลิกที่ Connection String แล้วทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

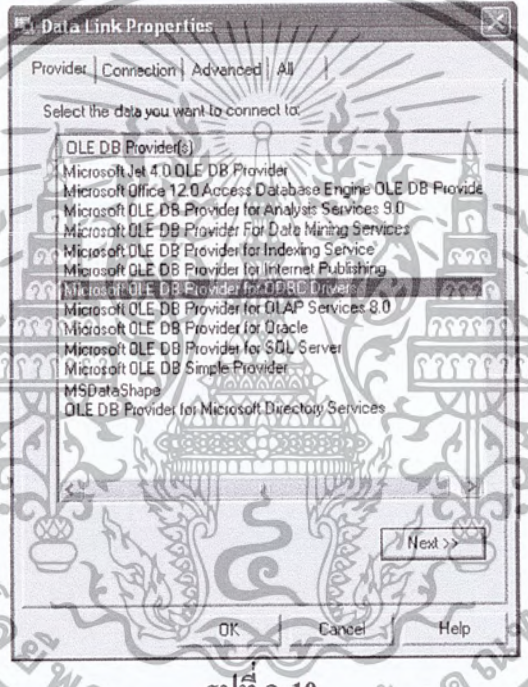
5.1 Select > Use Connection String > Build > OK ดังรูป ก-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-9

5.2 ที่ Provider > Select >Microsoft OLE DB Provider for ODBC Drivers > Next ดัง รูป ก-10



รูปที่ ก-10

5.3 @ Connection รูปที่ ก-11 ใส่ข้อมูลลงไปดังนี้

Specify the source of data : Select > Use Datasource name: ชื่อ database ที่ต้องการเชื่อมต่อ

Enter information to log on to the sever : Username: root

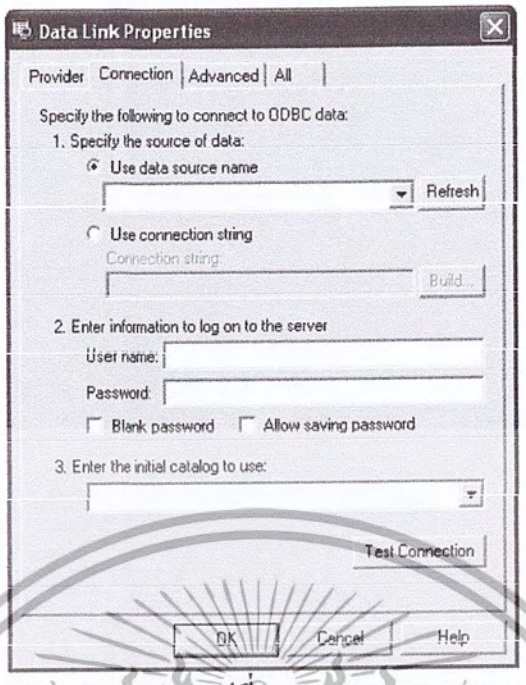
Password: admin

Select Allow saving password

Enter the initial catalog to use : ให้เลือกชื่อตารางที่ต้องการเชื่อมต่อระบบ

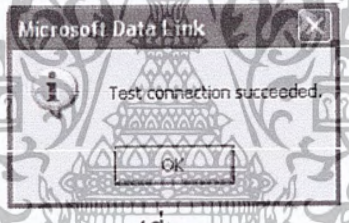
กดปุ่ม Test Connection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-11

ถ้าข้อมูลที่ใส่ถูกต้องเรียบร้อยจะขึ้นหน้าต่างบอกเราว่า Success ดังรูป ก-12



รูปที่ ก-12

ขั้นตอนที่ 3 เขียน Code เชื่อมต่อระบบ

ในการเชื่อมต่อจะมีCodeหลักๆของตัวโปรแกรม admin และ user คือ

1. Search ข้อมูลจากฐานข้อมูล
2. Insert or Save ข้อมูลลงฐานข้อมูล
3. Delete ข้อมูลจากฐานข้อมูล

โดยที่ทุกหน้าที่มี ADOconnnection นั้นต้องพิมพ์ Code ดังต่อไปนี้เพื่อเปิดการเชื่อมต่อ

```
procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
    with ADOConnection1 do
    begin
      Open;      //Open to connect the database
    end;
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการสร้างฐานข้อมูล MySQL

การสร้างฐานข้อมูล MySQL ด้วย Navicat for MySQL มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างการเชื่อมต่อฐานข้อมูล

1. หลังจากเปิดโปรแกรม Navicat ขึ้นมาแล้ว คลิกที่ Connection
2. โปรแกรมจะเปิดหน้าต่าง Connection ขึ้นมา ซึ่งต้องป้อนรายละเอียดที่จำเป็น ดังนี้

Connection Name: ตั้งชื่อ Connection จะเป็นอะไรก็ได้ ให้จำง่ายเข้าไว้

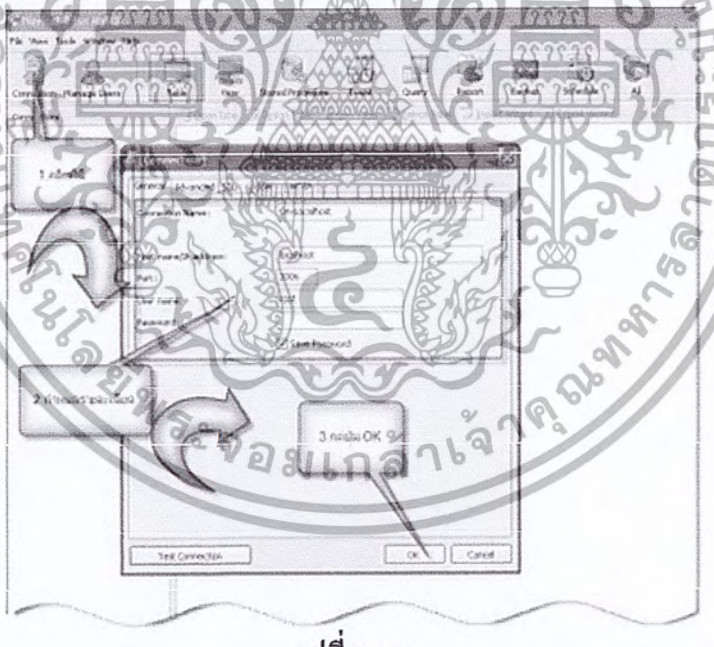
Host name/IP address: ปล่อยให้เป็น localhost

Port: ปล่อยให้เป็น 3306

User name: ป้อน User name ที่ใช้ล็อกอินเข้าสู่ MySQL ค่าดีฟอลต์ จะเป็น root

Password: ป้อนรหัสผ่าน ที่ใช้ล็อกอินเข้าสู่ MySQL ถ้าไม่มีรหัสผ่าน ให้ปล่อยว่างไว้

3. กดปุ่ม Test Connection เพื่อทดสอบการเชื่อมต่อ ดูก่อนก็ได้ ถ้าโปรแกรมแจ้งว่า Conection Successfully แสดงว่าสามารถเชื่อมต่อฐานข้อมูลได้แล้ว ก็ให้คลิกปุ่ม OK (รูป ข-13)

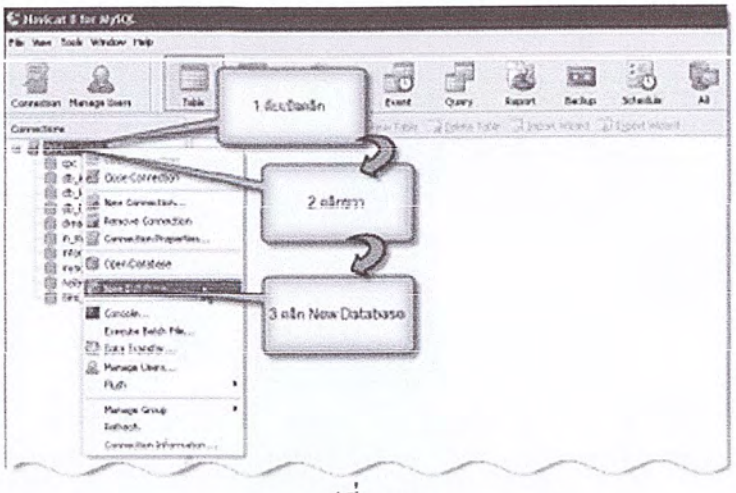


รูปที่ ข-13

ขั้นตอนที่ 2 สร้างฐานข้อมูล

1. Double Click ที่ ตัว connection ที่สร้างขึ้นมา เพื่อเชื่อมต่อเข้าใช้งาน MySQL และ Click ขวา ที่ตัว connection แล้วกดเลือก New Database เพื่อสร้างฐานข้อมูล (รูป ข-14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข-14

จากนั้นโปรแกรมจะเปิดไดอะล็อกบ็อก Create New Database ขึ้นมา (รูป ข-15)

รูปที่ ข-15

ต้องมีการกำหนดรายละเอียดดังนี้

Enter database name: ตั้งชื่อฐานข้อมูล

Character set: กำหนดชุดตัวอักษร แนะนำเป็น utf8–UTF-8 Unicode

Collation: กำหนด Collation แนะนำเป็น utf8_general_ci

หลังจากกำหนดทุกอย่างเรียบร้อย คลิกปุ่ม OK ก็จะสร้างฐานข้อมูลใหม่เสร็จเรียบร้อย

การเรียกตารางDB ที่มีใน MySQL ให้มาขึ้นใน Delphi

1. ไปที่Formที่ต้องการเรียกDatabse
2. เลือกComponent ใส่ในForm ที่ต้องการ
   - เลือก Data Controls > DBGrid
   - เลือก Component ZeosAccess > Zconnection
   - เลือก Component ADO > ADOconnection
   - เลือก Component ADO > ADOTable
   - เลือก Component ZeosAccess >ZTable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือก Component DataAccess > DataSource

3. Set properties ใน object inspector

@Zconnection

> Protocal = MySQL-5

>User = root

>Hostname = localhost

>Password = admin [password ของMySQL] จะพบ Database ที่มีในMySQL

>Catalog = machineshop

>Database = machineshop [copy from catalog]

> Connect = True

@Ztable

>Connection = Zconnection1

>Tablename = [ตารางที่ต้องการใส่]

@ DataSource

>Dataset = Ztable1

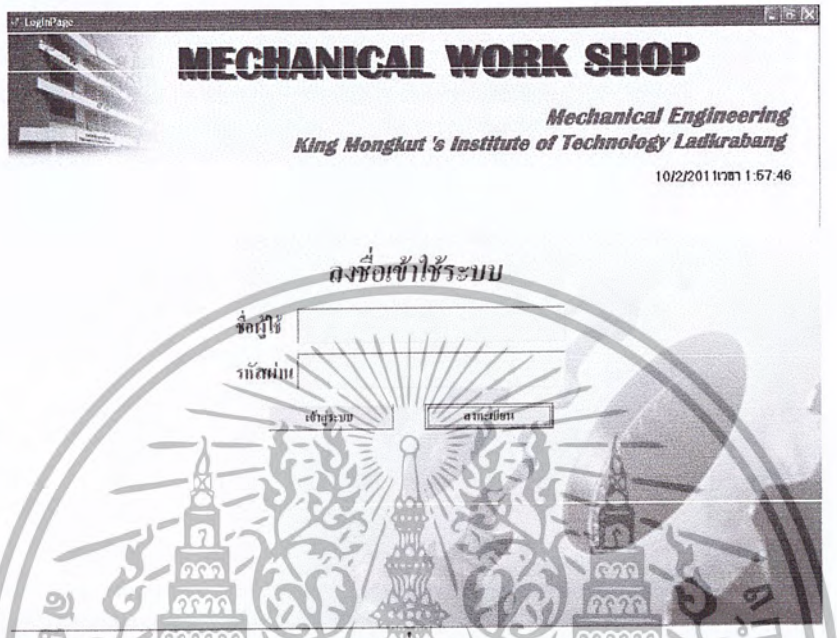
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดการใช้งานของโปรแกรม

1. โปรแกรมของผู้ดูแลระบบหรือAdmin



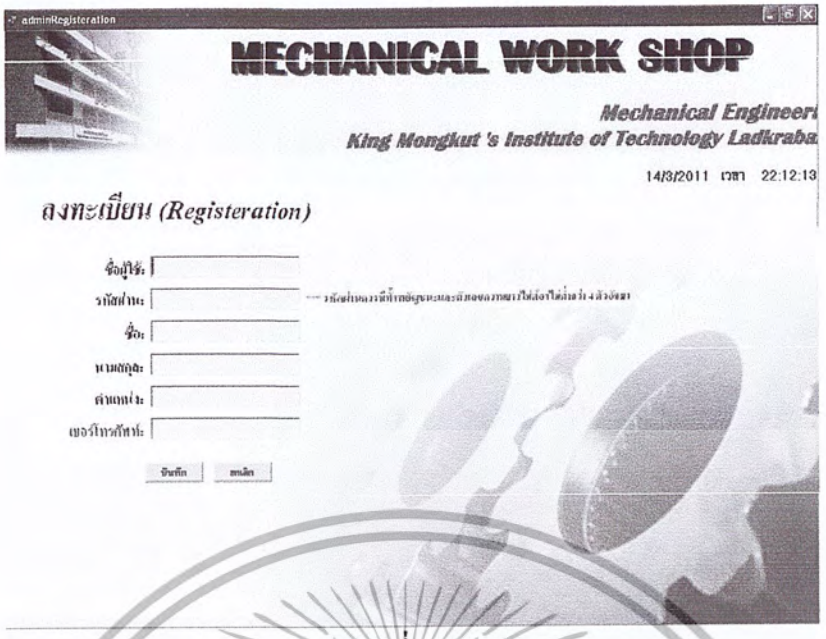
รูปที่ ค-1

เมื่อเปิดโปรแกรมเข้ามาจะพบกับหน้า Login (รูปที่ ค-1) โดยผู้ดูแลระบบหรือAdminนั้น จำเป็นที่จะต้องลงทะเบียนเพื่อที่จะมี ชื่อผู้ใช้ (Username) และ รหัสผ่าน (Password) เพื่อเข้าใช้งาน โดยการลงทะเบียนนั้นจะต้องกดที่ปุ่ม"ลงทะเบียน"

ภายในหน้าต่างลงทะเบียน (รูปที่ ค-2) นั้น Adminจะต้องกรอกรายละเอียด ดังนี้

1. ชื่อผู้ใช้
2. รหัสผ่าน
3. ชื่อจริงของผู้ลงทะเบียน
4. นามสกุลของผู้ลงทะเบียน
5. ตำแหน่งของAdmin เช่น อาจารย์ภาค เจ้าหน้าที่
6. เบอร์โทรศัพท์ และกด "บันทึก"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



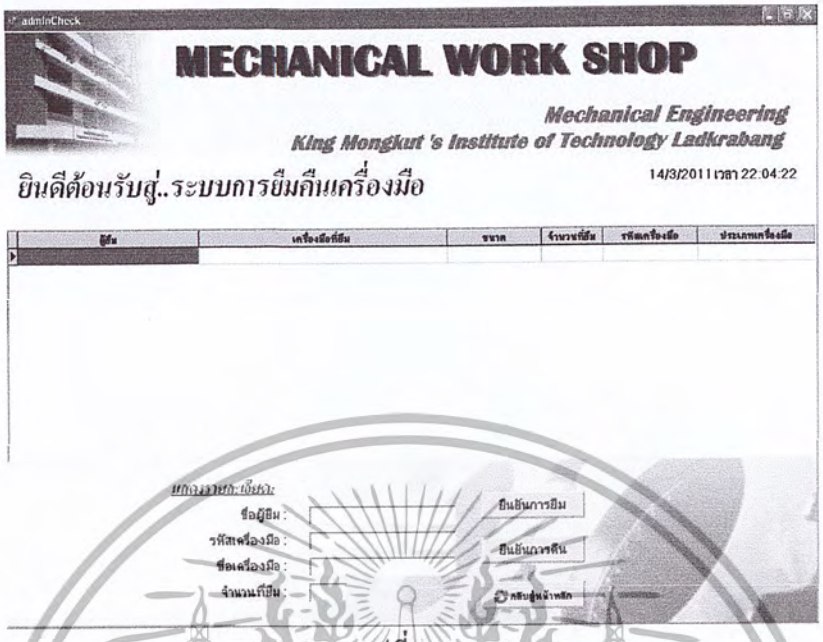
รูปที่ ค-2

เพียงเท่านี้ก็จะมี ชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน ไปLogInที่หน้า LogIn ได้ และหลังจากLogIn เข้ามาแล้ว จะพบหน้าHomepage (รูปที่ ค-3) ที่มีฟังก์ชั่นดังนี้

รูปที่ ค-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันที่1 Tool Lending Sysem เมื่อกดฟังก์ชั่นนี้เข้ามาจะพบหน้าต่างดังรูปที่ ค-4



รูปที่ ค-4

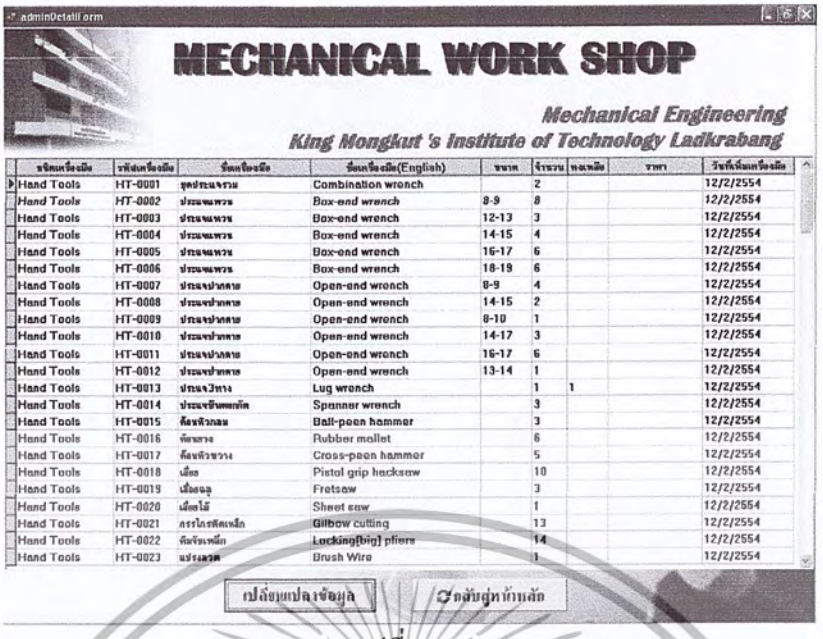
รายละเอียดของฟังก์ชั่นนี้ คือ

- เป็นฟังก์ชั่นในการเช็ครายชื่อของผู้ยืม(User) ว่า ใครยืมอะไร ไป ยืมเครื่องมือขนาดใด จำนวนที่ยืม รหัสเครื่องมือที่ยืม และประเภทของเครื่องมือ ดังรูป
- เป็นฟังก์ชั่นในการยืนยันการยืม โดยเมื่อมีผู้ยืมมารับของ Admin จะต้องรับบัตรประจำตัวนักศึกษาของผู้ยืมมาเก็บไว้พร้อมทั้งส่งมอบเครื่องมือให้แก่ผู้ยืม และกดปุ่ม "ยืนยันการยืม"
- เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้ ลบรายชื่อของผู้ยืมให้ออกจากระบบการยืมคืน โดยเมื่อมีการมาคืนเครื่องมือ Admin จะต้องรับของพร้อมทั้งคืนบัตรนักศึกษาให้ และลบรายชื่อผู้ยืมของจากระบบการยืมคืน โดยการ เลือกชื่อของผู้ยืมและกดปุ่ม "ยืนยันการคืน" เพื่อให้การคืนเสร็จสมบูรณ์

ฟังก์ชั่นที่2 ADD/REMOVE เมื่อกดเข้าฟังก์ชั่นนี้มาจะพบหน้าต่างดังรูปที่ ค-5มีรายละเอียดในฟังก์ชั่น ดังนี้

- เป็นฟังก์ชั่นสำหรับเช็ครายชื่อเครื่องมือต่างๆ
- เพิ่ม-ลบ เครื่องมือในโรงปฏิบัติการ โดยการกดที่ปุ่ม "เปลี่ยนแปลงข้อมูล" (รูปที่ ค-6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค-5

รูปที่ ค-6

อันดับแรกเมื่อเข้ามาที่หน้าต่างนี้ Admin ควรอ่านคำแนะนำก่อน

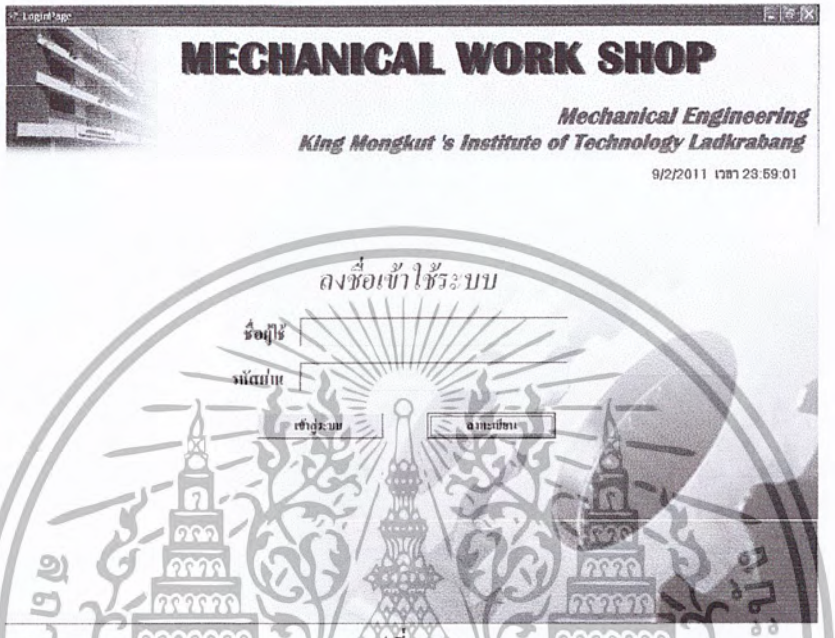
- Admin สามารถ <u>เพิ่มเครื่องมือ</u> ที่เข้ามาใหม่ในโรงปฏิบัติการได้ในแถบ เพิ่มข้อมูล (Insert) จากนั้นให้เพิ่มรูป (ขนาด 170*125 นามสกุล .JPG) กรอกรายละเอียดต่างๆลงไปในช่องว่าง และกดปุ่ม “เพิ่ม” เพื่อเป็นการเสร็จสิ้นการเพิ่มข้อมูล

- Admin สามารถ <u>ลบเครื่องมือ</u> ที่ชำรุด เสียหาย หรือไม่ใช้แล้วในโรงปฏิบัติการ ออกจากระบบ โดยการเลือกเครื่องมือที่แถบ ลบข้อมูล(Delete) และกดปุ่ม “ลบ” เพื่อเป็นการเสร็จสิ้นการลบข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การ <u>แก้ไขข้อมูล</u> นั้น Admin จะต้องลบเครื่องมือเดิมออกก่อนและเพิ่มรายละเอียดข้อมูลใหม่ลงไป

2. โปรแกรมของผู้ใช้ระบบ



รูปที่ ค-7

เมื่อเปิดโปรแกรมเข้ามาจะพบกับหน้า LogIn (รูปที่ 6) โดยใช้ระบบหรือUserนั้น จำเป็นที่จะต้องลงทะเบียนเพื่อที่จะมี ชื่อผู้ใช้ (Username) และ รหัสผ่าน (Password) เพื่อเข้าใช้งาน โดยการลงทะเบียนนั้นจะต้องกดที่ปุ่ม"ลงทะเบียน"

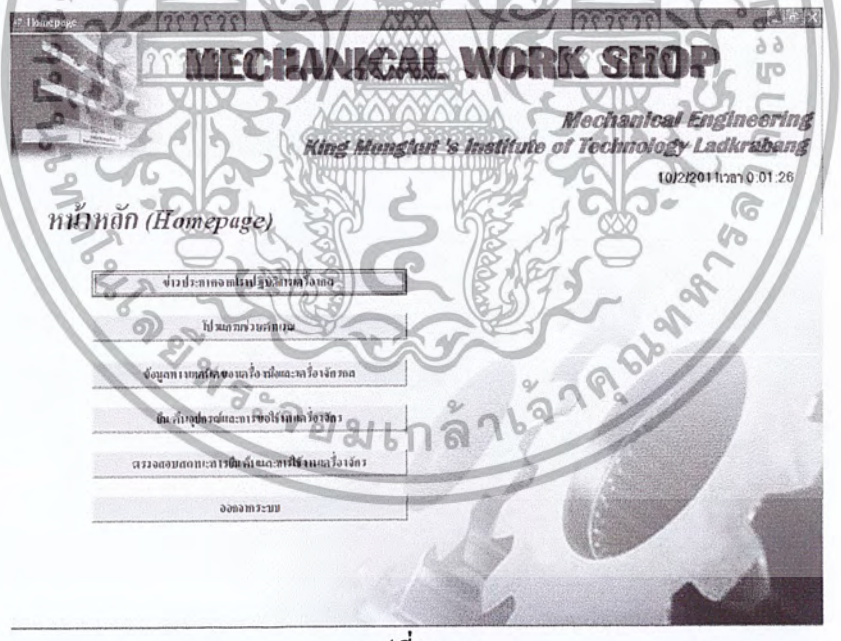
ภายในฟังก์ชั่น ลงทะเบียน (รูปที่ ค-8) User จะต้องกรอกรายละเอียด ดังนี้

1. ชื่อผู้ใช้ จะต้องกรอกMEแล้วตามด้วยรหัสนักศึกษา เช่น ME50055111
2. รหัสผ่าน
3. ชื่อจริงและนามสกุลของผู้ลงทะเบียน
4. วันเดือนปีเกิด
5. ชั้นปี
6. รหัสนักศึกษา
7. ภาควิชา
8. เบอร์โทรศัพท์ และกด "บันทึก"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค-8

เพียงเท่านี้ก็จะมี ชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน ไป Login ที่หน้า Login ได้ และหลังจาก Login เข้ามาแล้วจะพบหน้าHomepage (รูปที่ ค-9) ที่มีฟังก์ชั่นดังนี้

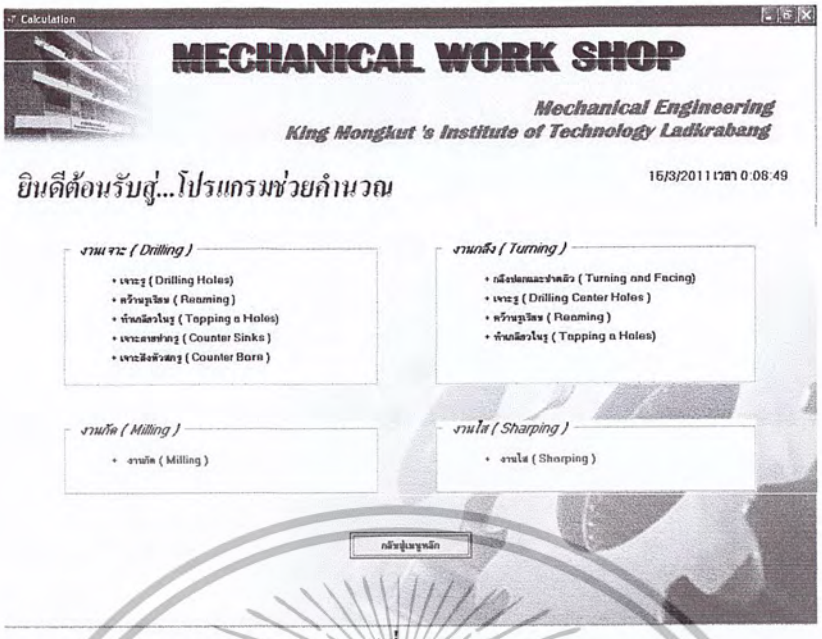


รูปที่ ค-9

ฟังก์ชันที่ 1. ข่าวประกาศจากโรงปฏิบัติการเครื่องกล ฟังก์ชั่นนี้เป็นฟังก์ชั่นที่รองรับในอนาคต สำหรับแสดงรายะเอียด ข่าวประกาศต่างๆของทางภาควิชาเครื่องกล

ฟังก์ชันที่ 2. โปรแกรมคำนวณ มีหน้าตาดังรูปที่ ค-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค-10

ฟังก์ชั่นนี้เป็นโปรแกรมการคำณวนสำหรับงานโลหะต่างๆ ได้แก่ งานเจาะ งานกลึง งานกัด และงานไส งานโลหะแต่ละชนิดจะมีรายละเอียดปลีกย่อยดังนี้

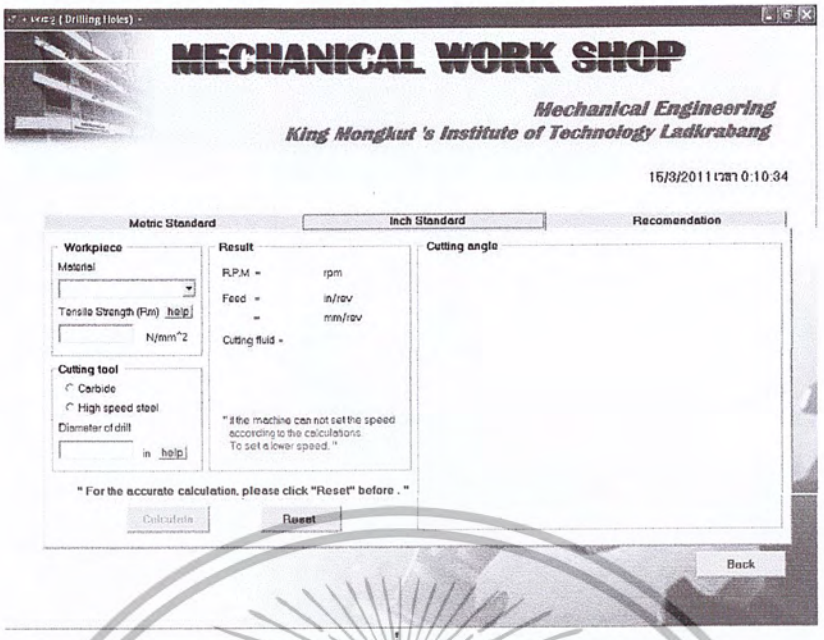
1. งานเจาะ (Drilling) มีรายละเอียดดังนี้

- เจาะรูทั่วไป หรือ Driilling Holes (รูปที่ ค-11)

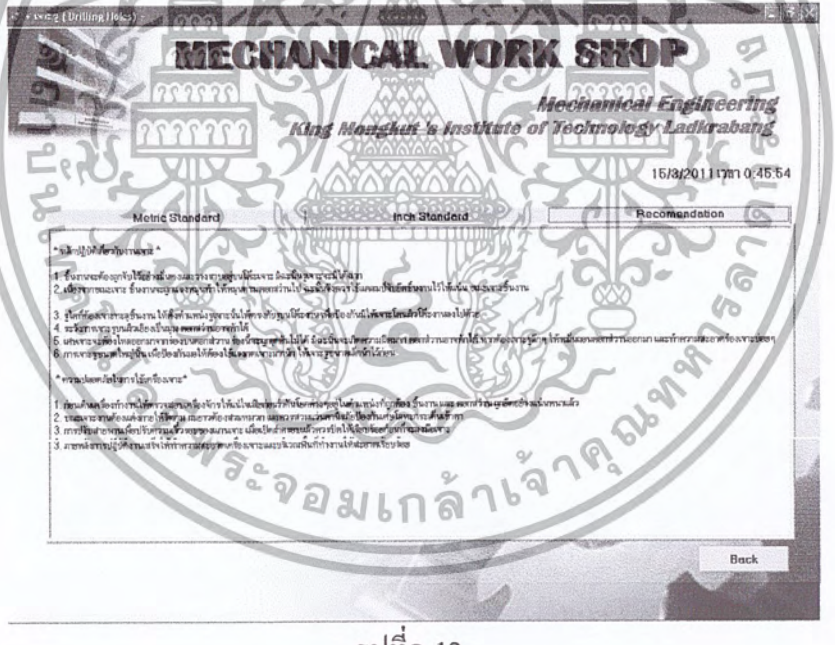
ผู้ใช้งานสามารถคำณวนงานเจาะรูทั่วไปได้โดยใส่ข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องลงไป ซึ่งเลือกได้ทั้งระบบหน่วย Metric และหน่วย Inch โดยเลือกที่แถบด้านบน นอกจากนี้ยังมีปุ่ม help สำหรับช่วยเหลือ User ในการใส่ค่าความแข็งของวัสดุชิ้นงาน หลังจากใส่ข้อมูลลงไปครบทั้งช่องแล้ว ให้กดปุ่ม “Calculate” รายละเอียดของการคำณวนจะออกมาในช่อง Result และมีรูปประกอบในช่อง Cutting angle รวมทั้งยังมีแถบ Recommendation (รูปที่ค-12) ไว้แนะนำรายละเอียดสำหรับงานเจาะทั่วไปให้แก่ผู้ใช้

โปรแกรมการคำนวณนี้จะมีหลักการใช้งานที่คล้ายคลึงกัน ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการปฏิบัติงานใดก็ตาม คือผู้ใช้งานจะต้องกรอกข้อมูลให้ครบถ้วนตามสภาพการทำงานจริง โปรแกรมจึงจะสามารถคำนวณค่าที่เหมาะสมที่สุดในแต่สภาพการทำงานนั้นๆได้ ซึ่งต่อไปจะขอแสดงเพียงรูปภาพตัวอย่างของโปรแกรมเท่านั้น เนื่องจากหลักและวิธีการใช้งานคล้ายคลึงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



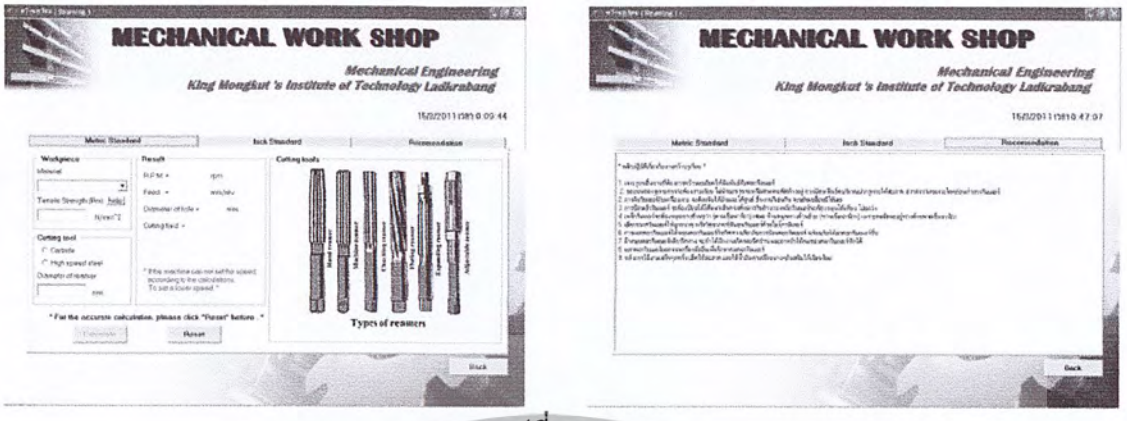
รูปที่ ค-11



รูปที่ค-12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คว้านรูเรียบ หรือ Reaming (รูปที่ ค-13)

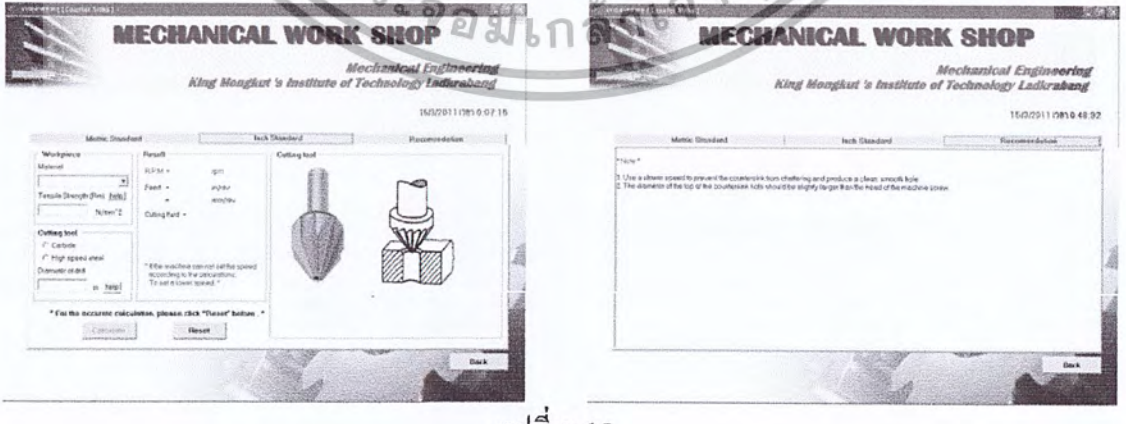


รูปที่ ค-13

- ทำเกลียวในรู หรือ Tapping a holes (รูปที่ ค-14)

รูปที่ ค-14

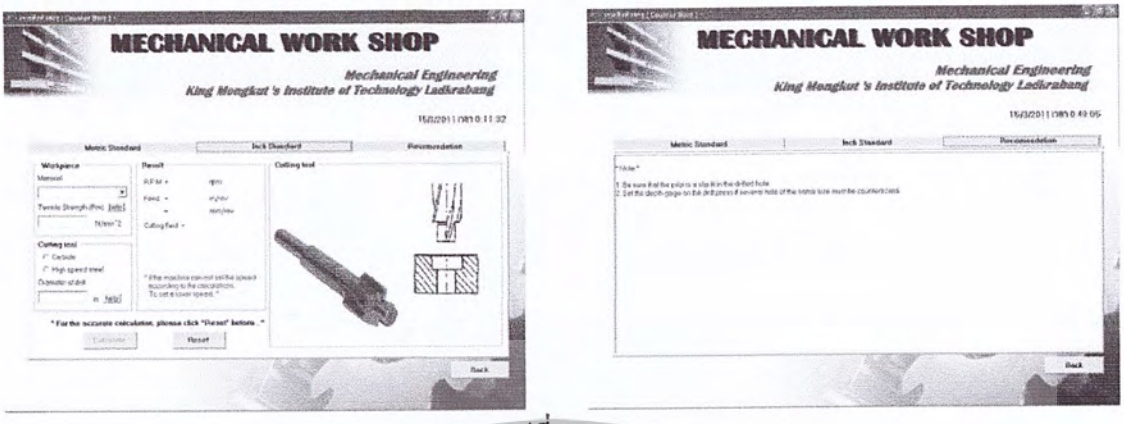
- เจาะผายปากรู หรือ Counter sinks (รูปที่ ค-15)



รูปที่ ค-15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การฝังหัวสรู หรือ Counter bore (รูปที่ ค-16)



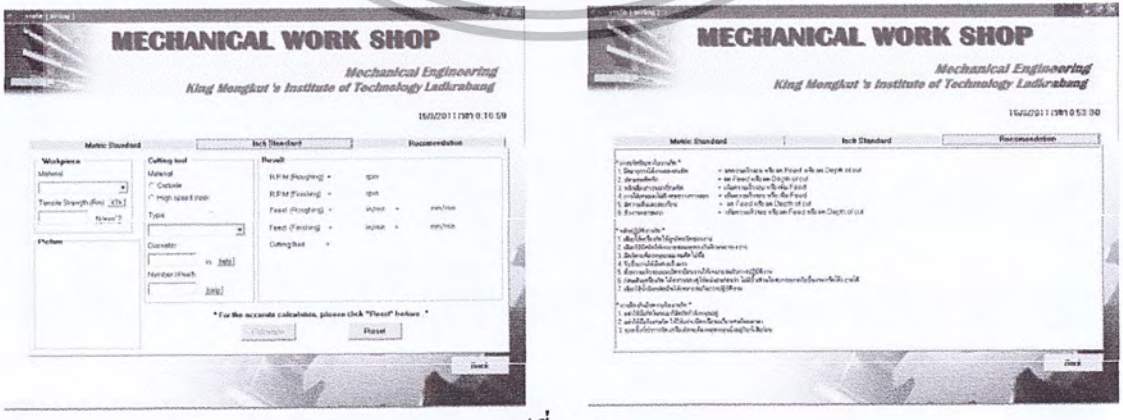
รูปที่ ค-16

2. งานกลึง(Turning) มีรายละเอียดดังนี้

- กลึงปอกและปาดผิว หรือ Turning and facing (รูปที่ ค-17)

รูปที่ ค-17

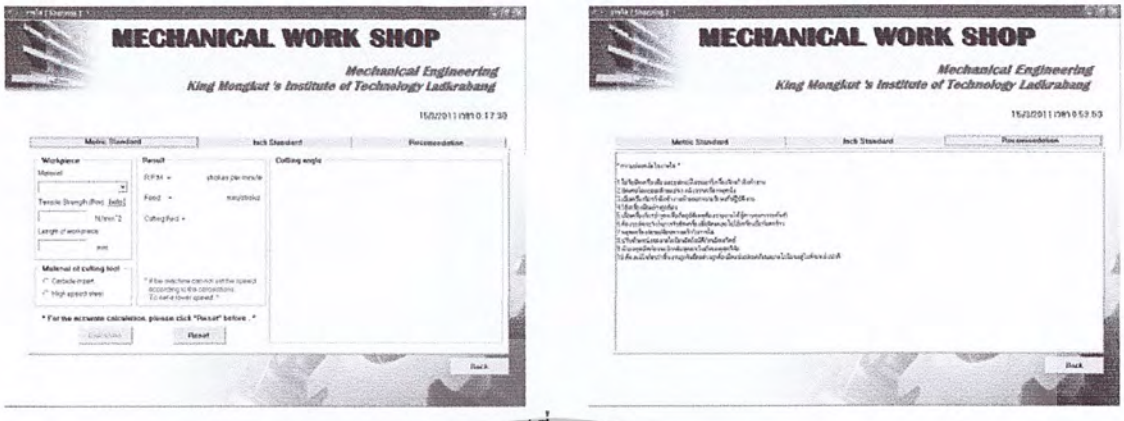
3. งานกัด(Milling) มีรายละเอียดดังนี้ (รูปที่ ค-18)



รูปที่ ค-18

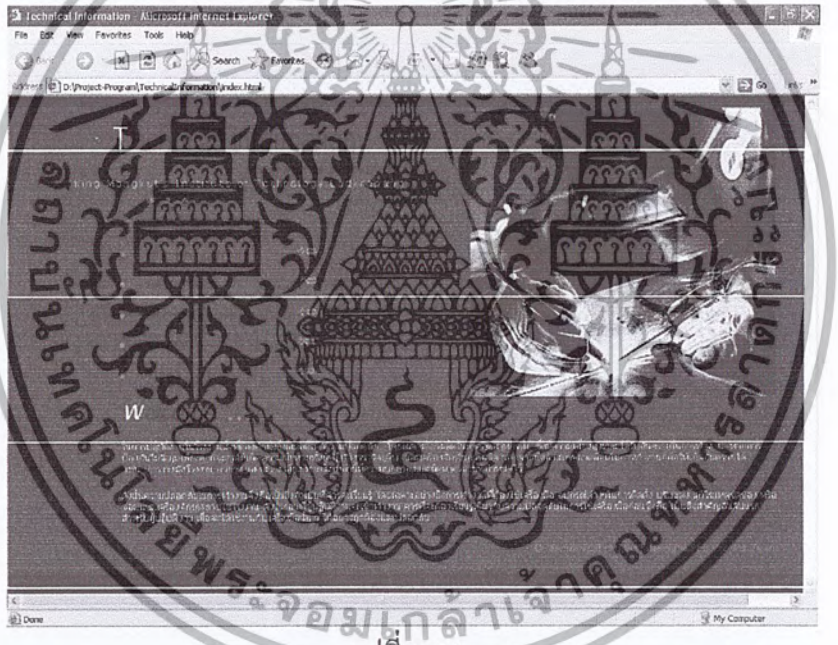
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. งานไส (Sharping) มีรายละเอียดดังนี้ (รูปที่ ค-19)



รูปที่ ค-19

ฟังก์ชันที่ 3. ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องมือและเครื่องจักรกล (รูปที่ ค-20)



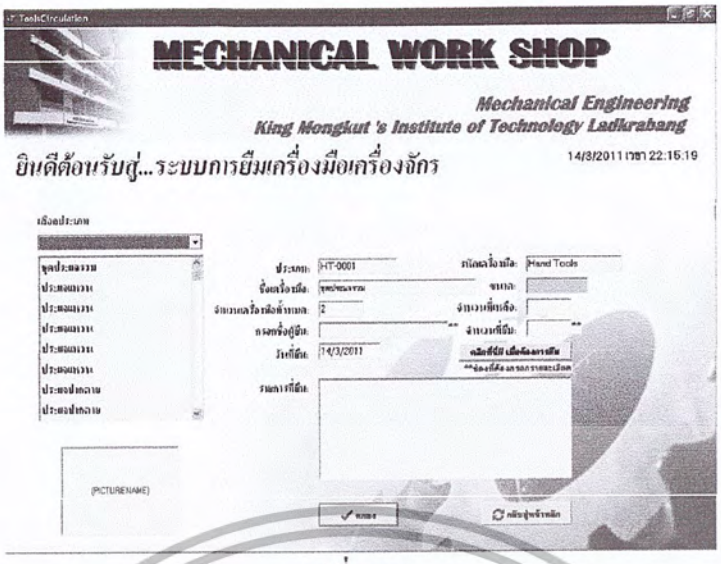
รูปที่ ค-20

ฟังก์ชั่นนี้เป็นฟังก์ชั่นที่บอกรายละเอียดเบื้องต้นของเครื่องมือและเครื่องจักร และวิดิโอสอนการใช้เครื่องจักรชนิดต่างๆ โดยจะแบ่งไว้เป็นหมวดหมู่ให้ง่ายแก่การค้นหา ดังนี้

- Measuring tools เครื่องมือวัด
- Hand tools เครื่องมือช่าง
- Machine tools
- Safety ความปลอดภัย

ฟังก์ชันที่ 4. ยืมคืนอุปกรณ์และการขอใช้งานเครื่องมือ (รูปที่ ค-21)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค-21

ฟังก์ชั่นนี้เป็นฟังก์ชั่นในการยืม คืน อุปกรณ์และขอใช้เครื่องจักรในโรงปฏิบัติการ โดยผู้ใช้งาน สามารถเลือกประเภทของเครื่องมือ และกดปุ่ม “ตกลง” เพื่อลงข้อมูลการยืมในระบบ แล้วค่อยไปรับของที่เจ้าหน้าที่ต่อ ไป

ฟังก์ชันที่ 5. ตรวจสอบสถานะการยืม/คืนและการใช้งานเครื่องจักร (รูปที่ ค-22)

รูปที่ ค-22

ฟังก์ชั่นนี้ผู้ใช้งาน สามารถตรวจสอบรายละเอียดการยืมของตนเองไม่ว่าจะเป็น ประเภท ,ชนิด,ขนาด,จำนวน และวันที่ยืม ได้ด้วยตนเอง โดยการกรอกชื่อผู้ยืมลงไปในช่องแล้วค้นหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางค่าแนะนำที่เหมาะสมในการปฏิบัติงานตัด

ตารางที่ ง-1 ขนาดของมุมหลบและมุมจิกที่เหมาะสมกับวัสดุชิ้นงานที่แตกต่างกัน

วัสดุชิ้นงาน (Materials)	มุมจิก (Point Angle)	มุมหลบ (Lip Clearance Angle)
Aluminum	140°	12°-15°
Brass	118°	10°-12°
Cast iron	118°	8°-12°
Copper	140°	12°-15°
Thermoset	80°	12°-15°
Thermoplastic	80°	12°-15°
Stainless Steel	140°	8°-12°
Steel	118°	8°-12°

ตารางที่ ง-2 แสดงค่ามุมต่างๆของมีดกลึงทำจากเหล็กรอบสูงที่เหมาะสมกับชิ้นงานวัสดุต่างๆ

วัสดุชิ้นงาน (Materials)	Back Rake	Side Rake	Front Relief	Side Relief	Side & End Cutting Edge
Aluminum	20°	15°	12°	10°	5°
Brass	0°	0°	8°	8°	5°
Cast iron	5°	10°	5°	5°	15°
Copper	0°	0°	8°	8°	5°
Magnesium	20°	15°	12°	10°	5°
Thermo set	0°	0°	20°-30°	15°-20°	10°
Thermoplastic	0°	0°	20°-30°	15°-20°	10°
Stainless Steel	5°	8°-10°	5°	5°	15°
Steel	10°	12°	5°	5°	15°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-3 ประเภทน้ำหล่อเย็นที่ใช้กับวัสดุและงานต่างๆ

Materials	Type of Machining Operation						
	Turning	Drilling	Milling	shaping	Reaming	Threading	Tapping
Aluminum	EM	EM Dry	EM MO ML	EM Dry	ML MO EM	EM Sul	EM Dry
Brass	EM	EM Dry	EM Dry	EM Dry	EM Dry	EM ML	EM Dry
Cast iron	EM Dry	EM Dry Air	EM Dry	EM Sul ML	EM ML Dry	Sul ML Dry	Sul
Copper	EM	EM ML Dry	EM Dry	EM	EM ML	EM ML	Sul ML
Thermoset	Dry Air	Dry Air	Dry Air	Dry Air	Dry Air	Dry Air	Dry Air
Thermoplastic	Dry Air	Dry Air	Dry Air	Dry Air	Dry Air	Dry Air	Dry Air
Magnesium	Dry Air	Dry Air	EM MO Dry	EM Dry	ML MO EM	EM Sul	EM Dry
Stainless Steel	EM	EM Sul ML	EM ML	Sul EM	EM Sul ML	Sul ML	Sul
Steel	EM	EM Sul ML	EM ML	EM Sul ML	EM Sul ML	Sul ML	Sul

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Key น้ำมันตัดชนิดน้ำมันล้วน MO----- Mineral oils

ML----- Mineral-lard oils

Sul----- Sulphurized oils

น้ำมันตัดชนิดผสมน้ำ EM----- Emulsifiable oils

ไม่ใช้น้ำมันตัด Dry----- No cutting fluid needed

Air----- Jet of compressed air

ตารางที่ ง-4 ความเร็วตัดและอัตราป้อนงานเจาะ สำหรับดอกสว่านทำจากเหล็กรอบสูง (หน่วยเมตริก)

Materials	R_m (N/mm^2)	Speed (m/min)	อัตราป้อน (Feed)--- (mm/rev)				
			1< D ≤3.15	3.15< D ≤6.3	6.3< D ≤12.5	12.5< D ≤25	D >25
Aluminum	60-600	35-60	0.06-0.10	0.13-0.16	0.20-0.25	0.32-0.50	0.50-0.80
Brass	180-800	35-70	0.05-0.08	0.10-0.13	0.16-0.20	0.25-0.40	0.40-0.63
Cast iron	90-240	20-40	0.06-0.10	0.13-0.16	0.20-0.25	0.32-0.50	0.50-0.80
	240-300	18-25	0.06-0.10	0.13-0.16	0.20-0.25	0.32-0.50	0.50-0.80
	300-450	12-20	0.06-0.10	0.13-0.16	0.20-0.25	0.32-0.50	0.50-0.80
	450-800	-	-	-	-	-	-
Copper	180-800	35-70	0.05-0.08	0.10-0.13	0.16-0.20	0.25-0.40	0.40-0.63
Thermo set	5-450	30-40	0.03-0.30				
Thermoplastic	5-450	50-100	0.03-0.35				
Stainless Steel	400-500	20-35	0.06-0.10	0.13-0.16	0.20-0.25	0.32-0.50	0.50-0.80
	500-700	20-30	0.04-0.06	0.08-0.10	0.13-0.16	0.20-0.32	0.32-0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-4 (ต่อ) ความเร็วตัดและอัตราป้อนงานเจาะ สำหรับดอกสว่านทำจากเหล็กรอบสูง (หน่วยเมตริก)

	700-900	15-20	0.05-0.08	0.10-0.13	0.16-0.20	0.25-0.40	0.40-0.63
Steel	200-500	20-35	0.06-0.10	0.13-0.16	0.20-0.25	0.32-0.50	0.50-0.80
	500-700	20-30	0.04-0.06	0.08-0.10	0.13-0.16	0.20-0.32	0.32-0.50
	700-900	15-20	0.05-0.08	0.10-0.13	0.16-0.20	0.25-0.40	0.40-0.63
	900-1100	10-20	0.04-0.06	0.08-0.10	0.13-0.16	0.20-0.32	0.32-0.50
	1100-2000	6-9	0.03-0.50	0.06-0.08	0.10-0.13	0.16-0.25	0.25-0.40

ตารางที่ ง-5 ความเร็วตัดและอัตราป้อนงานเจาะ สำหรับดอกสว่านทำจากเหล็กรอบสูง (หน่วยอังกฤษ)

Materials	R_m (N/mm^2)	Speed (ft/min)	อัตราป้อน (Feed)---- (in/rev)				
			D ≤ 1/8 3/64<	1/8< D ≤ 1/4	1/4< D ≤ 31/64	31/64< D ≤ 63/64	D >63/64
Aluminum	60-600	115-197	0.0023-0.0039	0.0051-0.0062	0.0078-0.0098	0.0125-0.0195	0.0195-0.0312
Brass	180-800	115-230	0.0019-0.0031	0.0039-0.0051	0.0062-0.0078	0.0098-0.0156	0.0156-0.0246
Cast iron	90-240	66-131	0.0023-0.0039	0.0051-0.0062	0.0078-0.0098	0.0125-0.0195	0.0195-0.0312
	240-300	59-82	0.0023-0.0039	0.0051-0.0062	0.0078-0.0098	0.0125-0.0195	0.0195-0.0312

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-5 (ต่อ) ความเร็วตัดและอัตราป้อนงานเจาะ สำหรับดอกสว่านทำจากเหล็กรอบสูง (หน่วยอังกฤษ)

	300-450	39-66	0.0023-0.0039	0.0051-0.0062	0.0078-0.0098	0.0125-0.0195	0.0195-0.0312
	450-800	-	-	-	-	-	-
Copper	180-800	115-230	0.0019-0.0031	0.0039-0.0051	0.0062-0.0078	0.0098-0.0156	0.0156-0.0246
Thermo set	5-450	98-131	0.0012-0.0117				
Thermoplastic	5-450	164-328	0.0012-0.0137				
	400-500	66-115	0.0023-0.0039	0.0051-0.0062	0.0078-0.0098	0.0125-0.0195	0.0195-0.0312
Stainless Steel	500-700	66-98	0.0016-0.0023	0.0031-0.0039	0.0051-0.0062	0.0078-0.0125	0.0125-0.0195
	700-900	50-66	0.0019-0.0031	0.0039-0.0051	0.0062-0.0078	0.0098-0.0156	0.0156-0.0246
Steel	200-500	66-115	0.0023-0.0039	0.0051-0.0062	0.0078-0.0098	0.0125-0.0195	0.0195-0.0312
	500-700	66-98	0.0016-0.0023	0.0031-0.0039	0.0051-0.0062	0.0078-0.0125	0.0125-0.0195
	700-900	50-66	0.0019-0.0031	0.0039-0.0051	0.0062-0.0078	0.0098-0.0156	0.0156-0.0246
	900-1100	33-66	0.0016-0.0023	0.0031-0.0039	0.0051-0.0062	0.0078-0.0125	0.0125-0.0195
	1100-2000	20-30	0.0012-0.0195	0.0023-0.0031	0.0039-0.0051	0.0062-0.0098	0.0098-0.0156

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-6 ความเร็วตัดและอัตราป้อนงานเจาะ สำหรับดอกสว่านทำจากทังสเตนคาร์ไบด์ (หน่วยเมตริก)

Materials	R_m (N/mm^2)	Speed (m/min)	อัตราป้อน (Feed)--- (mm/rev)				
			1< D ≤3.15	3.15< D ≤6.3	6.3< D ≤12.5	12.5< D ≤25	D >25
Aluminum	60-600	90-125	0.06-0.10	0.13-0.16	0.20-0.25	0.32-0.50	0.50-0.80
Brass	180-800	100-150	0.05-0.08	0.10-0.13	0.16-0.20	0.25-0.40	0.40-0.63
Cast iron	90-240	50-80	0.04-0.06	0.08-0.10	0.13-0.16	0.20-0.32	0.32-0.50
	240-300	25-45					
	300-450	20-40					
	450-800	20					
Copper	180-800	100-150	0.05-0.08	0.10-0.13	0.16-0.20	0.25-0.40	0.40-0.63
Thermo set	5-450	45-60	0.03-0.20				
Thermoplastic	5-450	50-80	0.02-0.25				
Stainless Steel	400-500	40-70	0.04-0.06	0.08-0.10	0.13-0.16	0.20-0.32	0.32-0.50
	500-700						
	700-900						
Steel	200-500	40-70	0.04-0.06	0.08-0.10	0.13-0.16	0.20-0.32	0.32-0.50
	500-700						
	700-900						
	900-1100	15-32					
	1100-2000	9-12					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-7 ความเร็วตัดและอัตราป้อนงานเจาะ สำหรับดอกสว่านทำจากทังสเตนคาร์ไบด์ (หน่วยอังกฤษ)

Materials	R_m (N/mm^2)	Speed (ft/min)	อัตราป้อน (Feed)--- (in/rev)				
			3/64< D ≤1/8	1/8< D ≤1/4	1/4< D ≤31/64	31/64< D ≤63/64	D >63/64
Aluminum	60-600	295-410	0.0023-0.0039	0.0051-0.0062	0.0078-0.0098	0.0125-0.0195	0.0195-0.0312
Brass	180-800	328-492	0.0019-0.0031	0.0039-0.0051	0.0062-0.0078	0.0098-0.0156	0.0156-0.0246
Cast iron	90-240	164-262	0.0016-0.0023	0.0031-0.0039	0.0051-0.0062	0.0078-0.0125	0.0125-0.0195
	240-300	82-148					
	300-450	66-131					
	450-800	66					
Copper	180-800	328-492	0.0019-0.0031	0.0039-0.0051	0.0062-0.0078	0.0098-0.0156	0.0156-0.0246
Thermo set	5-450	148-197	0.0012-0.0078				
Thermoplastic	5-450	164-262	0.0008-0.0098				
Stainless Steel	400-500	131-230	0.0016-0.0023	0.0031-0.0039	0.0051-0.0062	0.0078-0.0125	0.0125-0.0195
	500-700						
	700-900						
Steel	200-500	131-230	0.0016-0.0023	0.0031-0.0039	0.0051-0.0062	0.0078-0.0125	0.0125-0.0195
	500-700						
	700-900						
	900-1100	49-105					
	1100-2000	30-40					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-8 ค่าความเร็วตัด อัตราป้อนและระยะป้อนลึกในงานกลึงสำหรับมีดกลึงทำจากเหล็กความเร็วสูง (หน่วยเมตริก)

Materials	Tensile Strength (N/mm^2)	Condition	HSS		
			Cutting Speed	Feed	Depth of Cut
			m/min	mm/rev	mm
Aluminum alloy	60-320	Rough	140-120	0.6	6
		Finish	180-160	0.1	0.5
	320-440	Rough	120-80	0.6	6
		Finish	140-100	0.1	1
	440-600	Rough	-	-	-
		Finish	-	-	-
Brass	180-350	Rough	120-80	0.6	6
		Finish	150-100	0.3	3
	350-800	Rough	60-40	0.6	6
		Finish	100-60	0.3	3
Cast iron	90-200	Rough	35-25	0.3	3
		Finish	45-35	0.1	0.5
	200-350	Rough	40-20	0.6	6
		Finish	70-45	0.1	0.5
	350-450	Rough	35-20	0.6	6
		Finish	60-40	0.1	0.5
	450-800	Rough	-	-	-
		Finish	-	-	-
Copper alloy	180-350	Rough	120-80	0.6	6
		Finish	150-100	0.3	3
	350-800	Rough	60-40	0.6	6
		Finish	100-60	0.3	3
Magnesium alloy	100-350	Rough	140-120	0.6	6
		Finish	180-160	0.1	0.5
Thermo set	5-450	Rough	60-30	0.3	3
		Finish	150-80	0.1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-8 (ต่อ) ค่าความเร็วตัด อัตราป้อนและระยะป้อนลึกในงานกลึงสำหรับมีดกลึงทำจากเหล็กความเร็วสูง (หน่วยเมตริก)

Thermopiastic	5-450	Rough	300-200	0.3	3
		Finish	400-300	0.1	1
Stainless Steel	400 -500	Rough	65-50	0.5	3
		Finish	75-60	0.1	0.5
	500 -700	Rough	50-30	0.5	3
		Finish	70-50	0.1	0.5
	700 - 900	Rough	30-22	0.5	3
		Finish	45-30	0.1	0.5
Steel	200 - 500	Rough	65-50	0.5	3
		Finish	75-60	0.1	0.5
	500 - 700	Rough	50-30	0.5	3
		Finish	70-50	0.1	0.5
	700 - 900	Rough	30-32	0.5	3
		Finish	45-30	0.1	0.5
	900-1100	Rough	20-15	0.4	3
		Finish	30-20	0.1	0.5
	1100 - 2000	Rough	-	-	-
		Finish	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-9 ค่าความเร็วตัด อัตราป้อนและระยะป้อนลึกในงานกลึงสำหรับมีดกลึงทำจากเหล็กความเร็วสูง (หน่วยอังกฤษ)

Materials	Tensile Strength (N/mm^2)	Condition	HSS		
			Cutting Speed	Feed	Depth of Cut
			ft/min	in/rev	in
Aluminum alloy	60-320	Rough	460-395	0.024	0.236
		Finish	590-525	0.004	0.02
	320-440	Rough	395-263	0.024	0.236
		Finish	460-328	0.004	0.039
	440-600	Rough	-	-	-
		Finish	-	-	-
Brass	180-350	Rough	400-263	0.024	0.236
		Finish	492-328	0.004	0.118
	350-800	Rough	197-131	0.024	0.236
		Finish	328-197	0.012	0.118
Cast iron	90-200	Rough	115-82	0.024	0.118
		Finish	148-115	0.012	0.02
	200-350	Rough	131-66	0.024	0.236
		Finish	230-148	0.004	0.02
	350-450	Rough	115-66	0.024	0.236
		Finish	197-131	0.004	0.02
	450-800	Rough	-	-	-
		Finish	-	-	-
Copper alloy	180-350	Rough	400-263	0.024	0.236
		Finish	492-328	0.012	0.118
	350-800	Rough	197-131	0.024	0.236
		Finish	328-197	0.012	0.118
Magnesium alloy	100-350	Rough	460-395	0.024	0.236
		Finish	590-525	0.004	0.02
Thermo set	5-450	Rough	197-98	0.012	0.118
		Finish	492-263	0.004	0.039

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-9 (ต่อ) ค่าความเร็วตัด อัตราป้อนและระยะป้อนลึกในงานกลึงสำหรับมีดกลึงทำจากเหล็กความเร็วสูง (หน่วยอังกฤษ)

Thermoplastic	5-450	Rough	984-656	0.012	0.118
		Finish	1312-984	0.004	0.039
Stainless Steel	400 -500	Rough	213-164	0.02	0.118
		Finish	246-197	0.004	0.02
	500 -700	Rough	164-98	0.02	0.118
		Finish	230-164	0.004	0.02
	700 - 900	Rough	98-72	0.02	0.118
		Finish	148-98	0.004	0.02
Steel	200 - 500	Rough	213-164	0.02	0.118
		Finish	246-197	0.004	0.02
	500 - 700	Rough	164-98	0.02	0.118
		Finish	230-164	0.004	0.02
	700 - 900	Rough	98-72	0.02	0.118
		Finish	148-98	0.004	0.02
	900-1100	Rough	66-49	0.016	0.118
		Finish	98-66	0.004	0.02
	1100 - 2000	Rough	-	-	-
		Finish	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-10 ค่าความเร็วตัด อัตราป้อนและระยะป้อนลึกในงานกลึงสำหรับมีดกลึงทำจากทังสเตนคาร์ไบด์ (หน่วยเมตริก)

Materials	Tensile Strength (N/mm^2)	Condition	CARBIDE		
			Cutting Speed	Feed	Depth of Cut
			m/min	mm/rev	mm
Aluminum alloy	60-320	Rough	500-250	0.6	6
		Finish	800-700	0.1	0.5
	320-440	Rough	300-150	0.6	6
		Finish	400-200	0.1	1
	440-600	Rough	150-50	0.6	6
		Finish	200-120	0.1	1
Brass	180-350	Rough	350-250	0.6	6
		Finish	450-350	0.3	3
	350-800	Rough	300-200	0.6	6
		Finish	400-300	0.3	3
Cast iron	90-200	Rough	90-60	0.3	3
		Finish	100-80	0.1	1
	200-350	Rough	140-80	0.6	6
		Finish	240-200	0.1	1
	350-450	Rough	75-50	0.6	6
		Finish	150-90	0.1	1
	450-800	Rough	100-70	0.6	6
		Finish	180-140	0.1	1
Copper alloy	180-350	Rough	350-250	0.6	6
		Finish	450-350	0.3	3
	350-800	Rough	300-200	0.6	6
		Finish	400-300	0.3	3
Magnesium alloy	100-350	Rough	500-250	0.6	6
		Finish	800-700	0.1	0.5
Thermo set	5-450	Rough	200-50	0.3	3
		Finish	350-200	0.1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-10 (ต่อ) ค่าความเร็วตัด อัตราป้อนและระยะป้อนลึกในงานกลึงสำหรับมีดกลึงทำจากทังสเตนคาร์ไบต์ (หน่วยเมตริก)

Thermoplastic	5-450	Rough	700-600	0.3	3
		Finish	800-650	0.1	1
	400 -500	Rough	110-80	0.6	6
		Finish	220-170	0.1	1
Stainless Steel	500 -700	Rough	100-70	0.6	6
		Finish	200-150	0.1	1
	700 - 900	Rough	80-55	0.6	6
		Finish	150-110	0.1	1
Steel	200 - 500	Rough	110-80	0.6	6
		Finish	220-170	0.1	1
	500 - 700	Rough	100-70	0.6	6
		Finish	200-150	0.1	1
	700 - 900	Rough	80-55	0.6	6
		Finish	150-110	0.1	1
	900-1100	Rough	55-35	0.6	6
		Finish	110-75	0.1	1
	1100 - 2000	Rough	30-20	0.6	6
		Finish	75-50	0.1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-11 ค่าความเร็วตัด อัตราป้อนและระยะป้อนลึกในงานกลึงสำหรับมีดกลึงทำจากทังสเตนคาร์ไบด์ (หน่วยอังกฤษ)

Materials	Tensile Strength (N/mm^2)	Condition	CARBIDE		
			Cutting Speed	Feed	Depth of Cut
			ft/min	in/rev	in
Aluminum aiioy	60-320	Rough	1640-820	0.024	0.236
		Finish	2625-2297	0.004	0.02
	320-440	Rough	984-492	0.024	0.236
		Finish	1312-656	0.004	0.039
	440-600	Rough	492-164	0.024	0.236
		Finish	656-394	0.004	0.039
Brass	180-350	Rough	1148-820	0.024	0.236
		Finish	1476-1148	0.012	0.118
	350-800	Rough	984-656	0.024	0.236
		Finish	1312-984	0.012	0.118
Cast iron	90-200	Rough	295-197	0.012	0.118
		Finish	328-262	0.004	0.039
	200-350	Rough	459-262	0.024	0.236
		Finish	787-656	0.004	0.039
	350-450	Rough	246-164	0.024	0.236
		Finish	492-295	0.004	0.039
	450-800	Rough	328-230	0.024	0.236
		Finish	590-459	0.004	0.039
Copper alloy	180-350	Rough	1148-820	0.024	0.236
		Finish	1476-1148	0.012	0.118
	350-800	Rough	984-656	0.024	0.236
		Finish	1312-984	0.012	0.118
Magnesium alloy	100-350	Rough	1640-820	0.024	0.236
		Finish	2625-2297	0.004	0.02
Thermo set	5-450	Rough	656-164	0.012	0.118
		Finish	1148-656	0.004	0.039

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-11 (ต่อ) ค่าความเร็วตัด อัตราป้อนและระยะป้อนลึกในงานกลึงสำหรับมีดกลึงทำจากทังสเตนคาร์ไบต์ (หน่วยอังกฤษ)

Thermoplastic	5-450	Rough	2297-1969	0.012	0.118
		Finish	2625-2133	0.004	0.039
Stainless Steel	400 -500	Rough	360-262	0.024	0.236
		Finish	722-558	0.004	0.039
	500 -700	Rough	328-230	0.024	0.236
		Finish	656-492	0.004	0.039
	700 - 900	Rough	262-180	0.024	0.236
		Finish	492-360	0.004	0.039
Steel	200 - 500	Rough	360-262	0.024	0.236
		Finish	722-558	0.004	0.039
	500 - 700	Rough	328-230	0.024	0.236
		Finish	656-492	0.004	0.039
	700 - 900	Rough	262-180	0.024	0.236
		Finish	492-360	0.004	0.039
	900-1100	Rough	180-115	0.024	0.236
		Finish	360-246	0.004	0.039
	1100 - 2000	Rough	98-66	0.024	0.236
		Finish	246-164	0.004	0.039

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-12 ค่าความเร็วตัด และอัตราป้อนในงานกัดสำหรับมีดกัดทำจากเหล็กรอบสูง (หน่วยเมตริก)

Materials	Tensile Strength (N/mm^2)	HSS							
		Condition	Cutting Speed (m/min)	Feed (mm/tooth)						
				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Aluminum	60-600	R	120	0.28	0.18	0.56	0.25	0.33	0.13	0.36
		F	210							
Brass	180-800	R	60	0.18	0.10	0.36	0.20	0.20	0.08	0.25
		F	90							
Cast iron	90-800	R	15-18	0.18	0.10	0.33	0.15	0.18	0.08	0.25
		F	24-33							
Copper	180-800	R	30-45	0.15	0.10	0.31	0.20	0.18	0.08	0.25
		F	45-60							
Magnesium	100-350	R	180-240	0.28	0.18	0.56	0.25	0.33	0.13	0.36
		F	300-450							
Plastic	5-450	R	300	0.18	0.10	0.33	0.15	0.20	0.08	0.25
		F	590							
Stainless Steel	400-900	R	18-24	0.08	0.05	0.15	0.10	0.10	0.05	0.15
		F	30-36							
Steel	200-700	R	12-15	0.05	0.05	0.10	0.10	0.08	0.03	0.10
		F	18-21							
	700-900	R	15-18	0.08	0.05	0.15	0.10	0.10	0.05	0.10
		F	21-27							
	900-1100	R	18-24	0.13	0.08	0.26	0.15	0.15	0.08	0.20
		F	30							
	1100-2000	R	30-36	0.13	0.08	0.26	0.20	0.15	0.08	0.25
		F	30-36							

Key (1) = End Milling Cutter

(2) = Form Milling Cutter

(3) = Inserted Blade cutter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) = Shell End Mill

(5) = Side Milling Cutter

(6) = Slitting Saws

(7) = Plain Milling Cutter

ตารางที่ ง-13 ค่าความเร็วตัด และอัตราป้อนในงานกัดสำหรับมีดกัดทำจากเหล็กรอบสูง (หน่วยอังกฤษ)

Materials	Tensile Strength (N/mm^2)	HSS							
		Condition	Cutting Speed (ft/min)	Feed (in/tooth)						
				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Aluminum	60-600	R	394	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01
		F	689	10	70	18	98	29	51	40
Brass	180-800	R	197	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
		F	295	70	39	40	78	78	31	98
Cast iron	90-800	R	49-59	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
		F	79-108	70	39	29	59	70	31	98
Copper	180-800	R	98-148	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
		F	148-197	59	39	21	78	70	31	98
Magnesium	100-350	R	591-787	0.	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01
		F	984-1476	0110	70	18	98	29	51	40
Plastic	5-450	R	984	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
		F	1936	70	39	29	59	78	31	98
Stainless Steel	400-900	R	59-79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		F	98-118	31	19	59	39	39	19	59
Steel	200-700	R	39-49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		F	59-69	19	19	39	39	31	12	39
	700-900	R	49-59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		F	69-89	31	19	59	39	39	19	39
	900-1100	R	59-79	0.00 51	0.00 31	0.01 01	0.00 59	0.00 59	0.00 31	0.00 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-13 (ต่อ) ค่าความเร็วตัด และอัตราป้อนในงานกัดสำหรับมีดกัดทำจากเหล็กรอบสูง (หน่วยอังกฤษ)

		F	98							
	1100-2000	R	98-118	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
		F	98-118	51	31	01	78	59	31	98

Key (1) = End Milling Cutter

(2) = Form Milling Cutter

(3) = Inserted Blade cutter

(4) = Shell End Mill

(5) = Side Milling Cutter

(6) = Slitting Saws

(7) = Plain Milling Cutter

ตารางที่ ง-14 ค่าความเร็วตัด และอัตราป้อนในงานกัดสำหรับมีดกัดทำจากทังสเตนคาร์ไบด์ (หน่วยเมตริก)

Materials	Tensile Strength (N/mm^2)	Condition	CARBIDE Cutting Speed (m/min)	Feed (mm/tooth) (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Aluminum	60-600	R	240	0.15	0.15	0.46	0.44	0.36	0.13	0.31
		F	300							
Brass	180-800	R	180	0.08	0.10	0.31	0.43	0.23	0.08	0.28
		F	300							
Cast iron	90-800	R	54-60	0.08	0.13	0.31	0.27	0.20	0.10	0.19
		F	105-120							
Copper	180-800	R	180	0.10	0.10	0.31	0.43	0.20	0.08	0.28
		F	300							
Magnesium	100-350	R	300	0.13	0.15	0.46	0.44	0.31	0.13	0.31
		F	450							
Plastic	5-450	R	620	0.13	0.13	0.26	0.27	0.20	0.10	0.19
		F	780							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-14 (ต่อ) ค่าความเร็วตัด และอัตราป้อนในงานกัดสำหรับมีดกัดทำจากทังสเตนคาร์ไบต์ (หน่วยเมตริก)

Stainless Steel	400-900	R	72	0.08	0.08	0.20	0.34	0.13	0.08	0.25
		F	90							
Steel	200-700	R	60	0.08	0.08	0.26	0.17	0.15	0.08	0.11
		F	60							
	700-900	R	60	0.08	0.10	0.31	0.22	0.18	0.08	0.16
		F	60							
	900-1100	R	60	0.10	0.10	0.31	0.42	0.18	0.10	0.24
		F	60							
	1100-2000	R	135	0.10	0.10	0.36	0.43	0.23	0.10	0.28
		F	135							

Key (1) = End Milling Cutter
(2) = Form Milling Cutter
(3) = Inserted Blade cutter
(4) = Shell End Mill
(5) = Side Milling Cutter
(6) = Slitting Saws
(7) = Plain Milling Cutter

ตารางที่ ง.15 ค่าความเร็วตัด และอัตราป้อนในงานกัดสำหรับมีดกัดทำจากทังสเตนคาร์ไบต์ (หน่วยอังกฤษ)

Materials	**Tensile Strength (N/mm^2)**	**CARBIDE**								
		Condition	**Cutting Speed (ft/min)**	**Feed (in/tooth)**						
				(1)	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**	**(6)**	**(7)**
Aluminum	60-600	R	787	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
		F	984	59	59	79	72	40	51	21
Brass	180-800	R	591	0.00	0.00	0.	0.01	0.00	0.	0.01
		F	984	31	39	0121	68	90	0031	09
Cast iron	90-800	R	177-197	0.00	0.	0.	0.01	0.00	0.00	0.00
				31	0051	0121	05	78	39	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.15 (ต่อ) ค่าความเร็วตัด และอัตราป้อนในงานกัดสำหรับมีดกัดทำจากทังสเตนคาร์ไบด์ (หน่วยอังกฤษ)

		F	344-394							
Copper	180-800	R	591	0.	0.	0.	0.	0.00	0.	0.
		F	984	0039	0039	0121	0168	78	0031	0109
Magnesium	100-350	R	984	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.01
		F	1476	0051	0059	0179	0172	0121	0051	21
Plastic	5-450	R	2034	0.	0.	0.01	0.01	0.00	0.	0.00
		F	2259	0051	0051	01	05	78	0039	74
Stainless Steel	400-900	R	236	0.	0.	0.00	0.01	0.	0.	0.00
		F	295	0031	0031	78	33	0051	0031	98
Steel	200-700	R	197	0.	0.	0.01	0.00	0.	0.	0.00
		F	197	0031	0031	01	66	0059	0031	43
	700-900	R	197	0.	0.	0.	0.00	0.00	0.	0.00
		F	197	0031	0039	0121	86	70	0031	62
	900-1100	R	197	0.	0.	0.	0.01	0.00	0.	0.00
		F	197	0039	0039	0121	64	70	0039	94
	1100-2000	R	443	0.	0.	0.	0.	0.00	0.	0.
		F	443	0039	0039	0140	0168	90	0039	0109

Key (1) = End Milling Cutter

(2) = Form Milling Cutter

(3) = Inserted Blade cutter

(4) = Shell End Mill

(5) = Side Milling Cutter

(6) = Slitting Saws

(7) = Plain Milling Cutter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-16 ค่าความเร็วตัด และอัตราป้อนในงานไสสำหรับมีดไสทำจากเหล็กความเร็วสูงและทังสเตนคาร์ไบด์ (หน่วยเมตริก)

Materials	Tensile Strength (N/mm^2)	HSS		CARBIDE	
		Cutting Speed (m/min)	Feed (mm/stroke)	Cutting Speed (m/min)	Feed (mm/stroke)
Aluminum	60-600	60-90	3.193	100-120	3.193
Brass	180-800	45-75	6.385	80-125	3.193
Cast iron	90-800	15-24	3.193	33-68	1.277
Copper	180-800	45-75	6.385	80-105	3.193
Stainless Steel	400-900	18-21	1.532	54-75	1.277
Steel	200-900	21-30	1.277	54-90	1.277
	900-1100	18-21	1.532	54-75	1.277
	1100-2000	6-11	0.894	30-54	0.894

ตารางที่ ง-17 ค่าความเร็วตัด และอัตราป้อนในงานไสสำหรับมีดไสทำจากเหล็กความเร็วสูงและทังสเตนคาร์ไบด์ (หน่วยอังกฤษ)

Materials	Tensile Strength (N/mm^2)	HSS		CARBIDE	
		Cutting Speed (ft/min)	Feed (in/stroke)	Cutting Speed (ft/min)	Feed (in/stroke)
Aluminum	60-600	197-295	0.1245	328-394	0.1245
Brass	180-800	148-246	0.2490	262-410	0.1245
Cast iron	90-800	49-79	0.1245	108-223	0.049
Copper	180-800	148-246	0.2490	262-410	0.1245
Stainless Steel	400-900	59-69	0.059	177-246	0.049
Steel	200-900	69-98	0.049	177-295	0.049
	900-1100	59-69	0.059	177-246	0.049
	1100-2000	20-36	0.034	98-177	0.034

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-18 แสดงระยะเผื่อของรีมเมอร์แต่ละขนาด

ขนาดรีมเมอร์ (D_r)	ระยะเผื่อ (z)
φ เล็กกว่า 6.3 มม.	0.1 - 0.2 มม.
φ 6.3-25 มม.	0.2 - 0.3 มม.
φ โตกว่า 25 มม.	0.4 - 0.8 มม.

ตารางที่ ง-19 ความเร็วตัดและอัตราป้อนงานรีมเมอร์ สำหรับดอกรีมเมอร์ทำจากเหล็กรอบสูง (หน่วยเมตริก)

Materials	R_m (N/mm^2)	Speed (m/min)	อัตราป้อน (Feed)--- (mm/rev)				
			1≤ D ≤3.15	3.15< D ≤6.3	6.3< D ≤12.5	12.5< D ≤25	D >25
Aluminum	60-600	26	0.08-0.13	0.16-0.20	0.25-0.32	0.40-0.63	0.63-1.00
Brass	180-800	26	0.06-0.10	0.13-0.16	0.20-0.25	0.32-0.50	0.50-0.80
Cast iron	90-240	16	0.05-0.08	0.10-0.13	0.16-0.20	0.25-0.40	0.40-0.63
	240-800	14					
Copper	180-800	26	0.06-0.10	0.13-0.16	0.20-0.25	0.32-0.50	0.50-0.80
Thermo set	5-450	12	0.10-0.16	0.20-0.25	0.32-0.40	0.50-0.80	0.80-1.25
Thermoplastic	5-450	14	0.10-0.16	0.20-0.25	0.32-0.40	0.50-0.80	0.80-1.25
Stainless Steel	400-500	18	0.05-0.08	0.10-0.13	0.16-0.20	0.25-0.40	0.40-0.63
	500-850	15	0.04-0.06	0.08-0.10	0.13-0.16	0.20-0.32	0.32-0.50
	850-900	10	0.04-0.06	0.08-0.10	0.13-0.16	0.20-0.32	0.32-0.50
Steel	400-500	18	0.05-0.08	0.10-0.13	0.16-0.20	0.25-0.40	0.40-0.63
	500-850	15	0.04-0.06	0.08-0.10	0.13-0.16	0.20-0.32	0.32-0.50
	850-2000	10	0.04-0.06	0.08-0.10	0.13-0.16	0.20-0.32	0.32-0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-20 ความเร็วตัดและอัตราป้อนงานรีมเมอร์ สำหรับดอกรีมเมอร์ทำจากเหล็กรอบสูง (หน่วยอังกฤษ)

Materials	R_m (N/mm^2)	Speed (ft/min)	อัตราป้อน (Feed)--- (in/rev)				
			3/64< D ≤1/8	1/8< D ≤1/4	1/4< D ≤31/64	31/64< D ≤63/64	D >63/64
Aluminum	60-600	85.3008	0.00312-0.00507	0.00624-0.0078	0.00975-0.01248	0.0156-0.02457	0.02457-0.039
Brass	180-800	85.3008	0.00234-0.0039	0.00507-0.00624	0.0078-0.00975	0.01248-0.0195	0.0195-0.0312
Cast iron	90-240	52.4928	0.00195-0.00312	0.0039-0.00507	0.00624-0.0078	0.00975-0.0156	0.0156-0.02457
	240-800	45.9312					
Copper	180-800	85.3008	0.00234-0.0039	0.00507-0.00624	0.0078-0.00975	0.01248-0.0195	0.0195-0.0312
Thermo set	5-450	39.3696	0.0039-0.00624	0.0078-0.00975	0.01248-0.0156	0.0195-0.0312	0.0312-0.04875
Thermoplastic	5-450	45.9312	0.0039-0.00624	0.0078-0.00975	0.01248-0.0156	0.0195-0.0312	0.0312-0.04875
Stainless Steel	400-500	59.0544	0.00195-0.00312	0.0039-0.00507	0.00624-0.0078	0.00975-0.0156	0.0156-0.02457
	500-850	49.212	0.00156-0.00234	0.00312-0.0039	0.00507-0.00624	0.0078-0.01248	0.01248-0.0195
	850-900	32.808	0.00156-0.00234	0.00312-0.0039	0.00507-0.00624	0.0078-0.01248	0.01248-0.0195
Steel	400-500	59.0544	0.00195-0.00312	0.0039-0.00507	0.00624-0.0078	0.00975-0.0156	0.0156-0.02457
	500-850	49.212	0.00156-0.00234	0.00312-0.0039	0.00507-0.00624	0.0078-0.01248	0.01248-0.0195
	850-2000	32.808	0.00156-0.00234	0.00312-0.0039	0.00507-0.00624	0.0078-0.01248	0.01248-0.0195

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-21 ความเร็วตัดและอัตราป้อนงานรีมเมอร์ สำหรับดอกรีมเมอร์ทำจากทังสเตนคาร์ไบต์ (หน่วยเมตริก)

Materials	R_m (N/mm^2)	Speed (m/min)	อัตราป้อน (Feed)--- (mm/rev)				
			1< D ≤3.15	3.15< D ≤6.3	6.3< D ≤12.5	12.5< D ≤25	D >25
Aluminum	60-600	30	0.10-0.16	0.20-0.25	0.32-0.40	0.50-0.80	0.80-1.25
Brass	180-800	33	0.10-0.16	0.20-0.25	0.32-0.40	0.50-0.80	0.80-1.25
Cast iron	90-240	30	0.08-0.13	0.16-0.20	0.25-0.32	0.40-0.63	0.63-1.00
	240-800	25					
Copper	180-800	33	0.10-0.16	0.20-0.25	0.32-0.40	0.50-0.80	0.80-1.25
Thermo set	5-450	30	0.10-0.16	0.20-0.25	0.32-0.40	0.50-0.80	0.80-1.25
Thermoplastic	5-450	20	0.10-0.16	0.20-0.25	0.32-0.40	0.50-0.80	0.80-1.25
Stainless Steel	400-500	18	0.08-0.13	0.16-0.20	0.25-0.32	0.40-0.63	0.63-1.00
	500-900	13	0.05-0.08	0.10-0.13	0.16-0.20	0.25-0.40	0.40-0.63
Steel	200-500	18	0.08-0.13	0.16-0.20	0.25-0.32	0.40-0.63	0.63-1.00
	500-2000	13	0.05-0.08	0.10-0.13	0.16-0.20	0.25-0.40	0.40-0.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-22 ความเร็วตัดและอัตราป้อนงานรีมเมอร์ สำหรับดอกรีมเมอร์ทำจากทังสเตนคาร์ไบต์ (หน่วยอังกฤษ)

Materials	R_m (N/mm^2)	Speed (ft/min)	อัตราป้อน (Feed)--- (in/rev)				
			3/64< D ≤1/8	1/8< D ≤1/4	1/4< D ≤31/64	31/64< D ≤63/64	D >63/64
Aluminum	60-600	98.424	0.0039-0.00624	0.0078-0.00975	0.01248-0.0156	0.0195-0.0312	0.0312-0.04875
Brass	180-800	108.2664	0.0039-0.00624	0.0078-0.00975	0.01248-0.0156	0.0195-0.0312	0.0312-0.04875
Cast iron	90-240	98.424	0.00312-0.00507	0.00624-0.0078	0.00975-0.01248	0.0156-0.02457	0.02457-0.039
	240-800	82.02					
Copper	180-800	108.2664	0.0039-0.00624	0.0078-0.00975	0.01248-0.0156	0.0195-0.0312	0.0312-0.04875
Thermo set	5-450	98.424	0.0039-0.00624	0.0078-0.00975	0.0117-0.0156	0.0195-0.0312	0.0312-0.04875
Thermoplastic	5-450	65.616	0.0039-0.00624	0.0078-0.00975	0.01248-0.0156	0.0195-0.0312	0.0312-0.04875
Stainless Steel	400-500	59.0544	0.00195-0.00507	0.00624-0.0078	0.00975-0.01248	0.0156-0.02457	0.02457-0.039
	500-900	42.6504	0.00312-0.00312	0.0039-0.00507	0.00624-0.0078	0.00975-0.0156	0.0156-0.02457
Steel	200-500	59.0544	0.00312-0.00507	0.00624-0.0078	0.00975-0.01248	0.0156-0.02457	0.02457-0.039
	500-2000	42.6504	0.00195-0.00312	0.0039-0.00507	0.00624-0.0078	0.00975-0.0156	0.0156-0.02457

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง-23 ค่าความเร็วตัด และอัตราป้อนในงานทำเกลียวสำหรับดอกทำจากเหล็กความเร็วสูงและทังสเตนคาร์ไบด์

Materials	Tensile Strength (N/mm^2)	HSS		CARBIDE	
		Cutting Speed (m/min)	Cutting Speed (ft/min)	Cutting Speed (m/min)	Cutting Speed (ft/min)
Aluminum	60-600	30	98.424	55	180.444
Brass	180-800	30	98.424	52.5	172.242
Cast iron	90-150	30	98.424	45	147.636
	150-800	22.5	73.818	22.5	73.818
Copper	180-800	30	98.424	52.5	172.242
Thermo set	5-450	10	32.808	35	114.828
Thermoplastic	5-450	25	82.02	60	196.848
Stainless Steel	400-700	17.5	57.414	30	98.424
	700-850	15.5	50.8524	25	82.02
	850-900	10	32.808	15	49.212
Steel	200-700	17.5	57.414	30	98.424
	700-850	15.5	50.8524	25	82.02
	850-2000	10	32.808	15	49.212

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมิน

โครงงาน "โปรแกรมการคำนวณและการจัดการสำหรับโรงปฏิบัติงานเครื่องกล"

นางสาว ปิยะพร นิยม 50010981 นางสาว สิตานัน ศรีมณี 50011670 นายชวิศ อมรวุฒิกุล 50011688

ดร.เอกพจน์ ตันตราภิวัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

เพศ ○ ชาย ○ หญิง

สถานะ ○ พนักงาน/เจ้าหน้าที่ ○ นักศึกษา ○ อาจารย์

ภาควิชา .....

กรุณาขีดเครื่องหมาย ✓ ลงในแบบประเมินตามความรู้สึกของท่าน

รายการประเมิน	มากที่สุด (4)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	น้อยมาก (0)
* ด้านสภาพแวดล้อมและการรักษาความปลอดภัยของโรงปฏิบัติการเครื่องกล *					
1. โรงปฏิบัติการเครื่องกลมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน					
2. โรงปฏิบัติการเครื่องกลมีระบบการควบคุมและรักษาความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน					
3. เครื่องจักรและอุปกรณ์เครื่องมืออยู่ในสภาพที่ดี ปลอดภัยพร้อมใช้งาน และมีจำนวนที่เพียงพอต่อความต้องการ					
4. ผู้ปฏิบัติงานรู้สึกมั่นใจและปลอดภัยในการใช้โรงปฏิบัติการ					
* ด้านระบบการจัดการและระบบการยืมคืนอุปกรณ์ของโรงปฏิบัติการเครื่องกล *					
1. โรงปฏิบัติการเครื่องกลมีระบบการจัดการและระบบการยืมคืนอุปกรณ์ที่ดี					
2. ผู้ปฏิบัติงานได้รับความสะดวกสบายในการใช้บริการและยืมคืนอุปกรณ์ ณ โรงปฏิบัติการเครื่องกล					
3. ระบบการจัดการและระบบการยืมคืนอุปกรณ์ของโรงปฏิบัติการเครื่องกลสามารถตอบสนองความพึงพอใจแก่ผู้ใช้บริการได้					
* ด้านประโยชน์และความรู้ที่ได้รับ *					
1. โรงปฏิบัติการเครื่องกลเป็นแหล่งเผยแพร่ความรู้ในการปฏิบัติงานเครื่องกล					
2. ความเข้าใจและความชำนาญในการปฏิบัติงานของผู้ใช้บริการโรงปฏิบัติการ					
3. ผู้ปฏิบัติงานได้รับประโยชน์และความรู้เพิ่มขึ้นเมื่อใช้บริการโรงปฏิบัติการเครื่องกล					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการประเมิน	มากที่สุด (4)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	น้อยมาก (0)
* โปรแกรมการคำนวณและการจัดการสำหรับโรงปฏิบัติการเครื่องกล *					
1. โปรแกรมการคำนวณและการจัดการมีการสร้างและออกแบบได้เหมาะสมกับการปฏิบัติงานในโรงปฏิบัติการเครื่องกล					
2. โปรแกรมการคำนวณและการจัดการสามารถอำนวยความสะดวกสบายให้แก่ผู้ใช้บริการโรงปฏิบัติการเครื่องกล					
3. โปรแกรมการคำนวณและการจัดการมีการใช้งานที่ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน					
4. ผู้ใช้บริการได้รับความรู้และประโยชน์จากโปรแกรมการคำนวณและการจัดการ					
5. โปรแกรมการคำนวณและการจัดการสามารถช่วยเหลือผู้ปฏิบัติงานในการปฏิบัติงานต่างๆได้					
6. ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้ ความเข้าใจ และมีความมั่นใจในการปฏิบัติงานภายหลังจากการใช้โปรแกรมการคำนวณ					
7. โปรแกรมการคำนวณและการจัดการสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการโรงปฏิบัติการเครื่องกลได้					
8. ผู้ใช้บริการโรงปฏิบัติการเครื่องกลมีความพึงพอใจในโปรแกรมการคำนวณและการจัดการ					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ผศ.บรรเลง ศรนิล และ ผศ.ประเสริฐ ก๊วยสมบูรณ์.ตารางงานโลหะ.พิมพ์ครั้งที่1.กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าวิทยาเขตพระนครเหนือ,2524.

[2] Heinrich Gerling. **All about machine tools**.1st ed. India : Thomson Press (India) Limited,1965.

[3] El-Hofy, Hassan. **Fundamental of machining process : conventional and nonconventional process.** 1st ed. United States of America : Taylor & Francis Group, 2007.

[4] Krar,Stephen F. **Machine tool operations**. 1st ed. Japan: Kosaido Printing Co.Ltd.,1983.

[5] Trent,E.M. **Metal cutting**. 2nd ed. London: Butler & Tanner Ltd,1984

[6] สมศักดิ์ ตรีสัตย์. การออกแบบและวางผังโรงงาน.พิมพ์ครั้งที่1.กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์ส.ส.ท.,2549.

[7] กิตติ เปรมพินิจ. **คู่มือการใช้งาน Borland Delphi version4.** พิมพ์ครั้งที่4.นครราชสีมา : เคพีเอ็นซิสเต็มอินทิเกรเตอร์, 2541.

[8] สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร และ จักรพงษ์ สุขประเสริฐ. **เริ่มต้นอย่างมืออาชีพด้วย Delphi7 ฉบับสมบูรณ์.** พิมพ์ครั้งที่ 7. นนทบุรี: อินโฟ, 2546.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้