



การจัดทำเวลามาตรฐานและปรับปรุงกระบวนการตัดเหล็ก
กรณีศึกษา บริษัท ซุมิโตโม อิเล็กทริก ฮาร์ดเมทัล แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
THE PREPARING OF STANDARD TIME FOR STEEL SHANK CUTTING
PROCESS AND PROCESS IMPROVEMENT CASE STUDY OF SUMITOMO
ELECTRIC HARD METAL MANUFACTURING (THAILAND) LTD.

นางสาวภัทรานุช กิตีวรรณ

TNI

โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาการจัดการอุตสาหกรรม

คณะบริหารธุรกิจ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

พ.ศ. 2556

การจัดทำเวลามาตรฐานและปรับปรุงกระบวนการตัดเหล็ก
กรณีศึกษา บริษัท ซุมิโตโม อิเล็กทริก ฮาร์ดเมทัล แมนูแฟกเจอริง (ประเทศไทย) จำกัด
THE PREPARING OF STANDARD TIME FOR STEEL SHANK CUTTING PROCESS
AND PROCESS IMPROVEMENT CASE STUDY OF SUMITOMO ELECTRIC
HARDMETAL MANUFACTURING (THAILAND) LTD.

นางสาวภัทรานุช กิตติวรรณ

โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาการจัดการอุตสาหกรรม
คณะบริหารธุรกิจ
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
พ.ศ. 2556

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการสอบ
(อาจารย์รังสรรค์ เลิศในสัตย์)

..... กรรมการสอบ
(อาจารย์วิจิตร ภัคพรหมินทร์)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์พิชิต งามจรัสศรีวิชัย)

..... ประธานสหกิจศึกษาสาขาวิชา
(อาจารย์น้ำพร สติรกุล)

ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ชื่อโครงการ	การจัดทำเวลามาตรฐานและปรับปรุงกระบวนการตัดเหล็ก
ผู้เขียน	นางสาวภัทรานุช กิติวรรณ
คณะวิชา	บริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์พิชิต งามจรสศรีวิชัย
พนักงานที่ปรึกษา	นาย จักรบ จันทร
ชื่อบริษัท บริษัท	ซูมิโตโม อิเล็กทรอนิกส์อาร์คเมทัลแมนูแฟกเจอร์ริง(ประเทศไทย) จำกัด
ประเภทธุรกิจ	อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องมือตัดแต่งขึ้นรูปโลหะ

บทคัดย่อ

ในการศึกษาเรื่องการจัดทำเวลามาตรฐานสำหรับกระบวนการตัดเหล็กของสายการผลิตกลุ่มดี (Special cutting tool : Group D (Semi Product)) และหาแนวทางเพื่อการปรับปรุงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพ เนื่องจากว่าในปัจจุบันสายการผลิตนี้ใช้ระยะเวลานำ (Lead Time) โดยรวมเพื่อใช้ในการกระบวนการผลิตและคำนวณราคาในใบเสนอราคาผลิตภัณฑ์ (Quotation) ซึ่งไม่สอดคล้องและเป็นมาตรฐาน จึงได้ดำเนินการศึกษาเวลาการทำงานของสายการผลิต แต่เฉพาะส่วนกระบวนการตัดเหล็ก เนื่องด้วยข้อจำกัดระยะเวลาการปฏิบัติงานโดยผู้ศึกษาได้ค้นคว้าหลักการและทฤษฎีประกอบในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย การศึกษาการทำงาน (work study) การศึกษาเวลา (time study) หลักการทางงานโลหะ หลักการคำนวณทางคณิตศาสตร์ (พื้นที่วงกลม กราฟเส้นตรง กราฟเอ็กซ์โปเนนเชียล สูตรการคำนวณความเร็วตัด เป็นต้น) การปรับปรุงกระบวนการและผังกระบวนการ และเอกสารหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการศึกษาผู้ศึกษาได้รวบรวมข้อมูลเวลากะบวนการตัดเหล็กจากเครื่องมือ ตารางการจับเวลา (Time Measurement Sheet) และนำเวลามาทำการวิเคราะห์โดยพิจารณาปัจจัยและผลของปัจจัยต่อเวลาการตัดเหล็กแต่ละเกรดและขนาด พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์เวลาในกระบวนการและจัดทำเป็นตารางเวลามาตรฐานของกระบวนการ

จากการศึกษาครั้งนี้ ได้ผลลัพธ์ซึ่งสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ ทั้ง 2 ประการ คือ 1) สามารถจัดทำตารางเวลามาตรฐานสำหรับกระบวนการตัดเหล็ก และเพื่อใช้อ้างอิงเวลาและราคาในการจัดทำใบเสนอราคาผลิตภัณฑ์ (Quotation) ได้ 2) สามารถจัดทำข้อเสนอแนวทางการปรับปรุงในกระบวนการตัดเหล็ก ส่วนการปรับปรุงผังกระบวนการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นในด้าน พื้นที่การทำงาน ลดระยะทางและระยะเวลาในการเคลื่อนที่ และลดระยะเวลาในการเตรียมงาน (Set up Time) ลงได้ ร้อยละ 16.67

Project's name	The Preparing of Standard Time for Steel Shank Cutting Process and Process Improvement
Writer	Ms. Patranuch Kitiwan
Faculty	Business Administration, Industrial Management Program
Faculty Advisor	Mr. Pichit Ngamjarussrivichai
Job Supervisor	Mr. Jakrob Junthorn
Company's name	Sumitomo Electric Hardmetal Manufacturing (Thailand) Ltd.
Business Type	Manufacturing and Sales of Standard & Made-to-Order Cutting Tools

Abstract

This study for preparing of standard time for steel shank cutting process in special cutting tool line : group D (Semi Product) and process improvement for increasing efficiency. Because of current status of production line using the total lead time for manufacturing and estimate the quotation, that are not conform and standard. So this study just focus on one part of this line which is steel shank cutting process because the it is first step in process. This study has apply the principle and theories including Work Study, Time Study, Metal principle, Mathematics principle (example: Area of Circle equation, Linear, Exponential, Speed Cutting equation), Process and Layout Improvement Techniques and related research. Compile and record the data of process cutting time by using Time Measurement Sheet. Second, analyze the factors and effect to cutting time in each grade and size. Third, analyze the process time and then prepare the table of standard time for cutting process.

The result found that 1) Able to prepare the standard time of steel shank cutting process for use to refer time and price in the preparing of quotation. 2) Able to make a proposal of process improvement so that can increase the working area, decrease meters and motion time and also reduce the set up time 16.67%

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณบริษัทซูมิโตโม อิเล็กทรอนิกส์อาร์คเมทัลแมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด ที่สนับสนุนและเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้เข้ามาสหกิจศึกษา และเรียนรู้งานในองค์กรภาคธุรกิจในครั้งนี้ รวมทั้งให้ความอนุเคราะห์ทางด้านเอกสารและข้อมูลที่สำคัญต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงการสหกิจศึกษา ขอขอบพระคุณ คุณสามารถ เข้มแข็ง ผู้จัดการฝ่ายโรงงาน คุณวุฒิ พงศ์ ศิราไพศาล ผู้จัดการฝ่ายบริหาร พนักงานที่ปรึกษา คุณจักรบ จันทร หัวหน้างานแผนกควบคุมการผลิต ที่ให้การช่วยเหลือต่างๆ ทั้งช่วยเพิ่มเติมในการปรับปรุงแก้ไขเนื้อหาของโครงการให้มีความสมบูรณ์และเป็นที่ปรึกษาในการทำสหกิจศึกษาครั้งนี้ รวมถึงขอขอบพระคุณพนักงานบริษัทซูมิโตโม อิเล็กทรอนิกส์อาร์คเมทัลแมนูแฟคเจอร์ริง (ประเทศไทย) จำกัด ทุกท่าน ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ เทคนิคการทำงาน และ คำแนะนำต่างๆ พร้อมทั้ง ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลที่จำเป็นแก่ผู้จัดทำโครงการตลอดระยะเวลาที่สหกิจศึกษา จนทำให้โครงการนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบ พระคุณ อาจารย์พิชิต งามจรัสศรีวิชัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้คำปรึกษา คำชี้แนะที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำโครงการ อย่างต่อเนื่อง ทั้งยังให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขรูปแบบโครงการให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ตลอดจน คอยผลักดันให้ ผู้จัดทำ สามารถก้าวข้ามปัญหาอุปสรรคในการทำงาน ต่างๆ และ เปิด โอกาส ให้ผู้จัดทำ ได้พบกับประสบการณ์การทำงานที่หลากหลาย รวมทั้งขอขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนและให้คำปรึกษาต่างๆ แก่ผู้จัดทำ

ที่สำคัญยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดาของผู้จัดทำที่คอยเป็นทั้งกำลังใจ และ แรงผลักดันให้ผู้จัดทำก้าวข้ามปัญหาอุปสรรคในการทำงานต่างๆ

ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาอนุเคราะห์และความปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

นางสาวภัทรานุช กิติวรรณ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย

ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

ข

กิตติกรรมประกาศ

ค

สารบัญ

ง

สารบัญตาราง

ฉ

สารบัญภาพประกอบ

ช

บทที่

1. บทนำ

1

1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

1

1.2 ลักษณะธุรกิจของสถานประกอบการ

3

1.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารองค์กร

4

1.4 ตำแหน่งและหน้าที่งานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

5

1.5 พนักงานที่ปรึกษาและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

5

1.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

6

1.7 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

6

1.8 วัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของโครงการ

7

1.9 ผลที่คาดว่าจะได้รับการปฏิบัติงาน

7

2. ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

8

2.1 การศึกษาการทำงาน (Work Study)

8

2.2 การศึกษาเวลา (Time Study)

12

2.3 การปรับปรุงกระบวนการและผังกระบวนการ (Process Layout Improvement)

18

2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

25

สารบัญ (ต่อ)

3. แผนงานการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินงาน	27
3.1 แผนงานปฏิบัติงาน	27
3.2 รายละเอียดโครงการ	28
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานที่นักศึกษาปฏิบัติงานหรือโครงการ	31
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	32
4. ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์ข้อมูล	33
4.1 ขั้นตอนและผลการดำเนินงาน	33
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	53
4.3 วิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบผลที่ได้รับกับวัตถุประสงค์ และจุดมุ่งหมายการปฏิบัติงาน	53
5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ	54
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ	54
5.2 ข้อเสนอแนะจากการดำเนินงาน	57
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	61
ก. รายงานประจำสัปดาห์	62
ข. หลักการทางคณิตศาสตร์	72
ค. หลักการทางโลหะ	78
ประวัติผู้จัดทำ	90

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
2.1	หลักเกณฑ์การขนย้าย	23
3.1	แผนการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	27
4.1	ขนาดของเหล็กแต่ละเกรดที่มีในปัจจุบัน	33
4.2	การจับเวลาของกระบวนการตัดเหล็ก	35
4.3	วิเคราะห์เวลาของกระบวนการตัดเหล็ก	37
4.4	คำนวณเวลาตัดของกระบวนการตัดเหล็กเกรด SCM440	40
4.5	คำนวณเวลาตัดของกระบวนการตัดเหล็กเกรด SNCM8	41
4.6	คำนวณเวลาตัดของกระบวนการตัดเหล็กด้วยสมการความเร็วตัด	42
4.7	เวลาการทดสอบการตัด (Test Cut) สำหรับเหล็กเกรด SCM440	44
4.8	เวลาการทดสอบการตัด (Test Cut) สำหรับเหล็กเกรด SNCM8	45
4.9	คำนวณเวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็กเกรด SCM440 (ต่อ 1 ชิ้น)	46
4.10	คำนวณเวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็กเกรด SNCM8 (ต่อ 1 ชิ้น)	47
4.11	คำนวณเวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็กเกรด SCM440 (ต่อ 5 ชิ้น)	48
4.12	คำนวณเวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็กเกรด SNCM8 (ต่อ 5 ชิ้น)	49
4.13	เวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็ก (เฉลี่ยต่อ 5 ชิ้น)	50
5.1	เวลามาตรฐานสำหรับกระบวนการตัดเหล็ก สายการผลิตกลุ่มดี (Special cutting tool : Group D (Semi Product))	55
5.2	ผลการปรับปรุงกระบวนการและผังกระบวนการตัดเหล็ก สายการผลิตกลุ่มดี (Special cutting tool : Group D (Semi Product))	56

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
1.1 บริษัท ชุมิโตโม อิเล็กทริก ฮาร์ดเมทัล แมนูแฟกเจอริง (ประเทศไทย) จำกัด	1
1.2 แผนที่ตั้งบริษัท	1
1.3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	4
1.4 โครงสร้างองค์กร	5
2.1 การศึกษาการทำงาน (Work Study)	9
2.2 การวัดผลงาน (Work Measurement)	11
2.3 ตัวอย่างวัฏจักรการทำงาน (Work Cycle)	13
2.4 ตัวอย่างการจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing)	14
2.5 องค์ประกอบของงาน	15
2.6 โครงสร้างของกระบวนการ	16
2.7 การกระจายตัวของค่าเวลาที่ใช้ที่ได้จากการสังเกต	17
2.8 7 หลักเกณฑ์การพิจารณาเลย์เอาต์ (Layout)	18
2.9 เวลาการเคลื่อนที่ของเท้า	20
2.10 เวลาการเคลื่อนที่ของมือ	21
3.1 ตัวอย่างตารางการจับเวลา	28
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	29
4.1 ฟังและการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการในปัจจุบัน	34
4.2 กราฟวิเคราะห์เวลาของกระบวนการตัดเหล็กเกรด SCM440	38
4.3 กราฟวิเคราะห์เวลาของกระบวนการตัดเหล็กเกรด SNCM8	38
4.4 ฟังและการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการก่อนการปรับปรุง	51
4.5 แนวทางการปรับปรุงฟังและการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการ	52

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

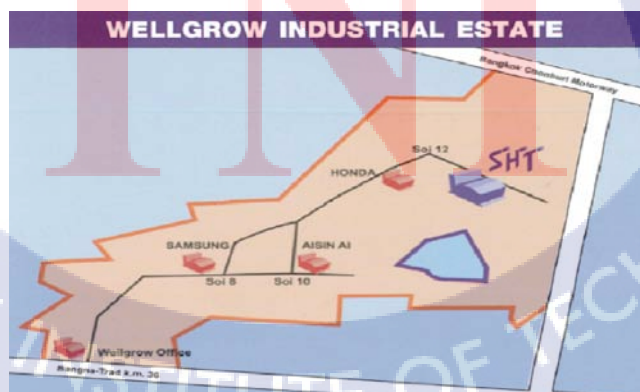
1.1.1 ชื่อสถานประกอบการ



ภาพที่ 1.1 บริษัท ซุมิโตโม อิเล็กตริก ฮาร์ดเมทัล แมนูแฟคเจอริง (ประเทศไทย) จำกัด

1.1.2 ที่ตั้งสถานประกอบการ

เลขที่ 102 หมู่ 9 นิคมอุตสาหกรรมเวลโกรว์ ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางวัว อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา 24130 โทร. 0-3857-1940-5 แฟกซ์ 0-3857-1948-9



ภาพที่ 1.2 แผนที่ตั้ง บริษัท ซุมิโตโม อิเล็กตริก ฮาร์ดเมทัล แมนูแฟคเจอริง (ประเทศไทย) จำกัด

1.1.3 ประวัติความเป็นมาของบริษัท

บริษัท ชุมิโตโม อิเล็กทริก ฮาร์ดเมทัล แมนูแฟกเจอริง (ประเทศไทย) จำกัด ชื่อย่อ “SHT” ก่อตั้งเมื่อ พ.ศ. 2537 โดยบริษัท ชุมิโตโม อิเล็กทริก ฮาร์ดเมทัล คอร์ปอเรชั่น แห่งประเทศ ญี่ปุ่น ผู้ผลิต “เครื่องมือตัดแต่งขึ้นรูปโลหะที่ทำด้วยวัสดุคาร์ไบด์และวัสดุแข็งพิเศษ” ชั้นนำของโลก ภายใต้การส่งเสริมการลงทุนจากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ผลิตภัณฑ์ของบริษัท เป็นเครื่องมือตัดชนิดต่างๆ ที่ทำด้วยวัสดุคาร์ไบด์ และวัสดุแข็งพิเศษคือเพชรและโบรอนไนไตรด์ ซึ่งนำไปใช้งานได้หลากหลายในทุกอุตสาหกรรมทางด้านโลหะการ รวมทั้งให้บริการหลังการขาย สำหรับเครื่องมือที่ใช้งานแล้ว ในการแต่งลับคม ซ่อมทำใหม่ และการเคลือบแข็งผิว ซึ่งเป็นการลด ต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างมาก

บริษัทฯ ได้จัดตั้ง “ศูนย์บริการเทคนิค” ขึ้นเป็นแห่งแรกในประเทศไทย เพื่อให้ คำปรึกษาด้านเทคนิค การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือฯ ให้การฝึกอบรมแก่พนักงานของลูกค้าใน การใช้เครื่องมือให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยมีห้องฝึกอบรม อุปกรณ์ และเครื่องจักรกลที่ทันสมัย พร้อมวิศวกรชาวไทยที่ได้รับการอบรมเป็นพิเศษคอยให้คำแนะนำและฝึกสอนตามความต้องการ เฉพาะของลูกค้า

ด้วยเทคโนโลยีอันทันสมัยระดับมาตรฐานโลก ภายใต้การควบคุมดูแลด้านเทคนิคโดย ผู้ชำนาญการชาวญี่ปุ่น และช่างฝีมือชาวไทยที่ได้รับการฝึกอบรมอย่างสม่ำเสมอ ตลอดจนการ ควบคุมคุณภาพที่เข้มงวดทุกขั้นตอนในกระบวนการผลิต ทำให้ผลิตภัณฑ์ของ “SHT” มีคุณภาพสูง สามารถสนองตอบการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บริษัท ชุมิโตโม อิเล็กทริก ฮาร์ดเมทัล แมนูแฟกเจอริง (ประเทศไทย) จำกัด ได้รับการ รับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001:2008 จากสถาบัน Japan Quality Assurance Organization (JQA) แห่งประเทศญี่ปุ่น ซึ่งบ่งบอกถึงความมั่นใจในผลิตภัณฑ์ของบริษัทฯ

1.2 ลักษณะธุรกิจของสถานประกอบการ

1.2.1 รายละเอียดการประกอบธุรกิจ

บริษัท ซุมิโตโม อีเล็กทริก ฮาร์ดเมทัล แมนูแฟกเจอริง (ประเทศไทย) จำกัด	
ประเภทอุตสาหกรรม :	อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องมือตัดแต่งขึ้นรูปโลหะ
ธุรกิจ :	Manufacturing and Sales of Standard & Made-to-Order Cutting Tools
จัดตั้งบริษัท :	22 สิงหาคม 2537
เงินทุนจัดตั้ง :	80 ล้านบาท
ผู้ถือหุ้น :	Sumitomo Electric Hardmetal Corp. S.E.I Thai Holding Co., Ltd. Sumipol Co., Ltd.

1.2.2 ผลิตภัณฑ์และบริการของบริษัท

1.2.2.1 ผลิตภัณฑ์

ส่วนแรก คือ เครื่องมือตัดแต่งขึ้นรูปโลหะชนิดต่างๆ ที่ผลิตจากวัสดุประเภทคาร์ไบด์ ได้แก่ ดอกสว่าน ริมเมอร์ เอ็นมิลด์ เม็ดมิดกัดกลึงงาน และคัดเตอร์ออกแบบพิเศษตามความต้องการของลูกค้า

ส่วนที่สอง คือ เครื่องมือตัดแต่งขึ้นรูปโลหะที่ผลิตจากวัสดุแข็งพิเศษ ประเภท Polycrystalline Diamond (PCD) หรือ เพชรสังเคราะห์ เพื่องานอุตสาหกรรมประเภทวัสดุนอกกลุ่มเหล็ก และ Cubic Boron Nitride (CBN) เพื่อใช้ในงานที่เป็นวัสดุแข็งพิเศษ ผลิตภัณฑ์ที่มี ได้แก่ เม็ดมิดกัดกลึง เอ็นมิลด์ ดอกสว่าน และริมเมอร์

1.2.2.2 บริการ

บริการแต่งลับคม ซ่อมทำใหม่ และการเคลือบแข็งผิวเครื่องมือ เพื่อให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานและเพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนการผลิตของลูกค้า

บริการจัดฝึกอบรมและให้คำปรึกษาทางด้านเทคนิคเฉพาะทางกับลูกค้า เพื่อให้ทราบถึงการใช้งานที่ถูกหลักวิธีและมีประสิทธิภาพสูงที่สุด รวมถึงการรับรู้เทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อนำไปสร้างสรรค์กระบวนการผลิตให้มีประโยชน์สูงสุด



ภาพที่ 1.3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ บริษัท ซุมิโตโม อีเล็กตริก ฮาร์ดเมทัล แมนูแฟกเจอริง (ประเทศไทย) จำกัด

1.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารองค์กร

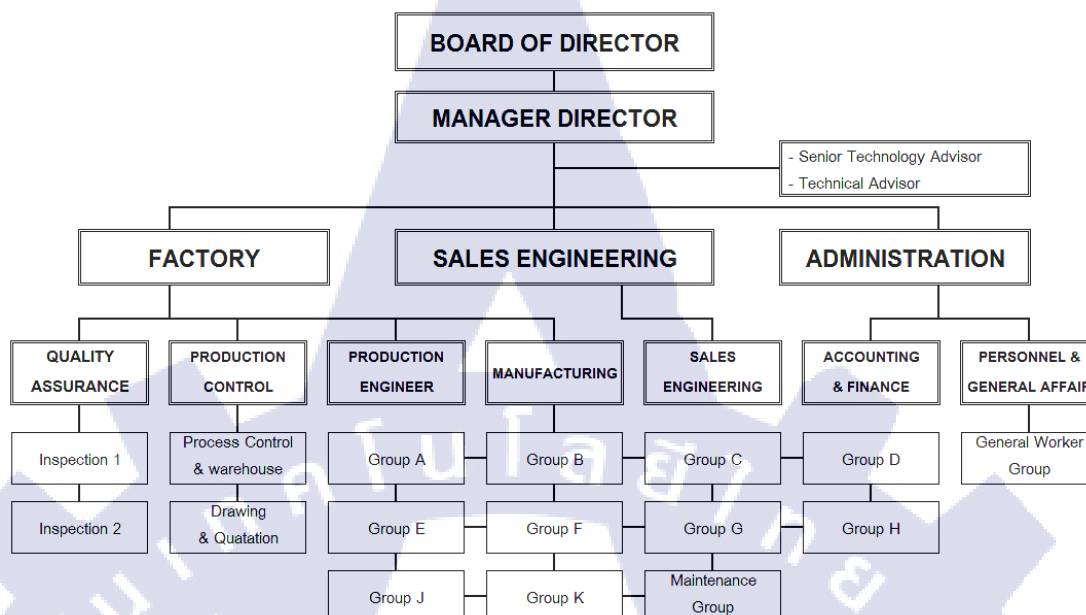
1.3.1 นโยบายคุณภาพ

บริษัท ซุมิโตโม อีเล็กตริก ฮาร์ดเมทัล แมนูแฟกเจอริง (ประเทศไทย) จำกัด มุ่งมั่นที่จะเป็นบริษัทชั้นนำในการผลิตเครื่องมือขึ้นรูปตัดแต่งโลหะ และการให้บริการต่างๆ ด้วยการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ ตลอดจนพัฒนาองค์กรอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำไปสู่ความพึงพอใจสูงสุดของลูกค้า

1.3.2 วัตถุประสงค์คุณภาพ

1. ผลิตเครื่องมือตัดแต่งขึ้นรูปโลหะที่มีคุณภาพ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า
2. จัดเตรียมอุปกรณ์และสิ่งจำเป็นให้พร้อมสรรพเพื่อประสิทธิภาพในการผลิตและลดความสูญเสียให้เป็นศูนย์ พร้อมการส่งมอบที่รวดเร็ว
3. ให้บริการและคำปรึกษาทางเทคนิคที่เป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้งานของลูกค้า
4. ฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากรอย่างต่อเนื่อง และร่วมมือกันลดต้นทุนการผลิต เพื่อศักยภาพในการแข่งขัน

1.3.3 โครงสร้างองค์กร



ภาพที่ 1.4 โครงสร้างองค์กร บริษัท ซูมิโตโม อิเล็กตริก ฮาร์ดเมทัล แมนูแฟคเจอริง (ประเทศไทย) จำกัด

1.4 ตำแหน่งและหน้าที่งานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ตำแหน่ง : นักศึกษาฝึกงาน
 ฝ่าย : โรงงาน
 แผนก : ควบคุมการผลิต
 ส่วนงาน : Drawing & Quotation
 หน้าที่ : จัดทำเวลามาตรฐาน วางแผนปรับปรุงกระบวนการตัดเหล็ก และปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายอื่นๆ

1.5 พนักงานที่ปรึกษา และตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อ : นายจักรรบ จันทร์
 ตำแหน่ง : หัวหน้างานแผนกควบคุมการผลิต

1.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

ตั้งแต่วันที่ 7 เดือน มกราคม พ.ศ. 2557 ถึง วันที่ 7 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2557

รวมระยะเวลาปฏิบัติงาน 2 เดือน

1.7 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

สำหรับแผนกควบคุมการผลิต ในฝ่ายโรงงานของบริษัท ซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลการศึกษาในครั้งนี้ มีการจัดแบ่งสายการผลิตตามกลุ่มผลิตภัณฑ์ ออกเป็น 4 สายการผลิตใหญ่ ประกอบด้วย 1) Solid Round Tool Line 2) Special Cutting Tool Line 3) Boring Bite Line และ 4) TA Line โดยสายการผลิตที่ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาอยู่ในกลุ่ม Special Cutting Tool Line สายการผลิตกลุ่มดี (Group D) ซึ่งเป็นสายการผลิตของงานกึ่งสำเร็จรูป (Semi Product) ในสภาพการณ์ปัจจุบัน พบว่า ไม่มีข้อมูลส่วนเวลามาตรฐาน (Standard Time) ซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการจัดทำใบเสนอราคาผลิตภัณฑ์ (Quotation) ในส่วนการกำหนดราคาที่มีวัสดุหลักเป็นส่วนประกอบ ทำให้เกิดสภาพปัญหาว่าไม่สามารถใช้มาตรฐานทางด้านราคาจากต้นทุนและเวลาจากการผลิตที่เกิดขึ้นจริงได้ ทั้งนี้เพราะเหตุว่าสายการผลิตกลุ่มดี (Group D) ประกอบด้วยหลายกระบวนการ อาทิเช่น กระบวนการตัด กัด กลึง ทำรูน้ำมัน การทำร่องฟ็อกเก็ต เป็นต้น ซึ่งมีทั้งกระบวนการที่ใช้เครื่องจักรแบบอัตโนมัติ (Automatic Machine) และกระบวนการที่ใช้เครื่องจักรแบบแมนนวล (Manual Machine) และด้วยรูปแบบการผลิตเป็นแบบผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้าแต่ละราย (Made to Order) ทำให้ในแต่ละกระบวนการนั้นมีความแตกต่างกัน ทั้งด้านความยากง่าย ความซับซ้อนของชิ้นงาน จำนวนงานที่ทำการผลิตขึ้นกับรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการสั่งผลิตเป็นรายไป ทั้งนี้ในกระบวนการผลิต บางผลิตภัณฑ์นั้นจำเป็นต้องผ่านในทุกกระบวนการผลิตในสายการผลิต แต่ในขณะที่บางผลิตภัณฑ์ไม่จำเป็น แต่อย่างไรก็ตามทุกกระบวนการจำเป็นต้องผ่านกระบวนการตัดเหล็ก (Cutting)

จากข้อมูลที่มาดังกล่าวข้างต้น ในสายการผลิตกลุ่มดี (Group D) ปัจจุบันเวลาการผลิตที่ใช้นั้นประมาณการจากช่วงระยะเวลานำ (Lead Time) ตั้งแต่ต้นกระบวนการผลิต จนถึงกระบวนการสุดท้ายของสายการผลิตในกลุ่ม เป็นฐานข้อมูลเวลาในการคำนวณราคาจากต้นทุนการผลิตที่ใช้สำหรับจัดทำใบเสนอราคาผลิตภัณฑ์ (Quotation) ฐานข้อมูลดังกล่าวนี้จะไม่สามารถสะท้อนราคาและต้นทุนการผลิตที่แท้จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งหากได้มีการจัดทำเวลามาตรฐาน (Standard Time) สำหรับสายการผลิตดังกล่าว ให้สอดคล้องกับสภาพการณ์ที่แท้จริงของการผลิตชิ้นงานแต่ละคำสั่งการผลิตของลูกค้าได้ จะส่งผลให้การคำนวณระยะเวลาการผลิตแม่นยำ

ขึ้นและการวางแผนการผลิตมีประสิทธิภาพ สะท้อนถึงต้นทุนการผลิตที่แท้จริง และนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลราคาในการจัดทำใบเสนอราคาผลิตภัณฑ์ (Quotation) ที่เหมาะสมมากขึ้น

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้เลือกกลุ่มเพื่อการศึกษาในครั้งนี้ คือ สายการผลิตกลุ่มดี (Group D) ส่วนงานกระบวนการตัดเหล็ก (Cutting) ทำการศึกษาเพื่อจัดทำเวลามาตรฐานของกระบวนการเนื่องด้วยเหตุว่าเป็นกระบวนการที่ทุกชิ้นงานของผลิตภัณฑ์ทุกรูปแบบจะต้องผ่านการแปรรูปด้วยการตัดเหล็กเป็นขั้นแรก ก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการแปรรูปอื่น จนกระทั่งสำเร็จเป็นชิ้นงานสำเร็จรูปได้ และด้วยเหตุของระยะเวลาในการศึกษามีจำกัด ทั้งนี้ได้เพิ่มในส่วนของการหาแนวทางเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการตัดเหล็ก (Cutting) เพิ่มเติมด้วย เพื่อจะเป็นประโยชน์สำหรับการพัฒนาประสิทธิภาพและคุณภาพในสายการผลิตกลุ่มดี (Group D) ได้ต่อไป

1.8 วัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายของโครงการ

1. ศึกษาและจัดทำเวลามาตรฐานสำหรับกระบวนการตัดเหล็ก (Cutting) ของสายการผลิตกลุ่มดี(Group D) กลุ่มผลิตภัณฑ์ Special Cutting Tool (Semi Product) เพื่อกำหนดมาตรฐานของเวลาในการผลิตและใช้อ้างอิงฐานข้อมูลเวลาสำหรับการจัดทำใบเสนอราคาผลิตภัณฑ์
2. เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการตัดเหล็ก (Cutting) ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

1.9 ผลที่คาดว่าจะได้รับการปฏิบัติงาน

1. สามารถจัดทำเวลามาตรฐานสำหรับกระบวนการตัดเหล็ก (Cutting) ของสายการผลิตกลุ่มดี (Group D) กลุ่มผลิตภัณฑ์ Special Cutting Tool (Semi Product) เพื่อกำหนดมาตรฐานเวลาการผลิต และสามารถใช้อ้างอิงเป็นฐานข้อมูลเวลาสำหรับการจัดทำใบเสนอราคาผลิตภัณฑ์ได้
2. สามารถหาแนวทางและนำเสนอวิธีการปรับปรุงสำหรับกระบวนการตัดเหล็ก (Cutting) ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นได้

บทที่ 2

ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

ในการศึกษาเพื่อจัดทำเวลามาตรฐานสำหรับกระบวนการตัดเหล็กและหาแนวทางเพื่อการปรับปรุงกระบวนการตัดเหล็กให้มีประสิทธิภาพในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ค้นคว้า และรวบรวม หลักการ ทฤษฎี ตลอดจนเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 การศึกษาการทำงาน (Work Study)
- 2.2 การศึกษาเวลา (Time Study)
- 2.3 การปรับปรุงกระบวนการและผังกระบวนการ (Process Layout Improvement)
- 2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

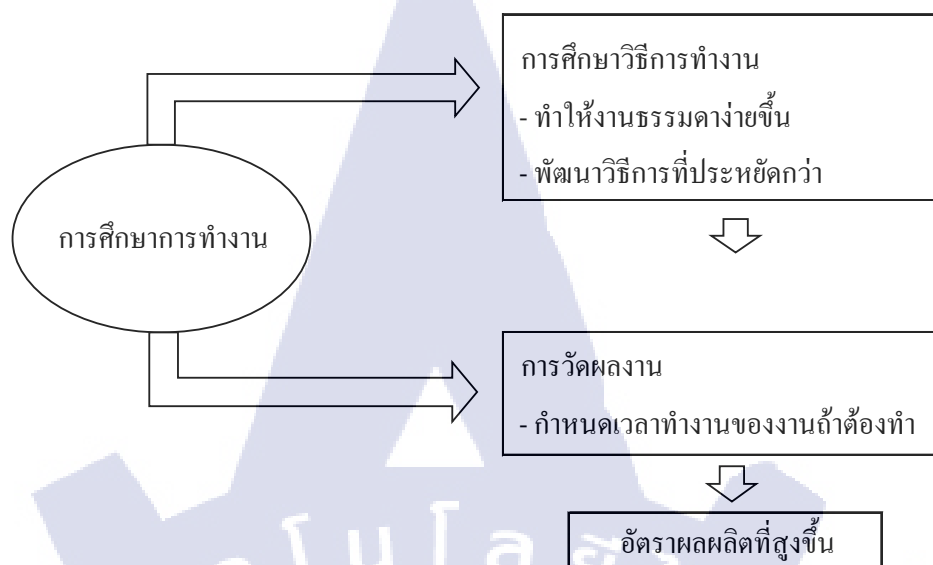
2.1 การศึกษาการทำงาน (Work Study)

การศึกษาการทำงาน (Work Study) เป็นคำที่ใช้แทนถึงวิธีการต่างๆ จากการศึกษาวิธีการทำงาน (method study) และการวัดผลงาน (work measurement) ซึ่งใช้ในการศึกษาอย่างมีระบบถึงการทำงานของคน และพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ ซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพและเศรษฐกิจของการทำงานเพื่อการปรับปรุงการทำงานนั้นๆ ให้ดีขึ้น [1]

2.1.1 ความสัมพันธ์และวิธีการของการศึกษาการทำงาน

การศึกษาการทำงานมีวิธีการแบ่งเป็นการศึกษาวิธีการทำงาน และการวัดผลงานซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังนี้

- 1) การศึกษาวิธีการทำงานเป็นการบันทึกและวิเคราะห์วิธีการทำงานที่เป็นอยู่หรือที่เสนอแนะไว้อย่างมีระบบและเป็นเครื่องมือเพื่อการพิจารณาและประยุกต์ใช้งานง่ายขึ้น รวมถึงเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและลดค่าใช้จ่าย
- 2) การวัดผลงานเป็นการประยุกต์วิธีการที่ใช้สร้างเวลาทำงานให้กับคนงานที่ต้องตามคุณสมบัติ ในการทำงานที่กำหนดให้ ในระดับการปฏิบัติงานที่ตั้งไว้



ภาพที่ 2.1 การศึกษาการทำงาน (Work Study)

2.1.2 การวัดผลงาน (Work Measurement)

การวัดผลงาน คือ การประยุกต์นำเอาเทคนิคที่ออกแบบไว้ไปหาเวลาการทำงานชิ้นหนึ่งสำหรับคนงานที่ทำงานในระดับที่เหมาะสม

2.1.2.1 การใช้การวัดผลงาน

ในการกำหนดเวลามาตรฐานต้องใช้การวัดผลงาน ดังนี้

1) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการทำงานแบบอื่นๆ ถ้าหากอยู่ภายใต้สภาวะเดียวกันวิธีซึ่งใช้เวลาน้อยที่สุดเป็นวิธีที่ดีที่สุด

2) ทำให้งานที่แบ่งกันทำในกลุ่มสมดุลโดยใช้ร่วมกับแผนภูมิการปฏิบัติงานทวิคูณ (multiple activity chart)

3) พิจารณาว่าคนงานคนหนึ่งควรจะมีเครื่องจักรกี่เครื่อง โดยใช้ร่วมกับแผนภูมิการปฏิบัติงานทวิคูณคนและเครื่อง (man and machine multiple activity chart)

ภายหลังจากที่ได้ เวลามาตรฐาน แล้วสามารถนำไป

4) เป็นข้อมูลในการวางแผนการผลิตและวางแผนกำหนดการผลิต ตลอดจนการใช้กำลังการผลิตให้พอเหมาะ

5) เป็นข้อมูลในการประมาณการสำหรับราคาขายและกำหนดการส่งผลิตภัณฑ์

- 6) กำหนดมาตรฐานการทำงานของแรงงาน และเป็นข้อมูลเปรียบเทียบในแผนการให้เงินจูงใจ
- 7) เป็นข้อมูลให้กับการจ่ายค่าแรงงานคนงาน และทราบค่าใช้จ่ายในการผลิตที่แน่นอน

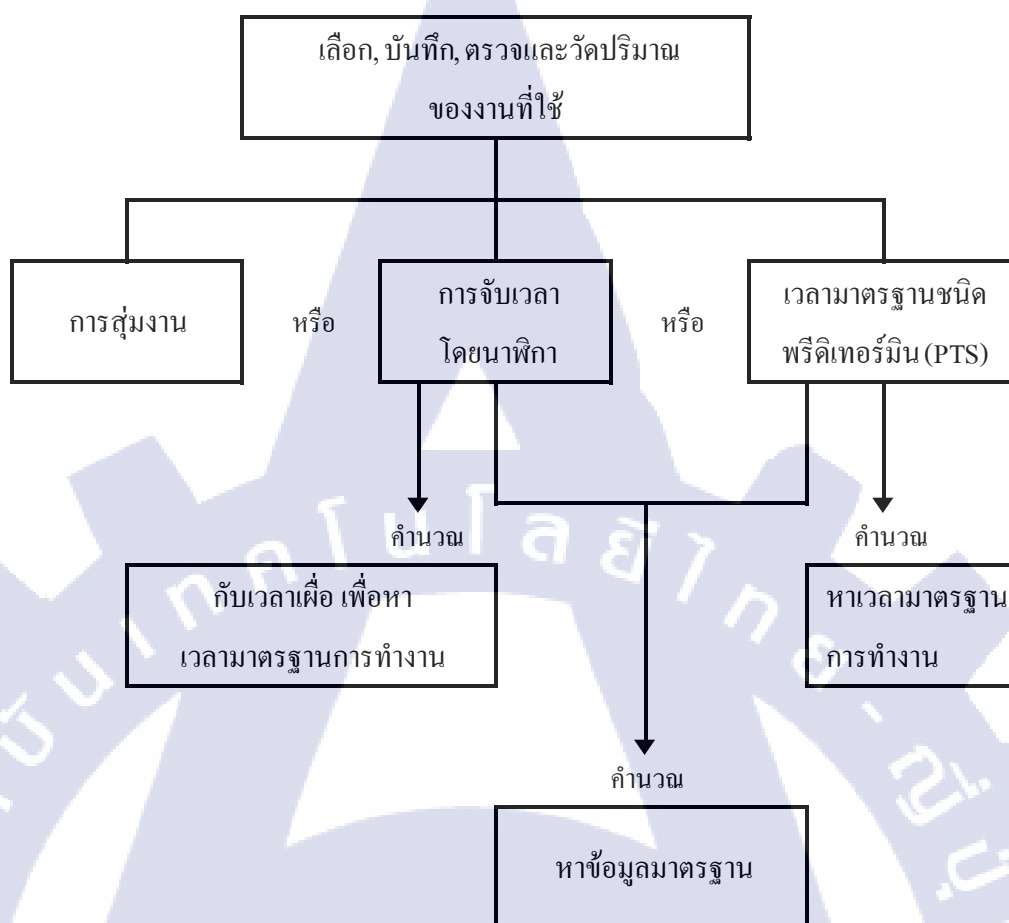
2.1.2.2 ขั้นตอนการวัดผลงาน

- 1) เลือก (select) คือ งานที่จะต้องศึกษา
- 2) บันทึก (record) คือ ข้อมูลทั้งหมดเกี่ยวกับงานชิ้นนี้
- 3) ตรวจ (examine) คือ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ พยายามแยกจนมั่นใจว่าได้วิธีที่ให้ผลดีที่สุด และสามารถแยกงานส่วนที่ไร้ประสิทธิภาพออกจากงานที่เกิดประสิทธิภาพ
- 4) วัด (measure) คือ ปริมาณงานที่เกี่ยวข้องในแต่ละส่วน
- 5) รวบรวม (compile) คือ เวลามาตรฐานของงานส่วนนั้นในกรณีที่ใช้นาฬิกาจับเวลา ต้องบอกเวลาเพื่อเพิ่มขึ้นสำหรับการพัก หรือกิจวัตรประจำวันอื่นๆ
- 6) กำหนด (define) คือ ให้ชัดเจนของงานชิ้นต่างๆ และวิธีการทำงานของนั้นแล้วพิมพ์เป็นเวลามาตรฐานของการทำงานชิ้นต่างๆ ทุกชิ้น

2.1.2.3 เทคนิคของการวัดผลงาน

มีดังต่อไปนี้

- 1) การสุ่มงาน (work sampling)
- 2) การหาเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลา (stop-watch time study)
- 3) การหาเวลาโดยพรีดีเทอร์มิน (predetermined time standard PTS)
- 4) ข้อมูลมาตรฐาน (standard data)



ภาพที่ 2.2 การวัดผลงาน (Work Measurement)

2.2 การศึกษาเวลา (Time Study)

2.2.1 ความหมายของการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลา (Time Study) คือ เทคนิคของการวัดผลงานเพื่อหาเวลาและอัตราการทำงานของงานส่วนย่อยของชิ้นงานหนึ่งๆ ภายใต้สภาวะอันหนึ่ง เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลในการหาเวลาเท่าที่ควรในการทำงานชิ้นหนึ่งในระดับการทำงานที่เหมาะสม ผลของการศึกษาเวลา คือ เวลามาตรฐาน (Standard Time) [2]

2.2.2 วิธีการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลาสามารถแบ่งได้ 4 วิธีการใหญ่

- 1) การศึกษาเวลาโดยตรง คือ การศึกษาเวลาที่ใช้การจับเวลาพนักงานที่มีการเลือกไว้แล้วมาทำการจับเวลาโดยนาฬิกา ทั้งนี้ต้องมีการคำนวณจำนวนครั้งในการจับเวลา แล้วจึงนำมาหาเวลาปกติ (Normal Time) และเวลามาตรฐานต่อไป
- 2) การสุ่มงาน (Work Sampling) เป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการสุ่มจับเวลาการทำงานจริงของพนักงานในสายการผลิต ต้องใช้เวลาในการศึกษาเวลาเป็นเวลานานหลายสัปดาห์
- 3) การศึกษาเวลา จากข้อมูลเวลามาตรฐานและสูตร (Standard Data and Formulas) เป็นการศึกษาเวลาที่ใช้ข้อมูลเวลาที่จัดทำเป็นมาตรฐานของโรงงานนั้น รวมทั้งการคำนวณหาเวลาจากสูตรสำเร็จ เช่น สูตรมาตรฐานในการคำนวณเวลางานกลึง สูตรที่โรงงานคิดขึ้นเอง เป็นต้น
- 4) การศึกษาเวลาโดยระบบหาเวลาก่อนล่วงหน้า หรือการสังเคราะห์เวลา เป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการหาเวลาล่วงหน้าก่อนที่งานจะเกิดจริง หรือการสังเคราะห์เวลาโดยใช้ระบบการหาเวลาชนิดต่างๆ เช่น ระบบ MTM ระบบ Work Factor เป็นต้น

2.2.3 การศึกษาเวลาโดยตรง

การศึกษาเวลาโดยตรง คือ การศึกษาเพื่อหาเวลามาตรฐานที่ต้องการ โดยการจับเวลาจากพนักงานที่ผ่านการคัดเลือกและฝึกเป็นอย่างดี ต้องเป็นพนักงานที่ทำงานนั้นๆ จริง โดยใช้สถานที่และสถานการณ์การปฏิบัติงานตามปกติ

ขั้นตอนการศึกษาเวลาโดยตรง

- 1) หาข้อมูลเบื้องต้นของการทำงานที่จะศึกษาเวลา
- 2) แบ่งงานเป็นงานย่อย และบันทึก
- 3) สังเกตและจับเวลาการทำงานของพนักงาน

- 4) หาจำนวนครั้งในการจับเวลา
- 5) หาอัตราสมรรถนะการทำงาน (Performance Rating)
- 6) หาเวลาการทำงานปกติ (Normal Time)
- 7) หาเวลาเพื่อการทำงาน (Allowances)
- 8) หาเวลามาตรฐานสำหรับการทำงานนั้น

2.2.4 ข้อมูลเบื้องต้นของการทำงานที่จะทำการศึกษาเวลา

- 1) ข้อมูลของสถานที่ทำงาน เครื่องมืออุปกรณ์
- 2) ข้อมูลพนักงานที่จะเลือกมาศึกษาเวลา
- 3) ข้อมูลของขั้นตอนการทำงาน หรือ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

2.2.5 การแบ่งงานเป็นงานย่อย (Dividing Operation into Element)

งานย่อย (Element) คือ งานที่เป็นส่วนประกอบของการทำงานหนึ่งๆ โดยในรอบการทำงานหนึ่งๆ จะประกอบด้วยหลายงานย่อย วงจรการทำงาน (Work Cycle) คือการทำงานวนซ้ำกัน เมื่อทำงานตั้งแต่แรกจนสิ้นสุดการทำงานนั้น จะเริ่มทำงานใหม่ที่จุดเริ่มต้นเดิมซ้ำๆ กัน เป็นรอบๆ โดยมีจุดเริ่มต้นของการทำงานมาบรรจบกับจุดสิ้นสุดเป็นวงรอบเสมอ การทำงานครบหนึ่งรอบ มักจะได้ผลงานอย่างน้อยหนึ่งงาน



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างวงจรการทำงาน (Work Cycle)

2.2.6 การจับเวลา

การจับเวลาในการศึกษาเวลานิยมใช้นาฬิกาจับเวลา โดยใช้มาตรฐานที่แตกต่างจากเวลาปกติ กล่าวคือ มาตรฐานที่ใช้ในการศึกษาเวลา ได้แก่ มาตรฐาน $1/100$ นาฬิกา หรือมีความละเอียดเท่ากับ 0.01 นาฬิกา การจับเวลาเพื่อศึกษาเวลาการทำงานสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

1) การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing) เป็นการจับเวลาโดยที่ไม่มีการหยุดนาฬิกาเพื่อบันทึกค่าเวลา แต่จะปล่อยให้นาฬิกาเดินจับเวลาไปเรื่อยๆ โดยผู้บันทึกเวลาจะสังเกตเวลา ณ จุดสิ้นสุดงานย่อยนั้น ว่าตรงกับเวลาในนาฬิกาที่ค่าใด ก็บันทึกค่านั้นลงไป ดังนั้นการบันทึกเวลาของงานย่อยต่างๆ จะเป็นการบันทึกเวลาที่ต่อเนื่องกัน ซึ่งเรียกว่าเวลา R จากนั้นถ้าต้องการเวลาที่แท้จริงของแต่ละงานย่อย จำเป็นต้องมีการคำนวณ โดยนำค่าเวลา R ของงานย่อยนั้นลบด้วยค่าเวลา R ของงานย่อยก่อนหน้ามา 1 งาน เราจะได้เวลาของงานย่อยนั้นเรียกว่าเวลา T ตัวอย่างเช่น

Element ที่	เวลา R	เวลา T
1	0.08	0.08
2	0.18	$0.18 - 0.08 = 0.10$
3	0.35	$0.35 - 0.18 = 0.17$
4	0.85	$0.85 - 0.18 = 0.50$

ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างการจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing)

2) การจับเวลาแบบจับซ้ำ (Repetitive Timing) เป็นการจับเวลาที่ต้องหยุดเวลาเพื่ออ่านค่าและตั้งกลับไปทีละศูนย์ใหม่เพื่อจับเวลางานย่อยถัดไป ดังนั้น เวลาที่เราจับได้ จะเป็นเวลาของงานย่อยนั้นเลย นั่นก็คือ เวลา T นั่นเอง ข้อเสียของวิธีการนี้คือ ผู้บันทึกจับเวลาต้องมีความชำนาญในการจับ บันทึกค่า และตั้งค่าศูนย์ ซึ่งใช้เวลาที่ค่อนข้างรวดเร็วมาก

3) การจับเวลาแบบสะสม (Accumulative Timing) เป็นการจับเวลาโดยการใช้นาฬิกาสองเรือนที่ต่อปุ่มพ่วงกัน เพื่อเวลาคือนาฬิกาตัวหนึ่งเดินจับเวลา นาฬิกาอีกตัวจะหยุดเมื่อนาฬิกาตัวแรกถูกกดให้หยุดจับเวลา นาฬิกาตัวที่สองเข็มของมันจะหมุนกลับมาตั้งที่ศูนย์แล้วเดินจับเวลาทันที ทำให้เกิดลักษณะการจับเวลาสลับกันระหว่างนาฬิกาสองเรือน ข้อดีคือ ผู้ศึกษาเวลาสามารถอ่านค่าเวลาทำงานของงานย่อยนั้นได้เลยและไม่ต้องพะวงว่าจะจับเวลางานย่อยต่อไปไม่ทันกับเวลาทำงาน

ในการศึกษาเวลาโดยตรง จะทำการจับเวลาจากการทำงานของพนักงานจริงโดยพนักงานทำงานเหมือนในสภาพจริงหรือไม่มีการหยุดรอคนจับเวลาแต่จะทำงานไปเรื่อยๆ ผู้บันทึกจับเวลาจำเป็นต้องสังเกตการทำงานแต่ละงานย่อยที่ต่อเนื่องกันและจับเวลาให้ทัน โดยการจับเวลาจะทำไปตามวัฏจักรการทำงานในแต่ละรอบ ในการศึกษาเวลาเบื้องต้น เราอาจจะจับเวลาไป 10-20 วัฏจักรการทำงาน แล้วจึงนำมาหาค่าจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลา ทั้งนี้เพื่อความเชื่อถือได้ทางสถิติ ว่าเวลาที่เรารับได้เป็นตัวแทนของเวลาการทำงานทั้งหมดจริง

2.2.7 การแบ่งแยกงานและการวัดค่างาน

การฝึกฝนทักษะการสังเกตในขณะทำงานเป็นสิ่งสำคัญในการปรับปรุงงานที่ไม่จำกัด เฉพาะในการปรับปรุงเลย์เอาต์ เช่น การบันทึกการทำงานโดยใช้กล้องวิดีโอถ่ายไว้ เมื่อได้ดูบันทึกการทำงานนั้นซ้ำหลายๆ ครั้ง ก็จะเกิดมุมมองในการปรับปรุงได้เองโดยธรรมชาติ [3]

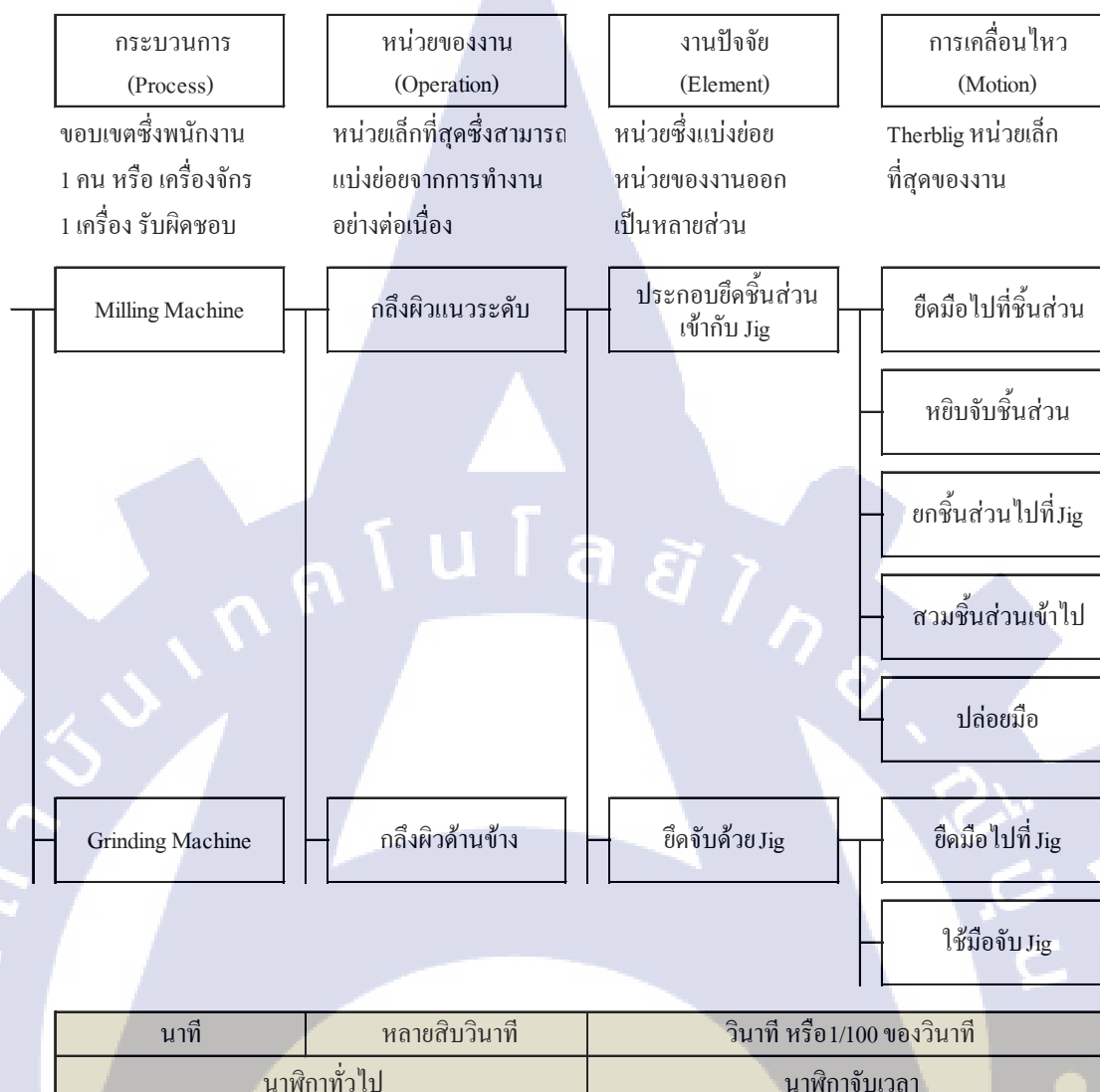
การศึกษาเวลา (Time Study) เป็นวิธีการแบ่งแยกงานออกตามองค์ประกอบของงานเพื่อจับเวลาและประเมินการทำงาน แล้วทำการออกแบบ/ปรับปรุงโดยใช้ข้อมูลที่ได้รับ

2.2.7.1 องค์ประกอบของงาน

ในการศึกษเวลานั้น ขั้นแรกจะสังเกตกระบวนการหรืองานซึ่งเป็นเป้าหมาย แล้วกำหนดขอบเขตการจับเวลา เราสามารถแบ่งองค์ประกอบของงานให้เล็กลงเรื่อยๆ โดยเริ่มจากกระบวนการ (Process) หน่วยของงาน (Operation) งานป้อน (Element) และการเคลื่อนไหว (Motion) ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.5 องค์ประกอบของงาน



ภาพที่ 2.6 โครงสร้างของกระบวนการ

ทำการแบ่งแยกงานป้อน (หรือหน่วยของงาน) อย่างเหมาะสม ตามวัตถุประสงค์ของการสังเกตกระบวนการดังที่กล่าวมา โดยปกติการศึกษาเวลาจะวัดค่าหรือจับเวลาตามขนาดหน่วยเวลาของงานป้อน จึงต้องกำหนดนิยามอย่างละเอียดว่าแต่ละงานป้อนซึ่งถูกแบ่งแยกแล้วจะรวมตั้งแต่การเคลื่อนไหวใดจนถึงการเคลื่อนไหวใด และรวบรวมเป็นตารางรวมงานป้อน โดยมีเงื่อนไขของงานป้อนซึ่งถูกแบ่งแยก ดังนี้

- 1) การแบ่งแยกกันระหว่างงานป้อนสามารถเห็นได้อย่างชัดเจน
- 2) การตัดแบ่งงานออกตามความยาวซึ่งสามารถติดตามได้โดยใช้นาฬิกาจับเวลา

ปกติแล้วจะใช้เวลาประมาณ

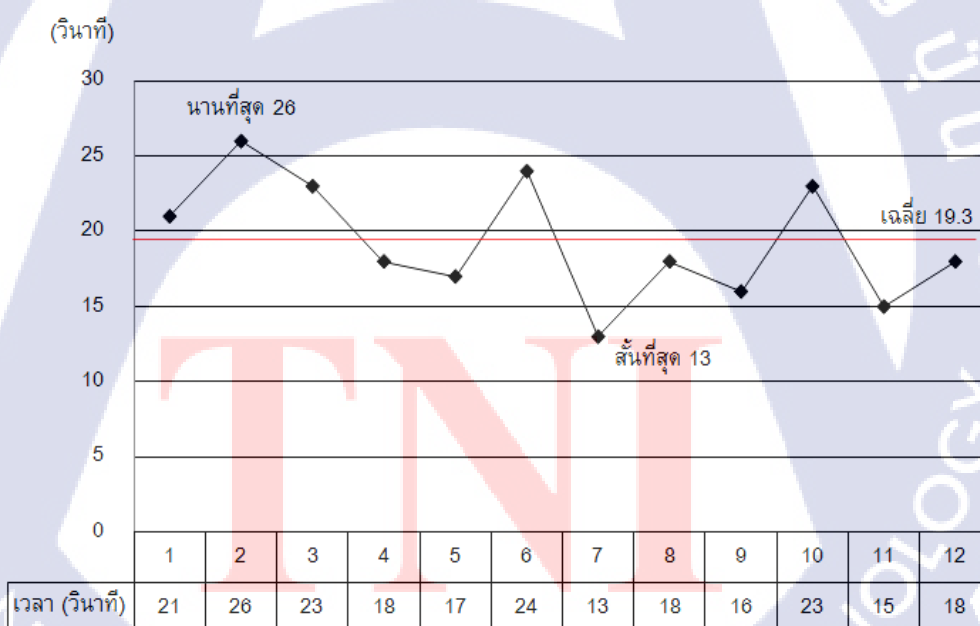
ปกติแล้วจะใช้เวลาประมาณ 2.4-20 วินาที (หรือ 4-33 DM) DM คือ Decimal Minute โดย 1 DM จะเท่ากับ 1/100 ของหน่วยวินาที หรือเศษ 1 ส่วน 100 ของวินาที (1 DM = 0.6 วินาที)

3) แบ่งแยกเวลาการทำงานด้วยคนและการทำงานด้วยเครื่องจักรออกจากกัน

เมื่อกำหนดนิยามของงานปัจจัยเสร็จแล้วจะเริ่มทำการจับเวลา กรณีบันทึกการทำงานด้วยกล้องวิดีโอ นั้น ถ้าในช่วง 5-10 วินาทีแรก มีการระบุชื่อกระบวนการหรือชื่อเครื่องจักรไว้ด้วยจะทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น และควรถ่ายวิดีโออย่างต่อเนื่องเพื่อบันทึกการทำงานที่ทําน้นซ้ำ 10-15 รอบ

2.2.7.2 กำหนดค่าของเวลา

ตารางที่ 2.1 แสดงผลของค่าของเวลาที่ได้จากการจับเวลาของงานปัจจัยหนึ่งรวม 12 ครั้ง โดยเวลาที่ใช้นานที่สุดคือ 26 วินาที และสั้นที่สุดคือ 13 วินาที ถ้ามีค่าของเวลากระจายตัวแยกออกไปมากให้ตัดค่าที่ผิดปกติออกไป แล้วจึงคำนวณหาค่าเฉลี่ยของงานปัจจัย ให้รวมเวลาของงานปัจจัยทั้งหมดเข้าด้วยกันจะได้เป็นเวลาของหน่วยของงาน จากนั้นรวมเวลาของหน่วยของงานทั้งหมดเข้าด้วยกันก็จะได้เป็นเวลาของกระบวนการ



ภาพที่ 2.7 การกระจายตัวของค่าเวลาที่ใช้ที่ได้จากการสังเกต

ที่มา : Masaki Ogawa. (2553). **Layout Kaizen**

การปรับปรุงเลย์เอาต์โรงงาน ฉบับเข้าใจง่าย. หน้า 157.

2.3 การปรับปรุงกระบวนการและผังกระบวนการ (Process Layout Improvement)

2.3.1 7 หลักเกณฑ์การพิจารณาเลย์เอาต์ (Layout)

หลักเกณฑ์ในการกำหนดเลย์เอาต์จะประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้ ดังภาพที่ 2.7 [3]

7 หลักเกณฑ์การพิจารณาเลย์เอาต์(Layout)						
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
หลักเกณฑ์ การรวม ปัจจัยการ ผลิต	หลักเกณฑ์ ระยะทาง และเวลา ขนย้ายที่ สั้นที่สุด	หลักเกณฑ์ การ เคลื่อนที่ อย่าง คล่องตัว	หลักเกณฑ์ การใช้ ประโยชน์ 3D	หลักเกณฑ์ การสร้าง ความ ปลอดภัย และความ พึงพอใจ ของ พนักงาน	หลักเกณฑ์ ด้าน สิ่งแวดล้อม ที่เป็นมิตร ต่อโลก	หลักเกณฑ์ ด้านความ ยืดหยุ่น (Flexible)

ภาพที่ 2.8 7 หลักเกณฑ์การพิจารณาเลย์เอาต์ (Layout)

ที่มา : Masaki Ogawa. (2553). **Layout Kaizen**

การปรับปรุงเลย์เอาต์โรงงาน ฉบับเข้าใจง่าย. หน้า 20.

1) หลักเกณฑ์การรวมปัจจัยการผลิต

การกำหนดรูปแบบการผลิตและการเคลื่อนที่ของสิ่งของที่ทำให้เกิดประสิทธิผลที่สุดนั้น เกิดจากการประกอบกันของปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้เกิดการผลิตด้วยต้นทุนต่ำที่สุดได้ ปัจจัยการผลิตประกอบด้วย 4 ปัจจัย คือ คน (Man) วัตถุดิบ (Material) เครื่องจักร (Equipment) พลังงาน (Energy)

เป็นเลย์เอาต์ที่มีคน วัตถุดิบ เครื่องจักร และพลังงานเหมาะสม มีความสมดุลระหว่างขั้นตอนการผลิตภายในโรงงานและในแต่ละขั้นตอนการผลิต

2) หลักเกณฑ์ระยะทางและเวลาขนย้ายที่สั้นที่สุด

การขนย้ายวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนจะเรียกว่า Material Handling เลยเอาต์จะต้องไม่คำนึงเฉพาะแค่ Material Handling หรือการขนย้ายเท่านั้น แต่จะรวมเรื่องคนเข้าไปในการพิจารณาเพื่อให้ได้ระยะทางและระยะเวลาของการเคลื่อนที่สั้นที่สุด

3) หลักเกณฑ์การเคลื่อนที่อย่างคล่องตัว

การเคลื่อนที่ของสิ่งของหรือคนนั้นไม่ควรมีจุดติดกัน หรือมีการเคลื่อนที่สวนทางกัน เพราะจะเป็นสาเหตุของการติดขัดหรือการชะงักตัวสำหรับการเคลื่อนที่ที่สั้นไหลได้อย่างคล่องตัวไปตามลำดับของขั้นตอน การผลิตนั้นจะมีหลายรูปแบบ เช่น รูปแบบ ILUOES ฯลฯ

4) หลักเกณฑ์การใช้ประโยชน์ 3D

3D เป็นคำย่อของคำว่า “Three Dimensions” หมายถึง 3 มิติ เลยเอาต์ก็เช่นกัน เราจะไม่ใช่แค่ 2 มิติเท่านั้น แต่จะพิจารณาการใช้ประโยชน์จากลักษณะรูปทรงซึ่งมีความสูงประกอบอยู่ด้วยในแบบ 3 มิติ

5) หลักเกณฑ์การสร้างความปลอดภัยและความพึงพอใจของพนักงาน

ถ้ามนุษย์มีความพึงพอใจมาก จะสามารถขยายความสนใจและมุมมองได้กว้างมากขึ้น ดังนั้น ถ้าพนักงานมีระดับความพึงพอใจสูง จะมีความเอาใจใส่ต่องานมากขึ้น ทำให้เกิดไอเดียหรือความคิดล้ำยุค หรือการปฏิบัติงานใหม่ๆ ขึ้น การทำให้เลยเอาต์มีความปลอดภัยต่อพนักงานสูงขึ้นจะสร้างความพึงพอใจให้แก่พนักงานเพิ่มขึ้น และเป็นตัวกระตุ้นให้พนักงานมีความตื่นตัวและเกิดความกระตือรือร้น

6) หลักเกณฑ์ด้านสิ่งแวดล้อมที่เป็นมิตรต่อโลก

หัวข้อที่ควรพิจารณาสำหรับ Plant Layout ในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่กำลังถูกจับตามอง คือ ความจำเป็นในการพิจารณาด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งต้องศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการลดการใช้พลังงาน และการลดปริมาณการปล่อยไอเสียของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดเนื่องจากเลยเอาต์

7) หลักเกณฑ์ความยืดหยุ่น (Flexible)

เลยเอาต์จะต้องพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ หรือการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมในอนาคตด้วย เช่น การเปลี่ยนแปลงปริมาณการผลิต การเปลี่ยนเครื่องจักร เป็นต้น ซึ่งต้องเปลี่ยนแปลงได้อย่างยืดหยุ่น ยิ่งไปกว่านั้นจะต้องทำให้เป็นเลยเอาต์ที่สามารถจะทำการเปลี่ยนแปลง เช่น การขยาย หรือการจัดวางใหม่ได้โดยมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

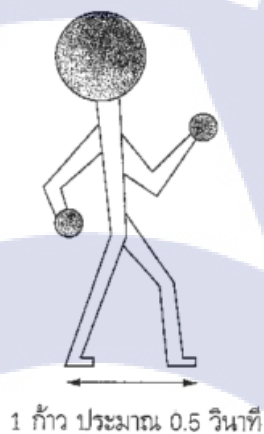
หลักเกณฑ์นี้สามารถใช้งานได้กับเลยเอาต์ของสถานที่อื่นๆ เช่น สำนักงาน ร้านค้าปลีก (เช่น ร้านสะดวกซื้อ) และโรงพยาบาลได้เช่นกัน

2.3.2 เวลามาตรฐานการเคลื่อนไหวของคน

เวลามาตรฐานการเคลื่อนไหวของคนได้มีการพัฒนาวิธีการซึ่งเรียกว่า Pre-determined Time Standard และต่อจากนี้ไปจะขอเรียกสั้นๆ ว่าวิธีการ PTS เครื่องมือที่รู้จักกันมากที่สุด คือ MTM (Methods Time Measurement) และ WF (Work Factor) ที่แบ่งการทำงานตามขนาดของการเคลื่อนไหวอย่างละเอียด (เช่น เดิน ยึดแขน เคลื่อนที่) และกำหนดค่าเวลาไว้ดังนี้

1) การเคลื่อนที่ของเท้า

วิธีการ MTM ได้กำหนดค่าเวลาของการเดิน 1 ก้าวไว้ว่า ใช้เวลาประมาณ 0.5 วินาที (ดูภาพที่ 2.6) ดังนั้น ถ้าเดิน 10 ก้าวแบบมือเปล่า จะเกิด Muda ของการสูญเสียเวลาไปประมาณ 5 วินาที



ภาพที่ 2.9 เวลาการเคลื่อนที่ของเท้า

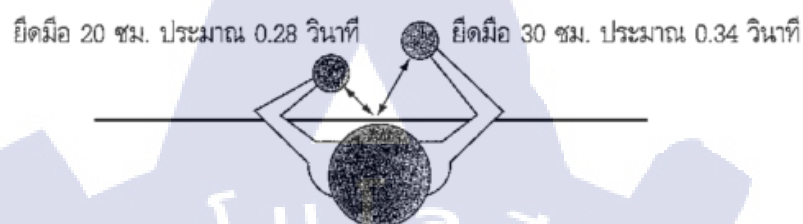
ที่มา : Masaki Ogawa. (2553). **Layout Kaizen**

การปรับปรุงเลย์เอาต์โรงงาน ฉบับเข้าใจง่าย. หน้า 50.

2) การเคลื่อนที่ของมือ

วิธีการ MTM ได้กำหนดค่าเวลาของการยึดมือไปยังตำแหน่งที่กำหนดไว้ที่ระยะทาง 30 ซม. ว่าใช้เวลาประมาณ 0.34 วินาที และที่ระยะทาง 20 ซม. ใช้เวลาประมาณ 0.28 วินาที (ดูภาพที่ 2.7) เราสามารถลดเวลาการทำงานลงได้ 0.06 วินาทีต่อหนึ่งครั้ง โดยลดระยะการเคลื่อนที่ของจาก 30 ซม. เป็น 20 ซม. คือ ลดลง 10 ซม. โดยการปรับปรุงเลย์เอาต์ อย่างด่วนสรุปว่าไม่ได้เป็นการปรับปรุงอะไรมากมายเพราะลดแค่ 0.06 วินาทีเท่านั้น เพราะเมื่อเปรียบเทียบกับ 0.34 วินาทีแล้ว จะพบว่าอัตราการลดลงเท่ากับร้อยละ 17.6 ซึ่งได้จากการคำนวณ $(0.06 \div 0.34) \times 100$ ดังนั้น การปรับปรุงนี้จึงเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ถึงร้อยละ 18

ในพื้นที่การทำงานก็เช่นกัน การรวมการปรับปรุงเลย์เอาต์ เช่น “การย้ายกล่อง ชิ้นส่วนมาวางไว้ใกล้ๆ” “การทบทวนวางตำแหน่งของเครื่องมืออยู่สูงเกินไปหรือไม่” “การทบทวน ตำแหน่งของสวิทช์” “การทบทวนระยะห่างการทำงานของคนบังคับ” เป็นต้น เข้าไว้ด้วยกันนั้น นับว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก



ภาพที่ 2.10 เวลาการเคลื่อนที่ของมือ

ที่มา : Masaki Ogawa. (2553). **Layout Kaizen**

การปรับปรุงเลย์เอาต์โรงงาน ฉบับเข้าใจง่าย. หน้า 51.

2.3.3 หลักเกณฑ์ของเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว

เป็นหลักการของการทำให้คนเหนื่อยล้าน้อยที่สุด ใช้พลังงานของมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด เพื่อให้สามารถเพิ่มปริมาณงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงเป็นหลักการที่มีประโยชน์มาก นั่นคือ “หลักเกณฑ์ของเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการจัดวางตำแหน่ง และเครื่องจักร”

TNI

2.3.4 ปัจจัยของการรอกอยซึ่งมีผลกระทบต่อเลย์เอาต์

ปัจจัยของการรอกอยมี 2 แบบ คือการรอกอย และการเก็บรักษา ซึ่งมีการรวบรวมจุดที่ต้องพิจารณาเกี่ยวกับการเก็บรักษา (สต็อก) ไว้ดังต่อไปนี้ ส่วนการเก็บรักษาจะประกอบด้วย “การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์” “การเก็บรักษาชิ้นส่วน” และ “การเก็บรักษาวัตถุดิบ”

1) การจัดวางตำแหน่งสถานที่เก็บรักษา

การจัดวางตำแหน่งสถานที่เก็บรักษาขึ้นอยู่กับว่าจะวางไว้ใกล้กับขั้นตอนการผลิตหรือไม่ หรือจะจัดวางตำแหน่งโดยสร้างพื้นที่วางไว้ที่อีกสถานที่หนึ่ง

2) ความกว้างของสถานที่เก็บรักษา

จะกำหนดตามปริมาณการเก็บรักษาและวิธีการเก็บรักษา จึงจำเป็นต้องพิจารณาและกำหนดวิธีการจัดการการผลิตและวิธีการจัดการสต็อก โดยปริมาณการเก็บรักษาจะส่งผลกระทบต่อเลย์เอาต์

3) วิธีการเก็บรักษา

การจัดวางตำแหน่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามวิธีการเก็บรักษา วิธีการส่งของออก และอุปกรณ์ที่ใช้งาน

1. วิธีการเก็บรักษาและวิธีการส่งสิ่งของที่เก็บรักษาออก – แยกสายชั้น แบบกล่อง หรือแบบพาเลต ฯลฯ
2. อุปกรณ์ที่ใช้งาน – ชั้นวาง ชั้นวางพาเลต Flow Rack หรือ สโตร์แบบอัตโนมัติ เป็นต้น

2.5.5 หลักเกณฑ์การขนย้ายและการปรับปรุงเลย์เอาต์

2.5.5.1 หลักเกณฑ์การขนย้าย

ตารางที่ 2.1 หลักเกณฑ์การขนย้าย

หลักเกณฑ์การขนย้าย	แนวคิด	หมายเหตุ
① หลักเกณฑ์เส้นทางการเคลื่อนที่	ขนย้ายเป็นแนวเส้นตรง	• ต้นทุนต่ำ ใช้พื้นที่น้อย • ปัญหาจะเกิดกับมุมที่มีการเลี้ยวมาก
② หลักเกณฑ์การกำจัดการทำงานซ้ำ	ขนย้ายในครั้งเดียว	• เสียเวลาในการวางเรียงซ้อนและยกลงมากกว่าเวลาในการขนถ่าย
③ หลักเกณฑ์การใช้ประโยชน์จากพื้นที่	ใช้พื้นที่ให้เป็นประโยชน์	• ปรับปรุงตัวชี้วัดความพร้อม
④ หลักเกณฑ์การใช้น้ำหนัก	ขนย้ายโดยใช้ประโยชน์จากน้ำหนัก	• ต้นทุนต่ำ เนื่องจากประหยัดพลังงาน • ปัญหาน้อยและมีความมั่นคง

ที่มา : Masaki Ogawa. (2553). **Layout Kaizen** การปรับปรุงเลย์เอาต์โรงงาน ฉบับเข้าใจง่าย. หน้า 238.

1) หลักเกณฑ์เส้นทางการเคลื่อนที่

การลดระยะทางการขนย้ายให้สั้นที่สุดคือการขนย้ายให้เป็นเส้นตรง ดังนั้น การจัดเส้นทางที่เหมาะสมที่สามารถจะขนย้ายให้เป็นเส้นตรงที่เป็นถนนเส้นเดียวได้จึงสำคัญมาก อุบัติเหตุทางรถยนต์จึงมักจะเกิดขึ้นที่ส่วนโค้งของถนนมากกว่าส่วนถนนตรงๆ ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการขนย้ายก็เช่นเดียวกัน คือ มักจะเกิดขึ้นบ่อยที่บริเวณใกล้กับส่วนโค้ง ดังนั้นจึงอยากจะกำหนดว่าการขนย้ายสิ่งของควรจะต้องเป็นเส้นตรง

2) หลักเกณฑ์การกำจัดการทำงานซ้ำ

การทำงานซ้ำ (Double Handling) หมายถึง การทำงานซ้ำอีกเป็นครั้งที่ 2 เช่น กรณีมีงานที่จะต้องทำก่อนและหลังการรอคอย การขนย้ายสิ่งของนั้นจะเสียเวลาไปกับงานวางเรียงซ้อนสิ่งของบนรถเข็นหรือพาเลตหรืองานขนสิ่งของทีละชิ้นเมื่อถึงจุดหมายปลายทางแล้ว ซึ่งใช้เวลามากกว่าเวลาในการขนย้ายมาก ถ้ากำจัดการทำงานซ้ำออกไปได้จะสามารถปรับปรุงเวลาขนย้ายและ Muda (ความสูญเปล่า) ได้

3) หลักเกณฑ์การใช้ประโยชน์จากพื้นที่

เป็นหลักเกณฑ์ที่ใช้ประโยชน์จากพื้นที่บนพื้นและพื้นที่ว่างด้านบน ทำให้การวางแผนจัดกระจายหรือการวางแผนคิดพื้นที่หมดไป และสะดวกวิธีการวางสิ่งของ กำหนดกฎกติกา และศึกษาเรื่องราวต่างๆ อาทิเช่น การจัดวางตำแหน่งที่ใช้พื้นที่แนวตั้งให้สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การใช้กล่องบรรจุ ภาชนะบรรจุ และพาเลต เป็นต้น

4) หลักเกณฑ์การใช้น้ำหนัก

เป็นหลักเกณฑ์ที่พยายามใช้น้ำหนักให้เป็นประโยชน์ในการขนย้ายสิ่งของ ซึ่งเป็นข้อหนึ่งในหลักเกณฑ์พื้นฐานของการปรับปรุงการขนย้าย การใช้ประโยชน์ด้านน้ำหนักจะมีข้อดีคือ ไม่เพียงจะช่วยประหยัดพลังงาน เช่น ลดการปล่อยก๊าซ CO₂ เท่านั้น ยังช่วยลดปัญหาให้น้อยลง และทำให้เกิดความมั่นคง อุปกรณ์ที่ใช้ประโยชน์จากน้ำหนัก ได้แก่ การวางสัมภาระบนสายพานลำเลียงและใช้แรงคนกด หรือการใช้สายพานลำเลียงหรือท่อ (Chute) ซึ่งขนย้ายด้วยการใช้น้ำหนัก โดยหลักให้สัมภาระลื่นไหลลงไปตามพื้นลาดเอียง

2.5.5.2 การปรับปรุงเลย์เอาต์

การปรับปรุงเลย์เอาต์เพื่อให้ระยะทางเดินสั้นลง มีวิธีการดังต่อไปนี้

1) กำจัดการเดิน

การเดินไปมาจะเกิดขึ้นเนื่องจากการแบ่งแยกกระบวนการผลิต จึงต้องยกเลิกการแบ่งแยกกระบวนการผลิต และทำให้การผลิตเสร็จสมบูรณ์ได้ใน 1 ขั้นตอน หรือใช้อุปกรณ์ขนย้าย เช่น สายพานลำเลียง และกำจัดการเดินให้หมดไป

2) ลดระยะทางเดินให้สั้นลง

พยายามทำให้เป็นเลย์เอาต์ที่มีการเดินน้อย เช่น เลย์เอาต์ซึ่งใช้พื้นที่แนวตั้ง เลย์เอาต์แบบหันหน้าเข้าหากัน เป็นต้น

3) ลดจำนวนครั้งการเดินให้น้อยลง

ลดจำนวนครั้งการเดินให้น้อยลง เพิ่มประสิทธิภาพการขนย้ายด้วยการผลิตหลายชิ้นพร้อมกัน

2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นุสรรา เกรียงกรกฎ และคณะ (2549 : 79-88) ได้ทำการศึกษาเพื่อคำนวณหาเวลามาตรฐานในแผนกเย็บกางเกง เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับค่า SAM (Standard Allowance Minute) และค่าเวลาที่ได้จากการทำงานจริง (Actual Time) และนำเสนอวิธีการการศึกษาการทำงาน (Work Study) การศึกษาเวลา (Time Study) รวมทั้งการวัดผลงาน (Work Measurement) เข้ามาช่วยในการคำนวณหาค่าเวลามาตรฐานของกระบวนการ จากการศึกษาพบว่า ค่าเวลามาตรฐานของการเย็บกางเกงที่ได้จากการคำนวณ คือ 17.92 นาที/ตัว จากข้อมูลมาตรฐานของโรงงาน (SAM) ใช้เวลา 16.78 นาที/ตัว และเวลาที่ได้จากการทำงานจริง (Actual Time) เป็น 18.3 นาที/ตัว ค่าความคลาดเคลื่อนของเวลามาตรฐานที่ได้จากการคำนวณ และ SAM ของโรงงาน เมื่อเทียบกับเวลาที่ได้จากการทำงานจริงคิดเป็นร้อยละ 2.12 และร้อยละ 9.05 ตามลำดับ จากผลการศึกษาทำให้ทางโรงงานได้เข้าใจเกี่ยวกับการประเมินอัตราการทำงานของพนักงานในการคำนวณหาเวลามาตรฐานตามหลักการศึกษางาน (Work Study) มากขึ้น และเป็นข้อมูลมาตรฐานที่ใช้พิจารณาในการวางแผนการผลิต การจ่ายค่าตอบแทน และการประเมินให้เงินจูงใจกับพนักงานได้ [4]

สุรจอม ลิ้มสุวรรณ และ สุขอังคณา ลิ (2553) ได้ทำการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเตาซูเปอร์อั้งโล่ โดยได้ศึกษาถึงปัญหาและปัจจัยที่ส่งผลให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพต่ำ ทำให้ผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ซึ่งได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงโดยใช้วิธีการดังนี้ 1. การศึกษาการทำงานเพื่อหาเวลามาตรฐานและจัดลำดับขั้นตอนการทำงาน 2.การออกแบบและสร้างเครื่องมือช่วยผลิตในขั้นตอนที่เป็นคอขวดและลดพื้นที่การจัดเก็บงาน และ 3. การกำหนดหน้าที่และความรับผิดชอบของพนักงานอย่างชัดเจน โดยการจัดทำตารางการผลิต (schedule) ภายหลังจากการประยุกต์ใช้วิธีการดังกล่าว พบว่าขั้นตอนการผลิตจากเดิม 10 ขั้นตอน ลดเหลือ 8 ขั้นตอน โดยการยุบรวมขั้นตอนการอัด การเจาะรู และคว้านรูฝังฝังเป็นขั้นตอนเดียว ส่งผลให้เวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตเตาซูเปอร์อั้งโล่ลดลงจาก 6,897 วินาทีต่อใบ เป็น 4,767.94 วินาทีต่อใบหรือลดลงร้อยละ 30.87 และอัตราผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 27.78 ใบต่อวัน เป็น 45 ใบต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 62 ของอัตราผลผลิตเดิม [5]

ภาวิณี อาจปรุ และ สุทัศน์ รัตนเกื้อกั้วาน (2551) ได้ทำการศึกษาเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์เบรกเกอร์ โดยพยายามขจัดและลดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม (Non-value added) ต่อตัวผลิตภัณฑ์ อาทิเช่น ความสูญเปล่าเนื่องจากการรอคอย (Delay) การเคลื่อนไหวที่เกินจำเป็น (Excess Motion) ความสูญเปล่าเนื่องจากงานเสีย (Defect) หรืองานที่ต้องนำกลับมาทำใหม่ (Rework) เป็นต้น ซึ่งใช้เทคนิค Why-Why analysis, การศึกษาการทำงานโดยใช้แผนภูมิคน-เครื่องจักร เป็นเครื่องมือหลักที่จะช่วยหารากเหง้าของปัญหา (root cause) และการ

วิเคราะห์โดยหลักการ 3T คือ เวลาที่ใช้ในการผลิตจริง (T1) เวลาที่เป็นเวลาส่วนเกิน (T2) เวลาที่ไร้ประสิทธิภาพ (T3) จากการศึกษาพบว่า ความสูญเสียต่างๆ ที่ได้กล่าวมานั้น มีแนวโน้มลดลงโดยสามารถลดรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ของผลิตภัณฑ์ จาก 51.41 เหลือ 41.97 วินาทีต่อชิ้น โดยมีจำนวนสถานีงานลดลงจากเดิม 20 เปอร์เซ็นต์ และลดสัดส่วนของงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า จากร้อยละ 41 เหลือเพียงร้อยละ 28 [6]



บทที่ 3

แผนงานการปฏิบัติงานและขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 แผนงานปฏิบัติงาน

ตารางที่ 3.1 แผนการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ลำดับ	หัวข้องาน	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม
1	ศึกษาพื้นฐานและภาพรวมบริษัท	<-->		
2	ศึกษาระบบการผลิตของบริษัท	<-->		
3	ศึกษากระบวนการจัดทำใบเสนอราคา	<-->		
4	ศึกษาหัวข้อโครงการ	<-->		
5	วางแผนโครงการและสำรวจข้อมูล	<--->		
6	ค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง		<--->	
7	จัดทำเวลามาตรฐาน		<--->	
8	วางแนวทางการปรับปรุงกระบวนการ		<--->	
9	จัดทำรูปเล่มโครงการ		<--->	
10	ปรึกษาพนักงานที่ปรึกษาพร้อมแก้ไข		<--->	
11	เตรียมนำเสนอโครงการ		<--->	
12	นำเสนอโครงการ		<-->	

<---> Plan <--> Actual

จากตารางที่ 3.1 แสดงแผนการปฏิบัติงาน ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง เดือนมีนาคม รวม
ระยะเวลาปฏิบัติงาน 2 เดือน สำหรับการปฏิบัติงานในฝ่ายโรงงาน แผนกควบคุมการผลิต
ประกอบด้วย 3 ส่วนงานหลัก ดังนี้

1. ศึกษาพื้นฐานและระบบการผลิตของสายการผลิตกลุ่มดี (Group D) กลุ่มผลิตภัณฑ์ Special Cutting Tool (Semi Product)
2. ศึกษารายละเอียดของงานเพื่อคัดเลือกหัวข้อในการศึกษาโครงการและค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมทางด้านทฤษฎี หลักการที่มีความเกี่ยวข้อง
3. ดำเนินการตามแผนงานและจัดทำรายละเอียดผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์และขั้นตอนการดำเนินงานที่ได้เสนอไว้

3.2 รายละเอียดโครงการ

1) ศึกษาพื้นฐานและภาพรวมของบริษัท

เป็นการศึกษาภาพรวมและสภาพปัจจุบันของบริษัท รวมถึงสภาพการทำงานต่างๆ ภายในโรงงานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต

2) ศึกษากระบวนการผลิตและกระบวนการผลิตของบริษัท

บริษัทมีการจัดแบ่งสายการผลิตตามกลุ่มผลิตภัณฑ์ออกเป็น 4 สายการผลิต คือ

1. Solid Round Tool Line (SRT)
2. Special Cutting Tool Line (SCT)
3. Boring Bite Line
4. TA Line (Insert)

3) ศึกษากระบวนการจัดทำใบเสนอราคา

ขั้นตอนการจัดทำใบเสนอราคา (Quotation)

1. ลูกค้าหรือฝ่ายขายส่งใบร้องขอเสนอราคา (Quotation Request)
2. หัวหน้างาน Drawing หรือวิศวกรพิจารณาแบบร่างของลูกค้า
3. พนักงานจัดทำใบเสนอราคา ตามขนาดการสั่งซื้อที่ลูกค้าร้องขอ
4. ตอบกลับใบเสนอราคาให้กับลูกค้าหรือฝ่ายขายที่รับผิดชอบ

3.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในส่วนฝ่ายโรงงาน แผนกควบคุมการผลิต ประกอบด้วย สายการผลิตหลัก 4 สายการผลิต คือ 1) Solid Round Tool Line 2) Special Cutting Tool Line 3) Boring Bite Line และ 4) TA Line (Insert)

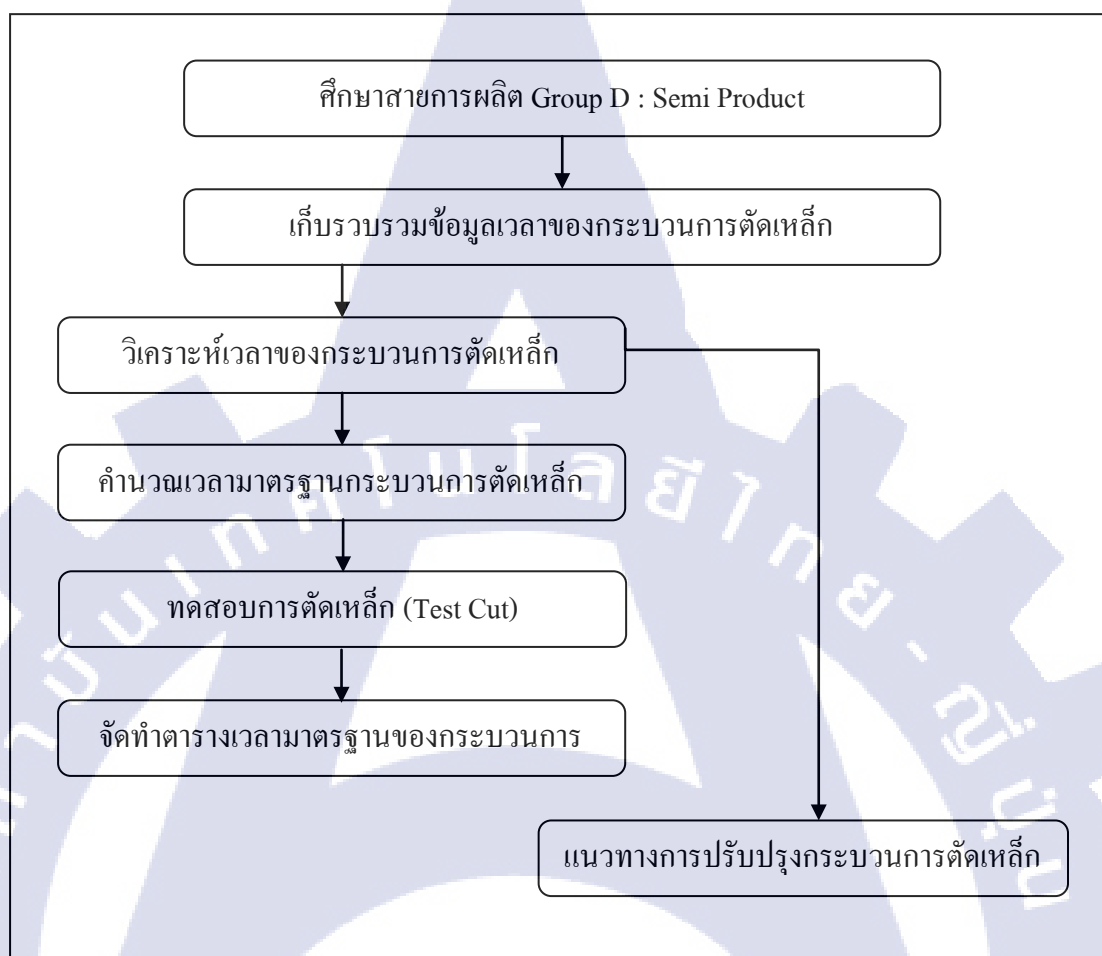
โดยผู้ศึกษาได้กำหนด กลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) คือ สายการผลิตกลุ่มที่ 2 Special Cutting Tool : Group D (Semi Product) เฉพาะส่วนกระบวนการตัดเหล็ก (Cutting)

3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

โครงการนี้ได้ใช้เครื่องมือในข้อ 3.2.2 ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์เวลาของกระบวนการตัดเหล็ก (Cutting) เพื่อจัดทำเป็นเวลามาตรฐานของกระบวนการ และใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพ โดยมีลำดับการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ข้อมูลด้านเวลาของกระบวนการตัดเหล็ก อาศัยตารางการจับเวลา (Time Measurement Sheet)
2. การวิเคราะห์ข้อมูลเวลากระบวนการตัดเหล็กและปัจจัยที่ส่งผลต่างๆ โดยอาศัยตารางการวิเคราะห์เวลา
3. กำหนดเวลาของการทำงานในกระบวนการตัดเหล็กแต่ละเกรดและขนาด อาศัยตารางการคำนวณเวลามาตรฐานเพื่อทดสอบด้วยวิธีการที่เหมาะสมในการคำนวณ ประกอบด้วย สมการเส้นตรง ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียล สมการความเร็วตัด
4. การทดสอบเวลามาตรฐานสำหรับกระบวนการตัดเหล็กแต่ละเกรดและขนาดของผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบ โดยอาศัยตารางแสดงผลการทดสอบการตัด (Test Cut)
5. การสรุปผลข้อมูลเพื่อจัดทำเวลามาตรฐานสำหรับกระบวนการตัดเหล็กแต่ละประเภทผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยตารางเวลามาตรฐานสำหรับกระบวนการตัดเหล็ก

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานที่นักศึกษาปฏิบัติงานหรือโรงงาน



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.3.1 ศึกษาสายการผลิต Group D : Semi Product

ศึกษาสภาพปัจจุบันของสายการผลิต Group D รวมถึงกระบวนการผลิต ขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการของผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ เพื่อนำมาใช้ประกอบการวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลเวลาของกระบวนการตัดเหล็ก

ศึกษาการทำงาน การเคลื่อนไหว และจับเวลาการทำงานจากหน้างานจริงให้ได้ตามจำนวนตัวอย่างที่ตั้งไว้ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้วิเคราะห์เวลาของกระบวนการ

3.3.3 วิเคราะห์เวลาของกระบวนการตัดเหล็ก

วิเคราะห์เวลาของกระบวนการจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ โดยวิเคราะห์ทั้งเวลาและปัจจัยที่เกี่ยวข้องบนพื้นฐานของการปฏิบัติงานจริง เพื่อนำไปกำหนดเวลามาตรฐาน

3.3.4 คำนวณเวลามาตรฐานของกระบวนการ

ศึกษาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำเวลามาตรฐาน เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณหาเวลามาตรฐานของกระบวนการ

3.3.5 การทดสอบเวลาการตัดเหล็ก (Test Cut)

ทำการทดสอบเวลาที่ได้จากการคำนวณเวลาเพื่อจัดทำเวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็ก โดยเปรียบเทียบข้อมูลเวลาและหาความคลาดเคลื่อนจากเวลาที่สามารถตัดชิ้นงานได้จริง ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างงานทดสอบเปรียบเทียบกับวิธีการคำนวณเวลาด้วยสมการและสูตรในขั้นตอนที่ 3.3.4 เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการคำนวณและจัดทำเวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็กต่อไป

3.3.6 จัดทำตารางเวลามาตรฐานของกระบวนการ

นำเวลาที่ได้จากการคำนวณโดยผ่านการทดสอบด้านเวลาจากข้อที่ 3.3.5 มาจัดทำเป็นตารางเวลามาตรฐาน เพื่อความสะดวก แม่นยำและเข้าใจง่ายต่อการนำไปใช้งาน ด้านการคำนวณเวลาการผลิตสำหรับกระบวนการตัดและใช้อ้างอิงเพื่อจัดทำราคาในใบเสนอราคาผลิตภัณฑ์ (Quotation) ได้

3.3.7 แนวทางการปรับปรุงกระบวนการ

ศึกษาข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เวลาของกระบวนการตัดเหล็ก เพื่อพิจารณาเวลาที่เกิดความสูญเปล่า และนำมาใช้เป็นข้อมูลสำหรับหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการตัดเหล็ก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพหรือลดเวลาของกระบวนการ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลการทำงานและปัจจัยที่เกี่ยวข้องของกระบวนการตัดเหล็ก เพื่อการทดสอบเวลาที่ได้จากกระบวนการตัดเหล็กด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างในการตัดเหล็ก เปรียบเทียบและความคลาดเคลื่อนของเวลาในการตัดกับผลการคำนวณเวลาด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่อาศัยการคำนวณจากสมการและกราฟที่กำหนด รวมถึงการหาความเร็วตัดประกอบการศึกษาวิเคราะห์เวลา และนำข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์นี้เพื่อการจัดทำตารางเวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็ก และนำตารางเวลามาตรฐานที่ได้ไปใช้ในการอ้างอิงเวลาของกระบวนการตัดเพื่อกำหนดราคาในการจัดทำใบเสนอราคาผลิตภัณฑ์ (Quotation) รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวางแผนการปรับปรุงกระบวนการตัดเหล็กให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ขั้นตอนและผลการดำเนินงาน

4.1.1 ศึกษาสายการผลิต Special Cutting Tool : Group D (กระบวนการตัดเหล็ก)

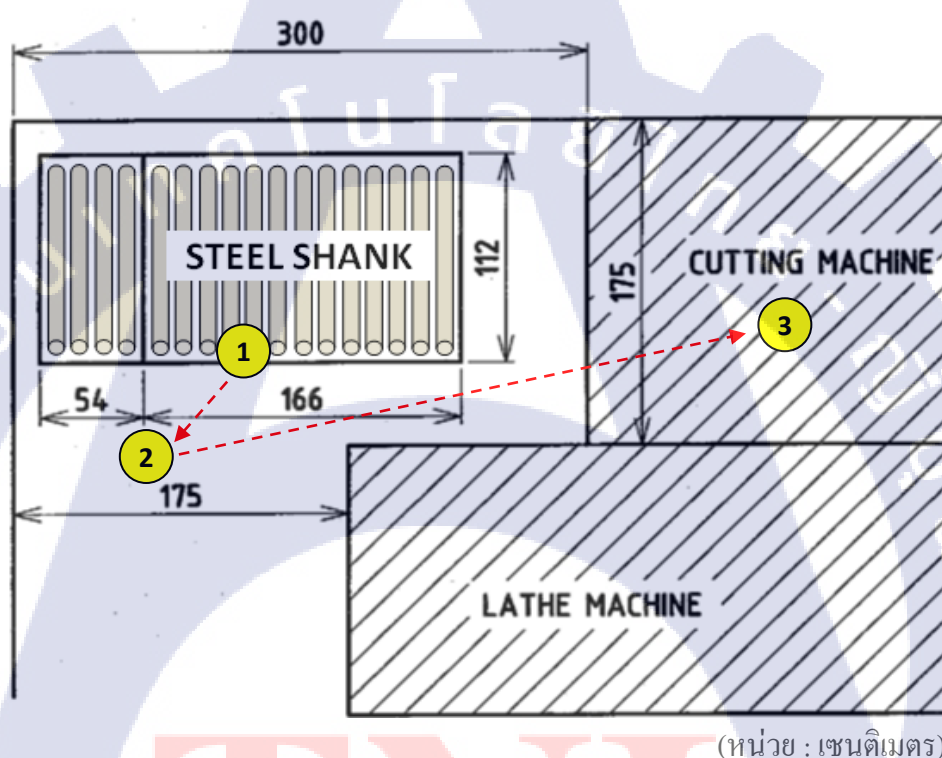
กระบวนการตัดเหล็กเป็นกระบวนการแรกสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีการเชื่อม (Blazed Tool) และมีด้ามเป็นเหล็ก (Steel Shank) ที่จะต้องนำไปผ่านกระบวนการอื่นๆ เช่น การทำน้ำมัน การกลึง การกัด เป็นต้น

โดยในปัจจุบันสายการผลิตมีเหล็กที่ใช้ในผลิตปกติ จำนวน 2 เกรด ไม่รวมถึงเกรดที่ลูกค้าร้องขอ คือ เหล็กเกรด SCM440 และ SNCM8 ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแตกต่างกันไป แต่จะมีความยาวที่เท่ากันทั้งหมด คือ 1000 มิลลิเมตร หรือ 1 เมตร (ดูตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ขนาดของเหล็กแต่ละเกรดที่มีในปัจจุบัน

Description							
SCM440	DIA	16	X	1000	DIA	30	X 1000
	DIA	19	X	1000	DIA	32	X 1000
	DIA	20	X	1000	DIA	35	X 1000
	DIA	22	X	1000	DIA	38	X 1000
	DIA	25	X	1000	DIA	42	X 1000
	DIA	26	X	1000	DIA	46	X 1000
	DIA	28	X	1000	DIA	50	X 1000
SNCM8	DIA	22	X	1000	DIA	32	X 1000
	DIA	26	X	1000	DIA	36	X 1000
	DIA	28	X	1000	DIA	38	X 1000
	DIA	30	X	1000	DIA	40	X 1000

จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานในสถานที่ปฏิบัติงานจริงส่วนงานกระบวนการตัดเหล็ก พบว่า การเคลื่อนที่ของพนักงานในการป้อนวัตถุดิบเข้าสู่เครื่องจักรในปัจจุบัน สามารถแบ่งระยะการเคลื่อนไหวนี้ออกได้เป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 บริเวณหน้าชั้นวางวัตถุดิบ เพื่อเลือกขนาดของเหล็กและหยิบออกจากชั้นวาง ระยะที่ 2 เป็นการเคลื่อนที่ต่อเนื่องจากระยะที่ 1 คือการเดินถอยหลังประมาณ 1 เมตร เพื่อที่จะนำเหล็กออกมาจากชั้นวางได้จนหมดความยาว และระยะที่ 3 คือการเดินถือเหล็กไปวางบนเครื่องตัดเหล็ก โดยมีระยะทางการเดิน 2-3 เมตร (ดูภาพที่ 4.1)



ภาพที่ 4.1 ฟังและการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการในปัจจุบัน

4.1.2 เก็บรวบรวมข้อมูลเวลาของกระบวนการตัดเหล็ก

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาของกระบวนการตัดเหล็กนั้น จะประกอบด้วยข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมด 3 ส่วนด้วยกัน เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อไป ข้อมูลที่จำเป็นได้แก่

1. ขนาดของเหล็กแต่ละเกรด (ดูตารางที่ 4.1)
2. จำนวนข้อมูล หรือ จำนวนตัวอย่าง
3. ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

โดยการเก็บข้อมูลดำเนินการโดยจับเวลาตามคำสั่งการผลิตที่ลูกค้ามีเข้ามา ได้ผลของการจับเวลาและรวบรวมข้อมูล ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การจับเวลาของกระบวนการตัดเหล็ก

Date		Time Measurement Sheet Name :															
Process																CUTTING	
Model																	

No.	Description	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	Min	Max	Fluctuation	Average
1	SCM440 - DIA 16	53	52	55	52	53	54	51	52	54	54	51	55	4	53
2	SCM440 - DIA 20	69	68	72	71	71	-	-	-	-	-	68	72	4	70
3	SCM440 - DIA 25	95	89	89	-	-	-	-	-	-	-	89	95	6	91
4	SCM440 - DIA 38	203	-	-	-	-	-	-	-	-	-	203	203	0	203
5	SCM440 - DIA 42	266	267	268	272	-	-	-	-	-	-	266	272	6	268
6	SCM440 - DIA 46	355	356	-	-	-	-	-	-	-	-	355	356	1	356
7	SCM440 - DIA 50	385	384	-	-	-	-	-	-	-	-	384	385	1	385
8	SCM440 - DIA 60	631	-	-	-	-	-	-	-	-	-	631	631	0	631
9	SNCM8 - DIA 22	124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	124	124	0	124
10	SNCM8 - DIA 26	257	257	257	258	258	259	261	260	259	-	257	261	4	258
11	SNCM8 - DIA 30	295	297	294	-	-	-	-	-	-	-	294	297	3	295
12	SNCM8 - DIA 36	379	375	375	-	-	-	-	-	-	-	375	379	4	376
13	SNCM8 - DIA 38	431	-	-	-	-	-	-	-	-	-	431	431	0	431
14	SNCM8 - DIA 45	604	-	-	-	-	-	-	-	-	-	604	604	0	604
15	SNCM8 - DIA 60	884	-	-	-	-	-	-	-	-	-	884	884	0	884
16	SNCM8 - DIA 65	1152	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1152	1152	0	1152

จากตาราง ที่ 4.2 แสดงข้อมูลเวลาของกระบวนการตัดเหล็กที่ได้จากการเก็บข้อมูลที่พื้นที่การทำงานจริง จะสังเกตเห็นว่าข้อมูลเวลาของเหล็กแต่ละขนาดมีจำนวนข้อมูลที่ไม่เท่ากัน เนื่องด้วยรูปแบบการผลิตเป็นแบบผลิตตามคำสั่งซื้อ (Made to Order) จึงมีความต้องการสั่งผลิตในแต่ละช่วงเวลาที่มีเหล็กแต่ละขนาดไม่เท่ากัน ประกอบกับระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ยาก จึงแสดงผลตามตารางการจับเวลา (Time Measurement Sheet) ที่ได้ข้างต้น

4.1.3 วิเคราะห์เวลาของกระบวนการตัดเหล็ก

เนื่องด้วยรูปแบบ การผลิตเป็นแบบผลิตตามคำสั่งซื้อ (Made to Order) และช่วงเวลาการผลิตแต่ละวันไม่แน่นอน การเก็บรวบรวมข้อมูลมีข้อจำกัด (ภายใต้ระยะเวลาการปฏิบัติงาน) ดังนั้นในการเก็บข้อมูลเวลาการตัดของเหล็กจึงไม่ได้ครบทุกเกรดและขนาด ดังนั้นจึงต้องมีการนำข้อมูลเวลาที่สามารถเก็บรวบรวมมาได้ นำมาวิเคราะห์ เพื่อหาค่าสมการที่เหมาะสม ที่จะทำได้เวลาที่เป็นจริงหรือมีความใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

ในการวิเคราะห์เวลาของกระบวนการตัดเหล็กนั้น จะประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วน ได้แก่

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลที่เป็นปัจจัย (Factor) ประกอบด้วย
 1. เกรดเหล็ก
 2. เส้นผ่านศูนย์กลาง
 3. อายุใบเลื่อย ณ เวลาตัด
 4. ความถี่ในการจับเวลา
 5. เวลาเตรียมการในการตัดครั้งแรก (First Cut Set Up Time)
- ส่วนที่ 2 ข้อมูลที่เป็นผลจากปัจจัย ประกอบด้วย
 1. เวลาเตรียมการเฉลี่ยในการตัดครั้งแรก (First Cut Set Up Time)
 2. เวลาตัดเฉลี่ยต่อชิ้น
 3. พื้นที่วงกลม
 4. พื้นที่ที่หายไปต่อวินาที
 5. ความเร็วตัดเฉลี่ย

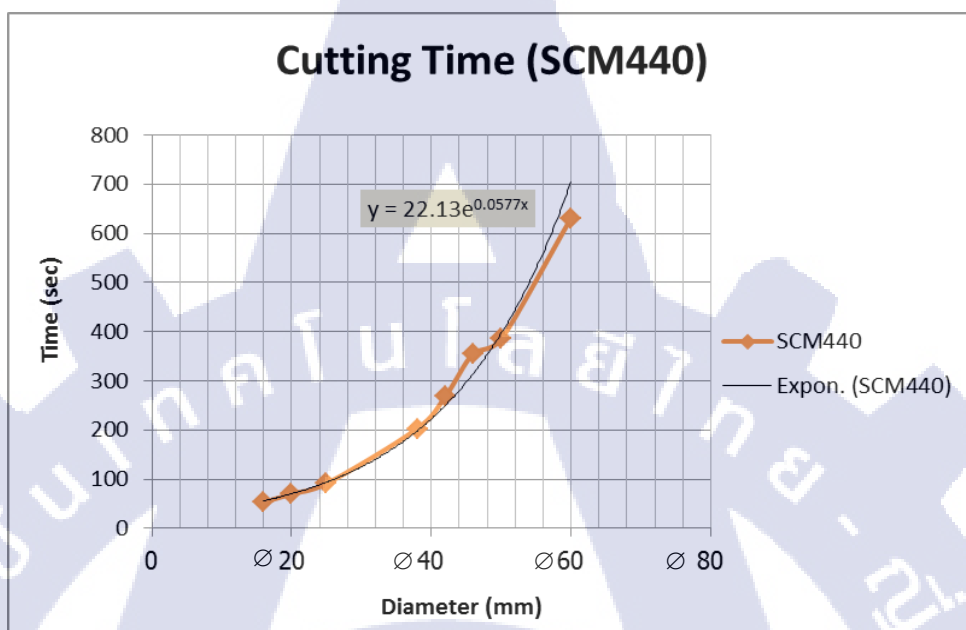
จากข้อมูลทั้ง 2 ส่วน จึงได้ดำเนินการสร้างตารางเพื่อการวิเคราะห์เวลาของกระบวนการตัดเหล็ก (Cutting) ขึ้น โดยแบ่งตามเกรดของเหล็กแต่ละประเภทเป็นหลัก ส่วนที่เป็นปัจจัยส่งผล (Factor) ต่อเวลาในกระบวนการตัด และส่วนที่ผลจากปัจจัย ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 วิเคราะห์เวลาของกระบวนการตัดเหล็ก

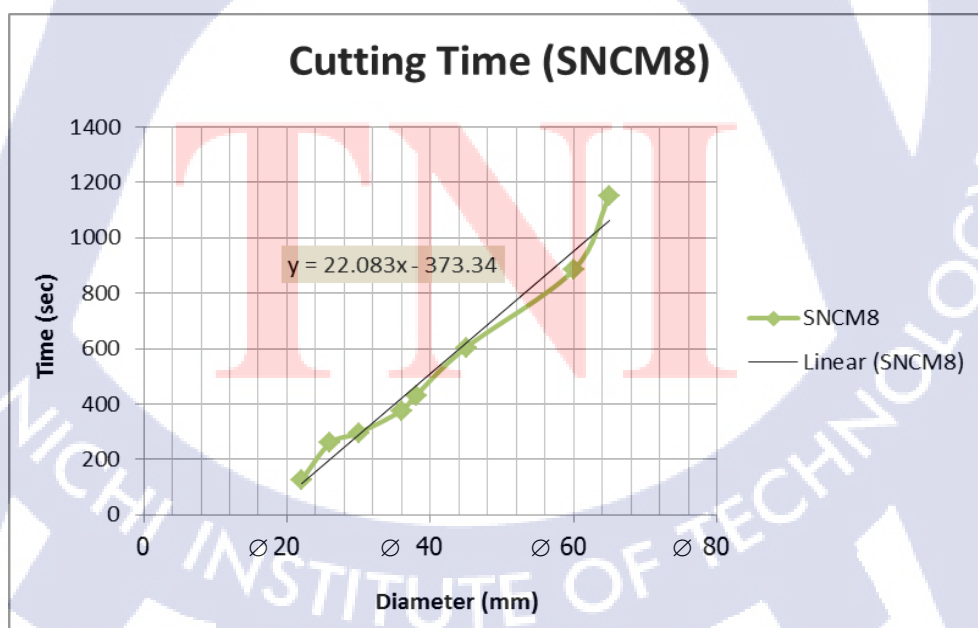
ส่วนที่ 1 ข้อมูลที่เป็นปัจจัย					ส่วนที่ 2 ข้อมูลที่เป็นผลจากปัจจัย				
เกรด	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม)	อายุใบเลื่อย ณ เวลาตัด (วัน)	ความถี่ในการจับเวลา (ครั้ง)	First Cut Set Up Time (วินาที)	First Cut Set Up Time เฉลี่ย (วินาที)	เวลาตัดเฉลี่ยต่อชิ้น (วินาที)	พื้นที่วงกลม (มม ²)	พื้นที่ที่หายไป (วินาที/มม ²)	ความเร็วตัดเฉลี่ย (วินาที/มม ²)
SCM440	16	6	10	40	60	53	201.062	0.264	0.210
	20	1	5	47		70	314.159	0.223	
	25	6	3	47		91	490.874	0.185	
	38	7	1	58		203	1134.115	0.179	
	42	ใหม่	4	62		268	1385.442	0.193	
	46	ใหม่	2	60		356	1661.903	0.214	
	50	ใหม่	2	65		385	1963.495	0.196	
	60	6	1	67		631	2827.433	0.223	
SNCM8	22	7	1	48		124	380.133	0.326	0.382
	26	1	9	48		258	530.929	0.486	
	30	ใหม่	3	66		295	706.858	0.417	
	36	ใหม่	3	68		376	1017.876	0.369	
	38	7	1	68		431	1134.115	0.397	
	45	7	1	69		604	1590.431	0.397	
	60	ใหม่	1	70		884	2827.433	0.313	
	65	7	1	70		1152	3318.307	0.347	

จากตารางที่ 4.3 สาเหตุที่ต้องใช้เวลาเฉลี่ยในการเตรียมการตัดครั้งแรก (First Cut Set up time) ที่ 60 วินาที เนื่องจากเกรดของเหล็กไม่มีผลต่อระยะเวลา แต่เวลาจะแปรผันตามระยะเวลาการปรับหรือซลับเหล็กให้ได้ความยาวที่ต้องการตัดตามใบสั่งผลิต

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 4.3 นำมาสร้างกราฟเพื่อประกอบการวิเคราะห์เวลาของกระบวนการตัดเหล็กในแต่ละเกรด จะได้ดังภาพที่ 4.2 และ 4.3



ภาพที่ 4.2 กราฟการวิเคราะห์เวลาของกระบวนการตัดเหล็ก สำหรับเกรด SCM440



ภาพที่ 4.3 กราฟการวิเคราะห์เวลาของกระบวนการตัดเหล็ก สำหรับเกรด SNCM8

จากภาพที่ 4.2 และ 4.3 แสดงกราฟผลการวิเคราะห์ข้อมูลเวลาของกระบวนการตัดเหล็ก โดยที่แกน X คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และแกน Y คือ เวลาในการตัดหน่วยเป็นวินาที ลักษณะกราฟที่ได้ของเหล็กเกรด SCM440 เป็นแบบเอกซ์โปเนนเชียลและสำหรับเกรด SNCM8 เป็นกราฟแบบเส้นตรง

ส่วนสมการจากเส้นแนวโน้มของเหล็กเกรด SCM440 คือ $y = 22.13e^{0.0577x}$ และสำหรับเกรด SNCM8 สมการ $y = 22.083x - 373.34$

ซึ่งจะนำสมการทั้ง 2 สมการที่ได้ไปใช้แทนค่าและคำนวณเวลาตัดของเหล็กแต่ละขนาด (ดูตารางที่ 4.4 และ 4.5)

4.1.4 คำนวณเวลามาตรฐานของกระบวนการ

การคำนวณเวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็ก จะใช้วิธีการคำนวณ 2 รูปแบบ เพื่อใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบหาค่าเวลาที่เหมาะสม

วิธีที่ 1 คือการคำนวณโดยใช้สมการที่ได้จากกราฟ (ตารางที่ 4.4 และ 4.5)

สมการเส้นแนวโน้มของเหล็กเกรด SCM440 แบบเอกซ์โปเนนเชียล

$$y = 22.13e^{0.0577x}$$

สมการเส้นแนวโน้มของเหล็กเกรด SNCM8 แบบกราฟเส้นตรง

$$y = 22.083x - 373.34$$

วิธีที่ 2 คือการคำนวณโดยใช้สมการจากความเร็วตัดของเครื่องจักร (ดูตารางที่ 4.6)

$$\text{เวลาตัด} = \frac{\text{พื้นที่วงกลม} \times \text{ความเร็วตัดเฉลี่ย}}{\text{ความเร็วตัดเฉลี่ย}}$$

จากกราฟ (ภาพที่ 4.2 , 4.3) การวิเคราะห์เวลาของกระบวนการตัด สำหรับเหล็กเกรด SCM440 และเกรด SNCM8 (ดูตารางที่ 4.4 และ 4.5) ใช้สมการที่ได้จากกราฟในการคำนวณหาเวลาในการตัดเหล็กแต่ละขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter)

วิธีที่ 1 การคำนวณโดยใช้สมการที่ได้จากกราฟ

ตารางที่ 4.4 จำนวนเวลาตัดของกระบวนการตัดเหล็กเกรด SCM440

Steel Shank Grade SCM440			
เส้นผ่านศูนย์กลาง (Ø)	เวลาตัดต่อชิ้น (วินาที) ($y = 22.13e^{0.0577x}$)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (Ø)	เวลาตัดต่อชิ้น (วินาที) ($y = 22.13e^{0.0577x}$)
16 x 1000 mm.	56	46 x 1000 mm.	315
19 x 1000 mm.	66	50 x 1000 mm.	396
20 x 1000 mm.	70	55 x 1000 mm.	529
22 x 1000 mm.	79	60 x 1000 mm.	706
25 x 1000 mm.	94	65 x 1000 mm.	941
26 x 1000 mm.	99	70 x 1000 mm.	1256
28 x 1000 mm.	111	75 x 1000 mm.	1677
30 x 1000 mm.	125	80 x 1000 mm.	2237
32 x 1000 mm.	140	85 x 1000 mm.	2985
35 x 1000 mm.	167	90 x 1000 mm.	3984
36 x 1000 mm.	177	100 x 1000 mm.	7094
38 x 1000 mm.	198	110 x 1000 mm.	12631
40 x 1000 mm.	223	120 x 1000 mm.	22492
42 x 1000 mm.	250	130 x 1000 mm.	40052
45 x 1000 mm.	297	150 x 1000 mm.	126999

สำหรับการคำนวณเวลาตัดของกระบวนการตัดเหล็กเกรด SCM440 จะใช้สูตรในการคำนวณ คือ $y = 22.13e^{0.0577x}$ โดยแสดงตัวอย่างวิธีการคำนวณให้ได้ข้อมูลดังตารางที่ 4.4 ดังนี้

กำหนดตัวแปร X คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็ก แทนค่าตัวแปรลงในสมการเอกซ์โปเนนเชียล $y = 22.13e^{0.0577x}$ เช่น เหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร แทนค่า 40 ที่ตัวแปร X จะได้ $y = 22.13e^{0.0577x}$
 $= 22.13e^{0.0577(40)}$
 $= 223 \text{ วินาที}$

วิธีที่ 1 การคำนวณโดยใช้สมการที่ได้จากกราฟ

ตารางที่ 4.5 จำนวนเวลาตัดของกระบวนการตัดเหล็กเกรด SNCM8

Steel Shank Grade SNCM8			
เส้นผ่านศูนย์กลาง (Ø)	เวลาตัดต่อชิ้น (วินาที) ($y = 22.083x - 373.34$)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (Ø)	เวลาตัดต่อชิ้น (วินาที) ($y = 22.083x - 373.34$)
16 x 1000 mm.	-20	46 x 1000 mm.	642
19 x 1000 mm.	46	50 x 1000 mm.	731
20 x 1000 mm.	68	55 x 1000 mm.	841
22 x 1000 mm.	113	60 x 1000 mm.	952
25 x 1000 mm.	179	65 x 1000 mm.	1062
26 x 1000 mm.	201	70 x 1000 mm.	1173
28 x 1000 mm.	245	75 x 1000 mm.	1283
30 x 1000 mm.	289	80 x 1000 mm.	1393
32 x 1000 mm.	333	85 x 1000 mm.	1504
35 x 1000 mm.	400	90 x 1000 mm.	1614
36 x 1000 mm.	422	100 x 1000 mm.	1835
38 x 1000 mm.	466	110 x 1000 mm.	2056
40 x 1000 mm.	510	120 x 1000 mm.	2277
42 x 1000 mm.	554	130 x 1000 mm.	2498
45 x 1000 mm.	620	150 x 1000 mm.	2939

สำหรับการคำนวณเวลาตัดของกระบวนการตัดเหล็กเกรด SNCM8 จะใช้สูตรในการคำนวณ คือ $y = 22.083x - 373.34$ โดยแสดงตัวอย่างวิธีการคำนวณให้ได้ข้อมูลดังตารางที่ 4.4 ดังนี้

กำหนดตัวแปร X คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็ก แทนค่าตัวแปรลงในสมการเส้นตรง $y = 22.083x - 373.34$ เช่น เหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร แทนค่า 40 ที่ตัวแปร X จะได้ $y = 22.083(40) - 373.34$

$$= 883.32 - 373.34$$

$$= 510 \text{ วินาที}$$

วิธีที่ 2 การคำนวณโดยใช้สมการจากความเร็วตัดของเครื่องจักร

ตารางที่ 4.6 คำนวณเวลาตัดของกระบวนการตัดเหล็กด้วยสมการความเร็วตัด

Steel Shank			Grade SCM440			Grade SNCM8		
เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	รัศมี (r)	พื้นที่วงกลม (mm ²)	ความเร็วตัด เฉลี่ย (วินาที/mm ²)	เวลาตัด (วินาที)	เวลาตัด (นาที)	ความเร็วตัด เฉลี่ย (วินาที/mm ²)	เวลาตัด (วินาที)	เวลาตัด (นาที)
		①	②	①×②		③	①×③	
Ø 16	8	201.062	0.210	42	42"	0.382	77	1' 17"
Ø 19	9.5	283.529		60	1'		108	1' 48"
Ø 20	10	314.159		66	1' 6"		120	2'
Ø 22	11	380.133		80	1' 20"		145	2' 45"
Ø 25	12.5	490.874		103	1' 43"		188	3' 8"
Ø 26	13	530.929		111	1' 51"		203	3' 23"
Ø 28	14	615.752		129	2' 9"		235	3' 55"
Ø 30	15	706.858		148	2' 28"		270	4' 30"
Ø 32	16	804.248		169	2' 49"		307	5' 7"
Ø 35	17.5	962.113		202	3' 22"		368	6' 8"
Ø 36	18	1017.876		214	3' 34"		389	6' 29"
Ø 38	19	1134.115		238	3' 58"		433	7' 13"
Ø 40	20	1256.637		264	4' 24"		480	8'
Ø 42	21	1385.442		291	4' 51"		529	8' 49"
Ø 45	22.5	1590.431		334	5' 34"		608	10' 8"
Ø 46	23	1661.903		349	5' 49"		635	10' 35"
Ø 50	25	1963.495		412	6' 52"		750	12' 30"
Ø 55	27.5	2375.829		499	8' 19"		908	15' 8"
Ø 60	30	2827.433		594	9' 54"		1080	18'
Ø 65	32.5	3318.307		697	11' 37"		1268	21' 8"
Ø 70	35	3848.451		808	13' 28"		1470	24' 30"
Ø 75	37.5	4417.865		928	15' 28"		1688	28' 8"
Ø 80	40	5026.548		1056	17' 36"		1920	32'
Ø 85	42.5	5674.502		1192	19' 52"		2168	36' 8"
Ø 90	45	6361.725		1336	22' 16"		2430	40' 30"
Ø 100	50	7853.981		1649	27' 29"		3000	50'
Ø 110	55	9503.318		1996	33' 16"		3630	60' 30"
Ø 120	60	11309.734		2375	39' 38"		4320	1: 12'
Ø 130	65	13273.229		2787	46' 27"		5070	1: 24' 30"
Ø 150	75	17671.459		3711	61' 51"		6750	1: 52' 30"

จากตารางที่ 4.4 ถึง 4.6 คือข้อมูลเวลาตัดเหล็กแต่ละขนาดที่ได้จากการคำนวณด้วยสมการ จะสังเกตเห็นว่าตัวเลขเวลาที่ได้จากการคำนวณด้วย 2 สมการนั้น มีค่าเวลาที่แตกต่างกันมาก จึงต้องมีการทดสอบการตัด (Test Cut) และนำเวลาที่ได้จากการตัดจริงมาเปรียบเทียบกับเวลาที่ได้จากการคำนวณ เพื่อการพิจารณาเลือกใช้ค่าเวลาที่เหมาะสม

4.1.5 การทดสอบเวลาของกระบวนการตัดเหล็ก

ในการทดสอบการตัด จะใช้การทดสอบแบบสุ่มขนาดเหล็ก โดยเลือกสุ่มเหล็กตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ที่สุดที่มีในปัจจุบัน และเป็นขนาดที่ไม่เคยมีการจับเวลามาก่อนในแต่ละเกรด ซึ่งเหล็กเกรด SCM440 จะใช้การสุ่มตัดกับเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38, 50, 75 และ 80 (ตารางที่ 4.7) เกรด SNCM8 จะใช้การสุ่มตัดกับเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38, 45 และ 65 (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.7 เวลาการทดสอบการตัด (Test Cut) สำหรับเหล็กเกรด SCM440

เกรด	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	รัศมี (r)	พื้นที่วงกลม (mm ²)	ความเร็วตัดเฉลี่ย (วินาที/mm ²)	เวลาดัด (วินาที)	เวลาดัด (นาที)	Test Cut			Expon.	
			①	②	①×②		1	2	3	$y = 22.13e^{0.0577x}$	
SCM440	16	8	201.062	0.210	42					56"	56
	19	9.5	283.529		60	1'				1' 6"	66
	20	10	314.159		66	1' 6"				1' 10"	70
	22	11	380.133		80	1' 20"				1' 19"	79
	25	12.5	490.874		103	1' 43"				1' 34"	94
	26	13	530.929		111	1' 51"				1' 39"	99
	28	14	615.752		129	2' 9"				1' 51"	111
	30	15	706.858		148	2' 28"				2' 5"	125
	32	16	804.248		169	2' 49"				2' 20"	140
	35	17.5	962.113		202	3' 22"				2' 41"	167
	36	18	1017.876		214	3' 34"				2' 57"	177
	38	19	1134.115		238	3' 58"	3' 23"	-	-	3' 18"	198
	40	20	1256.637		264	4' 24"				3' 43"	223
	42	21	1385.442		291	4' 51"				4' 10"	250
	45	22.5	1590.431		334	5' 34"				4' 57"	297
	46	23	1661.903		349	5' 49"				5' 15"	315
	50	25	1963.495		412	6' 52"	6' 40"	-	-	6' 36"	396
	55	27.5	2375.829		499	8' 19"				8' 49"	529
	60	30	2827.433		594	9' 54"				11' 46"	706
	65	32.5	3318.307		697	11' 37"				15' 41"	941
	70	35	3848.451		808	13' 28"				20' 56"	1256
	75	37.5	4417.865		928	15' 28"	16' 54"	-	-	27' 57"	1677
	80	40	5026.548		1056	17' 36"	18' 51"	-	-	37' 17"	2237
	85	42.5	5674.502		1192	19' 52"				49' 45"	2985
	90	45	6361.725		1336	22' 16"				1: 6' 24"	3984
	100	50	7853.981		1649	27' 29"				1: 58' 14"	7094
	110	55	9503.318		1996	33' 16"				3: 30' 31"	12631
	120	60	11309.734		2375	39' 38"				6: 14' 52"	22492
	130	65	13273.229		2787	46' 27"				11: 7' 32"	40052
	150	75	17671.459		3711	61' 51"				35: 16' 39"	126999

ตารางที่ 4.8 เวลาการทดสอบการตัด (Test Cut) สำหรับเหล็กเกรด SNCM8

เกรด	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	รัศมี (r)	พื้นที่วงกลม (mm ²)	ความเร็วตัดเฉลี่ย (วินาที/mm ²)	เวลาตัด (วินาที)	เวลาตัด (นาที)	Test Cut			Linear	
			①	②	①×②		1	2	3	y = 22.083x - 373.34	
SNCM8	16	8	201.062	0.382	77	1' 17"				Error	-20
	19	9.5	283.529		108	1' 48"				46"	46
	20	10	314.159		120	2'				1' 8"	68
	22	11	380.133		145	2' 45"				1' 53"	113
	25	12.5	490.874		188	3' 8"				2' 59"	179
	26	13	530.929		203	3' 23"				3' 21"	201
	28	14	615.752		235	3' 55"				4' 5"	245
	30	15	706.858		270	4' 30"				4' 49"	289
	32	16	804.248		307	5' 7"				5' 33"	333
	35	17.5	962.113		368	6' 8"				6' 40"	400
	36	18	1017.876		389	6' 29"				7' 2"	422
	38	19	1134.115		433	7' 13"	7' 24"	-	-	7' 46"	466
	40	20	1256.637		480	8'				8' 30"	510
	42	21	1385.442		529	8' 49"				9' 14"	554
	45	22.5	1590.431		608	10' 8"	10' 18"	-	-	10' 20"	620
	46	23	1661.903		635	10' 35"				10' 42"	642
	50	25	1963.495		750	12' 30"				12' 11"	731
	55	27.5	2375.829		908	15' 8"				14' 1"	841
	60	30	2827.433		1080	18'				15' 52"	952
	65	32.5	3318.307		1268	21' 8"	19' 47"	-	-	17' 42"	1062
	70	35	3848.451		1470	24' 30"				19' 33"	1173
	75	37.5	4417.865		1688	28' 8"				21' 23"	1283
	80	40	5026.548		1920	32'				23' 13"	1393
	85	42.5	5674.502		2168	36' 8"				25' 4"	1504
	90	45	6361.725		2430	40' 30"				26' 54"	1614
	100	50	7853.981		3000	50'				30' 35"	1835
	110	55	9503.318		3630	60' 30"				34' 16"	2056
	120	60	11309.734		4320	1: 12'				37' 57"	2277
	130	65	13273.229		5070	1: 24' 30"				41' 38"	2498
	150	75	17671.459		6750	1: 52' 30"				48' 59"	2939

จากการทดสอบการตัด (Test Cut) ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และ 4.8 จะสังเกตเห็นว่า เวลาตัดที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีที่ 1 ค่าผลลัพธ์มีความคลาดเคลื่อนไปจากการปฏิบัติงานจริง มากกว่าค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีที่ 2 จึงไม่สามารถนำผลลัพธ์จากการคำนวณวิธีที่ 1

มาใช้คำนวณเวลามาตรฐานของกระบวนการได้ เพราะฉะนั้นเวลาที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้คำนวณเวลามาตรฐานของกระบวนการ คือ เวลาที่คำนวณจากสมการความเร็วตัด ดังแสดงในตารางที่ 4.6 จากตารางที่ 4.6 ข้อมูลที่ได้คือเวลาในการตัดของเหล็กแต่ละขนาด ซึ่งจะนำมาคำนวณหาเวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็กต่อไป โดยนำมารวมกับเวลาเตรียมการเฉลี่ย (Set up time) ที่ได้จากตารางที่ 4.3 เพราะเวลามาตรฐานสามารถคำนวณได้จากเวลาเตรียมการบวกกับเวลาของกระบวนการ ($\text{Set up time} + \text{Process time} = \text{Standard Time}$) ดังแสดงในตารางที่ 4.9 และ 4.10 สำหรับเหล็กเกรด SCM440 และ SNCM8 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 จำนวนเวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็กเกรด SCM440 (ต่อ 1 ชิ้น)

Standard Time of Cutting Process (Steel Shank Grade SCM440)							
DIA (Ø)	ขั้นที่ 1		รวม (วินาที)	DIA (Ø)	ขั้นที่ 1		รวม (วินาที)
	Set (sec)	Cut (sec)			Set (sec)	Cut (sec)	
16	60	42	102	46	60	349	409
19	60	60	120	50	60	412	472
20	60	66	126	55	60	499	559
22	60	80	140	60	60	594	654
25	60	103	163	65	60	697	757
26	60	111	171	70	60	808	868
28	60	129	189	75	60	928	988
30	60	148	208	80	60	1056	1116
32	60	169	229	85	60	1192	1252
35	60	202	262	90	60	1336	1396
36	60	214	274	100	60	1649	1709
38	60	238	298	110	60	1996	2056
40	60	264	324	120	60	2375	2435
42	60	291	351	130	60	2787	2847
45	60	334	394	150	60	3711	3771

ตารางที่ 4.10 คำนวณเวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็กเกรด SNCM8 (ต่อ 1 ชิ้น)

Standard Time of Cutting Process (Steel Shank Grade SNCM8)							
DIA (Ø)	ขั้นที่ 1		รวม (วินาที)	DIA (Ø)	ขั้นที่ 1		รวม (วินาที)
	Set (sec)	Cut (sec)			Set (sec)	Cut (sec)	
16	60	77	137	46	60	635	695
19	60	108	168	50	60	750	810
20	60	120	180	55	60	908	968
22	60	145	205	60	60	1080	1140
25	60	188	248	65	60	1268	1328
26	60	203	263	70	60	1470	1530
28	60	235	295	75	60	1688	1748
30	60	270	330	80	60	1920	1980
32	60	307	367	85	60	2168	2228
35	60	368	428	90	60	2430	2490
36	60	389	449	100	60	3000	3060
38	60	433	493	110	60	3630	3690
40	60	480	540	120	60	4320	4380
42	60	529	589	130	60	5070	5130
45	60	608	668	150	60	6750	6810

ตามความเป็นจริง ในกระบวนการจัดทำใบเสนอราคาของบริษัทฯ จะใช้เวลาการทำงาน
ของกระบวนการเฉลี่ยต่อ 5 ชิ้นในการคำนวณราคาต้นทุนการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 4.11
สำหรับเหล็กเกรด SCM440 และตารางที่ 4.12 สำหรับเกรด SNCM8

ในส่วนของเวลาการเตรียมการ (Set Up Time) ตั้งแต่ครั้ง 2 เป็นต้นไป ได้กำหนดค่า
แตกต่างจากครั้งที่ 1 ที่ 60 วินาที เป็น 20 วินาที เนื่องจากว่าไม่มีระยะเวลาเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ มีเพียง
แค่ระยะเวลาวัดความยาวของผลิตภัณฑ์เท่านั้น

ตารางที่ 4.11 คำนวณเวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็กเกรด SCM440 (เฉลี่ยต่อ 5 ชั้น)

DIA (Ø)	ชั้นที่ 1		ชั้นที่ 2		ชั้นที่ 3		ชั้นที่ 4		ชั้นที่ 5		รวม (sec)	เฉลี่ย (sec)
	Set (sec)	Cut (sec)	Set (sec)	Cut (sec)	Set (sec)	Cut (sec)	Set (sec)	Cut (sec)	Set (sec)	Cut (sec)		
16	60	42	20	42	20	42	20	42	20	42	350	70
19	60	60	20	60	20	60	20	60	20	60	440	88
20	60	66	20	66	20	66	20	66	20	66	470	94
22	60	80	20	80	20	80	20	80	20	80	540	108
25	60	103	20	103	20	103	20	103	20	103	655	131
26	60	111	20	111	20	111	20	111	20	111	695	139
28	60	129	20	129	20	129	20	129	20	129	785	157
30	60	148	20	148	20	148	20	148	20	148	880	176
32	60	169	20	169	20	169	20	169	20	169	985	197
35	60	202	20	202	20	202	20	202	20	202	1150	230
36	60	214	20	214	20	214	20	214	20	214	1210	242
38	60	238	20	238	20	238	20	238	20	238	1330	266
40	60	264	20	264	20	264	20	264	20	264	1460	292
42	60	291	20	291	20	291	20	291	20	291	1595	319
45	60	334	20	334	20	334	20	334	20	334	1810	362
46	60	349	20	349	20	349	20	349	20	349	1885	377
50	60	412	20	412	20	412	20	412	20	412	2200	440
55	60	499	20	499	20	499	20	499	20	499	2635	527
60	60	594	20	594	20	594	20	594	20	594	3110	622
65	60	697	20	697	20	697	20	697	20	697	3625	725
70	60	808	20	808	20	808	20	808	20	808	4180	836
75	60	928	20	928	20	928	20	928	20	928	4780	956
80	60	1056	20	1056	20	1056	20	1056	20	1056	5420	1085
85	60	1192	20	1192	20	1192	20	1192	20	1192	6100	1220
90	60	1336	20	1336	20	1336	20	1336	20	1336	6820	1364
100	60	1649	20	1649	20	1649	20	1649	20	1649	8385	1677
110	60	1996	20	1996	20	1996	20	1996	20	1996	10210	2024
120	60	2375	20	2375	20	2375	20	2375	20	2375	12015	2403
130	60	2787	20	2787	20	2787	20	2787	20	2787	14075	2815
150	60	3711	20	3711	20	3711	20	3711	20	3711	18695	3739

ตารางที่ 4.12 คำนวณเวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็กเกรด SNCM8 (เฉลี่ยต่อ 5 ชั้น)

DIA (Ø)	ชั้นที่ 1		ชั้นที่ 2		ชั้นที่ 3		ชั้นที่ 4		ชั้นที่ 5		รวม (sec)	เฉลี่ย (sec)
	Set (sec)	Cut (sec)	Set (sec)	Cut (sec)	Set (sec)	Cut (sec)	Set (sec)	Cut (sec)	Set (sec)	Cut (sec)		
16	60	77	20	77	20	77	20	77	20	77	525	105
19	60	108	20	108	20	108	20	108	20	108	680	136
20	60	120	20	120	20	120	20	120	20	120	740	148
22	60	145	20	145	20	145	20	145	20	145	865	173
25	60	188	20	188	20	188	20	188	20	188	1080	216
26	60	203	20	203	20	203	20	203	20	203	1155	231
28	60	235	20	235	20	235	20	235	20	235	1315	263
30	60	270	20	270	20	270	20	270	20	270	1490	298
32	60	307	20	307	20	307	20	307	20	307	1675	335
35	60	368	20	368	20	368	20	368	20	368	1980	396
36	60	389	20	389	20	389	20	389	20	389	2085	417
38	60	433	20	433	20	433	20	433	20	433	2305	461
40	60	480	20	480	20	480	20	480	20	480	2540	508
42	60	529	20	529	20	529	20	529	20	529	2785	557
45	60	608	20	608	20	608	20	608	20	608	3180	636
46	60	635	20	635	20	635	20	635	20	635	3315	663
50	60	750	20	750	20	750	20	750	20	750	3890	778
55	60	908	20	908	20	908	20	908	20	908	4680	936
60	60	1080	20	1080	20	1080	20	1080	20	1080	5540	1108
65	60	1268	20	1268	20	1268	20	1268	20	1268	6480	1296
70	60	1470	20	1470	20	1470	20	1470	20	1470	7490	1498
75	60	1688	20	1688	20	1688	20	1688	20	1688	8580	1716
80	60	1920	20	1920	20	1920	20	1920	20	1920	9740	1948
85	60	2168	20	2168	20	2168	20	2168	20	2168	10980	2196
90	60	2430	20	2430	20	2430	20	2430	20	2430	12290	2458
100	60	3000	20	3000	20	3000	20	3000	20	3000	15140	3028
110	60	3630	20	3630	20	3630	20	3630	20	3630	18290	3658
120	60	4320	20	4320	20	4320	20	4320	20	4320	21740	4348
130	60	5070	20	5070	20	5070	20	5070	20	5070	25490	5098
150	60	6750	20	6750	20	6750	20	6750	20	6750	33890	6778

4.1.6 จัดทำตารางเวลามาตรฐานของกระบวนการ

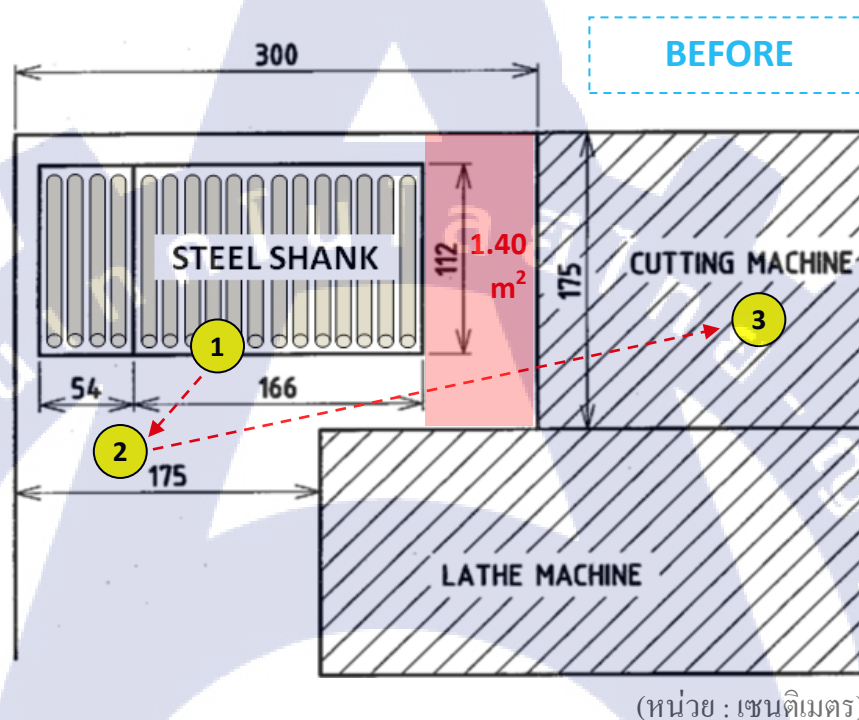
จากข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 4.11 และ 4.12 นำมาจัดทำตารางเวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็ก (Cutting) โดยจัดทำในรูปเวลาต่อการผลิตชิ้นงานเฉลี่ยต่อ 5 ชิ้นงาน จัดทำในรูปหน่วยเวลา “นาที (minute)” แยกตามเกรดและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กแต่ละแบบ เพื่อให้มีความสะดวกต่อการนำไปใช้ในส่วนของการผลิต และส่วนการอ้างอิงเพื่อจัดทำใบเสนอราคาผลิตภัณฑ์ (Quotation) แก่ลูกค้า

ตารางที่ 4.13 เวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็ก (เฉลี่ยต่อ 5 ชิ้น)

เส้นผ่านศูนย์กลาง (Ø)	Grade SCM440 (นาที/ชิ้น)	Grade SNCM8 (นาที/ชิ้น)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (Ø)	Grade SCM440 (นาที/ชิ้น)	Grade SNCM8 (นาที/ชิ้น)
16 x 1000 mm.	1.17	1.75	46 x 1000 mm.	6.28	11.05
19 x 1000 mm.	1.47	2.27	50 x 1000 mm.	7.33	12.97
20 x 1000 mm.	1.57	2.47	55 x 1000 mm.	8.78	15.60
22 x 1000 mm.	1.80	2.88	60 x 1000 mm.	10.37	18.47
25 x 1000 mm.	2.12	3.60	65 x 1000 mm.	12.08	21.60
26 x 1000 mm.	2.32	3.85	70 x 1000 mm.	13.93	24.97
28 x 1000 mm.	2.62	4.38	75 x 1000 mm.	15.93	28.60
30 x 1000 mm.	2.93	4.97	80 x 1000 mm.	18.07	32.47
32 x 1000 mm.	3.28	5.58	85 x 1000 mm.	20.33	36.60
35 x 1000 mm.	3.83	6.60	90 x 1000 mm.	22.73	40.97
36 x 1000 mm.	4.03	6.95	100 x 1000 mm.	27.95	50.47
38 x 1000 mm.	4.43	7.68	110 x 1000 mm.	33.73	60.97
40 x 1000 mm.	4.87	8.47	120 x 1000 mm.	40.05	72.49
42 x 1000 mm.	5.32	9.28	130 x 1000 mm.	46.92	84.97
45 x 1000 mm.	6.03	10.60	150 x 1000 mm.	62.32	112.97

4.1.7 วางแนวทางการปรับปรุงกระบวนการ

จากการวิเคราะห์เวลาของกระบวนการและการสังเกตจากหน้างานจริง พบว่ามีความสูญเสียเปล่าเกิดขึ้นในกระบวนการจากการใช้เวลาเตรียมการ (set up time) นาน ต่อเนื่องจากตารางที่ 4.3 แสดงเวลาเตรียมการเฉลี่ยที่ 60 วินาที สาเหตุเนื่องมาจากการจัดวางผังกระบวนการไม่เหมาะสม ส่งผลให้พนักงานใช้เวลานานในการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบเพื่อป้อนเข้าสู่เครื่องตัด (ดูภาพที่ 4.4)

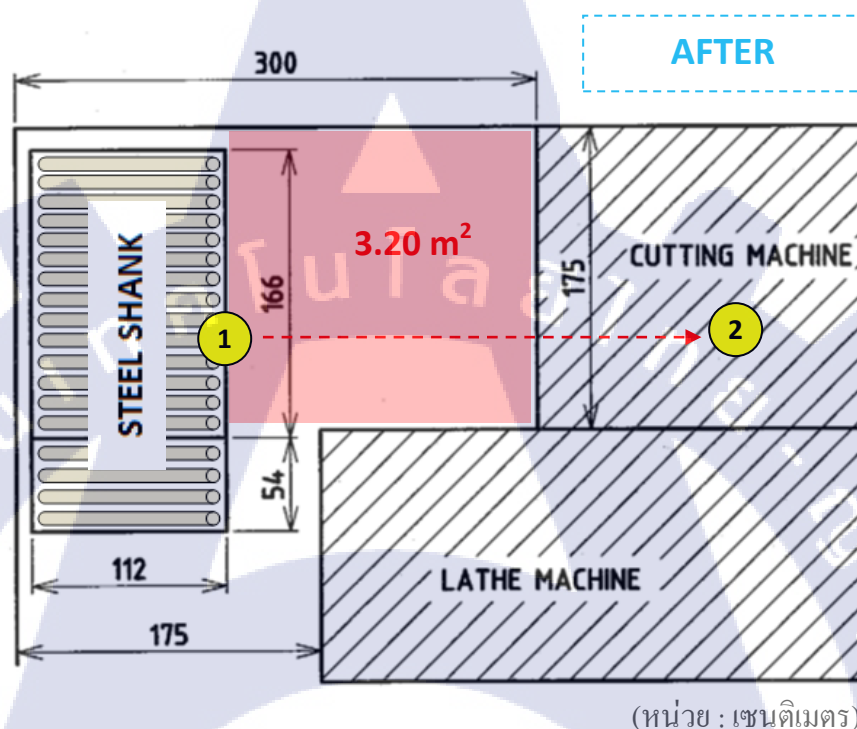


ภาพที่ 4.4 ผังและการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการก่อนการปรับปรุง

จากภาพที่ 4.4 การเคลื่อนที่ของพนักงานในการป้อนวัตถุดิบเข้าสู่เครื่องจักรในปัจจุบันสามารถแบ่งระยะการเคลื่อนไหวนั้นออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 บริเวณหน้าชั้นวางวัตถุดิบเพื่อเลือกขนาดของเหล็กและหยิบออกจากชั้นวาง ระยะที่ 2 เป็นการเคลื่อนที่ต่อเนื่องจากระยะที่ 1 คือการเดินถอยหลังประมาณ 1 เมตร เพื่อที่จะนำเหล็กออกมาจากชั้นวางได้ทั้งหมดความยาว และระยะที่ 3 คือการเดินถือเหล็กไปวางบนเครื่องตัดเหล็ก โดยมีระยะทางการเดิน 2-3 เมตร

ปัญหาที่พบจากการสังเกตที่หน้างานจริง คือ พนักงานต้องเดินถอยหลังและมีการหมุนขณะที่นำเหล็กออกจากชั้นวาง (ระยะที่ 1 และ 2) ทำให้พนักงานปฏิบัติงานไม่คล่องแคล่ว เนื่องจากเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 70 มิลลิเมตรขึ้นไปจะมีน้ำหนักมาก จำเป็นต้องใช้พนักงานในการยก 2 คน และเนื่องจากมีระยะทางที่เดินมากอาจส่งผลให้พนักงานเกิดความเมื่อยล้าจากการที่ต้องถือของที่มีน้ำหนักมากเป็นเวลานาน

แนวทางการปรับปรุงแก้ไข คือ การหันชั้นวางเหล็ก ด้านที่จะนำท่อนเหล็กออกจากเดิม ที่หันเข้าหา Lathe Machine ให้ทำการหันเข้าหาเครื่องตัดเหล็กแทน การปรับปรุงดังกล่าวจะส่งผล ให้ระยะการเคลื่อนที่ของพนักงานลดลงจาก 3 ระยะ เหลือ 2 ระยะ และสามารถเพิ่มพื้นที่การทำงาน ระหว่างชั้นวางเหล็กและเครื่องตัดเหล็กได้ ดังแสดงในภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 แนวทางการปรับปรุงผังและการเคลื่อนย้ายวัสดุเข้าสู่กระบวนการ

ผลประโยชน์จากแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการและผังกระบวนการ เน้นที่ส่วน การเคลื่อนที่และเคลื่อนย้ายวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการของพนักงานผลิต พบว่า

ในด้านพื้นที่การทำงาน ในส่วนของพนักงานผลิตเพิ่มขึ้นจากสภาพปัจจุบัน พื้นที่การทำงาน 1.40 ตารางเมตร เป้าหมายสำหรับการปรับปรุงที่ 3.20 ตารางเมตร เพิ่มขึ้น 1.80 ตารางเมตร ในด้านระยะทางการเคลื่อนที่ของพนักงานผลิตจากสภาพปัจจุบัน ใช้ระยะทาง 3.6 เมตร เป้าหมายสำหรับการปรับปรุงที่ 2 เมตร ลดลง คิดเป็นร้อยละ 44.44

ในด้านระยะเวลาในการเคลื่อนที่ ของพนักงานผลิตจากสภาพปัจจุบัน ใช้ระยะเวลา 40 วินาที เป้าหมายสำหรับการปรับปรุงที่ 30 วินาที ลดลง คิดเป็นร้อยละ 25

จากเป้าหมายการปรับปรุงย่อมส่งผลต่อระยะเวลาการเตรียมการ (Set Up Time) โดยรวมของกระบวนการตัดเหล็ก (Cutting) จากสภาพปัจจุบัน ใช้ระยะเวลา 60 วินาที เป้าหมาย สำหรับการปรับปรุงที่ 50 วินาที ลดลง คิดเป็นร้อยละ 16.67

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผลที่ได้รับคือ ตารางเวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็ก (เฉลี่ยต่อ 5 ชิ้นงาน) ซึ่งแบ่งตามเกรดและขนาดของเหล็กโดยผ่านการทดสอบเวลาด้วยวิธีการสุ่มเพื่อทำการตัด (Test Cut) เพื่อเปรียบเทียบวิธีการคำนวณจากกราฟและสมการเส้นตรง และเอกซ์โปเนนเชียล และวิธีการคำนวณจากสมการความเร็วตัด และผลลัพธ์ของความคลาดเคลื่อนของแต่ละวิธีการ เพื่อหาวิธีการคำนวณเวลากะบวนการตัดที่สอดคล้องและเหมาะสมกับสภาพการณ์จริงของกระบวนการ ดังปรากฏในตารางที่ 4.13 และเพื่อความสะดวกในการนำไปใช้งานหลัก นั่นคือใช้ประกอบการจัดทำใบเสนอราคาในขั้นตอนการคำนวณราคาค่าต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่มีค่าเหล็กเป็นส่วนประกอบ หรือนำใช้ในงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

นอกจากจะได้ตารางเวลามาตรฐานของกระบวนการตัด (Cutting) แล้ว จากวิเคราะห์ข้อมูล ยังให้ผลลัพธ์คือ แนวทางการปรับปรุงกระบวนการและ ผังกระบวนการ ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกระบวนการได้ คือ เพิ่มพื้นที่การทำงานให้กับกระบวนการ ลดระยะทางและระยะเวลาการเคลื่อนที่ภายในกระบวนการ และสำคัญคือการลดระยะเวลาเตรียมการ (Set Up Time) โดยรวมของกระบวนการตัดเหล็ก (Cutting) จากสภาพปัจจุบัน ลดลง คิดเป็นร้อยละ 16.67

4.3 วิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบผลที่ได้รับกับวัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายการปฏิบัติงาน

วัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายของการปฏิบัติงาน มี 2 ประการ คือ จัดทำเวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็ก เพื่อเป็นมาตรฐานและนำมาใช้อ้างอิงในการจัดทำใบเสนอราคา และเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการตัดเหล็กเพื่อลดระยะเวลาในการทำงาน

จากการศึกษาและปฏิบัติงาน ผลที่ได้รับมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายของการปฏิบัติงาน ทั้งยังเป็นไปตามผลที่คาดว่าจะได้รับการปฏิบัติงาน คือ สามารถสร้างมาตรฐานการคำนวณราคาค่าต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของกระบวนการตัดเหล็ก และสามารถลดระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบเพื่อป้อนเข้าสู่กระบวนการได้ ซึ่งการลดลงของระยะเวลาในการย้ายวัตถุดิบส่งผลให้ระยะเวลาการผลิตรวมของกระบวนการลดลง จึงทำให้ต้นทุนการผลิตของกระบวนการลดลง ช่วยให้องค์กรลดสามารถช่องว่างในเรื่องราคาเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน และนอกจากผลลัพธ์ที่เป็นไปตามความคาดหวังแล้ว ยังสามารถเพิ่มพื้นที่การทำงานของกระบวนการอีกด้วย

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ

ในการศึกษาเรื่องการจัดทำเวลามาตรฐานสำหรับกระบวนการตัดเหล็กของสายการผลิตกลุ่มดี (Special cutting tool : Group D (Semi Product)) และหาแนวทางเพื่อการปรับปรุงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพ เนื่องจากว่าในปัจจุบันสายการผลิตนี้ใช้ระยะเวลานาน (Lead Time) โดยรวมเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตและคำนวณราคาในใบเสนอราคาผลิตภัณฑ์ (Quotation) ซึ่งไม่สอดคล้องและเป็นมาตรฐาน จึงได้ดำเนินการศึกษาเวลาการทำงานของสายการผลิตกลุ่มดี (Special cutting tool : Group D (Semi Product)) แต่เฉพาะส่วนกระบวนการตัดเหล็ก เนื่องจากข้อจำกัดระยะเวลาการปฏิบัติงาน จึงกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษา 2 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษาและจัดทำเวลามาตรฐานสำหรับกระบวนการตัดเหล็กสำหรับสายการผลิตกลุ่มดี (Special cutting tool : Group D (Semi Product)) เพื่อกำหนดมาตรฐานเวลาและใช้อ้างอิงในการจัดทำราคาผลิตภัณฑ์ในใบเสนอราคาผลิตภัณฑ์ 2) เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการตัดเหล็กให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยผู้ศึกษาได้ค้นคว้าหลักการและทฤษฎีประกอบในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย การศึกษาการทำงาน (work study) การศึกษาเวลา (time study) หลักการทางงานโลหะ หลักการคำนวณทางคณิตศาสตร์ (พื้นที่วงกลม กราฟเส้นตรง กราฟเอกซ์โปเนนเชียล สูตรการคำนวณความเร็วตัด เป็นต้น) การปรับปรุงกระบวนการและผังกระบวนการ และเอกสารหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลังจากกำหนดวัตถุประสงค์และศึกษาหลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ผู้ศึกษาได้จัดทำแผนการปฏิบัติงานและขั้นตอนเพื่อการศึกษา ประกอบด้วย 1) ศึกษาสายการผลิตกลุ่มดี (Special cutting tool : Group D (Semi Product)) 2) เก็บรวบรวมข้อมูลเวลาของกระบวนการตัดเหล็ก 3) วิเคราะห์เวลาของกระบวนการตัดเหล็ก 4) คำนวณเวลามาตรฐานกระบวนการตัดเหล็ก 5) ทดสอบเวลากระบวนการตัดเหล็ก (Test cut) 6) จัดทำตารางเวลามาตรฐานสำหรับกระบวนการตัดเหล็ก 7) หาแนวทางเพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการตัดเหล็ก

ในการดำเนินการศึกษาผู้ศึกษาได้รวบรวมข้อมูลเวลากระบวนการตัดเหล็กจากเครื่องมือ ตารางการจับเวลา (Time Measurement Sheet) และนำเวลามาทำการวิเคราะห์โดยพิจารณาปัจจัยและผลของปัจจัยต่อเวลาการตัดเหล็กแต่ละเกรดและขนาด (SCM440 และ SNCM8)

พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์เวลาในกระบวนการโดยได้ผลเป็น 2 กราฟ คือ กราฟเอ็กซ์โปเนนเชียล สำหรับ SCM440 กราฟเส้นตรง สำหรับ SNCM8 จึงทำการคำนวณเวลาจากสูตรที่ได้ผลจากกราฟของแต่ละเกรด และคำนวณเวลาจากสมการความเร็วตัด เพื่อเปรียบเทียบและหาความสอดคล้องกับเวลาจริงที่ได้จากการสั้ดตัวอย่างงานตัด เพื่อเป็นการทดสอบว่า ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการใดที่มีความเหมาะสมในการใช้คำนวณเวลาเพื่อจัดทำมาตรฐาน ซึ่งพบว่า วิธีการคำนวณเวลาจากกราฟเอ็กซ์โปเนนเชียล และกราฟเส้นตรง นั้น มีความคลาดเคลื่อนสูงกว่าเวลาจากสมการความเร็วตัด จากผลการทดสอบจึงเลือกวิธีการคำนวณเวลาตัดจากสมการความเร็วตัดในการจัดทำเวลามาตรฐาน โดยนำผลเวลาตัดของเหล็กแต่ละเกรดและขนาดที่ได้ รวมกับเวลาในการเตรียมการตัด (set up time) และดำเนินการจัดทำตารางเวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็กแต่ละเกรดและขนาดเพื่อนำไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ ได้ผลลัพธ์จากการศึกษา ดังนี้

ตารางที่ 5.1 เวลามาตรฐานสำหรับกระบวนการตัดเหล็ก สายการผลิตกลุ่มดี (Special cutting tool : Group D (Semi Product))

เส้นผ่านศูนย์กลาง (Ø)	Grade SCM440 (นาที/ชิ้น)	Grade SNCM8 (นาที/ชิ้น)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (Ø)	Grade SCM440 (นาที/ชิ้น)	Grade SNCM8 (นาที/ชิ้น)
16 x 1000 mm.	1.17	1.75	46 x 1000 mm.	6.28	11.05
19 x 1000 mm.	1.47	2.27	50 x 1000 mm.	7.33	12.97
20 x 1000 mm.	1.57	2.47	55 x 1000 mm.	8.78	15.60
22 x 1000 mm.	1.80	2.88	60 x 1000 mm.	10.37	18.47
25 x 1000 mm.	2.12	3.60	65 x 1000 mm.	12.08	21.60
26 x 1000 mm.	2.32	3.85	70 x 1000 mm.	13.93	24.97
28 x 1000 mm.	2.62	4.38	75 x 1000 mm.	15.93	28.60
30 x 1000 mm.	2.93	4.97	80 x 1000 mm.	18.07	32.47
32 x 1000 mm.	3.28	5.58	85 x 1000 mm.	20.33	36.60
35 x 1000 mm.	3.83	6.60	90 x 1000 mm.	22.73	40.97
36 x 1000 mm.	4.03	6.95	100 x 1000 mm.	27.95	50.47
38 x 1000 mm.	4.43	7.68	110 x 1000 mm.	33.73	60.97
40 x 1000 mm.	4.87	8.47	120 x 1000 mm.	40.05	72.49
42 x 1000 mm.	5.32	9.28	130 x 1000 mm.	46.92	84.97
45 x 1000 mm.	6.03	10.60	150 x 1000 mm.	62.32	112.97

หลังจากที่ได้ตารางเวลามาตรฐานของกระบวนการตัดเหล็ก ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาและหาแนวทางเพื่อการปรับปรุงกระบวนการตัดเหล็กให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ซึ่งพบว่า เกิดความสูญเปล่าที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ การเคลื่อนย้าย และเตรียมงาน (Set up) ในกระบวนการตัดเหล็ก โดยสาเหตุของความสูญเปล่าเกิดจากการจัดวางผังในกระบวนการ ในส่วนของชั้นวางวัตถุดิบ ที่มีผลทำให้การเคลื่อนย้ายวัตถุดิบเพื่อป้อนเข้าในเครื่องตัดไม่ราบรื่น เกิดความสูญเปล่า จึงทำการปรับปรุงโดยหันชั้นวางวัตถุดิบให้มีทิศทางที่สามารถเคลื่อนย้ายเข้าเครื่องตัดได้โดยตรง โดยผลการปรับปรุงในครั้งนี้ สามารถเพิ่มพื้นที่ในการทำงาน ลดระยะทางและระยะเวลาในการเคลื่อนที่ ส่งผลโดยรวมต่อเวลาในการเตรียมการ (Set up Time) ดังแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ผลการปรับปรุงกระบวนการและผังกระบวนการตัดเหล็ก สายการผลิตกลุ่มดี (Special cutting tool : Group D (Semi Product))

รายละเอียด	ก่อนการปรับปรุง (Before)	หลังการปรับปรุง (After)	ผลลัพธ์ เปรียบเทียบ
พื้นที่การทำงาน (ส่วนของพนักงาน)	1.40 ตร.ม.	3.20 ตร.ม.	เพิ่มขึ้น 1.8 ตร.ม.
ระยะทางการเคลื่อนที่ (หน่วย : เมตร)	3.6	2	ลดลง ร้อยละ 44.44
ระยะเวลาในการเคลื่อนที่ (หน่วย : วินาที)	40	30	ลดลง ร้อยละ 25
เวลาเตรียมการ (Set up Time) (หน่วย : วินาที)	60	50	ลดลง ร้อยละ 16.67

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ผลลัพธ์ดังที่สรุปผลการศึกษามาแล้วข้างต้น พบว่า สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ที่ได้จัดตั้งไว้ ทั้ง 2 ประการ คือ 1) สามารถจัดทำตารางเวลามาตรฐานสำหรับกระบวนการตัดเหล็ก และเพื่อใช้อ้างอิงเวลาและราคาในการจัดทำใบเสนอราคาผลิตภัณฑ์ (Quotation) ได้ 2) สามารถจัดทำข้อเสนอแนวทางการปรับปรุงในกระบวนการตัดเหล็ก ส่วนการปรับปรุงผังกระบวนการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นในด้าน พื้นที่การทำงาน ลดระยะทางและระยะเวลาในการเคลื่อนที่ และลดระยะเวลาในการเตรียมงาน (Set up Time) ลงได้ ร้อยละ 16.67

5.2 ข้อเสนอแนะจากการดำเนินงาน

- ควรมีการจัดทำเวลามาตรฐานให้มีครบทุกกระบวนการของ สายการผลิตกลุ่มดี (Special cutting tool : Group D (Semi Product)) เพื่อเป็นมาตรฐานและใช้อ้างอิงในการจัดทำใบเสนอราคา และเพื่อลดช่องว่างทางด้านราคาและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันขององค์กรในผลิตภัณฑ์ประเภทที่มีเหล็กเป็นส่วนประกอบ

- ในการทำงานในโรงงาน จะต้องมีการตรวจสอบอยู่ตลอดเวลาว่ามีความสามารถในการทำงาน ส่วนใดบ้างที่เวลาเบี่ยงเบนไปจากเวลามาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ ถ้าหากมีกรณีเช่นนี้เกิดขึ้นบ่อยครั้ง ควรตรวจสอบหาสาเหตุและพิจารณาว่าต้องการที่จะปรับข้อมูลเวลามาตรฐานที่มีอยู่หรือไม่

- การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานยังสามารถดำเนินการศึกษาเพิ่มเติมได้ด้วยการศึกษากระบวนการทำงานอย่างละเอียดเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพแต่ละขั้นตอนของการทำงาน ด้วยการศึกษาวิธีการทำงาน สถานที่ทำงาน การใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพกว่ามาช่วยในการทำงาน เป็นต้น

TNI

สภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

TECHNICAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY

บรรณานุกรม

TNI

บรรณานุกรม

- [1] วิจิตร ตันตสุทธี; และคณะ. (2550). การศึกษาการทำงาน. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [2] คมสัน จิระภัทรศิลป์. (ม.ป.ป.). การศึกษา TIME STUDY. สืบค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2557, จาก http://www.ptonline.org/img-lib/staff/file/komson_000822.pdf
- [3] Ogawa, Masaki. (2553). Layout Kaizen การปรับปรุงเลย์เอาต์โรงงาน ฉบับเข้าใจง่าย . แปลโดย มังกร โรจน์ประภากร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- [4] นุสรา เกรียงกรกฎ; และคณะ. (2549, มกราคม-เมษายน). การคำนวณหาเวลามาตรฐาน การทำงานของพนักงานในโรงงานตัดเย็บเสื้อผ้า กรณีศึกษา : แผนกเย็บกางเกง รุ่น A1314. วารสารวิชาการ มอบ. 8 (1) : 79-88.
- [5] สุรจอม ลีมสุวรรณ และ สุขอังคณา ลี. (2553, พฤษภาคม-สิงหาคม). การเพิ่ม ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเตาชุบเปอร์อั้งโล่. วารสารวิชาการ มอบ. 12 (2) : 17-28.
- [6] ภาวิณี อาจปฐ และ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน. (2551, พฤศจิกายน). การลดเวลาสูญเสียใน กระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์เบรกเกอร์ . วารสารรามคำแหง ฉบับวิศวกรรมศาสตร์. 2 (2) : 1-10.
- [7] บรรเลง ศรีนิล. (2551). ตารางคู่มืองานโลหะ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำรา เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [8] Haym Kruglak and John T. Moore. (ม.ป.ป.). ทฤษฎีและตัวอย่างโจทย์ คณิตศาสตร์ เบื้องต้น. แปลโดย อุบลวรรณ เงินจิตร. กรุงเทพฯ : McGraw-Hill.
- [9] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2551). แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียลและลอการิทึม หลักสูตรลดระยะเวลาเรียนสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย . กรุงเทพฯ : สำนักมาตรฐานการศึกษา และพัฒนาการเรียนรู้.
- [10] Thai Special Steel Co., Ltd. (ม.ป.ป.). ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเหล็ก . สืบค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2557, จาก http://www.sinthai.co.th/page_a.php?cid=12&cname=Know

- [11] Sumitomo Electric Hardmetal Manufacturing (Thailand) Ltd. (2553). แคลตาล็อก
เครื่องมือตัด IGETALLOY. (ม.ป.พ.).
- [12] บริษัท ไทย-เยอรมันสเปเชียลสตีลเซ็นเตอร์ จำกัด. (ม.ป.ป.). **Machinery Steel 4140**.
สืบค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2557, จาก [http://www.thyssenkruppmaterials.co.th/
dmdocuments/4140.pdf](http://www.thyssenkruppmaterials.co.th/dmdocuments/4140.pdf)
- [13] บริษัท ไทย-เยอรมันสเปเชียลสตีลเซ็นเตอร์ จำกัด. (ม.ป.ป.). **Machinery Steel 6582**.
สืบค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2557, จาก [http://www.thyssenkruppmaterials.co.th/
dmdocuments/6582.pdf?PHPSESSID=ae1c0b5cd2f14ac210ea22e4efad97f6](http://www.thyssenkruppmaterials.co.th/dmdocuments/6582.pdf?PHPSESSID=ae1c0b5cd2f14ac210ea22e4efad97f6)



ภาคผนวก

TNI

ภาคผนวก ก.
รายงานประจำสัปดาห์

TNI



















ภาคผนวก ข.
หลักการทางคณิตศาสตร์

TNI

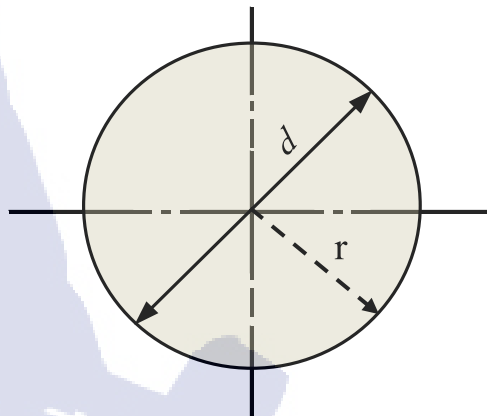
หลักการทางคณิตศาสตร์

1. พื้นที่วงกลม (Area of Circle)

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

หรือ

$$A = \pi r^2$$



2. สมการเชิงเส้น (Linear)

ฟังก์ชันเชิงเส้น

2.1 ฟังก์ชัน

ถ้า x และ y แทนจำนวนจริง แล้ว y เป็นฟังก์ชันของ x ถ้า y มีค่าเดียวสำหรับค่าของ x

2.2 ตัวแปร

ถ้า y เป็นฟังก์ชันของ x สัญลักษณ์ x เรียกว่า *ตัวแปรอิสระ (independent variable)* และ y เป็น *ตัวแปรตาม (dependent variable)* อย่างไรก็ตาม สัญลักษณ์เหล่านั้นอาจไม่แปรผันเช่นนี้ก็ได้ แต่ถ้าเราเลือกจำนวนใดจำนวนหนึ่ง เราก็สามารถหาอีกจำนวนได้

2.3 ฟังก์ชันเชิงเส้น

สมการของรูปแบบ $y = mx + b$ สำหรับจำนวน m และ b นิยามว่าเป็น *ฟังก์ชันเชิงเส้น (linear function)* คำว่า “เชิงเส้น” ใช้สำหรับกราฟของฟังก์ชันเชิงเส้นที่มีเส้นตรง

หมายเหตุ นิยามที่ให้นี้พบได้ในหนังสือคณิตศาสตร์เบื้องต้น หนังสือคณิตศาสตร์ชั้นสูงยอมรับฟังก์ชัน “เชิงเส้น” แม้ $b = 0$ กล่าวอีกอย่างหนึ่งได้ว่า ฟังก์ชันเชิงเส้นต้องรวมถึงจุดกำเนิด

2.4 การแทนค่าฟังก์ชัน

ฟังก์ชันเชิงเส้นและฟังก์ชันอื่นๆ สามารถแทนด้วย (1) ตารางของจำนวนคู่ (2) กราฟ (3) สมการ (4) ข้อความตัวอักษร

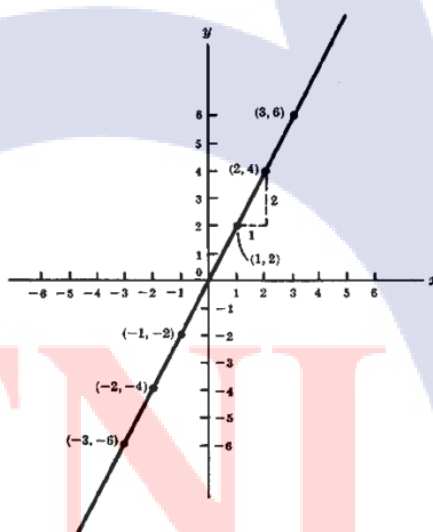
ตัวอย่าง อัตราส่วนของค่า y สมัยกับค่า x เป็น 2 สามารถแทนฟังก์ชันนี้ได้ 4 แบบต่างๆ กัน

(1) ตารางคู่ เลือกค่า x สองเท่าของค่า x สมัยกับค่า y ทุกๆ จำนวนคู่มีอัตราส่วน

$$y/x = 2$$

x	-3	-2	-1	1	2	3
y	-6	-4	-2	2	4	6

(2) กราฟ พิกัดจุด (1, 2) เป็นระยะทางหนึ่งหน่วยในทิศทางบวกจากแกน y และสองหน่วยในทิศทางบวกจากแกน x ทุกๆ จุดบนเส้นตรงสอดคล้องกับฟังก์ชันเชิงเส้นในภาพ 2.1



ภาพที่ 2.1 กราฟของ $y = 2x$

(3) สมการ ความสัมพันธ์ระหว่างค่า x และ y เป็น $y/x = 2$ คูณทั้งสองข้างของสมการด้วย x เราได้ $y = 2x$ ซึ่งอยู่ในรูปแบบ $y = mx$ ซึ่งสมการนี้แทนฟังก์ชัน

(4) ข้อความตัวอักษร สามข้อข้างต้นนี้สามารถแทนด้วยตัวอักษร y เป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของ x ตลอดจุดกำเนิด

2.5 ความชัน

เมื่อค่าใดๆ ของ x ในกราฟของภาพที่ 2.1 เพิ่มขึ้น 1 ค่าของ y เพิ่มขึ้น 2 ค่าของ x เพิ่มขึ้น 2 ค่าของ y เพิ่มขึ้น 4 เป็นเช่นนี้เรื่อยๆ ไป ในกรณีนี้ อัตราการเพิ่มขึ้นของค่า y ต่อการเพิ่มขึ้นค่า x เป็น 2 เส้นตรงนี้มี ความชัน (slope) เป็น $+2$

นิยาม อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่า y สมนัยกับการเปลี่ยนแปลงของค่า x

สำหรับสองจุดใดๆ ของเส้นตรง เรียกว่าความชันของเส้นตรง

ถ้าให้การเปลี่ยนแปลงของค่า y แทนด้วย Δy และการเปลี่ยนแปลงของค่า x แทนด้วย Δx แล้วความชัน $= \Delta y / \Delta x$ ความชันของทุกๆ เส้นตรงมีค่าคงที่

สมการ $y = mx$, $\Delta y / \Delta x = m(x + \Delta x) / (x + \Delta x) = m$ เป็นความชันของกราฟ

สมการเชิงเส้น

2.6 สมการเชิงเส้น

สมการในรูปแบบ $Ax + By + C = 0$ เรียกว่าเชิงเส้น (linear) ถ้า A , B และ C เป็นค่าคงที่ สมการนี้เป็น สมการระดับชั้นที่หนึ่ง (first-degree) ของ x และ y และนิยาม y เป็นฟังก์ชันของ x ถ้า $B \neq 0$

2.7 ตัวแทน

สมการเชิงเส้นสามารถมีตัวแทนเป็น (1) ตารางของจำนวนคู่ (2) กราฟ (3) สมการ (4) ข้อความตัวอักษร

ตัวอย่าง ฟังก์ชัน $5y - 10x - 5 = 0$ สามารถแทนด้วย 4 วิธี

(1) ตารางคู่ กำหนดค่า x สามารถที่จะหาค่า y ใสในตารางเป็นคู่ๆ

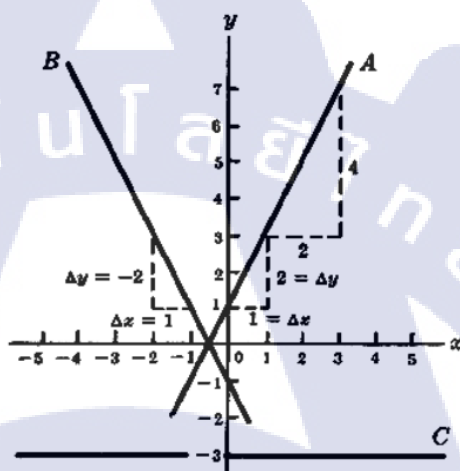
x	0	1	2	3
y	1	3	5	7

(2) กราฟ

กราฟของฟังก์ชันเป็นเส้นตรง A ดังในภาพที่ 2.2 เมื่อค่าของ x ในกราฟ A เพิ่มขึ้น 1 ค่าของ y เพิ่มขึ้น 2 เส้นตรงมีความชัน $+2$ และอยู่บนแกน y เหนือจุดกำเนิด 1 หน่วย เส้นตรงตัดแกน y มีค่า 1

(3) สมการ

สมการของเส้นตรง แสดงด้วย $y = mx + b$ สำหรับจำนวน m และ b เรียกว่า รูปแบบความชันส่วนตัด (slope-intercept form) ซึ่งสมการนิยาม y เป็นฟังก์ชันโดยชัดแจ้ง (explicit function) ของ x สมการนี้ m เป็นความชัน และ b เป็นส่วนตัดแกน y ของกราฟ จากกราฟจะเห็นว่า $m = +2$, $b = +1$ และสมการกำหนดตัวแทนฟังก์ชันเป็น $y = 2x + 1$ รูปแบบนี้ใช้ในการแก้สมการเพื่อหาค่า y



ภาพที่ 2.2 กราฟของ $y = 2x + 1$ (A)

$y = 2x - 1$ (B), $y = -3$ (C)

(4) ข้อความตัวอักษร

ตัวแทนทั้งสามนี้สมมูลกับข้อความ “ความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y เป็นเชิงเส้น”

ข้อควรระวัง

ตัวแปรสองตัวในความเร็วสัมพันธ์เชิงเส้นไม่จำเป็นต้องเป็นส่วนตรงกันกับตัวแปรอื่นๆ สองเท่าของค่า x ในสมการเชิงเส้นจะไม่เป็นสองเท่าของค่า y เสมอไป สัดส่วนตรงประยุกต์เพียงฟังก์ชันเชิงเส้นที่ตัดแกน y มีค่าเท่ากับศูนย์ นั่นคือ รูปแบบ $y = mx + b$ มี $b = 0$ [8]

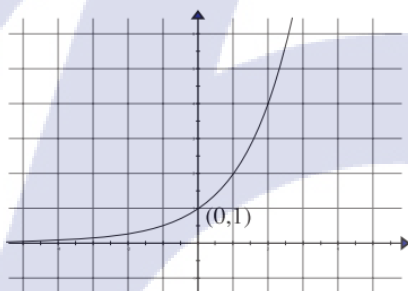
3. ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียล (Exponential)

ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียลเป็นฟังก์ชันที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเลขชี้กำลังกับค่าของเลขยกกำลัง ซึ่งสามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ในรูป $f = \{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R}^+ \mid y = a^x, a > 0, a \neq 1\}$

ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียลเป็นฟังก์ชันที่นำไปประยุกต์ใช้ในวงการธนาคาร เกี่ยวกับการคำนวณดอกเบี้ยเงินฝาก ยอดเงินฝาก การศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มหรือลดของประชากรต่างๆ การแผ่รังสีของสารกัมมันตภาพ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของสารบางชนิด เป็นต้น

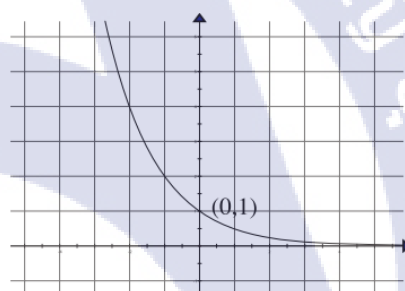
บทนิยาม ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียล คือ $f = \{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R}^+ \mid y = a^x, a > 0, a \neq 1\}$

- ข้อสังเกต**
1. กราฟของฟังก์ชัน $y = a^x, a > 0, a \neq 1$ จะผ่านจุด $(0, 1)$ เสมอ
 2. ถ้า $0 < a < 1$ แล้ว $y = a^x$ เป็นฟังก์ชันลด ถ้า $a > 1$ แล้ว $y = a^x$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม
 3. ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียลเป็นฟังก์ชัน 1-1 จาก $\mathbb{R}$ ไปทั่วถึง $\mathbb{R}^+$



กราฟของฟังก์ชัน

$$y = a^x, a > 1$$



กราฟของฟังก์ชัน

$$y = a^x, 0 < a < 1$$

- ข้อสังเกต**
1. กราฟของฟังก์ชัน $y = a^x, a > 0, a \neq 1$ จะผ่านจุด $(0, 1)$ เสมอ เพราะ $a^0 = 1$
 2. ถ้า $a > 1$ แล้ว $y = a^x$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม และถ้า $a < 1$ แล้ว $y = a^x$ เป็นฟังก์ชันลด

สมบัติบางประการที่ควรทราบ

1. ถ้า $a^m = a^n$ เมื่อ $a > 0$ และ $a \neq 1$ แล้ว $m = n$
2. ถ้า $a^n = b^n$ เมื่อ $a \neq b$ แล้ว $n = 0$

ภาคผนวก ค.
หลักการทางโลหะ

TNI

หลักการทางโลหะ

1. คุณสมบัติของธาตุต่างๆ เมื่อผสมลงไปเหล็ก [10]

1.1 คาร์บอน (Carbon) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ C

เป็นธาตุที่สำคัญที่สุด จะต้องผสมอยู่ในเนื้อเหล็ก มีคุณสมบัติทำให้เหล็กแข็งเพิ่มขึ้น หลังจากนำไปอบชุบ (Heat Treatment) โดยรวมตัวกับเนื้อเหล็ก เป็นสารที่เรียกว่า มาร์เทนไซต์ (Martensite) และซีเมนไตต์ (Cementite) นอกจากนั้น คาร์บอนยังสามารถรวมตัวกับเหล็ก และธาตุอื่น ๆ กลายเป็นคาร์ไบด์ (Carbide) ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มความต้านทานต่อการสึกหรอของเหล็ก อย่างไรก็ตาม คาร์บอนจะลดความยืดหยุ่น (Elasticity) ความสามารถในการตีขึ้นรูป (Forging) และความสามารถในการเชื่อม (Welding) และไม่มีผลต่อความต้านทานการกัดกร่อน

1.2 อลูมิเนียม (Aluminium) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Al

เป็นธาตุที่นิยมใช้เป็นตัวไล่แก๊สออกซิเจน และไนโตรเจน (Deoxidizer และ Denitrizer) มากที่สุด ซึ่งผสมอยู่เล็กน้อยในเหล็ก จะมีผลทำให้เนื้อละเอียดขึ้น เมื่อใช้ผสมลงในเหล็กที่จะนำไปผ่านกระบวนการอบชุบแข็ง โดยวิธีไนไตรดิง (Nitriding) ทั้งนี้เนื่องจากอลูมิเนียมสามารถรวมตัวกับไนโตรเจน เป็นสารที่แข็งแรงมาก ใช้ผสมลงในเหล็กทนความร้อนบางชนิด เพื่อให้ต้านทานต่อการตกสะเก็ด (Scale) ได้ดีขึ้น

1.3 โบรอน (Boron) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ B

ช่วยเพิ่มความสามารถชุบแข็งแก่เหล็ก ที่ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักรทั่วไป จึงทำให้ใจกลางของงานที่ทำด้วยเหล็กชุบผิวแข็ง มีความแข็งสูงขึ้น โบรอนสามารถดูดกลืนนิวตรอนได้สูง จึงนิยมเติมในเหล็กที่ใช้ทำจากกันอุปกรณ์นิวเคลียร์

1.4 เบริลเลียม (Beryllium) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Be

สปริงนาฬิกาซึ่งต้องต่อต้านอำนาจแม่เหล็ก และรับแรงแปรรูปตลอดเวลา นั้น ทำจากทองแดงผสมเบริลเลียม (Beryllium-Coppers Alloys) โลหะผสมนิกเกิล-เบริลเลียม (Ni-Be Alloys) แข็งมาก ทนการกัดกร่อนได้ดี ใช้ทำเครื่องมือผ่าตัด

1.5 แคลเซียม (Calcium) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Ca

แคลเซียมจะใช้ในลักษณะแคลเซียมซิลิไซด์ (CaSi) เพื่อลดออกซิเดชัน (Deoxidation) นอกจากนั้น แคลเซียม ยังช่วยเพิ่มความต้านทานการเกิดสเกลของวัสดุที่ใช้เป็นตัวนำความร้อน

1.6 ซีเรียม (Cerium) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Ce

เป็นตัวลดออกซิเจนและกำมะถันได้ดี ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติด้าน Hot Working ของเหล็กกล้า และปรับปรุงความต้านทานการเกิดสเกลของเหล็กทนความร้อน

1.7 โคบอลต์ (Cobalt) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Co

ไม่ทำให้เกิดคาร์ไบด์ แต่สามารถป้องกันไม่ให้เหล็กเกิดเนื้อหยาบที่อุณหภูมิสูง ดังนั้น จึงช่วยปรับปรุงให้เหล็กมีความแข็งแรงที่อุณหภูมิสูง ด้วยเหตุนี้ จึงใช้ผสมในเหล็ก ขึ้นรูปงานร้อน เหล็กทนความร้อน และเหล็กไฮสปีด ธาตุโคบอลต์เมื่อได้รับรังสีนิวตรอน จะเกิดเป็น โคบอลต์ 60 ซึ่งเป็นสารกัมมันตภาพรังสีอย่างรุนแรง ดังนั้น จึงไม่ควรเติม โคบอลต์ลงในเหล็กที่ใช้ทำเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู

1.8 โครเมียม (Chromium) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Cr

ทำให้เหล็กอบชุบได้ง่ายขึ้น เพราะลดอัตราการเย็นตัววิกฤตลงอย่างมาก สามารถชุบ ในน้ำมันหรืออากาศได้ (Oil or Air Quenching) เพิ่มความแข็งให้เหล็ก แต่ลดความทนทาน ต่อแรงกระแทก (Impact) ลง โครเมียมที่ผสมในเหล็กจะรวมตัวกับคาร์บอน เป็น สารประกอบพวกคาร์ไบด์ ซึ่งแข็งแรง ดังนั้น จึงทำให้เหล็กทนทานต่อแรงเสียดสี และ บริเวณที่เป็นรอยคมหรือความคมไม่ลบง่าย ทำให้เหล็กเป็นสนิมได้ยาก เพิ่มความแข็งแรง ของเหล็กที่ใช้งานที่อุณหภูมิสูง เพิ่มความทนทานต่อการกัดกร่อนของสารต่าง ๆ ได้ดีขึ้น

1.9 ทองแดง (Copper) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Cu

เพิ่มความแข็งแรง ถ้ามีทองแดงผสมอยู่ในเหล็กแม้เพียงเล็กน้อย เหล็กจะไม่เกิดสนิม เมื่อใช้งานในบรรยากาศ ทองแดงจะไม่มีผลเสียต่อความสามารถในการเชื่อมของเหล็กแต่อย่างใด

1.10 ออกซิเจน (Oxygen) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ O

ออกซิเจนเป็นอันตรายต่อเหล็ก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ชนิด ส่วนผสม รูปร่าง และการ กระจายตัวของสารประกอบที่เกิดจากออกซิเจนนั้น ออกซิเจนทำให้คุณสมบัติเชิงกล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความต้านทานแรงกระแทกลดลง (ตามแนวขวาง) และเปราะยิ่งขึ้น

1.11 นิกเกิล (Nickel) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Ni

เป็นตัวที่เพิ่มความทนทานต่อแรงกระแทกของเหล็ก ดังนั้น จึงใช้ผสมในเหล็กที่จะ นำไปชุบแข็งที่ผิว ใช้ผสมกับโครเมียม ทำให้เหล็กทนทานต่อการกัดกร่อนได้ดี ไม่เป็น สนิมง่าย ทนความร้อน

1.12 แมงกานีส (Manganese) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Mn

ใช้เป็นตัวไล่กำมะถัน (S) ซึ่งเป็นตัวที่ไม่ต้องการในเนื้อเหล็ก จะถูกกำจัดออกในขณะหลอม ทำให้เหล็กอบชุบแข็งง่ายขึ้น เนื่องจากเป็นตัวลดอัตราการเย็นตัววิกฤต (Critical Cooling Rate) ทำให้เหล็กทนทานต่อแรงดึงได้มากขึ้น เพิ่มสัมประสิทธิ์การขยายตัวของเหล็กเมื่อถูกความร้อน แต่จะลดคุณสมบัติในการเป็นตัวนำไฟฟ้า และความร้อน นอกจากนั้น แมงกานีสยังมีอิทธิพลต่อการขึ้นรูปหรือเชื่อม เหล็กกล้าคาร์บอนที่มีปริมาณแมงกานีสเพิ่มขึ้น จะทนต่อการเสียดสีได้ดีขึ้นมาก

1.13 ไนโตรเจน (Nitrogen) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ N

ขณะทำไนไตรดิง (Nitriding) ไนโตรเจนจะรวมตัวกับธาตุบางชนิดในเหล็ก เกิดเป็นสารประกอบไนไตรด์ ซึ่งทำให้ผิวงานมีความแข็งสูงมาก ด้านทานการสึกหรอได้ดีเยี่ยม

1.14 ตะกั่ว (Lead) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Pb

เหล็กฟรีแมชชีนนิ่ง (Free-Machining Steel) มีตะกั่วผสมอยู่ประมาณ 0.20 - 0.50 % โดยตะกั่วจะเป็นอนุภาคละเอียด กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอภายในเนื้อเหล็ก เมื่อนำไปกลึงหรือตัดแต่งด้วยเครื่องมือกลทำให้ขี้กึ่งขาดง่าย จึงทำให้ตัดแต่งได้ง่าย ตะกั่วไม่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติเชิงกลของเหล็ก

1.15 ฟอสฟอรัส (Phosphorus) และกำมะถัน (Sulphur) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ P และ S ตามลำดับ

เป็นตัวทำลายคุณสมบัติของเหล็ก แต่มักผสมอยู่ในเนื้อเหล็กโดยไม่ได้ตั้งใจ ต้องพยายามให้มีน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ มักจะเรียกสารเหล่านี้ว่า สารมลทิน (Impurities) เหล็กเกรดสูงจะต้องมีฟอสฟอรัสไม่เกิน 0.03 - 0.05 % ส่วนกำมะถันจะทำให้เหล็กเกิด Red Shortness จึงแตกเปราะง่าย โดยทั่วไปจึงจำกัดปริมาณกำมะถันในเหล็กไม่เกิน 0.025 หรือ 0.03 % ยกเว้น เหล็กฟรีแมชชีนนิ่ง (Free Machining) ที่เติมกำมะถันถึง 0.30 % เพื่อให้เกิดซัลไฟด์ขนาดเล็กกระจายทั่วเนื้อเหล็ก ทำให้ขี้กึ่งขาดง่าย จึงตัดแต่งด้วยเครื่องมือกลได้ง่าย

1.16 ไทเทเนียม (Titanium) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Ti

ไทเทเนียมเป็นโลหะที่แข็งแรงมาก ทำให้เกิดคาร์ไบด์ได้ดี เป็นธาตุผสมที่สำคัญในเหล็กสเตนเลส เพื่อป้องกันการผุกร่อนตามขอบเกรน นอกจากนั้น ไทเทเนียมยังช่วยทำให้เหล็กมีเกรนละเอียด

1.17 ซิลิคอน (Silicon) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ Si

ซิลิคอนจะปรากฏในเหล็กทุกชนิด เนื่องจากสินแร่เหล็กมักมีซิลิคอนผสมอยู่ด้วยเสมอ ซิลิคอนไม่ใช่โลหะ แต่มีสภาพเหมือนโลหะ ใช้เป็นตัวทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิไดซ์ (Oxidizing) ทำให้เหล็กแข็งแรงและทนทานต่อการเสียดสีได้ดีขึ้น เพิ่มค่าแรงดึงที่จุดคราก (Yield Point) ของเหล็กให้สูงขึ้นมาก ดังนั้น จึงใช้ผสมในการทำเหล็กสปริง (Spring Steels) ช่วยทำให้เหล็กทนทานต่อการตกสะเก็ด (Scale) ที่อุณหภูมิสูงได้ดี จึงใช้ผสมในเหล็กทนความร้อน เหล็กกล้าที่มีซิลิคอนสูงจะมีเกรนหยาบ

1.18 วานาเดียม (Vanadium) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ V

ทำให้เหล็กทนต่อความร้อนได้ดี เพิ่มความแข็งแรงให้กับเหล็ก โดยไม่ทำให้คุณสมบัติในการเชื่อม และการดึงเสียไป ทำให้เหล็กมีเนื้อละเอียด รวมตัวกับคาร์บอนที่เป็นคาร์ไบด์ได้ง่าย จึงทำให้ทนทานต่อการสึกกร่อน มักจะผสมในเหล็กขึ้นรูปร้อน (Hot Working Steels) และเหล็กไฮสปีด

1.19 ทังสเตน (Tungsten) สัญลักษณ์ทางเคมี คือ W

สามารถรวมตัวกับคาร์บอนเป็น คาร์ไบด์ ที่แข็งแรงมาก จึงทำให้เหล็กที่ผสมทังสเตนมีความแข็งแรงมาก หลังจากผ่านการอบชุบ จึงใช้ทำพวกเครื่องมือคม (Cutting Tools) ต่าง ๆ ทำให้เหล็กเหนียวขึ้น และป้องกันไม่ให้เหล็กเกิดเนื้อหยาบ เนื่องจากการที่เกรนขยายตัว เพิ่มความทนทานต่อการเสียดสีของเหล็ก ดังนั้น จึงนิยมเติมทังสเตนในเหล็กไฮสปีด (Hi-Speed) และเหล็กที่ต้องอบชุบแข็งโดยทั่วไป

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบเกรดเหล็ก (Group : Machinery Steel) [10]

Group	Standards			SinThai	Bohle	Assab	Koshu ha	Daido	Hitachi	Dorren berg
	AISI	JIS	DIN	STSS						
Machinery Steel	1045	S45C	CK45	1045	V945	760	S45C	S45C	S45C	-
	-	-	-	ST52- 3N	-	-	-	-	-	-
	-	SCM 430H	-	4130 HT	-	-	-	-	-	-
	4140	SCM 440H	42Cr Mo4	4140 HT	V320	709	CM4	SCM4	SCM 440	M4S
	4340	SNCM 439H	40Ni CrMo6	4340 HT	V155	705	SNCM 439	SNCM 439	SNCM8	MSN
	3115	SNC15	15Cr Ni6	5919	E230	7210	-	-	SNC 415	MN16
	5115	SCM21	16Mn Cr5	-	E410	-	CM21	-	SCM 415	-
	410	SUS 410J1	X12 Cr13	K4006	N100	-	-	-	-	-

ตารางที่ 2 สัญลักษณ์เหล็กเหนียว [11]

Class	Material	Symbol	Symbol's Rationale
Structural Steels	Rolled Steels for welded structures	SM	"M" for "Marine" - Usually used in welded marine structures
	Re-rolled Steels	SRB	"R" for "Re-rolled" and "B" for "Bar"
	Rolled Steels for general structures	SS	"S" for "Steel" and for "Structure"
	Light gauge sections for general structures	SSC	"C" for "Cold"
Steel Sheets	Hot rolled mild steel sheets/plates in coil form	SPH	"P" for "Plate" and "H" for "Hot"
Steel Tubes	Carbon steel tubes for piping	SGP	"GP" for "Gas Pipe"
	Carbon steel tubes for boiler and heat exchange	STB	"T" for "Tube" and "B" for "Boiler"
	Seamless steel tubes for high pressure gas cylinders	STH	"H" for "High Pressure"
	Carbon steel tubes for general structures	STK	"K" for "Kozo" - Japanese word meaning "Structure"
	Carbon steel tubes for machine structural uses	STKM	"M" for "Machine"
	Alloy steel tubes for structures	STKS	"S" for "Special"
	Alloy steel tubes for piping	STPA	"P" for "Piping" and "A" for "Alloy"
	Carbon steel tubes for pressure piping	STPG	"G" for "General"
	Carbon steel tubes for high temperature piping	STPT	"T" for "Temperatures"
	Carbon steel tubes for high pressure piping	STS	"S" after "SP" is abbreviation for "Special"
	Stainless steel tubes for piping	SUS-TP	"T" for "Tube" and "P" for "Piping"
Steel for Machine Structures	Carbon steel for machine structural uses	SxxC	"C" for "Carbon"
	Aluminum Chromium Molybdenum steels	SACM	"A" for "Al" "C" for "Cr" and "M" for "Mo"
	Chromium Molybdenum steels	SCM	"C" for "Cr" and "M" for "Mo"
	Chromium steels	SCr	"Cr" for "Chromium"
	Nickel Chromium steels	SNC	"N" for "Nickel" and "C" for "Chromium"
	Nickel Chromium Molybdenum steels	SNCM	"M" for "Molybdenum"
	Manganese steels for structural use	SMn	"Mn" for "Manganese"
	Manganese Chromium steels	SMnC	"C" for "Chromium"

2. Machinery Steel 4140 (SCM440)

2.1 คุณสมบัติทั่วไป (General Characteristics)

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทั่วไป ของเหล็กเกรด SCM440

	C	Si	Mn
ส่วนผสมทางเคมี	0.38-0.45	0.10-0.40	0.60-0.90
(%wt.)	Cr	Mo	S
	0.9-1.20	0.15-0.30	≤ 0.035
AISI	4140		
JIS	SCM 440		
DIN	1.7225 / 42CrMo4		
สภาพจำหน่าย	อบอ่อน ความแข็งไม่เกิน 229 HB		
สภาพหลังชุบ	ชุบแข็งและอบคืนตัว 55-60 HRC		

4140 เป็นกลุ่มเหล็กกล้าผสมค่าความแข็งแรงสูง ที่มีโครเมียมและ โมลิบดีนัมเป็นส่วนผสมสำคัญ ในการเพิ่มความแข็งแรง ความสามารถในการชุบแข็ง ความต้านทานต่อการสึกหรอและความเหนียวแรงที่อุณหภูมิต่ำได้ดีกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนที่มีปริมาณคาร์บอนผสมใกล้เคียงกัน และยังสามารถทำการชุบผิวแข็งเพื่อเพิ่มความแข็งแรงเฉพาะผิวได้

เกรด 4140 ไม่ควรใช้งานที่อุณหภูมิสูงเกินกว่า 480°C เนื่องจากความแข็งแรงจะลดลงอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังไม่ควรอบคืนตัวในช่วงอุณหภูมิ 230-370°C เนื่องจากเหล็กจะมีความเปราะมากจากการเกิดลูปริทเทิลเนส ดังนั้นจึงควรอบคืนตัวในช่วงอุณหภูมิที่สูงหรือต่ำกว่านี้ การอบคืนตัวที่อุณหภูมิ 190°C เป็นเวลา 2-4 ชั่วโมง จะทำให้เหล็กมีการยืดตัว (ductility) ดีมากเพียงพอต่อการใช้งานทั่วไป [12]

2.2 คุณสมบัติเด่น (Significant Characteristics)

- มีความแข็งแรงสูงมาก
- ต้านทานต่อการล้า (fatigue) ได้ดี
- ต้านทานต่อการสึกหรอได้ดี
- ความสามารถในการชุบขึ้นรูป (forge ability) ดีมาก
- มีความเหนียวแรง (toughness) ดี

- ความสามารถในการตัดกลึงพอใช้
- ความสามารถในการเชื่อมไม่ดี
- ชุบแข็งง่ายสามารถใช้สารชุบเป็นน้ำมันได้
- ชุบแข็งให้มีความแข็งได้สูงสุดถึง 60 HRC
- สามารถชุบอินดักซ์ได้ดี
- สามารถทำไนไตรดิงได้ ให้ผิวแข็งประมาณ 650 HV
- ด้านทานการสูญเสียปริมาณคาร์บอนที่ผิวได้ปานกลาง

2.3 คุณสมบัติทางกล (Mechanical Properties)

O สภาพจำหน่าย อบอ่อน (Annealed)

Ø (mm)	0.2% Y.S. (N/mm ²)	U.T.S. (N/mm ²)	Elong. (%)	Hardness (HB)
Approx.	415	655	26	197

2.4 คุณสมบัติทางกายภาพ (Physical Properties)

คุณสมบัติ	อุณหภูมิทดสอบ			
การนำความร้อน	100°C	200°C	400°C	600°C
Thermal Conductivity (W/m·K)	42.7	42.3	37.7	33.1
สัมประสิทธิ์การขยายตัวทาง ความร้อนระหว่าง 20°C ถึง / Coefficient of thermal expansion between 20°C to (µm/m·K)	100°C		200°C	
	12.3		12.7	
	400°C		600°C	
	13.7		14.5	
ความจุความร้อนจำเพาะที่ 20°C Specific heat at 20°C (J/g·°C)	0.473			
ความต้านทานไฟฟ้าที่ 20°C Electric resistance (µΩ·m)	0.222			
ความหนาแน่น : Density (g/cm ³)	7.85			
สภาพทางแม่เหล็ก : Magnetizability	ซึมซับ			

2.5 การใช้งาน (Applications)

4140 สามารถนำไปใช้งานสำหรับชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ต้องการความแข็งแรงสูง เช่น เพลาข้อเหวี่ยง ข้อต่อก้านพวงมาลัย เพลาล้อ ก้านสูบ ดอกสว่านเจาะบ่อน้ำมัน ชิ้นส่วนปั๊มน้ำ ท่อทนแรงดันสูง เฟืองเครื่องจักรขนาดใหญ่ หน้าจาน ประแจ ปากกาจับชิ้นงาน และยังนิยมใช้ทำชิ้นส่วนรถไฟ เพลาเครื่องจักร แกนกลางเครื่องอัด แกนกลางของแม่แรงไฮดรอลิก สกรู และน็อตสำหรับอุตสาหกรรมน้ำมัน รวมทั้งชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ต้องการความแข็งแรงสูงอื่นๆ

3. Machinery Steel 6582 (SNCM8)

3.1 คุณสมบัติทั่วไป (General Characteristics)

	C	Si	Mn
ส่วนผสมทางเคมี (%wt.)	0.30-0.38	0.10-0.40	0.50-0.80
	Cr	Ni	Mo
	1.30-1.70	1.30-1.70	0.15-0.30
AISI	4340H		
JIS	SNCM 439H		
DIN	1.6582 / 34CrNiMo6		
สภาพจำหน่าย	ชุบแข็งและอบคืนตัว 28-33 HRC		
ชุบอินดักชั่น	ผิวแข็ง 55-58 HRC		

6582 เป็นเหล็กกล้าโลหะผสมต่ำที่มีส่วนผสมของ นิกเกิล โครเมียม และ โมลิบดีนัมเป็นสำคัญ จึงช่วยให้มีความแข็งแรงสูงและมีความสามารถในการชุบแข็งสูงมาก ความแข็งที่ได้หลังจากการชุบก่อนการอบคืนตัวมีค่าประมาณ 54-59 HRC สามารถใช้งานในอุณหภูมิได้ดี เนื่องจากมีคุณสมบัติต้านทานต่อการเปราะที่อุณหภูมิอบคืนตัว (temper embrittlement) ด้วยเช่นกัน

6582 จำหน่ายในสภาพผ่านการชุบแข็งและอบคืนตัว จึงเหมาะสมและสะดวกต่อการชุบแข็งผิว เช่นการชุบอินดักชั่น นอกจากนี้ยังสามารถทำไนไตรดิง หรือไนโตรคาร์บูไรซิงก็ได้ ซึ่งจะช่วยเพิ่มความต้านทานต่อการล้าและการสึกหรอให้สูงขึ้น [13]

ข้อควรระวังในการใช้งานของเกรด 6582 คือ เมื่อทำการอบคืนตัวให้มีความแข็งแรงมากกว่า 1400 MPa เหล็กอาจเกิดการเปราะเนื่องจากการแทรกซึมของแก๊สไฮโดรเจนเข้าไปในเนื้อเหล็ก (Hydrogen embrittlement) ดังนั้นถ้าต้องมีการนำชิ้นงานไปจุ่มกรด (pickling) หรือเคลือบผิว (plating) จะต้องทำการอบไล่แก๊สไฮโดรเจนในภายหลัง นอกจากนี้เมื่อทำการอบคืนตัวเพื่อให้เหล็กมีความแข็งแรงในช่วง 1500-1950 MPa ชิ้นงานอาจมีความเสี่ยงต่อการเกิดการแตกร้าวเนื่องจากความเค้นร่วมกับการกัดกร่อน (Stress-Corrosion Cracking) ได้

3.2 คุณลักษณะเด่น (Significant Characteristics)

- มีความแข็งแรงสูงมาก
- ด้านทานต่อการล้า (fatigue) ได้ดี
- ด้านทานต่อการสึกหรอได้ดี
- ความสามารถในการทุบขึ้นรูป (forge ability) ดี
- มีความเหนียวแกร่ง (toughness) ดีมาก
- มีค่าการยืดตัว (ductility) สูง สามารถดัดงอได้ง่าย
- ความสามารถในการตัดกลึงพอใช้
- ความสามารถในการเชื่อมไม่ดี
- ชุบแข็งง่ายสามารถทำการชุบแข็งซ้ำได้
- สามารถชุบแข็งให้มีความแข็งได้ 54-59 HRC
- ด้านทานการเกิด temper embrittlement ได้ดี
- สามารถชุบอินดักชันได้ดี
- สามารถทำไนไตรดิงได้ ให้ผิวแข็งประมาณ 650 HV

3.3 คุณสมบัติทางกล (Mechanical Properties)

O สภาพจำหน่าย ชุบแข็งและอบคืนตัว (Hardened and Tempered)

Ø (mm)	0.2%Y.S. (N/mm ²)	U.T.S. (N/mm ²)	Elong. (%)	KV (J)	Hardness (HB)
0 < D ≤ 16	≥ 1000	1200-1400	≥ 9	≥ 35	323-380
16 < D ≤ 40	≥ 900	1100-1300	≥ 10	≥ 45	295-352
40 < D ≤ 100	≥ 800	1000-1200	≥ 11	≥ 45	266-323
100 < D ≤ 160	≥ 700	900-1100	≥ 12	≥ 45	238-280
160 < D ≤ 250	≥ 600	800-950	≥ 13	≥ 45	220-266

3.4 คุณสมบัติทางกายภาพ (Physical Properties)

คุณสมบัติ	อุณหภูมิทดสอบ			
สัมประสิทธิ์การขยายตัวทาง ความร้อนระหว่าง 20°C ถึง ($\mu\text{m/m}\cdot\text{K}$)	100°C	200°C	400°C	600°C
	11.2	12.4	13.6	14.8
ความจุความร้อนจำเพาะที่ 20°C Specific heat at 20°C ($\text{J/g}\cdot\text{°C}$)	0.477			
ความต้านทานไฟฟ้าที่ 20°C Electric resistance ($\mu\Omega\cdot\text{m}$)	0.248			
ความหนาแน่น : Density (g/cm^3)	7.85			
สภาพทางแม่เหล็ก : Magnetizability	ซึมซับ			

2.5 การใช้งาน (Applications)

6582 นิยมใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่ต้องการความแข็งแรงสูงมาก หรือได้รับความเค้นอย่างต่อเนื่องแบบไม่คงที่อยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะชิ้นส่วนส่งกำลัง เช่น เฟลาข้อเหวี่ยง เฟลาถูกเบี้ยว ก้านสูบ เพื่องขนาดใหญ่ เพื่องตัวหนอน เพื่องขับ น็อต สกรู สลักเกลียว อุปกรณ์จับยึดต่างๆ รวมทั้งชิ้นส่วนโครงสร้างในเครื่องบิน และแลนด์คิงเกียร์

ประวัติผู้จัดทำโครงการ

ชื่อ - สกุล

นางสาวภัทรานุช กิตีวรรณ



วัน เดือน ปีเกิด

5 มกราคม 2535

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา

ประถมศึกษาตอนต้น - ตอนปลาย พ.ศ. 2541

โรงเรียนสุขานารี จังหวัดนครราชสีมา

ระดับมัธยมศึกษา

มัธยมศึกษาตอนต้น - ตอนปลาย พ.ศ. 2547

โรงเรียนสุรนารีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา

ระดับอุดมศึกษา

คณะบริหารธุรกิจ สาขาการจัดการอุตสาหกรรม พ.ศ. 2553

สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น กรุงเทพมหานคร

ทุนการศึกษา

ทุนค่าเล่าเรียน สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น ประเภทที่ 3

ประวัติการฝึกอบรม

1. ระบบการบริหารคุณภาพ ISO 9001:2008 Internal Audit

ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์

- ไม่มี -

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY