

การลดต้นทุนกระบวนการผลิต โดยใช้หลักวิศวกรรมคุณค่า
กรณีศึกษา บริษัทผลิตชิ้นส่วนโลหะ



สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สาขาการจัดการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น
ปีการศึกษา 2555

PRODUCTION PROCESS COST REDUCTION
BY USING VALUE ENGINEERING (VE)
A CASE STUDY OF METAL PART MANUFACTURING COMPANY

Napaphat Thongnakkokgruad



A Term Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Business Administration Program in Industrial Management

Graduate School

Thai - Nichi Institute of Technology

Academic Year 2012

หัวข้อสารนิพนธ์

การลดต้นทุนกระบวนการผลิต โดยใช้หลัก

วิศวกรรมคุณค่า กรณีศึกษา

บริษัทผลิตชิ้นส่วนโลหะ

โดย

ณภัช ทองนาคโคกกรวด

สาขาวิชา

การจัดการอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้นับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทวัฒน์ ไชยชนะวงศ์)

..... กรรมการ

(ดร. ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์)

ณปภัช ทองนาโคกรวด : การลดต้นทุนกระบวนการผลิต โดยใช้
หลักวิศวกรรมคุณค่า กรณีศึกษา บริษัทผลิตชิ้นส่วนโลหะ. อาจารย์ที่ปรึกษา :
ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์, 58 หน้า.

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดขั้นตอนของการดำเนินงานและการทำกิจกรรม
การลดต้นทุนภายในบริษัทผลิตชิ้นส่วนโลหะ โดยได้นำหลักวิศวกรรมคุณค่ามาใช้ปรับปรุง
กระบวนการผลิต ให้มีต้นทุนต่ำลง แต่ยังคงรักษาคุณภาพและหน้าที่การใช้งานของผลิตภัณฑ์
ไว้เหมือนเดิม ซึ่งในการศึกษานี้ได้นำแผนงานวิศวกรรมคุณค่า 7 ขั้นตอน มาใช้เป็นแนวทางใน
การดำเนินกิจกรรมการลดต้นทุนชิ้นงานรายการ Collar จากที่ได้ทำการศึกษาและรวบรวม
ข้อมูลพบว่า กระบวนการกลึงปอกในขั้นตอนการกลึงตัดและการเจาะรู ID 10 mm ใช้เวลามาก
ที่สุด อีกทั้งยังพบความซ้ำซ้อนของกระบวนการกลึงปาดหน้า OD 15 mm และกระบวนการลบ
คม ID 10 mm ซึ่งก่อให้เกิดรูปร่างในจุดใช้งานเดียวกัน ในการปรับปรุงจึงได้ทำการเปลี่ยน
วัตถุดิบจากเหล็กเพลากลมมาเป็นท่อเหล็กทำให้สามารถตัดขั้นตอนการเจาะนำศูนย์และ
ขั้นตอนการเจาะรู ID 10 mm ออกไป และได้ออกแบบการวางมีดบนป้อมมีดใหม่เพื่อรวม
กระบวนการกลึงปาดหน้า OD 15 mm และลบคม ID 10 mm เข้าด้วยกัน ผลจากการแก้ไข
ปรับปรุง พบว่า สามารถลดต้นทุนรวมของชิ้นงานจาก 2.32 บาท เหลือ 1.91 บาท หรือลดลง
ร้อยละ 17.67 และสามารถลดเวลาในการผลิตต่อชิ้นจาก 51.8 วินาที เหลือ 37.4 วินาที หรือ
ลดลงร้อยละ 27.80

บัณฑิตวิทยาลัย
สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2555

ลายมือชื่อนักศึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

NAPAPHAT THONGNAKKOKGRUAD : PRODUCTION PROCESS COST
REDUCTION BY USING VALUE ENGINEERING (VE) : A CASE
STUDY OF METAL PART MANUFACTURING COMPANY. ADVISOR :
DR. KORAKOT HEMSATHAPAT, 58 PP.

The objective of this study is to determine the working steps of operations and cost reduction activities in a metal part manufacturing company by utilizing Value Engineering (VE) technique to improve the manufacturing process. VE technique can be implemented reduce manufacturing cost while maintaining the quality and functionality of the production. In this study, 7 steps of VE implementation plan was implemented of a metal part called "Collar". After investigating the machining process, it is found that lathe cut and drilling of 10mm internal diameter processes are the most time consuming. Furthermore, redundant processes which produce a shape at the same spot are lathe cut of 15mm diameter and de-burring of 10mm diameter. After VE implementation, raw material was changed from steel bar to steel pipe which can eliminate center punch process and 10mm internal diameter drilling process. In addition, cutting bit and cutting bed were redesigned to combine lathe cut of 15mm outer diameter and de-burring of 10mm internal diameter altogether. As a result, the total cost of the Collar is reduced from 2.32 Baht to 1.91 Baht (17.67% cost saving). Production time is decreased from 51.8 seconds to 37.4 seconds (27.80% time saving).

Graduate School

Field of Study Industrial Management

Academic Year 2012

Student's Signature.....

Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษา
สารนิพนธ์ ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์ และคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษาอันเป็น
ประโยชน์ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี จนสารนิพนธ์
ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์หลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชา
การจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ได้ให้ความรู้ และประสบการณ์อันมี
คุณค่ายิ่ง และขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ได้ให้ความ
ช่วยเหลือเป็นอย่างดีในทุกๆ ด้านตลอดเวลาที่ศึกษา

ขอขอบพระคุณนักวิชาการทุกท่าน หนังสือทุกเล่ม และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์ที่
ผู้ศึกษาได้เรียนรู้และนำมาถ่ายทอดความรู้แก่บุคคลรุ่นต่อไป

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจ และให้การ
สนับสนุนในทุกๆ เรื่อง ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ ชาว MIM ที่ช่วยชี้แนะ ให้คำปรึกษาต่างๆ
ตลอดเวลาที่ศึกษา

ขอขอบคุณทีมงาน VE ทุกคนที่ได้ร่วมกันคิดและแสดงความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ
ต่างๆ จนสามารถบรรลุมติวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้

ท้ายที่สุด คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้ศึกษา
ขออุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน

ณปภัช ทองนาโคกรวด

TNI

THAI - NICHU INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมา แนวทางเหตุผล และปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ในการศึกษา.....	2
ขอบเขตของการศึกษา.....	2
ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
แผนงาน และระยะเวลาการดำเนินงาน.....	3
2 หลักการพื้นฐาน เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
แนวคิดของวิศวกรรมคุณค่า.....	4
การผลิตชิ้นงานโลหะโดยกระบวนการกัดกลึง (Machining).....	10
วัสดุประเภทเหล็กสำหรับงานกลึง.....	13
การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ.....	15
การสำรวจงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	18
3 วิธีการดำเนินงานสารนิพนธ์.....	22
ศึกษา และรวบรวมข้อมูลสภาพปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา.....	22
ผลิตภัณฑ์.....	22
กระบวนการผลิต.....	23
ที่มาของปัญหา.....	24
การจัดตั้งทีมงาน VE.....	24

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	ขั้นตอนการดำเนินงานวิศวกรรมคุณค่า.....	25
	เลือกโครงการ (Project Selection Phase).....	25
	รวบรวมข้อมูล (Information Phase).....	27
	วิเคราะห์หน้าที่ (Function Phase).....	31
	สร้างสรรค์ความคิด (Creative Phase).....	36
	ประเมินความคิด (Evaluation Phase).....	38
	ทดสอบและพิสูจน์ (Investigation Phase).....	45
	เสนอแนะ (Recommendation Phase).....	48
4	บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	49
	สรุปผลการศึกษา.....	49
	ข้อเสนอแนะ.....	52
	บรรณานุกรม.....	53
	ภาคผนวก.....	56
	ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์.....	58

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน.....	3
2	VE ตามทฤษฎีและการนำไปประยุกต์ใช้.....	5
3	คำแนะนำสำหรับค่าที่ต่ำที่สุดของดัชนี Cpk.....	18
4	สรุปผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	21
5	รายการและปริมาณสั่งซื้อชิ้นงานต่อเดือนโดยเฉลี่ย.....	26
6	เป้าหมายการลดราคาชิ้นงาน.....	26
7	ต้นทุนวัตถุดิบ.....	28
8	รอบเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน 1 ชิ้น.....	30
9	ต้นทุนเฉลี่ยแต่ละกระบวนการของการผลิตชิ้นงาน.....	31
10	การวิเคราะห์หน้าที่ของชิ้นงาน.....	31
11	การวิเคราะห์หน้าที่ของแต่ละกระบวนการผลิตและต้นทุนแต่ละกระบวนการ.....	32
12	เกณฑ์ที่ต้องการของชิ้นงาน.....	34
13	ผลสรุปการประเมินเชิงตัวเลข.....	35
14	ลำดับความสำคัญของเกณฑ์ที่ต้องการของชิ้นงาน เรียงจากมากไปหาน้อย.....	36
15	เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต.....	38
16	เปรียบเทียบต้นทุนวัตถุดิบแต่ละเกรด.....	38
17	รอบเวลาที่ใช้ในกระบวนการกลึงปอก กรณีใช้เหล็กเกรด SS400.....	39
18	รอบเวลาที่ใช้ในกระบวนการกลึงปอก กรณีใช้เหล็กเกรด STKM11A แบบมี ตะเข็บ.....	40
19	รอบเวลาที่ใช้ในกระบวนการกลึงปอก กรณีใช้เหล็กเกรด STKM11A แบบ ไร้ตะเข็บ.....	40
20	ต้นทุนกระบวนการผลิตกรณีใช้วัตถุดิบเกรด STKM11A แบบมีตะเข็บ.....	41
21	ต้นทุนกระบวนการผลิตกรณีใช้วัตถุดิบเกรด STKM11A แบบไร้ตะเข็บ.....	41
22	เปรียบเทียบต้นทุนของวัตถุดิบแต่ละเกรดที่จะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง.....	42
23	การให้คะแนนความสามารถจากเกณฑ์การประเมิน.....	42
24	การประเมินความสามารถ.....	43
25	สรุปผลการปรับปรุง.....	48
26	เวลาที่ใช้ในการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง.....	49
27	ต้นทุนรวมก่อนและหลังการปรับปรุง.....	51



สารบัญรูป

รูป		หน้า
1	แนวทางในการประยุกต์การวิเคราะห์หน้าที่สำหรับระบบการผลิต.....	7
2	การกลึงปาดหน้า.....	11
3	การกลึงปอก.....	11
4	การเจาะรูบนเครื่องกลึง.....	12
5	การแชมเฟอร์.....	13
6	ตัวอย่างการอ่านมาตรฐาน.....	15
7	การควบคุมกระบวนการกับความสามารถกระบวนการ Process Control VS Process Capability.....	17
8	ผลิตภัณฑ์ของโรงงาน.....	22
9	ไลน์เครื่องจักรชนิดต่างๆ.....	23
10	แผนผังการจัดที่มงาน VE.....	25
11	ชิ้นงาน Collar.....	27
12	ลักษณะการนำชิ้นส่วนไปใช้งาน.....	27
13	ตัวอย่างวัตถุดิบเหล็กเพลากลม.....	28
14	กระบวนการผลิตชิ้นงาน Collar.....	29
15	Drawing ชิ้นงาน Collar แสดงค่าพิกัดความเผื่อ.....	34
16	เปรียบเทียบค่าความสำคัญของเกณฑ์ที่ต้องการของชิ้นงาน.....	35
17	ตัวอย่างท่อเหล็กมีตะเข็บและท่อเหล็กไร้ตะเข็บ.....	37
18	ก่อนและหลังการปรับปรุงเพื่อรวมกระบวนการผลิต.....	44
19	การวางมีดลบคมในกระบวนการกลึงปาดหน้าหลังการปรับปรุง.....	44
20	มาตรฐานท่อเหล็ก JIS G3445 เกรด STKM11A	45
21	Inspection Certificate.....	46
22	ความสามารถของกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุง.....	47
23	ชิ้นงานอื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับชิ้นงาน Collar.....	48
24	ผลหลังการปรับปรุงรอบเวลาการผลิต.....	50
25	ผลหลังการปรับปรุงด้านต้นทุน.....	52

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมา แนวทางเหตุผลและปัญหา

การดำเนินธุรกิจในยุคปัจจุบัน ถือว่าไม่ใช่เรื่องง่าย เพราะต้องเผชิญกับภาวะการแข่งขันที่รุนแรง และการแข่งขันทุกวันนี้ก็ไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะคู่แข่งภายในประเทศเท่านั้น แต่ยังต้องแข่งขันกับคู่แข่งจากต่างประเทศ ซึ่งมีความได้เปรียบในหลายๆ ด้าน โดยเฉพาะด้านต้นทุนอีกด้วย กลยุทธ์ต่างๆ ที่นำมาใช้ในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า ทั้งด้านคุณภาพ ราคา และการบริการ ยังถือเป็นหัวใจสำคัญสำหรับการดำเนินธุรกิจ แต่ในสภาวะการณ์ที่ต้นทุนต่างๆ ปรับตัวสูงขึ้น ทั้งต้นทุนวัตถุดิบ ต้นทุนแรงงาน และค่าเสียหยาบการผลิตต่างๆ ทำให้ภาคธุรกิจได้รับแรงกดดันจากทั้งสองฝ่ายอย่างไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ การที่จะยังคงรักษาผลกำไรดั้งเดิมเพื่อความอยู่รอด โดยการเพิ่มราคาขายอาจไม่ใช่ทางออกที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นทางออกที่ดีในการที่จะยังคงรักษาผลกำไร และสถานภาพในการแข่งขันในขณะนี้ก็คือ การลดต้นทุน สิ่งที่ต้องระวังที่สำคัญในการลดต้นทุนก็คือ คุณภาพของสินค้า โดยยังคงต้องคำนึงถึงความพึงพอใจของลูกค้าเป็นหลัก ถ้าหากสินค้าที่ผลิตมีคุณภาพสูงเกินความจำเป็น ส่งผลให้ต้นทุนสูง แต่หากทำการลดต้นทุนลงมา แต่สินค้ายังได้มาตรฐาน และเป็นที่ยอมรับของลูกค้า ก็สามารถทำได้ แต่ต้องพิจารณาให้รอบคอบ มิฉะนั้นอาจสูญเสียลูกค้าไป หลักสำคัญในการดำเนินกิจกรรมการลดต้นทุนให้ได้ผลก็คือ ผู้บริหารจะต้องมีนโยบายและมาตรการอย่างจริงจังและต่อเนื่อง รวมทั้งพนักงานทุกคนจะต้องมีจิตสำนึกและมีความมุ่งมั่นในการการลดต้นทุน สำหรับเทคนิคในการลดต้นทุนตามหลักการทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ยกตัวอย่างเช่น เทคนิควิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) เทคนิคการวางแผนและการควบคุมการผลิต (Production Planning & Control) เทคนิคการศึกษางาน (Work Study) เทคนิคการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) เทคนิคการบริหารงานบำรุงรักษา (Maintenance Management) เทคนิคการบริหารวัสดุคงคลัง (Inventory Management) เป็นต้น

สถานประกอบการที่ใช้เป็นกรณีศึกษา เป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนโลหะประเภทงานกัดกลึง (Machining) มีกลุ่มลูกค้าหลักเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์และรถจักรยานยนต์ ซึ่งอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ จัดว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันสูง ส่งผลมาซึ่งนโยบายการจัดซื้อชิ้นส่วนที่ต้องมีคุณภาพ และที่สำคัญคือ ราคาต้องสามารถแข่งขันได้ โดยลูกค้ากลุ่มนี้มักมีนโยบายให้ผู้ขาย (Supplier) เข้าร่วมกิจกรรมการลดต้นทุน (Cost Reduction) เพื่อให้สามารถแข่งขันในซัพพลายเชนและเพื่อเป็นการตอบสนองความต้องการของลูกค้า แต่ในทางกลับกันสถานประกอบการต้องกำลังประสบกับปัญหาด้านต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการในการลดต้นทุนการผลิตลง แต่ยังคงคุณภาพ เพื่อให้

ยังคงความสามารถในการแข่งขันในยุคปัจจุบันได้ เทคนิควิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) เป็นเทคนิคในการลดต้นทุนที่ทางสถานประกอบการนำมาประยุกต์ใช้ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่สามารถนำมาใช้ได้หลายลักษณะ ตั้งแต่การออกแบบผลิตภัณฑ์ การปรับปรุงกระบวนการผลิต การปรับปรุงวิธีการทำงานให้ดียิ่งขึ้น หรือลดการใช้วัสดุลง โดยมีจุดมุ่งหมายในการลดต้นทุนให้ต่ำลง แต่ยังคงรักษาคุณภาพ และหน้าที่การใช้งาน (Function) ของผลิตภัณฑ์ไว้เหมือนเดิม

วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1. เพื่อศึกษาขั้นตอนการทำงานในแต่ละกระบวนการผลิตที่มีค่าใช้จ่ายเกินความจำเป็น
2. เพื่อศึกษาการนำหลักวิศวกรรมคุณค่ามาใช้ในการลดต้นทุนของชิ้นงาน Collar โดยกำหนดเป้าหมายการลดต้นทุนลงร้อยละ 5 ของราคาขาย

ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษาการนำหลักวิศวกรรมคุณค่ามาประยุกต์ใช้ เพื่อหาแนวทางการลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นในกระบวนการผลิตชิ้นงาน Collar เพื่อปรับปรุงกระบวนการที่ทำให้เกิดการสูญเสีย และหาวิธีการที่จะทำให้ได้การผลิตชิ้นงาน มีผลลัพธ์เช่นเดียวกับกระบวนการเดิม แต่ต้นทุนลดลง

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษากระบวนการผลิต และต้นทุนการผลิตชิ้นส่วน
2. ศึกษาแนวทางในการดำเนินการลดต้นทุนการผลิตโดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า
3. เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตของชิ้นส่วนก่อนและหลังการปรับปรุง
4. ประเมินผลการลดต้นทุนที่ได้รับภายในโรงงานกรณีศึกษา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดกระบวนการผลิตที่ไม่จำเป็น ซึ่งเป็นสาเหตุของการเพิ่มต้นทุนในกระบวนการผลิตให้สูงขึ้นออกไปได้
2. สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าทางด้านต้นทุนได้
3. เป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้กับการผลิตชิ้นส่วนอื่นๆ ได้

แผนงาน และระยะเวลาการดำเนินงาน

ตารางที่ 1 แผนงาน และระยะเวลาการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2555					2566		
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. กำหนดหัวข้อและวัตถุประสงค์ในการศึกษา	■							
2. ศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงาน	■	■						
3. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง		■	■					
4. เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง			■	■				
5. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและหาแนวทางในการปรับปรุง				■	■			
6. นำผลการวิเคราะห์ไปประยุกต์ใช้จริง					■	■		
7. เปรียบเทียบผลจากการนำไปประยุกต์ใช้และสรุปผล						■	■	
8. จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์							■	■

บทที่ 2

หลักการพื้นฐาน เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง “การลดต้นทุนกระบวนการผลิต โดยใช้หลักวิศวกรรมคุณค่า กรณีศึกษา บริษัทผลิตชิ้นส่วนโลหะ” ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถแบ่งเป็นหัวข้อได้ ดังนี้

1. แนวคิดของวิศวกรรมคุณค่า
2. การผลิตชิ้นงานโลหะโดยกระบวนการกัดกลึง (Machining)
3. วัสดุประเภทเหล็กสำหรับงานกัดกลึง
4. การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ
5. การสำรวจงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิดของวิศวกรรมคุณค่า

1.1 ความหมายของวิศวกรรมคุณค่า

วิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) เป็นเทคนิคที่มีขั้นตอนที่เป็นระบบ มีจุดมุ่งหมายเพื่อการลดต้นทุน โดยทำการวิเคราะห์ประโยชน์การใช้งานและต้นทุนเพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์ และวิธีการผลิตให้มีคุณค่าสูงขึ้น นอกจากนั้นยังช่วยให้เกิดการใช้ทรัพยากรต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการกำจัดต้นทุนที่ไม่จำเป็นออกไป โดยที่ไม่ทำให้ทำให้คุณภาพหรือสมรรถนะลดลง เทคนิควิศวกรรมคุณค่า สามารถประยุกต์ใช้กับลักษณะงานได้หลายหลาย ตั้งแต่การออกแบบผลิตภัณฑ์ ปรับปรุงกระบวนการผลิต หรืองานบริการ

1.2 ความหมายของคำว่า คุณค่า

อัมพิกา ไกรฤทธิ์ (2540: 21) ได้ให้คำจำกัดความของคำว่า คุณค่าในทาง VE คือ ต้นทุนที่ต่ำสุด เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ หรือบริการ ตามเวลาที่กำหนด และด้วยคุณภาพที่ได้มาตรฐาน คุณค่าทางเศรษฐศาสตร์ สามารถแบ่งออกได้กว้างๆ ดังนี้

- คุณค่าในการใช้งาน (Use Value) เป็นคุณค่าที่มีผลประโยชน์ต่อการใช้งาน
- คุณค่าในจุดเด่น (Esteem Value) คุณค่าที่เป็นลักษณะเด่น ทำให้เกิดความ ต้องการอยากเป็นเจ้าของ
- คุณค่าในการแลกเปลี่ยน (Exchange Value) ลักษณะพิเศษที่สามารถนำมา แลกเปลี่ยนได้

ในทางวิศวกรรมคุณค่า VE จะเกี่ยวข้องอย่างมากกับ คุณค่าในการใช้งาน และคุณค่าในจุดเด่น รวมกับคุณค่าของต้นทุน (Cost Value) ที่จำเป็นในการผลิต เพื่อที่จะให้เข้าใจถึง

ความสำคัญของคุณค่าในการออกแบบ จะต้องพิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างคุณค่าการใช้งาน และคุณค่าทางจุดเด่นอันเป็นที่ชื่นชอบของลูกค้าด้วย

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่า (Value) หน้าที่การทำงาน (Function) และต้นทุน (Cost) ในทางวิศวกรรมคุณค่านั้น จะถือว่า คุณค่า (Value) เป็นสัดส่วนหรือดุลยภาพ ระหว่างหน้าที่การทำงาน (Function) กับต้นทุน (Cost) โดยสามารถแสดงความสัมพันธ์ ได้ดังนี้

$$V \text{ (Value)} = \frac{F \text{ (Function)}}{C \text{ (Cost)}}$$

ทั้งนี้มิใช่สูตรคำนวณ แต่เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างระหว่าง V, F และ C โดยหากหน้าที่การทำงานเพิ่มขึ้น และต้นทุนเพิ่มขึ้น ไม่อาจกล่าวได้ว่าคุณค่าเพิ่มขึ้น แต่ถ้าผลของหน้าที่การทำงานที่เท่ากัน และสามารถลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นออกได้ถือว่าคุณค่ามากขึ้น คุณค่าในการแลกเปลี่ยน คุณค่าทางจุดเด่น และคุณค่าในการใช้งาน สามารถแทนด้วยคำต่อไปนี้

- คุณค่าในการแลกเปลี่ยน ทาง VE หมายถึง ความคุ้มค่า (Worth)
- คุณค่าในจุดเด่น ทาง VE หมายถึง ความต้องการ (Want)
- คุณค่าในการใช้งาน ทาง VE หมายถึง ความจำเป็น (Need)

ดังนั้น หน้าที่คุ้มค่า (Function Worth) ตามนิยามก็คือ ต้นทุนต่ำสุดที่จะทำให้เกิดหน้าที่ (Function) ได้ แนวทางในการประยุกต์การทำ VE สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 VE ตามทฤษฎีและการนำไปประยุกต์ใช้

	Theoretical	Acceptable	Good	Excellent
Function Worth	→	↑	↑	↑
Cost	↓	↑	→	↓

ที่มา : เลิศชัย ระตะนะอาพร. (2550). การบริหารวิศวกรรมคุณค่า. หน้า 32.

- หมายถึง ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
- ↑ หมายถึง เพิ่มขึ้น
- ↓ หมายถึง ลดลง

1.3 ต้นทุน

จุดมุ่งหมายสำคัญของการนำ VE มาใช้ก็คือ การลดต้นทุน อันได้แก่ ต้นทุนในการพัฒนาให้ดีขึ้น ต้นทุนการผลิต และต้นทุนที่นำผลิตภัณฑ์ไปใช้ ซึ่งต้องทำการวิเคราะห์อยู่ตลอดเวลา

ต้นทุนที่นำผลิตภัณฑ์ไปใช้ (Application Cost) ผู้ผลิตจะต้องประเมินผลทางคุณภาพ ความน่าเชื่อถือ และการบำรุงรักษา เนื่องจากเป็นเรื่องสำคัญที่จะส่งผลกระทบต่อผู้ซื้อโดยตรง

ต้นทุนในการพัฒนา (Development Cost) คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดกับผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะมีผลต่อต้นทุนสินค้าและต้นทุนที่นำผลิตภัณฑ์ไปใช้

ต้นทุนการผลิต (Production Cost) ต้นทุนส่วนนี้จะต้องพิจารณาอย่างละเอียด เนื่องจากมันจะแฝงต้นทุนที่ไม่จำเป็นอยู่มาก ต้นทุนผลิต แบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ ต้นทุนวัสดุ แรงงาน และโซหุ้ยต่างๆ

ในการใช้ VE มาลดต้นทุนนั้น จะมุ่งที่วัสดุและระบบเป็นส่วนใหญ่ และทำการพิจารณาหน้าที่การทำงานของมัน (Function) ว่าเป็นอย่างไร สามารถใช้วัสดุอื่นหรือระบบอื่นที่มีต้นทุนต่ำกว่า แต่มีคุณภาพดีกว่า หรือเท่าเทียมกัน มาใช้แทนกันได้หรือไม่ ในการทำ VE เมื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับต้นทุนแล้ว ในกรณีการผลิต จะทำให้ทราบถึงค่าแรงแยกตามกระบวนการผลิต ค่าพลังงานแยกตามกระบวนการ และค่าใช้จ่ายอื่นๆ แยกตามกระบวนการผลิต

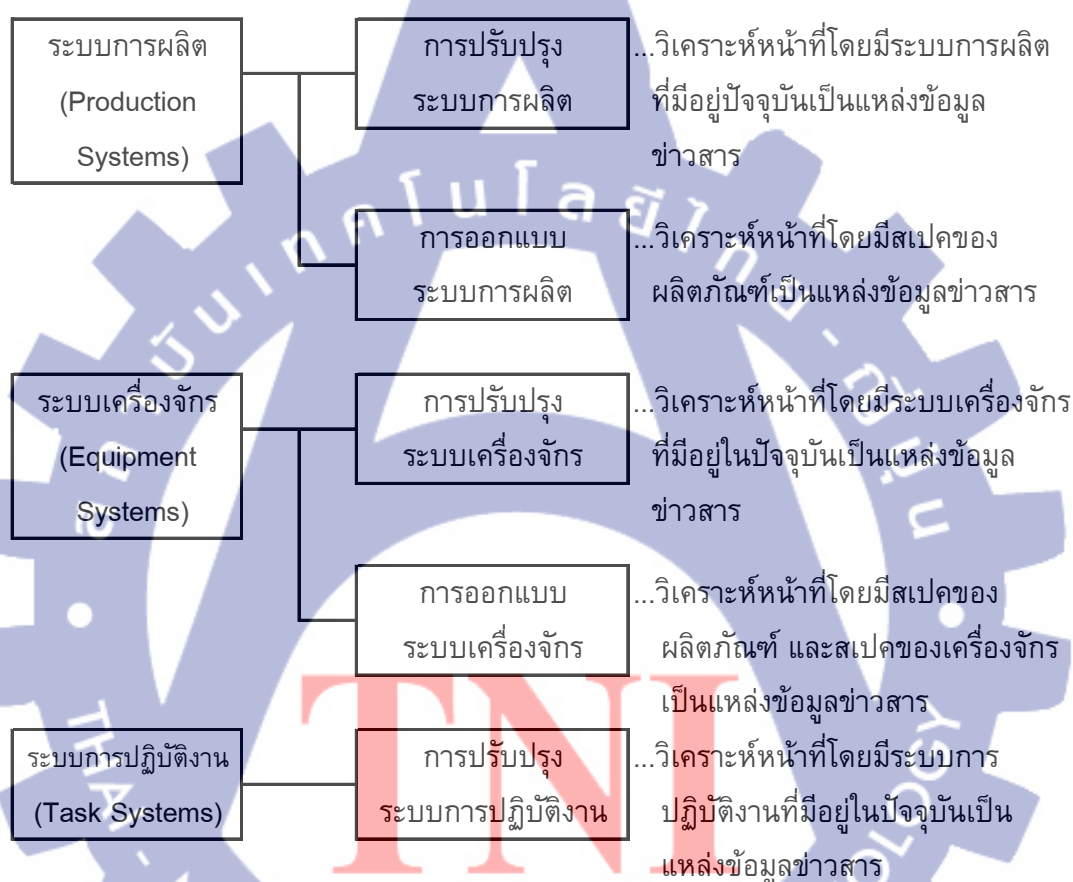
1.4 การวิเคราะห์หน้าที่

การวิเคราะห์หน้าที่ เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ที่เป็นพื้นฐานของ VE และแสดงลักษณะพิเศษของ VE ได้ดีที่สุด คำว่า หน้าที่ ตามหลักของ VE ก็คือ สิ่งซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นใช้งานได้ หรือขายได้ การวิเคราะห์หน้าที่ คือ การวิเคราะห์ การทำงานของผลิตภัณฑ์ โดยมีเป้าหมาย คือ การทำให้การทำงานแต่ละอย่างมีความชัดเจน เพื่อให้เนื้อหาสาระของผลิตภัณฑ์มีความชัดเจน โดยอาศัยการมองด้าน การทำงาน หน้าที่การทำงานจะต้องประกอบด้วยคำ 2 คำ คือ คำกริยา และคำนาม โดยหน้าที่สามารถแบ่งได้ 2 ระดับ คือ หน้าที่พื้นฐาน ซึ่งเป็นหน้าที่หลักของผลิตภัณฑ์ และหน้าที่รอง เป็นหน้าที่ช่วยเสริมให้หน้าที่พื้นฐานสมบูรณ์ขึ้น สิ่งซึ่งจะได้จากการวิเคราะห์หน้าที่ก็คือ

- เห็นความซ้ำซ้อนของหน้าที่ ซึ่งแต่ละหน้าที่จะมีต้นทุนเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นหน้าที่ที่ซ้ำซ้อนจะมีค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นอยู่ด้วย
- พบหน้าที่ที่คล้ายๆ กัน แต่อยู่ในรูปที่ต่างกัน ซึ่งก็ส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น

ในการวิเคราะห์หน้าที่เพื่อการปรับปรุงกระบวนการ การปรับปรุงกระบวนการ คือ การทำให้ระบบการผลิตดีขึ้นกว่าเดิม โดยมองในด้าน คุณภาพ ต้นทุน และ กำหนดเวลาส่งมอบ

องค์ประกอบของระบบการผลิต ได้แก่ คน เครื่องจักร พลังงานที่ขับเคลื่อนเครื่องจักร เป็นต้น การวิเคราะห์หน้าที่เพื่อปรับปรุงกระบวนการ จึงเป็นการวิเคราะห์การทำงาน ที่เป็นความตั้งใจ ในการเปลี่ยนแปลงสภาพของวัตถุ กล่าวคือ เป็นการวิเคราะห์หน้าที่การเปลี่ยนแปลงสภาพ การประยุกต์การวิเคราะห์หน้าที่กับระบบผลิตจะมี 3 กรณี คือ กรณีที่เป้าหมายของการ วิเคราะห์เป็นระบบกระบวนการ กรณีที่เป้าหมายการวิเคราะห์เป็นเครื่องจักรอุปกรณ์ และ กรณี ที่เป้าหมายเป็นระบบการปฏิบัติงานซึ่งเป็นกิจกรรมของคน โดยสามารถแสดงแนวทางการ ประยุกต์การวิเคราะห์หน้าที่ได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แนวทางในการประยุกต์การวิเคราะห์หน้าที่สำหรับระบบการผลิต

ที่มา : คาเนโอะ อะกิยามา. (2548). การวิเคราะห์หน้าที่ เทคนิคพื้นฐานของการสร้างประสิทธิภาพ และนวัตกรรมภายในองค์กร. หน้า 104.

หลังจากได้ทำการวิเคราะห์หน้าที่แล้ว จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบและประเมินหน้าที่ด้วยการหาลำดับความสำคัญทั้งหมด ซึ่งจะทำให้ได้ข้อสรุปของปัญหา โดยนำเทคนิคการ

ประเมินเชิงเลขมาใช้ในการหาความสัมพันธ์ของหน้าที่ที่จำเป็น หรือหน้าที่หลักของผลิตภัณฑ์ กำหนดลำดับความสำคัญของหน้าที่รอง ทำให้ทราบว่าหน้าที่เหล่านั้น เกิดจากข้อกำหนดหรือความต้องการ หรือเกิดเพราะการออกแบบในตอนต้นๆ วิธีการของเทคนิคนี้ทำได้โดยการ ประเมินความสัมพันธ์ระหว่างหน้าที่ 2 หน้าที่ทีละคู่ (Pairwise Comparison) แล้วพิจารณาให้คะแนนระดับความสำคัญแก่หน้าที่ที่ทีมงาน VE มีความเห็นว่าสำคัญกว่าอีกหน้าที่ จากนั้นสรุปผลรวมคะแนนที่ได้จากการเปรียบเทียบ ซึ่งหน้าที่ที่สำคัญจะให้ผลรวมของน้ำหนักสูงที่สุด และค่อยๆ ลด ส่วนหน้าที่รองๆ จะได้ผลรวมของน้ำหนักน้อย สิ่งสำคัญของการเปรียบเทียบและประเมินผลนั้น คือ ต้องมีข้อมูล ข้อเท็จจริงอย่างเพียงพอ เพราะหากข้อมูลที่มีไม่เพียงพอ การเปรียบเทียบจะไม่เกิดผล

1.5 การนำแผนวิศวกรรมคุณค่ามาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม

VE Job Plan คือ ขั้นตอนการแก้ปัญหาของปัญหาที่เกี่ยวกับคุณค่านั้น เป็นกระบวนการเพื่อเพิ่มคุณค่า สิ่งสำคัญในการดำเนินการ คือ ต้องทำไปทีละขั้นตอน หากมีการข้ามขั้นผลที่ได้จะไม่สมบูรณ์ อัมพิกา ไกรฤทธิ์ (2540: 29) กล่าวถึง Arthur E. Mudge ผู้แต่งหนังสือวิศวกรรมคุณค่า การเข้าถึงอย่างมีระบบ (Value Engineering, A Systematic Approach) ที่มีผู้นำมาใช้อย่างแพร่หลาย ได้เสนอแผนงาน VE ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) การเลือกโครงการ (Project Selection)
- 2) รวบรวมข้อมูล (Information Phase)
- 3) วิเคราะห์หน้าที่ (Function Phase)
- 4) สร้างสรรค์ความคิด (Creative Phase)
- 5) ขั้นตอนประเมินผลความคิด (Evaluation Phase)
- 6) ขั้นตอนทดสอบและพิสูจน์ (Investigation Phase)
- 7) ข้อเสนอแนะ (Recommendation Phase)

1) การเลือกโครงการ (Project Selection)

จุดเริ่มต้นของ VE ก็คือการกำหนดโครงการหรือเป้าหมายว่าจะทำผลิตภัณฑ์อะไร หรือผู้บริหารระดับสูงจะเป็นผู้กำหนดให้ทีมงานไปทำการศึกษา โดยอาจพิจารณาแนวทางการเลือกเป้าหมายได้ดังนี้

- พิจารณาผลิตภัณฑ์ที่มีต้นทุนการผลิตสูง
- พิจารณาผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณการผลิตมากๆ
- พิจารณาผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบจำนวนมากๆ
- พิจารณาผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคยปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงมาเป็นเวลานาน
- พิจารณาผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้อุปกรณ์และแรงงานมากเกินความจำเป็น

- พิจารณาผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้เวลาการผลิตนานๆ
- ชนิดของโครงการที่ใช้เทคนิค VE นั้น แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ
 - Hardware Project คือ โครงการเกี่ยวกับกายภาพ ได้แก่ ขนาด น้ำหนัก รูปทรง วัสดุดิบ พลังงานที่ใช้ในการผลิต และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ในการผลิต
 - Software Project คือ โครงการที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงาน ได้แก่ การวางแผน การขนส่ง การจัดจำหน่าย เป็นต้น

2) รวบรวมข้อมูล (Information Phase)

การรวบรวมข้อมูล เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจอย่างถูกต้องเกี่ยวกับหัวข้อเรื่อง เป้าหมายที่ควรได้รับการปรับปรุง และเพื่อยืนยันขอบเขต (Scope) การปรับปรุงของหัวข้อเรื่อง เป้าหมายที่กำหนดแล้วอีกครั้งด้วยข้อมูลข่าวสารดังกล่าว ถ้าขอบเขตการปรับปรุงไม่ชัดเจน จุดศูนย์รวม (Focus) ของการปรับปรุงก็จะไม่ชัดเจนด้วย ในขั้นต้นของการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์เพื่อทำการ VE แบ่งได้เป็น 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ ภาพของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (Drawing) และภาพที่แสดงชิ้นส่วนต่างๆ ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ ข้อมูลด้านวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนประกอบต่างๆ และต้นทุนของผลิตภัณฑ์ รวมถึงข้อมูลข่าวสารด้านข้อกำหนดที่เป็นเงื่อนไขซึ่งต้องคงอยู่ ซึ่งอาจเป็นข้อกำหนดที่ลูกค้าเป็นผู้กำหนด หรือผู้ผลิตเป็นผู้กำหนด เทคนิคที่สำคัญในขั้นตอนนี้ มี 3 ข้อคือ

- หาข้อเท็จจริง โดยต้องแน่ใจว่าข้อมูลที่ได้มิใช่ข้อเท็จจริงเพียงครั้งเดียว
- หาต้นทุน ต้องสมบูรณ์และเป็นต้นทุนที่ถูกต้องมากที่สุด
- กำหนดต้นทุนของข้อกำหนด (Specification) และสิ่งที่ต้องการ (Requirement) ด้วยการหาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนและข้อกำหนด

3) วิเคราะห์หน้าที่ (Function Phase)

การวิเคราะห์หน้าที่ทำได้โดยการอธิบายหน้าที่ ประเมินความสัมพันธ์ของหน้าที่ และพัฒนาทางเลือก เทคนิคการวิเคราะห์หน้าที่เป็นการอธิบายปัญหาและสร้างความสัมพันธ์ของระบบการผลิต ด้วยการแยกแยะเพื่อหาข้อสรุปของปัญหารวม

4) สร้างสรรค์ความคิด (Creative Phase)

เป็นการระดมสมอง (Brain Storming) ความคิดในทางบวก ความคิดในทางสร้างสรรค์ และต้องการปริมาณความคิดมากๆ โดยเทคนิคในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีหลายวิธีด้วยกัน เช่น ใช้การเปรียบเทียบ การจัดคุณสมบัติ การวิเคราะห์แบบตามรูปลักษณะ เป็นต้น

5) ขั้นประเมินความคิด (Evaluation Phase)

สำหรับเทคนิคในขั้นตอนนี้ มีอยู่ด้วยกัน 4 หัวข้อ ได้แก่

5.1) การย่อยและรวมแนวความคิด เพื่อให้ได้หน้าที่การทำงานที่ต้องการ ต้องพิจารณาว่าความคิดนั้นสามารถนำมาใช้ได้เลยหรือไม่ หากใช้งานไม่ได้ ต้องหาหนทางรวมเข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้ต่อไป

5.2) หาต้นทุนของทุกแนวความคิด และนำเอาแนวความคิดที่มีต้นทุนต่ำสุดมาพิจารณาก่อน

5.3) พัฒนาหน้าที่และทางเลือก มีเทคนิคที่สำคัญ คือการสร้างแนวคิดใหม่ โดยเริ่มจากฐานศูนย์ คือการไม่ยึดติดกับของเก่า ใช้คำนามและกริยากับหน้าที่พื้นฐาน ซึ่งจะนำไปสู่ทางแก้ปัญหาได้

5.4) ประเมินผลด้วยการเปรียบเทียบ คือการเปรียบเทียบแฟกเตอร์ต่างๆ โดยเปรียบเทียบ ข้อดี ข้อเสีย

6) ขั้นทดสอบและพิสูจน์ (Investigation Phase)

กรณีการเลือกของแนวคิด ให้ได้ต้นทุนต่ำ รวมทั้งได้หน้าที่การทำงานที่ต้องการ ควรพิจารณาถึงมาตรฐานของบริษัทและของอุตสาหกรรม ถ้าได้ต้นทุนต่ำกว่า ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านและผู้ขาย เนื่องจากสมารถที่จะให้คำตอบและสามารถแก้ปัญหารวมทั้งให้ข้อมูลใหม่ๆ ได้ นอกจากนี้ควรใช้ชิ้นส่วนมาตรฐาน ขบวนการหรือวิธีการซึ่งจะทำให้ได้ต้นทุนต่ำ โดยได้หน้าที่การทำงานเหมือนเดิมด้วย

ข้อเสนอที่ต้องทดสอบ และข้อพิสูจน์กับข้อเสนอที่สามารถปฏิบัติตามได้ทันที จะพิจารณาว่า ได้คุณภาพและหน้าที่ ที่ต้องการตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ สามารถหาได้เพียงพอหรือไม่ ปลอดภัยหรือไม่ ราคาถูกลงหรือไม่ ดีขึ้นหรือไม่ ความเชื่อถือได้เป็นอย่างไรบ้าง

7) ข้อเสนอแนะ (Recommendation Phase)

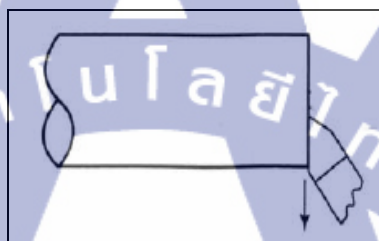
เป็นขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งต้องนำเสนอต่อผู้บริหาร โดยสิ่งที่ต้องนำเสนอ คือ ความจริงในปัจจุบันเป็นอย่างไร ปัญหาคืออะไร รวมทั้งต้นทุนปัจจุบัน แจกแจงรายละเอียดให้ทราบก่อน เพื่อเป็นการกระตุ้น ให้ผู้บริหารยอมรับในโครงการใหม่ เพื่อนำไปปฏิบัติสิ่งต่อไป

2. การผลิตชิ้นงานโลหะโดยกระบวนการกัดกลึง (Machining)

การกัดกลึง (Machining) คือกระบวนการตัดเนื้อวัสดุ เพื่อให้ได้รูปทรง ขนาด และพื้นผิวตามความต้องการ นิยมทำกับวัสดุยาวหน้าตัดทรงกลม ข้อดีของกระบวนการกัดกลึง คือ วัสดุที่ผลิตชิ้นงานมีความหลากหลาย สามารถผลิตรูปทรงและขนาดได้ซับซ้อนสูง ความแม่นยำ

เชิงขนาดสูง และคุณภาพผิวดี ส่วนข้อเสีย คือ การเสียวัสดุจากการตัดเนื้อวัสดุออก และใช้เวลาต่อชิ้นงานมาก วิธีในการกัดกลึงจะใช้เครื่องมือกัดกลึง (Machine Tool) ตัดเนื้อวัสดุออก โดยแรงที่ใช้ในการตัดจะได้จากเครื่องจักรที่เรียกว่าเครื่องกลึง (Turning Machining) เครื่องกัด (Milling Machine) และเครื่องเจาะ (Drilling Machine) โดยในที่นี้จะขออธิบายลักษณะการแปรรูปโดยใช้เครื่องกลึง เท่านั้น เครื่องกลึง (Turning Machining) หรือ Lathe เป็นเครื่องจักรที่ทำงานโดยการจับยึดชิ้นงานให้แน่นและหมุนขณะที่ทำการตัดเฉือน โดยมีดกลึงจะเคลื่อนที่เข้าหาชิ้นงาน และงานจะถูกตัดเฉือนออกเป็นรูปทรงกระบอก มี 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

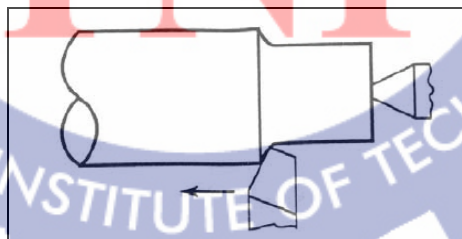
1) การกลึงปาดหน้า คือ การที่มีดกลึงเคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงานตามแนวขวาง (Across the work) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การกลึงปาดหน้า

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2556). วิชา : งานฝึกฝีมือ
เบื้องต้น หน่วยที่ 15 งานกลึง. ออนไลน์.

2) การกลึงปอก คือ การที่มีดกลึงเคลื่อนที่ตัดเฉือนไปตามความยาวของชิ้นงาน ดังรูปที่ 3

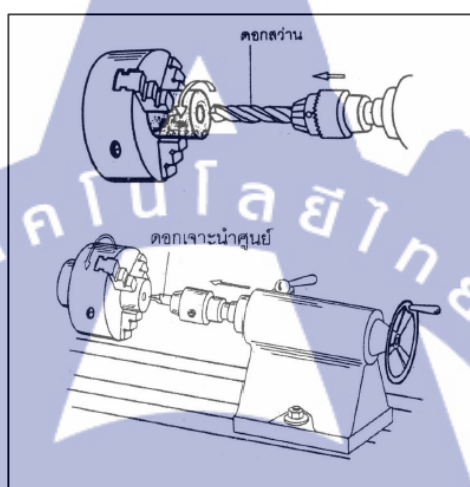


รูปที่ 3 การกลึงปอก

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2556). วิชา : งานฝึกฝีมือ
เบื้องต้น หน่วยที่ 15 งานกลึง. ออนไลน์.

เครื่องกลึงนอกจากจะทำงานได้ในรูปทรงกระบอกแล้ว ยังสามารถขึ้นรูปทรงต่างๆ บนชิ้นงานได้โดยอาศัยอุปกรณ์พิเศษต่างๆ ร่วมกับระบบขับเคลื่อนของเครื่อง เช่น การกลึงเรียว การกลึงเซาะร่อง การกลึงตัด การกลึงเกลียว การกลึงเป็นรูปร่าง การเจาะรูในงานกลึง การทำรูให้ได้พิคัดในงานกลึง การกลึงคว้าน เป็นต้น

3) การเจาะรูในงานกลึง เป็นการเจาะรูชิ้นงานทรงกระบอกด้วยดอกสว่าน โดยใช้เครื่องกลึง ซึ่งจะนิยมเจาะนำศูนย์ก่อน เพื่อความเที่ยงตรงของตำแหน่งจุดศูนย์กลางของรูเจาะ ดังรูปที่ 4

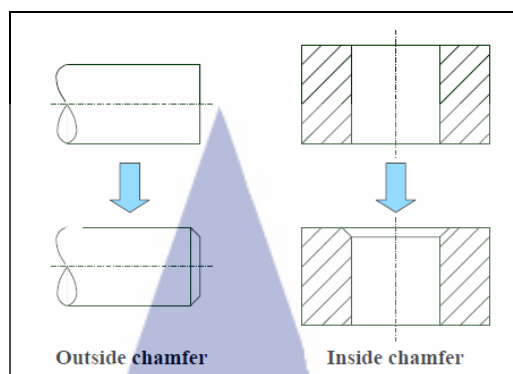


รูปที่ 4 การเจาะรูบนเครื่องกลึง

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2556). วิชา : งานฝึกฝีมือ
เบื้องต้นหน่วยที่ 15 งานกลึง. ออนไลน์.

4) การกลึงคว้าน คือ การตัดเอาเนื้อวัสดุชิ้นงานภายในรูเจาะออก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขยายรูเจาะให้มีขนาดโตขึ้นหรือการต้องการความเที่ยงขนาดของรูคว้าน หรือขยายรูเพื่อให้หัวสกรูหรือโบลต์ ฝังในชิ้นงาน การกลึงคว้านสำหรับเครื่องกลึง ชิ้นงานจะหมุนอยู่กับที่มีดคว้ามิตคว้านเป็นตัวเคลื่อนที่เข้าตัดเฉือน

5) การทำแชมเฟอร์ คือ การลบมุมที่ขอบของชิ้นงานออก เพื่อลบความคมของมุมซึ่งอาจเป็นอันตรายในการหยิบจับ สำหรับชิ้นส่วนที่ต้องประกอบกัน เช่น เฟลา กับรูเฟลา การทำแชมเฟอร์ที่ปลายเฟลา และที่ปากรูเฟลา จะทำให้ประกอบชิ้นงานได้ง่ายขึ้น หากไม่ทำแชมเฟอร์ เฟลาและรูเฟลาอาจจะประกอบกันกันได้ยาก หรือสวมเข้ากันไม่ได้เลย การแชมเฟอร์นิยมใช้กับชิ้นส่วนที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกหรือรูเจาะมี 2 ลักษณะ คือ Outside Chamfer และ Inside Chamfer ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การแซมเฟอร์

ที่มา : สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (2556).

การบอกขนาด (Dimension). ออนไลน์.

3. วัสดุประเภทเหล็กสำหรับงานกัดกลึง

3.1 กลุ่มวัสดุประเภทเหล็กที่ใช้สำหรับงานกัดกลึง แบ่งได้เป็นดังนี้

3.1.1 เหล็กกล้าคาร์บอนที่มีคาร์บอนต่ำ มีคาร์บอนน้อยกว่าร้อยละ 0.2 จัดเป็นกลุ่มที่มีการใช้งานมากที่สุด แต่อาจมีคาร์บอนสูงได้ถึงร้อยละ 0.45 ถ้าต้องการชิ้นงานที่มีความแข็งแรงสูง และมีความสามารถในการอบชุบ

3.1.2 เหล็กตัดง่าย (Free Machining Steels) เป็นเหล็กที่มีการเติมตะกั่ว ฟอสฟอรัส กำมะถัน เพื่อให้เกิดเฟสที่สองที่มีความแข็งต่ำ

3.1.3 เหล็กกล้าผสม (Alloy steels) เป็นกลุ่มที่มีความแข็งแรงสูงมักกัดกลึงในสภาวะการอบชุบ เครื่องมือที่ใช้จะต้องทำด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรงสูงที่อุณหภูมิสูง

3.1.4 เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) มีสมบัติในการกัดกลึงต่ำ โดยเฉพาะในกลุ่มที่มีโครงสร้างพื้นเป็นออสเทนไนต์ จะมีความแข็งแรงที่เพิ่มระหว่างการกัดกลึงสูง

3.1.5 เหล็กหล่อ ความสามารถในการกัดกลึงกลุ่มนี้จะขึ้นกับฟอร์มของคาร์บอน กลุ่มเหล็กหล่อเทา และเหล็กหล่อแกรไฟต์กลมจะมีคุณสมบัติการกลึงที่ดี

3.2 เหล็กกล้า

เหล็กกล้า (Steel) คือ เหล็กที่ผ่านการเพิ่มธาตุโลหะอื่นๆเข้าไปเพื่อปรับคุณสมบัติของเหล็กเป็นโลหะผสมมีปริมาณคาร์บอนประมาณร้อยละ 0.2 - 2.04 เหล็กกล้าแบ่งได้เป็น 2 ชนิดหลัก คือ หนึ่ง เหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon Steel) เป็นเหล็กกล้าที่เพิ่มธาตุคาร์บอนเข้าไป เพื่อเพิ่มคุณสมบัติทางกลให้กับเหล็ก สอง เหล็กกล้าผสม (Alloy Steel) เกิดจากการผสมธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เหล็กกล้าคาร์บอน สามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด

3.2.1 เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel) เป็นเหล็กเหนียวแต่ไม่แข็งแรงนัก สามารถนำไปกลึง กัด ไส เจาะได้ง่าย เนื่องจากเป็นเหล็กที่อ่อน สามารถรีดหรือตีเป็นแผ่นได้ง่าย เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการความเค้นแรงดึงสูงนัก จะมีคาร์บอนผสมอยู่ระหว่างร้อยละ 0.05-0.3 มักนำไปใช้งานทางด้านผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

3.2.2 เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (Medium Carbon Steel) มีคาร์บอนผสมอยู่ระหว่างร้อยละ 0.3-0.5 มีความแข็งแรงและความเค้นแรงดึงมากกว่าเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำแต่มีความเหนียวน้อยกว่า นอกจากนี้ยังให้คุณภาพในการแปรรูปที่ดีกว่าและยังสามารถนำไปชุบผิวแข็งได้ เหมาะกับงานที่ต้องการความเค้นดึงปานกลาง ต้องการป้องกันการสึกหรอที่ผิวหน้า และต้องการความแข็งแรง แต่มีความแข็งบ้างพอสมควร เช่น ทำชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ทำรางรถไฟ เพลารถยนต์ เฟือง หัวค้อน ก้านสูบ สปริง ชิ้นส่วนรถไถนา ไขควง ท่อเหล็ก นอต สกรู ที่ต้องแข็งแรง

3.2.3 เหล็กกล้าคาร์บอนสูง (High Carbon Steel) เป็นเหล็กมีความแข็งแรง และทนความเค้นแรงดึงสูง มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนร้อยละ 0.5-1.5 สามารถทำการชุบแข็งได้แต่จะเปราะ เหมาะสำหรับ งานที่ต้องการความต้านทานต่อการสึกหรอ เช่น ดอกสว่าน สกัด กรรไกร มีดคulling ใบเลื่อยตัดเหล็ก ดอกทำเกลียว (Tap) ใบมีดโกน ตะไบ แผ่นเกจ เหล็กกัด สปริงแหนบ ลูกบอล แบร็งกลูกปืน

3.3 ท่อเหล็ก

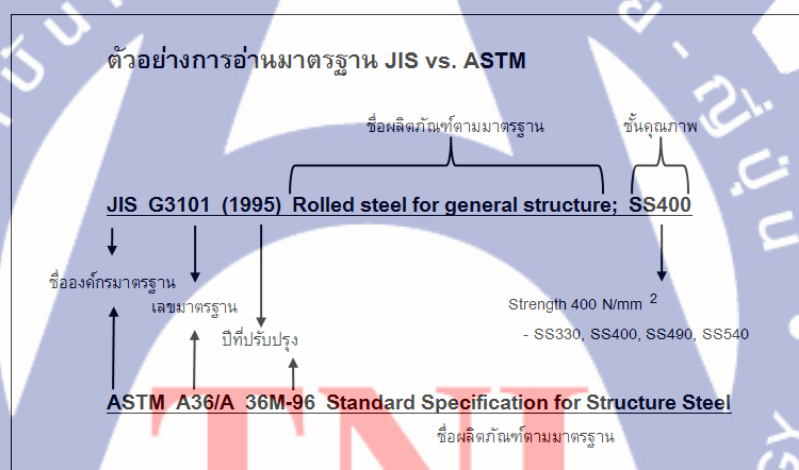
ท่อเหล็กกล้าแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลักๆ คือ ท่อเหล็กที่ได้จากการม้วนและเชื่อมเหล็กแผ่น และท่อที่ไม่ผ่านการเชื่อม (Seamless Pipe) ซึ่งได้จากการแปรรูปร้อนเหล็กแท่ง สำหรับการนำท่อเหล็กไปใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์นั้น ท่อที่ผลิตแบบมีตะเข็บจะใช้ทำชิ้นส่วนในจุดที่ต้องการความปลอดภัยสูงและใช้แนวเชื่อมเป็นแนวในการนำมาประกอบเป็นชิ้นส่วน ส่วนท่อไร้ตะเข็บจะใช้ทำในส่วนประกอบของกระบอกใช้คัพ บูชตามจุดต่างๆ

3.4 มาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรม

จากความหลากหลายทางสมบัติของเหล็กกล้าและความเหมาะสมกับสภาพการใช้งานที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณของธาตุผสม กระบวนการขึ้นรูป และกระบวนการปรับปรุงสมบัติ การพิจารณาเลือกใช้เหล็กกล้าที่เหมาะสมกับการใช้งานจึงเป็นเรื่องที่ยุ่ยาก ดังนั้นจึงมีการจัดตั้งหน่วยงานกลางเพื่อทำระบบมาตรฐาน ซึ่งหน่วยงานอาจจัดตั้งโดยตัวแทนของประเทศใดประเทศหนึ่ง หรือกลุ่มอุตสาหกรรมใดอุตสาหกรรมหนึ่ง โดยจะกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์และวิธีตรวจสอบ ปัจจุบันมาตรฐานเหล็กอุตสาหกรรมนิยมนำมาใช้งานกัน มี 3 มาตรฐาน ได้แก่ ระบบอเมริกัน AISI (American Iron and Steel Institute) ระบบเยอรมัน DIN (Deutsch Institute Norms) และระบบญี่ปุ่น JIS (Japanese Industrial Standards) ส่วน

ASTM (American Society for Testing and Material) คือ สมาคมเพื่อการทดสอบและวัสดุแห่งอเมริกา โดยเนื้อหาและรูปแบบของมาตรฐานจากต่างองค์กรจะมีลักษณะที่ต่างกัน แต่จะมีหลักการร่วมกันดังนี้

- ชื่อมาตรฐานผลิตภัณฑ์และชั้นคุณภาพ สำหรับมาตรฐานผลิตภัณฑ์จะเริ่มจากชื่อขององค์กรมาตรฐาน ตามด้วยกลุ่มของผลิตภัณฑ์และปีที่ประกาศมาตรฐาน ตามด้วยชื่อผลิตภัณฑ์
- กลุ่มของผลิตภัณฑ์อาจแบ่งแยกตามรูปทรงของผลิตภัณฑ์ ส่วนประกอบทางเคมี หรือลักษณะการใช้งานของผลิตภัณฑ์
- เนื้อหาภายในมาตรฐานอาจประกอบด้วย ขอบข่ายและบทนิยาม มาตรฐานการทดสอบที่เกี่ยวข้อง ชั้นคุณภาพและกลุ่มผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับ ส่วนประกอบทางเคมีตามชั้นคุณภาพ รูปทรงขนาดและ ลักษณะปรากฏรวมทั้งความคลาดเคลื่อนยินยอม การทดสอบ การตรวจพิจารณาเครื่องหมาย



ที่มา : สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย. (2554). มาตรฐานและสมบัติของเหล็กกล้าที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม. ออนไลน์.

4. การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ

การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ คือ การประเมินความผันแปรของกระบวนการ และวิเคราะห์ความผันแปรนี้กับข้อกำหนดหรือสเปกของผลิตภัณฑ์ ความสามารถของกระบวนการจะเป็นตัวที่บ่งบอกว่า กระบวนการที่ใช้ในการผลิตมีความสามารถที่จะผลิต

ผลิตภัณฑ์ได้ตามข้อกำหนดของลูกค้าหรือไม่ ในการประเมินผลความสามารถของกระบวนการ มีการแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ความสามารถเชิงศักยภาพ (Potential Capability) และ ความสามารถเชิงสมรรถนะ (Performance Capability) โดยขึ้นอยู่กับความสนใจกับ ตำแหน่งของกระบวนการว่าเป็นจริงหรือไม่ ในการกำหนดความสามารถของกระบวนการ สามารถทำได้ผ่านวิธีทางสถิติหลายวิธี วิธีที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ วิธีการวัดค่าความสามารถของกระบวนการโดยอาศัยค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ

1) C_p เป็นดัชนีที่เปรียบเทียบความต้องการของลูกค้า (ค่าสเปค) กับช่วงความผันแปร โดยธรรมชาติของกระบวนการ มีสูตรคำนวณ ดังสมการที่ 1 และสมการที่ 2

กรณีค่าความคลาดตอนุญาตแบบสองด้าน หรือค่าขีดจำกัดของข้อกำหนดสองข้าง

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (1)$$

กรณีค่าความคลาดตอนุญาตแบบด้านเดียว หรือค่าขีดจำกัดของข้อกำหนดข้างเดียว

$$C_{pu} = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} \quad \text{หรือ} \quad C_{pl} = \frac{LSL - \bar{X}}{3\sigma} \quad (2)$$

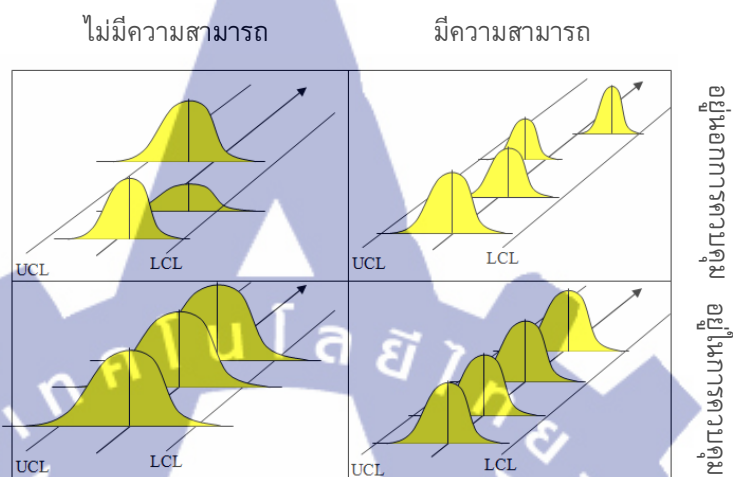
โดยที่ C_{pu} = ค่าความสามารถของกระบวนการด้านสมรรถนะขอบเขตบน
 C_{pl} = ค่าความสามารถของกระบวนการด้านสมรรถนะขอบเขตล่าง
 USL = ข้อกำหนดด้านบน
 LSL = ข้อกำหนดด้านล่าง
 σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ถ้าค่าที่ได้นั้นเกาะกลุ่มจะส่งผลให้ค่า C_p สูง ทำให้กราฟแคบ แต่ถ้าค่ากระจายจะส่งผลให้ค่า C_p จะต่ำ ทำให้กราฟกว้าง ซึ่งการใช้เพียงค่า C_p อย่างเดียวยังไม่เพียงพอที่จะบอกได้ว่ากระบวนการมีความสามารถเป็นอย่างไร เนื่องจากค่าดังกล่าวเป็นการพิจารณาเฉพาะ สัดส่วนของความกว้างของสเปกเปรียบเทียบกับการกระจายตัว โดยยังมิได้พิจารณาถึงตำแหน่งของข้อมูลว่าอยู่ที่ใด จึงมีการคิดดัชนีชี้วัดขึ้นมาใหม่

2) C_{pk} ดัชนีความสามารถของกระบวนการด้านสมรรถนะ โดยมีสูตรคำนวณ ดังสมการที่ 3

$$C_{pk} = \text{minimum} (C_{pu}, C_{pl}) \quad (3)$$

ค่า Cpk จะแสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของกระบวนการเลื่อนห่างออกไปจากเป้าหมายที่ตั้งไว้เพียงไร เมื่อเป้าหมายคือค่ากลางของข้อกำหนดเฉพาะ หากค่า Cpk มีค่าน้อยเท่าไร แสดงว่า กระบวนการผลิตมีความผันแปรกระจายห่างจากเป้าหมายมากเท่านั้น จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาทั้งหมดสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การควบคุมกระบวนการกับความสามารถกระบวนการ Process Control vs. Process Capability

ที่มา : คมสันต์. (2556). การวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการ (Process Capability Analysis: PCA). ออนไลน์.

สำหรับดัชนีความสามารถของกระบวนการ Cpk ที่เหมาะสมกับกระบวนการทั่วไป ที่มีข้อกำหนดเฉพาะแบบพิกัดสองด้าน คือ 1.33 ส่วนข้อกำหนดเฉพาะแบบพิกัดด้านเดียว คือ 1.25 ดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าแนะนำสำหรับค่าที่ต่ำที่สุดของดัชนี C_{pk}

ประเภทของกระบวนการ	ค่าดัชนี C_{pk} ที่ต่ำที่สุด	
	ข้อกำหนดเฉพาะแบบสองด้าน	ข้อกำหนดเฉพาะแบบด้านเดียว
กระบวนการทั่วไป (ใช้งานอยู่)	1.33	1.25
กระบวนการทั่วไป (ใหม่)	1.5	1.45
กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยหรือพารามิเตอร์วิกฤต (ใช้งานอยู่)	1.5	1.5
กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยหรือพารามิเตอร์วิกฤต (ใหม่)	1.7	1.6

ที่มา : กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2550). หลักการควบคุมคุณภาพ.

หน้า 433.

5. การสำรวจงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

กิตติ วิบูลย์ศิริเสวีกุล (2542) ได้นำเทคนิควิศวกรรมคุณค่ามาใช้ในการดำเนินงานและการทำกิจกรรมเพื่อลดต้นทุนผลิตภัณฑ์ชุดสายไฟ Wire Cowl รุ่น A โดยประยุกต์ใช้แผนวิศวกรรมคุณค่า 7 ขั้นตอนของ Arthur E. Mudge โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1. เลือกชุดสายไฟ จากชุดสายไฟที่มีต้นทุนและจำนวนที่ขายให้ลูกค้าต่อเดือนสูงสุด 2. รวบรวมข้อมูลต่างๆ ของชุดสายไฟ 3. วิเคราะห์หน้าที่ของชิ้นส่วนเพื่อหาหน้าที่พื้นฐานและหน้าที่รอง 4. ระดมความคิดจากกลุ่มผู้ร่วมงาน 5. ทำให้ความคิดแคบเข้ามา 6. สรุปหาข้อดีและข้อเสีย 7. จัดทำข้อเสนอแนะการลดต้นทุน ซึ่งผลที่ได้ทำให้สามารถจัดทำข้อเสนอแนะเพื่อลดต้นทุนของชุดสายไฟได้ตามเป้าหมาย โดยสามารถลดต้นทุนสายไฟลงได้ 8,469,510 บาทต่อปี และยังสามารถเพิ่มความพึงพอใจด้านราคาและการจัดการให้กับลูกค้าด้วย

ชาญวิทย์ พรหมสุรินทร์ (2544) ได้ศึกษามาตรการอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตแผ่นสังกะสี ซึ่งได้นำเอาแผนวิศวกรรมคุณค่า 7 ขั้นตอนของ Mudge มาใช้ โดยต้นทุนพลังงานแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อน และค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า ซึ่งการปรับปรุงทำโดยนำความร้อนที่ทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ในเครื่องชุบสังกะสี หุ้มฉนวนป้องกันความร้อนที่ผนังเครื่องชุบสังกะสี ทำฝาปิดที่บ่อเครื่องชุบสังกะสี หุ้มฉนวนป้องกันความร้อนที่ผนังเครื่องอบแห้ง ปรับลดอัตราการรั่วไหลของเครื่องอบแห้ง ปรับลดอัตราการรั่วไหลของเครื่องอบแห้ง ปรับเปลี่ยนการทำงานของมอเตอร์โดยการติดตั้ง เครื่องควบคุมความเร็วรอบที่แกนของมอเตอร์ในเครื่องชุบสังกะสีและเครื่องอบแห้ง ซึ่งผลจากการเสนอแนวทางในการประหยัดพลังงานในกระบวนการผลิตแผ่นสังกะสี สรุปผลของต้นทุนพลังงานทางเลือก 272.93 บาทต่อตัน ลดต้นทุนพลังงานได้ 35.28 บาทต่อตัน และประหยัดพลังงานได้ 5,021 กิโลจูลต่อปี

ธนภพ กัลกัตตาวาลา (2547) ได้ประยุกต์ใช้แผนวิศวกรรมคุณค่าของ คาเนโออะ อะกิยามา เพื่อใช้ในการตรวจวินิจฉัยระบบการจัดการกระบวนการผลิตน้ำแข็งซองเพื่อหาแนวทางปรับปรุงเพื่อการประหยัดพลังงานและลดความสูญเสียปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ซึ่งพบปัญหาในกระบวนการผลิต ได้แก่ การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่บ่อผลิตน้ำแข็ง การเลือกใช้น้ำเกลือในการถ่ายเทความร้อนภายในบ่อผลิตไม่เหมาะสม คุณภาพที่ใช้ในการทำของผลิตน้ำแข็งไม่เหมาะสม โดยมีแนวทางการปรับปรุง คือ ยกเลิกการใช้อุปกรณ์ช่วยลดอุณหภูมิ เปลี่ยนการใช้น้ำเกลือจากเกลือทะเลเป็นเกลือบริสุทธิ์ เพื่อลดปริมาณตะกอนสะสม เปลี่ยนวัสดุทำของน้ำแข็งจากสังกะสีเป็นสแตนเลส เนื่องจากคงทนต่อการกัดกร่อนดีกว่า เป็นการช่วยลดภาระการซ่อมบำรุงของน้ำแข็ง ทำให้ยืดอายุการใช้งานและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคด้วย นอกจากนี้การเพิ่มพื้นที่ผิวถ่ายเทความร้อนภายในช่องน้ำแข็งในส่วนที่ต้องตัดน้ำแข็งทิ้งร้อยละ 17 จะทำให้ลดเวลาที่ใช้ในการผลิตได้ประมาณร้อยละ 10

ศกุนี เครือวัลย์ (2548) ได้นำเทคนิควิศวกรรมคุณค่าไปประยุกต์ใช้ในกิจกรรมอนุรักษ์พลังงานภายในโรงงานผลไม้อบแห้ง และโรงงานสิ่งทอ โดยสำหรับโรงงานผลไม้อบแห้งได้มีมาตรการทางไฟฟ้า 3 มาตรการ คือ 1. ลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศ 2. ลดความดันใช้งานของเครื่องอัดอากาศ 3. จัดพนักงานให้เข้าทำงานในเครื่องจักรให้เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งผลทำให้ค่าไฟฟ้าลดลง 107,050 บาทต่อปี ส่วนมาตรการทางความร้อนมี 3 มาตรการคือ 1. ลดปริมาณน้ำสิ้นจากการต้ม 2. การ Preheat น้ำป้อนหม้อต้ม 3. เพิ่มอุณหภูมิน้ำป้อน Boiler ซึ่งทำให้ลดการใช้เชื้อเพลิงถ่านหินลงได้คิดเป็นมูลค่า 658,613 บาทต่อปี และสำหรับโรงงานสิ่งทอได้มีมาตรการทางไฟฟ้า 3 มาตรการเช่นกัน คือ 1. ลดภาระมอเตอร์ 2. ใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ แทนการใช้พลังงานไฟฟ้า 3. เพิ่ม Load Factor ของโรงงาน ซึ่งผลทำให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้รวม 11,157 kWh ต่อปี สำหรับมาตรการการเพิ่ม Load Factor เป็นการลดค่าใช้จ่ายเท่านั้น ซึ่งคิดเป็นค่าไฟฟ้าที่ลดลงทั้งสิ้น 343,203 บาทต่อปี

ณรพล พงษ์สำราญกุล (2550) ได้เสนอการปรับปรุงกระบวนการผลิตสลักเกลียวและแป้นเกลียว โดยการดัดต้นทุนในกระบวนการ โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า ซึ่งจากการวิเคราะห์หน้าที่ของกระบวนการ พบว่า มีกระบวนการที่ทำให้เกิดหน้าที่เดียวกันใน 2 กระบวนการ คือ กระบวนการป้อนขึ้นรูปด้าน Nut และกระบวนการกลึง Chamfer จึงได้ออกแบบ Die ที่ใช้ในการป้อนขึ้นรูปให้มี Chamfer อยู่ในตัว เพื่อรวม 2 กระบวนการนี้เข้าด้วยกัน และได้ทดสอบตามขั้นตอนของวิศวกรรมคุณค่า ผลที่ได้จากการปรับปรุงคือสามารถลดต้นทุนในกระบวนการผลิตได้ร้อยละ 23.28 และลดเวลาในกระบวนการผลิตลงได้ร้อยละ 16.81

มีเชาว์ จันทรศิริวัฒนา (2552) ทำการศึกษาหลักวิศวกรรมคุณค่า 7 ขั้นตอน เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์คุณค่าของกระบวนการผลิตในกระบวนการสุดท้ายของผลิตภัณฑ์แผงวงจรไฟฟ้าชนิดอ่อน เนื่องจากมีการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์การผลิต และแรงงานเป็นจำนวนมาก อีกทั้งได้นำหลัก ECRS มาประยุกต์ใช้เพื่อลดความสูญเสียเปล่าในการผลิตอีกด้วย และจาก

ผลการดำเนินงาน พบว่า สามารถลดต้นทุนแรงงานที่เกิดขึ้นจริงซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการศึกษา เวลาการผลิตในแต่ละกระบวนการของสายการผลิตสุดท้าย ได้ร้อยละ 47.53

ไชยยงค์ ดันทิวัดถกุล (2552) ได้นำเทคนิควิศวกรรม 7 ขั้นตอนไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิธีการและรูปแบบหีบห่อการขนส่ง โดยได้หาแนวคิดใหม่ๆ ตั้งแต่การหาวัสดุ และรูปแบบการจัดเรียง ผลการศึกษาทำให้สามารถลดส่วนประกอบชุดบรรจุภัณฑ์จาก 7 รายการ เหลือ 6 รายการ ลดต้นทุนไปร้อยละ 58.29

สิทธิชัย ธานี (2553) ได้ทำการวิจัย เพื่อทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตชิ้นส่วนแผ่น กันโคลนหน้าล่างซ้ายและขวา เพื่อลดต้นทุนในกระบวนการ โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า วิเคราะห์หน้าที่การทำงานขององค์ประกอบวัตถุดิบและกระบวนการในการผลิตชิ้นส่วน พบว่า ในกระบวนการตัดส่วนหัวรูนำฉีดและทางวิ่ง คือ ส่วนเกินไม่ก่อให้เกิดคุณค่าซึ่งเป็นส่วนที่ไม่ ต้องการของชิ้นงาน และได้ทำการปรับปรุงโดยการนำเอาส่วนหัวรูนำฉีดและทางวิ่งมาแปรรูปบด ย่อย แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ โดยผสมเติมเต็มแทนที่ปริมาณบางส่วนของวัตถุดิบเม็ดพลาสติก ซึ่ง ผลที่ได้ทำให้สามารถลดต้นทุนในกระบวนการผลิตได้ร้อยละ 5.76

จิรายุ จิตเจื้อจุน; อัมพิกา ไกรฤทธิ์; และ ประณัฐ วิสุวรณ์ (2554) ได้นำเสนอแนวทาง โดยการบูรณาการวิศวกรรมคุณค่าและซิกซ์ซิกมาเพื่อลดต้นทุนในอุตสาหกรรมการผลิตเบาะ รถยนต์ ผลการรวมกันสองเทคนิคทำให้แก้ปัญหาคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากการลดต้นทุน และทำให้การลดต้นทุนผลิตภัณฑ์มีความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น โดยเทคนิคนี้ทำให้สามารถลดต้นทุน และเพิ่มคุณภาพเป็นเงิน 932,800 บาทต่อปี

พรเทพ แก้วเชื้อ (2555) ได้ทำการวิจัยพัฒนาระบบกำจัดฝุ่นของเครื่องเลื่อยไม้ ของ โรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ เนื่องจากพบปัญหา ฝุ่น ซึ่งเกิดจากการเลื่อยไม้ โดยมีปริมาณฝุ่นเฉลี่ย 100 กรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ส่งผลต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงาน และทำให้เครื่องจักรหยุดทำงาน 8 ครั้งต่อเดือนเนื่องจากมีเศษฝุ่นเข้าไปติดในเครื่องจักร งานวิจัยนี้จึงได้นำเทคนิควิศวกรรมคุณค่า 7 ขั้นตอนมาใช้ในการพัฒนาระบบกำจัดฝุ่น เนื่องจากระบบกำจัดฝุ่นที่มีขายในท้องตลาดมีราคา ประมาณ 36,600 บาท หลังการทดลองพบว่า ฝุ่นลดลงร้อยละ 95 สามารถลดปัญหาเครื่องจักร หยุดการทำงานได้ร้อยละ 100 และประหยัดต้นทุนได้ 12,100 บาท

ตารางที่ 4 สรุปผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	ชื่อผู้แต่ง	ชื่อเรื่อง	เทคนิคที่นำมาใช้			การวิเคราะห์หน้าที่	
			Arthur E.Mudge (7 ขั้นตอน)	คาเนโอะ อะกิยามา (11 ขั้นตอน)	อื่นๆ	ชิ้นส่วนประกอบ	กระบวนการ
1	กิตติ วิบูลย์ศิริเสวีกุล	การลดต้นทุนโดยใช้เทคนิค วิศวกรรมคุณค่า/ การวิเคราะห์คุณค่า :กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิต ชุดสายไฟรถยนต์	✓			✓	
2	ชาญวิทย์ พรหมสุรินทร์	การอนุรักษ์พลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้า ในโรงงานสังกะสีโดยระบบควบคุมคุณภาพ แบบวิศวกรรมคุณค่า	✓				✓
3	ธนภพ กัลกิตตาวาลา	การประยุกต์เทคนิควิศวกรรมคุณค่าเพื่อ การประหยัดพลังงานในโรงงานน้ำแข็ง		✓			✓
4	ศกุนี เครือวัลย์	การประหยัดพลังงานด้วยเทคนิคการจัดการ (วิศวกรรมคุณค่า) กรณีศึกษาของโรงงานอาหาร และสิ่งทอ			✓		✓
5	ธนพล พงษ์สำราญกุล	การลดต้นทุนในโซ่อุปทานการผลิตสลักเกลียวและ แป้นเกลียวโดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า	✓				✓
6	มีเชาว์ จันทศิริวัฒนา	การลดต้นทุนกระบวนการผลิตโดยใช้หลัก วิศวกรรมคุณค่า กรณีศึกษา การผลิตชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์ แผงวงจรไฟฟ้าชนิดอ่อน	✓				✓
7	ไชยยงค์ ตันทิวัดกุล	การประยุกต์เทคนิควิศวกรรมคุณค่าสำหรับหีบห่อ การขนส่ง	✓			✓	
8	สิทธิชัย ธานี	การลดต้นทุนของชิ้นส่วนแผ่นกันโคลน สำหรับ ชิ้นส่วนรถยนต์ โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า	✓				✓
9	จิรายุ จิตเจื้อจุน, อัมพิกา ไกรฤทธิ์, และ ประณัฐ วิสุวรรณ	การบูรณาการของวิศวกรรมคุณค่า และ ซิกซ์ ซิกม่าสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต เบาะรถยนต์			✓	✓	
10	พรเทพ แก้วเชื้อ	การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคุณค่าในการพัฒนาระบบ กำจัดฝุ่นของเครื่องเลื่อยไม้	✓			✓	

บทที่ 3

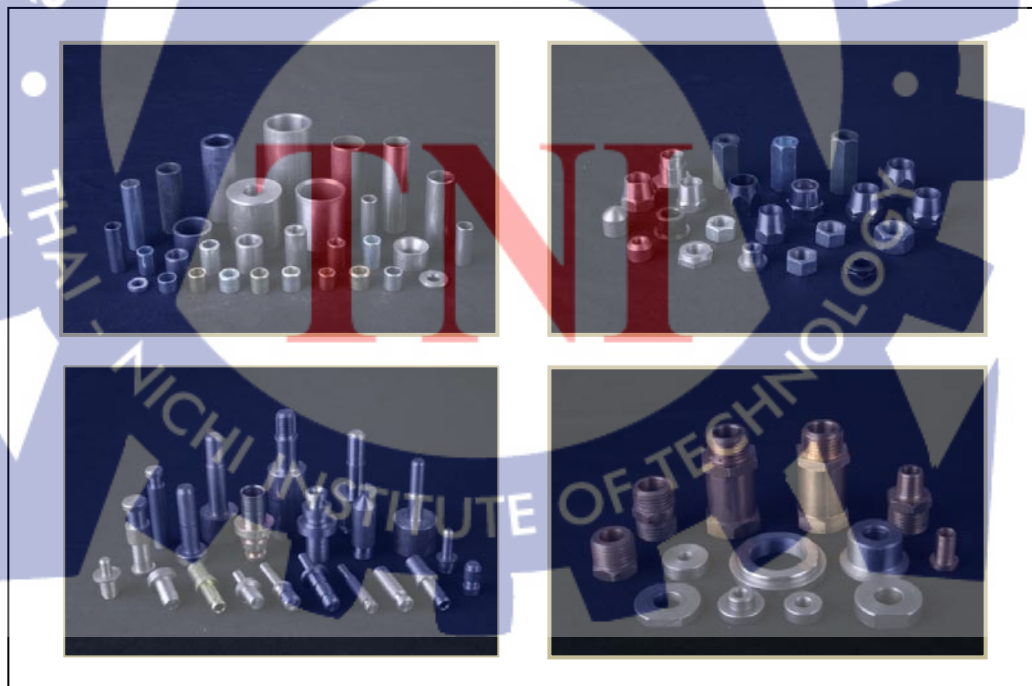
วิธีการดำเนินงานสารนิพนธ์

ศึกษา และรวบรวมข้อมูลสภาพปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา

สถานประกอบการที่ใช้เป็นกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนโลหะโดยวิธีการกัดกลึง (Machining) จัดส่งให้กับลูกค้าหลากหลายกลุ่ม เช่น กลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ รถจักรยานยนต์ กลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรทางการเกษตร กลุ่มอุปกรณ์ไฟฟ้า และกลุ่มชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ ก่อตั้งเมื่อปี 2532 ด้วยทุนจดทะเบียน 2 ล้านบาท ปัจจุบันมีพนักงานทั้งหมดจำนวน 50 คน

ผลิตภัณฑ์

ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่โรงงานกรณีศึกษาผลิต เป็นชิ้นส่วนโลหะหลากหลายประเภท อย่างเช่น สลักเกลียว (Bolt) แป้นเกลียว (Nut) หัวหมุด (Rivet) ปลอกสวม (Collar) สลัก (Pin) เป็นต้น โดยลูกค้าจะเป็นผู้ออกแบบ (Drawing) และกำหนดคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เกรดของวัสดุดิบ สภาพผิว (Appearance) หรืออื่นๆ ส่วนทางโรงงานจะเป็นผู้ออกแบบ กระบวนการผลิต เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต และเป็นผู้จัดหาวัตถุดิบตามความต้องการของลูกค้า



รูปที่ 8 ผลิตภัณฑ์ของโรงงาน

กระบวนการผลิต

ลักษณะกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละรายการจะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับฝ่ายผลิตจะเป็นผู้ออกแบบกระบวนการ ซึ่งไลน์การผลิตจะมีด้วยกัน 6 ไลน์ ได้แก่ 1) ไลน์เครื่อง Auto Lathe 2) ไลน์เครื่อง Turret Lathe 3) ไลน์เครื่อง Bench Lathe 4) ไลน์เครื่อง Drilling/Tapping Machine 5) ไลน์เครื่อง Threading Machine และ 6) ไลน์เครื่อง Press Machine ตัวอย่างไลน์การผลิตแสดงดังรูปที่ 9 แต่ละไลน์การผลิตจะสามารถแปรรูปโลหะได้ในแบบต่างๆ กันออกไป เช่น ไลน์เครื่อง Auto Lathe และ Turret Lathe จะสามารถแปรรูปชิ้นงานโดยการ กัด เจาะ กัดคว้าน กัดเป็นรูปร่างต่างๆ และกัดตัด ไลน์เครื่อง Bench Lathe เน้นใช้สำหรับการ กัด ปาดหน้าและกัดปอกผิว ไลน์เครื่อง Drilling/Tapping Machine ใช้สำหรับการ แชมเฟอร์ และตีปเกลียว ไลน์เครื่อง Threading Machine ใช้สำหรับการ รีดเกลียวและรีดลาย และไลน์เครื่อง Press Machine ใช้ในการปั๊มให้เป็นรูปทรงต่างๆ



รูปที่ 9 ไลน์เครื่องจักรชนิดต่างๆ

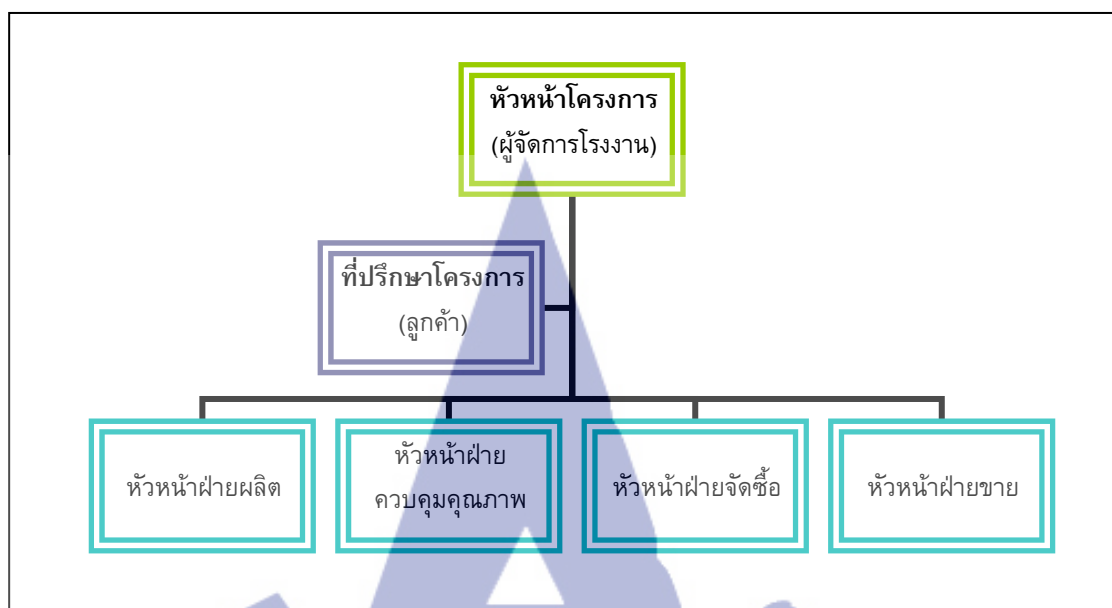
ที่มาของปัญหา

เนื่องจากลูกค้าหลักของโรงงานกรณีศึกษา คือ ลูกค้าที่เป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์และรถจักรยานยนต์ ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่า กลุ่มอุตสาหกรรมดังกล่าว เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันสูงมาก ส่งผลมายังนโยบายการจัดซื้อวัตถุดิบและชิ้นส่วนต่างๆ จาก Supplier ที่จะต้องสามารถแข่งขันได้ด้วย ประเด็นที่ลูกค้าให้ความสำคัญ คือเรื่องคุณภาพชิ้นงาน ราคา และบริการส่งมอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านราคา ทางลูกค้าจะร้องขอให้แสดงโครงสร้างราคาของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะต้องยื่นโครงสร้างราคาเดิมไว้ โดยเฉพาะค่ากระบวนการผลิตที่ไม่สามารถปรับขึ้นราคาได้ง่าย และในปีที่ผ่านมา มีลูกค้าของโรงงานอยู่รายหนึ่ง ได้จัดกิจกรรมการลดต้นทุน (Cost Reduction) ขึ้น จุดประสงค์ก็เพื่อให้ Supplier เข้าร่วมโดยให้นำเสนอกิจกรรมการลดต้นทุนภายในโรงงาน โดยเลือกชิ้นงานที่มีการซื้อขายปัจจุบันมา 1 รายการ เพื่อหาแนวทางการลดต้นทุน และนำเสนอกับทางลูกค้า

จากปัญหาข้างต้น ทางผู้บริหารของโรงงานจึงมีนโยบายให้จัดตั้งทีมงานขึ้นเพื่อดำเนินกิจกรรมการลดต้นทุนดังกล่าว ซึ่งเทคนิคในการลดต้นทุนนั้นมีอยู่ด้วยการหลายวิธี เช่น เทคนิควิศวกรรมคุณค่า เทคนิคการควบคุมคุณภาพ เทคนิคการลดรอบเวลาการผลิต และการปรับสายการผลิต เป็นต้น แต่สำหรับกิจกรรมการลดต้นทุนในครั้งนี้ ได้เลือกนำเอาเทคนิควิศวกรรมคุณค่ามาประยุกต์ใช้ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่มีจุดมุ่งหมายในการลดต้นทุนของผลิตภัณฑ์ให้ต่ำลง แต่ยังคงรักษาคุณภาพ และหน้าที่การใช้งานไว้เหมือนเดิม

การจัดตั้งทีมงาน VE

ทีมงาน VE ประกอบไปด้วยผู้จัดการโรงงาน ซึ่งเป็นผู้จัดการโครงการ สมาชิกที่มาจากแผนกต่างๆ ซึ่งมีความรู้ ความชำนาญ ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ อันได้แก่ ฝ่ายผลิต ฝ่ายควบคุมคุณภาพ ฝ่ายจัดซื้อ และฝ่ายขาย นอกจากนี้ยังมีที่ปรึกษาอาวุโส คือ ฝ่ายควบคุมคุณภาพของทางลูกค้าด้วย โดยได้จัดตั้งทีมงานดังแผนผัง ในรูปที่ 10



รูปที่ 10 แผนผังการจัดทีมงาน VE

ขั้นตอนการดำเนินงานวิศวกรรมคุณค่า

การศึกษาในการลดต้นทุนโดยใช้หลักวิศวกรรมคุณค่า ผู้ศึกษาและทีมงานได้นำเค้าโครงแผนงานวิศวกรรมคุณค่า 7 ขั้นตอนของ อาเธอร์ อี มัดจ์ (Arthur E. Mudge) มาประยุกต์ใช้ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การเลือกโครงการ (Project Selection Phase)
2. รวบรวมข้อมูล (Information Phase)
3. วิเคราะห์หน้าที่ (Function Phase)
4. สร้างสรรค์ความคิด (Creative Phase)
5. ขึ้นประเมินผลความคิด (Evaluation Phase)
6. ขั้ทดสอบและพิสูจน์ (Investigation Phase)
7. ข้อเสนอแนะ (Recommendation Phase)

1. เลือกโครงการ (Project Selection Phase)

ทางทีมงาน VE ได้นำรายการที่มีการสั่งซื้อทั้งหมดของลูกค้ามาพิจารณา เพื่อนำมาเลือกเข้าร่วมกิจกรรม โดยจะพิจารณาจากชิ้นงานที่มีปริมาณการผลิตจำนวนมาก และมีราคาที่สูงผลต่อรายได้สูงที่สุด ดังตารางที่ 5 ซึ่งจากการตรวจสอบข้อมูลแล้วพบว่า ชิ้นงานรายการ Collar มียอดการสั่งซื้อสูงที่สุด จึงได้เลือกมาใช้ในการศึกษาเนื่องจากจะสามารถสะท้อนการลดต้นทุนได้อย่างชัดเจน และยังสามารถเป็นโมเดลต้นแบบในการลดต้นทุนให้กับชิ้นงานอื่น ๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้อีกด้วย

ตารางที่ 5 รายการและปริมาณสั่งซื้อชิ้นงานต่อเดือนโดยเฉลี่ย

No.	Part name	Volume/Month
1	Bolt wire adjust	15,000
2	Nut fixing	15,000
3	Pin	5,500
4	Holder wire	15,000
5	Rivet	7,000
6	Collar	145,000
7	Spacer A	70,000
8	Spacer B	20,000
9	Guide bushing	30,000
10	Bolt r rear cushion	13,000
11	Bolt l rear cushion	13,000
12	Bolt adapter	25,000
13	Hook	5,500
14	Pivot 501	2,500
15	Insert nut m8 x 1.25	10,000

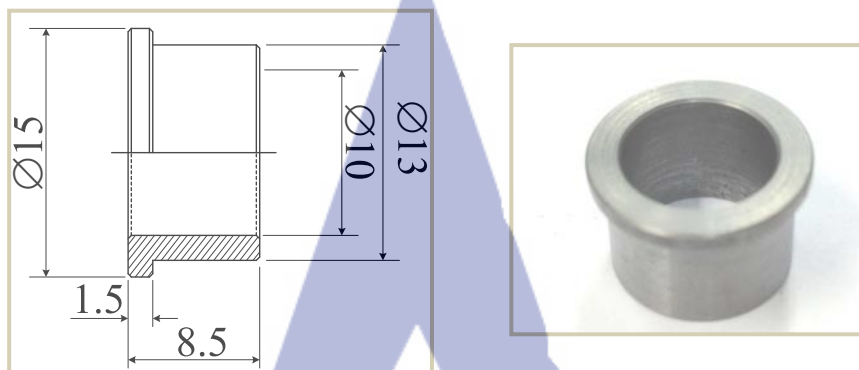
หลังจากได้เลือกชิ้นงานเพื่อเข้าร่วมกิจกรรมแล้ว ทางทีมงาน VE จึงได้ทำการตั้งเป้าหมายในการลดต้นทุน ดังตารางที่ 6 โดยเป้าหมายที่ตั้งไว้คือ การลดต้นทุนลงร้อยละ 5 ของราคาขาย ซึ่งจากปริมาณการสั่งซื้อต่อเดือนโดยเฉลี่ย คือ 145,000 ชิ้น จะสามารถลดต้นทุนได้คิดเป็นมูลค่าต่อเดือนเท่ากับ 20,300 บาท หรือคิดเป็นมูลค่าต่อปีเท่ากับ 243,600 บาท

ตารางที่ 6 เป้าหมายการลดราคาชิ้นงาน

ชื่อชิ้นส่วน	ราคาขายปัจจุบัน	เป้าหมาย	เป้าหมายราคาขาย
Collar	2.80	5%	2.66

2. รวบรวมข้อมูล (Information Phase)

2.1 ข้อมูลชิ้นงาน



รูปที่ 11 ชิ้นงาน Collar

ข้อมูลของชิ้นงานที่ผลิต ทางลูกค้าจะเป็นผู้ออกแบบโดยกำหนดมิติทางด้านรูปร่างของชิ้นงานตามแบบ (Drawing) ดังรูปที่ 11 และกำหนดสภาพผิว (Appearance) ได้แก่ ชิ้นงานชุบเคลือบผิว MFZ-n-C ชิ้นงานไม่มีครีบกม ไม่เป็นสนิม และไม่มีรอยแตกร้าว สำหรับในส่วนของคุณค่าแอมเฟอร์ ทางโรงงานกรณีศึกษาได้เป็นผู้กำหนดขึ้นมาเองและไม่ได้มีการกำหนดค่าแอมเฟอร์ไว้ เนื่องจากหน้าที่ของการแอมเฟอร์จะช่วยให้ชิ้นงานไม่มีครีบกม ซึ่งหากไม่ทำการแอมเฟอร์ก่อน เมื่อนำชิ้นงานไปชุบเคลือบผิวจะทำให้ครีบกมนั้นหนาและแข็งขึ้น และอาจจะส่งผลต่อการใช้งานได้ เช่น ทำให้ยิงสกรูไม่ผ่าน หรือชิ้นงานไม่สามารถสวมอัดเข้าไปในมือจับโหนดพลาสติกได้

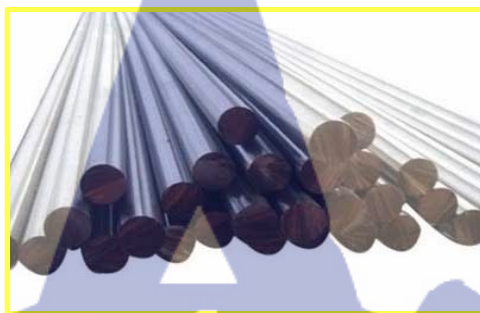
ชิ้นงาน Collar ที่โรงงานกรณีศึกษาผลิตนั้น ทางลูกค้าจะนำไปประกอบเป็นอุปกรณ์มือจับโหนดในรถยนต์ โดยนำไปสวมอัดไว้ในพลาสติก ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 ลักษณะการนำชิ้นส่วนไปใช้งาน

2.2 ข้อมูลวัตถุดิบ

ปัจจุบันชิ้นงาน Collar ทางลูกค้าได้กำหนดให้ใช้วัตถุดิบ เป็นเหล็กเพลากลมเกรด SS400 อ้างอิงมาตรฐานตาม JIS G3101 (Rolled Steels for General Structure) ดังรูปที่ 13 ซึ่งเป็นเหล็กที่เหมาะสมสำหรับทำชิ้นส่วนอะไหล่ทั่วไป



รูปที่ 13 ตัวอย่างวัตถุดิบเหล็กเพลากลม

ส่วนในด้านขนาดของวัตถุดิบ ทางโรงงานจะเป็นผู้กำหนดเอง โดยได้กำหนดให้ใช้วัตถุดิบที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอกเท่ากับ 15 มิลลิเมตร ซึ่งจะมีขนาดเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอกของชิ้นงานพอดี โดยปัจจุบันราคาขายอยู่ที่กิโลกรัมละ 29 บาท การสั่งซื้อวัตถุดิบจะสั่งเป็นเส้นเพลากลมความยาวที่ 3 เมตร คิดเป็นราคาต่อเส้น 120.67 บาท สามารถผลิตชิ้นงานได้จำนวน 233 ชิ้นต่อเส้น คิดเป็นต้นทุนวัตถุดิบต่อชิ้นอยู่ที่ 0.52 บาท โดยมีปริมาณการใช้วัตถุดิบต่อเดือนประมาณ 3,000 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าการสั่งซื้อต่อเดือน คือ 87,000 บาท ข้อมูลแสดงไว้ในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ต้นทุนวัตถุดิบ

เกรด	ขนาด	ราคา/เส้น (กิโลกรัมละ 29 บาท)	ชิ้นงานที่ได้/เส้น	ต้นทุนวัตถุดิบ ต่อชิ้น
SS400	OD 15.0 mm	120.67 บาท	233 ชิ้น	0.52 บาท

2.3 ข้อมูลด้านกระบวนการผลิต

ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตของชิ้นงาน Collar ซึ่งสามารถจำแนกกระบวนการผลิต (Process Flow Chart) ได้ดังรูปที่ 14 โดยกระบวนการผลิตมีทั้งสิ้น 5 กระบวน



รูปที่ 14 กระบวนการผลิตชิ้นงาน Collar

หมายเหตุ OD = เส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอก
ID = เส้นผ่านศูนย์กลางด้านใน

ตารางที่ 8 แสดงให้เห็นถึงรอบเวลาในการผลิตชิ้นงาน 1 ชิ้น โดยใช้รอบเวลาผลิตเท่ากับ 51.8 วินาที กระบวนการที่ใช้เวลาในการผลิตสูงที่สุด คือ กระบวนการกลึงปอก ซึ่ง

ขั้นตอนที่ใช้เวลาในการผลิตมากที่สุดคือ ขั้นตอนการกลึงตัดใช้เวลา 12.2 วินาที รองลงมาคือ ขั้นตอนการเจาะรู ID 10 mm ใช้เวลา 10.5 วินาที

ตารางที่ 8 รอบเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน 1 ชิ้น

ลำดับ	กระบวนการ		รอบเวลาของ แต่ละกระบวนการ (วินาที/ชิ้น)	เวลา (วินาที)												
				5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
P.1	กลึงปอก	ปล่อยวัตถุจับ Stopper	2.1													
		เจาะนำศูนย์	4.2													
		เจาะรู ID 10 mm	10.5													
		กลึงปอก OD 13 mm	9.3													
		กลึงปาดหน้าและลบคม OD 13 mm	3.6													
		กลึงตัด	12.2													
P.2	กลึงปาดหน้า OD 15 mm		3.5													
P.3	ลบคม ID 10 mm		1.5													
P.4	ชุบเคลือบผิว		1.4													
P.5	ตรวจสอบคุณภาพ		3.5													
เวลารวม			51.8													

2.4 ข้อมูลด้านต้นทุนการผลิต

การศึกษาต้นทุนเฉลี่ยของแต่ละกระบวนการที่ทำให้เกิดหน้าที่ในการทำงาน ประกอบไปด้วยต้นทุนค่าแรงงานทางตรง ต้นทุนเครื่องจักร เครื่องมือ ดังตารางที่ 9 แสดงให้เห็นถึงต้นทุนการผลิตในขั้นตอนต่างๆ โดยมีต้นทุนการผลิตรวมทั้งกระบวนการเท่ากับ 1.80 บาท และพบว่าต้นทุนที่สูงที่สุดอยู่ในกระบวนการกลึงปอก ในขั้นตอนกลึงตัดเท่ากับ 0.42 บาท รองลงมาคือ ขั้นตอนการเจาะรู ID 10 mm 0.36 บาท

ตารางที่ 9 ต้นทุนเฉลี่ยแต่ละกระบวนการของการผลิตชิ้นงาน

ลำดับ	กระบวนการ		ต้นทุน (บาท/ชิ้น)	ต้นทุน (บาท/ชิ้น)										
				0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	
P.1	กลึงปอก	ปล่อยวัตถุติดบน Stopper	0.07											
		เจาะนำศูนย์	0.14											
		เจาะรู ID 10 mm	0.36											
		กลึงปอก OD 13 mm	0.32											
		กลึงปาดหน้าและลบคม OD 13 mm	0.12											
		กลึงตัด	0.42											
P.2	กลึงปาดหน้า OD 15 mm		0.11											
P.3	ลบคม ID 10 mm		0.04											
P.4	ชุบเคลือบผิว		0.12											
P.5	ตรวจสอบคุณภาพ		0.10											
ต้นทุนรวม			1.80											

3. วิเคราะห์หน้าที่ (Function Phase)

3.1 วิเคราะห์หน้าที่ของชิ้นงาน

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์หน้าที่ของชิ้นงาน

ชิ้นส่วน	หน้าที่		หน้าที่	
	คำกริยา	คำนาม	หลัก	รอง
Collar	ช่วยยึด	ตำแหน่ง	✓	

หน้าที่หลักของชิ้นงาน Collar แสดงได้ดังตารางที่ 10 คือ การช่วยยึดตำแหน่ง ลดช่องว่าง ทำให้การยึดตำแหน่งแน่นขึ้น โดยการสวมอัดเข้าไปในพลาสติก เนื่องจากหากยิงสกรูผ่านพลาสติกเพื่อยึดตำแหน่งโดยตรง จะทำให้เกิดช่องว่าง (Gap) ระหว่างพลาสติกกับสกรูได้ ดังนั้นจึงต้องมี Collar สวมอัดเข้าไปในพลาสติกก่อน เพื่อให้พลาสติกไม่เคลื่อนที่ และอยู่ในตำแหน่งที่กำหนด

3.2 วิเคราะห์หน้าที่ของกระบวนการผลิต

กฎเกณฑ์ของหน้าที่จะประกอบไปด้วย 2 คำ คือ คำกริยา และ คำนาม โดยหน้าที่กริยาจะแสดงการกระทำ ส่วนคำนามนั้นจะแสดงชื่อเรียกของลักษณะและต้องนับได้ สามารถแบ่งได้ 2 ระดับ คือ หน้าที่พื้นฐาน เป็นหน้าที่หลักของชิ้นงาน ส่วนหน้าที่รอง คือ หน้าที่ช่วย

เสริมให้หน้าที่พื้นฐานสมบูรณ์ ดังตารางที่ 11 แสดงให้เห็นถึงหน้าที่หลักและรองในแต่ละกระบวนการผลิต

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์หน้าที่ของแต่ละกระบวนการผลิตและต้นทุนแต่ละกระบวนการ

ลำดับ	กระบวนการ		หน้าที่		หน้าที่		ต้นทุน บาท/ชิ้น
			คำกริยา	คำนาม	หลัก	รอง	
P.1	กลึงปอก	ปล่อยวัตถุดิบชน Stopper	เอาออกมา	วัตถุดิบ	✓		0.07
		เจาะนำศูนย์	ควบคุม	ตำแหน่ง		✓	0.14
		เจาะรู ID 10 mm	ก่อให้เกิด	รูปร่าง	✓		0.36
		กลึงปอก OD 13 mm	ก่อให้เกิด	รูปร่าง	✓		0.32
		กลึงปาดหน้าและลบคม OD 13 mm	ก่อให้เกิด	รูปร่าง		✓	0.12
		กลึงตัด	ก่อให้เกิด	รูปร่าง	✓		0.42
P.2	กลึงปาดหน้า OD 15 mm		ก่อให้เกิด	รูปร่าง		✓	0.11
P.3	ลบคม ID 10 mm		ก่อให้เกิด	รูปร่าง		✓	0.04
P.4	ชุบเคลือบผิว		เคลือบ	ผิว		✓	0.12
P.5	ตรวจสอบคุณภาพ		กลั่นกรอง	คุณภาพ		✓	0.10
ต้นทุนของกระบวนการ					1.10	0.70	1.80
% ของต้นทุน					61.11	38.89	100.00

จากกรณีศึกษาสามารถอธิบายการวิเคราะห์หน้าที่ของแต่ละกระบวนการได้ดังต่อไปนี้

P1.1 ปล่อยวัตถุดิบชน Stopper

เป็นกระบวนการที่ปล่อยวัตถุดิบซึ่งเป็นเหล็กเพลจากหัวจับ (Collet) ให้มาชนกับ Stopper ตามความยาวที่กำหนด คำกริยา คือ เอาออกมา เป็นการปล่อยวัตถุดิบออกมาจาก Bar feed คำนาม คือ วัตถุดิบ เป็นเหล็กเพลกลมที่ใช้สำหรับผลิตชิ้นงาน

P1.2 เจาะนำศูนย์

เป็นกระบวนการเจาะรูนำ ทำให้เจาะรูได้ตรงตำแหน่ง แม่นยำขึ้น คำกริยา คือ ควบคุม เป็นการควบคุมให้สามารถเจาะชิ้นงานได้อยู่ตำแหน่งกึ่งกลาง ป้องกันการเยื้องตำแหน่ง คำนาม คือ ตำแหน่งการเจาะของชิ้นงาน

P1.3 เจาะรู ID 10 mm

เป็นกระบวนการเจาะรูเพื่อให้ได้เส้นผ่านศูนย์กลางด้านในตามที่กำหนด 10 มิลลิเมตร คำกริยา คือ ก่อให้เกิด คือการกระทำกับชิ้นงานเพื่อให้เกิดรูปร่างตามที่กำหนด คำนาม คือ รูปร่าง ซึ่งเป็นหน้าที่หลักของชิ้นงานเพื่อใช้สำหรับยิงสกรู

P1.4 กลึงปอก OD 13 mm

เป็นกระบวนการกลึงปอกลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอก เพื่อให้ได้ขนาดตามที่กำหนด 13 มิลลิเมตร คำกริยา คือ ก่อให้เกิดรูปร่างเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอก คำนาม คือ รูปร่าง ซึ่งเป็นหน้าที่หลักของชิ้นงานเพื่อให้สามารถสวมเข้ากับพลาสติกได้

P1.5 กลึงปาดหน้าและลบคม OD 13 mm

เป็นกระบวนการทำให้หน้าตัดของชิ้นงานฝั่งเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอก 13 มิลลิเมตร มีผิวหน้าเรียบไม่มีครีบกม และเป็นการคุมขนาดความยาวรวมของชิ้นงาน คำกริยา คือ ก่อให้เกิด คำนาม คือ รูปร่าง

P1.6 กลึงตัด

เป็นกระบวนการกลึงตัดชิ้นงานออกจากวัตถุดิบ โดยให้ได้ความยาวตามที่กำหนด คำกริยา คือ ก่อให้เกิด คำนาม คือ รูปร่าง ซึ่งถือเป็นหน้าที่หลัก

P.2 กลึงปาดหน้า OD 15 mm

เป็นกระบวนการกลึงปาดหน้าที่ทำให้หน้าตัดของชิ้นงานฝั่งเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอก 15 มิลลิเมตรมีขนาดความยาวที่ 1.5 มิลลิเมตร และทำให้ผิวหน้าเรียบและไม่มีครีบกม คำกริยา คือ ก่อให้เกิด คำนาม คือ รูปร่าง

P.3 ลบคม ID 10 mm

เป็นกระบวนการกลึงเพื่อลบคมเส้นผ่านศูนย์กลางด้านใน 10 มิลลิเมตร ฝั่งเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอก 15 มิลลิเมตร เพื่อให้ชิ้นงานมีรูปร่างหลบมุม คำกริยา คือ ก่อให้เกิด หมายถึง การกระทำกับชิ้นงานโดยกระบวนการกลึงเพื่อให้ชิ้นงานมีแซมเฟอร์ คำนามคือ รูปร่าง

P.4 ขุดเคลือบผิว

เป็นกระบวนการขุดเคลือบผิวของชิ้นงาน เพื่อลดการกัดกร่อนและยืดอายุการใช้งาน คำกริยา คือ เคลือบ คำนาม คือ ผิวของชิ้นงาน กระบวนการนี้ถือเป็นหน้าที่รอง เนื่องจากไม่ได้ทำหน้าที่ช่วยคำนวณ

P.5 ตรวจสอบคุณภาพ

เป็นกระบวนการที่ตรวจสอบว่าชิ้นงานเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่ ทั้งมิติทางด้านรูปร่างของชิ้นงาน และสภาพภายนอก คำกริยา คือ กลั่นกรอง คำนาม คือ คุณภาพ ที่ตรงกับความต้องการของลูกค้า

จากการวิเคราะห์หน้าที่ของแต่ละกระบวนการผลิตแล้วพบว่ามีต้นทุนที่เกิดจากหน้าที่หลักร้อยละ 61.11 และจากหน้าที่รองร้อยละ 38.89 และเห็นความซ้ำซ้อนของหน้าที่รองซึ่งก่อให้เกิดรูปร่างในจุดใช้งานเดียวกัน ซึ่งก่อให้เกิดต้นทุนที่ไม่จำเป็น และทำให้รอบเวลาในการผลิตเพิ่มขึ้น โดยไม่จำเป็น

3.3 เปรียบเทียบและให้น้ำหนักเกณฑ์ที่ต้องการของชิ้นงาน

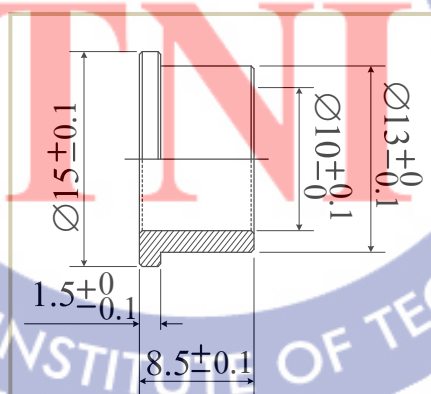
ทางทีมงานได้ทำการเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ต้องการของชิ้นงาน โดยนำมาจากข้อกำหนดของลูกค้าเพื่อมาพิจารณาถึงน้ำหนักว่าเกณฑ์ใดที่มีความสำคัญมากที่สุด เกณฑ์ใดมีความสำคัญน้อยหรือไม่มีความสำคัญเลย โดยนำเทคนิคการประเมินเชิงเลขมาใช้ จุดมุ่งหมายก็เพื่อเป็นแนวทางในการออกความคิดสร้างสรรค์ซึ่งอยู่ในขั้นตอนต่อไป โดยเกณฑ์ที่ใช้พิจารณามี 5 เกณฑ์ด้วยกัน ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 เกณฑ์ที่ต้องการของชิ้นงาน

เกณฑ์ที่ต้องการของชิ้นงาน		อักษรแทน
คุณภาพ	มิติด้านรูปร่าง	A
	สภาพผิว	B
	เกรดวัตถุดิบ	C
ต้นทุน	ต้นทุนวัตถุดิบ	D
	ต้นทุนกระบวนการ	E

1) คุณภาพ หมายถึง ข้อกำหนดเกี่ยวกับชิ้นงานซึ่งลูกค้าได้กำหนดไว้ ได้แก่

1.1) มิติด้านรูปร่างชิ้นงาน คือ สัดส่วนของชิ้นงานที่ลูกค้ากำหนด โดยได้กำหนดพิสัยความเผื่อ (Tolerance) ไว้ดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 Drawing ชิ้นงาน Collar แสดงค่าพิสัยความเผื่อ

1.2) สภาพผิว โดยมีข้อกำหนด ได้แก่ ชิ้นงานชุบเคลือบผิว MFZ-n-C ชิ้นงานต้องไม่มีครีบกม ชิ้นงานไม่เป็นสนิม ไม่มีรอยแตกร้าว

1.3) เกรดวัสดุดิบ SS400

2) ต้นทุนการผลิต หมายถึง ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน ได้แก่

2.1) ต้นทุนวัตถุดิบ

2.2) ต้นทุนกระบวนการ

จากเกณฑ์ที่ต้องการของชิ้นงานได้ทำการเปรียบเทียบโดยเชิงตัวเลข เพื่อจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ที่ต้องการของชิ้นงานที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบปรับปรุงโดยใช้ Pair Comparison คือ การพิจารณาเปรียบเทียบค่าความสำคัญของแต่ละหน้าที่จาก A ถึง E เพื่อที่จะนำผลที่ได้ไปใช้ในการตัดสินใจ ซึ่งจากการพิจารณาได้ผล ดังรูปที่ 16

น้ำหนักการประเมิน

1 = ระดับความสำคัญไม่แตกต่างกัน

2 = ระดับความสำคัญแตกต่างกันน้อย

3 = ระดับความสำคัญแตกต่างกันปานกลาง

4 = ระดับความสำคัญแตกต่างกันมาก

	B	C	D	E
A	A/B	A-3	A-4	A-4
B		B-3	B-3	B-3
C			D-3	E-3
D				D/E

รูปที่ 16 เปรียบเทียบค่าความสำคัญของเกณฑ์ที่ต้องการของชิ้นงาน

จากนั้นทำการสรุปผลคะแนนที่ได้จากการประเมิน ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลสรุปการประเมินเชิงตัวเลข

อักษรแทน	เกณฑ์ที่ต้องการของชิ้นงาน	น้ำหนัก
A	มิติด้านรูปร่าง	12
B	สภาพผิว	10
C	เกรดวัสดุดิบ	0
D	ต้นทุนวัตถุดิบ	4
E	ต้นทุนกระบวนการ	4

หลังจากการสรุปผลการประเมินจึงนำน้ำหนักคะแนนที่ได้มาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ลำดับความสำคัญของเกณฑ์ที่ต้องการของชิ้นงาน เรียงจากมากไปหาน้อย

อักษรแทน	เกณฑ์ที่ต้องการของชิ้นงาน	น้ำหนัก
A	มิติด้านรูปร่าง	12
B	สภาพผิว	10
D	ต้นทุนวัตถุดิบ	4
E	ต้นทุนกระบวนการ	4
C	เกรดวัตถุดิบ	0

ประเด็นสำคัญที่ได้จากการประเมินคือ เกณฑ์ที่ต้องการของชิ้นงานที่สำคัญที่สุดอันได้แก่ มิติด้านรูปร่างของชิ้นงาน ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนแปลงขนาดได้ เพราะจะทำให้ส่งผลต่อการใช้งานของลูกค้า เนื่องจากพลาสติกมือจับโหนด ได้ออกแบบขนาดรูมาพอดีกับชิ้นงาน Collar อยู่แล้ว อีกทั้งเส้นผ่านศูนย์กลางด้านในก็โดนบังคับขนาดโดยสกรู ดังนั้นในการดำเนินโครงการในขั้นตอนต่อไป จึงต้องให้ความสำคัญกับมิติด้านรูปร่างมากที่สุด ส่วนเกณฑ์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงเพื่อนำมาต่อยอดในการออกความคิดสร้างสรรค์ได้มากที่สุด คือ เกรดวัตถุดิบ เนื่องจากเกรดเหล็กที่ลูกค้ากำหนดมาคือ เกรด SS400 เป็นเหล็กที่ควบคุมเพียงค่า P (Phosphorus) และ S (Sulfur) ทั้ง 2 ธาตุนี้หากมีปริมาณมากจะทำให้เหล็กเปราะ และเกรดนี้ไม่ได้ควบคุมคาร์บอน ซึ่งเป็นธาตุที่เพิ่มความแข็งแรงของเหล็ก ดังนั้นเหล็กเกรด SS400 จึงใช้ในงานโครงสร้างทั่วไปที่มีการตัด เจาะรูขึ้นน็อต และเชื่อมได้ จึงมีความเป็นไปได้ที่จะหาเหล็กอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันแต่ราคาถูกกว่ามาใช้พิจารณาในการลดต้นทุน

4. สร้างสรรค์ความคิด (Creative Phase)

การสร้างสรรค์ความคิดเพื่อลดต้นทุนชิ้นงาน Collar นั้น ได้ทำการระดมความคิด (Brain Storming) จากสมาชิกในทีม ซึ่งมาจากฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานนี้ โดยทีมงานได้ระดมความคิดสร้างสรรค์โดยพิจารณาจากภาระหน้าที่ของแต่ละกระบวนการผลิต ประกอบกับความสำคัญของเกณฑ์ที่ต้องการของชิ้นงาน ซึ่งเริ่มแรกได้วิเคราะห์ในส่วน of วัตถุดิบ และจากการประเมินความสำคัญของเกณฑ์ที่ต้องการของชิ้นงานทำให้เกิดคำถามว่า

- มีวัตถุดิบอื่นใด หรือเกรดอื่นใดบ้างที่มีคุณสมบัติสามารถเทียบเคียงกันได้ แต่ราคาถูกกว่าปัจจุบันที่ใช้อยู่
- สามารถลดขนาดของวัตถุดิบลงได้อีกหรือไม่

- มีวิธีใดที่จะทำให้วัตุดิบมีสัดส่วนใกล้เคียงชิ้นงานสำเร็จรูปมากที่สุด

จากคำถามข้างต้นนำไปสู่การต่อยอดแนวคิดที่ 1 คือ การหาวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติต่างๆที่สามารถเทียบเคียงกัน โดยลำดับแรกได้พิจารณาในส่วนของเกรตวัตุดิบ ซึ่งต้องเป็นเกรตวัตุดิบที่มีลักษณะเป็นเฟลากลมและมีคุณสมบัติเทียบเคียงกับเกรต SS400 จากข้อมูลพบว่า มีวัตถุดิบเกรต SWRM ซึ่งเป็นเหล็กหลอดคาร์บอนต่ำ และกลุ่มเหล็กกล้าคาร์บอน เกรต S10C ขึ้นไป ที่มีคุณสมบัติเทียบเคียงกันได้ แต่จากข้อมูลด้านราคานั้น พบว่า SWRM และ S10C มีราคาเท่ากับหรือแพงกว่าเกรต SS400 ที่ใช้ในปัจจุบัน อีกทั้งไม่ได้ช่วยลดเวลาในกระบวนการผลิตได้ ลำดับที่สองได้พิจารณาในด้านขนาดวัตุดิบ พบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอกของวัตุดิบที่ใช้ปัจจุบันมีขนาดเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอกของชิ้นงานอยู่แล้ว จึงไม่สามารถลดขนาดลงได้ไปกว่านี้อีก แต่ในส่วน of เส้นผ่านศูนย์กลางด้านในนั้น สามารถกำหนดได้จากผู้ผลิตวัตุดิบ ซึ่งวัตุดิบที่สามารถกำหนดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านในได้นั้น คือ ท่อเหล็ก ซึ่งหากสามารถหาท่อเหล็กที่มีขนาดเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางด้านในของชิ้นงานได้ก็จะทำให้ลดขั้นตอนการเจาะในกระบวนการกลึงปอกได้ จากข้อมูลข้างต้นได้จึงมอบหมายให้ฝ่ายจัดซื้อไปประสานงานกับผู้ขายวัตุดิบ เพื่อหาวัตถุดิบที่มีขนาดที่ต้องการและคุณสมบัติใกล้เคียงกับเกรตปัจจุบันที่ใช้ได้

รูปที่ 17 แสดงท่อเหล็กที่มีขายในท้องตลาดปัจจุบัน ซึ่งจะสามารถนำมาใช้ทดแทนเกรตปัจจุบันได้ โดยมีอยู่ 2 ประเภทให้เลือก คือ แบบมีตะเข็บ และ แบบไร้ตะเข็บ ข้อดีของท่อเหล็กแบบมีตะเข็บคือ ราคาถูกกว่าท่อไร้ตะเข็บ ข้อเสียคือ ในการผลิตชิ้นงานต้องเพิ่มกระบวนการคว้านตะเข็บ เนื่องจากตะเข็บของชิ้นงานจะส่งผลต่อการใช้งาน ทำให้ไม่สามารถยิงสกรูผ่านได้ ส่วนแบบไร้ตะเข็บจะมีข้อดีตรงที่ไม่ต้องเพิ่มกระบวนการคว้านตะเข็บ และเป็นการตัดกระบวนการในส่วนที่เกี่ยวกับขั้นตอนการเจาะรู ส่วนข้อเสีย คือ มีราคาแพงกว่าท่อมีตะเข็บ



ท่อมีตะเข็บ



ท่อไร้ตะเข็บ

รูปที่ 17 ตัวอย่างท่อเหล็กมีตะเข็บและท่อเหล็กไร้ตะเข็บ

หลังจากพิจารณาในส่วนของวัตถุดิบแล้วจึงมาพิจารณาในส่วนของกระบวนการผลิต ซึ่งนำไปสู่การตั้งคำถามดังนี้

- มีกระบวนการใดบ้างที่มีการทำงานที่ซ้ำซ้อน
- มีกระบวนการใดบ้างที่มีขั้นตอนการทำงานน้อย
- มีกระบวนการใดบ้างที่มีขั้นตอนการผลิตแยกกันแต่มีการใช้งานในจุดเดียวกัน
- สามารถรวมกระบวนการเหล่านั้นเข้าด้วยกันได้หรือไม่

จากคำถามข้างต้นนำไปสู่การต่อยอดแนวคิดที่ 2 เพื่อหากระบวนการหรือขั้นตอนการผลิตที่สามารถรวมกันได้ จากการพิจารณาในแต่ละขั้นตอนการผลิตพบว่า กระบวนการกลึงปาดหน้า OD 15 mm และกระบวนการลบคม ID 10 mm เป็นกระบวนการซึ่งเป็นหน้าที่รองทั้งคู่ อีกทั้งก่อให้เกิดรูปร่างในจุดใช้งานเดียวกัน ปัจจุบันกระบวนการกลึงปาดหน้า OD 15 mm ผลิตโดยใช้เครื่องกลึงมือโยก ส่วนกระบวนการลบคมผลิตโดยใช้เครื่องสว่าน ดังตารางที่ 15 ดังนั้นทางทีมงานจะต้องพิจารณาถึงความเป็นไปได้ที่จะรวมทั้งสองกระบวนการนี้เข้าไว้ด้วยกัน

ตารางที่ 15 เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต

กระบวนการ	เครื่องจักรที่ใช้
กลึงปาดหน้า OD 15 mm	เครื่องกลึงมือโยก
ลบคม ID 10 mm	เครื่องสว่าน

5. ประเมินความคิด (Evaluation Phase)

5.1 แนวคิดที่ 1

ทางทีมงานได้มอบหมายให้ทางฝ่ายจัดซื้อเป็นผู้ดำเนินการ หาข้อมูลของวัตถุดิบท่อเหล็กที่สามารถนำมาใช้แทน เหล็กเพลลาในปัจจุบัน ซึ่งพบว่า ในท้องตลาดท่อเหล็กที่น่าจะสามารถนำมาใช้แทนเหล็กเพลากลม SS400 ได้ คือ ท่อเหล็กเกรด STKM11A อ้างอิงตามมาตรฐาน JIS G3445 เป็นเหล็กกล้าคาร์บอน ใช้สำหรับงานกัดกลึง ซึ่งเหมาะกับการใช้งานในอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งมีให้เลือก 2 แบบ คือ แบบมีตะเข็บ และแบบไร้ตะเข็บ จากนั้นจึงได้หาข้อมูลด้านราคา เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนระหว่างวัตถุดิบแต่ละชนิด แสดงดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบต้นทุนวัตถุดิบแต่ละเกรด

เกรด	ประเภท	ขนาด	ราคา / เส้น ยาว 3 เมตร	ต้นทุน / ชิ้น บาท
SS400	-	OD 15.0 mm	120.67	0.52
STKM11A	มีตะเข็บ	OD 15.0 x t 2.5 mm	123.36	0.53

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบต้นทุนวัตถุดิบแต่ละเกรด (ต่อ)

เกรด	ประเภท	ขนาด	ราคา / เส้น ยาว 3 เมตร	ต้นทุน / ชิ้น บาท
STKM11A	ไร้ตะเข็บ	OD 15.0 x ID 10.0 mm	138.60	0.59

หมายเหตุ t = ความหนา

จากตารางที่ 16 แสดงให้เห็นราคาท่อเหล็กแพงกว่าเหล็กเพลากลมที่ใช้ในปัจจุบัน และท่อเหล็ก STKM11A แบบไร้ตะเข็บจะมีราคาแพงกว่าแบบมีตะเข็บ หากคิดต้นทุนวัตถุดิบต่อชิ้นแล้ว จะเห็นว่า เหล็กเพลากลม กับ ท่อเหล็กแบบมีตะเข็บมีต้นทุนต่อชิ้นใกล้เคียงกันมาก และยิ่งหากเป็นท่อเหล็กแบบไร้ตะเข็บ ต้นทุนวัตถุดิบก็จะสูงขึ้นไปอีก หลังจากนั้นจะเป็นหน้าที่ของฝ่ายผลิตที่จะต้องหาข้อมูลทางด้านเวลาที่ใช้ในการผลิตหากเลือกใช้วัตถุดิบเป็นท่อเหล็ก เพื่อเปรียบเทียบผลทางด้านเวลาและต้นทุนที่จะสามารถลดได้จากการลดขั้นตอนการเจาะ ทางฝ่ายผลิตจึงได้ทดลองในการวางแผนการกลึงปอกผิวใหม่ หากต้องเปลี่ยนวัตถุดิบจากเพลากลมเป็นท่อเหล็ก จากปัจจุบันที่ใช้เหล็กเพลากลม เกรด SS400 ในการผลิตจะใช้เวลารวมในกระบวนการกลึงปอกเท่ากับ 41.9 วินาที ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 รอบเวลาที่ใช้ในกระบวนการกลึงปอก กรณีใช้เหล็กเกรด SS400

ลำดับ	กระบวนการ	รอบเวลาของแต่ละกระบวนการ (วินาที/ชิ้น)	เวลา (วินาที)											
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
P.1	ปล่อยวัตถุดิบชน Stopper	2.1												
	เจาะนำศูนย์	4.2												
	เจาะรู ID 10 mm	10.5												
	กลึงปอก OD 13 mm	9.3												
	กลึงปาดหน้าและลบคม OD 13 mm	3.6												
	กลึงตัด	12.2												
เวลารวม		41.9												

หากใช้วัตถุดิบท่อเหล็ก เกรด STKM11A แบบมีตะเข็บ ในกระบวนการกลึงปอกจะทำให้ขั้นตอนในกระบวนการเปลี่ยนแปลงไป กล่าวคือ จะไม่มีขั้นตอนการเจาะนำศูนย์ และเจาะรู ID 10 mm เนื่องจากวัตถุดิบท่อเหล็กได้ถูกกำหนดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านในมาจากผู้ผลิตวัตถุดิบอยู่แล้ว แต่จะมีขั้นตอนที่เพิ่มขึ้น คือ ขั้นตอนการลบคม ID 10 mm ในฝั่งเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอก 13 mm และขั้นตอนการคว้านตะเข็บ เนื่องจากวัตถุดิบจะมีรอยตะเข็บที่เกิดจากกระบวนการม้วนแผ่นเหล็กของผู้ผลิตท่อ ซึ่งถ้าไม่คว้านตะเข็บออกจะทำให้ไม่สามารถยิงสกรู

ผ่านได้ ทำให้ส่งผลต่อการใช้งาน จากการคำนวณเวลารวมแล้วพบว่า หากใช้ท่อเหล็กแบบมีตะเข็บในการผลิตจะทำให้เวลาผลิตในกระบวนการกลึงปอกผิวลดลงเหลือ 32 วินาที ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 รอบเวลาที่ใช้ในกระบวนการกลึงปอก กรณีใช้เหล็กเกรด STKM11 แบบมีตะเข็บ

ลำดับ	กระบวนการ		รอบเวลาของ แต่ละกระบวนการ (วินาที/ชิ้น)	เวลา (วินาที)															
				5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60				
P.1	กลึงปอก	ปล่อยวัตถุขึ้น Stopper	2.1																
		ลบคม ID 10 mm	1.8																
		คว้านตะเข็บออก	3.0																
		กลึงปอก OD 13 mm	9.3																
		กลึงปาดหน้าและลบคม OD 13 mm	3.6																
		กลึงตัด	12.2																
เวลารวม			32																

ในส่วนของวัตถุเกรด STKM11A แบบไร้ตะเข็บนั้นจะเหมือนกับแบบมีตะเข็บ แต่มีความแตกต่างกันตรงที่แบบไร้ตะเข็บจะไม่มีขั้นตอนคว้านเพื่อลบตะเข็บออก ทำให้เวลาในกระบวนการกลึงปอกผิวลดลงอีก 3 วินาที เหลือ 29 วินาที ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 รอบเวลาที่ใช้ในกระบวนการกลึงปอก กรณีใช้เหล็กเกรด STKM11 แบบไร้ตะเข็บ

ลำดับ	กระบวนการ		รอบเวลาของ แต่ละกระบวนการ (วินาที/ชิ้น)	เวลา (วินาที)													
				5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60		
P.1	กลึงปอก	ปล่อยวัตถุขึ้น Stopper	2.1														
		ลบคม ID 10 mm	1.8														
		กลึงปอก OD 13 mm	9.3														
		กลึงปาดหน้าและลบคม OD 13 mm	3.6														
		กลึงตัด	12.2														
เวลารวม			29														

หลังจากได้คำนวณเวลากลับการกลึงปอกของวัตถุแต่ละเกรดแล้ว จะทำการคำนวณต้นทุนเพื่อเปรียบเทียบว่า เกรดวัตถุใดจะสามารถลดต้นทุนได้ดีที่สุด

หากใช้วัตถุท่อเหล็กเกรด STKM11A แบบมีตะเข็บจะทำให้มีต้นทุนในกระบวนการกลึงปอกเท่ากับ 1.09 บาท ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ต้นทุนกระบวนการผลิตกรณีใช้วัสดุเกรด STKM11A แบบมีตะเข็บ

ลำดับ	กระบวนการ		ต้นทุนกระบวนการ บาท / ชิ้น
P.1	กลึงปอก	ปล่อยวัตถุดิบชน Stopper	0.07
		ลบคม ID 10 mm	0.06
		คว้านตะเข็บออก	0.10
		กลึงปอก OD 13 mm	0.32
		กลึงปาดหน้าและลบคม OD 13 mm	0.12
		กลึงตัด	0.42
รวมต้นทุนในกระบวนการกลึงปอก			1.09

หากใช้วัสดุดิบท่อเหล็กเกรด STKM11A แบบไร้ตะเข็บจะทำให้มีต้นทุนในกระบวนการกลึงปอกเท่ากับ 0.99 บาท ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ต้นทุนกระบวนการผลิตกรณีใช้วัสดุเกรด STKM11A แบบไร้ตะเข็บ

ลำดับ	กระบวนการ		ต้นทุนกระบวนการ บาท / ชิ้น
P.1	กลึงปอก	ปล่อยวัตถุดิบชน Stopper	0.07
		ลบคม ID 10 mm	0.06
		กลึงปอก OD 13 mm	0.32
		กลึงปาดหน้าและลบคม OD 13 mm	0.12
		กลึงตัด	0.42
รวมต้นทุนในกระบวนการกลึงปอก			0.99

จากการเปรียบเทียบต้นทุนเฉพาะในกระบวนการกลึงปอกรวมกับต้นทุนค่าวัสดุดิบแต่ละประเภทแล้ว สรุปได้ว่า หากเลือกใช้วัสดุเกรด STKM11A ประเภทไร้ตะเข็บจะทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด เท่ากับ 1.58 บาท ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 เปรียบเทียบต้นทุนของวัตถุดิบแต่ละเกรดที่จะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง

เกรด	ประเภท	ต้นทุนวัตถุดิบ บาท/ต่อชิ้น	ต้นทุนกระบวนการ (เฉพาะกลึงปอก) บาท/ต่อชิ้น	รวม
SS400	-	0.52	1.43	1.95
STKM11A	มีตะเข็บ	0.53	1.09	1.62
STKM11A	ไร้ตะเข็บ	0.59	0.99	1.58

5.2 แนวคิดที่ 2

จากที่ทางทีมงานได้วิเคราะห์ส่วนกระบวนการกลึงปาดหน้า OD 15 mm และกระบวนการลบคม ID 10 mm ซึ่งเป็นหน้าที่รองทั้งสองกระบวนการ อีกทั้งมีขั้นตอนการทำงานน้อย และมีความซ้ำซ้อนเนื่องจากก่อให้เกิดรูปร่างใช้งานในจุดเดียวกัน ทางทีมงานจึงได้ทำการศึกษาข้อดีข้อเสียเพื่อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องกลึงมือโยกและเครื่องสว่าน โดยกำหนดวิธีการประเมินโดยแสดงในตารางที่ 23

การให้คะแนนน้ำหนักมีดังนี้

1. ความสามารถนั้นมีผลต่อเครื่องจักรโดยตรง ส่งผลต่อต้นทุนต่ำที่สุด
2. ความสามารถนั้นมีผลต่อคุณภาพโดยตรง ส่งผลต่อต้นทุนต่ำ
3. ความสามารถนั้นมีผลต่อผลผลิตโดยตรง ส่งผลต่อต้นทุนปานกลาง
4. ความสามารถนั้นมีผลต่อต้นทุนโดยตรง ส่งผลต่อต้นทุนมาก

ตารางที่ 23 การให้คะแนนความสามารถจากเกณฑ์การประเมิน

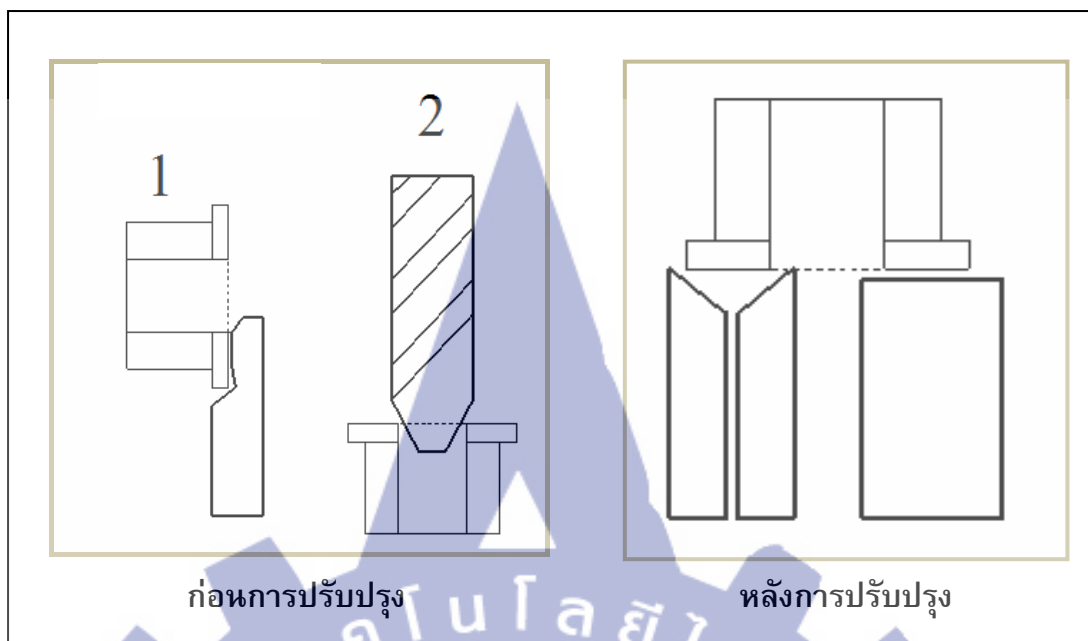
คะแนน ความสามารถ	เกณฑ์ประเมิน			
	เครื่องจักร	คุณภาพ	ผลผลิต	ต้นทุน
1	- มีความยืดหยุ่น ในการ Set Up ต่ำกว่า	- ความแม่นยำใน การผลิตต่ำกว่า	- ผลผลิตต่ำกว่า - การผลิตไม่ต่อเนื่อง	- ต้นทุนค่า Tooling สูงกว่า
2	- มีความยืดหยุ่น ในการ Set Up สูงกว่า	- ความแม่นยำใน การผลิตสูงกว่า	- ผลผลิตสูงกว่า - การผลิตต่อเนื่อง	- ต้นทุนค่า Tooling ต่ำกว่า

ตารางที่ 24 การประเมินความสามารถ

รายการ	เกณฑ์การประเมิน ที่มีผลกระทบ	น้ำหนัก	เครื่องกลึงมือโยก		เครื่องสว่าน	
			คะแนน	คะแนนสุทธิ	คะแนน	คะแนนสุทธิ
การ Set Up เครื่องจักร	เครื่องจักร	1	1	1	2	2
ความแม่นยำในการผลิต	คุณภาพ	2	2	4	1	2
ปริมาณผลผลิต	ผลผลิต	3	1	3	2	6
ความต่อเนื่องของการผลิต			2	6	1	3
ต้นทุน Tooling	ต้นทุน	4	2	8	1	4
คะแนนรวม				22		17

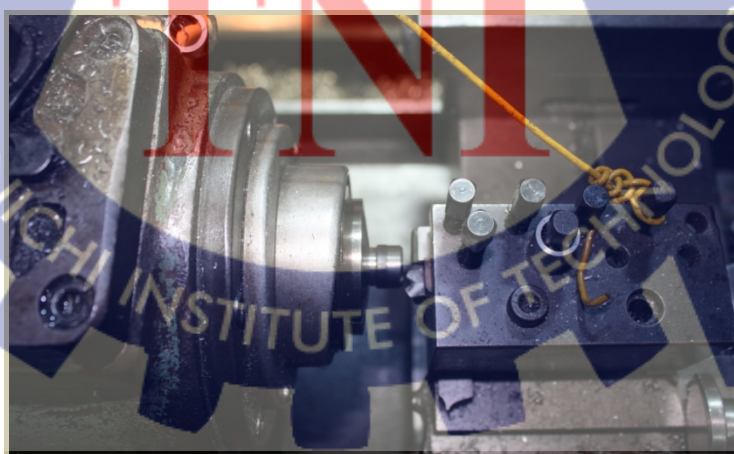
ผลจากการประเมินผลความสามารถของเครื่องจักรเปรียบเทียบกับระหว่างเครื่องกลึงมือโยกและเครื่องสว่านแสดงไว้ในตารางที่ 24 จะเห็นได้ว่าคะแนนความสามารถของเครื่องกลึงมือโยกมีคะแนนสูงกว่าเครื่องสว่าน หมายถึง ความสามารถโดยรวมของเครื่องกลึงมือโยกดีกว่าเครื่องสว่าน กล่าวคือ เครื่องกลึงมือโยกมีความแม่นยำในการผลิตสูงกว่า มีความต่อเนื่องในการผลิตสูงกว่าและมีต้นทุนค่า Tooling ที่ต่ำกว่าเครื่องสว่าน ดังนั้นทางทีมงานจึงเลือกใช้การลบคมที่เครื่องกลึงมือโยกแทนเครื่องสว่าน เนื่องจากปัจจุบันการกลึงปาดหน้าทีเครื่องกลึงมือโยกเป็นขั้นตอนเดียว ทางทีมงานจึงได้ออกแบบการวางมีดบนป้อมมีดใหม่ ให้สามารถลบคม ID 10 mm ได้ด้วยแต่ยังคงเป็นขั้นตอนการทำงานเดียวเหมือนเดิม โดยไม่ทำให้เวลาในขั้นตอนการผลิตนี้เพิ่มขึ้น

รูปที่ 18 แสดงให้เห็นถึงก่อนและหลังการปรับปรุงเพื่อรวมกระบวนการผลิต โดยก่อนการปรับปรุงจะกลึงปาดหน้า OD 15 mm ที่เครื่องกลึงมือโยกตามหมายเลข 1 จากนั้นจึงนำไปลบคม ID 10 mm โดยใช้ดอกสว่านที่เครื่องสว่านตามหมายเลข 2 หลังการปรับปรุงกระบวนการได้ใช้มีดกลึงขาวเพื่อลบคม ID 10 mm ที่เครื่องกลึงมือโยก แทนการใช้ดอกสว่าน



รูปที่ 18 ก่อนและหลังการปรับปรุงเพื่อรวมกระบวนการผลิต

รูปที่ 19 แสดงการวางมิดกลิ้งขาวที่เครื่องกลิ้งมือโยกหลังการปรับปรุงโดยการรวมกระบวนการกลิ้งปาดหน้า OD 15 mm และ ลบ ID 10 mm ไว้ด้วยกัน จากการออกแบบการวางมิดแบบใหม่ ทำให้สามารถตัดเวลาในกระบวนการลบคมออกไปได้ ในขณะที่ไม่ทำให้เวลาในกระบวนการกลิ้งปาดหน้าเพิ่มขึ้น นั่นแสดงว่าการวางมิดแบบใหม่ทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงไป 0.04 บาท



รูปที่ 19 การวางมิดลบคมในกระบวนการกลิ้งปาดหน้าหลังการปรับปรุง

6. ทดสอบและพิสูจน์ (Investigation Phase)

หลังจากได้ทำการประเมินความคิดและวิเคราะห์ต้นทุนแล้ว จึงได้ทำการทดสอบและพิสูจน์ตามข้อกำหนดของลูกค้า โดยได้ดำเนินการดังนี้

6.1 วัตถุดิบ

ให้ทางผู้ผลิตท่อจัดส่งวัตถุดิบตัวอย่าง พร้อมทั้งเอกสารสำคัญที่ใช้ยืนยันมาตรฐานจากผู้ผลิตท่อเหล็ก ได้แก่ Inspection Certificate โดยนำมาเทียบกับมาตรฐานดังรูปที่ 20 JIS G3445 Carbon Steel Tubes for Machine Structural Purposes

Chemical Composition

Grade	Designation	Chemical composition %				
		C	Si	Mn	P	S
Grade 11 A	STKM 11A	0.12 max.	0.35 max.	0.60 max.	0.040 max.	0.040 max.

Mechanical Property

Grade	Designation	Tention Test				Bend Test		Flatening
		T.S.	T.P.	Elongation		Bend Angle	Inside Radius	Distance Between Flatened Plates
				No.4, 11, 12	No.4, 5			
				Test pc	Test pc			
Grade 11 A	STKM 11A	290 min Kg/mm ²	- Kg/mm ²	35 min Test pc	30 min Test pc	180° Angle	4 D Radius	1/2 D Flatened Plates

รูปที่ 20 มาตรฐานท่อเหล็ก JIS G3445 เกรด STKM11A

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

INSPECTION CERTIFICATE

SPEC. & SIZE : STKM 11A $\varnothing$ 15.0 x 10 x 5400 mm
 CUSTOMER : LTK.
 CERTIFICATE NO. : 5511051
 DATE OF ISSUE : 12 NOV 2012

INSPECTION ITEM	DIMENSION				TENSILE TEST (Gauge Length : 50 mm.)				HARDNESS	FLATTENING	BENDING
	O.D. (mm.)	I.D. (mm.)	THICKNESS (mm.)	LENGTH (mm.)	APPEARANCE	Y.S. (N/mm ²)	T.S. (N/mm ²)	E.L. (%)	TEST (HRB)	TEST	TEST
STANDARD	15.0(+/-0.1)	10.0(+/-0.1)		5400	NO DEFECT		290(min)	-			
RESULT	1	15.00	10.02	5400	GOOD		452.00	33.70		G	G
	2	15.01	10.03	5400	GOOD						
	3	14.98	10.02	5400	GOOD						
	4										
	5										
INSPECTION ITEM	CHEMICAL COMPOSITION (%)					MASTER TUBE		REMARKS			
		C	Si	Mn	P	S					
STANDARD	MAX	0.12	0.35	0.60	0.040	0.040					
	MIN	-	-	-	-	-					
RESULT		0.03	0.010	0.47	0.007	0.005					

รูปที่ 21 Inspection Certificate

ผลจากการตรวจสอบทั้งในด้านขนาดวัตถุดิบและการบันทึกวิเคราะห์วัสดุนั้นพบว่าท่อวัตถุดิบเป็นไปตามข้อกำหนด คือ ท่อเหล็กเกรด STKM11A แบบไร้ตะเข็บ ขนาด OD15.0 x ID10.0 x 3000 mm

6.2 การผลิต

จากนั้นได้ให้ฝ่ายผลิตทดลองผลิตจริง หลังการปรับปรุงขั้นตอนการผลิต โดยทำการเก็บข้อมูล จุดที่มีผลกระทบต่อสเปคของชิ้นงานที่ลูกค้ากำหนด ตามรูปที่ 27 จากการศึกษาความสามารถของกระบวนการผลิตว่ามีความเบี่ยงเบน และมีโอกาสก่อให้เกิดของเสียหรือไม่ ผลสรุปที่ได้ คือ ค่า Cpk ทุกจุดการตรวจสอบอยู่ในค่าที่มากกว่าเกณฑ์การยอมรับ คือ 1.33 ในกรณีพิสัยสองด้าน และ 1.25 ในกรณีพิสัยด้านเดียว และ จึงสามารถสรุปได้ว่า กระบวนการมีความเสถียรที่จะผลิตชิ้นงานจากการเปลี่ยนแปลงกระบวนการ

<										
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

รูปที่ 22 ความสามารถของกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุง

7. เสนอแนะ (Recommendation Phase)

จากที่ลูกค้าได้ร้องขอให้ทางโรงงานกรณีศึกษาเข้าร่วมกิจกรรมการลดต้นทุน (Cost Reduction) นั้น ทางโรงงานได้ตั้งเป้าหมายเพื่อลดราคาขายชิ้นส่วนที่เข้าร่วมกิจกรรมลงร้อยละ 5 โดยปัจจุบันราคาขายอยู่ที่ 2.80 บาท หากลดราคาลงตามเป้าหมายจะทำให้ราคาขายเท่ากับ 2.66 บาท หรือเท่ากับลดราคาลง 0.14 บาท หลังจากนั้นทางโรงงานจึงได้ดำเนินกิจกรรม VE ตามขั้นตอน ผลจากการดำเนินกิจกรรม ทำให้ต้นทุนรวมลดลง 0.41 บาท จากปัจจุบันต้นทุนรวมอยู่ที่ 2.32 บาท หลังการปรับปรุงทำให้ต้นทุนรวมเท่ากับ 1.91 บาท เกินจากเป้าหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งต้นทุนที่ลดลงเป็นผลมาจากการเปลี่ยนเกรดวัตถุดิบทำให้กระบวนการในการผลิตลดลง รวมทั้งการออกแบบการวางมิตบนป้อมมิต เพื่อตัดกระบวนการลบคมออกไป หลังจากนั้นจึงได้ร้องขอไปยังลูกค้าเพื่อขอเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบและขั้นตอนการผลิต ซึ่งลูกค้าได้ทำการอนุมัติเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ตารางที่ 25 สรุปผลการปรับปรุง

	ต้นทุน บาท / ชิ้น		
	วัตถุดิบ	กระบวนการ	รวม
ก่อนปรับปรุง	0.52	1.8	2.32
หลังปรับปรุง	0.59	1.32	1.91
เป้าหมายการลดราคา			0.14
ราคาที่สามารถลดได้จริง			0.41

นอกจากนั้นจากผลการดำเนินงานยังสามารถนำไปต่อยอดขยายผลไปยังชิ้นงานรายการอื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ดังรูปที่ 23



รูปที่ 23 ชิ้นงานอื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับชิ้นงาน Collar

บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

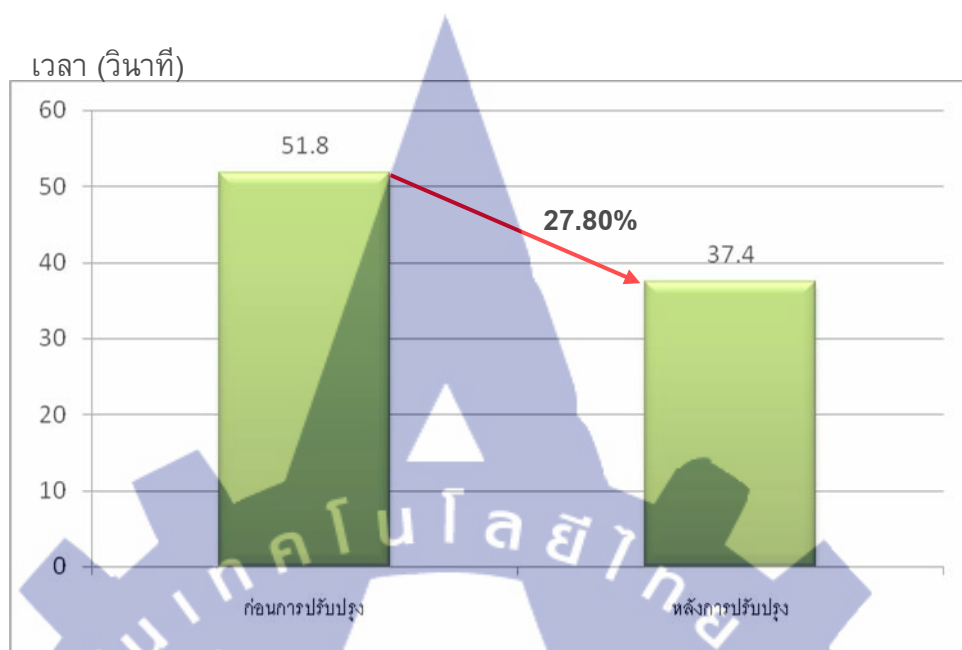
จากการศึกษาการนำหลักวิศวกรรมคุณค่ามาประยุกต์ใช้ เพื่อลดต้นทุนกระบวนการผลิตนั้น สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. สามารถลดรอบเวลาในการผลิตจาก 51.8 ชั่วโมงที่ เหลือ 37.4 ชั่วโมง ลดลง 14.4 ชั่วโมง ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนเกรดวัตถุดิบ ทำให้สามารถตัดกระบวนการเจาะนำศูนย์ และเจาะ ID 10 mm ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาค่อนข้างมากออกไป อีกทั้งได้ทำการรวมกระบวนการที่มีจุดใช้งานเดียวกัน คือกระบวนการกลึงปาดหน้า OD 15 mm และลบคม ID 10 mm ดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 เวลาที่ใช้ในการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง

ลำดับ	กระบวนการ	ก่อน การปรับปรุง วินาที / ชิ้น	หลัง การปรับปรุง วินาที / ชิ้น
P.1	ปล่อยวัตถุดิบชน Stopper	2.1	2.1
	เจาะนำศูนย์	4.2	-
	ลบคม ID 10 mm	-	1.8
	เจาะรู ID 10 mm	10.5	-
	กลึงปอก OD 13 mm	9.3	9.3
	กลึงปาดหน้าและลบคม OD 13 mm	3.6	3.6
	กลึงตัด	12.2	12.2
P.2	กลึงปาดหน้า OD 15 mm	3.5	3.5
P.3	ลบคม ID 10 mm	1.5	-
P.4	ชุบเคลือบผิว	1.4	1.4
P.5	ตรวจสอบคุณภาพ	3.5	3.5
เวลารวม		51.8	37.4
เวลาทำงานที่ลดได้			14.4 วินาที/ชิ้น
คิดเป็นร้อยละ			27.80

ผลจากการปรับปรุงทำให้เวลาในผลิตต่อชิ้นลดลงได้ ร้อยละ 27.80 ดังรูปที่ 24



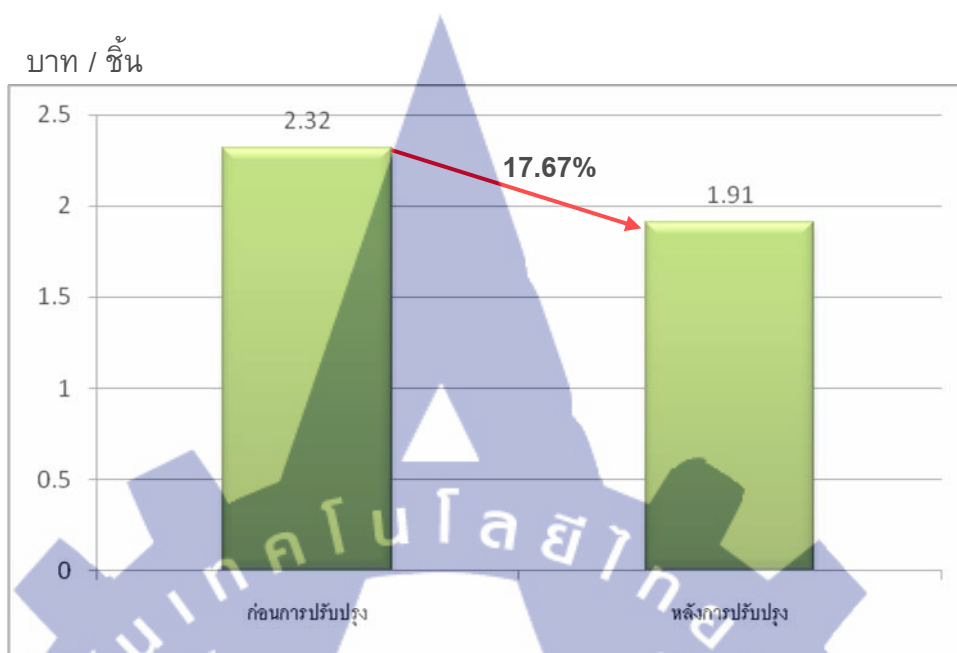
รูปที่ 24 ผลหลังการปรับปรุงรอบเวลาการผลิต

2. สามารถลดต้นทุนรวมลงได้ โดยก่อนการปรับปรุง ต้นทุนรวมเท่ากับชิ้นละ 2.32 บาท หลังทำการปรับปรุงทำให้ต้นทุนรวมเหลือชิ้นละ 1.91 บาท ลดลง 0.41 บาท ซึ่งเกินจากเป้าหมายที่ตั้งไว้ที่ชิ้นละ 0.14 บาท ซึ่งถึงแม้ว่าต้นทุนวัตถุดิบที่เป็นท่อเหล็กจะมีราคาสูงกว่าเหล็กเพลากลมก็ตาม แต่หากสามารถทำให้ลดต้นทุนในกระบวนการผลิตลงได้มาก อันได้แก่ กระบวนเจาะนำศูนย์ และกระบวนการเจาะรู ID 10 mm จึงส่งผลให้ต้นทุนรวมต่อชิ้นลดลงได้ เกินจากเป้าหมาย ดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ต้นทุนรวมก่อนและหลังการปรับปรุง

ลำดับ	กระบวนการ		ก่อน การปรับปรุง บาท / ชิ้น	หลัง การปรับปรุง บาท / ชิ้น
R.1	วัตถุดิบ		0.52	0.59
P.1	กลึงปอก	ปล่อยวัตถุดิบชน Stopper	0.07	0.07
		เจาะนำศูนย์	0.14	-
		ลบคม ID 10 mm	-	0.06
		เจาะรู ID 10 mm	0.36	-
		กลึงปอก OD 13 mm	0.32	0.32
		กลึงปาดหน้าและลบคม OD 13 mm	0.12	0.12
		กลึงตัด	0.42	0.42
P.2	กลึงปาดหน้า OD 15 mm		0.11	0.11
P.3	ลบคม ID 10 mm		0.04	-
P.4	ชุบเคลือบผิว		0.12	0.12
P.5	ตรวจสอบคุณภาพ		0.10	0.10
ต้นทุนรวม			2.32	1.91
ต้นทุนรวมที่ลดได้				0.41
คิดเป็นร้อยละ				17.67

ผลจากการปรับปรุงทำให้ต้นทุนรวมของชิ้นลดลงได้ ร้อยละ 17.67 ดังรูปที่ 25



รูปที่ 25 ผลหลังการปรับปรุงด้านต้นทุน

ข้อเสนอแนะ

1. ในช่วงเริ่มแรกของการทำกิจกรรมนั้นควรมีการจัดการฝึกอบรมเพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับวิศวกรรมคุณค่ากับผู้บริหารและหัวหน้างานก่อน เพื่อเป็นการวางพื้นฐานก่อนการจัดกิจกรรมการลดต้นทุน
2. หลังจากได้รับการอนุมัติการขอเปลี่ยนแปลงจากทางลูกค้าเรียบร้อยแล้ว ควรดำเนินการแก้ไขเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการผลิตชิ้นงานนี้ทั้งหมด เช่น แผนการควบคุมการไหลของกระบวนการผลิต คู่มือการปฏิบัติงาน ใบตรวจสอบในกระบวนการผลิต และใบตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน และจัดการฝึกอบรมเพื่อให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทราบถึงการเปลี่ยนแปลง เพื่อให้มีความเข้าใจที่ตรงกัน และปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง
3. ควรนำแผนงานวิศวกรรมคุณค่าไปขยายผลใช้กับชิ้นงานรายการอื่นๆ ด้วย



บรรณานุกรม

TNI

บรรณานุกรม

- กิตติ วิบูลย์ศิริเสวีกุล. (2542). การลดต้นทุนโดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า/การวิเคราะห์คุณค่า : กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตชุดสายไฟรถยนต์. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2550). หลักการควบคุมคุณภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- คมสันต์. (2556). การวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการ (Process Capability Analysis: PCA). สืบค้นเมื่อ 4 เมษายน 2556, จาก <http://www.docstoc.com/docs/110947202/komson-000559>
- คานะโอะ อะกิยามา. (2548). การวิเคราะห์หน้าที่เทคนิคพื้นฐานของการสร้างประสิทธิภาพ และนวัตกรรมภายในองค์กร. แปลโดย บัณฑิต ประดิษฐ์นาหวงษ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- คานะโอะ อะกิยามา. (2541). ขั้นตอนเชิงปฏิบัติของกิจกรรม วิศวกรรมคุณค่า. แปลโดย เชี่ยวเวทย์ ยิ้มศิริกุล. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : TPA PUBLISHING.
- จิรายุ จิตเจื้อจุน; อัมพิกา ไกรฤทธิ; และ ประณัฐ วิสุวรรณ. (2554, 20-21 ตุลาคม). การบูรณาการของวิศวกรรมคุณค่า และ ซิกซ์ ซิกม่าสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตเบาะรถยนต์. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554. หน้า 575-582.
- ชาญวิทย์ พรหมสุรินทร์. (2544). การอนุรักษ์พลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าในโรงงานสังกะสีโดยระบบควบคุมคุณภาพ แบบวิศวกรรมคุณค่า. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีพลังงาน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ไชยยงค์ ตันทิวิทย์กุล. (2552). การประยุกต์เทคนิควิศวกรรมคุณค่าสำหรับหีบห่อการขนส่ง. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- ณรพล พงษ์สำราญกุล. (2550). การลดต้นทุนในโซ่อุปทานการผลิตสลักเกลียวและแป้นเกลียวโดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ชนภพ กัลกิตตาเวลา. (2547). การประยุกต์เทคนิควิศวกรรมคุณค่าเพื่อการประหยัดพลังงานในโรงงานน้ำแข็ง. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

- บริษัท แมกซ์สตีล จำกัด. (2556) เหล็กกล้า (Steel). สืบค้นเมื่อ 11 เมษายน 2556, จาก http://www.maxsteelthai.com/index.php?option=com_content&view=article&id=112%3A-steel-metallurgy&catid=42&lang=en
- พรเทพ แก้วเชื้อ. (2555, มกราคม-มิถุนายน). การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคุณค่าในการพัฒนาระบบกำจัดฝุ่นของเครื่องเลื่อยไม้. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 7 (1) : 36-46.
- มีเชาว์ จันทศิริวัฒนา. (2552). การลดต้นทุนกระบวนการผลิตโดยใช้หลักวิศวกรรมคุณค่า กรณีศึกษา การผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แผงวงจรไฟฟ้าชนิดอ่อน. สารนิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. (การพัฒนางานอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- เลิศชัย ระตะนะอาพร. (2550). การบริหารวิศวกรรมคุณค่า. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศกุนี เครือวัลย์. (2548). การประหยัดพลังงานด้วยเทคนิคการจัดการ (วิศวกรรมคุณค่า) กรณีศึกษาของโรงงานอาหารและสิ่งทอ. โครงการศึกษาวิจัย วิศวกรรมคุณค่า (การจัดการพลังงาน). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย. (2554). มาตรฐานและสมบัติของเหล็กกล้าที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม. สืบค้นเมื่อ 14 มีนาคม 2556, จาก http://www.mme.ea-rmuti.com/wp-content/uploads/2011/11/Copy-of-มาตรฐานและสมบัติของเหล็กกล้าที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม_Sep-2011.pdf
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2556). วิชา : งานฝึกฝีมือเบื้องต้นหน่วยที่ 15 งานกลึง. สืบค้นเมื่อ 9 เมษายน 2556, จาก www.bpcd.net/new_subject/industry/yungyut/skill%20subject/unit%2015/knowledge%20sheet.pdf
- สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (2556). การบอกขนาด (Dimension). สืบค้นเมื่อ 9 เมษายน 2556, จาก [eng.sut.ac.th/me/new/1_2552/425101/425101_week08\(1_52\).pdf](http://eng.sut.ac.th/me/new/1_2552/425101/425101_week08(1_52).pdf)
- สิทธิชัย ธานี. (2553). การลดต้นทุนของชิ้นส่วนแผ่นกันโคลน สำหรับชิ้นส่วนรถยนต์ โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. (วิศวกรรมผลิต). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- อัมพิกา ไกรฤทธิ์. (2540). วิศวกรรมคุณค่า Value engineering เทคนิคการลดต้นทุนอย่างมีระบบ. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.



ภาคผนวก

เอกสารการอนุมัติการร้องขอเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรม

[illegible]