# การลดของเสียในกระบวนการผลิตด้วยระบบ QCC
# กรณีศึกษา บริษัท ตัวอย่าง จำกัด

องอาจ วรากรกาญจน์

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สาขาการจัดการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น
ปีการศึกษา 2554

# REDUCING WASTE IN PRODUCTION PROCESS WITH QCC
## A CASE STUDY OF SAMPLE COMPANY

Ongart Varakornkarn

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 2011

| | |
|---|---|
| หัวข้อสารนิพนธ์ | การลดของเสียในกระบวนการผลิตด้วยระบบ QCC<br>กรณีศึกษา โรงงานผลิตท่อเหล็กเหนียวส่งน้ำ |
| โดย | องอาจ วรากรกาญจน์ |
| สาขาวิชา | การจัดการอุตสาหกรรม |
| อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ | ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์ |

---

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้นับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

วัน.....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ดร. ณัฐพล ลิ้มจีระจรัส)

..... กรรมการ
(ดร. ณรงค์พนธ์ บุญทรงไพศาล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์
(ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์)

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น THAI-NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY TNI

องอาจ วรากรกาญจน์ : การลดของเสียในกระบวนการผลิตด้วยระบบ QCC กรณีศึกษา บริษัท ตัวอย่าง จำกัด. อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์, 53 หน้า.

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เป็นการหาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียโดยใช้เทคนิค Quality Control Circle (QCC) แก้ไขปัญหาต่างๆซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการปรับปรุงงานด้านการควบคุมคุณภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียและเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิต ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำสายการผลิตท่อเหล็กเหนียวสำหรับส่งน้ำมาเป็นกรณีศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เริ่มจากมีการลำดับเรื่องราวตามขั้นตอนของการพัฒนาคุณภาพซึ่งเรียกว่า QC Story โดยมี 7 ขั้นตอน โดยเริ่มจากการค้นหาหัวข้อปัญหา ทำความเข้าใจ กำหนดแผนการแก้ไข วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ใช้มาตรการตอบโต้ การยืนยันผลลัพธ์ จากนั้นก็ทำการสร้างมาตรฐาน ซึ่ง 7 ขั้นตอนที่กล่าวมานั้น หลังจากได้มีการทำจริงทำให้ทราบถึงรากสาเหตุของปัญหาและได้ใช้วิธีการทาง QC 7 Tools บางตัวคือแผนผังพาเรโตและแผนผังแสดงเหตุและผล นอกจากนั้นยังใช้แผนผังกระบวนการไหลซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในของ Industrial Engineering Technique ซึ่งทำให้สามารถทราบรายละเอียดของการทำงานได้ ซึ่งหลังจากได้มีการทำ QCC สามารถทำให้ความเสียหายของแนวเชื่อมที่เกิดจากการเชื่อมไม่ตรงแนวลดลงโดยเทียบจากระยะ 50,020 เซนติเมตร ในเดือนสิงหาคมปี 2553 พบว่า ในเดือนมกราคมปี 2554 ลดลงเหลือเพียง 5,600 เซนติเมตรและมีแนวโน้มที่ดีขึ้นอีกทั้งสามารถช่วยให้การทำงานง่ายขึ้น ทำให้ขวัญและกำลังใจพนักงานดีขึ้น

TNI
THAI-NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

บัณฑิตวิทยาลัย ลายมือชื่อนักศึกษา.....

สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2554

ONGART VARAKORNKARN : REDUCING WASTE IN PRODUCTION PROCESS WITH QCC: A CASE STUDY OF SAMPLE COMPANY. ADVISOR: DR. KORAKOT HEMSATHAPAT, 53 PP.

The objective of the study is to find the cause of defects in the welding line of the steel pipe production process by using Quality Control Circle (QCC) technique, which is one of the quality control and improvement techniques. In order to reduce defects and increase production efficiency, an application of QCC technique was implemented as a case study.

This study started with a quality improvement process called “QC Story” which consists of 7 steps including: searching the problems, understanding the problems, defining solution plan, analyzing causes of the problems, deploying countermeasure, reaffirming the results, and establishing standards. After the implementation of the aforementioned 7 steps, root causes of the problems were realized. Some techniques of QC 7 tools such as Pareto chart, cause and effect chart, and flow chart were utilized. As a result, defect of the welding lines were reduced from 50,020 millimeter in August 2010 down to 5,600 millimeter in January 2011. The trend of defect reduction is improving. In addition, all the improvements mentally support the workers and help the workers for convenient operation.

TNI
THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Graduate School Student's Signature .....

Field of Study Industrial Management Advisor's Signature .....

Academic Year 2011

# กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำ ให้คำปรึกษา ตลอดจนให้กำลังใจ ในการทำการศึกษาในครั้งนี้ อีกทั้งยังได้ทำการตรวจสอบข้อบกพร่องและแนะนำแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ประจำหลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาการจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ทุกท่าน ที่ประสิทธิประสาทวิชาให้แก่ข้าพเจ้า

สุดท้ายที่ขาดเสียมิได้ คือ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัว และเพื่อน ๆ ที่เป็นกำลังใจและให้โอกาสศึกษามาจนกระทั่งปัจจุบันนี้

องอาจ วรากรกาญจน์

# สารบัญ


หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญรูป..... ญ

บทที่

1 บทนำ..... 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
วัตถุประสงค์ของการทำสารนิพนธ์..... 3
ขอบเขตในการทำสารนิพนธ์..... 3
คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา..... 3
ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากสารนิพนธ์..... 5
แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน..... 5

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 6
การผลิตท่อเหล็กเหนียวและทฤษฎี QCC คิวซีเซอร์เคิล..... 6
การเตรียมการ..... 11
การพัฒนาแผนการดำเนินกิจกรรม..... 12
การดำเนินกิจกรรมการแก้ปัญหา..... 12
การนำเสนอผลงาน..... 16
การสำรวจงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง..... 16

# สารบัญ (ต่อ)


| บทที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3 | วิธีดำเนินงานสารนิพนธ์ | 19 |
| | ศึกษาและรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิตที่ใช้เป็นกรณีศึกษา | 19 |
| | การจัดองค์กรและลงทะเบียบกลุ่ม QCC | 26 |
| | การกำหนดสถานที่อภิปรายและศึกษา | 27 |
| | วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยเครื่องมือทดลอง | 27 |
| 4 | สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ | 47 |
| | สรุปผลการศึกษา | 47 |
| | อภิปรายผลการศึกษา | 48 |
| | ข้อเสนอแนะ | 49 |
| | ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษา | 49 |
| บรรณานุกรม | | 50 |
| ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์ | | 53 |


สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY TNI

# สารบัญตาราง


| ตาราง | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ระยะเวลาดำเนินการทำสารนิพนธ์ | 5 |
| 2 | สัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกขั้นตอนการทำงาน | 15 |
| 3 | กระบวนการผลิต | 19 |
| 4 | รายละเอียดพนักงานและตำแหน่งในแผนกขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียว | 22 |
| 5 | รายละเอียดขั้นตอนการผลิตแผนกขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียว | 24 |
| 6 | ข้อมูลและปัญหาของความเสียหายของแนวเชื่อมที่เสียจากการผลิตเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 (หน่วย : มิลลิเมตร) | 32 |
| 7 | เปอร์เซ็นความเสียหายของแนวเชื่อมที่เสียจากการผลิตเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 (% ของความเสียหาย) | 33 |
| 8 | รายละเอียดแผนการดำเนินการ | 35 |
| 9 | การควบคุมเครื่องจักร | 37 |
| 10 | แผนการอบรมพนักงานแผนก Spiral ประจำปี พ.ศ. 2554 | 38 |
| 11 | มาตรฐานการตั้งเครื่อง Spiral | 40 |
| 12 | รายงานการผลิตประจำแผนก Spiral | 41 |
| 13 | ข้อมูลและสาเหตุของความเสียหายของแนวเชื่อมที่เสียจากการผลิตเดือนมกราคม พ.ศ. 2554 (หน่วย : มิลลิเมตร) | 48 |
| 14 | แสดงผลการลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตก่อน-หลังปรับปรุง | 44 |
| 15 | แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการซ่อมแซม (Repair) ท่อที่ไม่ได้มาตรฐาน | 45 |
| 16 | ระยะเวลาในกระบวนการผลิตท่อเหล็กเหนียวสำหรับส่งน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร จำนวน 20 ท่อน (ก่อนปรับปรุง) | 46 |
| 17 | ระยะเวลาในกระบวนการผลิตท่อเหล็กเหนียว สำหรับส่งน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร จำนวน 20 ท่อน (หลังปรับปรุง) | 46 |
| 18 | สรุปผลการศึกษา | 48 |

# สารบัญรูป


| รูป | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | การไหลของวิธีการ QCC | 11 |
| 2 | ตัวอย่างแผนผังพาเรโต | 13 |
| 3 | แผนผังก้างปลา | 14 |
| 4 | ท่อเหล็กเหนียวส่งน้ำชนิดบนดิน | 20 |
| 5 | ท่อเหล็กเหนียวส่งน้ำชนิดใต้ดิน | 21 |
| 6 | ท่อเหล็กเหนียวส่งน้ำชนิดปลอก | 21 |
| 7 | เครื่อง Spiral Forming Machine | 22 |
| 8 | กระบวนการบรรจุเหล็กม้วน (Coil Loading) ขึ้นแท่นรองรับ (Coil Feeder) | 24 |
| 9 | กระบวนการยืดแผ่นเหล็กออกจากม้วน (Uncoiled) | 24 |
| 10 | กระบวนการขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียว (Forming) | 24 |
| 11 | กระบวนการเชื่อมประสานเนื้อเหล็ก (Submerged Arch Welding) | 24 |
| 12 | กระบวนการตัดท่อ (Cutting) | 25 |
| 13 | กระบวนการตรวจสอบสภาพท่อเหล็กเหนียว (Appearance Inspection) | 25 |
| 14 | โครงสร้างกลุ่มท่อเหล็ก | 26 |
| 15 | ความเสียหายของแนวเชื่อมจากการต่อ Coil | 28 |
| 16 | ความเสียหายของแนวเชื่อมจากการต่อลวดเชื่อม | 28 |
| 17 | ความเสียหายของแนวเชื่อมจากการไม่มีแนวเชื่อม | 29 |
| 18 | ความเสียหายของแนวเชื่อมจากการเชื่อมไม่ตรงแนว | 29 |
| 19 | ความเสียหายของแนวเชื่อมจากการเชื่อมทะลุ | 30 |
| 20 | ความเสียหายของแนวเชื่อมจากการผ่าท่อ | 30 |
| 21 | ความเสียหายของแนวเชื่อมจากการกัดข้าง | 31 |
| 22 | ความเสียหายของแนวเชื่อมจาก Low-High | 31 |
| 23 | กราฟพาเรโตแสดงปัญหาที่ทำให้เกิดการซ่อมแนวเชื่อม เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 | 37 |
| 24 | แผนผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหา | 35 |

# สารบัญรูป (ต่อ)


| รูป | | หน้า |
|---|---|---|
| 25 | ระบบ Hydraulic เพื่อใช้ดันลูกล้อเหล็กเพื่อกดขอบเหล็กให้โค้งเข้ารูป..... | 42 |
| 26 | Inverter มีความแม่นยำและติดตั้งใช้แทนชุดเก่า..... | 43 |
| 27 | ระบบไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งเข้ากับหัวเชื่อมเพื่อช่วยในการเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น..... | 43 |


สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY TNI

# บทที่ 1
# บทนำ

**ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา**

การขยายตัวของประชากรในประเทศไทยมีอัตราการเติบโตที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี ทำให้ความต้องการน้ำไม่ว่าจะเพื่อการอุปโภคหรือการบริโภคในประเทศมีอุปสงค์ที่สูงขึ้นตามมาด้วย การส่งมอบน้ำที่มีประสิทธิภาพไปยังสถานที่ต่างๆโดยเฉพาะในเขตชนบทไม่ว่าจะเป็นในช่วงสภาวะปกติหรืออุทกภัยทั้งสภาวะแห้งแล้งหรือน้ำท่วม จากสาเหตุนี้เองทางหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็น การประปานครหลวง การประปาส่วนภูมิภาค หรือ กรมชลประทาน รวมทั้งหน่วยงานเอกชน เช่น บริษัท East Water ได้ออกแบบกระบวนการส่งน้ำไปยังสถานที่ต่างๆ ผ่านเครื่องมือหลากหลายชนิดไม่ว่าจะเป็นทางคลองชลประทาน ฝาย หรือแม่น้ำต่างๆ ซึ่งการขนส่งน้ำจำเป็นต้องใช้ท่อในการลำเลียงเคลื่อนย้ายน้ำจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ท่อที่หน่วยงานราชการต่างๆ ออกแบบใช้ในแต่ละโครงการมีหลายชนิด แต่ท่อส่งน้ำหลักส่วนใหญ่แล้วจะเป็นท่อเหล็กเหนียว เนื่องจากคุณสมบัติของความทนทาน ความหลากหลายในขนาด และอายุการใช้งานที่ยาวกว่าท่อชนิดอื่นๆ ท่อเหล็กเหนียวจึงเป็นท่อที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการการขนส่งน้ำ

บริษัท ตัวอย่าง จำกัด เป็นหนึ่งในแปดบริษัทในประเทศไทยที่ได้รับอนุญาตในการผลิตท่อเหล็กเหนียวสำหรับส่งน้ำ โดยลูกค้าหลักของบริษัทฯ คือ การประปานครหลวง (กปน) การประปาส่วนภูมิภาค (กปภ) กรมชลประทานและภาคเอกชน โดยบริษัทฯ สามารถผลิตท่อเหล็กเหนียวชนิดต่างๆ ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ขนาด 100 มม. ไปจนถึงขนาด 1,500 มม. รวมไปถึงอุปกรณ์เสริมที่เกี่ยวกับท่อเหล็กโดยตรงอีกด้วย

การทำงานกับหน่วยงานราชการนั้น ความรวดเร็วของระยะเวลาในการผลิตและการส่งมอบถือเป็นสิ่งที่สำคัญ ด้วยเหตุนี้การศึกษาถึงวิธีการลดอัตรางานซ่อมของเสียที่เกิดจากการผลิตท่อเหล็กเหนียวนั้น จึงเป็นสิ่งที่จะช่วยทำให้องค์กรมีความสามารถในการแข่งขันในตลาดที่มีเรื่องราคาและความรวดเร็วในการส่งมอบเป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจของลูกค้า จากสายงานการผลิตทั้งหมดของบริษัท การขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียวนั้นถือเป็นต้นน้ำของกระบวนการผลิตท่อเหล็กเหนียวสำหรับส่งน้ำ จำนวนท่อเหล็กเหนียวที่เครื่องจักร (Spiral) สามารถผลิตได้ในแต่ละวันจะถูกส่งต่อไปยังแผนกอื่นๆ เพื่อผลิตเป็นท่อสำเร็จรูปตามความต้องการของลูกค้า ทางโรงงานมีการวางแผน และกำหนดจำนวนท่อเหล็กเหนียวสำเร็จรูปที่ลูกค้าต้องการในแต่ละวัน แต่จำนวนท่อที่มาจากแผนกขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียว (Spiral) ไปยังแผนกผลิตอื่นๆ ที่ต้องแปรสภาพเป็นสินค้าสำเร็จรูปที่สามารถส่งถึงมือลูกค้าได้ จะไม่สามารถกำหนดจำนวนที่แม่นยำได้ เนื่องจากเกิดปัญหาบนแนวเชื่อม ซึ่งทำให้บริษัทต้องทำการเปิดแผนกซ่อมแซม

(Repair) แนวเชื่อมขึ้นมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้การส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าไม่เป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้เสมอๆ ผลเสียระยะสั้นที่เกิดขึ้นกับบริษัทฯ คือ การได้รับต่อว่าจากลูกค้าและผลเสียระยะยาว คือ การสูญเสียลูกค้าชั้นดีไปให้คู่แข่ง

การเกิดปัญหาของเสียที่เกิดจากแนวเชื่อมไม่สมบูรณ์นั้น ทำให้เกิดความล่าช้ากับการผลิตท่อเหล็กเหนียวในแผนกอื่นๆ ใน Line การผลิต กล่าวคือ จำนวนท่อที่ออกมาจากแผนก Spiral ที่มีจำนวนน้อยทำให้เกิดต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นและเกิดความล่าช้าในการส่งมอบสินค้า การผลิตท่อเหล็กเหนียว มีจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างผลิตที่ถูกส่งไปยังแผนกซ่อมแซมแนวเชื่อมจำนวนมาก จากแผนกขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียว ดังนั้นการจัดทำสารนิพนธ์ในครั้งนี้จึงพิจารณาเลือกที่จะศึกษาการลดอัตราของเสียโดยมีการใช้ เครื่องมือที่เรียกว่า Quality Control Circle (QCC) มาใช้ในกรณีศึกษาในครั้งนี้

ด้วยเหตุนี้การศึกษา Quality Control Circle (QCC) จะต้องมีการลำดับเรื่องราวตามขั้นตอนของการพัฒนาคุณภาพ และจะเรียกการดำเนินการดังกล่าวนี้ว่า QC Story โดยสมาพันธ์นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรแห่งประเทศญี่ปุ่น Japanese Union of Scientists and Engineers (JUSE) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2550ข)

1. การเลือกหัวข้อปัญหา
2. การทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัจจุบัน และกำหนดค่าเป้าหมายโดยการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณลักษณะที่จะทำการแก้ไข
3. การกำหนดแผนการดำเนินการแก้ไขปัญหา โดยให้กำหนดว่าจะให้ใคร ทำอะไร เมื่อไหร่ อย่างไร
4. การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา โดยการพิจารณาถึงค่าปัจจุบันของคุณลักษณะที่ศึกษาเพื่อหาสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมด และทำการพิสูจน์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา
5. การพิจารณามาตรการตอบโต้ (Countermeasure) และนำไปใช้โดยจะต้องกำหนดถึงแผนการนำมาตรการตอบโต้ไปใช้ได้
6. การยืนยันผลลัพธ์ โดยการตรวจสอบผลลัพธ์จากการนำมาตรการตอบโต้ไปใช้แล้วเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่กำหนดไว้ รวมถึงการพิจารณาถึงผลประโยชน์ทั้งที่เป็นรูปธรรม (Tangible) และที่เป็นนามธรรม (Intangible)
7. การสร้างมาตรฐานและกำหนดแผนการควบคุม โดยการเลือกวิธีการควบคุมและให้การศึกษาแก่บุคลากรที่เกี่ยวข้องถึงวิธีการใหม่

**วัตถุประสงค์ของการทำสารนิพนธ์**

1. เพื่อศึกษาปัญหาและสาเหตุของของเสียที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมท่อเหล็กเหนียวด้วยเทคนิค Quality Control Circle (QCC)

2. เพื่อการนำเทคนิค QCC ไปวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาเพื่อปรับปรุงและลดของเสีย แล้วกำหนดวิธีการเชื่อมท่อเหล็กเหนียวที่เป็นมาตรฐานและเหมาะสมกับเครื่องจักร

**ขอบเขตในการทำสารนิพนธ์**

การศึกษาในครั้งนี้ จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับของเสียที่เกิดจากการเชื่อมท่อเหล็กเหนียวโดยนำเทคนิค QCC ไปวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาและแก้ไขปัญหาที่ต้นเหตุปัญหา เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง

**คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา**

**Quality Control Circle (QCC)** คือ เครื่องมือ หรือ วิธีการ หรือ กระบวนการ ที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงาน และสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันได้เช่นกัน โดยมีหลักการสำคัญ คือ วงจรเดมมิ่ง (Deming Circle)

1. Japanese Union of Scientists and Engineers (JUSE) คือ สมาคมผู้พัฒนาระบบการบริหารคุณภาพแบบ QCC
2. Spiral Forming คือ การขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียวแบบเกลียว
3. Capacity คือ ความสามารถของเครื่องจักร
4. Coil Weight คือ น้ำหนักของเหล็กต่อหนึ่งม้วน
5. Coil Width คือ ความกว้างของเหล็กต่อหนึ่งม้วน
6. Coil คือ หน่วยนับเหล็กหนึ่งม้วน
7. Wall Thickness คือ ความหนาของเหล็ก
8. Uncoiled คือ การยืดเหล็กออกจากม้วน
9. Forming คือ การขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียว
10. Submerge Welding คือ คือการเชื่อม
11. Circumference Inspection คือ การตรวจสอบเส้นรอบวงของท่อเหล็ก
12. Cutting คือ การตัดท่อให้ได้ขนาดที่ต้องการ
13. Appearance Inspection คือ การตรวจสอบคุณลักษณะ
14. Repair คือ การซ่อมแซมท่อให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด
15. Low-High คือ ความไม่เป็นระนาบเดียวกันของพื้นผิวเหล็กจากการขึ้นรูป

16. Coil Feeder คือ การส่งเหล็กเข้าเครื่องม้วนท่อ

17. Submerged Arc Weld (SAW) คือ วิธีเชื่อมใต้ผงประสานลวดเชื่อม

18. Flux คือ ผงประสานลวดเชื่อม

19. Electric Resistance Welding (ERW) คือ การขึ้นรูปด้วยวิธีเชื่อมเหล็กแผ่นโดยอาศัยความต้านทานไฟฟ้า

20. Slitting คือ การตัดขนาด

21. Post-Welded Treatment คือ การรักษาแนวเชื่อม

22. Check Sheet คือ เอกสารบัญชีรายการที่ต้องตรวจสอบ

23. Pareto Diagram คือ กราฟใช้สำหรับแสดงปัญหาต่างๆ

24. Graph คือ กราฟแสดงรายงานผล

25. Cause & Effect Diagram คือ แผนภาพแสดงเหตุและผล

26. Scatter Diagram คือ แผนภาพกระจาย

27. Control Chart คือ แผนภูมิควบคุม

28. Histogram คือ กราฟแสดงค่าของสถิติความถี่

29. Fish Bone Diagram คือ แผนภาพก้างปลา

30. Process Flow Chart คือ แผนภาพแสดงกระบวนการผลิต

31. Combined Symbols คือ การใช้สัญลักษณ์ร่วม

32. Total Quality Management (TQM) คือ การบริหารและควบคุมคุณภาพทั่วทั้งองค์กร

33. Countermeasure คือ มาตรการตอบโต้ปัญหา

**ขั้นตอนการดำเนินงาน**

1. การศึกษารายละเอียดการขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียวและทำความเข้าใจกับสถานการณ์และปัญหาในปัจจุบัน

2. การเลือกหัวข้อปัญหาที่เกิดขึ้นในการขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียว

3. การกำหนดค่าเป้าหมาย โดยการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณลักษณะที่จะทำการแก้ไขรวมถึงค่าเป้าหมายที่จะทำการแก้ไขปัญหา

4. การกำหนดแผนการดำเนินการแก้ไขปัญหา

5. การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา โดยการพิจารณาถึงค่าปัจจุบันของคุณลักษณะที่ทำให้เกิดปัญหา

6. ศึกษาเพื่อหาสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมด และทำการพิสูจน์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา

7. การพิจารณามาตรการตอบโต้ (Countermeasure) และนำไปใช้โดยจะต้องกำหนดถึงแผนการนำมาตรการตอบโต้ไปใช้ได้

8. การยืนยันผลลัพธ์ โดยการตรวจสอบผลลัพธ์จากการนำมาตรการตอบโต้ไปใช้แล้วเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่กำหนดไว้ รวมถึงการพิจารณาถึงผลประโยชน์ ทั้งที่เป็นรูปธรรม (Tangible) และที่เป็นนามธรรม (Intangible)

9. การสร้างมาตรฐานและกำหนดแผนการควบคุม โดยการเลือกวิธีการควบคุมและให้การศึกษาแก่บุคลากรที่เกี่ยวข้องถึงวิธีการใหม่

**ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากสารนิพนธ์**

1. สามารถทราบถึงปัญหาและวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงของปัญหาได้ถูกต้อง
2. สามารถกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ต้นเหตุของปัญหา เพื่อลดและขจัดปัญหาได้
3. สามารถลดอัตราการสูญเสียของแนวเชื่อม และเพิ่มผลผลิตในแผนกขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียว
4. สามารถกำหนดวันส่งมอบสินค้าให้แก่ลูกค้าได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เนื่องจากของเสียน้องลงจึงไม่ต้องใช้เวลามาซ่อมชิ้นงาน
5. เพื่อให้เกิดการประหยัดค่าใช้จ่ายในการตรวจนับสินค้าคงเหลือ
6. เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์แก่กลุ่มอุตสาหกรรมเดียวกัน
7. เพื่อปรับปรุงขั้นตอนการทำงานให้สามารถปฏิบัติงานได้ง่ายขึ้น

**แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน**

ตารางที่ 1 ระยะเวลาดำเนินการทำสารนิพนธ์

| ลำดับ | วิธีดำเนินการ | 2553 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. |
| 1 | สำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง | | | | | | |
| 2 | ศึกษาความเป็นมาและสภาพปัจจุบัน | | | | | | |
| 3 | เก็บข้อมูลเวลาในการทำงาน | | | | | | |
| 4 | หาแนวทางปรับปรุง | | | | | | |
| 5 | สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ | | | | | | |
| 6 | จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์ | | | | | | |

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาขั้นตอนการแก้ปัญหาในกระบวนการผลิตด้วยเทคนิค QCC โดยมีธุรกิจโรงงานผลิตท่อเหล็กเหนียวส่งน้ำเป็นกรณีศึกษา ผู้ศึกษาได้แบ่งกรอบแนวความคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางการศึกษาดังนี้

**การผลิตท่อเหล็กเหนียวและทฤษฎี QCC คิวซีเซอร์เคิล**

ในอุตสาหกรรมการผลิตท่อเหล็กเหนียว เพื่อใช้ในการขนส่งน้ำมีกรรมวิธีการและหลักการในการผลิตจะเป็นการนำเอาแผนเหล็กมาดัด บิด เปลี่ยนรูปทรงจากแผนแบน ให้อยู่ในรูปทรงกลม ซึ่งในอุตสาหกรรมกรผลิตท่อจะมีอยู่ 3 วิธี คือ

1. การขึ้นรูปด้วยวิธีเชื่อมแนวแบบ Double Submerged Arc Weld (DSAW) คือ กระบวนการผลิตด้วยวิธีการเชื่อมท่อด้วยวิธี Arc โดยมี Flux ปกคลุมขณะที่ทำการเชื่อม โดยจะทำการเชื่อมทั้งด้านในและด้านนอกด้วยขบวนการที่แยกกัน การเชื่อมที่แยกกันนี้จะทำให้เกิดการผสมของเนื้อรอยเชื่อมของกันและกัน ทำให้ได้รอยเชื่อมที่มีคุณภาพสูง ท่อแบบ DSAW นี้มักมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอกใหญ่และผนังหนา สำหรับขบวนการผลิตท่อ DSAW มี 2 วิธีที่ต่างกัน คือ วิธี Pyramid Rolls (Bend Rolled) และวิธี U-O ซึ่งความแตกต่างจะอยู่ที่เพียงกรรมวิธีม้วนเหล็กแผ่นให้เป็นรูปทรงกระบอก โดยในวิธี Pyramid Rolls นั้น ทรงกระบอกจะถูกสร้างขึ้นจากการม้วนเหล็กแผ่นระหว่าง 3 ลูกรีดที่เรียงตัวกันแบบ Pyramid ขณะที่วิธี U-O ใช้การกดให้เหล็กแผ่นเป็นรูปตัว "U" จากนั้นจึงกดต่อให้เป็นรูปตัว "O" แล้วจึงทำการเชื่อม

2. การขึ้นรูปด้วยวิธีเชื่อมเหล็กแผ่นโดยอาศัยความต้านทานไฟฟ้า ERW (Electric Resistance Welding) ส่วนใหญ่ที่ใช้จะมีความหนาไม่เกิน 8 มม. รอยเชื่อมของท่อที่ผลิตโดยกรรมวิธีนี้จะได้แนวเชื่อมตรงตามความยาวท่อ โดยเริ่มจากการคลี่เหล็กแผ่นม้วน (Uncoiling) แล้วตัดแบ่ง (Slitting) ให้ได้ขนาดความกว้างของเหล็กแผ่นใกล้เคียงกับความยาวของเส้นรอบวงที่ต้องการม้วนทำท่อ จากนั้นจะค่อยๆ ม้วนเหล็กแผ่นให้เป็นรูปทรงกระบอกโดยผ่านลูกรีดแท่นแล้วจึงทำการเชื่อมบริเวณขอบของเหล็กแผ่นโดยใช้การเชื่อมแบบความถี่สูงทำให้เกิดความร้อนแล้วจึงอัดให้ติดกัน ซึ่งจะมีเนื้อโลหะส่วนหนึ่งนูนออกมา ซึ่งจะถูกทำการปาด (Bead Trimming) ออกจากผิวต่อมา จากนั้นจึงนำท่อที่ได้ไปผ่านกระบวนการทางความร้อน (Post-Weld Treatment) เพื่อลดความเค้นจากการเชื่อมและทำให้ได้โครงสร้างจุลภาคภายในเนื้อเหล็กที่สม่ำเสมอทั้งบริเวณโลหะพื้นและบริเวณรอยเชื่อม แล้วจึงทำการรีดที่ Sizing Mill เพื่อปรับขนาดอีกเล็กน้อย และทำให้ท่อตรงขึ้น แล้วจึงตัดตามความยาวที่ต้องการ

3. การขึ้นรูปด้วยวิธีเชื่อมแบบ Spiralโดยวิธี Submerged Arc Welding (SAW) ท่อเชื่อมแบบ Spiral คือ ท่อเหล็กกล้าที่เชื่อมโดยวิธี Submerged Arc Welding (SAW) โดยแนวเชื่อมจะมีลักษณะขดเป็นวงคล้ายสปริง กรรมวิธีนี้สามารถผลิตท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางได้กว้างและความยาวมากๆ ได้ โดยอาจมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150-3,300 มม. ความหนาที่ใช้กันส่วนใหญ่ประมาณ 3-19 มม. ท่อเชื่อม Spiral Pipe แบบ 2 ด้าน จะสามารถทนความดันได้มากกว่าท่อเชื่อมแบบแนวเชื่อมตรงถึง 25% เมื่อเทียบที่ความหนาของผนังเท่ากัน

ความหมายของ QCC

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550ก. : 108) ได้ให้ความหมายของ QCC ไว้โดยที่คงคำว่า “เซอร์เคิล (Circle)” ตามรากศัพท์ภาษาอังกฤษ เนื่องจากไม่มีคำในภาษาไทยที่มีความหมายเหมาะสมทดแทนความหมายทั้งหมดได้ กอปรกับคนไทยโดยทั่วไปก็จะเข้าใจในความหมายของคำว่าเซอร์เคิลอยู่แล้ว อย่างไรก็ตาม ไม่ควรใช้คำว่า “กลุ่ม” หรือ “ทีม” แทนความหมายของคำว่าเซอร์เคิล เพราะจะทำให้การสื่อความหมายผิดไปอย่างมาก เพราะว่าคำว่า “กลุ่ม” ในภาษาไทยนั้น พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานได้นิยามว่า หมายถึง “คน สัตว์ หรือสิ่งต่างๆ ที่รวมกันเป็นหมู่ๆ หรือกลุ่มก้อน” คำว่ากลุ่มในภาษาไทยจึงมิได้มีความหมายครอบคลุมความต่อเนื่องของการดำเนินการควบคุมคุณภาพตามศัพท์ “เซอร์เคิล” ในภาษาอังกฤษได้

นิยาม

QCC คือ กลุ่มบุคคลหน้างานที่ดำเนินกิจกรรมการรักษาไว้ซึ่งความพึงพอใจของลูกค้าของงานที่ตนเองมีความรับผิดชอบ ด้วยความมีระบบอย่างต่อเนื่อง

ตามนิยามของสมาคม JUSE ผู้พัฒนาระบบการบริหารคุณภาพแบบ QCC นั้น ได้ให้ความหมายของ QCC ไว้ว่า QCC คือ

- กลุ่มย่อย (Small Group) กลุ่มหนึ่ง
- ดำเนินกิจกรรมควบคุมคุณภาพภายในสถานที่ทำงานเดียวกัน
- ด้วยความสมัครใจ
- โดยกลุ่มย่อยที่กล่าวถึงต้องมีลักษณะเฉพาะดังต่อไปนี้
- เป็นส่วนหนึ่งของการควบคุมคุณภาพทั่วทั้งองค์กร Company Wide Quality Control (CWQC) (วรภัทร์ ภู่เจริญ. 2542)
- พัฒนาตนเอง และพัฒนาซึ่งกันและกัน
- ดำเนินการควบคุมและปรับปรุง
- ภายในหน่วยงาน หรือสถานที่ทำงาน (Workshop)

- ใช้ประโยชน์จากกลวิธีการควบคุมคุณภาพ
- ด้วยความร่วมมือจากสมาชิกทุกคน

นอกเหนือจากนี้ จูส (JUSE. 1996 : 9) ได้กล่าวถึงนิยามของ QCC ใหม่ เพื่อรองรับต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของสภาพสังคมและเศรษฐกิจภายในองค์กร โดยส่วนใหญ่นิยามว่า QCC คือ “กลุ่มย่อยกลุ่มหนึ่งที่ประกอบด้วยบุคลากรหน้างานที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่องในการควบคุม และปรับปรุงคุณภาพการทำงาน ผลิตภัณฑ์ และการบริการของพวกเรา” (A Small Group Consisting of First – Line Employees Who Continually Control and Improve the Quality of their Works, Products, and Services.)” โดยกลุ่มย่อยที่กล่าวถึงนี้ มีลักษณะสำคัญ คือ

- ดำเนินการด้วยตนเอง (Operate Autonomously)
- ใช้ประโยชน์จากแนวความคิดและเทคนิคการควบคุมคุณภาพตลอดจนเครื่องมือในการปรับปรุงคุณภาพอื่นๆ
- กระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์แก่สมาชิก
- ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาตนเอง และพัฒนาซึ่งกันและกัน

โดยกิจกรรม QCC นี้จะมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ คือ

- การพัฒนาความสามารถของสมาชิกเพื่อให้สมาชิกดำเนินการได้ด้วยตนเอง
- ทำให้สถานที่ทำงานเป็นสถานที่ที่มีความสุข มีชีวิตชีวา และความพึงพอใจในการทำงาน
- ปรับปรุงความพึงพอใจแก่ลูกค้า
- ส่งผลที่ดีต่อสังคม

ทั้งนี้ผู้บริหารระดับสูงในองค์กรจะต้องดำเนินการให้เกิดความมั่นใจว่า การดำเนินกิจกรรม QCC ได้ส่งผลต่อการปรับปรุงให้องค์กรมีความเข้มแข็งโดยมีแนวทาง ดังนี้

1. การผลักดันให้กิจกรรม QCC เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ และทำสถานที่ทำงานให้มีชีวิตชีวา
2. การดำเนินกิจกรรมการปรับปรุงทั่วทั้งองค์กร
3. การกำหนดแนวทางและสนับสนุนให้เกิดความมีส่วนร่วมโดยรวม โดยเคารพความเป็นมนุษย์ของพนักงาน

โดยภาพรวมสามารถสรุปได้ว่า แนวคิดและทฤษฎี QCC คือ การจัดกลุ่มทำกิจกรรมภายในองค์กรเพื่อแก้ไขและจัดการกับปัญหาต่างๆ ให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้โดยใช้เครื่องมือทางด้านการควบคุมคุณภาพในการวิเคราะห์หาสาเหตุและการแก้ไข

ความหมายและความสำคัญของ QCC

ความหมายของ QCC หมายถึง การควบคุมคุณภาพด้วยกิจกรรมกลุ่มการควบคุมคุณภาพ คือ การบริหารงานด้านวัตถุดิบ ขบวนการผลิตและผลผลิต ให้ได้คุณภาพตามความต้องการของลูกค้า ผู้เกี่ยวข้องหรือข้อกำหนดตามมาตรฐานที่ตั้งไว้ โดยมีเป้าหมายป้องกันและลดปัญหาการสูญเสียทั้งวัตถุดิบ ต้นทุนการผลิต เวลาการทำงาน และผลผลิตกิจกรรมกลุ่ม คือ ความร่วมมือร่วมใจในการทำงาน หรือสร้างผลงานตามเป้าหมายซึ่งประกอบด้วย ผู้บริหาร พนักงาน วิธีการทำงาน เครื่องจักร เครื่องใช้ ระเบียบกฎเกณฑ์ และอื่นๆ กิจกรรม QCC คือ กิจกรรมที่สร้างความร่วมมือร่วมใจในการสร้างผลงานให้ได้คุณภาพตามเป้าหมาย โดยการค้นหาจุดอ่อน และหาสาเหตุแห่งความหมายของ QCC ดังที่ได้กล่าวแล้วว่า QCC มาจากภาษาอังกฤษว่า Quality Control Circle ซึ่งแปลว่า การบริหารโดยการควบคุมคุณภาพหรือกลุ่มคุณภาพ ซึ่งในปัจจุบันนี้ องค์การธุรกิจเอกชนต่าง ๆ รัฐวิสาหกิจ ได้ให้ความสนใจเป็นอย่างมาก คำว่า คุณภาพ หมายถึง คุณสมบัติหรือลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์หรือการบริการที่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคหรือผู้บริการ การควบคุมคุณภาพ หมายถึง การปฏิบัติงานต่างๆ ในระหว่างการผลิตที่ป้องกันไม่ให้เกิดของเสีย ป้องกันไม่ให้การทำงานผิดไปจากกำหนด หาทางลดปริมาณของเสีย เพิ่มปริมาณการผลิตและคุณภาพให้ดีอยู่ตลอดเวลา กลุ่มสร้างคุณภาพ หมายถึง กลุ่มคนเหมาะสมขนาดเหมาะสมที่ทำงานอย่างเดียวเกี่ยวข้องกัน รวมตัวอย่างอิสระ เพื่อร่วมมือและช่วยกันปรับปรุงงานให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

กล้าหาญ วรพุทธพร (2525 : 18) ได้ให้คำจำกัดความของ QCC อย่างสั้น ๆ ว่า คนกลุ่มน้อย ณ สถานที่ปฏิบัติงานเดียวกันรวมตัวกันโดยสมัครใจ โดยมีผู้บังคับบัญชาระดับต้น (First Line Supervisor) เป็นแกนกลางเพื่อทำกิจกรรมเกี่ยวกับการปรับปรุงงาน โดยตนเองอย่างเป็นอิสระ แต่ต้องไม่ขัดต่อนโยบายหลักขององค์การ

นภดล เชนะโยธิน (2531 : 188) กล่าวโดยสรุปว่า การบริหารโดยระบบการควบคุมคุณภาพหรือกลุ่มคุณภาพ คือ กิจกรรมหรือกระบวนการแก้ไขปัญหาและควบคุมคุณภาพด้วยกลุ่ม ฉะนั้น การบริหารโดยระบบควบคุมคุณภาพหรือกลุ่มคุณภาพ หมายถึง กิจการร่วมกันของกลุ่มพนักงานรวมตัวกัน โดยสมัครใจ เพื่อปรับปรุงและแก้ไขปัญหาขององค์การ ทั้งนี้ ต้องไม่ขัดต่อนโยบายหลักขององค์การ

กิจกรรมของ QCC แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. กิจกรรมที่สามารถวัดหรือคำนวณออกมาเป็นตัวเลขได้
   - การเพิ่มผลผลิต
   - การลดจำนวนของเสียของผลิตภัณฑ์
   - การลดจำนวนของลูกค้าที่ส่งคืน เนื่องจากผลผลิตภัณฑ์ที่ส่งไปไม่ได้คุณภาพตามที่ลูกค้าต้องการ
   - การลดค่าใช้จ่ายต่างๆ ลง

2. กิจกรรมที่ไม่สามารถวัดหรือคำนวณออกมาเป็นตัวเลขได้
   - ทำให้ความร่วมมือของพนักงานดีขึ้น
   - ทำให้ขวัญและกำลังใจของพนักงานดีขึ้น
   - ทำให้พนักงานมีความรับผิดชอบสูงขึ้น
   - ลดความขัดแย้งในการทำงานลง

ประโยชน์ของกิจกรรม QCC

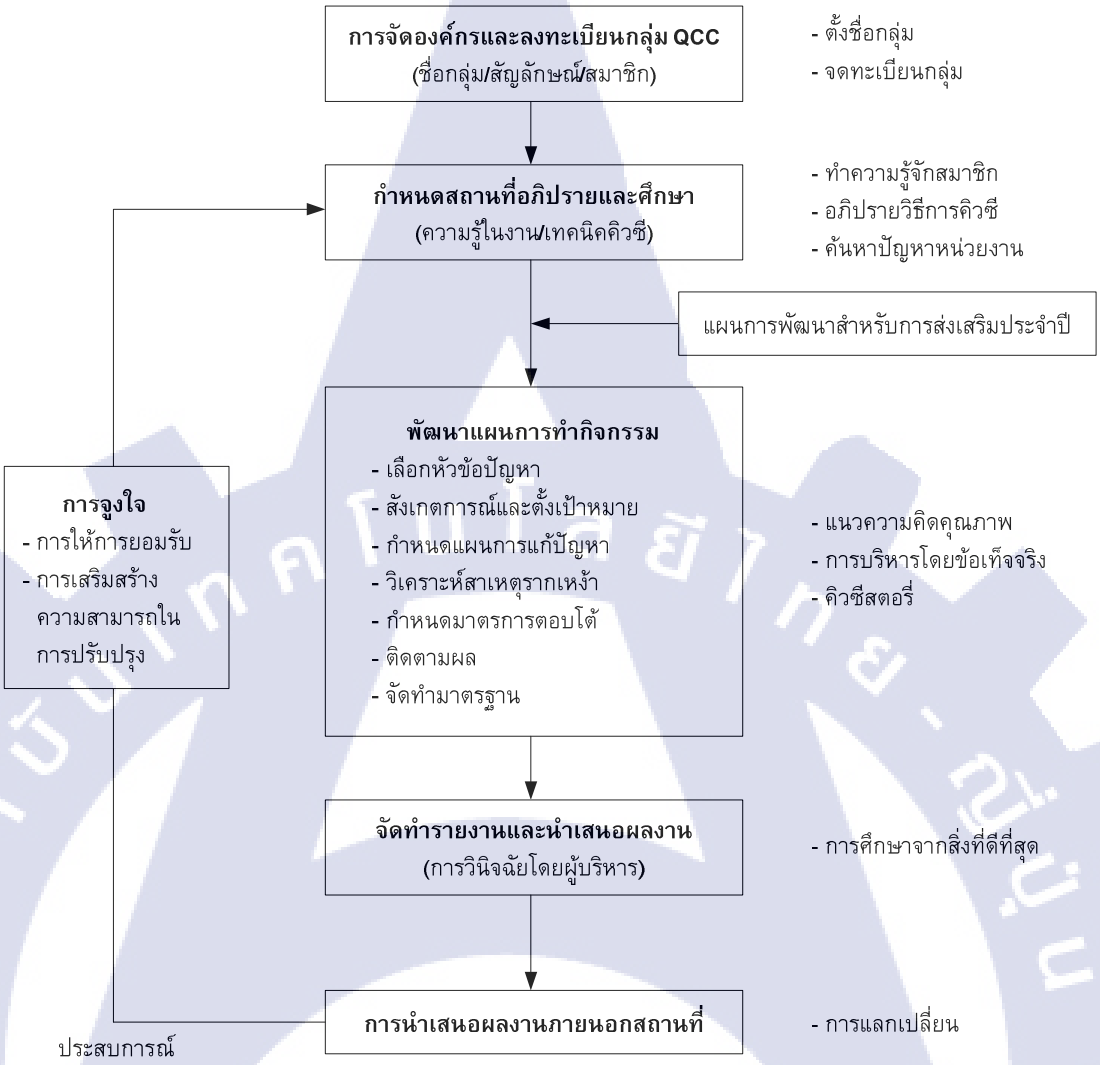
ถ้าการดำเนินงานของ QCC ถูกต้องและดำเนินการอย่างจริงจัง จะก่อให้เกิดประโยชน์แก่องค์การ ได้ 2 ทาง คือ

ทางตรง ได้แก่
- ช่วยให้ต้นทุนลดลง
- คุณภาพสูงขึ้น
- ประสิทธิภาพของงานสูงขึ้น

ทางอ้อม ได้แก่
- ความสามารถในการทำความเข้าใจเรื่องต่างๆ สูงขึ้น
- มนุษย์สัมพันธ์ดีขึ้น
- ความรู้ทางเทคนิคสูงขึ้น
- การปรับปรุงงานสูงขึ้น
- ขวัญและกำลังใจดีขึ้น

วิธีการและขั้นตอนการนำ QCC ไปวิเคราะห์แก้ไขปัญหาเพื่อปรับปรุงและลดของเสียในกระบวนการผลิต

การดำเนินการ QCC จะสามารถดำเนินการได้ทันทีภายหลังที่มีการให้การศึกษาแก่ผู้บริหารทั่วทั้งองค์กรที่เกี่ยวกับ QCC และผู้บริหารระดับสูงสุดได้ให้การยอมรับ (Commitment) ในแนวความคิด และพร้อมที่จะใช้ QCC เป็นวิธีการหนึ่งในการบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์กรแล้ว โดยวิธีการทั่วไปของการทำ QCC สรุปได้ด้วยรูปที่ 1




รูปที่ 1 การไหลของวิธีการ QCC

ที่มา : กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2550ข). **ระบบการควบคุมคุณภาพที่หน้างานคิวซีเซอร์เคิล**. หน้า 119.

**การเตรียมการ**

กลุ่ม QCC จะได้รับการจัดตั้งขึ้นโดยการฟอร์มตัวกันของบุคลากรหน้างาน (อาจจะมาจากคำแนะนำของผู้บังคับบัญชาขั้นต้น) จากนั้นจะดำเนินการกำหนดชื่อกลุ่ม และสัญลักษณ์ประจำกลุ่ม ซึ่งอาจจะมาจากชื่อสถานที่ ชื่อดารา นักกีฬาคนโปรดก็ได้ ฯลฯ โดยให้อยู่ในลักษณะคำสั้นๆ โดดเด่น ง่ายต่อการจดจำอาจจะไม่มีความจำเป็นต้องมีความหมายก็ได้ แล้วทำการจดทะเบียนกลุ่มกับสำนักงาน QCC

จากนั้นกลุ่มคิวซีจะประชุมร่วมกันเป็นครั้งแรก โดยเริ่มจากการทำความรู้จักซึ่งกันและกันของสมาชิกกลุ่มก่อน (ในกรณีที่มีสมาชิกใหม่ จำต้องให้ทำความรู้จักกับสมาชิกเดิมทุกคน พร้อมภาระหน้าที่ในกลุ่มเซอร์เคิล) จากนั้นจะต้องมีการอภิปรายถึงวิธีการของ QCC (อาจนำโดยหัวหน้ากลุ่มหรือที่ปรึกษากลุ่ม) แล้วทำความเข้าใจกับการทำงานของกลุ่ม (อาจแสดงด้วยแผนภาพการไหลของงาน พร้อมภารกิจของหน่วยงานที่กลุ่ม QCC สังกัด) เพื่อกำหนดปัญหาด้านคุณภาพของกลุ่ม

**การพัฒนาแผนการดำเนินกิจกรรม**

แผนการดำเนินกิจกรรม QCC จะประกอบด้วย แผนระยะยาวและแผนระยะสั้น หรือแผนการที่มีการแก้ปัญหาคุณภาพเฉพาะเรื่อง โดยแผนการระยะยาวประกอบด้วย นโยบายการจัดทำกิจกรรม QCC จุดประสงค์ตลอดจนตัวชี้วัด ซึ่งแผนระยะยาวของ QCC ควรจะมีระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2550ก)

สมาชิกกลุ่ม QCC ควรทำความเข้าใจกับนโยบายของผู้บริหารก่อนที่จะกำหนดแผนการแก้ปัญหาเฉพาะเรื่อง และการดำเนินการในเรื่องนี้ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำเนินกิจการภายใต้แนวความคิดขั้นพื้นฐานของ QCC โดยจะต้องไม่ดำเนินการกำหนดแผนการแก้ปัญหาประเภท เรื่องอะไรก็ได้แล้วแต่สมาชิก หรือ ปัญหาที่ผู้บริหารกำหนดมาให้

หลังจากการทำความเข้าใจและเห็นพ้องกับนโยบายของผู้บริหารแล้ว ให้สมาชิกกลุ่ม QCC ร่วมกันคิดค้นปัญหาของสถานที่ทำงาน โดยคำนึงถึงความมีส่วนร่วมของสมาชิกกลุ่มทุกคน โดยปัญหาคุณภาพอาจจะกำหนดได้จากการทำความเข้าใจกับความต้องการของลูกค้าภายในและลูกค้าภายนอก ความยากลำบากในการทำงาน และความคาดหวังในด้านกระบวนการทำงานของผู้บังคับบัญชา

การพิจารณาปัญหาจากประเด็นข้างต้น จะต้องมาจากพื้นฐานที่สมาชิกกลุ่มจะต้องเข้าใจถึงสถานะปัจจุบันของกระบวนการทำงานก่อนเสมอ

**การดำเนินกิจกรรมการแก้ปัญหา**

ภายหลังจากการกำหนดปัญหาคุณภาพของกลุ่ม QCC ได้แล้ว กลุ่ม QCC จะต้องดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของ QC Story (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2550ข) คือ การลำดับเรื่องราวตามขั้นตอนของการพัฒนาคุณภาพ โดยกำหนดไว้ 7 ขั้นตอน คือ

1. การกำหนดหัวข้อปัญหาคุณภาพ
2. การสังเกตการณ์และการตั้งเป้าหมาย
3. การกำหนดแผนการแก้ปัญหา
4. การวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้าของปัญหา

5. การกำหนดมาตรการตอบโต้สาเหตุของปัญหา
6. การติดตามผล
7. การทบทวนมาตรฐาน หรือสร้างมาตรฐานใหม่

กิจกรรมการแก้ปัญหาสามารถนำเครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (QC 7 Tools) มาใช้เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

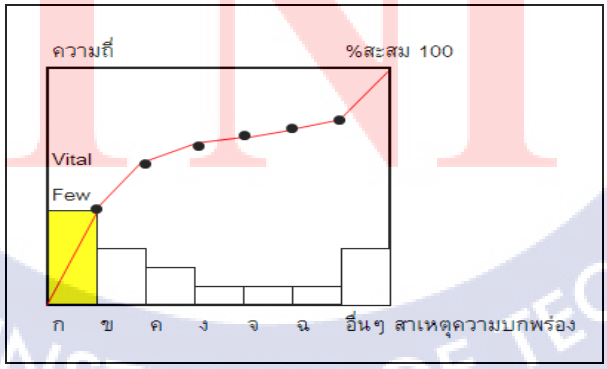
QC 7 Tools มีดังนี้

1. แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet)
2. แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)
3. กราฟ (Graph)
4. แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)
5. แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram)
6. แผนภูมิควบคุม (Control Chart)
7. ฮิสโตแกรม (Histogram)

ในกรณีศึกษานี้จะเลือกใช้แผนผังพาเรโตและแผนผังแสดงเหตุและผลเพื่อเลือกหัวข้อของปัญหาและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเป็นหลัก

<u>แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)</u>

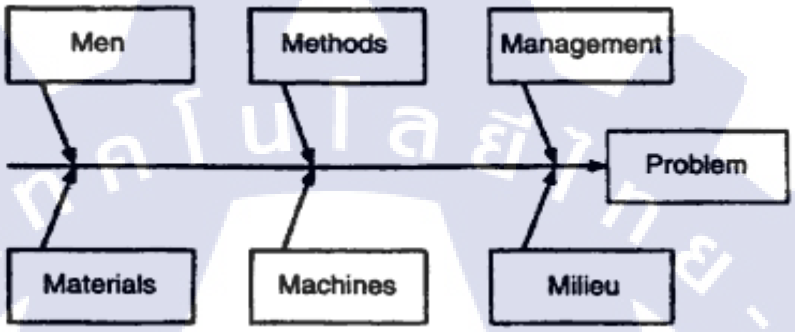
วันรัตน์ จันทกิจ (2546) แผนผังพาเรโตคืออะไร ในปี 1952 ดร.โจเซฟ จูรานผู้เชี่ยวชาญด้านการควบคุมคุณภาพชาวอเมริกัน ได้สังเกตและทำการวิจัย พบว่า หากข้อมูลที่เก็บมาได้นั้นมีเสถียรภาพแล้ว ข้อมูลที่มีความสำคัญมากจะมีจำนวนเพียงเล็กน้อย และข้อมูลที่มีความสำคัญน้อยจะมีจำนวนมาก จึงได้ตั้งชื่อหลักการนี้ว่า “หลักการพาเรโต” และได้เรียกการแยกแยะของข้อมูลในกราฟแท่งโดยเรียงลำดับจากมากไปน้อยว่า แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)




รูปที่ 2 ตัวอย่างแผนผังพาเรโต

แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550ข) เป็นผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก็ให้เกิดปัญหานั้น แผนผังแสดงเหตุและผลสามารถเรียกได้หลายชื่อ คือ ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) หรือหลายคนอาจรู้จักในชื่อของ แผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1943 โดยศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาว่า แห่งมหาลัยโตเกียว




รูปที่ 3 แผนผังก้างปลา

ที่มา : Jens J. Dahlgaa; Kai Kristensen; Ghopal K. Khanji. (2002). **Fundamentals of Total Quality Management: Process Analysis and Improvement**. p. 38

แผนภูมิกระบวนการไหล

วันรัตน์ จันทกิจ (2550) คือ แผนภูมิที่เขียนขึ้นเพื่อบันทึกขั้นตอนการทำงาน หรือบันทึกขั้นตอนในกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์โดยละเอียด เพื่อการศึกษาในการปรับปรุงงานโดยใช้สัญลักษณ์ที่เหมาะสมทั้งหมดที่มีอยู่ในการบันทึกรายละเอียดของงาน

แผนผังกระบวนการไหล

กระบวนการผลิต (Process Flow Chart) เพื่อแสดงทิศทางการไหลของกระบวนการผลิตตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดกระบวนการ

ตารางที่ 2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกขั้นตอนการทำงาน

| สัญลักษณ์ | ความหมาย |
|---|---|
| | กิจกรรมการปฏิบัติงาน |
| | กิจกรรมการเคลื่อนย้าย |
| | กิจกรรมการตรวจสอบ |
| | การพักรอหรือการหยุดชั่วคราว |
| | การหยุดหรือการเก็บถาวร |

ใช้บันทึกเหตุการณ์หรือขั้นตอนการทำงานที่เป็นกิจกรรม ซึ่งมุ่งไปสู่ผลสำเร็จของงานเกิดขึ้น หรือเมื่อวัสดุถูกกระทำ หรือเมื่อวัสดุถูกประกอบเข้าด้วยกัน หรือถอดประกอบออกจากกันใช้บันทึกเหตุการณ์ที่มีการเก็บรักษาหรือควบคุมโดยมีการดูแลรับผิดชอบ เช่น การทำวัสดุอยู่ในความดูแลของคลังพัสดุหรือการเก็บรักษาเอกสารเรื่องราว เพื่อการอ้างถึงในอนาคต

นอกจากนี้ในกรณีที่มีกิจกรรม 2 อย่างเกิดขึ้นพร้อมกัน อาจใช้สัญลักษณ์ร่วม (Combined Symbols) เช่น หมายถึงสัญลักษณ์ร่วมของการทำงานและตรวจสอบความสำคัญของแผนภูมิกระบวนการไหล คือ แผนภูมิกระบวนการไหล ถูกสร้างขึ้นในลักษณะที่คล้ายกับแผนภูมิกระบวนการดำเนินงาน แต่ใช้สัญลักษณ์ในการบันทึกงานมากกว่า กล่าวคือ แผนภูมิกระบวนการดำเนินงานใช้สัญลักษณ์ในการบันทึกงาน 2 ตัว คือ การทำงาน (Operation) และการตรวจสอบ (Inspection) ส่วนแผนภูมิกระบวนการไหลใช้สัญลักษณ์เพิ่มขึ้นอีก 3 ตัว คือ การเคลื่อนย้าย (Transportation) การพักคอย (Delay) และการเก็บรักษา (Storage) ดังนั้นการจดบันทึกทั้งหมดลงในแผ่นเดียวกันดังเช่นแผนภูมิกระบวนการไหล ให้ใช้การเขียนเพียงผังการผลิตย่อยของแต่ละอันแยกกัน ทั้งนี้เพื่อจะได้บรรจุรายละเอียดลงให้ได้มากที่สุด โดยเฉพาะกิจกรรมที่เกี่ยวกับ การเคลื่อนย้าย การพักคอย และการเก็บรักษาของแต่ละกระบวนการย่อยจะถูกพิจารณาโดยอิสระเพื่อการปรับปรุงในที่สุด สำหรับการบันทึกการทำงานที่เกี่ยวกับโรงงานผลิตจะเริ่มตั้งแต่เมื่อวัตถุดิบถูกนำเข้าไปในบริเวณโรงงาน การบันทึกจะกระทำในลักษณะเหมือนการติดตามวัสดุนั้นไปทุกหนทุกแห่งของขั้นตอน ตั้งแต่ถูกขนไปเข้าคลังวัตถุดิบ ตรวจสอบผ่านขั้นตอนการผลิตโดยเครื่องจักรต่างๆ ประกอบเข้าด้วยกัน จนกระทั่งเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ถ้าศึกษาแผนภูมิกระบวนการไหลโดยละเอียดจะเข้าใจกรรมวิธีในการผลิตโดยตลอด และเกิดความคิดในการปรับปรุงงานไปด้วย

**การนำเสนอผลงาน**

ทุกครั้งที่การดำเนินการแก้ปัญหาสิ้นสุดลงแล้ว ฝ่ายบริหารจะต้องจัดให้มีการประชุมสำหรับเสนอผลงาน QCC (QCC Conference) โดยมีจุดประสงค์ที่สำคัญ คือ

1. ให้กลุ่ม QCC มีโอกาสในการพัฒนาซึ่งกันและกันในการแบ่งปันความคิดและประสบการณ์จากการดำเนินกิจกรรมของกลุ่ม รวมถึงการได้รับคำแนะนำและคำวิจารณ์จากกลุ่มอื่นๆ

2. ให้กลุ่ม QCC มีโอกาสในการนำเสนอผลงาน และสร้างการยอมรับจากผู้อื่น ทำให้เกิดความภูมิใจ ความพึงพอใจ และความเชื่อมั่น

3. เสริมสร้างความสามารถของกลุ่ม QCC โดยการกระตุ้นจากการเรียนรู้ซึ่งกันและกันกับกลุ่ม QCC อื่นๆ

4. เพื่อเปิดกว้างทางด้านสำนึก ความรู้ และมุมมองต่างๆ ของกลุ่ม QCC ผ่านการนำเสนอผลงานและอภิปราย

**การสำรวจงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง**

การสำรวจวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานี้ เป็นการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาข้อมูลที่สำคัญเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา ซึ่งสามารถรวบรวมวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

ณัฐพร ปัจจุสานนท์ (2550) อ้างถึงปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับระบบ TQM ของพนักงานบริษัท เอส พี ศิริวัฒนา จำกัด ซึ่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการหาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการยอมรับระบบ TQM ของพนักงานโดยบริษัท เอส พี ศิริวัฒนา จำกัด ได้ประยุกต์นำ TQM เข้ามาใช้เต็มระบบ โดยมีขั้นตอนตามแบบวิธีการศึกษาได้ใช้แบบสอบถามเก็บรวบรวมข้อมูลจากพนักงาน ในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา พนักงานมีความรู้เกี่ยวกับ TQM ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ คือ ตั้งแต่ร้อยละ 90.0 ขึ้นไป ได้แก่รู้ความหมาย QCC เป็นส่วนหนึ่งของ TQM ทุกคนในองค์กรมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ปัญหาและอุปสรรคในการนำระบบ TQM เข้ามาใช้ในบริษัท ฯ ที่สำคัญ ได้แก่ ไม่มีเวลาในการทำกิจกรรม และไม่ได้รับความร่วมมือจากสมาชิกในกลุ่ม ข้อเสนอแนะในการทำกิจกรรม QCC คือ ให้ทุกคนมีความร่วมมือ และรับผิดชอบร่วมกัน และจัดเวลาให้ทำกิจกรรมให้พร้อม มีการจัดเวลาในการทำกิจกรรม และควรมีเกมส์ให้เล่นในกิจกรรมด้วย นอกจากนี้คณะกรรมการดำเนินงานต้องมีความชัดเจนของแผนกการดำเนินงานระยะยาว รวมทั้งมีการติดตามผลการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง

โสภณสิทธ์ ศรีไพโรจน์กุล (2549) การวิจัยเรื่อง การติดตามการดำเนินงานกิจกรรม QCC ของพนักงานฝ่ายปฏิบัติการบริษัท กรณีศึกษา บริษัท ยูเนียรเทคโนโลยี มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามการดำเนินกิจกรรม QCC ว่าได้ผลดีอย่างไร โดยใช้การเก็บข้อมูลว่าเหตุใดการทำ QCC จึงจะประสบความสำเร็จ พบว่า จากที่เก็บข้อมูลแล้ววิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ พบว่าพนักงานส่วนมากเลือกมิติการเลือกหัวข้อเป็นสำคัญ แต่ไม่ให้ความสำคัญกับการประชุม

กิจกรรม QCC จึงไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร จึงมีการเสนอแนะในการทำกิจกรรมนอกเวลางานปกติ สร้างแรงจูงใจและจัดสิ่งอำนวยความสะดวกให้พร้อม ทำให้ทัศนคติและงานต่างๆ พัฒนาขึ้น

ไชยา บุญเนียน (2548) บทความนี้กล่าวถึง การประยุกต์การใช้แนวความคิดของกิจกรรมกลุ่มคุณภาพ (QCC) เพื่อกำจัดการการกระทำที่ไม่ปลอดภัยของพนักงาน และสภาพแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัย ในบริเวณที่ทำงานให้เหลือน้อยที่สุด พร้อมๆกับการปลูกฝังจิตสำนึกด้านความปลอดภัยให้เกิดขึ้นอย่างแพร่หลายและทั่วถึง อันจะนำไปสู่การลดหรือควบคุมความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นจากอุบัติเหตุอันตรายได้ ซึ่งจะประยุกต์ใช้ในรูปแบบของกิจกรรมกลุ่มย่อยเพื่อความปลอดภัย Safety Control Circle (SCC)

ปีเตอร์ เอฟ. ดรักเกอร์ (Peter F. Drucker. 2001) ได้เขียนบทความเรื่องทฤษฎีเร่งด่วนของกระบวนการผลิตว่าในประเทศอเมริกานั้นรู้จัก Quality Circle มานานกว่า 40 ปีแล้ว โดยผู้ที่ให้ทฤษฎีต่างๆ ด้านคุณภาพ ก็คือ Joseph Juran และ W. Edwards Deming นั่นเอง บทวิจารณ์นี้กล่าวเปรียบเทียบกันระหว่างญี่ปุ่น อเมริกา และยุโรปว่า ญี่ปุ่นนำทฤษฎีแนวคิดต่างๆด้านคุณภาพไปปรับปรุงใช้กับประเทศญี่ปุ่น โดยบทความนี้ได้ยกตัวอย่างโรงงานผลิตรถยนต์ชั้นนำของญี่ปุ่น เช่น Toyota และทางอเมริกา คือ GM

วิลเลี่ยม (Willim. 1995) ได้พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ในด้าน QCC จะเน้นไปที่กลุ่มกิจกรรมแต่ละกลุ่มที่ต้องการศึกษาเป็นหลัก แต่การศึกษานี้จะทำการศึกษาว่าการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงจะมีผลกระทบอย่างไรต่อการทำกิจกรรม QCC จากการศึกษา พบว่า กลุ่มกิจกรรม QCC ที่มีการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงจะได้รับผลกระทบต่อจำนวนความคิดริเริ่มในการทำกิจกรรม QCC ใหม่ๆ และกลุ่มกิจกรรมที่มีการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงจะประสบความสำเร็จได้มากขึ้น

เมอรเรย์; และ ราล์ฟ (Murray R. Barric; and Ralph A. Alexander. 1987) ได้ศึกษาเรื่องประสิทธิภาพของการทำ Quality Control Circle ว่ามีความลำเอียงทางด้านบวก (Position-Finding Bias) โดยได้ศึกษาวรรณกรรมทางด้าน QCC ทั้งในระดับบุคคลและระดับองค์กร โดยเฉลี่ยแล้วพบว่ามีการเข้าไปยื่นมือทำให้เกิดประสิทธิผลในการทำ QCC เกินจริง โดยความลำเอียงที่เกิดขึ้นอาจมีผลมาจากการตีพิมพ์เรื่องราวด้านบวกของการนำ QCC ไปใช้ในวารสารวิชาการที่มีชื่อเสียงเป็นจำนวนมาก

มาร์ค; ไมร์วิส: แฮกเก็ต; และ เกรดดี้ (Marks L. Mitchell; Mirvis H. Philip; Hackett J. Edward; and Grady F. James. 1986) ได้ประเมินผลการระทบจากการทำ Quality Control Circle ที่มีผลกับคุณภาพชีวิต (Quality of Work Life :QWL) โดยทำการสำรวจที่โรงงานแห่งหนึ่ง โดยมีผู้ตอบแบบสำรวจ 46 คน โดยมีอายุเฉลี่ยที่ 40 ปี จากการศึกษา พบว่า QCC มีผลกระทบต่อ QWL โดยบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกิจกรรม QCC จะได้รับการยอมรับจากสังคมการทำงานคือมีระดับ QWL เพิ่มขึ้น ในทางกลับกันบุคคลที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับกิจกรรม

QCC จะมีระดับ QWL ลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า บุคคลที่ทำกิจกรรม QCC จะมีประสิทธิผลเพิ่มมากขึ้นและอัตราการขาดงานก็จะลดลง

บี. จี. เดล; และ เจ ลี (B.G. Dale, J. Lees. 1985) ได้ศึกษาโดยวิธีการสำรวจหาปัจจัยและตัวแปรต่างๆที่ทำให้การทำ Quality Control Circle ประสบความสำเร็จในประเทศอังกฤษ การศึกษาได้พบว่า การทำ QCC ที่จะประสบความสำเร็จได้นั้น มีผลมาจากปัจจัยหลักที่สมาชิกในกลุ่ม QCC สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างกลมเกลียว และปรัชญาการทำงานของกลุ่ม QCC นั้น จะต้องมีการแปรเปลี่ยนให้เหมาะสมกับลักษณะการบริหารงานของทางบริษัทด้วยเช่นกัน

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินงานสารนิพนธ์

บริษัท ตัวอย่าง จำกัด เป็นผู้ผลิตท่อเหล็กกล้าเชื่อมด้วยไฟฟ้าสำหรับส่งน้ำให้กับการประปาส่วนภูมิภาค การประปานครหลวง กรมชลประทาน ซึ่งผลิตภัณฑ์ท่อส่งน้ำของบริษัทฯ ได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 427 –2531 ชั้นคุณภาพ ข. และ ชั้นคุณภาพ ค. และได้รับการรับรองระบบการบริหารคุณภาพ ISO 9001 – 2008 สถานที่ตั้งของบริษัทตัวอย่างจำกัดอยู่ที่จังหวัดระยองบนเนื้อที่ 34 ไร่ ในปี พ.ศ. 2554 มีพนักงานทั้งหมด 100 คน แบ่งตามแผนกได้ 6 แผนก ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 กระบวนการผลิต

| ลำดับที่ | กระบวนการ |
|---|---|
| 1 | Spiral Forming |
| 2 | Repair |
| 3 | Hydrostatic Test |
| 4 | Surface Cleaning |
| 5 | External coating |
| 6 | Internal Coating |

**ศึกษาและรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิตที่ใช้เป็นกรณีศึกษา**

ในการผลิตท่อเหล็กเหนียวสำหรับส่งน้ำนั้น หัวใจสำคัญของการผลิต คือ เครื่อง Spiral Forming เครื่องจักรที่ใช้ขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียวสำหรับส่งน้ำ เป็นเครื่องจักรซึ่งสามารถผลิตท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 200 มิลลิเมตร ไปจนถึง 1,500 มิลลิเมตร และความหนาของเหล็ก ตั้งแต่ 2.5 มิลลิเมตร ไปจนถึง 19.1 มิลลิเมตร สินค้าของบริษัทที่ได้รับการรับรองจากการประปานครหลวงและการประปาส่วนภูมิภาคสามารถจำแนกเป็น 3 ประเภทหลัก คือ

1. ท่อเหล็กเหนียวส่งน้ำชนิดบนดิน
2. ท่อเหล็กเหนียวส่งน้ำชนิดใต้ดิน
3. ท่อเหล็กเหนียวส่งน้ำชนิดปลอก

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**ประเภทที่1**: เป็นท่อเหล็กเหนียวส่งน้ำชนิดบนดิน ดังรูปที่4

**คุณลักษณะ**: ภายนอกจะเคลือบด้วยสี Non-Bleeding Coal-Tar Epoxy ที่มีคุณสมบัติทนต่อแสงแดดและความร้อนและภายในจะเคลือบด้วยปูนสอ (Cement Mortar) หรือ Liquid Epoxy สีฟ้าที่ไม่เป็นอันตรายต่อน้ำดื่ม

**ขนาด**: เส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 200 มิลลิเมตร ถึง 1500 มิลลิเมตร

**วัตถุดิบ**: เหล็ก SS400

รูปที่ 4 ท่อเหล็กเหนียวส่งน้ำชนิดบนดิน

**ประเภทที่2**: เป็นท่อเหล็กเหนียวส่งน้ำชนิดใต้ดิน ดังรูปที่ 5

**คุณลักษณะ**: ภายนอกจะเคลือบด้วย Coal-Tar Enamel และพันทับด้วย Fiber Glass และ Asbestos เพื่อกันการเกิดสนิมบผิวท่อในชั้นดินและภายในจะเคลือบด้วยปูนสอ (Cement Mortar) หรือ Liquid Epoxy สีฟ้าที่ไม่เป็นอันตรายต่อน้ำดื่ม

**ขนาด**: เส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 200 มิลลิเมตร ถึง 1500 มิลลิเมตร

**วัตถุดิบ**: เหล็ก SS400

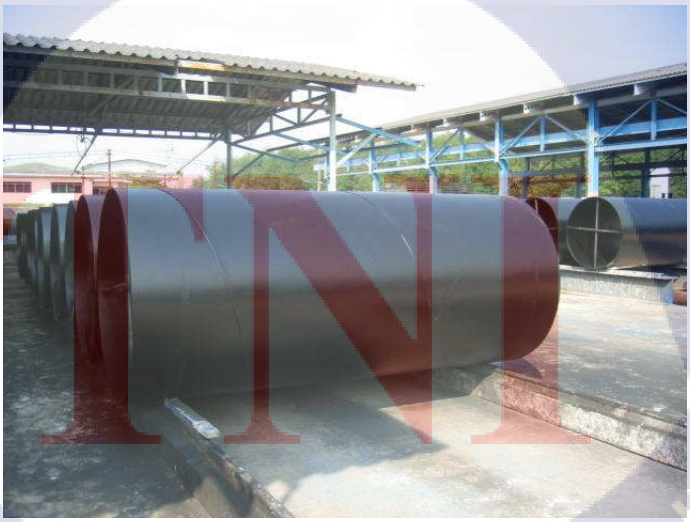
รูปที่ 5 ท่อเหล็กเหนียวส่งน้ำชนิดใต้ดิน

**ประเภทที่3**: ท่อเหล็กเหนียวส่งน้ำชนิดปลอก ดังรูปที่ 6

**คุณลักษณะ**: ภายนอกและภายในจะเคลือบด้วยสี Non-Bleeding Coal-Tar Epoxy ที่เป็นสีดำหรือสีเทาเพื่อใช้สำหรับเป็นดันท่อเหล็กเหนียวส่งน้ำชนิดใต้ดินผ่านใต้ถนน

**ขนาด**: เส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 200 มิลลิเมตร ถึง 1500 มิลลิเมตร

**วัตถุดิบ**: เหล็ก SS400



รูปที่ 6 ท่อเหล็กเหนียวส่งน้ำชนิดปลอก

โดยที่การผลิตท่อทั้ง 3 ชนิดนี้จะถูกม้วนขึ้นจากแผนกขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียวโดยใช้เครื่องจักรที่เรียกว่า Spiral Forming Machine ตามรูปที่ 7

รูปที่ 7 เครื่อง Spiral Forming Machine

ซึ่งเครื่อง Spiral Forming Machine นี้ ต้องมีพนักงานประจำเครื่องจักรทั้งหมด 6 คน แต่พนักงานที่ทำหน้าที่ปฏิบัติงานที่จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับการควบคุมเครื่องจักรมี 4 ตำแหน่ง คือ

- ตำแหน่งพนักงานควบคุมการเชื่อมภายใน
- ตำแหน่งพนักงานควบคุมการเชื่อมภายนอก
- พนักงานควบคุมการตัดท่อคนที่ 1และลงบันทึก
- พนักงานควบคุมการตัดท่อคนที่ 2

โดยจะมีหัวหน้าแผนกคอยดูแลความเรียบร้อยทั่วไปของการผลิต ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รายละเอียดพนักงานและตำแหน่งในแผนกขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียว

| ลำดับที่ | ตำแหน่ง |
|---|---|
| 1 | หัวหน้าแผนก |
| 2 | พนักงานควบคุมการเชื่อมภายใน |
| 3 | พนักงานควบคุมการเชื่อมภายนอก |
| 4 | พนักงานควบคุมการตัดท่อคนที่ 1และลงบันทึก |
| 5 | พนักงานควบคุมการตัดท่อคนที่ 2 |
| 6 | พนักงานตรวจสอบสภาพท่อ |

และขั้นตอนการผลิตจะประกอบด้วย 6 ขั้นตอนตามตารางที่ 5 ดังนี้

1. กระบวนการบรรจุเหล็กม้วน (Coil Loading) ขึ้นแท่นรองรับ (Coil Feeder)

เป็นการนำวัตถุดิบที่ใช้ผลิตท่อ (เหล็กเหนียวในรูปแบบของ Coil หรือ ม้วน) มาวางบนแท่นรองรับที่บริเวณหัวเครื่องจักร ตามรูปที่ 8

2. กระบวนการยืดแผ่นเหล็กออกจากม้วน (Uncoiled)

หลังจากบรรจุเหล็กม้วน (Coil Loading) ลงในแท่นรองรับ (Coil Feeder) แล้ว เหล็กม้วนจะถูกยืดออกจากม้วน และเครื่องจักรจะทำการขับให้แผ่นเหล็กไหลไปตามแนวเครื่องจักรเพื่อจะทำการขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียว (Forming) ตามรูปที่ 9

3. กระบวนการขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียว (Forming)

แผ่นเหล็กที่ถูกดึงให้ผ่านเข้ามาในเครื่องจักร จะเริ่มถูกกดให้โค้งกลมตามขนาดที่ต้องการในบริเวณการขึ้นรูป โดยแผ่นเหล็กจะวิ่งผ่านการกดของลูกล้อที่มีขนาดเท่ากันโดยที่ด้านบนจะมีลูกล้อหนึ่งแถวและด้านล่างจะมีลูกล้อรับรองอยู่สองแถวตามรูปที่ 10

4. กระบวนการเชื่อมประสานเนื้อเหล็ก (Submerged Arch Welding)

หลังจากแผ่นเหล็กถูกดัดให้โค้งกลมแล้ว กระบวนการเชื่อมประสานเนื้อเหล็ก (Submerged Arch Welding) จะทำการประสานช่องว่างระหว่างแผ่นเหล็กเข้าด้วยกัน เพื่อมิให้เกิดรอยรั่วตามรูปที่ 11

5. กระบวนการตัดท่อ (Cutting)

เหล็กที่ผ่านขั้นตอนการขึ้นรูปและการเชื่อมประสานแล้ว จะถูกตัดออกที่ความยาว 6เมตร ต่อท่อตามมาตรฐาน หรือตามความยาวที่ลูกค้าต้องการ ตามรูปที่ 12

6. กระบวนการตรวจสอบสภาพท่อเหล็กเหนียว (Appearance Inspection)

เป็นการตรวจสอบสภาพโดยรวมของท่อรวมถึง ความยาว เส้นรอบวง และความเสียหายของแนวเชื่อม ตามรูปที่ 13

TNI
THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

ตารางที่ 5 รายละเอียดขั้นตอนการผลิตแผนกขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียว

| ลำดับที่ | ชื่อขั้นตอน | รูปแสดงแต่ละขั้นตอน |
|---|---|---|
| 1 | กระบวนการบรรจุเหล็กม้วน (Coil Loading) ขึ้นแท่นรองรับ (Coil Feeder) | รูปที่ 8 |
| 2 | กระบวนการยืดแผ่นเหล็กออกจากม้วน (Uncoiled) | รูปที่ 9 |
| 3 | กระบวนการขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียว (Forming) | รูปที่ 10 |
| 4 | กระบวนการเชื่อมประสานเนื้อเหล็ก (Submerged Arch Welding) | รูปที่ 11 |

ตารางที่ 5 รายละเอียดขั้นตอนการผลิตแผนกขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียว (ต่อ)

| ลำดับที่ | ชื่อขั้นตอน | รูปแสดงแต่ละขั้นตอน |
|---|---|---|
| 5 | กระบวนการตัดท่อ (Cutting) | รูปที่ 12 |
| 6 | กระบวนการตรวจสอบสภาพท่อเหล็กเหนียว (Appearance Inspection) | รูปที่ 13 |

ในการผลิตท่อเหล็กเหนียวสำหรับส่งน้ำ ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของกระบวนการผลิต คือ การขึ้นรูปท่อ เนื่องจากท่อที่ผลิตออกมาจำหน่ายให้กับหน่วยงานราชการหรือหน่วยงานเอกชนนั้น ทางบริษัทจะต้องทำให้ลูกค้าเกิดความมั่นใจและปลอดภัยว่าจะไม่เกิดอุบัติเหตุหรือการรั่วซึมของท่อหลังการติดตั้งหรือใช้งาน

ในการขึ้นรูปท่อนั้น การ Forming และการเชื่อมแบบ Submerged Arch Welding (SAW) ถือเป็นหัวใจหลักของกระบวนการ กล่าวคือ ถ้าเครื่องจักรไม่สามารถดัดแผ่นเหล็กให้ม้วนกลมตามมาตรฐานแล้ว รอยตะเข็บที่ต้องทำการเชื่อมประสานของเนื้อเหล็กเข้าด้วยกันนั้นก็จะไม่ประกบกันสนิท และแนวเชื่อมที่เกิดขึ้นก็จะไม่ทำหน้าที่ประสานเนื้อเหล็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น คือ การเกิดการรั่วซึมของน้ำตามแนวตะเข็บที่ไม่สมบูรณ์

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับกระบวนการขึ้นรูปท่อนั้น คือ การที่แผนกขึ้นรูปท่อเหล็กเหนียวไม่สามารถควบคุมการเกิดปริมาณของเสียในแผนกได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ของเสียที่เกิดจากแนวเชื่อมไม่สมบูรณ์ ผลกระทบที่มีต่อลูกค้า คือ ปัจจุบันแผนกวางแผนการผลิตไม่สามารถกำหนดจำนวนท่อสำเร็จรูปที่จะสามารถส่งให้ลูกค้าได้อย่างแม่นยำ เนื่องจากการผลิตท่อเหล็กเหนียว

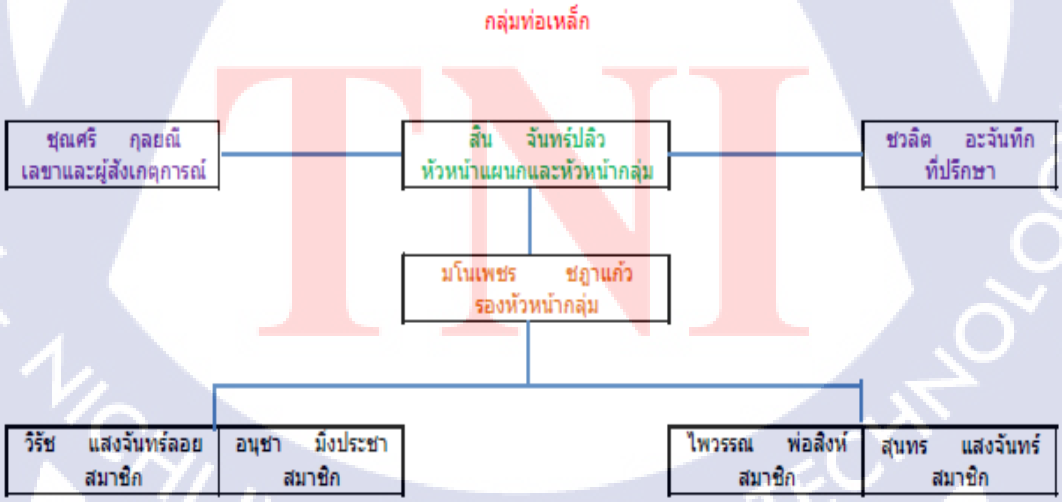
เกิดปัญหาบนแนวเชื่อม การเกิดปัญหาของเสียที่เกิดจากแนวเชื่อมไม่สมบูรณ์นั้นทำให้บริษัทฯ จำเป็นต้องเปิดแผนก Repair เพื่อซ่อมแนวเชื่อมที่เสียหายโดยเฉพาะ และทำให้เกิดความล่าช้ากับการผลิตท่อเหล็กเหนียวในแผนกอื่นๆ ใน Line การผลิต

ดังนั้น บริษัท ตัวอย่าง จำกัด จึงได้ทำการศึกษาวิธีการและขั้นตอนในการกิจกรรมในการแก้ปัญหาปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยใช้กิจกรรมที่เรียกว่า QCC เข้ามาใช้ในการแก้ไขปัญหาของเสียที่เกิดจากแนวเชื่อมที่ไม่สมบูรณ์ขึ้นภายในแผนก Spiral Forming

**การจัดองค์กรและลงทะเบียนกลุ่ม QCC**

กลุ่มทดลองการศึกษา QCC ในบริษัท ตัวอย่าง จำกัด ได้จัดตั้งขึ้น โดยการรวมตัวกันของพนักงานในแผนกม้วนท่อเหล็กเหนียว เพื่อให้สอดคล้องกับขอบเขตในการทำสารนิพนธ์ และมีผู้จัดการโรงงานเป็นผู้ให้คำแนะนำในการดำเนินการ โดยมีสมาชิกกลุ่มดังนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | นาย ชวลิต | อะจันทึก | ที่ปรึกษากลุ่ม |
| 2. | นาย ชุณศรี | กุลยณี | เลขาและผู้สังเกตุการณ์ |
| 3. | นาย สิน | จันทร์ปลิว | หัวหน้าแผนกและหัวหน้ากลุ่ม |
| 4. | นาย มโนเพชร | ชฎาแก้ว | รองหัวหน้ากลุ่ม |
| 5. | นาย วิรัช | แสงจันทร์ลอย | สมาชิกกลุ่ม |
| 6. | นาย อนุชา | มิ่งประชา | สมาชิกกลุ่ม |
| 7. | นายไพวรรณ | พ่อสิงห์ | สมาชิกกลุ่ม |
| 8. | นาย สุนทร | แสงจันทร์ | สมาชิกกลุ่ม |




รูปที่ 14 โครงสร้างกลุ่มท่อเหล็ก

หลังจากรวบรวมสมาชิกในแผนกได้แล้วนาย สิน จันทร์ปลิว ได้นำเสนอชื่อกลุ่มแก่นาย ชวลิต อะจันทึก โดยใช้ชื่อว่า “กลุ่มท่อเหล็ก” ในวันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2553

**การกำหนดสถานที่อภิปรายและศึกษา**

หลังจากได้จัดตั้งกลุ่ม QCC แล้ว ทุกวันเวลา 16:30 น. – 17:00น. ที่ปรึกษากลุ่มนายชวลิต อะจันทึก ซึ่งจบปริญญาตรี การจัดการอุตสาหการ ได้ทำการอบรมและให้ความเข้าใจแก่สมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับหัวข้อ QCC เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ ณ ห้องประชุมของโรงงานและบริเวณเครื่องจักรที่ทำงานโดยหัวข้ออบรมมีดังนี้

1. แผนผังก้างปลาและวิธีการใช้แผนผังก้างปลา
2. แผนผังพาเรโตและวิธีการใช้แผนผังพาเรโต
3. Safety และการใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์อย่างถูกวิธี

**วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยเครื่องมือทดลอง**

การศึกษาการวิเคราะห์ปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตด้วย QC Tools แนวทางและขั้นตอนการศึกษา

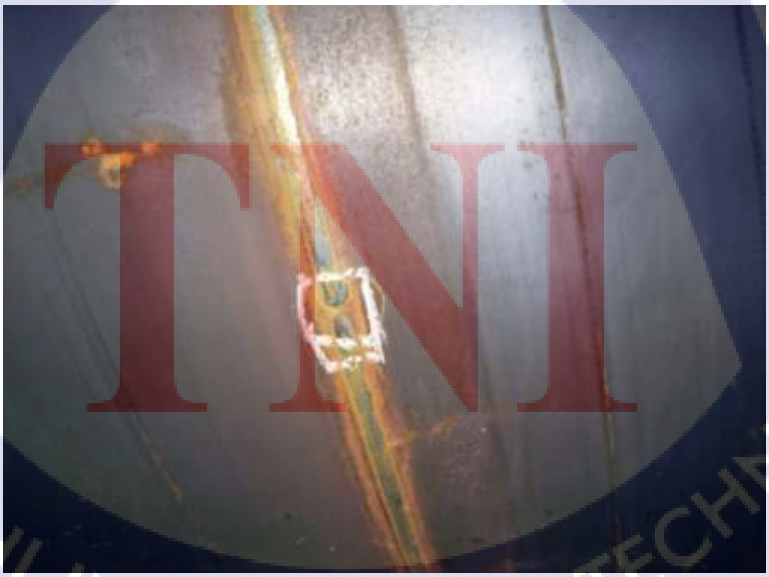
1. <u>คัดเลือกหัวข้อปัญหา</u>

ในกระบวนการรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดของเสียในแผนก Spiral นี้ จะทำการวิเคราะห์จากข้อมูลของแผนก Repair ซึ่งได้รับส่งมอบท่อมาจากแผนก Spiral พบว่า ในแต่ละเดือนท่อที่แผนก Repair ได้ทำการซ่อมแซมก่อนที่ส่งต่อไปยังแผนกอื่นๆนั้นมีความเสียหายเป็นจำนวนระยะเท่าไหร่ โดยทำการกำหนดหน่วยให้เป็นมิลลิเมตร จากกระบวนการผลิตท่อเหล็กเหนียวส่งน้ำนี้ ข้อมูลถูกเก็บ รวบรวม และแบ่งแยกหัวข้อปัญหาและรายละเอียดของความเสียหายของแนวเชื่อมได้เป็นหัวข้อดังนี้

1.1 ปัญหาและรายละเอียดความเสียหายของแนวเชื่อมจากการต่อ Coil เมื่อเหล็ก Coil หมดม้วน พนักงานจะทำการต่อปลายของ Coil เก่า เข้ากับ Coil ใหม่ โดยเชื่อมปลายทั้งสองด้านของเหล็กเข้าด้วยกัน ซึ่งเหล็กบริเวณท้าย Coil เก่า และหัว Coil ใหม่ เหล็กทั้งสองชิ้นจะมีความหนาและความกว้างไม่เท่ากัน จึงทำให้เวลาทำการขึ้นรูปท่อแล้ว เครื่องจักรจะไม่สามารถทำการเชื่อมทั้งด้านในและด้านนอกได้ตรงแนว เนื่องจากพนักงานคุมเครื่องจะต้องปรับองศาของเครื่องให้สอดคล้องกับหน้ากว้างของ Coil ใหม่ ตามขนาดเส้นรอบวงของท่อ ตามรูปที่ 15

รูปที่ 15 ความเสียหายของแนวเชื่อมจากการต่อ Coil

1.2 ปัญหาและรายละเอียดความเสียหายของแนวเชื่อมจากการต่อลวดเชื่อม ซึ่งลวดเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมประสานเหล็กเข้าด้วยกัน มีความยาวประมาณ 150 เมตรต่อ 1 ม้วน ทุกครั้งที่ได้ใช้ลวดเชื่อมหมด ผิวท่อจะมีช่องวางที่ไม่มีแนวเชื่อมคลุม เนื่องจากพนักงานต้องปล่อยให้เครื่องปล่อยลวดเชื่อมดันลวดเชื่อมใหม่เข้ามาในท่อปล่อยลวดเชื่อมโดยปกติจะมีระยะที่ไม่มีแนวเชื่อมปกคลุมประมาณ 1 เซนติเมตร ถึง 2เซนติเมตร ต่อการเติมลวดเชื่อมใหม่ทุกครั้ง ตามรูปที่ 16



รูปที่ 16 ความเสียหายของแนวเชื่อมจากการต่อลวดเชื่อม

1.3 ปัญหาและรายละเอียดความเสียหายของแนวเชื่อมจากการไม่มีแนวเชื่อม ซึ่งในการไหลของลวดเชื่อมที่ลงมาประสานกับผง Flux บางครั้งเฟืองขับลวดเชื่อมมีฝุ่นติดตามร่องเฟือง ทำให้ลวดเชื่อมติดขัดและไม่ลง เครื่องจักรจะทำการตัดไฟในตัดขับลวดเชื่อม แต่ชุดขึ้นรูปท่อยังทำงานอยู่ จึงทำให้ท่อที่ผ่านหัวเชื่อม ไม่มีแนวเชื่อม ตามรูปที่ 17

รูปที่ 17 ความเสียหายของแนวเชื่อมจากการไม่มีแนวเชื่อม

1.4 ปัญหาและรายละเอียดความเสียหายของแนวเชื่อมจากการเชื่อมไม่ตรงแนว ปกติเหตุการณ์นี้จะเกิดขึ้นที่หัวเชื่อมนอก ที่หัวเชื่อมนอกจะมีแท่ง Alignment เป็น guideline สำหรับพนักงานให้ปรับระยะหัวเชื่อมให้ตรงกับแนวที่จะทำการเชื่อม ปัญหาของการเชื่อมไม่ตรงแนวส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากแผ่นเหล็กที่ไหลเข้ามาในเครื่องจักรมีการเคลื่อนที่ และเกิดความประมาทของพนักงานที่ละเลยการปรับหัวเชื่อมให้ตรงแนว ตามรูปที่ 18

รูปที่ 18 ความเสียหายของแนวเชื่อมจากการเชื่อมไม่ตรงแนว

1.5 ปัญหาและรายละเอียดเสียหายของแนวเชื่อมจากการเชื่อมทะลุ เกิดขึ้นจากการปรับกระแสไฟในการเชื่อมเกินอัตราที่กำหนดหรือกระแสไฟที่ส่งมาจาก Inverter มีความร้อนเกินกำหนด ทำให้ความร้อนที่ส่งถึงลวดเชื่อมเกิดการละลายเกินและทะลุออกมาด้านนอกของผิวท่อ ตามรูปที่ 19

รูปที่ 19 ความเสียหายของแนวเชื่อมจากการเชื่อมทะลุ

1.6 ปัญหาและรายละเอียดความเสียหายของแนวเชื่อมจากการผ่าท่อ ซึ่งสาเหตุของการผ่าท่อเกิดขึ้นจากการที่เส้นรอบวงของท่อมีขนาดใหญ่ หรือเล็กเกินมาตรฐานที่กำหนด ตามรูปที่ 20

รูปที่ 20 ความเสียหายของแนวเชื่อมจากการผ่าท่อ

1.7 ปัญหาและรายละเอียดความเสียหายของแนวเชื่อมจากการกัดข้าง จึงเป็นผลกระทบจากการเชื่อมไม่ตรงแนว เมื่อลวดเชื่อมไม่ได้ทำหน้าที่ประสานช่องว่างระหว่างเหล็กทั้งสองชิ้น และเนื้อของลวดเชื่อมทั้งหมดมาอยู่บนผิวท่อ ทำให้เนื้อของลวดเชื่อมที่ไหลมายังท่อไม่สามารถควบคุมได้ ตามรูปที่ 21

รูปที่ 21 ความเสียหายของแนวเชื่อมจากการกัดข้าง

1.8 ปัญหาและรายละเอียดความเสียหายของแนวเชื่อมจาก Low-High เกิดจากการที่ขอบเหล็กทั้งสองแผ่นไม่ประสานกันพอดีในกระบวนการขึ้นรูป ทำให้เกิดการไม่เป็นระนาบเดียวกันและลวดเชื่อมไม่สามารถคลุมช่องว่างระหว่างเหล็กทั้งสองชิ้น ตามรูปที่ 22

รูปที่ 22 ความเสียหายของแนวเชื่อมจาก Low-High

จากกระบวนการผลิตท่อเหล็กเหนียวส่งน้ำนี้ รวมถึงปัญหาและรายละเอียดของปัญหาที่พบ ทางทีมงานก็ยังจัดทำตารางในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยได้แบ่งแยกหัวข้อปัญหาและรายละเอียดของความเสียหายของแนวเชื่อมได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ข้อมูลและปัญหาของความเสียหายของแนวเชื่อมที่เสียจากการผลิตเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 (หน่วย : มิลลิเมตร)

| Diameter Size (mm.) | ต่อ Coil | ต่อลวด | ไม่มีแนวเชื่อม | เชื่อมไม่ตรงแนว | ทะลุ | ผ่าหัว | กัดข้าง | Hi-Low | จำนวนความยาว (มิลลิเมตร) | เปอร์เซ็นต์ความสูญเสีย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 250 | 380 | 200 | 3,690 | 9,160 | 2,940 | 760 | 690 | 1,640 | 19,460.00 | 22% |
| 300 | 440 | 280 | 550 | 5370 | 1,380 | 0 | 250 | 1,520 | 9,790.00 | 11% |
| 400 | 330 | 80 | 970 | 5,260 | 1,610 | 400 | 1,130 | 2,060 | 11,840.00 | 14% |
| **500** | 550 | 110 | 1,120 | **28,600** | 2,090 | 1,020 | 2,910 | 2,130 | **38,530.00** | **44%** |
| 600 | 0 | 0 | 120 | 530 | 400 | 0 | 30 | 180 | 1,260.00 | 1% |
| 700 | 0 | 0 | 700 | 20 | 220 | 0 | 0 | 300 | 1,240.00 | 1% |
| 800 | 0 | 0 | 300 | 560 | 610 | 0 | 0 | 300 | 1,770.00 | 2% |
| 900 | 0 | 0 | 30 | 110 | 130 | 0 | 0 | 480 | 750.00 | 1% |
| 1000 | 300 | 10 | 240 | 410 | 1,020 | 0 | 240 | 140 | 2,360.00 | 3% |
| **Total (มิลลิเมตร)** | **2,000** | **680** | **7,720** | **45,187** | **10,400** | **2,180** | **5,250** | **8,750** | 87,000.00 | 100% |

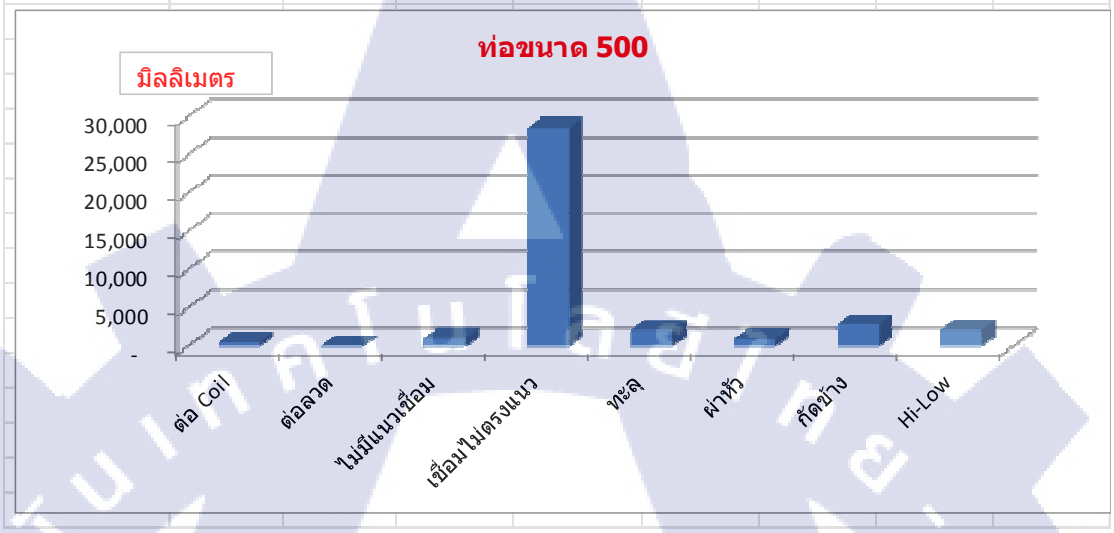
จากสถิติค่าความเสียหายของแนวเชื่อม จากการผลิตเดือนสิงหาคม พ.ศ.2553 ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 500 มิลลิเมตร มีความเสียหายจากการเชื่อมไม่ตรงแนวมากที่สุดคือ 28,600 มิลลิเมตร และผลรวมของการเชื่อมไม่ตรงแนวของท่อทุกขนาดนั้นมีค่าสูงถึง 45,187 มิลลิเมตร สามารถนำค่าดังกล่าวมาเปลี่ยนหน่วยให้เป็นเปอร์เซ็นความเสียหายของการเชื่อมไม่ตรงแนว เพื่อที่จะทำให้สามารถมองเห็นความเสียหายที่ชัดเจนมากขึ้นดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เปอร์เซ็นความเสียหายของแนวเชื่อมที่เสียจากการผลิตเดือนสิงหาคม พ.ศ.2553 (% ของความเสียหาย)

| Diameter Size (mm) | ต่อ Coil | ต่อลวด | ไม่มีแนวเชื่อม | เชื่อมไม่ตรงแนว | ทะลุ | ผ่าหัว | กัดข้าง | Hi-Low |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 250 | 0.44% | 0.23% | 4.24% | 10.53% | **3.38%** | 0.87% | 0.79% | 1.89% |
| 300 | 0.51% | **0.32%** | 0.63% | **6.17%** | 1.59% | 0.00% | 0.29% | 1.75% |
| 400 | 0.38% | 0.09% | 1.11% | 6.05% | 1.85% | 0.46% | 1.30% | 2.37% |
| 500 | **0.63%** | 0.13% | **32%** | 0.24% | 2.40% | **1.17%** | **3.34%** | **2.45%** |
| 600 | 0.00% | 0.00% | 0.14% | 0.61% | 0.46% | 0.00% | 0.03% | 0.21% |
| 700 | 0.00% | 0.00% | 0.80% | 0.02% | 0.25% | 0.00% | 0.00% | 0.34% |
| 800 | 0.00% | 0.00% | 0.34% | 0.64% | 0.70% | 0.00% | 0.00% | 0.34% |
| 900 | 0.00% | 0.00% | 0.03% | 0.13% | 0.15% | 0.00% | 0.00% | 0.55% |
| 1000 | 0.34% | 0.01% | 0.28% | 0.47% | 1.17% | 0.00% | 0.28% | 0.16% |
| Total | | | | | | | | 100.00% |

จากตารางเปอร์เซ็นความเสียหายของแนวเชื่อมที่เสีย จากการผลิตเดือนสิงหาคม พ.ศ.2553 ตารางที่ 6 และกราฟแสดงประเภทของปัญหาที่ทำให้เกิดการซ่อมแนวเชื่อมเดือนสิงหาคม พ.ศ.2553 ตามรูปที่ 23 จะเห็นได้ว่า ความเสียหายของแนวเชื่อมที่เกิดจากการเชื่อมไม่ตรงแนวและการผลิตท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 500 มิลลิเมตร เกิดความเสียหายมากที่สุด

| ท่อขนาด 500 | ต่อ Coil | ต่อลวด | ไม่มีแนวเชื่อม | เชื่อมไม่ตรงแนว | ทะลุ | ผ่าหัว | กัดข้าง | Hi-Low |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 550 | 110 | 1,120 | 28,600 | 2,090 | 1,020 | 2,910 | 2,130 |




รูปที่ 23 กราฟพาเรโตแสดงปัญหาที่ทำให้เกิดการซ่อมแนวเชื่อม เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553

หลังจากที่จำแนกสาเหตุของความสูญเสียเป็นหัวข้อหลัก 8 หัวข้อแล้ว กลุ่มท่อเหล็กได้ทำการเก็บสถิติความเสียหายที่เกิดขึ้นในเดือน สิงหาคม พ.ศ.2553 และเฝ้าสังเกตเพื่อที่จะตั้งเป้าหมาย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2. สังเกตุการณ์และตั้งเป้าหมาย

หลังจากรวบรวมข้อมูลความเสียหายทั้งหมด และเก็บตัวเลขสถิติเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทางกลุ่มท่อเหล็กเหนียวได้มีความเห็นว่า การเชื่อมไม่ตรงแนวเป็นสาเหตุหลักสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดของเสียภายในสายการผลิตและเกิดคอขวดในสายการผลิต ดังนั้นสมาชิกได้เห็นชอบที่จะทำการลดความสูญเสียของแนวเชื่อมจากการเชื่อมไม่ตรงแนวในท่อทุกขนาด จากเดิม 45,187 มิลลิเมตร ให้เหลือไม่เกิน 22,594 มิลลิเมตร

3. กำหนดแผนการแก้ปัญหา

การกำหนดแผนการดำเนินการตามตารางที่ 8 นั้น เป็นการควบคุมกิจกรรมให้ทราบถึงระยะเวลาของแต่ละหัวข้อ เพื่อให้กิจกรรมดำเนินไปอย่างมีเป้าหมายและผู้ที่ทำกิจกรรมจะสามารถทำได้อย่างถูกต้องโดยไม่ข้ามขั้นตอน โดยแผนการดำเนินการนี้ได้กำหนดตามหัวข้อของ QC Story เป็นหลัก

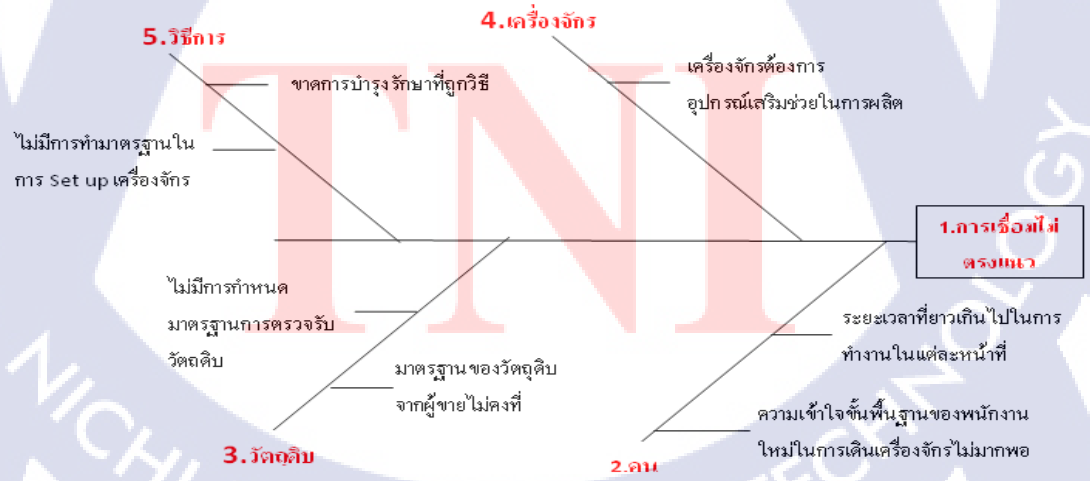
ตารางที่ 8 รายละเอียดแผนการดำเนินการ

| รายละเอียด | สิงหาคม 53 | | | | กันยายน 53 | | | | ตุลาคม 53 | | | | พฤศจิกายน 53 | | | | ธันวาคม 53 | | | | มกราคม 54 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| คัดเลือกปัญหา | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| การวางแผนงาน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| วิเคราะห์ปัญหา | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| กำหนดเป้าหมาย | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| กำหนดวิธีแก้ไข | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ดำเนินการแก้ไข | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| เปรียบเทียบ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| สรุป | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4. <u>การวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้า</u>

ทางบริษัทได้จัดให้มีการประชุมภายในระหว่างผู้จัดการโรงงาน และพนักงานคุมเครื่องจักรกลุ่มท่อเหล็ก QCC เพื่อที่จะรับทราบถึงปัญหาที่แท้จริง และได้มีการว่าจ้างบุคลากรที่มีความชำนาญทางด้านเครื่องจักรโดยตรงมาเป็นที่ปรึกษาในการแก้ปัญหาในครั้งนี้ด้วย

สาเหตุต่างๆ ได้ถูกจำแนกตามหลักการการวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้า (ผังก้างปลา) ดังนี้




รูปที่ 24 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหา

จากผังก้างปลาจะเห็นได้ว่า การระดมสมองของผู้ปฏิบัติงานจริงที่หน้างานสามารถแบ่งแยกปัญหาหลักๆ ออกมาได้ 5 ด้าน ดังต่อไปนี้

**1. คน**

- พนักงานที่ทำการบังคับเครื่องจักรนั่งปฏิบัติงานตลอด 4 ชั่วโมง ซึ่งอาจทำให้ขาดสมาธิและความรวดเร็วในการปรับหัวเชื่อมให้ตรงกับแนวรอยต่อของแผ่นเหล็ก เนื่องจากเครื่องจักรมีการเคลื่อนไหวตลอดเวลา
- เมื่อมีการรับพนักงานใหม่เข้ามาในแผนก ยังไม่มีการอบรมพื้นฐานที่จำเป็นให้กับพนักงานแต่จะจัดให้พนักงานใหม่สังเกตการณ์ในการทำงานหรือ On The Job Training โดยเฉพาะวิธีการตั้งเครื่องจักรในการม้วนท่อแต่ละขนาด

**2. วัตถุดิบ**

- เหล็กที่นำมาม้วนเป็นท่อมีความกว้างที่ไม่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะต้น Coil และท้าย Coil จึงทำให้พนักงานที่ควบคุมเครื่องจักรต้องทำการขยับหัวเชื่อมทั้งในและนอกให้ตรงกับแนวรอยต่อของแผ่นเหล็ก ซึ่งบางครั้งหัวเชื่อมไม่สามารถขยับตามการเคลื่อนที่ของแนวเชื่อมได้ทัน จึงทำให้เกิดปัญหาการเชื่อมไม่ตรงแนว
- ขอบของแผ่นเหล็กไม่โค้งรับกับความกลมของท่อที่กำหนด จึงทำให้ต้องทำการขยับเครื่องจักรอยู่ตลอด เพื่อจะยึดแผ่นเหล็กให้ไม่เกิดปัญหา Low-High บนขอบผิวของท่อ

**3. วิธีการ**

- ยังไม่มีมาตรฐานการSet Up ที่ถูกต้องตามขนาดของท่อแต่ละ Size ซึ่งบางครั้งหากพนักงานลืมที่จะปรับองศาของลูกกลิ้งที่ Support ท่อก็จะทำให้ท่อมีการส่ายไปมา ซึ่งส่งผลกระทบต่อการควบคุมหัวเชื่อมทั้งในและนอกให้ตรงกับแนวรอยต่อของแผ่นเหล็ก
- ไม่มีการกำหนดวิธีการการบำรุงรักษาอย่างถูกวิธี จึงส่งผลให้พนักงานบำรุงรักษาไม่ถูกต้องจึงกระทบต่อประสิทธิภาพในการผลิต

**4. เครื่องจักร**

- ขาดอุปกรณ์ที่จะช่วยยึดไม่ให้แผ่นเหล็กที่ไหลเข้าไปในเครื่องเกิดการเคลื่อนที่หรือส่ายไปมาได้ในขณะกำลังเชื่อม
- เกลียวปรับหัวเชื่อมทั้งในและนอกมีเกลียวปรับที่ถี่เกินไป ทำให้เวลาที่เครื่องจักรหรือท่อมีการขยับตัว พนักงานที่คุมหัวเชื่อมจะไม่สามารถหมุนปรับหัวเชื่อมให้ทันกับการขยับตัวของเครื่องจักรได้ จึงทำให้เกิดการเชื่อมที่ไม่ตรงแนวได้

5. การทำการปรับปรุง

**คน / Manpower**

- ได้มีการจัดสลับสับเปลี่ยน และทำตารางการควบคุมเครื่องจักรของพนักงานควบคุมหัวเชื่อมทั้งในและนอกโดยให้ทำการนั่งควบคุมเครื่องจักรจากเดิม 4 ชั่วโมง หรือ 8 ชั่วโมง เปลี่ยนเป็นคนละ 2 ชั่วโมง โดยให้หัวหน้าแผนกเป็นคนดูแล ตามตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การควบคุมเครื่องจักร

| พนักงานที่ | 8:00 - 10:00 | 10:01 - 12:00 | 13:00 - 15:00 | 15:01 - 17:00 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ควบคุมการเชื่อมภายใน | ควบคุมการเชื่อมภายนอก | ควบคุมการตัดท่อคนที่ 1 และลงบันทึก | ควบคุมการตัดปลายท่อคนที่ 2 |
| 2 | ควบคุมการเชื่อมภายนอก | ควบคุมการตัดท่อคนที่ 1 และลงบันทึก | ควบคุมการตัดปลายท่อคนที่ 2 | ควบคุมการตรวจสอบสภาพท่อ |
| 3 | พนักงานควบคุมการตรวจสอบสภาพท่อ | ควบคุมการเชื่อมภายใน | ควบคุมการเชื่อมภายนอก | ควบคุมการตัดท่อคนที่ 1และลงบันทึก |
| 4 | ควบคุมการตัดปลายท่อคนที่ 2 | พนักงานควบคุมการตรวจสอบสภาพท่อ | ควบคุมการเชื่อมภายใน | ควบคุมการเชื่อมภายนอก |
| 5 | ควบคุมการตัดท่อคนที่ 1 และลงบันทึก | ควบคุมการตัดปลายท่อคนที่ 2 | ควบคุมการตรวจสอบสภาพท่อ | ควบคุมการเชื่อมภายใน |

- มีการอบรมการควบคุมเครื่องจักรขั้นพื้นฐานให้พนักงานใหม่จัดทำแผนการอบรมพนักงานประจำปีในหลายๆ ด้าน ตามตารางที่ 10 เพื่อพัฒนาให้พนักงานมีความรู้ความเข้าใจในการทำงานมากขึ้นจุดประสงค์หลักคือ ด้านการลดของเสีย เช่น ในหัวข้อการอบรมความรู้เบื้องต้นเรื่องคุณภาพ การใช้เครื่องมือวัดละเอียด เป็นต้น และยังสามารถสลับหน้าที่การทำงานได้ตามความสามารถ โดยแผนการอบรมนี้สามารถนำไปวัดผลความสามารถที่เพิ่มขึ้นของพนักงานเป็นการลงบันทึกในส่วนของ On the Job Training (OJT) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการทำระบบคุณภาพและเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการปรับค่าแรงประจำปีได้

ตารางที่ 10 แผนการอบรมพนักงานแผนก Spiral ประจำปี พ.ศ. 2554

| แผนการอบรมพนักงานแผนก Spiral ประจำปี พ.ศ. 2554 | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ลำดับที่ | หัวข้อในการอบรม | เดือน | | | | | | | | | | | |
| | | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. | มิ.ย. | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. |
| 1 | ความรู้พื้นฐานของเครื่องจักร | | | | | | | | | | | | |
| 2 | ความรู้เกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพ | | | | | | | | | | | | |
| 3 | ความรู้พื้นฐานทางด้านคณิตศาสตร์ | | | | | | | | | | | | |
| 4 | พื้นฐานในการตรวจสอบและตรวจวัดท่อ | | | | | | | | | | | | |
| 5 | ความปลอดภัยในการทำงาน | | | | | | | | | | | | |
| 6 | พื้นฐานการกรอกบันทึกข้อมูล | | | | | | | | | | | | |
| 7 | เทคนิคการทำไดเซน | | | | | | | | | | | | |
| 8 | กิจกรรม 5 ส. | | | | | | | | | | | | |

**วัตถุดิบ / Material**

- ทำการชะลอหรือระงับการใช้วัตถุดิบหรือสินค้าที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด
- ทำการร้องเรียนไปยังผู้ขายสินค้าเกี่ยวกับสินค้าที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด และให้หามาตรการแก้ไข อีกทั้งหาผู้ขายรายใหม่สำรองไว้
- กำหนดมาตรฐานการสุ่มตรวจรับวัตถุดิบโดย แผนการสุ่มตรวจ Spec ของวัตถุดิบแต่ละประเภท ที่ชัดเจน เพื่อป้องกันวัตถุดิบที่ไม่ได้มาตรฐานมาในกระบวนการผลิต
- ในกรณีที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงที่จะต้องใช้วัตถุดิบที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด จะทำการตัดหัวและท้าย Coil ที่มีความกว้างเกินขนาดมาตรฐานออกเพื่อที่จะให้ท่อที่อยู่ในช่วงต่อ Coil ไม่เกิดเป็นของเสีย

**วิธีการ / Method**

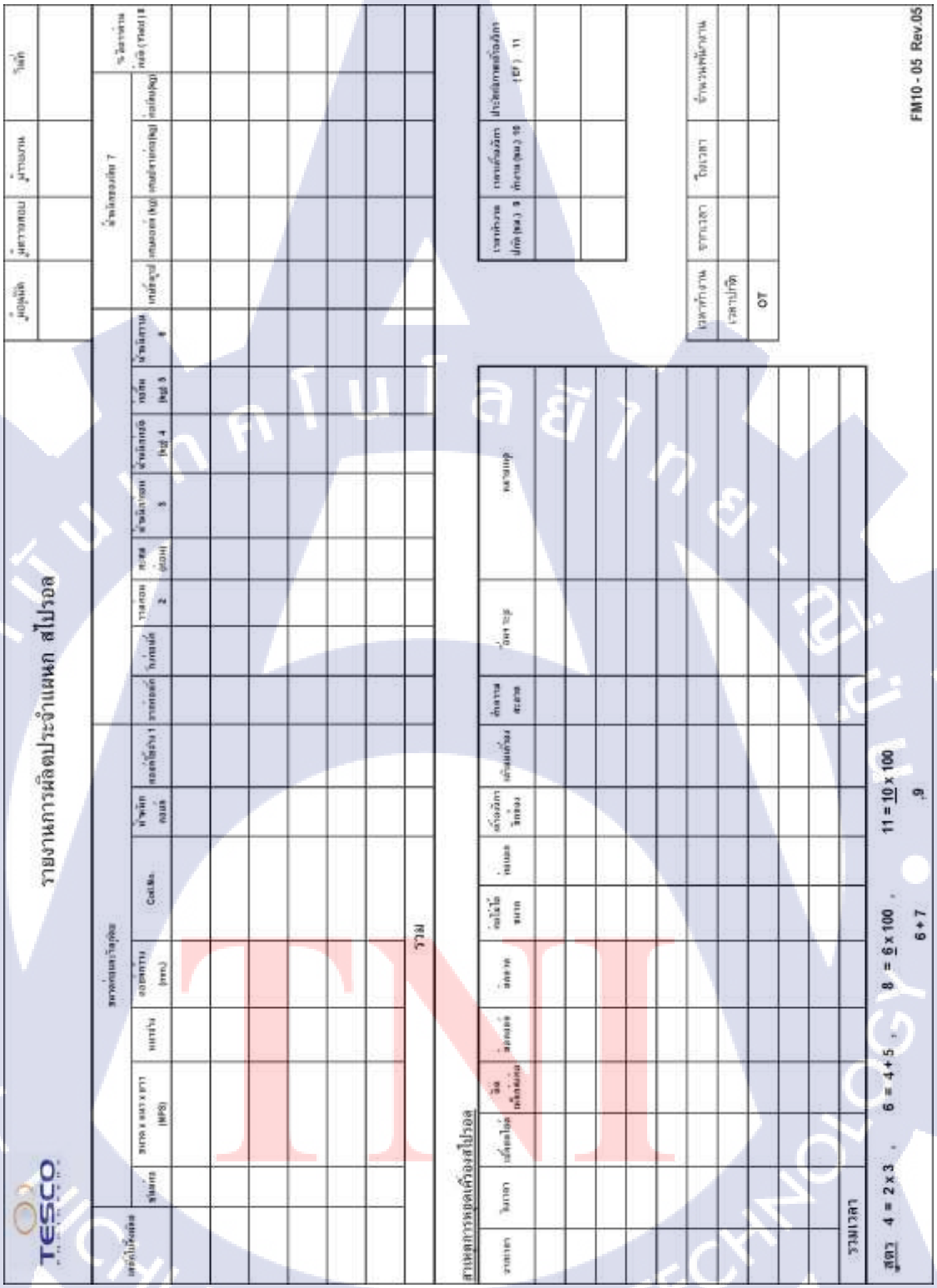
- ผู้จัดการโรงงานได้มอบมาตรฐานการ Set up เครื่องจักร สำหรับท่อแต่ละขนาด โดยกำหนดให้ Supervisor และหัวหน้าแผนกเป็นผู้ทำการอบรมมาตรฐานต่างๆ ในการทำงาน รวมถึงการปรับตารางการบันทึกการผลิตใหม่ ที่สอดคล้องให้กับการอบรมพนักงานในแผนก ตามตารางที่ 11 เป็นข้อมูลการตั้งเครื่องจักรที่มีการกำหนดค่ามาตรฐานในการขึ้นรูปของท่อแต่ละขนาด โดยใช้มาตรฐานนี้จะทำการอบรมตามแผนความรู้พื้นฐานของเครื่องจักรในเดือนมกราคม และมีการออกแบบตารางรายงานการผลิตประจำแผนก Spiral ตามตารางที่ 12 เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรและพนักงานในแต่ละวัน และสามารถเปรียบเทียบของเสียที่เกิดขึ้นกับจำนวนท่อที่ผลิตในแต่ละวันได้อีกด้วย
- จัดทำแผนการบำรุงรักษา ให้สอดคล้องกับการผลิตและอบรมให้พนักงานที่ควบคุมเครื่องจักรให้สามารถบำรุงรักษาเครื่องจักรขั้นพื้นฐานด้วยตนเอง
- มีการว่าจ้างบุคลากรจากภายนอกมาตรวจสอบเครื่องจักร และติดตั้งอุปกรณ์เสริมเพื่อช่วยให้ทำการผลิตได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ตารางที่11 มาตรฐานการตั้งเครื่อง Spiral

| ตารางมาตรฐานการตั้งเครื่องSpiral | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SIZE | O.D. | เส้นรอบวง | ชนิดกาย | ความหนา (MM.) | หน้ากว้างแผ่นเหล็ก (MM.) | มุมองศา | SPEED | ช่องเปิดลม (MM.) | | VOLT | | AMP | |
| | | | | | | | | IN | OUT | IN | OUT | IN | OUT |
| 200 | 219.1 | 688.3 | UG | 4.5 | 405 | 53.5 | 1050 | 2.4 | 2.4 | 30 | 30 | 320 | 380 |
| | | | AG | 6.0 | | | 1036 | 2.4 | 2.4 | 30 | 30 | 390 | 390 |
| 250 | 273.9 | 857.7 | UG | 4.8 | 405 | 61.3 | 1100 | 2.4 | 2.4 | 30 | 32 | 360 | 390 |
| | | | AG | 6.0 | | | 1119 | 2.4 | 24 | 30 | 31 | 420 | 430 |
| 300 | 323.9 | 1017.6 | UG | 6.0 | 607 | 53.5 | 1060 | 3.2 | 3.2 | 30 | 32 | 420 | 420 |
| | | | AG | | | | | | | | | | |
| 350 | 355.6 | 1117 | UG | 6.0 | 607 | 56.4 | 1047 | 3.2 | 3.2 | 30 | 31 | 400 | 430 |
| | | | AG | | | | | | | | | | |
| 400 | 406.4 | 1276.7 | UG | 6.0 | 760 | 52.8 | 1018 | 3.2 | 3.2 | 30 | 30 | 420 | 440 |
| | | | AG | 7.9 | | | 1060 | 4.0 | 3.2 | 31 | 30 | 490 | 500 |
| 500 | 508.0 | 1595.9 | UG | 6.0 | 760 | 61.2 | 1035 | 3.2 | 2.4 | 30 | 33 | 420 | 420 |
| | | | AG | 7.9 | | | 1060 | 3.2 | 3.2 | 31 | 32 | 490 | 520 |
| 600 | 609.6 | 1915.1 | UG | 6.0 | 1219 | 54.5 | 920 | 3.2 | 3.2 | 30 | 30 | 420 | 420 |
| | | | AG | 11.1 | | | 1000 | 4.0 | 4.0 | 30 | 30 | 580 | 580 |
| 700 | 711.2 | 2234.3 | UG | 6.0 | 1219 | 56.8 | 930 | 4.0 | 4.0 | 31 | 30 | 510 | 630 |
| | | | AG | 11.1 | | | 1020 | 4.0 | 4.0 | 31 | 30 | 510 | 630 |
| 800 | 812.8 | 2553.4 | UG | 7.9 | 1219 | 61.2 | 872 | 4.0 | 4.0 | 32 | 32 | 570 | 580 |
| | | | AG | 12.7 | | | 930 | 4.0 | 4.0 | 32 | 32 | 570 | 580 |
| 900 | 914.4 | 2872.6 | UG | 7.9 | 1219 | 64.8 | 930 | 4.0 | 4.0 | 30 | 30 | 480 | 530 |
| | | | AG | 12.7 | | | 1012 | 4.0 | 4.0 | 30 | 30 | 480 | 530 |
| 1000 | 1016 | 3191.9 | UG | 9.5 | 1219 | 67.3 | 917 | 4.0 | 4.0 | 30 | 30 | 580 | 510 |
| | | | AG | 12.7 | | | 987 | 4.0 | 4.0 | 31 | 33 | 600 | 560 |
| 1100 | 1117.6 | 3511.1 | UG | 6.0 | 1219 | 69.5 | 932 | 3.2 | 3.2 | 31 | 30 | 400 | 340 |
| | | | SL | | | | 972 | 3.2 | 3.2 | 31 | 30 | 400 | 340 |

THAI-NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

ตารางที่ 12 รายงานการผลิตประจำแผนก Spiral



**เครื่องจักร /Machine**

- ในส่วนของอุปกรณ์เสริม ได้มีการติดตั้งชุด Hydraulic ที่เครื่องจักร ตามรูปที่ 25 เพื่อทำการกดขอบเหล็กให้โค้งรับกับความโค้งของท่อ ซึ่งลูกล้อทั้งสองข้างเป็นอุปกรณ์ส่วนหนึ่งของเครื่องจักร จุดประสงค์หลักของอุปกรณ์ชนิดนี้คือ ใช้สำหรับกดขอบเหล็กให้โค้งเพื่อเวลาทำการขึ้นรูปขอบทั้งสองข้างของแผ่นเหล็กจะงุ้มเข้าหากัน เพื่อป้องกันการเกิดความเสียหายของแนวเชื่อมจาก Low-High ซึ่งก่อนที่จะมีการทำแผน QCC นั้น ลูกล้อทั้งสองข้างไม่ได้ถูกใช้งาน เนื่องจากพนักงานต้องทำการขันเกลียวให้ลูกล้อลงมาทับบนขอบแผนเหล็ก ซึ่งการขันเกลียวเป็นงานที่ต้องใช้แรงหมุนอย่างมาก พนักงานจึงไม่ได้ให้ความสนใจในการขันเกลียวนี้ หลังจากที่กลุ่ม QCC ได้ทำการสังเกตการทำงานของเครื่องจักร จึงได้แก้ปัญหาดังกล่าวโดยการติดตั้งระบบ Hydraulic แบบคันโยก เพื่อใช้กดคานที่รองรับลูกล้อด้านบนให้สัมผัสกับขอบแผ่นเหล็ก ซึ่งวิธีนี้สามารถลดเวลาในการขันเกลียวและทุ่นแรงพนักงาน และลดการเกิดความเสียหายของแนวเชื่อมจาก Low-High ได้อีกด้วย

รูปที่ 25 ระบบ Hydraulic เพื่อใช้ดันลูกล้อเหล็กเพื่อกดขอบเหล็กให้โค้งเข้ารูป

- เปลี่ยน Inverter ชุดใหม่เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการจ่ายกระแสไฟและความเที่ยงตรงของความเร็วตามรูปที่ 26 เนื่องจาก Inverter ชุดเดิมที่มาพร้อมกับเครื่องจักรมิได้มีการดูแลรักษาอย่างถูกวิธี กล่าวคือพนักงานซ่อมบำรุงจะทำการซ่อมแซม Inverter เครื่องเก่าโดยมิได้ดูรายละเอียดจากคู่มือที่มาพร้อมกับเครื่อง แต่จะทำการซ่อมไปตามจิตนาการของตัวเอง ทำให้ความเสถียรและความแม่นยำในการจ่ายกระแสไฟไม่เกิดประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงกับกระแสไฟที่ใช้ในการเชื่อมท่อก่อให้เกิดความเสียหายของแนวเชื่อมจากการเชื่อมทะลุ

รูปที่ 26 Inverter มีความแม่นยำและติดตั้งใช้แทนชุดเก่า

- ปรับเปลี่ยนเกลียวปรับหัวเชื่อมทั้งในและนอก ให้มีความถี่น้อยลงกว่าเดิมตามรูปที่ 27 ระบบไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งเข้ากับหัวเชื่อมเพื่อช่วยในการเคลื่อนที่ของหัวเชื่อมได้เร็วและแม่นยำมากขึ้น เนื่องจากแผ่นเหล็กที่ใช้ทำท่อเหล็กมีขนาดที่ไม่เท่ากันทั้ง Coil พนักงานคุมหัวเชื่อมจะต้องทำการควบคุมขนาดเส้นรอบวงของท่อให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดโดยการเหวี่ยงเครื่องจักรไปในองศาที่แคบลงเพื่อที่จะทำให้ท่อมีขนาดเล็กลงหรือกว้างขึ้น เพื่อที่จะทำให้ท่อมีขนาดใหญ่ขึ้น ในขณะที่เกิดการเหวี่ยงนี้ พนักงานที่คุมหัวเชื่อมจะต้องคอยใช้มือหมุนเกลียวให้หัวเชื่อมวิ่งไปอยู่ตรงกับแนวที่จะแผ่นเหล็กทั้งสองสัมผัสกัน เมื่อใช้มือหมุนแล้ว โดยส่วนใหญ่หัวเชื่อมจะไม่สามารถวิ่งทันกับการเหวี่ยงของเครื่องจักร ทางกลุ่ม QCC ได้เสนอให้ติดตั้งชุดวิ่งอัตโนมัติโดยใช้การกดปุ่มแทนการหมุนเกลียว

รูปที่ 27 ระบบไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งเข้ากับหัวเชื่อมเพื่อช่วยในการเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น

ภายหลังจากที่มีการปรับปรุงวิธีการทำงาน การแก้ไขเครื่องจักร วัตถุดิบ เรียบร้อยแล้ว มีผลสรุปของเสียในกระบวนการผลิตลดลงอย่างชัดเจนดังตารางข้อมูลและสาเหตุของความเสียหายของแนวเชื่อมที่เสียจากการผลิตเดือน มกราคม พ.ศ.2554 ตามตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ข้อมูลและสาเหตุของความเสียหายของแนวเชื่อมที่เสียจากการผลิตเดือน มกราคม พ.ศ.2554 (หน่วย :มิลลิเมตร)

| Diameter Size mm) | ต่อ Coil | ต่อลวด | ไม่มีแนวเชื่อม | เชื่อมไม่ตรงแนว | ทะลุ | ผ่าหัว | กัดข้าง | Hi-Low | จำนวนความยาว (มิลลิเมตร) | เปอร์เซนต์ความสูญเสีย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 250 | 270 | 190 | 390 | 1350 | 930 | 960 | 270 | 780 | 5390 | 21% |
| 300 | 80 | 0 | 0 | 820 | 80 | 560 | 70 | 320 | 2230 | 9% |
| 400 | 600 | 520 | 310 | 1360 | 410 | 380 | 310 | 660 | 4550 | 18% |
| 500 | 240 | 80 | 530 | 660 | 310 | 740 | 120 | 520 | 3200 | 12% |
| 600 | 0 | 40 | 800 | 160 | 120 | 0 | 50 | 450 | 1620 | 6% |
| 700 | 0 | 0 | 130 | 100 | 130 | 0 | 0 | 680 | 1040 | 4% |
| 800 | 0 | 0 | 80 | 100 | 510 | 110 | 70 | 1600 | 2470 | 10% |
| 900 | 600 | 60 | 0 | 30 | 190 | 750 | 0 | 1870 | 3500 | 13% |
| 1000 | 80 | 0 | 0 | 820 | 80 | 560 | 70 | 320 | 1930 | 7% |
| **Total (มิลลิเมตร)** | 1870 | 890 | 2240 | **5400** | 2760 | 4060 | 960 | 7200 | **25930** | 100% |

จากการศึกษาปัญหาและทำการแก้ไขปรับปรุงทั้ง 6 ด้าน ในกระบวนการผลิตท่อเหล็กเหนียว ทำให้สามารถลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตลงได้ตามตารางแสดงผลการลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตก่อน-หลังปรับปรุง ตามตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงผลการลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตก่อน-หลังปรับปรุง

| ความสูญเสียในการเชื่อม | ต่อ Coil | ต่อลวด | ไม่มีแนวเชื่อม | เชื่อมไม่ตรงแนว | ทะลุ | ผ่าหัว | กัดข้าง | Hi-Low | Total (มม.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ก่อน | 2,000.00 | 680.00 | 7,720.00 | 50,020.00 | 10,400.00 | 2,180.00 | 5,250.00 | 8,750.00 | 87,000.00 |
| หลัง | 1,870.00 | 890.00 | 2,240.00 | 5,400.00 | 2,760.00 | 4,060.00 | 960.00 | 7,200.00 | 25,930.00 |

จากตารางที่ 14 จะเห็นได้ว่า กระบวนการผลิตที่มีปัญหาคือการเชื่อมไม่ตรงแนวจากเดิมมีของเสีย 50,020 มิลลิเมตร หลังจากที่มีการปรับปรุงเครื่องจักร คน วัตถุดิบ และวิธีการปฏิบัติงาน ทำให้ของเสียลดลงเหลือเพียง 5,400 มิลลิเมตรและระยะความเสียรวมลดลงจาก

87,000 มิลลิเมตร เหลือเพียง 25,930 มิลลิเมตร หรือลดลงประมาณ 70% จากการคำบอกเล่าของพนักงานปฏิบัติงาน ได้ให้ข้อสังเกตุว่า ระบบ Hydraulic ที่ได้ติดตั้งเพื่อกดลูกล้อกดขอบเหล็กให้โค้งทำให้ง่ายต่อการเชื่อม และปัญหาในการเชื่อมไม่ตรงแนวได้ประโยชน์จากการติดตั้งระบบ Hydraulic นี้ด้วย กล่าวคือ เมื่อแผ่นเหล็กมีตัวจับประคองจากลูกกลิ้งทั้งสองด้านแล้วการไหลออกด้านข้างจึงเกิดขึ้นน้อยมาก จึงส่งผลให้พนักงานไม่ต้องเคลื่อนเหวี่ยงเครื่องจักรและแนวเชื่อมจึงไม่เกิดการเคลื่อนที่ด้วย

หากนำวิธีการและแนวทางการปฏิบัติเดียวกันนี้ไปประยุกต์ใช้กับการผลิต ในขั้นตอนอื่นก็จะสามารถลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตได้เช่นเดียวกัน และสามารถทำให้ลดค่าใช้จ่ายและเวลาในการแก้ไขคุณภาพของสินค้าในแผนก Repair ได้อีก ตามตารางที่ 15

ตารางที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการซ่อมแซม (Repair) ท่อที่ไม่ได้มาตรฐาน

| | ค่าแรงพนักงาน 1 คน/วัน | ค่าโสหุ้ย / วัน/คน | จำนวนวันที่ใช้ในการซ่อมแซมแนวเชื่อม | จำนวนคนที่ใช้ในการซ่อมแซมแนวเชื่อม | ค่าแรงพนักงานรวม/เดือน | ค่าโสหุ้ยรวม/เดือน | ค่าใช้จ่ายรวม (บาท) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ก่อนปรับปรุง | 300 | 400 | 26 | 5 | 7,800.00 | 52,000.00 | 59,800.00 |
| หลังปรับปรุง | 300 | 400 | 8 | 3 | /2,700.00 | 9,600.00 | 12,300.00 |

จากตารางที่ 15 แสดงให้เห็นว่าบริษัทฯ สามารถลดต้นทุนในการซ่อมแซมท่อได้ถึง 47,500 บาท ต่อเดือน และลดปริมาณพนักงานที่ต้องดำเนินการซ่อมแซมท่อจากเดิม 5 คน เหลือเพียง 3 คน อีกทั้งยังสามารถจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้าได้ทันตามเวลาที่กำหนดอีกด้วยซึ่งก็ทำให้บริษัทมีความน่าเชื่อถือในเรื่องของการจัดส่งสินค้าตรงตามเวลาที่กำหนดไว้

จากกระบวนผลิตการปกติก่อนทำการปรับปรุง ท่อจำนวน 20 ท่อน ในขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร จะใช้เวลาในการผลิตประมาณ 10 วัน ตามตารางที่ 16 โดยจะเสียเวลาในการซ่อมแซมแนวเชื่อมประมาณ 5 วัน ซึ่งการที่ท่อส่งถึงลูกค้าช้าลง จะทำให้เกิดโอกาสที่ลูกค้าเปลี่ยนไปซื้อท่อจากผู้ผลิตรายอื่นได้ หรือบริษัทถูกลูกค้าปรับเงินในกรณีที่ส่งสินค้าช้ากว่ากำหนด

ตารางที่ 16 ระยะเวลาในกระบวนการผลิตท่อเหล็กเหนียวสำหรับส่งน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตรจำนวน 20 ท่อน (ก่อนปรับปรุง)

| ลำดับที่ | กระบวนการ | ระยะเวลาในการผลิต (วัน) |
|---|---|---|
| 1 | Spiral Forming | 1 |
| 2 | Repair | 5 |
| 3 | Hydrostatic Test | 1 |
| 4 | Surface Cleaning | 1 |
| 5 | External coating | 1 |
| 6 | Internal Coating | 1 |
| Total | | 10 |

หลังจากได้ทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตแล้ว ทางบริษัทได้ทำการเก็บข้อมูลการผลิตท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเดียวกันกับท่อตัวอย่างที่ผลิตก่อนการปรับปรุง ตามตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ระยะเวลาในกระบวนการผลิตท่อเหล็กเหนียว สำหรับส่งน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตรจำนวน 20 ท่อน (หลังปรับปรุง)

| ลำดับที่ | กระบวนการ | ระยะเวลาในการผลิต (วัน) |
|---|---|---|
| 1 | Spiral Forming | 1 |
| 2 | Repair | 1 |
| 3 | Hydrostatic Test | 1 |
| 4 | Surface Cleaning | 1 |
| 5 | External coating | 1 |
| 6 | Internal Coating | 1 |
| Total | | 6 |

เปรียบเทียบระยะเวลาในการผลิตหลังการปรับปรุง จะเห็นได้ว่าเวลาในการผลิตท่อชนิดเดียวกัน จำนวนเท่ากัน ใช้เวลาเพียง 6 วัน และจากการที่สามารถผลิตสินค้าได้เร็วขึ้น ทางบริษัทจึงสามารถผลิตสินค้าสำรองไว้รองรับการสั่งซื้อ ที่อาจจะเกิดขึ้นในกรณีเร่งด่วนได้อีกด้วย ในการที่บริษัทสามารถผลิตสต๊อกสินค้าเก็บไว้ได้ถือเป็นโอกาสของบริษัทในการขายสินค้าได้ทันทีที่มีคำสั่งซื้อ และลดโอกาสของคู่แข่งไปอีกทางหนึ่งด้วย

# บทที่ 4
# สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาการวิธีแก้ปัญหาต่างๆในการผลิตโดยใช้วิธี กิจกรรม QCC (Quality Control Cycle) เพื่อให้สามารถลดของเสีย ผลิตของดีได้อย่างต่อเนื่อง ลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพของคน เครื่องจักร และวิธีการ กรณีศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาและแก้ปัญหาจริง โดยมีการร่วมกิจกรรมโดยผู้บริหารรับทราบและร่วมใจกันทำกิจกรรมทั้งองค์กร โดยพนักงานระดับล่างได้ให้ความร่วมมือลดปัญหาต่างๆได้ดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งทั้งนี้ได้นำวิธีการวิเคราะห์ทางด้านการจัดการ QCC เพื่อนำมาใช้เพิ่มความสามารถในการผลิต ปิดข้อบกพร่อง พร้อมทั้งพัฒนาความสามารถแรงงาน เพิ่มความสามัคคีในสังคมการทำงานและให้ได้ชิ้นงานดีตามจำนวนงานที่ลูกค้าต้องการ ไม่มีการสั่งวัตถุดิบเพิ่มเติมเพราะทำงานเสีย ประสิทธิผลที่เพิ่มขึ้นซึ่งจะอธิบายถึงตัวเลขและสิ่งที่พัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างไรในหัวข้อถัดไป โดยได้ผลตามที่แสดงดังนี้

**สรุปผลการศึกษา**

1. ทีมผู้บริหารและพนักงานทราบและสามารถแก้ไขปัญหาได้ตรงจุด จากเดิมมีการเฝ้าระวังทั้ง 8 กระบวนการผลิต ปัจจุบันมุ่งเน้นที่กระบวนการเชื่อมไม่ตรงแนว
2. ทีมผู้บริหารและพนักงาน สามารถกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ต้นเหตุของปัญหาเพื่อลดและขจัดปัญหาได้
3. สามารถลดอัตราการสูญเสียของแนวเชื่อมไม่ตรงแนวจาก 87,000 มิลลิเมตร เหลือเพียง 25,930 มิลลิเมตร
4. ลดต้นทุนในการซ่อมแซมท่อที่ไม่ได้มาตรฐาน รอยเชื่อมไม่ตรงแนว ได้เดือนละ 49,300.00 บาท
5. ลดจำนวนพนักงานในแผนก Repair จากเดิม 5 คน เหลือเพียง 3 คน ซึ่งคนที่ลดลงสามารถไปช่วยงานในกระบวนการผลิตอื่นได้
6. สามารถผลิตสินค้าเก็บสต๊อกได้บางส่วนเพื่อรองรับคำสั่งซื้อเร่งด่วน ทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจที่ได้รับสินค้าทันทีโดยไม่ต้องรอระยะเวลาในการผลิต
7. สามารถนับสต๊อกสินค้าได้ง่ายขึ้น เนื่องจากมีการจัดในพื้นที่ที่เหมาะสมแทนที่การวางชิ้นงานที่รอการ Repair

ตารางที่ 18 สรุปผลการศึกษา

| หัวข้อ | ปัญหาที่กลุ่มท่อเหล็กดำเนินการ | ก่อนปรับปรุง | หลังปรับปรุง |
|---|---|---|---|
| 1 | ปัญหาในกระบวนการผลิต | 8 กระบวนการผลิต | เฝ้าระวังกระบวนการเชื่อมไม่ตรงแนว |
| 2 | แก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิต | 8 กระบวนการผลิต | แก้ไขปัญหาที่กระบวนการเชื่อมท่อไม่ตรงแนว |
| 3 | อัตราสูญเสียของแนวเชื่อมไม่ตรงแนว | 87,000 มิลลิเมตร | 25,930 มิลลิเมตร |
| 4 | ต้นทุนการซ่อมแซมท่อไม่ได้มาตรฐานรอยเชื่อม | 59,800 บาท | 12,300 บาท |
| 5 | พนักงานฝ่ายแก้ไข | 5 คน | 3 คน |
| 6 | สต๊อกสินค้า | ไม่มีสต๊อกสินค้า | เก็บสต๊อคสินค้าได้บางส่วน |
| 7 | การตรวจนับสินค้าคงเหลือประจำเดือน | พื้นที่วางสินค้าไม่เป็นระเบียบ | นับสินค้าง่ายขึ้น เพราะวางถูกพื้นที่ |

**อภิปรายผลการศึกษา**

จากผลการศึกษาการวิธีแก้ปัญหาต่างๆในการผลิต โดยใช้วิธีการหนึ่งของ QCC (Quality Control Cycle) เพื่อให้สามารถลดของเสีย ผลิตของดีได้อย่างต่อเนื่อง ลดต้นทุน และเพิ่มประสิทธิภาพของคน เครื่องจักร และวิธีการ กรณีศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาและแก้ปัญหาจริง โดยมีการร่วมทำกิจกรรมระหว่างผู้บริหารและพนักงานในแผนก Spiral ที่ได้ให้ความร่วมมือในการลดปัญหาต่างๆ ให้ดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งทั้งนี้การวิเคราะห์ทางด้านการจัดการ QCC เพื่อนำมาใช้เพิ่มความสามารถในการผลิตท้ายที่สุดนั้น จะต้องขึ้นอยู่กับผู้บริหารที่จะต้องนำข้อมูลทุกด้าน เพื่อมาประกอบการตัดสินใจ เพื่อทำเรื่องต่อๆไป ซึ่งอาจจะกระทบหรือเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมขององค์กรได้ หรืออาจเกิดการต่อต้านจากคนงานที่ถูกผลกระทบโดยตรงเพราะพนักงานอาจเกิดความกดดันในการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน หรือไม่เข้าใจถึงเป้าหมายที่แท้จริงของการทำกิจกรรม QCC ปัญหาต่างๆนี้ สามารถส่งผลไปถึงขวัญและกำลังใจ การร่วมมือร่วมใจ การเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกันของพนักงานที่ทำงานทั้งหมด และเมื่อทำอย่างต่อเนื่องก็ควรมีงบประมาณส่วนหนึ่งเพื่อกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจบ้าง เช่น สวัสดิการประจำปี ซึ่งบางโรงงานไม่สนใจในเรื่องการพัฒนาคนและลดของเสีย มุ่งเน้นการทำยอดขายเพียงอย่างเดียว และเมื่อทำบัญชีปลายปีก็เพิ่งพบปัญหาต่างๆ เช่น สภาพคล่อง กำไรไม่ได้ตามเป้าหมาย เนื่องจากระหว่างทำกิจการภายในปีนั้นเป็นเงินหมุนจึงคิดว่าได้กำไร แต่แท้ที่จริงกำไรต่ำมาก เพราะต้นทุนได้กลายสภาพเป็นของเสีย เพราะพนักงานทั้งหมดในโรงงานคุ้นเคยและยอมรับกับการปฏิบัติงานในสภาพการทำงานเดิมๆ สิ่งเหล่านี้เองจึงเป็นเรื่องที่ยากลำบากในการบริหารงานของผู้บริหาร ซึ่งหากตัดสินใจทำกิจกรรมต่างๆ ไม่ว่า QCC หรือกิจกรรมอื่นๆ

เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับกิจการและธุรกิจแล้วก็จะต้องให้เกิดผลกระทบต่าง ๆน้อยสุด เช่น ลงทุนต่ำสุดแต่ให้ผลที่ทรงประสิทธิภาพที่สุดและพนักงานต้องทำงานสบายขึ้นกว่าเดิม

**ข้อเสนอแนะ**

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้เสนอแนะวิธีการใช้กิจกรรม QCC จะแสดงขั้นตอนการหาปัญหาในการทำงานที่ละเอียดและจะชี้ให้เห็นถึงการปรับปรุงว่า ควรปรับปรุงข้อใดก่อนเพื่อปิดปัญหาต่าง ๆได้ และควรดำเนินกิจกรรมกลุ่มย่อยอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำไปสู่การพัฒนากระบวนการผลิตในแผนกอื่นๆต่อไปอย่างยั่งยืน

**ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษา**

ได้เรียนรู้วิธีการทำ QCC เพื่อการปรับปรุงลดของเสียสามารถทำใช้ได้จริง ซึ่งสามารถหารากสาเหตุของปัญหาและใช้วิธีต่าง ๆเพื่อจัดการกับปัญหา และสามารถผลิตพร้อมทั้งตรวจสอบได้เร็วยิ่งขึ้นทำให้ประสิทธิภาพทั้งคน เครื่องจักรและวิธีการดีขึ้น และสามารถกำหนดมาตรฐานในการควบคุมงาน และยกระดับคุณภาพและมาตรฐานการทำงานของพนักงานให้สูงขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้ได้สินค้าและบริการที่มีคุณภาพและสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า และในลำดับพนักงานแผนก Spiral ที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรม QCC แล้ว สามารถถ่ายทอดทั้งวิธีการและประสบการณ์โดยตรงให้กับพนักงานในแผนกอื่นๆ ได้

# บรรณานุกรม

# บรรณานุกรม


กล้าหาญ วรพุทธพร. (2525). **กลุ่มคุณภาพ (วิธีญี่ปุ่น) = Q.C. Circle Concept**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2550ก). **หลักการการควบคุมคุณภาพ.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

----------. (2550ข). **ระบบการควบคุมคุณภาพที่หน้างาน คิวซีเซอร์เคิล.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : เทคนิคอล แอพโพรช เคาน์เซลลิ่ง แอนด์ เทรนนิ่ง

ไชยา บุญเนียน .(2548). **การประยุกต์ระบบบริหารคุณภาพแบบ QCC เข้ากับระบบการจัดการความปลอดภัยแบบ SCC.** บทความทางวิชาการ (วิศวกรรมความปลอดภัย). กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐพร ปัจจุสานนท์. (2550). **ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับระบบ TQM ของพนักงานบริษัท เอส พี ศิริวัฒนา จำกัด.** วิทยานิพนธ์ รป.ม. (นโยบายสาธารณะ). ชลบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

นภดล เชนะโยธิน. (2531). **องค์การและการจัดการ.** กรุงเทพฯ : คุรุสภา.

บุญมั่น ธนาศุภวัฒน์. (2537). **จิตวิทยาองค์การ.** กรุงเทพฯ : โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮาส์.

วรภัทร์ ภู่เจริญ. (2542). **การควบคุมคุณภาพทั่วทั้งองค์กร.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท พิมพ์ดีด จำกัด.

วันรัตน์ จันทกิจ. (2546). **17 เครื่องมือนักคิด.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.

วิสัน ชารี. (2550). **การเพิ่มผลผลิตของสายการประกอบมอเตอร์พัดลม.** วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

วีรพจน์ ลือประสิทธ์สกุล. (2541). **TQM Living Handbook.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์บีพีอาร์ แอนด์ ทีคิวเอ็ม คอนซัลแทนท์.

โสภณสิทธ์ ศรีไพโรจน์กุล. (2549). **การติดตามการดำเนินงานกิจกรรม QCC ของพนักงานฝ่ายปฏิบัติการบริษัทกรณีศึกษา บริษัท ยูเนียรเทคโนโลยี.** วิทยานิพนธ์ รป.ม. (นโยบายสาธารณะ). ชลบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

B.G. Dale; J. Lees. (1985). **Factors which Influence the Success of Quality Circle Programs in the United Kingdom.** UK : MCB UP Ltd.

Clive Goulden. (1995). **Supervisory Management and Quality Circle Performance: an Empirical Study.** UK : MCB UP Ltd.

Jens J. Dahlgaard; Kai Kristensen; Ghopal K. Khanji. (2002). **Fundamentals of Total Quality Management: Process Analysis and Improvement.** New York : Taylor & Francis.

JUSE. (1996). **Fundamentals of QC Circles**. Japan : JUSE Press.

Marks L. Mitchelll; Mirvis H. Philip; Hackett J. Edward; Grady F. James. (1986). Employee Participation in a Quality Circle Program: Impact on Quality of Work Life, Productivity, and Absenteeism. **Journal of Applied Psychology**. 71 (1) : 61-69.

Murray R. Barrick; Ralph A. Alexander. (1987). A Review of Quality Circle Efficacy and the Existence of Positive-Findings Bias. **Issue Personnel Psychology**. 40 (3) : 579 -592.

Peter F. Drucker. (2001). **The Emerging Theory of Manufacturing: Harvard Business Review**. Michigan : Securities & Investment Institute.

William J. Stevenson. (1998). **Operations Management**. New York : McGraw-Hill.