การลดความสูญเปล่าของกระบวนการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ตามหลักลีน ซิก ซิกม่า

นางสาวอภิญญา ตากสกุล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

WASTE REDUCTION IN INSTALLATION PROCESS OF VEHICLES GAS SYSTEM BY LEAN SIX SIGMA CONCEPT

Miss Apinya Tagsakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดความสูญเปล่าของกระบวนการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ตามหลักลีน ซิก ซิกม่า
โดย	นางสาวอภิญญา ตากสกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตรจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อภิญญา ตากสกุล : การลดความสูญเปล่าของกระบวนการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ตามหลักลีน ซิก ซิกม่า. (WASTE REDUCTION IN INSTALLATION PROCESS OF VEHICLES GAS SYSTEM BY LEAN SIX SIGMA CONCEPT) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อ.ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย,254 หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ โดยการปรับปรุงการทำงานของกระบวนการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น กรณีศึกษาของบริษัทรับติดตั้งระบบก๊าซเชื้อเพลิงให้กับรถยนต์ โดยลดสัดส่วนเวลาที่สูญเปล่าจากการรอคอยให้น้อยกว่า 9.37% ลดการแก้ไขงานในส่วนที่มีความถี่และผลกระทบในด้านความปลอดภัย ให้น้อยกว่า 0.56 จุด/คัน ลดต้นทุนความล้มเหลวภายในและต้นทุนความล้มเหลวภายนอก

ศึกษาโดยใช้เครื่องมือของลีน ซิก ซิกม่าร์เพื่อการวิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ระบุสาเหตุของปัญหา หาแนวทางแก้ไขปัญหา ปรับปรุงแก้ไขและควบคุมกระบวนการภายหลังการแก้ไข

จากการศึกษาพบว่าปัญหาที่การผลิตไม่มีประสิทธิภาพ มีสาเหตุหลักคือความสูญเปล่าจากการรอคอย จาก 2 สาเหตุหลัก และความเปล่าที่เกิดขึ้นจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสมจากการแก้ไขงาน (Rework) เกิดจาก 5 สาเหตุหลัก โดยจากการวิเคราะห์ปัญหาและระดมสมองในการหาวิธีการแก้ไขปัญหา โดยใช้หลัก ECRS ในการวิเคราะห์หาวิธีการในการแก้ปัญหาเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นทั้งหมด 11 ข้อ และในการควบคุมกระบวนการหลังการปรับปรุง ได้มีการจัดทำแผนการควบคุมกระบวนการ และจัดทำดัชนีที่ใช้ชี้วัดและควบคุมกระบวนการทั้งหมด 5 ข้อ ผลที่ได้หลังจากการปรับปรุง ณ เดือนก.พ 53 ความสูญเปล่าจากการรอคอย เป็น 2.70% ของเวลาทำงาน ความสูญเปล่าจากที่เกิดจากการแก้ไขงานในส่วนที่มีความถี่และผลกระทบในด้านความปลอดภัยเป็น 0.08 จุด/คัน ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก (External Failure Cost) ลดลงจากเดิม 837 บาท/คัน เป็น 126 บาท/คัน ต้นทุนความล้มเหลวภายใน (Internal Failure Cost) ลดลงจากเดิม 402 บาท/คัน เป็น 16 บาท/คัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต.....อภิญญา ตากสกุล.....
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
ปีการศึกษา 2552

5071457221 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : Lean Six sigma / Waste / CNG / Lean / NGV

APINYA TAGSAKUL : WASTE REDUCTION IN INSTALLATION PROCESS OF VEHICLES GAS SYSTEM BY LEAN SIX SIGMA CONCEPT. THESIS ADVISOR: NATCHA THAWESAENGSKULTHAI, Ph.D., 254 pp.

The objective of this thesis is to reduce waste in gas installation of vehicles by improve efficiency of the installation gas system process in a case company. The research's goals are (1) to decrease the ratio of the waste time from waiting to be less than 9.37%, (2) to reduction appropriate process waste from rework scoping only the work which have high frequency and severity impact to customer to be less than 0.56 points / unit, (3) to reduce external failure costs and internal failure cost.

This study followed the Lean Six Sigma concept to analysis problem, identify cause of the problem, find a solution, improve process and control process after improvement.

Main problem of inefficient production is primarily a waste of waiting time from two causes and waste and waste from the process that is not appropriate to make the rework from five causes. For problem analysis, special team brainstormed on ways to resolve the issue by ECRS. In the primary analysis of ways, found solving problems to reduce waste and made action 11 items for improve. The controls after the update process has made plans for process control and indexing using metrics and process control all 5 items. Results after improvement on February 2010, indicates that (1) waiting time is reduced to 2.70% of time, (2) appropriate process waste from rework scoping only the work which have high frequency and severity impact to customer is decreased to 0.08 points / unit, (3) external failure costs has been reduced from 837 baht / unit to 126 baht / unit, and (4) internal failure cost has been reduced from 402 baht / unit to 16 baht / unit. The installation process of vehicle gas system shows more efficient and answers all the research objectives.

Department : Industrial Engineering Student's Signature .....

Field of Study : Industrial Engineering Advisor's Signature .....

Academic Year : 2009

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อ.ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งกรุณาให้ความรู้ คำแนะนำข้อคิดต่างๆ คอยเอาใจใส่ ช่วยชี้แนะแนวทางแก่ผู้วิจัย อีกทั้งยังสนับสนุนการทำวิจัยตลอดระยะเวลาของการทำงานวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตรจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาล ประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย กรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ข้อคิดเห็น คำปรึกษา แนวทางและข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์เป็นอย่างมากสำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาจนผู้วิจัยสามารถศึกษาจบในระดับมหาบัณฑิต รวมทั้งขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่านเช่นกัน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือที่ดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณทางผู้บริหาร และพนักงานทุกท่านของโรงงานกรณีศึกษา ที่ได้สละเวลาช่วยเหลือ ให้ข้อมูลและให้ความร่วมมือในการจัดทำ และให้คำแนะนำการปรับปรุง ให้การทำงานวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ทำให้มีโอกาสศึกษามาจนกระทั่งปัจจุบันนี้ และเป็นกำลังใจด้านการศึกษา ให้ข้าพเจ้าได้ทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญรูปภาพ.....ฎ

สารบัญตาราง.....ต

บทที่ 1 : บทนำ.....1

1.1 บทนำ.....1

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....3

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....7

1.4 ขอบเขตของการวิจัย..... 7

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 7

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย..... 8

1.7 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย..... 8

บทที่ 2 : เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 12

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.1 อัตราผลิตภาพ..... 12

2.1.2 การวิเคราะห์โดยเทคนิคหลัก 7 ขั้นตอนในการแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ 15

2.1.3 ต้นทุนและความสูญเสีย..... 17

2.1.4 การผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing)..... 18

a. ประวัติการผลิตแบบลีน..... 19

b. การเปลี่ยนแปลงเพื่อทำให้บริษัทมีความสูญเปล่าเป็นศูนย์..... 20

c. มุมมองของลีน..... 21

d. เป้าหมายของความสูญเปล่าต้องเป็นศูนย์ (Zero-waste goals).....21

e. หลักการผลิตแบบลีน..... 31

f. เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตแบบลีน.....33

2.1.5 เทคนิคการตั้งคำถาม 5W 1H และหลักการ ECRS..... 44

2.1.6 เทคนิคทางคุณภาพ..... 46

2.1.7 Six sigma..... 60

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....61

บทที่ 3 : การศึกษาสภาพโดยทั่วไปและการกำหนดปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา (Define Phase)..... 66

3.1 ทีมงานสำหรับปรับปรุงและแก้ไขปัญหา..... 66

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 ข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา..... 67

3.3 ลักษณะงานของบริษัทกรณีศึกษา.....68

3.4 โครงสร้างองค์กร..... 74

3.5 กฎหมายและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์..... 75

3.6 การศึกษาการทำงานในกระบวนการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์..... 78

3.7 สรุปการศึกษาสภาพโดยทั่วไปและการกำหนดปัญหาของกรณีศึกษา..... 81

บทที่ 4 : การระบุตัวชี้วัดปัญหา (Measure Phase)..... 83

4.1 การระบุตัวชี้วัดปัญหา..... 83

4.2 สรุปผลการหาสาเหตุหลักของปัญหา.....97

บทที่ 5 : การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา (Analyze Phase).....98

5.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา..... 98

5.2 สรุปผลการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา.....131

บทที่ 6 : การปรับปรุงกระบวนการ (Improve Phase).....133

6.1 วิธีการแก้ไขปัญหาในแต่ละสาเหตุ..... 133

6.2 สรุประยะการปรับปรุงกระบวนการ..... 171

บทที่ 7 : การควบคุมกระบวนการหลังการปรับปรุง (Control Phase)..... 172

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.1 การควบคุมกระบวนการและการติดตามผลระหว่างและหลังการปรับปรุง..... 172

7.2 สรุปผลการควบคุมกระบวนการหลังการปรับปรุง (Control Phase)..... 183

บทที่ 8 : สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ..... 184

8.1 สรุปผลการวิจัย..... 184

8.2 อภิปรายผลการวิจัย 188

8.3 ข้อจำกัดของงานวิจัย..... 193

8.4 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย..... 193

8.5 ข้อเสนอแนะ.....194

รายการอ้างอิง.....195

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.....198

ภาคผนวก ข..... 210

ภาคผนวก ค..... 220

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 254

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 1.1 ปริมาณการบริโภคก๊าซ LPG ของประเทศไทย..... 1

รูปที่ 1.2 ปริมาณการบริโภคก๊าซธรรมชาติ (NG) ของประเทศไทย..... 2

รูปที่ 1.3 จำนวนรถที่ติดตั้งระบบก๊าซ CNG ปี 2550-2551..... 3

รูปที่ 1.4 จำนวนรถที่ติดตั้งระบบก๊าซ LPG ปี 2550-2551..... 4

รูปที่ 1.5 สัดส่วนพยากรณ์คำสั่งติดตั้งระบบแก๊สรถยนต์รวม LPG และ CNG..... 4

รูปที่ 1.6 สัดส่วนต้นทุน-กำไรของการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M..... 5

รูปที่ 1.7 สัดส่วนเวลาที่เกิดความสูญเปล่าจากการรอคอย..... 6

รูปที่ 2.1 วิวัฒนาการของการผลิตแบบลีน..... 20

รูปที่ 2.2 สัดส่วนของกิจกรรมและรูปแบบการปรับปรุงกระบวนการ..... 23

รูปที่ 2.3 คุณค่าเพิ่มจากลักษณะระบบการผลิตที่ประกอบด้วยการไหลและ
กิจกรรม..... 23

รูปที่ 2.4 แนวคิดของการผลิตแบบลีน..... 32

รูปที่ 2.5 ชุดเครื่องมือของลีน..... 33

รูปที่ 2.6 Value Stream Map ในกระบวนการผลิต..... 43

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.7 ตัวแบบ SIPOC สำหรับสร้างแนวความคิด (กิตติศักดิ์ พลอยพาณิชเจริญ, 2550).... 46

รูปที่ 2.8 ตัวอย่างแผนภาพพาเรโต..... 48

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างแผนผังก้างปลา..... 50

รูปที่ 2.10 ตัวอย่างกราฟเส้น..... 52

รูปที่ 2.11 ตัวอย่างกราฟแท่ง..... 53

รูปที่ 2.12 ตัวอย่างกราฟวงกลม..... 54

รูปที่ 3.1 ตัวอย่างตู้จ่ายน้ำมันและสถานีจ่ายน้ำมัน..... 68

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการติดตั้งระบบก๊าซเชื้อเพลิงแอลพีจีสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม..... 69

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างสถานีบริการก๊าซเชื้อเพลิงแอลพีจีสำหรับรถยนต์..... 70

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างรถบรรทุกก๊าซแอลพีจี (LPG)..... 70

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างสถานีบริการก๊าซซีเอ็นจี (CNG)..... 71

รูปที่ 3.6 ตัวอย่างรถบรรทุกก๊าซซีเอ็นจี (CNG).....71

รูปที่ 3.7 ตัวอย่างรถยนต์ที่เลือกใช้ระบบก๊าซเชื้อเพลิงรถยนต์..... 72

รูปที่ 3.8 ตัวอย่างรถยนต์ยี่ห้อต่าง ๆ ที่บริษัทกรณีศึกษาติดตั้งก๊าซเชื้อเพลิงรถยนต์ในลักษณะงาน OEM..... 73

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.9 ตัวอย่างรถยนต์ที่รับบริการติดตั้งก๊าซรถยนต์แอลพีจี (LPG) หรือ ซีเอ็นจี (CNG) สำหรับรถขนส่งเชิงพาณิชย์..... 73

รูปที่ 3.10 โครงสร้างองค์กรของบริษัทกรณีศึกษา..... 74

รูปที่ 3.11 โครงสร้างองค์กรของแผนกผลิตก๊าซรถยนต์..... 75

รูปที่ 3.12 ลักษณะการไหลของงานในการติดตั้งระบบก๊าซ CNG กับรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M..... 78

รูปที่ 3.13 สัดส่วนต้นทุน-กำไรของการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M..... 80

รูปที่ 4.1 แผนภูมิแสดงจำนวนครั้งสาเหตุความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอคอย..... 84

รูปที่ 4.2 แผนภูมิแสดงเวลาที่สูญเสียจากสาเหตุความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอคอย..... 84

รูปที่ 4.3 Process Mapping การติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์รุ่น M..... 86

รูปที่ 4.4 แผนภูมิแสดงสาเหตุความสูญเปล่าที่เกิดจากกระบวนที่ไม่เหมาะสม..... 87

รูปที่ 4.5 แผนภูมิแสดงคะแนน S x O ของสาเหตุต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการแก้ไขงาน..... 93

รูปที่ 4.6 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และผลกระทบของสาเหตุต่าง ๆ ที่เกิดงาน Rework..... 94

รูปที่ 5.1 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุการรอรถจากกระบวนการก่อนหน้า..... 99

รูปที่ 5.2 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุการรอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly.....111

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.3 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุการ Rework จากชุดกรองแก๊สรั่ว……..113

รูปที่ 5.4 อุปกรณ์ฐานกรองที่ผ่าเพื่อพิจารณาลักษณะเนื้ออุปกรณ์ด้านใน…….. 114

รูปที่ 5.5 ทิศทางการไหลของก๊าซที่ผ่านชุดกรองก๊าซ.....114

รูปที่ 5.6 ลักษณะจุดที่พบการรั่วซึมของก๊าซ.....115

รูปที่ 5.7 ตัวอย่างการพบรอยรั่วของก๊าซที่อุปกรณ์.....116

รูปที่ 5.8 ก ระดับก๊าซหลังดับเครื่องยนต์แล้ว.....116

รูปที่ 5.8 ข ระดับก๊าซหลังจากจอดทิ้งไว้ข้ามวัน.....116

รูปที่ 5.9 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบเป็นชุดกรองก๊าซ.....117

รูปที่ 5.10 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุการ Rework จาก P1 Sensor รั่ว..... 118

รูปที่ 5.11 ลักษณะการรั่วที่พบบริเวณ P1 Sensor …….....119

รูปที่ 5.12 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบเป็นชุดรางหัวฉีด.....120

รูปที่ 5.13 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุการ Rework จากการติดตั้งสายไฟขั้วแบตไม่เรียบร้อย
..... 121

รูปที่ 5.14 รูปลักษณะปัญหาการติดตั้งสายไฟขั้วแบตเตอรี่ไม่เรียบร้อย..... 122

รูปที่ 5.15 รูปลักษณะการติดตั้งสายไฟขั้วแบตเตอรี่ที่เรียบร้อยและถูกต้อง..... 122

รูปที่ 5.16 จุดปฏิบัติงานในการบัดกรีตะกั่วชุดสายไฟขั้วแบตเตอร์รี่..... 123

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.17 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุการ Rework จาก Pressure Gauge เสีย 124

รูปที่ 5.18 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ Pressure Gauge 125

รูปที่ 5.19 วงจรการทำงานของ Pressure Gauge ที่เชื่อมต่อกับการแสดงผลระดับก๊าซ.....126

รูปที่ 5.20 การวัดค่าความต้านทานแผงวงจรของ Pressure Gauge.....127

รูปที่ 5.21 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุการ Rework จาก Male connector รั่วและ Pressure Gauge รั่ว 127

รูปที่ 5.22 ลักษณะการรั่วที่พบบริเวณ Male connector และ Pressure Gauge 129

รูปที่ 5.23 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบเป็นชุดหัวเติม..... 130

รูปที่ 6.1 ลักษณะการไหลของงานในการติดตั้งระบบก๊าซ CNG กับรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M หลังการปรับปรุง 142

รูปที่ 6.2 ลักษณะการไหลของงานในการติดตั้งระบบก๊าซ CNG กับรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง 143

รูปที่ 6.3 Layout พื้นที่การทำงานหลังการย้าย Sub-Assemble Line ให้อยู่ในพื้นที่ติดกับสายการผลิตติดตั้งก๊าซรถยนต์..... 156

รูปที่ 6.4 ตัวอย่างการอบรมพนักงาน..... 168

รูปที่ 6.5 การใช้ปากกาแต้มบ่งชี้ปริมาณก๊าซในระบบที่ Pressure gauge หลังจากตรวจสอบการรั่วที่สถานี C 168

รูปที่ 6.6 ใบงานตรวจรับวัตถุดิบก่อนเข้าคลังสินค้า..... 169

รูปที่ 6.7 ก ลักษณะเนื้อวัสดุภายในฐานกรองก่อนการแก้ไขปรับปรุง 170

รูปที่ 6.7 ข ลักษณะเนื้อวัสดุภายในฐานกรองหลังการแก้ไขปรับปรุง 170

รูปที่ 6.8 ก ลักษณะเนื้อวัสดุภายในฐานกรองก่อนการทำกระบวนการ Impregnation..... 170

รูปที่ 6.8 ข ลักษณะเนื้อวัสดุภายในฐานกรองหลังการทำกระบวนการ Impregnation ตรวจสอบ
โดยการส่องด้วยแสง UV 170

รูปที่ 7.1 สัดส่วนเวลาที่สูญเสียจากการรอรถจากกระบวนการก่อนหน้า..... 174

รูปที่ 7.2 สัดส่วนเวลาที่สูญเสียจากการรอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly Line 174

รูปที่ 7.3 สัดส่วนการแก้ไขงานที่มีความถี่และผลกระทบด้านความปลอดภัยกับผู้บริโภค..... 175

รูปที่ 7.4 ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก (External Failure cost)..... 175

รูปที่ 7.5 ต้นทุนความล้มเหลวภายใน (Internal Failure cost) 176

รูปที่ 8.1 สัดส่วนเวลาที่สูญเสียจากการรอรถจากกระบวนการก่อนหน้า..... 184

รูปที่ 8.2 สัดส่วนเวลาที่สูญเสียจากการรอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly Line.....185

รูปที่ 8.3 สัดส่วนเวลาที่สูญเปล่าจากการรอคอย.....185

รูปที่ 8.4 สัดส่วนการแก้ไขงานที่มีความถี่และผลกระทบด้านความปลอดภัยกับผู้บริโภค.....186

รูป 8.5 ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก (External Failure cost)..... 187

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป 8.6 ต้นทุนความล้มเหลวภายใน (Internal Failure cost).....187

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 2.1 สาระสำคัญของการตรวจพิจารณาด้วยตนเองโดยการถามตอบด้วย 5W 1 H หลักการของ ECRS เพื่อการปรับปรุง..... 45

ตารางที่ 2.2 การสร้างแผนภูมิการไหล.....47

ตารางที่ 3.1 กระบวนการทำงานในแต่ละสถานีงานในการติดตั้งระบบก๊าซ CNG กับรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M..... 79

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดจำนวนพนักงานที่ใช้ในแต่ละส่วนงาน..... 80

ตารางที่ 4.1 เกณฑ์การประเมินผลความรุนแรงของผลกระทบ (AIAG (2001))…..88

ตารางที่ 4.2 เกณฑ์การประเมินผลโอกาสการเกิดขึ้นของข้อบกพร่อง (AIAG (2001))..... 90

ตารางที่ 4.3 รายละเอียดอัตราข้อบกพร่องความถี่ที่เกิด ของสาเหตุต่างๆของงาน Rework.....91

ตารางที่ 4.4 รายละเอียดผลการประเมินความรุนแรงและความถี่ที่เกิด ของสาเหตุต่างๆ ของงาน Rework..... 92

ตารางที่ 4.5 ผลกระทบเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้รับจากการแก้ไขงาน (Rework).....94

ตารางที่ 4.6 ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก..... 95

ตารางที่ 4.7 ต้นทุนความล้มเหลวภายใน..... 95

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี A1 100

ตารางที่ 5.2 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี A2 101

ตารางที่ 5.3 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี B 102

ตารางที่ 5.3 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี B (ต่อ)..... ..103

ตารางที่ 5.3 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี B (ต่อ)..... ..104

ตารางที่ 5.4 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี C 105

ตารางที่ 5.4 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี C (ต่อ)..... ..106

ตารางที่ 5.5 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี D 107

ตารางที่ 5.6 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี E 108

ตารางที่ 5.7 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี QC..... 109

ตารางที่ 5.8 สรุปเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงาน..... 110

ตารางที่ 5.9 ตัวอย่างค่าที่อ่านได้และค่าแรงดันที่แสดงผลที่เข็ม Gauge ของ Pressure guage ที่พบอาการดังกล่าว..... 126

ตารางที่ 6.1 แผนผังต้นไม้สรุปปัญหา สาเหตุและวิธีการแก้ไขของความสูญเปล่าจากการรอคอย 134

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.2 แผนผังต้นไม้สรุปปัญหา สาเหตุและวิธีการแก้ไขของความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม..... 135

ตารางที่ 6.2 แผนผังต้นไม้สรุปปัญหา สาเหตุและวิธีการแก้ไขของความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม (ต่อ).....136

ตารางที่ 6.2 แผนผังต้นไม้สรุปปัญหา สาเหตุและวิธีการแก้ไขของความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม (ต่อ).....137

ตารางที่ 6.3 สรุปวิธีการแก้ไขปัญหา รายละเอียดการดำเนินการ ผู้รับผิดชอบในการดำเนินการและวันที่เริ่มดำเนินการแก้ไข.....138

ตารางที่ 6.3 สรุปวิธีการแก้ไขปัญหา รายละเอียดการดำเนินการ ผู้รับผิดชอบในการดำเนินการและวันที่เริ่มดำเนินการแก้ไข (ต่อ).....139

ตารางที่ 6.3 สรุปวิธีการแก้ไขปัญหา รายละเอียดการดำเนินการ ผู้รับผิดชอบในการดำเนินการและวันที่เริ่มดำเนินการแก้ไข (ต่อ).....140

ตารางที่ 6.3 สรุปวิธีการแก้ไขปัญหา รายละเอียดการดำเนินการ ผู้รับผิดชอบในการดำเนินการและวันที่เริ่มดำเนินการแก้ไข (ต่อ).....141

ตารางที่ 6.4 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี A1 หลังการปรับสมดุลในสายการผลิตใหม่.....144

ตารางที่ 6.5 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี A2 หลังการปรับสมดุลในสายการผลิตใหม่.....145

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.5 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี B หลังการปรับสมดุลในสายการผลิตใหม่.....146

ตารางที่ 6.6 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี B หลังการปรับสมดุลในสายการผลิตใหม่ (ต่อ).....147

ตารางที่ 6.6 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี B หลังการปรับสมดุลในสายการผลิตใหม่ (ต่อ).....148

ตารางที่ 6.7 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี C หลังการปรับสมดุลในสายการผลิตใหม่ 149

ตารางที่ 6.8 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี D หลังการปรับสมดุลในสายการผลิตใหม่ 150

ตารางที่ 6.8 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี D หลังการปรับสมดุลในสายการผลิตใหม่ (ต่อ).....151

ตารางที่ 6.9 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี E หลังการปรับสมดุลในสายการผลิตใหม่ 152

ตารางที่ 6.10 สรุปเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงานหลังการปรับปรุง.....153

ตารางที่ 6.11 ตัวอย่างตารางการผลิตของ Sub-Assembly Line.....154

ตารางที่ 6.12 ตัวอย่างรายงานผลผลิตเทียบแผนการผลิต Sub-Assembly Line.....155

ตารางที่ 6.13 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานการประกอบชุดกรองก๊าซ.....157

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.13 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานการประกอบชุดกรองก๊าซ (ต่อ).....158

ตารางที่ 6.14 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานการประกอบชุดรางหัวฉีด.....159

ตารางที่ 6.14 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานการประกอบชุดรางหัวฉีด(ต่อ).....160

ตารางที่ 6.15 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานติดตั้งสายไฟขั้วแบตเตอร์รี่.....161

ตารางที่ 6.15 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานติดตั้งสายไฟขั้วแบตเตอร์รี่(ต่อ).....162

ตารางที่ 6.16 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานการประกอบชุดหัวเติม Male connecter และ Pressure gauge.....163

ตารางที่ 6.16 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานการประกอบชุดหัวเติม Male connecter และ Pressure gauge(ต่อ).....164

ตารางที่ 6.16 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานการประกอบชุดหัวเติม Male connecter และ Pressure gauge(ต่อ).....165

ตารางที่ 6.16 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานการประกอบชุดหัวเติม Male connecter และ Pressure gauge(ต่อ).....166

ตารางที่ 6.16 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานการประกอบชุดหัวเติม Male connecter และ Pressure gauge(ต่อ).....167

ตารางที่ 7.1 รายละเอียดแผนการควบคุมกระบวนการระหว่างและหลังการปรับปรุง.....173

ตารางที่ 7.2 แผนการฝึกอบรมมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงาน.....177

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.2 แผนการฝึกอบรมมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงาน (ต่อ).....178

ตารางที่ 7.3 คู่มือการปฏิบัติงานในการควบคุมกระบวนการหลังการปรับปรุง.....179

ตารางที่ 8.1 สรุปผลเปรียบเทียบตัวชี้วัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นก่อนและหลังการปรับปรุง.....188

ตารางที่ 8.2 ผลการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ ในงานวิจัย.....189

ตารางที่ 8.3 ผลการดำเนินงานวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้.....190

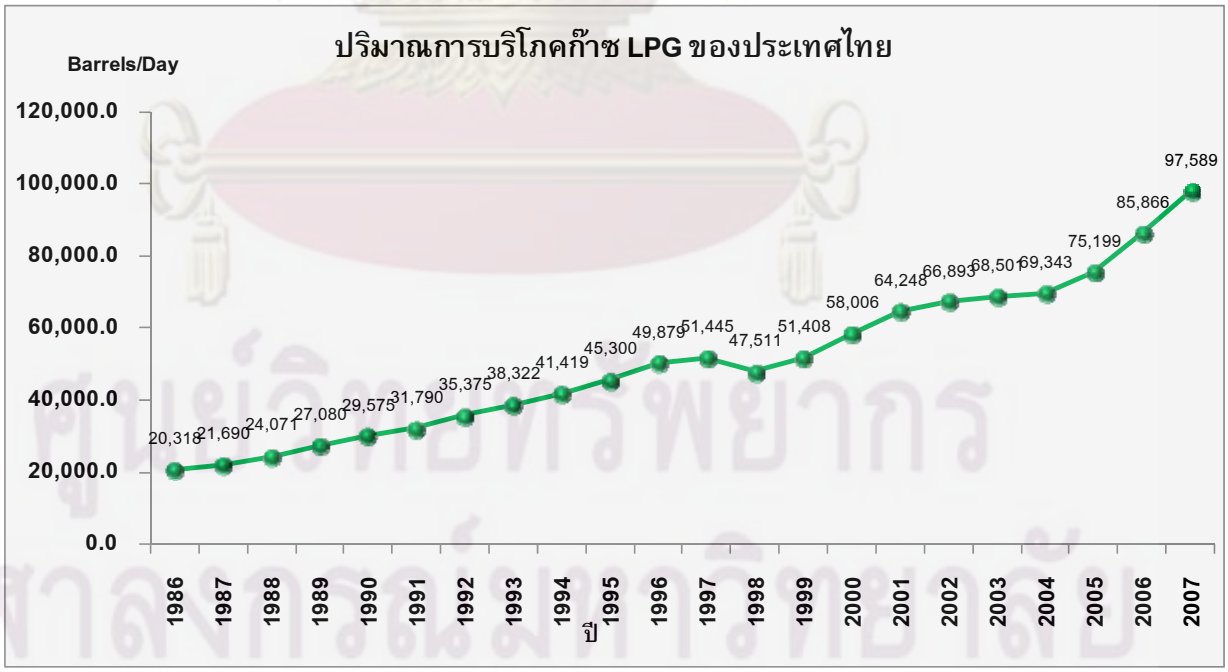
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

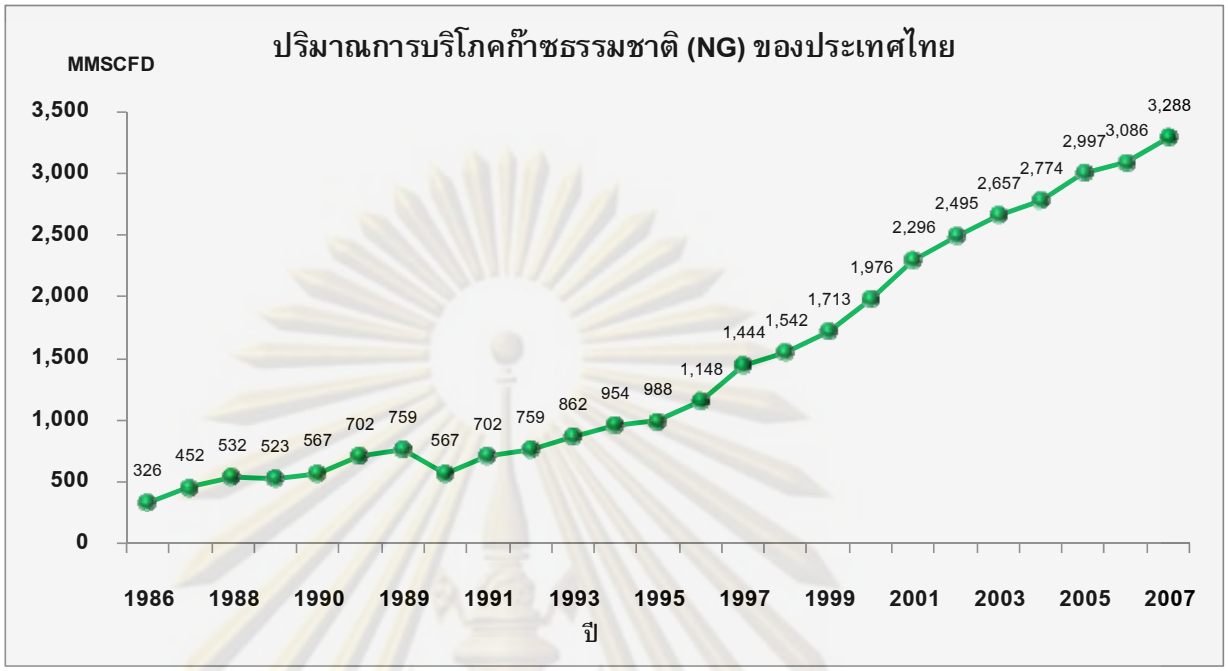
1.1 บทนำ

ในภาวะปัจจุบันซึ่งมีภาวะทางเศรษฐกิจที่ผันผวน ซึ่งหนึ่งในปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีความผันผวนเป็นอย่างมากตลอดปี 2551 ที่ผ่านมาคือภาวะราคาน้ำมัน เนื่องจากตลาดน้ำมันเป็นตลาดที่มีผู้ขายน้อยราย โดยผู้ผลิตน้ำมันที่สำคัญคือ กลุ่มประเทศตะวันออกกลางที่มีสัดส่วนถึงร้อยละ 28.5 สหรัฐที่มีสัดส่วนร้อยละ 9.9 และกลุ่มประเทศรัสเซียเก่า อย่างไรก็ดีในตลาดน้ำมันโลกมีพฤติกรรมรวมกลุ่ม (Cartel) คือโอเปค (แขกตะวันออกกลาง+เวนซูเอลล่า) ซึ่งรวมกันแล้วมีสัดส่วนถึงร้อยละ 38.4 จึงมีอิทธิพลเพียงพอที่จะเป็นผู้กำหนดราคาได้ โดยประเทศผู้ผลิตน้ำมันต้องการจะคงราคาให้สูงเอาไว้ โดยในรอบปีนี้ประสบทั้งภาวะราคาสูงสุดและต่ำสุดในรอบ 19 ปี ด้วยภาวะดังกล่าวทำให้ผู้บริโภคน้ำมัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้ที่มีรถยนต์ไม่มีความมั่นใจในภาวะราคาน้ำมัน ดังนั้นก๊าซธรรมชาติแอลพีจี (LPG) และซีเอ็นจี (CNG) จึงเป็นพลังงานทางเลือกใหม่ที่ลดภาระค่าใช้จ่ายได้มากกว่าการใช้ระบบน้ำมันแบบเดิมทั้งในภาคอุตสาหกรรมการผลิต และภาคขนส่งยานยนต์ ดังจะเห็นได้จากปริมาณการใช้งานที่เพิ่มขึ้นก๊าซแอลพีจี (LPG) และเอ็นจี (NG) ดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2 ตามลำดับ



ที่มา : กรมธุรกิจพลังงาน

รูปที่ 1.1 ปริมาณการบริโภคก๊าซ LPG ของประเทศไทย



หมายเหตุ : ค่าพลังงานความร้อนของ NG = 1,000 BTU/SCF

ที่มา : กรมธุรกิจพลังงาน

รูปที่ 1.2 ปริมาณการบริโภคก๊าซธรรมชาติ (NG) ของประเทศไทย

ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ธุรกิจการติดตั้งระบบการใช้แก๊สเชื้อเพลิงกับรถยนต์ทั้ง CNG และ LPG มีอัตราการขยายตัวอย่างรวดเร็ว โดยจะเห็นได้จากจำนวนรถส่วนบุคคลและรถที่ใช้เพื่ออุตสาหกรรม ที่มีการปรับเปลี่ยนจากการใช้น้ำมันมาเป็นการใช้พลังงานทางเลือกก๊าซธรรมชาติ ทั้งก๊าซแอลพีจีและซีเอ็นจีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดและด้วยโอกาสทางธุรกิจที่ขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้มีคู่แข่งการค้าเกิดขึ้นมากมายในตลาดทั้งรายใหญ่ รายเล็กและรายย่อย

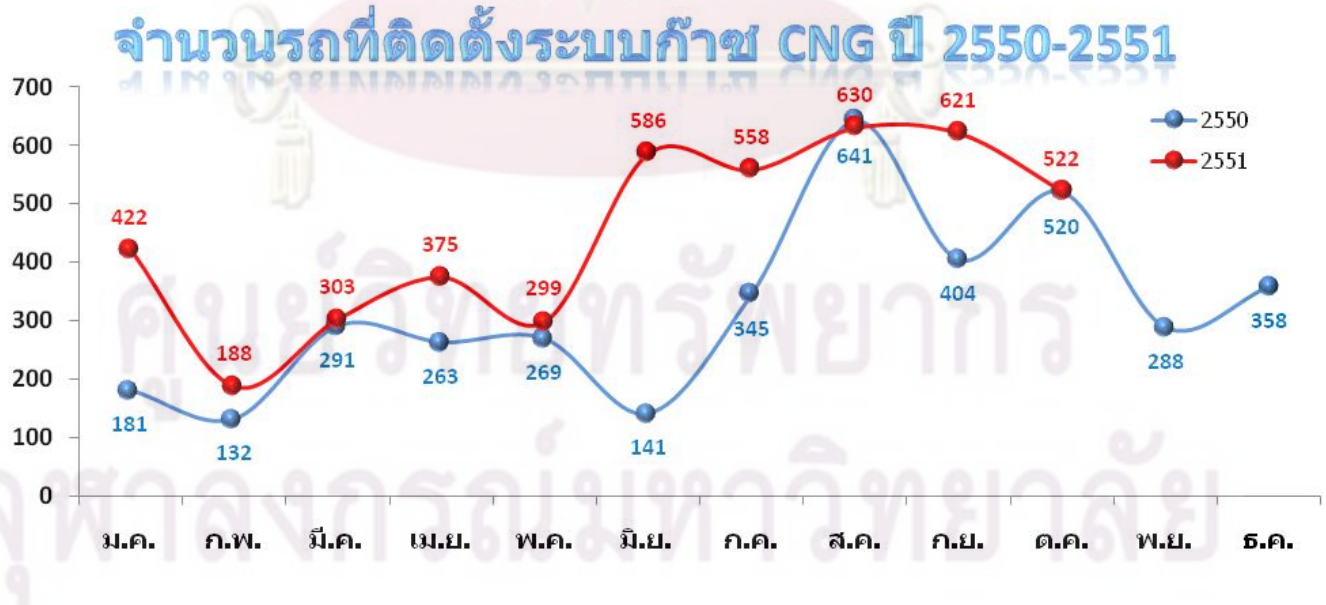
ดังนั้นในการดำเนินธุรกิจจึงมีความจำเป็นต้องมีการพัฒนาการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุดเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่มีเป็นจำนวนมากได้ เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับผู้ผลิตรายอื่นๆ และพัฒนาคุณภาพในการทำงาน

ปัจจุบันแนวคิดการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) เป็นเสมือนอาวุธสำหรับการ แข่งขันที่สำคัญโดยมุ่งเป้าหมายเพื่อการปรับปรุง เช่น การลดระยะเวลาการผลิต การลดต้นทุน การเพิ่มความสามารถในการทำกำไร และการปรับปรุงคุณภาพ ดังนั้น การผลิตแบบลีน จึงมุ่งขจัดความสูญเปล่าในทุกพื้นที่ของสายการผลิต (Waste Elimination) ซึ่งใช้แนวความคิดใน

เรื่องคุณค่าของกิจกรรมที่กระทำ (Value Added) โดยผลที่คาดหวังก็ คือ การลดต้นทุนให้ต่ำลง และการที่พนักงานทุกคนมีส่วนร่วม นอกจากนี้แนวคิดการผลิตแบบลีน ยังมุ่งปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานด้วยการสร้างให้เกิดการไหลของงานตลอดทั้งกระบวนการอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นเพื่อให้บรรลุเป้าหมายเหล่านี้จะต้องระบุจำแนกความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในสายการผลิต ซึ่งความสูญเปล่าอาจรวมถึง กิจกรรม ขั้นตอน หรือกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าเพิ่มให้กับลูกค้า (Non-Value Added) โดยมุ่งเน้นตอบสนองความต้องการของลูกค้าเป็นสำคัญ (Customer-focused) ด้วยคุณภาพสูงสุด ต้นทุนต่ำสุด และใช้เวลาน้อยที่สุด การนำแนวคิดของการบริหารจัดการการผลิตแบบลีน มาใช้จึงเป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่จะพัฒนาและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับลูกค้ารายอื่นๆได้

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

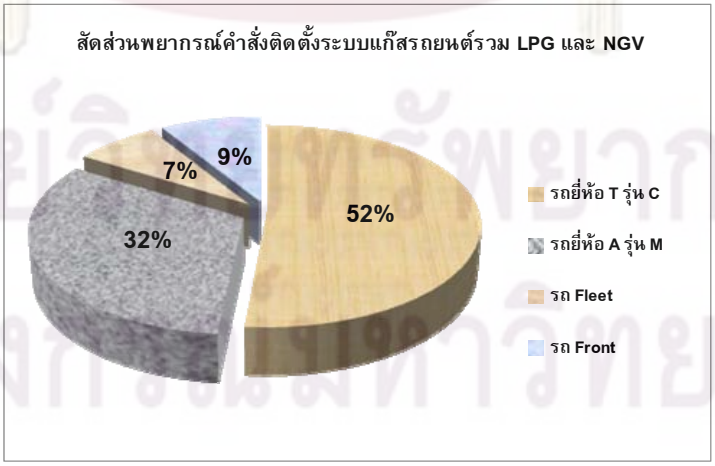
งานบริการติดตั้งก๊าซรถยนต์แอลพีจี (LPG) และซีเอ็นจี (CNG) เป็นงานระบบงานที่มีขนาดใหญ่ในบริษัท โดยมีพนักงานตั้งแต่ระดับจัดการถึงระดับช่างติดตั้งถึง 70 คน (จากพนักงานในบริษัท 323 คน) ซึ่งคิดเป็น 21 % ของพนักงานทั้งหมด และด้วยยอดติดตั้งก๊าซที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบันดังพิจารณาได้จากรูปที่ 1.3 และ 1.4 ทำให้การทำงานต้องดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และด้วยเหตุผลทางด้านความปลอดภัยของระบบเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่งานที่ติดตั้งแล้วต้องได้ตามคุณภาพ และถูกต้องตามหลักวิศวกรรมและกฎหมาย



รูปที่ 1.3 จำนวนรถที่ติดตั้งระบบก๊าซ CNG ปี 2550-2551

รูปที่ 1.4 จำนวนรถที่ติดตั้งระบบก๊าซ LPG ปี 2550-2551

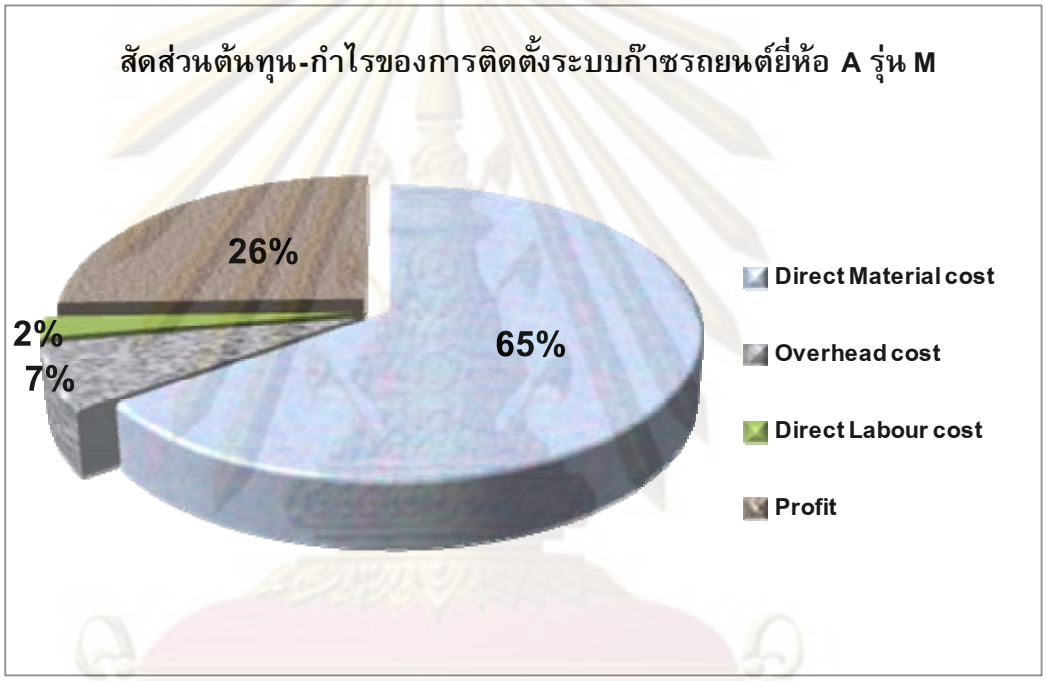
ในเดือนเม.ย. 2551 ได้มีบริษัทผู้ผลิตรถยนต์รายใหญ่รายหนึ่งได้ว่าจ้างให้ทางบริษัทกรณีศึกษาติดตั้งระบบก๊าซเชื้อเพลิงซีเอ็นจี (CNG) ให้กับรถยนต์รุ่นหนึ่ง ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะขอเรียกรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M โดยบริษัทกรณีศึกษาได้ทำการออกแบบลักษณะการติดตั้งและอุปกรณ์การติดตั้งให้กับผู้ผลิตรถยนต์รายดังกล่าว จนกระทั่งได้มีการเซ็นสัญญาและรับจ้างติดตั้งอย่างเต็มรูปแบบในเดือนกันยายน 2551 โดยเบื้องต้นมีการทำข้อตกลงการจ้างผลิตจากบริษัทผู้ผลิตรถยนต์รายดังกล่าวคือ 1,600 คัน ซึ่งเมื่อพิจาณาสัดส่วนของการจ้างผลิตดังกล่าวต่อเดือน (ประมาณการเดือนละ 220 คัน) พบว่าสัดส่วนของการสั่งผลิตดังกล่าวคิดเป็น 32% ของคำสั่งผลิตทั้งหมด (ตามรูปที่ 1.5)



รูปที่ 1.5 สัดส่วนพยากรณ์คำสั่งติดตั้งระบบแก๊สรถยนต์รวม LPG และ CNG

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูป 1.5 จะเห็นได้ว่ารถยี่ห้อ A รุ่น M มีสัดส่วนคำสั่งผลิตถึง 32% ของคำสั่งผลิตทั้งหมดและเป็นอันดับ 2 รองจากรถยนต์ยี่ห้อ T รุ่น C และการที่ได้มีบริษัทผู้ผลิตรถยนต์โดยตรงว่าจ้างให้บริษัทกรณีศึกษาติดตั้งระบบก๊าซเชื้อเพลิงซีเอ็นจี (CNG) ทำให้บริษัทกรณีศึกษาต้องมีการปรับปรุงและปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานในการติดตั้งใหม่ โดยจากเดิมเป็นการผลิตแบบตามสั่ง (Job shop) มาเป็นการผลิตแบบไหลตามสายงาน (Flow Shop) เนื่องจากบริษัทผู้ผลิตรถยนต์รายดังกล่าวต้องการให้มีขั้นตอนการผลิตที่แน่นอนและต้องการมาตรฐานในการติดตั้งสูง โดยข้อมูลสัดส่วนของต้นทุนและกำไรของรถรุ่นดังกล่าวเป็นดังรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 สัดส่วนต้นทุน-กำไรของการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M

จากรูปที่ 1.6 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนของต้นทุนและกำไรของการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M มีสัดส่วนของต้นทุนที่เกิดจาก Direct Material cost, Overhead cost, Derect labour cost เป็น 65%, 7% และ 2% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าสัดส่วนที่สูงที่สุดคือส่วนของวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งแก๊สเนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศเกือบทั้งหมด และเป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับความปลอดภัยในชีวิตของผู้บริโภค จึงทำให้มีราคาแพงและไม่สามารถปรับเปลี่ยนหรือลดได้เนื่องจากเป็นต้นทุนที่ลูกค้ามีความพึงพอใจที่จะจ่าย เพื่อความมั่นใจและความปลอดภัยในการใช้งานของลูกค้าเอง และจะเห็นได้ว่าสัดส่วนของต้นทุนอื่นๆ คือ Overhead cost และ Direct labour cost มีสัดส่วนรวมกันถึง 9% ซึ่งถ้าสามารถลดต้นทุนดังกล่าว โดยการลดต้นทุนที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ (Cost of pour quality) ใน 2 ส่วนนี้ จะทำให้

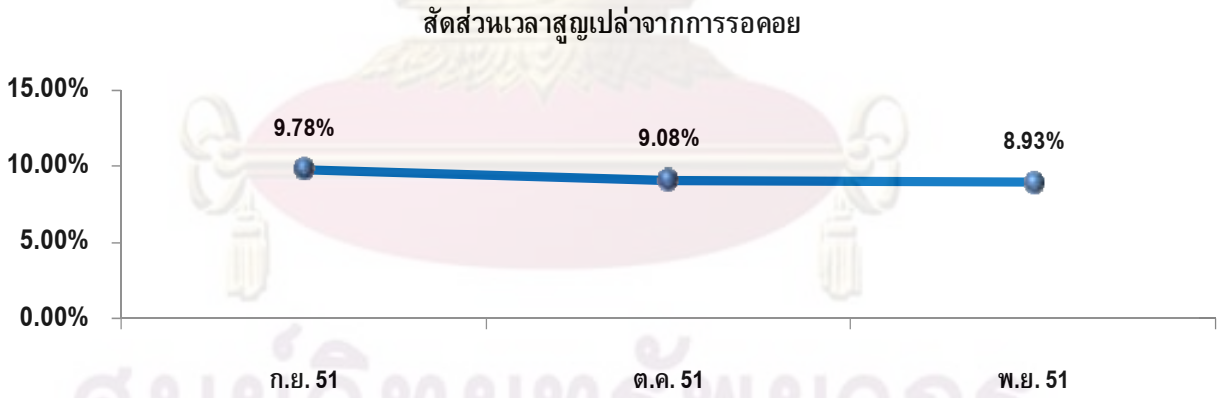
บริษัทมีความสามารถในการทำกำไรเพิ่มมากขึ้น และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับผู้ผลิตรายอื่นๆในตลาด

จากการผลิตในพบปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในการทำงานซึ่งเป็นความสูญเปล่าเช่น

1. การผลิตหยุดชะงักบ่อย
2. ต้องมีการแก้ไขงานหลังจากการติดตั้งแล้วบ่อยครั้ง
3. เกิดอุบัติเหตุขึ้นบ่อยครั้ง ทั้งอุบัติเหตุที่ก่อให้เกิดความเสียหายกับสินค้าและอุบัติเหตุที่เกิดกับพนักงาน
4. มีค่าใช้จ่ายในการทำ OT สูงกว่าส่วนงานอื่นๆ

เป็นต้น

โดยตัวอย่างความสูญเปล่าในเรื่องของการรอคอยการผลิต ซึ่งส่งผลให้การผลิตหยุดชะงักบ่อยเป็นดังรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.7 สัดส่วนเวลาที่เกิดความสูญเปล่าจากการรอคอย

ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้ไม่สามารถผลิตงานได้ตามเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งส่งผลทำให้ต้นทุนต่อสูงขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องลดความ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สูญเปล่าโดยการกำจัดหรือลดกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่า (Non-Value Added Activity) ออกไปจากกระบวนการผลิต

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยการลดความสูญเปล่าในกระบวนการทำงานคือ

1. ลดการแก้ไขงานในส่วนที่มีความถี่และผลกระทบในด้านความปลอดภัยให้น้อยกว่า 0.56 จุด/คัน
2. ลดสัดส่วนเวลาที่สูญเสียให้น้อยกว่า 9.37%
3. ลดต้นทุนของความล้มเหลวภายใน (Internal Failure Cost) และต้นทุนของความล้มเหลวภายนอก (External Failure cost)

โดยนำแนวคิดการผลิตแบบลีน ซิก ซิกม่า มาใช้ในการบริหารจัดการการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการทำงาน วิธีการและขั้นตอนการทำงานต่างๆ ในการติดตั้งระบบแก๊สรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M เท่านั้น
2. ระบุและบ่งชี้ว่ากิจกรรมใดเป็นกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า (Value Added Activity) และกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non-Value Added Activity)
3. ลดความสูญเปล่าและกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non-Value Added Activity) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต
4. ตัวชี้วัดมีทั้งหมด 3 ตัวคือ ลดผลกระทบที่เกิดขึ้น Internal/External failure cost และลดเวลาสูญเสีย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ต้นทุนกระบวนการ (Process cost ลดลง)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ขีดความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าเพิ่มมากขึ้น

3. มีแนวทางในการทำงานเพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

1. จำแนกประเภทของกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า (Value Added Activity) และกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non-Value Added Activity) ออกจากกัน

2. ลดหรือกำจัดกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non-Value Added Activity) ออกจากสายการผลิต

3. หาสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าอย่างแท้จริงและหาแนวทางป้องกันหรือหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่ถาวร

4. ปรับปรุงหรือออกแบบวิธีการทำงาน กระบวนการหรืออุปกรณ์ในการติดตั้งระบบแก๊สรถยนต์ของรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M ให้มีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น

1.7 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

รายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูล และนิยามปัญหา (Define Phase)
   - ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับวิธีการลดความสูญเปล่าและกิจกรรมที่เพิ่มและไม่เพิ่มคุณค่า เพื่อให้สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยได้
   - สำรวจสภาพปัญหาและกำหนดเป้าหมายโครงการในการหาวิธีปรับปรุงกระบวนการผลิต

2. เก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้น (Measure Phase)
   - สำรวจสภาพปัญหาโดยการศึกษากระบวนการผลิตจริงและจดบันทึกปัญหาต่างๆ ที่พบ เช่น ขั้นตอนการทำงานในปัจจุบัน กิจกรรมที่ไม่เพิ่ม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณค่า อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานแต่ละขั้นตอน วิธีการและเวลาส่งต่อรถยนต์ที่ติดตั้งระหว่าง Station หรือ การเบิกจ่ายอุปกรณ์ติดตั้ง เป็นต้น

- เก็บข้อมูลสภาพของปัญหา เช่น เวลาการทำงานของแต่ละขั้นตอนการผลิต จำนวนพนักงานที่ใช้แต่ละสถานีงาน และหน้าที่ความรับผิดชอบ เวลารอคอยงานทั้งแบบงานรอคน และคนรองาน หรือTakt Time เป็นต้น

- วิเคราะห์ข้อมูลที่บันทึกได้ทั้งหมดและสรุปประเด็นที่ต้องปรับปรุงหรือแก้ไข

3. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา (Analysis Phase)

- สรุปสถานะปัจจุบันของกระบวนการผลิต

- รวบรวมประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต รวมถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากปัญหาต่างๆ ในปัจจุบัน และสรุปออกมาเป็นประเด็นปัญหาหลักๆ ที่สำคัญ

- วิเคราะห์หาสาเหตุของแต่ละกลุ่มปัญหา เพื่อให้ทราบว่า ปัจจัย หรือสาเหตุ (Causes) ใดก่อให้เกิดปัญหานั้นบ้างจากนั้นจึงจัดกลุ่มสาเหตุของปัญหา (Causes) ที่สามารถแก้ไขได้ด้วยวิธีการเดียวกัน หลังจากที่ได้กลุ่มสาเหตุของปัญหาแล้ว ทำการวิเคราะห์ความยาก-ง่ายในการแก้ไขสาเหตุนั้นกับผลที่จะได้รับทางการเงินซึ่งจะทำให้ได้หัวข้อปัญหาที่จำเป็นต้องดำเนินการแก้ไขเป็นลำดับต้นๆ จากนั้นจึงนำหัวข้อปัญหาที่ได้นั้นมาวางแผนในการแก้ไขต่อไป

- สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Baseline Analysis)

- วางแผนแก้ไขสภาพการผลิตในปัจจุบัน เช่น ยกเลิกวิธีการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า จัดทำเอกสารสนับสนุนการแก้ไขสภาพปัจจุบัน กำหนดหน้าที่การทำงานของพนักงานที่มีอยู่อย่างชัดเจน และวางแผนการฝึกอบรมพนักงาน (Training)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ระยะการปรับปรุงแก้ไขปัญหา (Improve Phase)
   - รวบรวมแนวทางการแก้ไขปัญหาจากทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากการระดมสมอง จากนั้นจึงทำการสรุปผลแนวทางการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละหัวข้อปัญหา
   - ประชุมร่วมกับผู้บริหาร และคณะทำงานที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อปรึกษาความเป็นไปได้ในการนำแนวทางการลดความสูญเสียต่างๆ มาทดลองใช้โดยใช้แนวทางแก้ไขคือ แนวทางที่สามารถปฏิบัติได้ภายในระยะเวลาวิจัย จะใช้วิธีวัดผลจริงที่ได้ หลังการนำแนวทางปรับปรุงแก้ไขนั้นไปใช้
   - ดำเนินการทดลองใช้แนวทางการปรับปรุงแก้ไขที่ทำได้ภายในระยะเวลางานวิจัย
   - สำหรับแนวทางที่สามารถปฏิบัติได้ภายในระยะเวลาวิจัย จะทำการวัดผลหลังจาการนำแนวทางการปรับปรุงแก้ไขไปใช้ โดยใช้วิธีการวัดค่าจริงที่ได้หลังจากการนำแนวทางการปรับปรุงแก้ไข ไปทดลองใช้ ซึ่งมีตัววัดที่สำคัญที่แสดงถึงการปรับปรุงได้แก่ เวลาสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในสายการผลิต การแก้ไขงานเฉลี่ย และจำนวนงานที่สามารถทำได้ต่อวัน (Productivity) จำนวนคนที่ใช้ในการทำงาน หรือตัววัดอื่นๆที่มีความเหมาะสมมากกว่าที่กล่าวมาข้างต้น

5. ระยะการตรวจติดตามควบคุม และปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Control Phase)
   - จัดประชุมทีมงาน เพื่อสรุปผลของการนำแนวทางการปรับปรุงแก้ไขไปใช้
   - ร่วมกันพิจารณากำหนดตัววัดสถานะผลการดำเนินงาน ที่ต้องคอยตรวจติดตามในการควบคุม เพื่อรักษาสภาพหลังการปรับปรุง
   - กำหนดระดับเป้าหมายที่ต้องการและยอมรับได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- กำหนดวิธีการเก็บข้อมูล หรือเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจติดตามตัววัดและกำหนดผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการเก็บข้อมูลและคอยตรวจติดตามตัววัดดังกล่าว

6. เปรียบเทียบผลของตัวชี้วัดก่อนและหลังการปรับปรุง
7. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
8. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้นำมาใช้เป็นแนวคิดเพื่อการออกแบบขั้นตอนหรือวิธีการเพื่อลดความสูญเปล่า รวมถึงแนวทาง เครื่องมือ วิธีการและเทคนิคที่ใช้เพื่อการเพิ่มผลิตภาพมีดังนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 อัตราผลิตภาพ (วันชัย ริจิรวนิช, 2550)

ผู้บริหารงานอุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีเครื่องมือเครื่องใช้สำหรับวัดผลการดำเนินงานซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เฉพาะผลผลิตที่ได้เป็นเกณฑ์ หรืออาจจะดูจากผลสุดท้ายคือกำไรโดยไม่รู้ว่าผลกำไรได้มาอย่างไร หรือแม้แต่ขาดทุนได้อย่างไร บ่อยครั้งก็เกิดจากการไม่สามารถกำหนดต้นทุนผลิตภัณฑ์ได้ อย่างไรก็ตามการวัดผลการดำเนินงานในทางอุตสาหกรรมจะมองแต่เพียงผลผลิตที่เป็น Output อย่างเดียวคงไม่ได้ คงจะต้องรับรู้ว่าผลผลิตเหล่านั้นเกิดขึ้นโดยการใช้ทรัพยากร (Input) ไปเท่าไร ดังนั้นหน่วยวัดผลการดำเนินงานที่ดีจึงน่าจะใช้วัดด้วยค่าดัชนีผลิตภาพซึ่งมีความหมายเดียวกับอัตราผลิตภาพ (Productivity Index) หรือจะใช้คำว่าผลิตภาพ (Productivity) ก็ได้ ในการจัดการทางการผลิต ถ้าผู้บริหารสามารถรู้ผลการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง ก็จะสามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เกิดผลผลิตที่สูงขึ้นตามลำดับคำว่า “อัตราผลิตภาพ” เป็นคำที่มีความหมายตามสูตรที่ใช้เช่นเดียวกับคำว่า“ประสิทธิภาพ” กล่าวคือ อัตราผลิตภาพเป็นดัชนีแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตต่อทรัพยากรที่

ใช้ในการก่อเกิดผลผลิตนั้น หรือในเทอมเดียวกันเป็นสูตรดังนี้

อัตราผลิตภาพ (Productivity) = ผลผลิต (Output) / ทรัพยากรที่ใช้ (Input)

ถึงแม้จะใช้สูตรเขียนแบบเดียวกัน แต่ความหมายของผลิตภาพนั้น มีความสัมพันธ์ของผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ต่าง ๆ กัน โดยมีการคำนวณค่าเชิงเศรษฐกิจทั้งผลผลิตและทรัพยากรที่ใช้จึงไม่ได้ออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ แต่จะวัดออกมาเป็นตัวเลข โดยไม่จำเป็นต้องน้อยกว่าหนึ่ง และโดยหลักการที่ถูกต้องจะต้องมากกว่าหนึ่งเสมอ คำนิยามคำว่าผลิตภาพ (Productivity) เราสามารถแบ่งประเภทของอัตราผลิตภาพเป็น 3 ประเภท

1. อัตราผลิตภาพเฉพาะส่วน (Partial Productivity) คือ อัตราส่วนระหว่างผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ในแต่ละชนิด เช่น อัตราผลิตภาพวัตถุดิบ (Material Productivity) อัตราผลิตภาพแรงงาน (Labor Productivity) อัตราผลิตภาพค่าใช้จ่าย (Expense Productivity) อัตราผลิตภาพเงินลงทุน (Capital Productivity) อัตราผลิตภาพพลังงาน (Energy Productivity)

2. อัตราผลิตภาพองค์ประกอบรวม (Total Factor Productivity) คือ อัตราส่วนผลผลิตสุทธิต่อผลรวมของทรัพยากรด้านเงินลงทุนและแรงงาน ผลผลิตสุทธิอธิบายได้จากผลผลิตรวมลบด้วยค่าวัสดุและค่าบริการที่ต้องซื้อ

3. อัตราผลิตภาพรวม (Total Productivity) คือ อัตราส่วนของผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ทั้งสิ้นทรัพยากรที่ใช้ (Input) ประกอบด้วย คน เครื่องจักร วัตถุดิบ ตลอดจนถึงการจัดการ

โดยสาเหตุของการเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ที่เกิดจากทรัพยากรที่ใช้มีดังนี้

1. คน (Man) สาเหตุของการเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ ได้แก่ การฝึกอบรมไม่เพียงพอ มีแรงจูงใจน้อย ใช้วิธีการทำงานผิด สภาพแวดล้อมการทำงานไม่เหมาะสม มีสิ่งขัดจังหวะบ่อย การเคลื่อนไหวในการทำงานไม่เหมาะสม มีภาวะว่างงานเนื่องจากเกิดคอขวดขั้นตอนก่อนหน้ายังไม่เสร็จ/ มาไม่ถึงเสียเวลารอเครื่องมือ/ ชิ้นส่วน/ บริการ

2. เครื่องจักร (Machine) สาเหตุของการเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ ได้แก่ การวางแผนการใช้เครื่องมือ/ อุปกรณ์ การใช้เครื่องมือ/ อุปกรณ์ ที่ไม่เหมาะสม เครื่องมือ/ อุปกรณ์อยู่ในสภาพที่ไม่พร้อมใช้งาน

3. วัตถุดิบ (Material) สาเหตุของการเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ ได้แก่ ขาดวัตถุดิบ มีวัตถุดิบแต่หาลำบาก วัตถุดิบอยู่ในสภาพไม่ดี

4. การจัดการ (Management) การวิเคราะห์โดยเทคนิคหลักของ 3T เวลาที่ใช้ในการผลิตจริง (T1) เวลาที่เป็นเวลาส่วนเกิน (T2) เวลาไร้ประสิทธิภาพ (T3)

เวลาที่ใช้ในการผลิตจริง (T1) คือ เวลาที่ต้องใช้จริงๆ ซึ่งเป็นเวลาที่ใช้ในการผลิตโดยปราศจากความสูญเสียของเวลาทำงานไม่ว่าจะด้วยสาเหตุใดๆ เวลาที่เป็นเวลาส่วนเกิน

(T2) คือ เวลาที่ใช้ไปในการทำงาน แต่ไม่เกิดผลงานอะไร เป็นส่วนที่เกิดขึ้นเพราะความบกพร่องของการทำงานหรือระบบงานส่วนของงานที่เป็นเวลาส่วนเกินนั้น ได้แก่ การออกแบบกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์วิธีการทำงาน เวลาไร้ประสิทธิภาพ

(T3) คือ เวลาที่ไม่ได้ทำอะไรและไม่เกิดผลผลิตใดๆ ในการดำเนินการผลิตโดยทั่วไปอีกเช่นกัน จะพบว่า มักจะมีรายงานการรบกวนขณะกำลังทำงานให้ต้องหยุดงาน เกิดเวลาประเภทที่เรียกว่าเวลาไร้ประสิทธิภาพขึ้น

ยกตัวอย่างเช่น

o เวลาส่วนเกินจากการออกแบบกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ การออกแบบกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม จะส่งผลให้เกิดกระบวนการผลิตที่มีขั้นตอนซ้ำซ้อน เกิดของเสียจากการผลิต ทำให้งานเพิ่มขึ้นในการแก้ไขของเสียให้ดีขึ้น การใช้วิธีการทำงานที่ไม่ดี ผิดขั้นตอนและผิดหลักการทำงาน ก่อให้เกิดกระบวนการตรวจสอบและขนย้ายมากเกินไปซึ่งกระบวนการเหล่านี้เราถือว่าเป็นเวลาไม่จำเป็น

o เวลาส่วนเกินเกิดจากวิธีทำงานไม่ถูกต้อง “วิธีการทำงานที่ถูกต้อง” คือ วิธีการทำงานที่ทำงานน้อยแต่ได้งานมาก วิธีการทำงานที่มีเวลาส่วนเกินอยู่ ทำให้ต้องทำงานมากได้งานเท่าเดิมหรือน้อยลง การทำงานโดยมีขั้นตอนที่ยุ่งยากซับซ้อน การทำงานโดยมีขั้นตอนที่ไม่จำเป็น การทำงานโดยการใช้เครื่องมือหรือเครื่องจักรที่ไม่ถูกต้อง การทำงานโดยไม่เข้าใจในความสำคัญของงาน (ส่วนที่ต้องเน้นคุณภาพ) การทำงานโดยไม่รู้จักใช้เครื่องมือเข้ามาช่วย ทั้งหมดล้วนเป็นการทำงานที่ไม่ถูกต้องทั้งสิ้น

o เวลาไร้ประสิทธิภาพเกิดจากความบกพร่องของฝ่ายจัดการ หลักการบริหารจัดการที่สำคัญคือ วางแผนงาน ประสานงาน และควบคุมงาน เวลาไร้ประสิทธิภาพส่วนใหญ่จึงเกิดจาก 3 กรณี ดังกล่าว การวางแผนที่บกพร่องทำให้เกิดการขาดแคลนแรงงาน วัสดุ และเครื่องมือเครื่องจักรตามต้องการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.2 การวิเคราะห์โดยเทคนิคหลัก 7 ขั้นตอนในการแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

1. การรับรู้ปัญหา สิ่งที่สำคัญในการที่เราจะสามารถดำเนินการแก้ไขปัญหาใดๆ ก่อนอื่นเราต้องรู้ว่าปัญหานั้นๆ อยู่จริงนั้นก็การแยกแยะอาการของปัญหามาจากตัวปัญหาจริงๆ บ่อยครั้ง จะพบว่าขั้นนี้ยากที่สุดในการแก้ไขปัญหา

2. หารากฐานที่แท้จริงของปัญหา ในขั้นตอนนี้คือการค้นหาให้พบว่าอะไรคือปัญหาที่แท้จริงโดยพยายามใช้ข้อมูลทุกอย่างที่มีเท่าที่จะหาได้ ปัญหาที่พบสามารถบอกได้จากอาการที่เกิด แต่ละสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาอาจจะไม่ได้อยู่ในส่วนที่เกิดอาการนั้น ๆ อาการาที่เกิดอาจจะเป็นส่วนที่เป็นผลกระทบที่ตามมาเท่านั้น การร่วมมือระหว่างแผนกจึงจำเป็นอย่างยิ่งในการแก้ไขปัญหาที่ได้ผล

3. รวบรวมการแก้ปัญหาหลายๆ วิธีและผลที่จะเกิดอันเนื่องจากวิธีการแก้ไขปัญหาแต่ละวิธีขั้นตอนนี้ควรจะรวมถึงวิธีต่างๆ ซึ่งในเหตุผลมีโอกาสที่จะแก้ไขปัญหาได้ และวิธีที่สามารถใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ หรือหาได้อย่างเหมาะสมจากประสบการณ์ของเราเองและคนอื่นๆ ที่มีส่วนในการแก้ไขปัญหา เราจะต้องพยายามคาดการณ์ล่วงหน้าว่าในแต่ละวิธีจะนำเราไปสู่สถานการณ์ใดบ้างเพื่อหาวิธีที่อาจจะเป็นวิธีที่ดีที่สุด

4. เลือกใช้วิธีที่ดีที่สุดตัดสินใจเลือกว่าวิธีใดเป็นวิธีที่ดีที่สุดโดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลที่สุด ผลกระทบทั้งทางด้านต้นทุน และผลได้ที่จะตามมา การเลือกปฏิบัติวิธีใดก็ตามไม่ว่าจะยอมรับหรือการมอบหมายให้กระทำก็ตาม จะต้องมุ่งประเด็นไปที่กระแก้ปัญหาเป็นประเด็นสำคัญ

5. ดำเนินการตามวิธีที่เลือกสิ่งที่ดีที่สุดในขั้นตอนนี้คือ “ลงมือทำ” การวางแผนการแก้ไขปัญหาที่ได้ผลนั้น จะต้องมีการดำเนินการตามวิธีที่เลือกแล้วและนำมาใช้ให้ทันเวลาอย่างเหมาะสม เพื่อที่จะให้วิธีนั้นมีประสิทธิภาพสูงสุดในการแก้ไขปัญหา การนำมาใช้นั้นหมายถึง ใคร อะไร เมื่อไร ที่ไหน ทำไม และอย่างไร

6. ติดตามผลจากการดำเนินการแก้ไขปัญหาใช้ระบบการติดตามผลการแก้ไขปัญหาจากเหตุการณ์ที่เป็นจริง ไม่ควรใช้หลักการประมาณติดตามผลจากขั้นตอนที่กำหนดไว้ และแนวโน้มที่เป็นไปในทางที่ควรจะเป็นหรือไม่ และที่สำคัญคือ ปัญหาที่มีอยู่ได้รับการแก้ไขหรือไม่

7. แจ้งผลการแก้ไขปัญหาถ้าการแก้ไขปัญหานั้นสามารถแก้ไขปัญหาได้สำเร็จลุล่วง ควรจะได้มีการแจ้งผลไปยังหน่วยงานอื่นๆ ให้รับทราบโดยเฉพาะหน่วยงานที่มีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหา และสามารถใช้เป็นแนวทางให้แก่ผู้อื่น ที่อาจมีปัญหาคล้ายคลึงกัน ถ้าการแก้ไขปัญหาไม่ได้รับผลเป็นที่น่าพอใจ เราต้องกลับไปพิจารณาที่ขั้นตอนที่ 2 อีกครั้งเพื่อหาปัญหาที่แท้จริง จากข้อมูลใหม่ๆ ที่ได้รับเพิ่มขึ้น อาจจะช่วยให้เรามองปัญหาต่างไปจากเดิม และเราก็ดำเนินการแก้ไขปัญหาตามขั้นตอนต่างๆ เพื่อให้แก้ปัญหาสำเร็จลุล่วงเป็นที่น่าพอใจ

สามารถเขียนเป็นขั้นตอนในการแก้ไขปัญหา ได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.3 ต้นทุน และความสูญเสีย

"ต้นทุน (Cost)" หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่จ่ายไปสำหรับทรัพยากรทางการผลิตเพื่อให้เกิดผลผลิต จากคำนิยามผลิตภาพหรืออัตราผลิตภาพที่ได้กล่าวไว้แต่ต้น เราพบว่าผลผลิต (Output) และทรัพยากรที่ใช้ไป (Input) เป็นมูลค่าที่วัดได้ในเชิงเศรษฐ์ศาสตร์ ดังนั้นในเชิงการพิจารณาในส่วนผลิตภาพ จึงพิจารณาโดยตรงได้ว่า ทรัพยากรที่ใช้คือต้นทุน เราคุ้นเคยกับต้นทุนการผลิตในส่วน

ค่าใช้จ่าย 3 ส่วน คือ

ก. ค่าวัสดุ (Material Cost)

ข. ค่าแรงงาน (Labor Cost)

ค. ค่าโสหุ้ย (Overhead)

ค่าวัสดุทางตรงและค่าแรงงานทางตรงคือ ส่วนที่ใช้กับการผลิตโดยตรง โดยผลิตมากใช้มาก ผลิตน้อยใช้น้อย ส่วนค่าโสหุ้ยนั้นจะประกอบด้วยค่าใช้จ่ายดังต่อไปนี้

- ค่าวัสดุทางอ้อม
- ค่าแรงงานทางอ้อม
- ค่าสาธารณูปโภค
- ค่าใช้สอยอื่น ๆ
- ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรและทรัพย์สินอื่น ๆ
- ค่าใช้จ่ายสวัสดิการ
- ค่าขนส่ง

"ต้นทุน (Cost)" กับ "ความสูญเสีย (Lost)" ความจริงแล้วมีความหมายในเชิงเป็นค่าใช้จ่ายทั้งคู่เหมือนกัน แต่ถ้าจะพิจารณาความแตกต่างของความหมายคงพอสรุปง่าย ๆ ได้ดังนี้

"ต้นทุน" คือ ค่าใช้จ่ายที่จ่ายไปแล้วเกิดผลผลิต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

"ความสูญเสีย" คือ ค่าใช้จ่ายที่จ่ายไปแล้วไม่เกิดผลผลิต ถ้ามีการนิยามของต้นทุนและควาสูญเสียเป็นดังนี้ แสดงว่าต้นทุนกับความสูญเสียเป็นสิ่งเดียวกัน เพียงแต่มีเส้นแบ่งเขตซึ่งทำให้ต้นทุนกลายเป็นความสูญเสีย และถ้าสามารถปรับค่าใช้จ่ายความสูญเสียให้เกิดประโยชน์ทำให้สร้างผลผลิตได้ ก็จะกลายเป็นต้นทุนไป ถ้าต้นทุนถูกนิยามเป็นค่าใช้จ่ายที่ก่อให้เกิดผลประโยชน์ที่มากกว่าการเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายในเชิงต้นทุนก็คงจะไม่ใช้สิ่งที่น่ากังวล ในขณะเดียวกันถ้าเราสามารถลดค่าใช้จ่ายซึ่งเป็นต้นทุนลงได้ โดยผลผลิตเท่าเดิมหรือมากกว่าก็เป็นการดี แนวคิดตรงนี้คงจะสามารถช่วยให้ผู้บริหารเลิกกังวลต่อต้นทุนได้แล้ว แต่น่าจะกลับมากังวลต่อความสูญเสียมากกว่า

2.1.4 การผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing)

หลักการเบื้องต้น

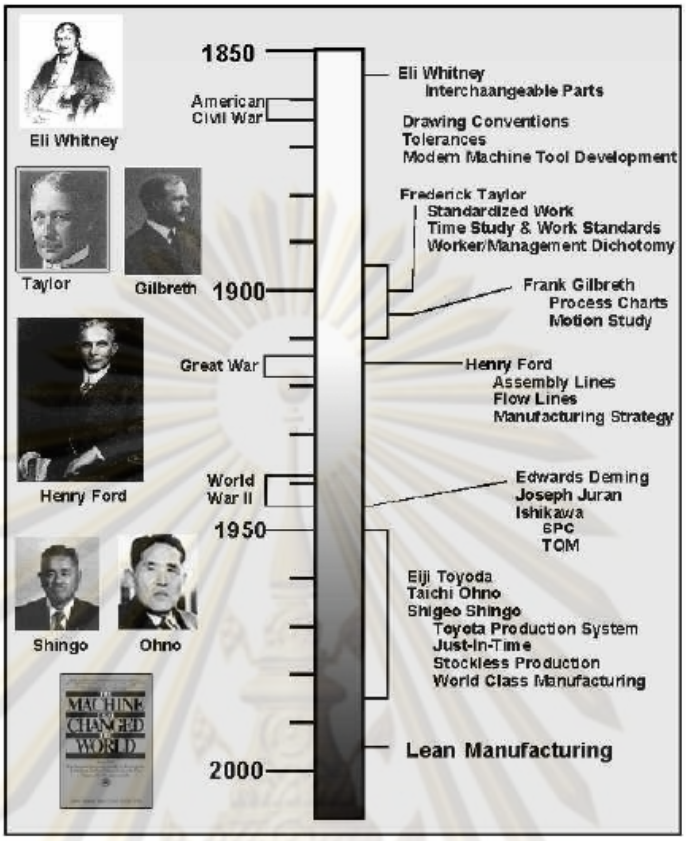
การแข่งขันของธุรกิจในปัจจุบันทำให้ภาคอุตสาหกรรมการผลิตต้องปรับตัวเพื่อความอยู่รอดระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing System) เป็นระบบที่ได้รับการยอมรับทั่วโลกว่าเป็นระบบการผลิตที่สามารถลดต้นทุน ลดความสูญเปล่า และลดความสูญเสียโอกาสทางการผลิตได้ ทั้งยังเป็นระบบที่สร้างมาตรฐาน และแนวคิดสำคัญในการผลิตรวมถึงส่งเสริมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาอีกด้วย จากระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System: TPS) ได้มีการพัฒนาเป็นกระบวนทัศน์ใหม่ (New Paradigm) ของการผลิตคือ การผลิตแบบลีน ซึ่งกระบวนทัศน์นี้มีแนวคิดให้เห็นและเข้าใจกระบวนการผลิตมากขึ้น และเป็นระบบสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้เป็นอย่างดี ระบบการผลิตแบบโตโยต้า เป็นการพัฒนาด้านการบริหารเวลาและการทำงานโดยการลดความสูญเปล่า (Waste/ Muda) เมื่อโตโยต้าต้องการที่จะให้ระบบมีความยืดหยุ่น และลดเวลาตั้งแต่การสั่งซื้อจนถึงการขนส่งในกรณีที่เป็นการสั่งซื้ออย่างเร่งด่วนหลักการที่สำคัญ คือการลดช่วงเวลาโดยการกำจัดทุกสิ่งทุกอย่างที่ไม่มีคุณค่าเพิ่มในตัวผลิตภัณฑ์ ซึ่งความสูญเปล่า (Waste/Muda) ที่สำคัญในกระบวนทัศน์ของระบบการผลิตแบบโตโยต้า คือ การผลิตมากเกินไป (Overproduction) และการจัดเก็บไว้จนกระทั่งกลายเป็นสินค้าที่สะสมไว้นานในคลังสินค้า (Inventory) ทำให้เกิดการรักษาที่ยุ่งยาก จากรูปแบบการผลิตที่เป็นแบบเป็นชุด (Batches) ของผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ที่มุ่งเน้นในเรื่องของความประหยัดเวลาในการผลิตแบบจำนวนมาก ซึ่งอุปสรรคเหล่านี้สามารถป้องกันและแก้ไขได้ภายใต้การผลิตแบบลีน ที่มีเครื่องจักรที่เหมือนกัน การดำเนินงานในทางที่เหมือนกันแต่สามารถมองเห็นความแตกต่างในการป้องกันปัญหาอย่างสมบูรณ์แบบผู้บริหารอุตสาหกรรมในระดับโลกมีแนวโน้ม

ที่จะใช้การผลิตแบบลีน เป็นการผลิตจำนวนมากตามความต้องการของลูกค้า (Mass Customization) ที่เป็นทางเลือกที่ดีกว่าการผลิตแบบจำนวนมาก (Mass Production) โดยการจัดการอย่างง่าย ๆ นั่นคือ การรวมกลุ่มเครื่องจักรจากกระบวนการและสร้างรูปแบบการไหลชิ้นเดียว (One-piece Flow) เป็นกลุ่มสินค้าที่คล้ายกันที่ทำให้เกิดประสิทธิผล ความยืดหยุ่น และคุณภาพ ซึ่งมีการประสานรวมระหว่างโรงงานกับลูกค้าที่ต้องการข้อ 7 ได้เปรียบในการแข่งขัน ในบางบริษัทต้องการสร้างวิสาหกิจแบบลีนที่เชื่อมต่อระหว่างโรงงานแบบลีน (Lean Factories) ซึ่งทำให้ได้ผลลัพธ์ที่คุ้มค่า

a. ประวัติการผลิตแบบลีน

แนวคิดของการผลิตที่เริ่มขึ้นทศวรรษที่ 1940s โดยบริษัทผลิตรถยนต์โตโยต้า ตามแนวความคิดในสายการผลิตของ Taichi Ono และShigeo Shingo วิศวกรของบริษัท ที่เรียกกันว่าระบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time: JIT) หรือระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota ProductionSystem: TPS) เป็นวิธีการของการผลิตมีเป้าหมายที่การใช้ทรัพยากรให้น้อยที่สุดโดยการผลิตผลิตภัณฑ์ชิ้นเดียวให้เสร็จตลอดสายการผลิต และสร้างกระบวนการผลิตโดยโฟกัสไปที่ระบบที่มีการจำแนกและกำจัดของเสียทั้งหมดตลอดกระบวนการผลิต โดยได้แนวความคิดการกำจัดของเสียที่ได้พัฒนาโดยบริษัท Ford ของ Henry Ford ในช่วงปี ค.ศ.1900 ต่อมา John Craffic นักวิจัยชาวอเมริกันได้สนใจระบบการผลิตแบบโตโยต้า และพัฒนามาสู่ปรัชญาการผลิตซึ่งเรียกว่า การผลิตแบบลีน หรือ Lean Manufacturing ลงในวารสาร “Sloan Management Review” ปี ค.ศ. 1988 จนกระทั่งในปี ค.ศ.1990 Jim Womack สนใจในเรื่องการสั่งซื้ออย่างประหยัด พร้อมกับเห็นว่าญี่ปุ่นประสบความสำเร็จในเรื่องการกำจัดความสูญเปล่า จึงได้ศึกษาอย่างละเอียดและทำอย่างเป็นระบบจนประสบความสำเร็จในเรื่องการกำจัดสิ่งสูญเปล่าจะช่วยสร้างคุณค่าเพิ่มขึ้นด้วย โดยเสนอลงไปในหนังสือ “Machine that Changed the World” โดยให้หลักการของการผลิตแบบลีนไว้ 5 ประการ คือ 1) ระบุเน้นที่คุณค่า 2) การกำหนดสายธารคุณค่า (Value Stream) 3) การไหล (Flow) 4) ระบบดึง (Pull System) และ 5) ความสมบูรณ์แบบ (Perfection) (Womack และคณะ, 1990) โดยแสดงให้เห็นวิวัฒนาการของการผลิตแบบลีนแสดงในรูปที่ 2.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.1 วิวัฒนาการของการผลิตแบบลีน

b. การเปลี่ยนแปลงเพื่อทำให้บริษัทมีความสูญเปล่าเป็นศูนย์ (Becoming A Zero-waste company)

หลักการของ Delta Zero นั้นสัมพันธ์กับการดำเนินการเพื่อจัดการให้ความสูญเปล่าเป็นศูนย์ (zero waste) ซึ่งเหตุผลหลักของบริษัทที่จัดให้มีการดำเนินการผลิตแบบลีน (Lean production) และการจัดการแบบลีน (Lean manufacturing) นั้น คือความมุ่งมั่นที่จะดำเนินการเพื่อให้ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตและการปฏิบัติงานเป็นศูนย์ ซึ่งส่วนใหญ่ในการทำงานนั้นมักจะมีความสูญเปล่าแฝงตัวอยู่ โดยที่ไม่สามารถจำแนกประเภทของความสูญเปล่าออกมาได้ การที่จะทำให้องค์กรมีความสูญเปล่าเป็นศูนย์ได้นั้น สิ่งแรกที่ต้องเรียนรู้คือการจำแนกประเภทของความสูญเปล่า Taiichi Ohno ให้คำจำกัดความของความสูญเปล่าคือ สิ่งที่เกิดขึ้นในกระบวนการแต่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์หรือบริการ ส่วนคำว่า “คุณค่า” หมายถึงอะไรก็ตามที่ลูกค้ายินดีที่จะจ่ายเพื่อให้สินค้าดีเลิศและสามารถส่งมอบได้ตรงเวลาที่กำหนด (Thomas L. Jackson, 1996)

c. มุมมองของลีน (Lean Perspective)

หลักประการหนึ่งของการผลิตแบบลีน คือระบุเน้นไปที่คุณค่า และกำหนดสายธารคุณค่า มุมมองของการผลิตแบบลีน ก็คือการพิจารณากิจกรรมไปตลอดสายของกระบวนการผลิต โดยมีการจำแนกกิจกรรมออกเป็น 3 ลักษณะ

1. กิจกรรมที่ทำให้เกิดคุณค่า (Value Added Activity: VA) ในมุมมองของลูกค้าขั้นสุดท้าย คือกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า ให้แก่ผลิตภัณฑ์ หรือการบริการ กิจกรรมในการดำเนินงานที่เกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตตั้งแต่ขั้นวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนใช้ในการผลิต ว่าจะใช้แรงงานหรือเครื่องจักรในการผลิตซึ่งต้องใช้ข้อมูลในการตัดสินใจมากคิดเป็น 5% ของกิจกรรมทั้งหมด

2. กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดคุณค่า (Non Value Added Activity: NVA) คือกิจกรรมที่ไม่ได้เพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ หรือบริการ กิจกรรมที่ไม่มีความจำเป็นต่อกระบวนการซึ่งควรกำจัดออกไป คิดเป็น 60% ของกิจกรรมทั้งหมด ตัวอย่างเช่น เวลารอคอย (Waiting Time) การสุ่มผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิต (Work In Process: WIP) โดยไม่เชื่อมต่อเพื่อเข้าสู่กระบวนการต่อไปในทันที การทำงานหรือกิจกรรมเดียวกันซ้ำ ๆ (Double Handing)

3. กิจกรรมที่มีความจำเป็นแต่ไม่ทำให้เกิดคุณค่า (Necessary Non Value Added) คือกิจกรรมที่ไม่ได้เพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ หรือบริการ แต่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ คิดเป็น 35% ของกิจกรรมทั้งหมด ตัวอย่างเช่น การเดินในระยะไกลเพื่อหยิบชิ้นส่วนหรือวัตถุดิบ การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์หรือเครื่องมือระหว่างการผลิต และเพื่อกำจัดการทำงานเช่นนี้จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงการทำงานครั้งใหญ่ เช่น การวางผังโรงงานในกระบวนการผลิตใหม่ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในทันที

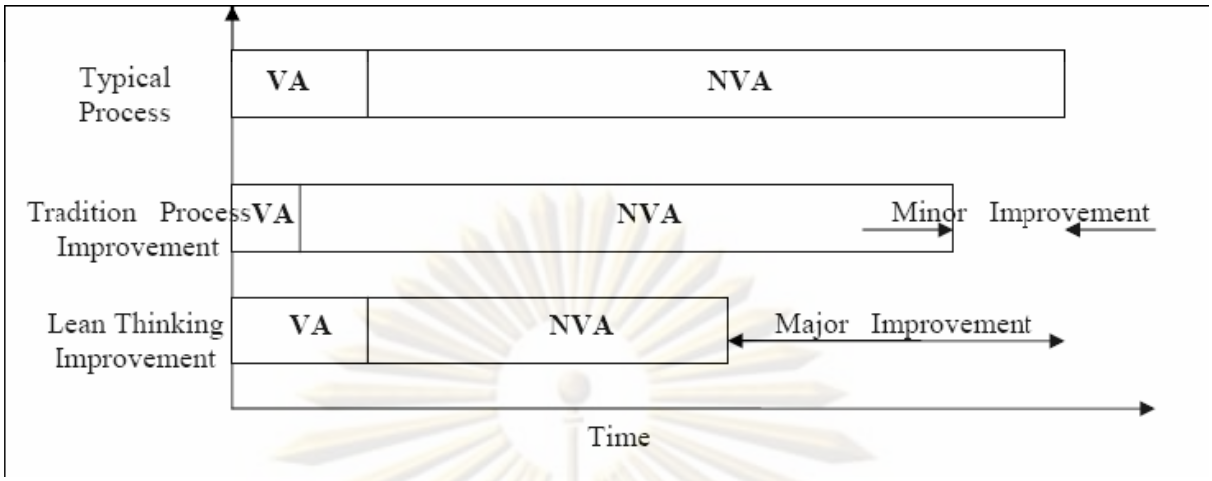
d. เป้าหมายของความสูญเปล่าต้องเป็นศูนย์ (Zero-waste goals)

ระบบการจัดการแบบลีนเน้นไปที่การจัดการความสูญเปล่า 9 ประเภท เพื่อให้ได้ซึ่งเป้าหมายคือความสูญเปล่าต้องเป็นศูนย์โดย

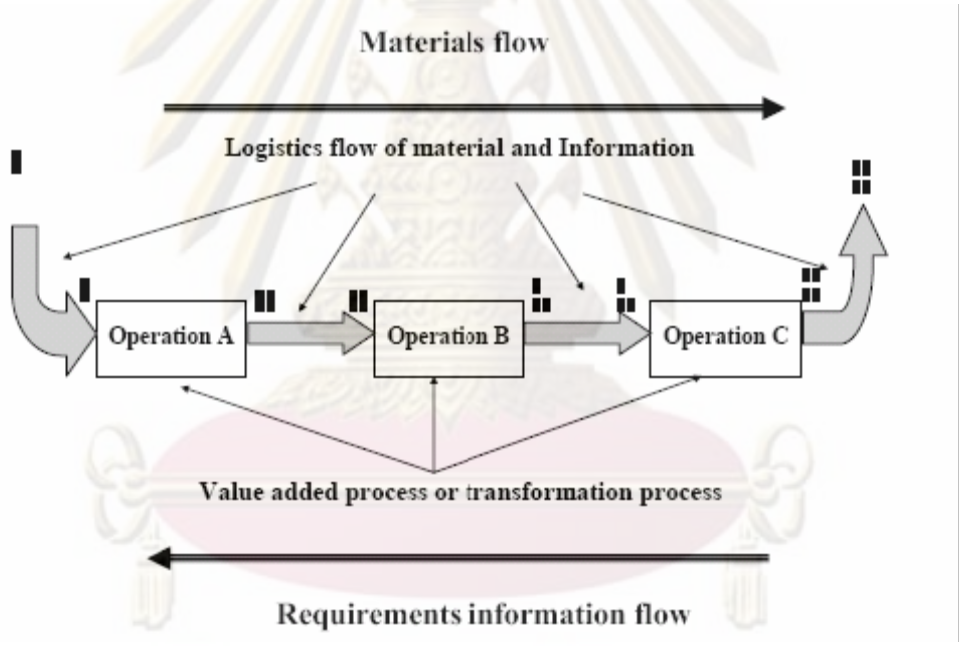
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. เน้นที่ลูกค้า (Customer focus) คือ ความไม่พึงพอใจของลูกค้าต้องเป็นศูนย์ (Zero customer dissatisfaction)
2. ความเป็นผู้นำ (Leadership) คือ ต้องมีความเที่ยงตรง (Zero misalignment)
3. องค์กรแบบลีน Lean organization คือ องค์กรจะต้องเป็นแบบไม่ซับซ้อน (Zero bureaucracy)
4. พันธมิตร (Partnering) คือ ความไม่พึงพอใจของผู้ได้รับผลประโยชน์ต้องเป็นศูนย์ (Zero stakeholder dissatisfaction)
5. โครงสร้างของระบบข้อมูล (Information architecture) คือ ความผิดพลาดของระบบข้อมูลต้องเป็นศูนย์ (Zero lost information)
6. วัฒนธรรมการปรับปรุง (Culture of improvement) คือ ความสูญเปล่าที่เกิดจากการความคิดสร้างสรรค์ต้องเป็นศูนย์ (Zero waste creative)
7. การผลิตแบบลีน (Lean production) คือ กิจกรรมหรืองานที่ไม่เกิดคุณค่าต้องเป็นศูนย์ (Zero non-value-adding work)
8. การจัดการเครื่องมือของลีน (Lean equipment management) คือ ของเสียหรืองานเสียต้องเป็นศูนย์ (Zero failure, zero defects)
9. วิศวกรรมแบบลีน (Lean engineering) คือ การสูญเสียโอกาสต้องเป็นศูนย์ (Zero lost opportunity)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.2 สัดส่วนของกิจกรรมและรูปแบบการปรับปรุงกระบวนการ



รูปที่ 2.3 คุณค่าเพิ่มจากลักษณะระบบการผลิตที่ประกอบด้วยการไหลและกิจกรรม

ในระบบการผลิตจะเห็นได้ว่าสิ่งที่ทำให้เกิดคุณค่าเพิ่ม และลดต้นทุน คือ การไหลและการดำเนินงานกิจกรรม (Activities) ดังแสดงในรูป การปรับปรุงกระบวนการแบบดั้งเดิม (Tradition Process Improvement) มิได้มีมุมมองไปที่คุณค่า การปรับปรุงก็คือการลดการปฏิบัติการ (Operation) ลงทั้งหมดเพื่อลดกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่า แต่ผลกระทบที่เกิดขึ้นคือกิจกรรมที่สร้างคุณค่าก็ลดลงไปด้วย แต่แนวคิดแบบลีนพยายามสร้างมุมมองที่ให้เห็นถึงกิจกรรม

ที่ทำทั้งหมดตลอดกระบวนการและจำแนกคุณค่าให้เห็นถึงกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่าและกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า แล้วกำจัดมันออกไปให้เหลือน้อยที่สุด แนวคิดแบบลีนได้จำแนกความสูญเปล่าหรือ Waste ซึ่งในภาษาญี่ปุ่นคือ Muda ออกเป็น 7 ประเภท คือ

1. ความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินไป (Over-production) คือความสูญเปล่าที่เกิดจากแนวคิดที่พยายามใช้เครื่องจักรและพนักงานในการผลิตให้มากที่สุด โดยที่ไม่ได้คำนึงถึงความสามารถในการรับงานต่อ หรือความต้องการงานของหน่วยงานถัดไป ซึ่งจะทำให้แต่ละหน่วยงานที่จำเป็นต้องทำงานเกี่ยวข้องต่อเนื่องกัน ทำงานไม่สอดคล้องสมดุลกัน ก็จะเกิดงานที่ต้องรอการผลิตที่เกิดขึ้น หรืองานระหว่างกระบวนการผลิต (Work In Process: WIP)

   ลักษณะความสูญเปล่าคือ

   - เกิดความต้องการพื้นที่ในการจัดเก็บงานระหว่างกระบวนการผลิต (Work In Process: WIP) สินค้าคงคลัง
   - เกิดการขนย้ายไปเก็บชั่วคราวเมื่อใช้ไม่หมด
   - เมื่อเกิดของเสียจากกระบวนการก่อนหน้าจะไม่ได้รับการแก้ไขในทันที
   - ใช้เวลาในการผลิตนาน

   สาเหตุความสูญเปล่าคือ

   - ความสามารถของแต่กระบวนการไม่เท่ากัน
   - แนวคิดที่ผลิตให้จำนวนมากที่สุด เพื่อลดต้นทุนต่อหน่วยลง
   - มีการใช้ระบบการให้ค่าแรงจูงใจ

   แนวทางการปรับปรุง

   - ปรับสายการผลิตให้สมดุล (Line Balancing) เพื่อกำจัดจุดที่เป็นคอขวด (Bottleneck) ของสายการผลิต
   - ปรับระดับการผลิตให้เหมาะสมกับความต้องการทั้งปริมาณ และเวลาการส่งมอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- บำรุงรักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
- กำหนดการผลิตในแต่ละ Lot ให้น้อยลง
- ลดเวลาการตั้งเครื่อง (Reduce Setup Time)
- ฝึกให้พนักงานมีทักษะในการทำงานหลายด้าน (Multi-Skill)

2. ความสูญเปล่าจากการรอคอย (Waiting) คือความสูญเปล่าที่เกิดจากปัจจัยสองอย่างของการผลิตไม่สัมพันธ์กัน ทำให้มีเวลาว่างงานในการผลิต ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการรอคอย

ลักษณะความสูญเปล่าคือ

- พนักงานรอเครื่องจักรทำงาน
- เครื่องจักร หรือวัตถุดิบรอคนมาทำงาน
- มีการรอชิ้นงานจากกระบวนการก่อนหน้า
- การรอการซ่อมเครื่องจักร
- การรอการตั้งเครื่อง

สาเหตุความสูญเปล่า

- วิธีการทำงานของแต่ละกระบวนการที่ไม่สอดคล้องกัน
- ใช้เวลาในการตั้งเครื่องจักรนาน
- ประสิทธิภาพของเครื่องจักรต่ำ

แนวทางการปรับปรุง

- จัดวางแผนการผลิต แผนการเข้าของวัตถุดิบ และลำดับการผลิตให้สอดคล้องกัน
- จัดทำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เพื่อบำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- จัดสรรปริมาณงาน แรงงาน และเครื่องจักรให้เกิดความสมดุลในสายการผลิต
- วางแผนขั้นตอนการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต และเตรียมเครื่องมือ พนักงานให้พร้อมก่อนหยุดเครื่อง หรือจัดหาอุปกรณ์ช่วยในการปรับเปลี่ยน เพื่อลดเวลาการตั้งเครื่องจักร
- ฝึกให้พนักงานมีทักษะในการทำงานหลายด้าน

3. ความสูญเปล่าจากการขนส่ง (Transportation) คือความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วน วัตถุดิบ หรือผลิตภัณฑ์จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยไม่มีความจำเป็น หรือเป็นการนำไปเก็บไว้ชั่วคราว ซึ่งการขนส่งเหล่านี้เป็นความจำเป็น แต่ก็มิได้ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่ม และยังทำให้เกิดค่าใช้จ่ายอีกด้วย โดยระยะทางยิ่งไกลคุณภาพของชิ้นส่วนก็ยิ่งลดลง และเกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นดังนั้นจึงควรลดระยะทางการขนส่งหรือเคลื่อนย้ายให้เหลือน้อยลงที่สุด ระบบลีนมีความต้องการที่จะให้วัตถุดิบผ่านโดยตรงจากผู้จัดหาไปสู่สายการผลิตที่จะใช้โดยทันที

ลักษณะความสูญเปล่า

- ต้องมีการใช้อุปกรณ์ หรือเครื่องจักรในการขนย้ายจำนวนมาก
- การที่มีคลังพัสดุหลายแห่ง
- วัสดุเกิดการเสียหาย

สาเหตุความสูญเปล่า

- มีการผลิตครั้งละจำนวนมาก
- ละเลยการทำกิจกรรม 5 ส.
- ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการวางผังโรงงาน

แนวทางการปรับปรุง

- วางผังเครื่องจักรให้ใกล้กัน เพื่อลดระยะทางการขนส่งให้น้อยลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ปรับปรุงการวางผังโรงงาน โดยยึดหลักความสัมพันธ์ระหว่างฝ่ายงานที่เกี่ยวข้องกัน ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เช่น การจัดสายการประกอบขั้นสุดท้าย (FinalAssembly) ให้อยู่ใกล้กับคลังเก็บสินค้า เพื่อลดระยะทางในการขนส่ง

- ปรับปรุงการขนถ่ายวัสดุ เพื่อลดปริมาณการขนถ่ายให้น้อย เช่นหาอุปกรณ์การขนถ่ายที่หรือใช้บรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสม

4. ความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม (Inappropriate Processing) คือความสูญเปล่าที่เกิดจากขั้นตอนการดำเนินงานที่ไม่ได้เพิ่มคุณค่าให้กับสินค้า ขั้นตอนการผลิตที่ซับซ้อน เครื่องจักรที่ซับซ้อน และอาจรวมถึงการจัดตั้งแผนกตรวจสอบคุณภาพขึ้นมา ซึ่งจะเป็นการเปลืองแรงงานถ้าสามารถทำงานได้คุณภาพในแต่ละกระบวนการ

ลักษณะ*ความสูญเปล่า*

- เกิดจุดที่เป็นคอขวด (Bottle neck) ของสายการผลิต
- ขาดความชัดเจนในข้อกำหนดของลูกค้า
- การมีสำเนามากเกินความจำเป็น
- การตรวจสอบมากเกินความจำเป็น
- งานที่ถูกนำกลับมาทำใหม่ (Reworking)
- ชิ้นประกอบที่ทำออกมาแล้วคู่ประกอบร่วมยังไม่ได้ผลิตออกมา (Debarring)

สาเหตุความสูญเปล่า

- การเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรมโดยไม่ได้คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการผลิต
- นโยบาย และขั้นตอนการดำเนินงานขาดประสิทธิภาพ
- ขาดข้อมูลด้านความต้องการของลูกค้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แนวทางการปรับปรุง

- วิเคราะห์กระบวนการ (Process Analysis) เพื่อให้ทราบขั้นตอนทั้งหมดในการทำงาน และพิจารณาเลือกกิจกรรมที่ไม่เหมาะสมมาทำการปรับปรุง
- ใช้หลักการ 5W 1H เพื่อวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละกิจกรรมของแต่ละกระบวนการ
- ใช้หลัก ECRS เพื่อปรับปรุงการทำงาน

5. ความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น (Excess Inventory) คือความสูญเปล่าที่เกิดจากการเก็บวัสดุชิ้นส่วน หรือสินค้าคงคลัง ไว้มากเกินความจำเป็น เพื่อจะประกันว่าจะมีวัสดุชิ้นส่วน หรือสินค้าคงคลังให้เพียงพออยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งพัสดุต่างๆ ค่าจัดเก็บที่สูง และยังเปลืองพื้นที่ อย่างไม่จำเป็น

ลักษณะความสูญเปล่า

- เกิดความต้องการใช้พื้นที่จำนวนมากในการเก็บรักษา
- เกิดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บมาก และต้นทุนจม เช่น ดอกเบี้ย
- วัสดุเกิดการเสื่อมสภาพ ถ้าขาดการจัดเก็บแบบเข้าก่อนออกก่อน (FIFO)
- เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงคำสั่งผลิต ทำให้เกิดวัสดุตกค้างเป็นจำนวนมาก

สาเหตุความสูญเปล่า

- ความสามารถของกระบวนการที่ต่ำทำให้ต้องผลิตสินค้าไว้จำนวนมากป้องกันการเสียโอกาสจากการไม่มีสินค้า
- วิธีการบริหารพัสดุคงคลังไม่เหมาะสม
- ระบบการพยากรณ์ผิดพลาด

แนวทางการปรับปรุง

- กำหนดจุดต่ำสุด และจุดสูงสุดในการจัดเก็บพัสดุแต่ละชนิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ใช้การควบคุมด้วยสายตา (Visual Control) เพื่อให้เกิดความสะดวกในการจัดเก็บและการหยิบใช้ และทำให้ทราบถึงจำนวนคงเหลือ เพื่อลดความผิดพลาดในการสั่งซื้อ
- ควบคุมปริมาณการสั่งซื้อ จากอัตราการใช้ด้วยระบบที่ง่ายที่สุด
- ปรับปรุงระบบการจัดเก็บให้มีลักษณะเข้าก่อนออกก่อน (FIFO: First in First out) เพื่อไม่ให้พัสดุตกค้างอยู่ในคลังสินค้าเป็นระยะเวลานานจนเสื่อมสภาพ

6. ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม (Excess Motion) คือความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของคน ที่การเคลื่อนไหวนั้นไม่ได้มีการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าหรือบริการ หรือการทำงานกับเครื่องมือ อุปกรณ์ที่มีน้ำหนัก หรือสัดส่วนที่ไม่เหมาะสมกับร่างกาย

ลักษณะความสูญเปล่า

- การมองหาเครื่องมือที่จะนำมาใช้
- การเอื้อม หรือการก้มตัวมากเกินความจำเป็น
- วัตถุดิบที่จะต้องใช้วางอยู่ไกล

สาเหตุความสูญเปล่า

- การจัดวางอุปกรณ์ และวางผังโรงงานไม่เหมาะสม
- ขาดการทำกิจกรรม 5 ส. และการควบคุมด้วยสายตา (Visual Control)
- ขาดมาตรฐานการทำงาน

แนวทางการปรับปรุง

- ใช้หลักการเคลื่อนไหวอย่างประหยัด (Motion Economy) พยายามกำจัดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นออกไป
- ศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) เพื่อปรับปรุงปรุงวิธีการทำงานให้เกิดการเคลื่อนไหวน้อยที่สุดตามหลักการยศาสตร์ (Ergonomic)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- จัดสภาพการทำงาน (Work Condition) ให้เหมาะสม เช่น การจัดวางเครื่องมือไว้ใกล้จุดปฏิบัติงาน เพื่อลดการเดิน
- ปรับปรุงเครื่องมือ และอุปกรณ์ในการทำงานให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน
- จัดทำอุปกรณ์ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน (Jig, Fixtures) เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างสะดวก

7. ความสูญเปล่าจากข้อบกพร่อง (Defect) คือความสูญเปล่าที่เกิดของเสียจากการผลิต หรืองานที่ไม่ได้มาตรฐานที่ต้องทำการแก้ไขใหม่

ลักษณะความสูญเปล่า

- ใช้พื้นที่ เครื่องมือ และพนักงานในการแก้ปัญหาของเสียมาก
- เกิดความผิดพลาดในเวลาการจัดส่ง
- ทำให้ผลกำไรน้อยเนื่องจากมีเศษของเสีย
- ภาพลักษณ์ที่ไม่ดีต่อองค์กร

สาเหตุความสูญเปล่า

- วิธีการผลิตที่ไม่ถูกต้อง
- การออกแบบสำหรับการผลิตไม่เหมาะสม
- วัตถุดิบไม่ได้คุณภาพ
- ความเสียหายจากการขนย้าย
- ขาดการตรวจสอบ และติดตามป้องกันข้อบกพร่อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แนวทางการปรับปรุง

- สร้างระบบการปรับปรุงคุณภาพโดยการป้องกัน (Quality Improvement by Prevention) ซึ่งมีวิธีการคือ 1) ค้นหาของเสียก่อนถึงลูกค้า 2) แจกแจงความถี่ลักษณะของเสีย 3) หาสาเหตุของเสียแต่ละลักษณะ และ 4) กำจัดสาเหตุ
- สร้างมาตรฐานของการทำงาน และมาตรฐานของวัตถุดิบที่ถูกต้อง
- ดูลพนักงานให้ปฏิบัติตามมาตรฐานตั้งแต่แรก
- อบรมพนักงานให้มีความรู้ความเข้าใจ สามารถปฏิบัติงานได้ถูกต้องตามมาตรฐาน
- ปรับปรุงอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันความผิดพลาดจากการทำงาน (Poka-Yoke)
- ตั้งเป้าหมายการผลิตของเสียให้เป็นศูนย์
- ให้มีการตอบสนองข้อมูลทางด้านคุณภาพอย่างรวดเร็ว (Quick ResponseSystem)
- ปรับปรุงการออกแบบการผลิต
- บำรุงรักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพดี

e. หลักการผลิตแบบลีน

ในหนังสือ “Machine that Changed the World” ที่เขียนขึ้นโดย James Womack และคณะได้อธิบายหลักการของการผลิตไว้ 5 ประการดังที่กล่าวไว้ข้างต้น และแสดงให้เห็นถึงแนวทางที่ดีขึ้นในการจัดการองค์กรที่มีการผลิตมากๆ และความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางธุรกิจ และ The Nation Institute of Standard and Technology Extension Partnership’s Lean Network (Kilpatrick, 2003) ได้ให้คำจำกัดความของการผลิตแบบลีนไว้ว่า “A systematic approach to identifying and eliminating waste through continuous improvement, flowing the product at the pull of customer in the pursuit of perfection” จาก

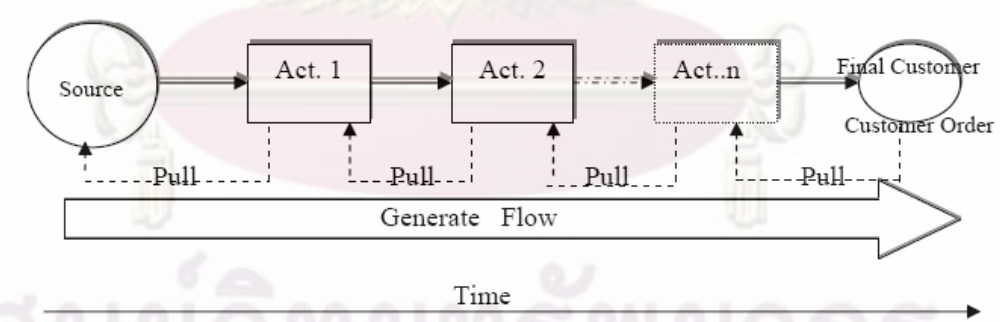
คำจำกัดความข้างต้นทำให้เราสามารถชี้ให้หลักการของการผลิตแบบลีนซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ประการ คือ

1. การระบุเน้นที่คุณค่า (Value) โดยให้คำจำกัดความของคุณค่าจาก มุมมองของลูกค้า

2. การแสดงสายธารคุณค่า (Value Stream) จำแนกแจกแจงให้เห็นถึง กิจกรรมใดที่สร้างคุณค่า กิจกรรมใดไม่ก่อให้เกิดคุณค่า เพื่อสามารถกำจัดกิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดคุณค่าออกจากกระบวนการ

3. สร้างกระบวนการผลิตหรือให้บริการเป็นไปในลักษณะของการไหลอย่างต่อเนื่องของกระบวนการ โดยการไหลอย่างต่อเนื่องจะป้องกันเวลาสูญเปล่าในการผลิต นอกจากนี้ยังทำให้ไม่เกิดการรอคอย วัสดุคงคลังสินค้าเป็นศูนย์ ช่วยลดความสูญเปล่าที่เกิดจากสินค้าคงคลัง

4. สนองความต้องการของลูกค้า โดยใช้ระบบดึง (Pull System) โดยการแจ้งความต้องการของลูกค้าย้อนกลับสู่แหล่งผลิตในลักษณะของ downstream เพื่อผลิตตามความต้องการของลูกค้าจริงๆ ลดความสูญเปล่าจากการผลิตที่เกินความต้องการ สร้างความสมดุลและความสัมพันธ์ของปริมาณการผลิตกับความต้องการให้สอดคล้องกัน



รูปที่ 2.4 แนวคิดของการผลิตแบบลีน

5. พัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) เพื่อแสวงหาความสมบูรณ์แบบ ด้วยการวัดประสิทธิภาพของกระบวนการอย่างสม่ำเสมอตามระยะเวลา โดยการทำ Benchmark หรือการวัดประสิทธิภาพของการผลิตแบบลีน ด้วย Balance Score Card เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ดังแสดงในภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

f. เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตแบบลีน (Lean Tools)

เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตแบบลีน (Lean Tools) ซึ่ง Green (2000) ได้พัฒนา Toolkit ของการผลิตแบบลีน รวบรวมเครื่องมือไว้ทั้งหมด 27 ชนิด และจำแนกเครื่องมือออกเป็น 4 ประเภทตามผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือนั้นๆ คือ

1. เครื่องมือปรับปรุงอัตราการไหล (Flow) ได้แก่ Pull Production Scheduling หรือ Kanban, One piece Flow, 5s, Standard work, Method sheet, Visual control, Total preventive maintenance, Reliability maintenance, Preventive maintenance, Predictive maintenance

2. เครื่องมือที่ช่วยให้เกิดความยืดหยุ่นในกระบวนการ (Flexibility) ได้แก่ Set up reduction, Mixed model production, Smoothed production, Cross Trained workforce

3. เครื่องมือที่ลดเวลาในการทำงาน (Throughput rate) ได้แก่ Flow cell, Point of used storage, Automation, Mistake Proofing, Self check Inspection, Successive check Inspection, Line stop

4. เครื่องมือที่ใช้พัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) ได้แก่ Kaizen, Design of Experiment, Root cause Analysis, Statistical process control, Team Based Problem Solving

5S	Point-of-Use Material	**Design of Experiments**
Setup Reduction	Pull Scheduling	**Root Cause Analysis**
Produce to Takt time	Cross-Trained Workers	**Statistical Process Control**
Standard Work	Mistake-Proofing	Team-Based Problem Solving
Methods Sheets	Autonomation	Lean "Kaizen" Events
Flow Cells	Line Stop	Preventive Maintenance
Visual Controls	Self-Check Inspection	Predictive Maintenance
One-Piece Flow	Successive Check Inspection	Reliability Centered Maintenance
Mixed-Model Production	Smoothed Production Schedule	Total Productive Maintenance

รูปที่ 2.5 ชุดเครื่องมือของลีน

คำนิยามและวิธีการใช้เครื่องมือของลีน มีดังต่อไปนี้

1. 5 ส. คือ วิธีปฏิบัติในการดูแลรักษาพื้นที่ปฏิบัติการของ Lean ทำความสะอาด คำนวณการจัดการการใช้และจัดสร้างระบบของพื้นที่การทำงาน (Work place) มุ่งเน้นไปที่การแสดงให้เห็นถึงความโปร่งใส การจัดการองค์กร ความสะอาด และการสร้างให้เป็นมาตรฐาน ดำรงไว้ซึ่งระเบียบแบบแผนที่จำเป็นของการทำงานที่ดี ประกอบไปด้วย

   - ส.1 สะสาง แยกสิ่งของที่ต้องการและไม่ต้องการออกจากกัน และกำจัดสิ่งของที่ไม่ต้องการนั้นออกไปจากสถานที่นั้นๆ
   - ส.2 สะดวก จัดสิ่งของที่จำเป็นเหล่านั้นให้อยู่ในสภาพที่จะใช้งานได้อย่างง่าย และมีประสิทธิภาพ
   - ส.3 สะอาด จัดสถานที่ทำงานให้ปราศจากสิ่งสกปรก
   - ส.4 สุขลักษณะ ดำรงสภาพของสะสาง สะดวก สะอาด อยู่ตลอดเวลา
   - ส.5 สร้างเสริมลักษณะนิสัย ปลูกฝังสิ่งเหล่านี้ให้อยู่ในนิสัย ประพฤติอย่างถูกต้องตามกฎระเบียบวินัย

ผลดีที่ได้จากการทำ 5ส.เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน สะท้อนออกมาในมิติของการลดเวลาการทำงานที่ลดลง, ลดอุบัติเหตุ, ลดเวลากิจกรรมการ Change Over, กิจกรรมเพิ่มคุณค่าของพนักงาน และพนักงานมีส่วนร่วมในการพัฒนาการทำงานมากขึ้น

2. การลดเวลาของการเปลี่ยนงาน (Set up Reduction) ซึ่งก็หมายถึงการจัดเตรียมความพร้อมของเครื่องมือ อุปกรณ์ ในการผลิตจะใช้ในการลดเวลาการจัดแต่งเครื่องจักรในกรณีที่ต้องเปลี่ยนการผลิตจากผลิตภัณฑ์หนึ่งไปสู่อีกผลิตภัณฑ์หนึ่งให้ใช้เวลาน้อยที่สุด

3. การผลิตโดยอิงเวลามาตรฐาน (Production to Takt Time) คือการสร้างสมดุลการทำงานโดยให้ระยะรอบของการทำงาน (Cycle Time) เท่ากับ Takt Time โดยการคำนวณ Takt Time เท่ากับระยะเวลาสุทธิในกระบวนการ หารด้วยผลผลิตทั้งหมดที่ต้องผลิตวิธีการคำนวณ Takt Time คือระยะเวลาเท่าไรที่งาน 1 ชิ้นจะเสร็จสมบูรณ์ ตามที่ลูกค้าระบุโดยคำนวณจาก

ปริมาณความต้องการของลูกค้า (Customer Demand) และเวลาทำงานที่มีอยู่ (Available time) Takt Time ถูกกำหนดเป็นจังหวะสำหรับ Standard Work รอบเวลาของผู้ปฏิบัติงาน (Operator Cycle Time) เป็นเวลาทั้งหมดที่ต้องการสำหรับผู้ปฏิบัติงานหนึ่งคนทำงานสำเร็จ 1 ชิ้น โดยหนึ่งรอบของผู้ปฏิบัติงานประกอบไปด้วย การเดิน, ติดตั้งงาน/ปลดงาน (Load/Unload), และการตรวจสอบ รอบเวลาของเครื่องจักร คือ เวลาระหว่างทันทีที่ปุ่มเปิดการทำงานของเครื่องจักรถูกกดลงและจุดที่เครื่องจักรกลับมาอยู่ที่เดิมหลังการปฏิบัติงาน

Takt Time เป็นสัดส่วนของเวลาในการปฏิบัติงานแต่ละวันและความต้องการสินค้าในแต่ละวันเช่นกัน ตัวแปรประกอบด้วย ความต้องการของลูกค้า และเวลาทำงานที่มีอยู่ เมื่อความต้องการของลูกค้า และเวลาการทำงานที่มีอยู่เปลี่ยนไป Takt Time จะถูกคำนวณใหม่ ดังสมการ

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Available Time}}{\text{Customer Demand}}$$

ตัวอย่างการคำนวณ Takt Time

เวลาการทำงานต่อวัน 8 ชั่วโมงเท่ากับ 480 นาทีต่อวัน ลบด้วยเวลาพัก 30 นาที เวลาทำความสะอาด 10 นาที และ กิจกรรมกลุ่ม 5 นาที เท่ากับเวลาทำงานจริง 435 นาที คูณด้วย 60 เป็นหน่วยของวินาทีเท่ากับ 26,100 วินาที ต่อวัน หารด้วยความต้องการของลูกค้า 450 ชิ้นต่อวัน ดังนั้น Takt Time เท่ากับ 58 วินาทีต่อชิ้น

8 ชั่วโมง = 480 นาทีต่อวัน

-30 นาที (เวลาพัก)

-10 นาที (เวลาทำความสะอาด)

-5 นาที (กิจกรรมกลุ่ม)

ดังนั้นเวลาทำงานจริงต่อกะ = 435 นาที

= 435 x 60 วินาที

= 26,100 วินาที

ดังนั้นเวลาทำงานต่อชิ้น = 26,100 วินาที/450 ชิ้น/วัน

= 58 ชิ้น/วินาที

Takt Time = 58 วินาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. งานมาตรฐาน (Standardize Work) ประสิทธิผลที่เกิดขึ้นมากที่สุดในการทำงานร่วมกันของแรงงานคน, วัสดุ และเครื่องจักร นั้นคือการสร้างรากฐานของการพัฒนารายวัน โดยการสร้างกระบวนการซ้ำๆโดยให้คำจำกัดความของขั้นตอน เวลาและการจัดระเบียบแบบแผนของการปฏิบัติงาน เพื่อได้ผลตามที่ต้องการในราคาที่ต่ำและรับประกันในคุณภาพที่สูง ประโยชน์ที่ได้รับจาก Standard Work คือ สร้างผังโรงงานที่มีพื้นที่ไร้ประโยชน์น้อยที่สุด จำแนกความต้องการของงานในกระบวนการ (Work-in-process) ที่น้อยที่สุดได้ เข้าใจเวลานำ (Lead Time) ที่มีผลกระทบต่อ WIP สามารถคำนวณความต้องการของพนักงานที่ต้องการต่อความต้องการที่หลากหลายได้ Visual Management ของงานที่กำลังก้าวหน้าและเกิดความผิดปกติได้

5. แบบแสดงวิธีปฏิบัติงาน (Method Sheets) แสดงภาพการวิธีปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานของงานนั้น รวมถึงการอธิบายวิธีการทำงานที่ถูกต้องเพื่อควบคุมการปฏิบัติงานให้ถูกต้องอยู่เสมอ

6. กลุ่มการผลิต (Flow Cells) สำหรับกระบวนการผลิตคือ การจัดไหลของวัสดุและลำดับของการผลิตให้ สอดคล้องกับ Cycle Timeโดยจะมีคน เครื่องจักร และอุปกรณ์ เป็นกลุ่มของตัวเองเรียกเป็นหนึ่งเซลล์ (Cell) โดยในแต่ละเซลล์จะกำหนดลักษณะการทำงานให้สมดุล (Line Balancing) กับ Cycle Time ในกระบวนการให้บริการ ก็คือการสร้างเส้นทางการเดินของลูกค้าและลำดับการรับบริการให้สมดุลกับเจ้าหน้าที่ที่ให้บริการ และพอดีกับ Cycle Time

7. การควบคุมด้วยสายตา (Visual Control) เป็นกุญแจในทฤษฎีของการผลิตแบบลีน เป็นการมุ่งเน้นที่สร้างสถานที่ปฏิบัติงาน ให้มีสัญลักษณ์ เครื่องหมาย สัญญาณสีต่างๆ ที่แตกต่างกันเท่าที่กระบวนการจะสามารถแสดงได้ ในช่วงเวลาสั้นๆ ให้รู้ว่าสิ่งใดกำลังเกิดขึ้น สามารถเข้าใจในกระบวนการ และรู้ว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ถูกต้อง หรือสิ่งใดไม่ควรอยู่ในสถานที่ปฏิบัติการอย่างเช่นโรงงานเสมือน (Visual factory) ถูกสร้างขึ้นด้วยการจัดวาง (Display) และการควบคุมที่สามารถเห็นได้ตา (Visual control) ซึ่งจะช่วยดำเนินกิจกรรมได้มีประสิทธิภาพตรงตามที่ออกแบบมา การใช้ข้อมูลร่วนกันด้วยอุปกรณ์เสมือน (Visual tool) จะช่วยดำเนินงานให้ราบรื่นและปลอดภัยจากการออกแบบและนำไปใช้งานเครื่องมือเหล่านี้จะลดความยุ่งยาก

ให้แก่ทีมปฏิบัติงานในพื้นที่ปฏิบัติงาน (Shop floor) ตลอดจนงาน 5 ส. และกิจกรรมการพัฒนาด้านอื่นๆ Visual display คือการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลข่าวสารและข้อมูลของพนักงานในพื้นที่นั้นๆ เช่น แผนภูมิที่แสดงผลกำไรของบริษัทในแต่ละเดือน หรือภาพกราฟฟิคแสดงให้เห็นชนิดที่แน่นอนของคุณภาพที่แสดงออกที่สมาชิกของกลุ่มที่ควรจะปฏิบัติตาม ประสิทธิภาพของการออกแบบของกระบวนการเป็นผลมากจาก การประยุกต์ใช้ของ Lean Manufacturing โดยการตั้งสมมุติฐาน กระบวนการจะดำเนินต่อไปตราบที่การตั้งสมมุติฐานถูกต้อง โรงงานที่มี Visual Control และ display ที่ละเอียดชัดเจนพนักงานจะสามารถทราบได้ทันที่ในกรณีที่กิจกรรมใด กิจกรรมหนึ่งไม่เป็นไปตามที่ตั้งสมมุติฐานสัญญาณเสียง (Audio signal) ในโรงงานเป็นส่วนสำคัญเพราะเป็นสัญญาณที่แสดงเสียงออกมาเมื่ออุปกรณ์ใดๆไม่สามารถปฏิบัติงานได้ เสียงจะส่งสัญญาณเตือนก่อนที่จะมีการเปิดเครื่องจักร หรือส่งข้อมูลที่มีประโยชน์

8. การไหลทีละชิ้น (One Piece Flow) คือการผลิต ตรวจสอบและส่งมอบทีละชิ้นโดยมีหลักการที่กำหนด Cycle Time ให้ตรงกับความกับความต้องการสินค้าของตลาด การบริการก็เช่นกัน คือ ระยะเวลาการให้บริการแก่ลูกค้าทันกับปริมาณของลูกค้า

9. การผลิตแบบผสมรุ่น (Mixed Model Production) คือการผลิตแบบหลายๆโมเดลในสายการผลิตเดียวกัน โดยปรับสัดส่วนการผลิตสินค้าให้เท่าทันความต้องการของลูกค้าที่สั่งเข้ามาผลิตสลับปรับเปลี่ยนกันไปตลอดสายการผลิต

10. Point of Used Material การจัดเตรียมและบริหารพื้นที่ให้สามารถนำมาใช้งานได้อย่างสะดวก ลดการเคลื่อนที่หรือขนย้ายวัสดุ นอกจากนี้ยังหมายรวมถึงการจัดเก็บอุปกรณ์ในพื้นที่ที่สะดวกต่อการใช้งานด้วย

11. กัมบัง (Kanban) หรือPull Schedulingเป็นภาษาญี่ปุ่น หมายถึง สัญญาณ (Signal) เป็นหนึ่งในเครื่องมือพื้นฐานของระบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time) เป็นสัญญาณการเติมเต็มสำหรับการผลิตและวัสดุ ให้คงไว้อย่างเป็นลำดับและไหล (Flow) ของวัตถุดิบตลอดทั้งกระบวนการอย่างมีประสิทธิภาพ ระบบ Kanban เป็นกุญแจของความสำเร็จของระบบการผลิตแบบ Lean การใช้สัญญาณง่ายๆที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเป็นการวัดความต้องการ

และลำดับก่อนหลังของลูกค้าในระบบดึง (Pull System) Kanban มักอยู่ในลักษณะของบัตร (Card), ลูกบอล, รถเข็น หรือ ตู้ คอนเทนเนอร์ (Container) แต่ส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะของบัตรที่มีรายละเอียดข้อมูลจำเพาะ เช่น ชื่อของชิ้นส่วน, รายละเอียดอธิบายลักษณะ, ปริมาณ เป็นต้น Kanban สามารถใช้ได้ทั้งในการไหลของวัสดุ ข้อมูล ในโรงงาน หรือ การไหลของโครงการ (Project Flow) ในสำนักงาน และการไหลของวัตถุดิบระหว่าง ซัพพลายเออร์และลูกค้าประโยชน์และข้อดีของ Kanban คือ ลดสินค้าคงคลัง สามารถพยากรณ์การไหลของวัสดุได้สร้างตารางเวลาได้อย่างง่าย สร้างระบบดึงด้วยสายตา (Visual pull system) ที่ตำแหน่งการผลิต

12. การฝึกอบรมพนักงานข้ามสายงาน (Cross Trained Work Force) การฝึกอบรมพนักงานในส่วนที่ไม่ใช่เจ้าหน้าที่เฉพาะด้านให้สามารถที่จะทำงานได้หลายๆอย่าง เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการปฏิบัติงาน สามารถที่จะรองรับการความต้องการของลูกค้าได้อย่างทันท่วงที สามารถที่จะช่วยไปทำงานในส่วนอื่นๆได้ในหลายๆกิจกรรม

13. เครื่องป้องกันความผิดพลาด (Mistaking Proofing) หรือ Poka Yoke เป็นเครื่องมืออย่างง่ายและราคาถูก ซึ่งชิ้นส่วนที่เสียหายจากการผลิตและการส่งผ่านเข้ามาในกระบวนการ Poka Yoke กำจัดสิ่งไร้ค่าโดยการกำจัดความผิดพลาด เครื่องมือทั่วไปของ Poka Yoke เช่น หมุด นำร่องขนาดต่างๆ, เครื่องเตือนและเครื่องตรวจหาสิ่งผิดปกติ limit switch เครื่องนำและ checklists

14. การควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ (Automation) หมายถึงการติดตั้งกลไกหรือตัวรับสัญญาณที่เครื่องจักร เพื่อตรวจสอบดูว่าชิ้นงานที่ผลิตมีข้อบกพร่องหรือผิดปกติอยู่หรือไม่ ถ้าเครื่องจักรตรวจพบ เครื่องจักรจะหยุดทำงานโดยทันที จุดสำคัญคือการปฏิบัติงานของเครื่องจักรต้องอิสระไม่ต้องมีคนมาคอยควบคุม จุดประสงค์สำคัญของเครื่องมือ คือ ไม่ปล่อยให้มีของเสียผ่านเข้าไปสู่กระบวนการได้

15. Line Stop คือ พนักงานสามารถที่จะหยุดสายการผลิตได้เมื่อตรวจพบว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นกับกระบวนการ

16. การตรวจสอบด้วยตนเอง (Self Check Inspection) คือการตรวจสอบความเรียบร้อยของชิ้นงานด้วยตัวพนักงานเองก่อนที่จะส่งชิ้นงานไปสู่ขั้นตอนถัดไป ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกผลจะถูกนำมาวิเคราะห์ เพื่อควบคุมกระบวนการผลิต ป้องกันไม่ให้เกิดการผลิตของเสียขึ้นมาอีก ของเสียคือของเสียอาจผ่านเข้าสู่กระบวนการได้โดยความไม่ตั้งใจของพนักงาน

17. การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง (Successive check Inspection) การตรวจสอบชิ้นงานโดยผู้ที่ไม่ได้อยู่ในกระบวนการผลิต ก่อนที่จะเริ่มกระบวนการขั้นตอนถัดไป และทำการหยุดการผลิตเพื่อแก้ไข หรือปรับปรุงสภาพการผลิตโดยอัตโนมัติ เพื่อได้รับข้อมูลความผิดปกติในขั้นตอนการผลิต การตรวจสอบนี้ รวมถึงพนักงานในกระบวนการผลิตถัดไปต้องมีหน้าที่ตรวจสอบชิ้นงานก่อนจะเริ่มการผลิตในขั้นตอนต่อไป

18. การปรับเรียบการผลิต (Smoothed Production Scheduling) คือ การจัดตารางการปฏิบัติงานให้ได้ปริมาณคน3591 .ที่สม่ำเสมอตามความต้องการ หรือตามปริมาณของลูกค้า ในกรณีของการบริการก็เช่นการจัดตารางการนัดหมาย และการมาของลูกค้าปกติเพื่อสามารถที่จะรองรับลูกค้าได้ทั้งหมด รวมไปถึงการเก็บข้อมูลและใช้ของมูลในอดีตในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าเพื่อที่จะลดความแปรปรวนในกระบวนการ

19. กลุ่มการแก้ปัญหา (Team Based Problem Solving) คือการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการโดยมีการประชุมทีมงานที่เกี่ยวของเพื่อหาทางแก้ไขปัญหาทุกวันหรือเป็นประจำตามการตกลง โดยให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเป็นสำคัญ

20. การปรับปรุงอย่างอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) หรือ Kaizen เป็นภาษาญี่ปุ่นแปลว่าการปรับปรุง ซึ่งเป็นแนวคิดที่นำมาใช้ในการบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมุ่งเน้นที่การมีส่วนร่วมของพนักงานทุกคนร่วมกันแสวงหาแนวทางใหม่ๆเพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานและสภาพแวดล้อมการทำงานให้ดีขึ้นอยู่เสมอ หัวใจสำคัญคือการดำรงอยู่ของสิ่งที่ดีอยู่แล้วและการพัฒนาอย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุดความสำคัญในกระบวนการของ Kaizen คือการใช้ความรู้ความสามารถของพนักงานมาคิดปรับปรุงงาน โดยการใช้เพียงการลงทุนเล็กน้อยซึ่งทำให้เกิดการปรับปรุงทีละน้อยค่อยๆเพิ่มพูนอย่างต่อเนื่อง ตรงข้ามกับแนวคิดนวัตกรรม (Innovation) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงขนานใหญ่ ต้องใช้เทคโนโลยีซับซ้อนชั้นสูง

ด้วยเงินลงทุนมหาศาล ดังนั้นไม่ว่าจะอยู่ในภาวะเศรษฐกิจแบบไหนเราก็ใช้ Kaizen เพื่อปรับปรุงได้

21. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นกลยุทธ์การซ่อมบำรุง โดยมีแนวคิดในการดูแลรักษาก่อนที่เครื่องจักรจะเสียหาย โดยการดูแลรักษาและตรวจสอบเครื่องมือและชิ้นส่วนต่างๆอย่างสม่ำเสมอตามเวลาที่กำหนด ก่อนที่เครื่องมือเครื่องจักรจะเสียหาย

22. การบำรุงรักษาโดยการพยากรณ์ (Predictive Maintenance) เป็นกลยุทธ์การซ่อมบำรุงจากการเก็บข้อมูลการใช้งานและความเสียหาย ตรวจสอบดูว่าเกิดอะไรขึ้นบ้าง แล้วคาดการณ์ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อไร แล้วดำเนินการ แก้ไขก่อนที่จะเกิดปัญหา

23. การบำรุงรักษาอย่างน่าเชื่อถือ (Reliability Centered Maintenance) เป็นกลยุทธ์การซ่อมบำรุง ซึ่งต้องมีการทำ Failure Modes and Effects Analysis อย่างละเอียด สำหรับเครื่องมือที่มีความสำคัญเป็นการรับประการว่าจะไม่เกิดความเสียหาย

24. การบำรุงรักษาแบบทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance:TPM) คือ ระบบการบำรุงรักษาที่จะทำให้เครื่องจักร อุปกรณ์เกิดประสิทธิภาพสูงสุด (OverallEfficiency) โดยพนักงานทุกคนที่เป็นผู้ใช้เครื่องจักร เครื่องมือ หรืออุปกรณ์นั้นๆมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพดีพร้อมใช้งานอยู่เสมอด้วยตนเอง เช่นการตรวจสอบเครื่องจักรเป็นประจำทุกวัน การดูแลรักษาตามคู่มือการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ เปลี่ยนอะไหล่ตามอายุการใช้งาน หมั่นตรวจสอบและสังเกตสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ เป้าหมายสูงสุดของ TPM คือ อุปกรณ์เครื่องมือเสียหายเป็นศูนย์ (Zero Break down) ความผิดพลาดที่เกิดจากเครื่องมือเป็นศูนย์ (Zero Defects) อุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้งานเครื่องจักร เครื่องมือเป็นศูนย์ (Zero Accident)

องค์ประกอบ 8 ประการ ของ TPM ประกอบไปด้วย

1. การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Individual Improvement) คือให้ฝ่ายที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องโดยตรงต่อเครื่องมือเป็นผู้รับผิดชอบ และฝ่ายอื่นๆเป็นผู้สนับสนุนควบคู่ไปกับกิจกรรมบำรุงรักษา

ด้วยตนเอง โดยเป็นการปรับปรุงที่อุปกรณ์ต้นแบบก่อน จากนั้นค่อยขยายการปรับปรุงไปยังเครื่องอื่นๆ

2. การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) โดยมีแนวคิดว่าไม่มีใครจะเข้าใจเครื่องมือไปมากกว่าผู้ใช้เอง ผู้ใช้งานจะสามารถสังเกตสิ่งผิดปกติได้ดีกว่าคนอื่นๆ

3. การบำรุงรักษาตามแผน (Planed Maintenance) คือการที่ฝ่ายซ่อมบำรุงดำเนินกิจกรรมตามระยะเวลาของการใช้งาน โดยให้สอดคล้องกับกิจกรรมที่ดำเนินอยู่ไม่ไปขัดขวางงานปกติ

4. การพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา แม้ว่าผู้ใช้เครื่องมือเครื่องจักร อาจจะเข้าใจเครื่องดีเพียงใด แต่เครื่องมือที่ออกแบบเฉพาะมาเพื่อการใช้งานต่างๆ กันไป ผู้ใช้เครื่องจำเป็นต้องเพิ่มทักษะการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษาอย่างถูกวิธีด้วย รวมไปถึงผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคนทั้งโดยตรงและทางอ้อม

5. การคำนึงถึงบำรุงรักษาตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ (Initial Phase Maintenance) หมายถึง ตั้งแต่เริ่มที่ที่จะสร้างผลิตภัณฑ์และกระบวนการ ต้องคำนึงถึงการใช้งานเครื่องจักรด้วย เพื่อเป็นการส่งเสริมกระบวนการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

6. การบำรุงรักษาเพื่อคุณภาพ (Quality Maintenance) การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมประกันคุณภาพ และกิจกรรมการควบคุมเครื่องมือเข้าด้วยกันโดยการติดตามคุณลักษณะด้านคุณภาพของงานและการใช้เครื่องมือตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

7. กิจกรรม TPM ในสำนักงาน หน่วยงานซึ่งไม่ได้เกี่ยวข้องโดยตรงในกระบวนการ เช่นฝ่ายบริหาร ฝ่ายวิจัยและพัฒนา ฝ่ายบัญชี ซึ่งเป็นส่วนสนับสนุนกระบวนการให้เป็นไปได้อย่างราบรื่น 5 องค์ประกอบในงาน TPM คือ การบำรุงรักษาด้วยตนเอง การศึกษาและฝึกอบรม การจัดระบบการมอบหมายงาน และการจัดทำระบบประเมินผล ซึ่งต้องกำหนดดัชนีชี้วัดความสำเร็จเพื่อติดตามความคืบหน้าและผลการปฏิบัติงาน

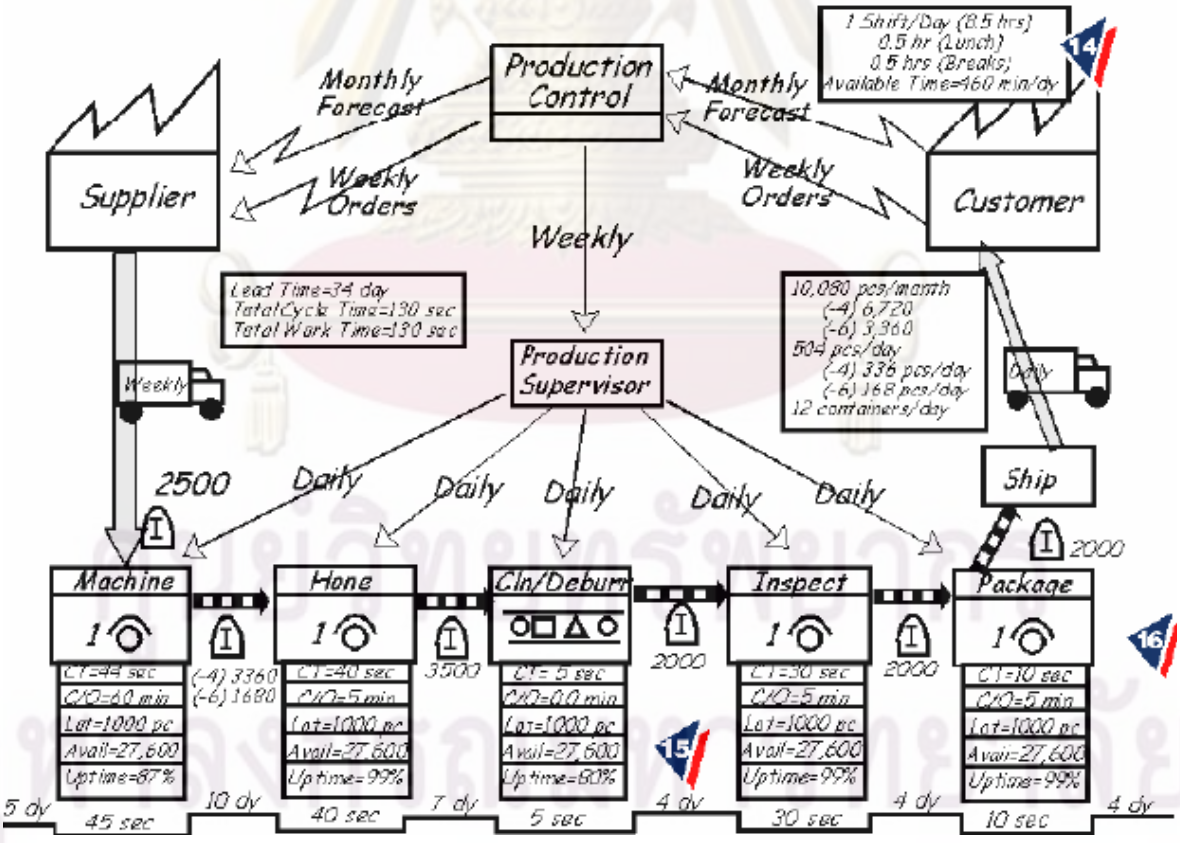
8. ระบบชีวอนามัย ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม (Safety, Hygiene and Environment) ซึ่งเป็นเงื่อนไขของการดำเนินกระบวนการในปัจจุบัน เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องโดยตรง และผู้คนที่อาศัยอยู่ในชุมชนนั้นๆ โดยระลึกถึงว่าการปฏิบัติงานใดๆ ย่อมมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นได้เสมอ และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น หากเครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โอกาสที่จะเกิดของเสียย่อมมีสูงฉะนั้นวัตถุดิบก็ต้องใช้ในปริมาณที่มากขึ้น ทรัพยากรย่อมถูกใช้ไปมากขึ้นเช่นกัน อุบัติเหตุจากความไม่พร้อมของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ใดๆ ย่อมมีโอกาสมากขึ้นเช่นกัน ขั้นตอนการบริหารความปลอดภัยในกิจกรรม TPM ประกอบด้วย ความปลอดภัยในการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ความปลอดภัยในการบำรุงรักษาตามแผน และความปลอดในการป้องการบำรุงรักษา

25. การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE) เป็นการใช้เครื่องมือทางสถิติในการออกแบบการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่ผลกระทบในการทำงาน

26. การวิเคราะห์รากสาเหตุ (Root Cause Analysis) เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหาเบื้องต้นคือการย้อนกลับขึ้นไปหาถึงสาเหตุของปัญหา โดยพยายามเจาะลึกถึงสาเหตุของปัญหา เช่น 5 Whys

27. การควบคุมกระบวนการทางสถิติ (Statistical Process Control) เป็นการควบคุมกระบวนการโดยการหาค่าเฉลี่ยของการตัวแปรในกระบวนการ กำหนดควบคุมเขตจำกัดบนและล่าง ตรวจสอบตัวแปรและควบคุม กระบวนการให้อยู่ในขอบเขตที่ควบคุมมีเครื่องมืออีกหนึ่งที่อยู่นอกเหนือเครื่องมือทั้ง 27 ชนิดที่กล่าวข้างต้น ไม่ได้เป็นเครื่องมือในการปรับปรุงกระบวนการ แต่เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญเครื่องมือหนึ่ง เป้าหมายเพื่อแสดงภาพรวมของกระบวนการทั้งหมดเป็นเหมือนแผนที่แสดงกิจกรรม แสดงการไหลของกระบวนการคือ Value Stream Mapping (VSM) การสร้างแผนภาพแสดงกิจกรรมทั้งหมดของกระบวนการด้วยระยะรอบ (Cycle times) เวลาที่หยุดกระบวนการ (Down times) วัสดุคงคลังในกระบวนการ (In-process inventory) การเคลื่อนย้ายวัสดุ (Material moves) เส้นทางการไหลของข้อมูล (Information flow path) จะช่วยแสดงให้เห็นถึงสถานะปัจจุบัน (Current state) ของกิจกรรม

ในกระบวนการ และช่วยนำทางให้ในการสร้างสถานะที่ต้องการในอนาคต (Future desired state) VSM เป็นเครื่องมือในการสื่อสาร, การวางแผนทางธุรกิจ และ เครื่องมือที่ช่วยในการจัดการการเปลี่ยนแปลงกระบวนการ (Womack และคณะ, 1990) กระบวนการประกอบไปด้วย แผนภาพทางกายภาพของ “Current state” จะชี้ชัดให้เห็นถึงที่ไหนที่เราต้องการจะเป็น หรือแผนภาพของ “Future state” ที่จะจัดเตรียมพื้นฐานสำหรับกลยุทธ์ต่างๆของการปรับปรุงกระบวนการในแนวทางของ Lean Value Stream Mapping จะเป็นจุดเริ่มต้นในการช่วยเชิงของการจัดการ วิศวกร ผู้ช่วยในการผลิต (Production associate) ผู้จัดทำตารางการดำเนินงาน (Operation schedulers) Supplier และลูกค้า (Customer) แสดงให้เห็นถึงสิ่งไร้ค่า (Waste) จำแนกถึงสาเหตุที่เกิดขึ้นได้เป้าหมายคือการจำแนก (Identify) และกำจัด (Eliminate)สิ่งไร้ค่าในกระบวนการ สิ่งไร้ค่าที่มีอยู่ในกระบวนการ ไม่ว่าในกิจกรรมใดๆ ก็ตาม จะไม่เพิ่มคุณค่าไปจนสิ้นสุดการผลิตหรือบริการนั้นๆ ดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.6 Value Stream Mapในกระบวนการผลิต

2.1.5 เทคนิคการตั้งคำถาม 5W 1H และหลักการ ECRS

การตรวจพิจารณาด้วยคำถาม 5W และ 1H เป็นตัวย่อที่ใช้ถามตนเอง เพื่อการตรวจพิจารณาปัญหาอย่างรอบครอบ ไม่ว่าปัญหานั้นเป็นของงานวิเคราะห์ทั้งระบบ หรือบางส่วนของระบบก็ตาม วิธีนี้จะช่วยสร้างโครงสร้างของแผนงานปรับปรุงในส่วนรายละเอียด เพื่อเสริมให้แผนงานสับเปลี่ยนของตารางขอบเขตของความเปลี่ยนแปลง เป็นประโยชน์ในเชิงปฏิบัติ ซึ่งจะนำหลักการนี้ไปใช้ในการวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละขั้นตอนของการผลิต เพื่อลดความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม

ลักษณะของคำถาม

- What: **ทำอะไรอยู่** เป็นการย้ำความคิดตนเองว่าวิธีการที่ทำอยู่คืออะไร
- Why: **ทำไมทำอยู่อย่างนั้น** เป็นการไล่หาวัตถุประสงค์ของงานนั้นจากคำถาม What และ Why ทำให้ผู้วิเคราะห์สามารถตรวจพิจารณาลูกโซ่ของวัตถุประสงค์ และวิธีการได้
- Where: **ทำที่ไหน** เป็นคำถามเพื่อพิจารณาสถานที่ทำงานว่ามีที่เหมาะสมกว่าหรือไม่
- When: **ทำเมื่อไร** เป็นการทบทวนจังหวะเวลา และลำดับการทำงานให้เหมาะสม
- Who: **ใคร (เครื่องไหน) ทำงานนี้อยู่** ควรมีการสับเปลี่ยนพนักงานหรือไม่ เช่น เปลี่ยนคนที่มีประสบการณ์สูงไปทำงานกับเครื่องจักรที่ซับซ้อน เป็นต้น ซึ่งจะเห็นว่าคำถามนี้ใช้หาความสัมพันธ์ของคนกับเครื่องจักร
- How: **ใช้วิธีอะไรทำงาน** เป็นคำถามเกี่ยวกับวิธีการทำงาน ช่วยให้มีความประหยัด และทำงานได้ง่ายขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประเภท	5W 1H	ความหมาย	แนวทางแก้ไข
1. เป้าหมาย	What ?	กำลังทำ "อะไร" อยู่ ทำไมต้องทำ	ขจัดส่วนที่ไม่จำเป็นต่อการทำงานออกไปเสีย
		ไม่มีอย่างอื่นอีกหรือ	
		อย่างอื่นนั้นเป็นอย่างไร	
2. วัตถุประสงค์	Why ?	"ทำไม" งานนั้นจึงต้องทำ ควรต้องทำหรือ	
		ไม่มีเรื่องอื่นๆ ที่ควรทำ	
		หรือควรทำอะไรดีละ	
3. สถานที่	Where ?	ทำงานอยู่ "ที่ไหน" ทำไมทำที่นั่น	จัดเรียง และปรับปรุงหน่วยการปฏิบัติงาน และสถานที่ทำงานให้สมเหตุสมผล
		ทำที่อื่นไม่ได้หรือ	
		ควรทำที่ไหนดีละ	
4. ลำดับขั้น	When ?	ทำ "เมื่อไร" ทำไมต้องทำตอนนั้น	สับเปลี่ยนลำดับขั้นการทำงานเสียใหม่
		ทำตอนอื่นไม่ได้หรือ	
		ควรทำเมื่อไรดีละ	
5. คน	Who ?	"ใคร" เป็นผู้ทำ ทำไมต้องเป็นคนๆ นั้น	มอบหมายงานตามความสามารถ
		คนอื่นๆ ทำไม่ได้หรือ	
		ใครควรทำดีละ	
6. วิธีการ	How ?	ทำ "อย่างไร" ทำไมต้องทำเช่นนั้น	การวิจัยการทำงาน (แปรให้เป็นการ ปฏิบัติงานอย่างง่าย ละเว้นอากัปกิริยาที่ไม่ จำเป็น สร้างมาตรฐานการปฏิบัติงาน เป็นต้น
		ไม่มีวิธีการอื่นอีกแล้วหรือ	
		ควรทำอย่างไรดีละ	

ตารางที่ 2.1 สาระสำคัญของการตรวจพิจารณาด้วยตนเองโดยการถามตอบด้วย 5W 1 H

หลักการของ ECRS เพื่อการปรับปรุง

ECRS คือตัวย่อมาจากภาษาอังกฤษ 4 ตัว คำที่ใช้เป็นหลักการในการปรับปรุงงาน ซึ่งสร้างขึ้นจากการตรวจพิจารณาด้วย 5W 1H

- E-Eliminate (**การกำจัด**): ด้วยการไล่หาจุดประสงค์ อันทำให้สามารถกำจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกไปได้ รูปแบบนี้มีประสิทธิผลสูงสุดในการปรับปรุงงาน

- C-Combine (**การผสมผสาน**): ด้วยการผสมผสานองค์ประกอบของงานหลายประการเข้าด้วยกัน ช่วยลดขั้นตอนของงานบางส่วนลงได้ และมีอยู่บ่อยที่พบว่าวิธีการใหม่ที่พบจากการผสมผสานนี้ทำให้งานทั้งระบบง่ายขึ้น

- R-Rearrange (**การจัดลำดับใหม่**): การโยกย้ายสับเปลี่ยนลำดับขององค์ประกอบของงานอาจสร้างโอกาสกำจัดงานบางส่วน หรือโอกาสการผสมผสานใหม่

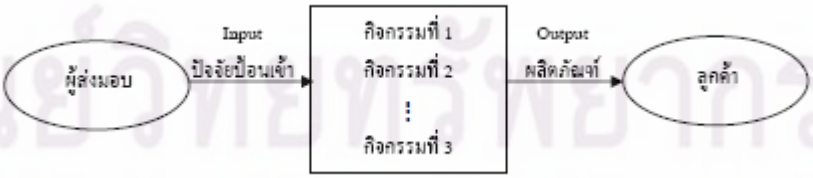
- S-Simplify (**ทำให้ง่าย**): เมื่อพิจารณาถึงการกำจัด การผสมผสาน และการจัดลำดับใหม่อย่างรอบครอบแล้ว ควรพยายามจัดการ องค์ประกอบของงานส่วนที่เหลืออยู่ให้เป็นงานที่ง่ายที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.1.6 เทคนิคทางคุณภาพ

การแก้ปัญหาคุณภาพต้องอาศัยหลักการสำคัญ 3 อย่าง คือ ความมีส่วนร่วมจากบุคลากรทั่งทั้งองค์กร การแก้ปัญหาอย่างมีระบบ และการตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อเท็จจริง ซึ่งการแก้ปัญหาคุณภาพให้เกิดประสิทธิผลสูงสุดต้องนำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเครื่องมือที่เหมาะสมกับข้อมูลและลักษณะของปัญหา

2.1.6.1 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Process flowchart) คือ แผนภูมิที่แสดงถึงลำดับของกิจกรรม รวมถึงความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนการทำความเข้าใจกับความต้องการของลูกค้า โดยใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ในตารางที่ 2.2 การสร้างแผนภูมิการไหลของกระบวนการนี้ควรเริ่มต้นจากการสร้างแนวความคิดของกระบวนการในรูปของ SIPOC ดังรูปที่ 2.7 โดยการกำหนดตัวแบบดังกล่าวให้เริ่มต้นจากการเขียนลำดับของกิจกรรมในกระบวนการ เพื่อกำหนดถึงผลลัพธ์(Output) ของกระบวนการที่ส่งมอบให้กับลูกค้า แล้วจึงพิจารณาปัจจัยป้อนเข้า (Input) ที่ได้รับจากผู้ส่งมอบ (Supplier) และใช้ในการดำเนินกิจกรรมที่กำหนดไว้ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)



รูปที่ 2.7 ตัวแบบ SIPOC สำหรับสร้างแนวความคิด (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)

ชื่อกิจกรรม	ความหมาย	สัญลักษณ์	อธิบายเพิ่มเติม
1) กิจกรรมที่ทำ (Activity)	การกระทำใด ๆ ที่มีการเพิ่มมูลค่า		ใช้สี่เหลี่ยมผืนผ้าและควรเขียนกิจกรรมสั้น ๆ ในสี่เหลี่ยม
2) การตัดสินใจ (Decision)	การตัดสินใจเพื่อให้เกิดการยอมรับหรือปฏิเสธภายใต้กฎเกณฑ์ที่ระบุ		ใช้สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนและให้เขียนกฎเกณฑ์การตัดสินใจในรูปคำถามให้ตอบรับ/ปฏิเสธ
3) เอกสาร (Document)	เอกสารที่แสดงถึงสารสนเทศสำหรับการตัดสินใจทั้งในรูปแบบ Hardware และ Software		ให้เขียนชื่อเอกสารลงในสัญลักษณ์เอกสาร และอาจจะใช้สัญลักษณ์ซ้อนกันเพื่ออธิบายเอกสารสำเนาได้
4) เส้นทางการไหล (Flowline)	การไหลของสารสนเทศจากกิจกรรมหนึ่งสู่อีกกิจกรรมหนึ่ง		หัวลูกศรแสดงทิศทางการไหลของสารสนเทศ และอาจใช้เส้นประในกรณีไหลย้อนกลับ
5) จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด (Terminal)	แสดงจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของกิจกรรม		ใช้สัญลักษณ์สี่เหลี่ยมปลายมนแสดงจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของกระบวนการ
6) การเชื่อมต่อ (Connector)	แสดงความต่อเนื่องของแผนภาพการไหล		ใช้ตัวเลขหรืออักษรเพื่อชี้บ่งภายในสัญลักษณ์วงกลมได้

ตารางที่ 2.2 การสร้างแผนภูมิการไหล

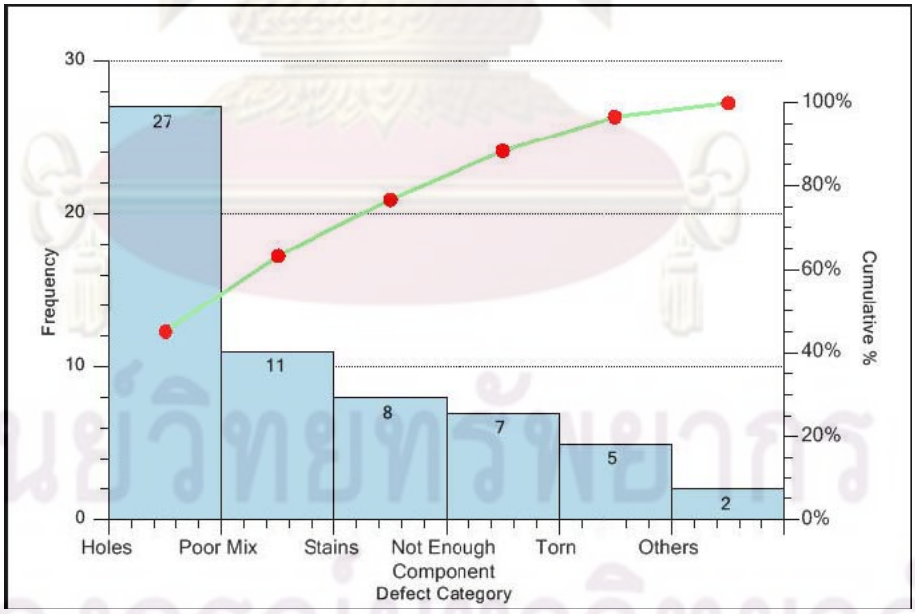
2.1.6.2 การระดมสมอง

การระดมสมองเป็นวิธีการที่มีคุณค่าอย่างมากในการสร้างความคิดใหม่ ๆ โดยอาศัยความสัมพันธ์ภายในกลุ่ม ซึ่งการระดมสมองมีหลายรูปแบบและมีวิธีการมากมายในการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการระดมสมอง มีทั้งรูปแบบที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ โดยควรเลือกใช้วิธีการที่มีความยืดหยุ่นให้กับสมาชิกในทีมหรือกลุ่ม การระดมสมองเริ่มต้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากสมาชิกในกลุ่ม จากนั้นจึงทำการกำหนดปัญหาหรือคำถามขึ้นมาเป็นประเด็นในการพิจารณา โดยที่แต่ละคนจะมีมุมมองในเรื่องที่พิจารณาแตกต่างกัน และทำการกำหนดกฎเกณฑ์ในการตัดสินโดยผู้นำกลุ่มเป็นผู้ตัดสินใจภายใต้ความคิดเห็นของสมาชิกคนอื่น ๆ (Breyfogle III,1999)

2.1.6.3 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง

เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC Tools) เป็นเครื่องมือที่อาศัยการควบคุมกระบวนการผลิตโดยกลวิธีทางสถิติ (Statistical Process Control; SPC) มาใช้แก้ปัญหาอย่างต่อเนื่องให้กระบวนการผลิตไม่เปลี่ยนแปลงและมีสมรรถภาพสูงขึ้น ประกอบด้วย ใบตรวจสอบฮีสโตแกรม แผนภาพพาเรโต แผนผังก้างปลา แผนภูมิควบคุม แผนภาพการกระจาย และกราฟ (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551) สำหรับเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ แผนภาพพาเรโต แผนผังก้างปลา แผนภูมิควบคุม แผนภาพการกระจาย และกราฟ

• แผนภาพพาเรโต (Pareto diagram) มีลักษณะเป็นกราฟแท่งที่แบ่งแยกข้อมูลเป็นช่วง ๆ จากมากไปน้อย และจากซ้ายไปขวา โดยแกน y มี 2 แกน คือ แกนซ้ายมือแทนความถี่ (เช่น จำนวนจุดบกพร่อง จำนวนคำร้องเรียน หรือจำนวนอุบัติเหตุ เป็นต้น) และแกนขวามือแทนเปอร์เซ็นต์ แกน x แทนสาเหตุ (เช่น ในเรื่องปัญหาของจุดบกพร่อง อาจจำแนกสาเหตุได้จากพนักงาน เครื่องจักรกล วิธีการทำงาน หรือชนิดของวัตถุดิบ เป็นต้น) ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างแผนภาพพาเรโต

แผนภาพพาเรโต ใช้ในการระบุและจัดลำดับปัญหาตามความสำคัญ ตามกฎ 80/20 ซึ่งแนะนำโดย J. M. Juran ซึ่งหมายความว่า ปัญหาหรือความสูญเสียที่มีความสำคัญมากจำนวน 80% มักจะมีสาเหตุมาจากประมาณ 20% ของสาเหตุทั้งหมด ในขณะที่อีกประมาณ 80% ของสาเหตุจะมีผลต่อปัญหาที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยอีกจำนวน 20% ของปัญหาเท่านั้น ดังนั้นแผนภาพพาเรโตจะเป็นเครื่องมือที่ชี้ให้เห็นถึงว่าปัญหาสำคัญจริง ๆ นั้นมาจากไม่กี่สาเหตุ และปัญหาที่มีความสำคัญน้อยเกิดจากสาเหตุมากมาย สรุปว่า ในการแก้ปัญหาไม่จำเป็นต้องแก้ทุกสาเหตุให้หมด แต่ให้เลือกแก้เฉพาะสาเหตุหลักที่สำคัญ กล่าวคือ ปัญหาใดเป็นปัญหาสำคัญมาก ก็ควรเร่งแก้ไขก่อน และปัญหาใดที่เป็นปัญหาสำคัญน้อย ก็ให้แก้ไขทีหลัง (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

ขั้นตอนในการสร้างแผนภาพพาเรโต

1) ตัดสินใจว่าจะศึกษาปัญหาอะไร และแยกสาเหตุของการเกิดปัญหา

2) ออกแบบใบบันทึกข้อมูล (กำหนดช่วงเวลา ระยะเวลา และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล)

3) ทำการจดบันทึก (ในช่วงเวลาที่กำหนด) จากสถานที่ที่ต้องการวิเคราะห์ปัญหา และคำนวณหายอดรวมและเปอร์เซ็นต์สะสมของแต่ละสาเหตุที่ได้จากการจำแนกข้อมูล

4) เขียนแกนนอนและแกนตั้ง แกนนอนเขียนจากสาเหตุที่มีความถี่สูงไว้ด้านซ้ายและสาเหตุที่มีความถี่ต่ำไว้ด้านขวา โดยต้องให้แท่ง “อื่น ๆ” (ความถี่ไม่เกิน 20% ของเปอร์เซ็นต์สะสม) อยู่ด้านขวาสุด ส่วนแกนตั้งเขียนแกนความถี่และแกนเปอร์เซ็นต์

5) เขียนกราฟแท่งที่มีความกว้างเท่ากัน (กราฟแท่งควรมีประมาณ 6 ถึง 10 แท่งเท่านั้น) และลากเส้นความถี่สะสมจากซ้ายไปขวา

• แผนผังก้างปลา (Fishbone diagram) หรือแผนผังอิชิกาวา (Ishikawa diagram)หรือแผนผังแสดงสาเหตุและผล (Cause-and-effect diagram) เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการพิจารณาสาเหตุ (Causes) ที่มีผล (Effect) โดยตรงกับลักษณะคุณภาพ (Quality characteristic) ของปัญหาที่สนใจศึกษา (จำนวนแผนผังก้างปลาจะเท่ากับจำนวนลักษณะคุณภาพที่ศึกษา) (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551) ซึ่งสาเหตุของปัญหาคุณภาพเกิดได้จาก 7 M’s คือ (Bergman and Klefsjö, 1994)

1) การจัดการ (Management): ระบบการจัดการสามารถจัดหาข้อมูล และการสนับสนุนให้เพียงพอหรือไม่?

2) คน (Man): ผู้ปฏิบัติการได้รับการฝึกอบรม แรงจูงใจและมีประสบการณ์ที่เหมาะสมหรือไม่?

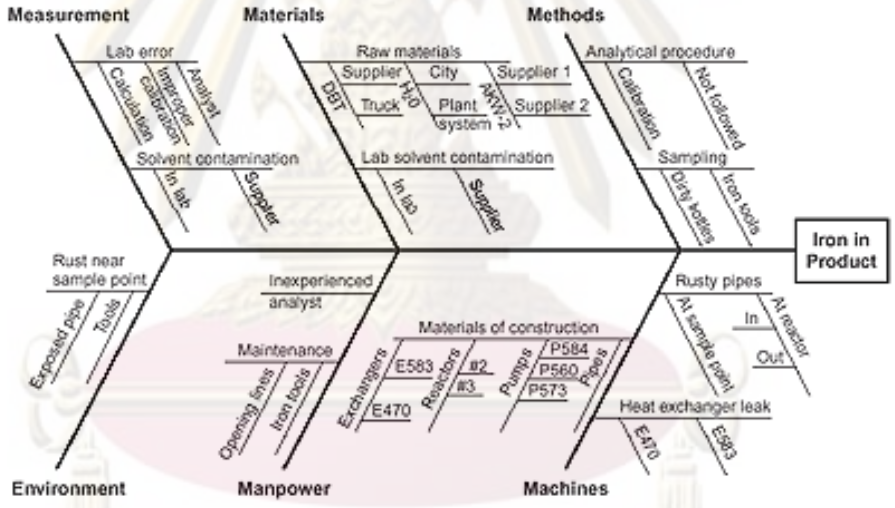
3) วิธีการ (Method): มีการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมหรือไม่? พารามิเตอร์ของกระบวนการถูกระบุอย่างเหมาะสมและสามารถควบคุมได้หรือไม่?

4) การวัด (Measurement): เครื่องมือวัดที่ใช้มีการแคลิเบรต (Calibrate) อย่างเหมาะสมหรือไม่ มีปัจจัยที่รบกวนสภาพแวดล้อมในการวัดหรือไม่?

5) เครื่องจักร (Machine): มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เหมาะสมหรือไม่? เครื่องจักรมีกำลังการผลิตที่มีความแปรผันอยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่?

6) วัตถุดิบ (Material): ใช้วัตถุดิบอะไรในกระบวนการ? มีผู้จัดหาวัตถุดิบที่เพียงพอหรือไม่?

7) สภาพแวดล้อม (Milieu): สภาพแวดล้อมมีผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์หรือไม่?



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างแผนผังก้างปลา

แผนผังก้างปลาแบ่งเป็น 2 ประเภทที่ประยุกต์กันมากในงานวิจัยทั้งในด้านการผลิต การบริการ และการตลาด คือ

1) แผนผังก้างปลาสำหรับวิเคราะห์กระบวนการผลิต (C&E for process-analysis type) การสร้างแผนผังประเภทนี้จะเริ่มจากการเขียนขั้นตอนกระบวนการผลิตก่อน (สาเหตุหลัก) แล้วเชื่อมโยงแต่ละสาเหตุหลักด้วยสาเหตุย่อย ดังแสดงในรูปที่ 2.9

2) แผนผังก้างปลาสำหรับการวิเคราะห์การกระจาย (C&E for dispersionanalysis type) การสร้างแผนผังประเภทนี้ เริ่มจากการกำหนดสาเหตุหลักให้

เสร็จก่อนเริ่มต้นการระดมความคิด วัตถุประสงค์ของแผนผังประเภทนี้ คือ การวิเคราะห์สาเหตุของการกระจายตัวหรือสาเหตุของการแปรผัน โดยการตั้งคำถามตลอดเวลาว่า “ทำไมการกระจายจึงเกิดขึ้น” และทำอย่างไรการกระจายจึงจะลดลง ข้อดีของแผนผังประเภทนี้คือ มีรูปแบบแน่นอน ส่วนข้อเสียคือคณะทำงานที่จะสร้างแผนผังจะต้องละเอียดรอบคอบ โดยไม่ลืมสาเหตุสำคัญ ๆ

ขั้นตอนการสร้างแผนผังก้างปลา (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

1) สร้างคณะทำงานโดยรวบรวมบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อการระบุปัญหาและการระดมความคิด (Brainstorming) ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะคุณภาพ ในการระดมความคิดควรเขียนปัญหา (ลักษณะคุณภาพ) ลงบนกระดานดำหรือกระดาษขนาดใหญ่เพื่อกันหาย และเขียนปัญหาบนแผนผังก้างปลาด้านขวาของลูกศรที่แทนกระดูกสันหลังของปลา ดังแสดงในรูปที่ 2.9

2) ระบุสาเหตุหลัก และเขียนบนแผนผังก้างปลาด้านซ้ายบนก้างปลาหลัก (ก้างปลาใหญ่) ซึ่งมีหัวลูกศรชี้เข้าหากระดูกสันหลัง ดังรูปที่ 2.9 ในการระบุสาเหตุหลักอาจประยุกต์แผนภาพพาเรโต ซึ่งได้ระบุสาเหตุหลักของปัญหาไว้แล้ว แต่ถ้าไม่สามารถประยุกต์ให้กำหนดสาเหตุโดยวิธีการจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุแทน ซึ่งสาเหตุหลักที่สำคัญเกิดจาก 7 M’sที่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้

3) ระบุสาเหตุย่อยทั้งหมด โดยการระดมความคิดบนก้างปลาย่อย (ก้างปลาเล็ก)

4) เขียนโครงสร้างความสัมพันธ์ ควรเขียนสาเหตุที่สำคัญอันดับต้น ๆ ไว้ที่เส้นก้างปลา และควรเขียนสาเหตุที่มีความสำคัญถัดลงมาไว้ที่เส้นก้างปลาย่อย โดยทำลูกศรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกำกับไว้ด้วย

5) ประมวลผลเพื่อหาข้อสรุป

• กราฟ (Graph) เป็นส่วนหนึ่งของรายงานต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับนำเสนอข้อมูลที่สามารถทำให้ผู้อ่านเข้าใจข้อมูลต่าง ๆ ได้ดี สะดวกต่อการแปลความหมาย และสามารถให้รายละเอียดของการเปรียบเทียบได้ดีกว่าการนำเสนอข้อมูลด้วยวิธีอื่น ทั้งนี้เพราะกราฟทำให้เห็นลักษณะของข้อมูลต่าง ๆ ได้ทันทีจากเส้น รูปภาพ แท่งเหลี่ยม และวงกลม โดยกราฟมีคุณลักษณะที่สำคัญคือ ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย อ่านได้อย่างรวดเร็ว หรือสามารถเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละข้อได้ชัดเจน (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

ประโยชน์ 4 ประการของกราฟ คือ

1) ใช้วิเคราะห์ข้อมูล กราฟจะแสดงความหมายของตัวเลขออกมา และสามารถ

ชี้ให้เห็นข้อเท็จจริงซึ่งอาจถูกมองข้ามไปได้หากดูจากตัวเลขโดยตรง ดังนั้นกราฟจึงมีประโยชน์มากในการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในอดีตและปัจจุบัน เพื่อค้นหาสาเหตุและมาตรการในการแก้ไขปรับปรุง

2) ใช้อธิบาย กราฟช่วยให้สามารถอธิบายหรือชี้แจงเรื่องราวหรือเหตุการณ์ให้แก่ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย ดีกว่าการอธิบายโดยใช้ข้อมูลหรือตัวเลขโดยตรง

3) ใช้ควบคุม กราฟที่เขียนแสดงอัตราการหยุดงานหรือของเสียตามเวลาที่เปลี่ยนแปลง เป็นอุปกรณ์สำคัญที่จะทำให้ทราบว่าอะไรที่ต้องควบคุม

4) ใช้บันทึก ข้อมูลที่เก็บได้สามารถบันทึกเป็นกราฟได้เลย

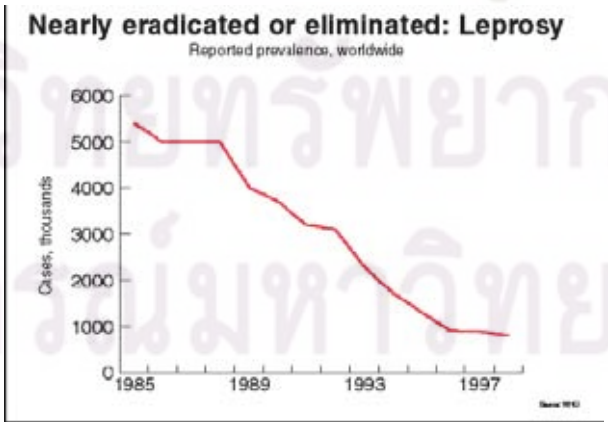
กราฟที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการนำเสนอข้อมูลมีอยู่ 3 ประเภท คือ กราฟเส้น กราฟแท่ง และกราฟวงกลม

กราฟเส้น เป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว และใช้สำหรับแสดงแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา หรือใช้สำหรับสังเกตการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป หรือใช้สำหรับเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการแก้ไข ดังแสดงในรูปที่ 2.10 โดยวิธีเขียนกราฟเส้นมีดังนี้

1) ให้แกนนอนแทนค่าของตัวแปรอิสระ (x) และแกนตั้งแทนค่าของตัวแปรตาม (y) ซึ่งแทนจำนวนหรือปริมาณ แกนทั้งสองต้องมีเส้นแบ่งหน่วยเป็นขีดเส้นเล็ก ๆ ระยะห่างเท่า ๆ กัน

2) จดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือทดสอบ กล่าวคือ รู้คู่ลำดับ (x , y)

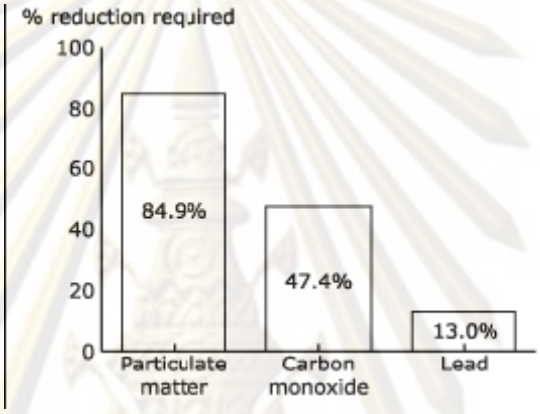
3) ลากเส้นต่อจุดคู่ลำดับทั้งหมดก็จะได้กราฟเส้น กรณีที่มีหลายเส้นในกราฟเดียวกัน ต้องใช้สัญลักษณ์ เช่น วงกลม สามเหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยม เป็นต้น เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบ



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างกราฟเส้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กราฟแท่ง จะมีลักษณะเช่นเดียวกับฮีสโตแกรม ประกอบด้วยรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหลายแท่งที่มีความกว้างเท่ากันอยู่บนแนวนอนหรือแนวตั้งก็ได้ (ช่องว่างระหว่างแท่งจะมีหรือไม่ก็ได้ แต่ถ้าจะมีช่องว่าง ไม่ควรกว้างกว่าความกว้างของกราฟแท่ง) กราฟแท่งใช้สำหรับการเปรียบเทียบปริมาณมาก-น้อย หรือขนาดใหญ่-เล็ก ดังแสดงในรูปที่ 2.11 การนำเสนอควรเรียงจากแท่งสูงไปแท่งต่ำ ยกเว้นกรณีที่เป็นข้อมูลเกี่ยวกับเวลา และตัวเลขบอกขนาดต้องเขียนด้านซ้ายเมื่อกราฟแท่งอยู่บนแกน x แต่เขียนตัวเลขบอกขนาดด้านล่างเมื่อกราฟแท่งอยู่บนแกน y



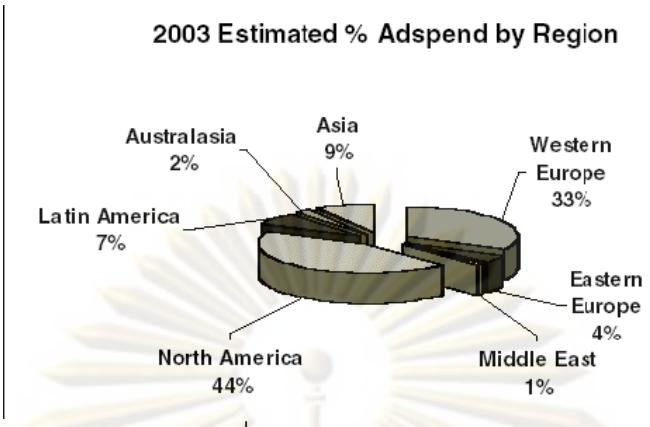
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างกราฟแท่ง

กราฟวงกลม ใช้นำเสนอหรือเปรียบเทียบข้อมูลที่แบ่งเป็นกลุ่มได้ โดยการแบ่งเนื้อที่ของวงกลมออกเป็นส่วน ๆ จากจุดศูนย์กลางตามอัตราส่วนของเนื้อหาทั้งหมดในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.12 นอกจากนี้กราฟวงกลมยังใช้สำหรับการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหางานได้วิธีการเขียนกราฟวงกลมมีดังต่อไปนี้

1) เขียนวงกลมให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางพอประมาณ ให้ปริมาณทั้งหมดรวมเป็น 100% แล้วคำนวณมุมของแต่ละหัวข้อ โดยนำปริมาณของแต่ละหัวข้อคูณกับ 0.36

2) ขีดเส้นดิ่งจากบนลงมาที่จุดศูนย์กลาง (กำหนดให้เป็นเส้นฐาน) แล้วเอาหัวข้อแต่ละหัวข้อบรรจุลงไปตามมุมที่คำนวณได้ โดยเวียนไปทางขวามือตามเข็มนาฬิกา และเวียนจากมุมมากไปหามุมน้อย ยกเว้นในกรณีเฉพาะ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.12 ตัวอย่างกราฟวงกลม

2.1.6.4 การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ

Automotive Industry Action Group: AIAG (2001, อ้างถึงใน กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2551) ได้ให้นิยามสำหรับการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) คือ กลุ่มของกิจกรรมเชิงระบบประการหนึ่งที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อ

1) รับรู้และประเมินถึงแนวโน้มของข้อบกพร่อง (Potential failure) ของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการหนึ่ง และผลกระทบ (Effects) จากข้อบกพร่องดังกล่าว

2) การบ่งชี้ถึงการปฏิบัติการที่สามารถกำจัดทิ้งหรือลดโอกาสการเกิดข้อบกพร่อง

3) การดำเนินการจัดทำกระบวนการทั้งหมดให้อยู่รูปเอกสาร

ในการประยุกต์ใช้ FMEA นี้จะให้ประโยชน์หลายประการด้วยกันดังนี้ คือ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)

1) ช่วยในการประเมินผลของแบบที่ได้จากการออกแบบทั้งความต้องการด้านหน้าที่และทางเลือกในการออกแบบ

2) การประเมินการออกแบบเพื่อการผลิตเบื้องต้น

3) ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพ ความไว้วางใจ ตลอดจนความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์หรือการบริการ

4) ช่วยในการลดต้นทุนที่ซ่อนเร้นของกระบวนการผลิต ทำให้องค์กรสามารถเพิ่มอำนาจในการแข่งขันทางธุรกิจในระยะยาวได้ดี

5) ช่วยเพิ่มความมั่นใจและความพอใจให้แก่ลูกค้า

6) ช่วยในการลดต้นทุนและเวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งมีผลทำให้สามารถวางตลาดผลิตภัณฑ์ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

7) ช่วยในกระบวนการป้องกันข้อบกพร่อง

8) ช่วยเพิ่มศักยภาพด้านเทคโนโลยีเฉพาะด้าน (Intrinsic technology) ให้แก่คณะทำงาน FMEA ระหว่างการดำเนินการ ซึ่งจะเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาและวิจัยผลิตภัณฑ์ใหม่ในอนาคต

9) ช่วยในการกำหนดถึงลำดับสำคัญก่อนหลังของกิจกรรมการปรับปรุงคุณภาพโดยผ่านตัวเลขวิเคราะห์ความเสี่ยง

10) ช่วยในการบ่งชี้ถึงความผิดพลาด (Error) ที่อาจจะเกิดขึ้นในขั้นตอนต่าง ๆ ของการออกแบบและกระบวนการ และกำหนดแนวทางในการป้องกันต่อไป

11) ช่วยในกระบวนการบ่งชี้ปัจจัยที่คาดว่าจะเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาเพื่อดำเนินการพิสูจน์และแก้ไขต่อไป

12) ช่วยในการบ่งชี้ถึงวิธีการวินิจฉัยการออกแบบและกระบวนการ

โดยเหตุผลสำคัญที่สุดของการดำเนินการจัดทำ FMEA คือ ความต้องการต่อการปรับปรุง และความสมประโยชน์ข้างต้นของ FMEA ที่กลมกลืนไปกับวัฒนธรรมขององค์กร ซึ่งหมายถึง การคิด การปฏิบัติตาม ความคิดเห็น และความเชื่อของบุคลากรในองค์กร

แนวความคิดของ FMEA

ในการดำเนินการ FMEA ให้มีประสิทธิผลมากที่สุดนั้น จะต้องมีการดำเนินการตามแนวความคิดพื้นฐาน 3 ประการ คือ (Breyfogle III, 1999)

1) การดำเนินการโดยคณะทำงาน

2) การดำเนินการผ่านการวิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ

3) การดำเนินการโดยเน้นการปรับปรุงไม่สิ้นสุด

ขั้นตอนทั่วไปของการจัดทำ FMEA

การดำเนินงาน FMEA ให้เกิดประสิทธิผลสูงสุดจะต้องดำเนินการภายใต้รูปแบบคณะทำงานหรือทีมที่เวลาเริ่มต้นที่เร็วที่สุดเท่าที่จะกระทำได้ โดยมีขั้นตอนทั่วไปในการจัดทำ FMEA ดังนี้ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)

1) การกำหนดกลยุทธ์ในการจัดทำ FMEA

เนื่องจากการจัดทำ FMEA มีรายละเอียดค่อนข้างมาก ดังนั้นการวิเคราะห์ FMEAสำหรับทุก ๆ กระบวนการในการผลิตส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์จึงเป็นสิ่งที่เกือบจะเป็นไปไม่ได้เลย เพราะต้องใช้เวลาในการจัดทำค่อนข้างมาก จึงมีความ

จำเป็นต้องเลือกกระบวนการบางกระบวนการขึ้นมาวิเคราะห์ โดย FMEA ควรจะพิจารณาในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ (Breyfogle III,1999)

(1) มีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีใหม่

(2) ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตอยู่ได้รับการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมค่อนข้างมาก

(3) มีปัญหาของกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างเรื้อรัง

(4) มีการควบคุมการทำงานของพนักงานปฏิบัติงานค่อนข้างมาก

(5) มีความผันแปรค่อนข้างสูง โดยไม่ทราบว่ามีสาเหตุจากแหล่งใด

2) การทบทวนกระบวนการ

ในขั้นต้องนี้คณะทำงาน FMEA จะต้องทำความเข้าใจกับกระบวนการที่ได้รับเลือกไว้ในขั้นตอนที่ 1 โดยการทำความเข้าใจนี้ควรเริ่มต้นจากการทำกระบวนการให้อยู่ในรูปของแผนภาพ หรือแผนภูมิแสดงการไหลของกระบวนการ จากแผนภูมินี้เองจะทำให้รับทราบถึงกระบวนการผลิตในทุกขั้นตอน ตลอดจนความสัมพันธ์ของปัจจัยป้อนเข้า (Input) และผลผลิต (Output) ตลอดจนจุดวัดที่แต่ละกระบวนการ

3) การระดมสมองค้นหาแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง

ในการระดมสมองนี้มีความจำเป็นต้องตรวจสอบถึงความเข้าใจก่อนว่าสมาชิกในกลุ่มคณะทำงานมีความเข้าใจในหน้าที่และแนวความคิดในการทำงานของกระบวนการแล้วหรือยังเพื่อกำหนดถึงแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง (Potential failure modes) ซึ่งการดำเนินการนี้ควรให้สมาชิกทุกคนในคณะทำงานมีอิสระในการใช้ความคิดผ่านการวิเคราะห์หน้าที่ของกระบวนการเพื่อการกำหนดแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง

4) การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องแต่ละรายการ

ในขั้นตอนนี้ให้ทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องแต่ละรายการ โดยเริ่มจากการพิจารณาถึงลูกค้า ที่หมายถึง กระบวนการถัดไป จนกระทั่งถึงผู้ใช้สุดท้าย แล้วพิจารณาว่าข้อบกพร่องดังกล่าวมีผลกระทบประการใดต่อลูกค้า

5) การประเมินตัวเลขแสดงความเสี่ยง

เมื่อทำการวิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการเพื่อกำหนดลักษณะข้อบกพร่อง และได้กำหนดถึงสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่อง ตลอดจนผลกระทบที่เกิดขึ้นแล้ว ผู้วิเคราะห์จะต้องทำการประเมินค่าความเสี่ยง (Risk) โดยอาศัยตัวเลขประเมินลำดับก่อนหลังของความเสี่ยง (Risk priority number: RPN) คือ

$$RPN = S \times O \times P$$

โดย S = ความรุนแรง (Severity) ที่พิจารณาจากผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นแก่ลูกค้า

O = โอกาสที่เกิดขึ้น (Occurrence) ของลักษณะข้อบกพร่องที่พิจารณาจากความเป็นไปได้ (Likelihood) ในการเกิดสาเหตุของข้อบกพร่อง

D = ความสามารถในการตรวจจับ (Detection) ที่พิจารณาได้จากคุณสมบัติด้านความสามารถของระบบการควบคุมที่ใช้ในปัจจุบัน

หลังจากการวิเคราะห์ความเสี่ยง RPN ของลักษณะข้อบกพร่องแต่ละตัวแล้ว จะพิจารณาว่าลักษณะข้อบกพร่องใดที่มีค่าความเสี่ยงมาก ๆ ซึ่งมีจำนวนไม่มากนักมาทำการกำหนดโครงการแก้ไขเพื่อลดค่าความเสี่ยงต่อไป

ในการพิจารณาเพื่อเลือกลักษณะข้อบกพร่องมาทำการแก้ไขนี้ จะเริ่มจากการพิจารณาถึงลักษณะข้อบกพร่องที่มีความรุนแรงมาก (คือ 10 หรือ 9) โดยไม่สนใจค่า RPN ว่าจะมีค่ามากน้อยเพียงไร ซึ่งค่าความรุนแรงของลักษณะข้อบกพร่องนี้ทำให้ผู้วิเคราะห์ต้องให้ความสนใจต่อการแก้ไขและการป้องกันกระบวนการที่พิจารณาใหม่รวมถึงการลดความรุนแรงลง จากนั้นจึงทำการพิจารณาถึงลักษณะข้อบกพร่องที่มีค่า RPN สูง เพื่อนำมาแก้ไข และในกรณีที่ลักษณะข้อบกพร่องมีคะแนน RPN และ S เท่ากัน ให้พิจารณาเลือกลักษณะข้อบกพร่องที่มีความเป็นไปได้ในการเกิดสาเหตุของข้อบกพร่องมากกว่ามาดำเนินการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขต่อไป

6) การกำหนดมาตรการตอบโต้เพื่อลดความเสี่ยง

ภายหลังจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงแล้ว ให้ทำการเลือกลักษณะข้อบกพร่องที่มีความรุนแรงและ/หรือความเสี่ยงมากขึ้นมาพิจารณากำหนดมาตรการตอบโต้ โดยการกำหนดมาตรการตอบโต้นี้ควรมาจากพื้นฐานของเทคโนโลยีเฉพาะด้าน (Intrinsic technology) และเมื่อกำหนดมาตรการตอบโต้แล้วให้ดำเนินการปฏิบัติการ (Action) โดยการดำเนินการให้อยู่ในรูปแบบคณะทำงานที่มีการมอบหมายอย่างเป็นทางการ สำหรับในกรณีที่มีความรุนแรงของลักษณะข้อบกพร่องสูงมาก อาจจะกำหนดมาตรการเบื้องต้นโดยการลดความรุนแรงลง (Mitigation) ก่อนที่จะดำเนินการกับสาเหตุรากเหง้าต่อไปได้

7) การประเมินผลความเสี่ยงภายหลังการปฏิบัติการตอบโต้หลังจากมีการใช้มาตรการตอบโต้เรียบร้อยแล้ว ผู้วิเคราะห์จะต้องทำการประเมินค่าความเสี่ยงในรูป RPN โดยอาศัยกฎเกณฑ์เดิมอีกครั้งเพื่อพิจารณาว่าความเสี่ยงของลักษณะข้อบกพร่องที่พิจารณาได้ลดลงหรือไม่ และถ้าไม่ตรงตามที่กำหนดแต่แรก ให้พิจารณาว่ามีนสาเหตุมาจากประเด็นใดเพื่อดำเนินการแก้ไขต่อไป

8) การติดตามผลและจัดทำมาตรฐานในขั้นตอนสุดท้ายของการดำเนินการ FMEA ในรอบแรกจะได้จากการติดตามผลเพื่อสร้างความมั่นใจว่ามาตรการตอบโต้ที่กำหนดไว้ได้รับการนำไปปฏิบัติใช้อย่างมีประสิทธิผลหรือไม่ และถ้ามีประสิทธิผลดีแล้วก็ควรจะดำเนินการจัดทำเป็นมาตรฐานต่อไป

2.1.6.5 เทคนิคการทำให้เป็นมาตรฐาน

มาตรฐาน (Standard) คือ หลักเกณฑ์หรือตัวอย่างที่แสดงสิ่งที่คาดหมายไว้อย่างชัดเจน ดังนั้น วิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous improvement) จึงขึ้นอยู่กับการนิยาม การกำหนด และการปรับปรุงมาตรฐานด้วย โดยมาตรฐานจะเป็นตัวสร้างเส้นฐาน (Baseline) ให้กับทุก ๆ กิจกรรมการปรับปรุง และยังเป็นตัวกำหนดเป้าหมายแบบก้าวกระโดด (Breakthrough goals) ให้ต้องพยายามอย่างหนักเพื่อให้บรรลุในระหว่างที่กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องนั้นเพิ่มแรงเหวี่ยงขึ้นไป (Productivity Press Development Team, 2550)

สำหรับในอุตสาหกรรมการผลิตนั้น มีการนำมาตรฐานมาประยุกต์ใช้กับการผลิตอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1) ข้อกำหนดและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งก็เพื่อขจัดข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์

2) การวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อขจัดความสูญเปล่าที่เกิดจากกระบวนการ ซึ่งก็รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องด้วย

งานที่เป็นมาตรฐาน (Standard work) คือ ชุดขั้นตอนการทำงานที่ทุกคนเห็นพ้องต้องกันแล้วว่าเป็นวิธีการและลำดับการทำงานที่ดีที่สุดและเชื่อถือได้มากที่สุดสำหรับกระบวนการแต่ละกระบวนการและสำหรับพนักงานแต่ละคน และยังเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยค้นหาวิธีการและลำดับเหล่านี้ให้อีกด้วย งานที่เป็นมาตรฐานนี้มีเป้าหมายเพื่อทำให้งานมีสมรรถนะสูงสุด ขณะที่ก็ต้องลดความสูญเปล่าในการปฏิบัติการและภาระงาน (Workload) ของแต่ละคนให้เหลือน้อยที่สุดด้วย

การทำให้เป็นมาตรฐาน (Standardization) เป็นวิธีการปฏิบัติเกี่ยวกับการกำหนดการสื่อสาร การปฏิบัติตาม และการปรับปรุงมาตรฐาน กระบวนการผลิตจะต้องอาศัยการทำให้เป็นมาตรฐานนี้เพื่อทำให้เกิดความคงเส้นคงวา (Consistency) ด้วยเกณฑ์และวิธีปฏิบัติที่เป็นแบบเดียวกัน

คู่มือการทำงานมาตรฐานควรประกอบด้วยคำจำกัดความที่เข้าใจได้โดยง่าย ใช้ภาษาที่สอดคล้องกับมาตรฐานและธรรมเนียมของแต่ละโรงงาน และไม่ว่าแผนกใดที่จำเป็นต้องใช้คู่มือเดียวกันนี้ก็ควรจะสามารถเข้าใจได้ดีเท่า ๆ กันด้วย ถ้าแต่ละแผนกใช้คำศัพท์คนละคำเพื่อเรียกสิ่งเดียวกัน ก็ควรจะต้องมีการรวบรวมคำที่เกี่ยวเนื่องกันทั้งหมดนั้นไว้ด้วยกันและนิยามให้ชัดเจนด้วยรูปแบบมาตรฐาน (Standard format) ควรจะง่ายต่อการปรับปรุงแก้ไข เพื่อว่าเวลาที่รุ่นหรือกระบวนการของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นก็จะได้มีการปรับปรุงคู่มือใหม่แค่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ข้อมูลในคู่มือก็ควรจะเป็นไปตามวัตถุประสงค์หลักของมันอย่างแท้จริง นั่นคือ การคงรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์และสมรรถนะของอุปกรณ์ไว้ในระดับสูง

การฝึกอบรมพนักงานเป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคการทำให้เป็นมาตรฐานวิธีการหนึ่งโดยมีมาตรฐานการฝึกอบรมอยู่ 3 แบบ คือ

1) การฝึกอบรมแบบพนักงานกับพนักงาน

ปกติแล้วการฝึกอบรมแบบนี้จะเป็นการฝึกอบรมในขณะปฏิบัติงาน (On-the-jobtraining) และเป็นการฝึกอบรมที่ใช้กันทั่วไปมากที่สุดในโรงงาน แต่หากจะให้มีประสิทธิผล ก็จะต้องมีการทำให้เป็นมาตรฐานและมีการพิจารณาทบทวนวงจรการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อไปสนับสนุนการปฏิบัติตามวิธีการที่เชื่อถือได้นั้น

2) การฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้จัดการ

ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้จัดการจะปฏิบัติในแนวทางคล้าย ๆ กันกับการฝึกอบรมแบบพนักงานกับพนักงาน การฝึกอบรมนั้นควรเน้นที่การปฏิบัติงานจริงที่สถานที่ปฏิบัติงาน แม้ว่าจะได้มีการอธิบายถึงหลักการเบื้องต้นในห้องเรียนอย่างครอบคลุมแล้วก็ตาม และหลังจากที่ได้เรียนรู้พื้นฐานอย่างถ่องแท้แล้ว ผู้สอนก็จะต้องแน่ใจว่าผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมเข้าใจวิธีการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกันแล้วเป็นอย่างดี

3) การฝึกอบรมโดยใช้เทคนิคทางการจัดการด้วยสายตา (Virtual management)

การฝึกอบรมแบบนี้เป็นการทำให้เป้าหมายและวิธีการวัด ความแตกต่างระหว่างมาตรฐานและผลลัพธ์ของจริงที่ได้ และตัววิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐานเองสามารถมองเห็นได้ด้วยสายตาเพื่อสะท้อนให้เห็นอย่างชัดเจนว่าการปฏิบัติงานต่าง ๆ นั้นเป็นไปตามมาตรฐานแค่ไหน โดยจะแสดงสิ่งเหล่านี้ไว้ที่สถานีงาน ในเซลล์ และในพื้นที่ทำงาน เพื่อให้พนักงานสามารถใช้เพื่อแก้ไขความแปรปรวน (Variance) ที่เกิดขึ้นและได้รู้ว่าตรงไหนที่มีปัญหาเกิดขึ้น

2.1.7 Six Sigma

คำว่า Six Sigma จะอ้างอิงถึงเป้าหมายเฉพาะของการลดของเสียให้เข้าใกล้ศูนย์ ซิกม่า (Sigma) คือ ตัวอักษรกรีก (σ) ในทางสถิติใช้แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ซิกม่าหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานนั้นบอกให้ทราบถึงความแปรปรวนภายในของกลุ่มประชากร ดังนั้น ความแปรปรวนมาก ก็หมายถึงมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาก ตัวอย่างเช่น คุณอาจจะซื้อเสื้อเชิ้ต 3 ตัวที่มีขนาดเดียวกันมา แล้วอาจจะพบว่าไม่มีตัวใดเลยที่มีความยาวของแขนตรงกับความยาวที่เขียนไว้ในป้ายคือ มี 2 ตัวที่สั้นกว่า ส่วนอีกตัวหนึ่งยาวกว่าเกือบ 1 นิ้ว ทั้งหมดที่กล่าวมานั้นก็คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานนั่นเอง

ในมุมของสถิตินั้นเป้าหมายของ Six Sigma ก็คือการลดความแปรปรวนเพื่อให้เกิดส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่น้อยที่สุด ทำให้ผลิตภัณฑ์หรือบริการของคุณเกือบทั้งหมดจะมีคุณค่าเท่ากับหรือเหนือกว่าความคาดหวังของลูกค้า

ความแปรปรวนและความต้องการของลูกค้า

ตามแนวคิดดั้งเดิม ธุรกิจได้อธิบายผลิตภัณฑ์และบริการในรูปของค่าเฉลี่ย เช่น ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย เวลาเฉลี่ยในการส่งสินค้า เป็นต้น แม้แต่ในโรงพยาบาลเองก็มีการวัดจำนวนคนไข้เฉลี่ยที่เข้ามารับการรักษาแล้วติดเชื้อเช่นกัน

ความยุ่งยากที่เกิดขึ้นก็คือ ค่าเฉลี่ยเหล่านั้นจะเป็นตัวซ่อนปัญหาที่มีอยู่ เช่น ด้วยแนวทางดำเนินการสำหรับกระบวนการในปัจจุบัน หากคุณสัญญากับลูกค้าว่าจะส่งสินค้าให้ภายใน 2 วันหลังจากได้รับคำสั่งซื้อและค่าเฉลี่ยของเวลาในการจัดส่งของคุณคือ 2 วัน นั่นหมายถึง มีผลิตภัณฑ์ของคุณเป็นจำนวนมากถูกจัดส่งไปสู่ลูกค้านานเกินกว่า 2 วัน (เพราะการที่มีค่าเฉลี่ย 2 วัน นั่นหมายถึงความว่าอาจจะมีบางครั้งที่ใช้เวลามากกว่าหรือน้อยกว่าค่าเฉลี่ยนั้น) หากคุณต้องการให้ผลิตภัณฑ์ของคุณส่งถึงมือลูกค้าภายใน 2 วัน หรือน้อยกว่านั้น คุณจะต้องมีความคิดในการขจัดปัญหาและความแปรปรวนในกระบวนการของคุณอย่างจริงจัง

ที่จะกล่าวต่อไปนี้ คือ สมมติว่าคุณต้องการให้กระบวนการของการขับรถไปทำงาน เกิดข้อบกพร่อง (ไปถึงก่อนหรือหลังเวลา) ไม่มากกว่า 3.4 ครั้งใน 1 ล้านครั้งที่เดินทาง เป้าหมายของคุณคือการไปถึงที่ทำงาน 8.30 น. แต่คุณก็เต็มใจให้สามารถเกิดความคลาดเคลื่อนได้ในระหว่าง 8.28 - 8.32 น. เนื่องจากโดยปกติ คุณใช้เวลาในการขับรถ 18 นาที นั่นหมายความ

ว่า เป้าหมายของเวลาที่ใช้ในการเดินทางของคุณจะอยู่ในช่วง 16 – 20 นาที คุณได้ลองทำการเก็บข้อมูลเวลาจริงในการเดินทางและสร้างกราฟออกมา

แน่นอนว่ามันจะต้องมีความแปรปรวนเกิดขึ้นในกระบวนการ ซึ่งความแปรปรวนหมายถึงว่าผลิตภัณฑ์และบริการของคุณจะต่ำกว่า หรืออาจจะเหนือว่าความต้องการของลูกค้า หากคุณต้องการเวลาที่ใช้ในการเดินทางแบบ Six Sigma ปัญหาที่พบคือ เกิดของเสียมากมาย นั่นก็คือเวลาที่มาถึงก่อนหรือมาสายไป นั่นเอง

ดังนั้น เมื่อคุณต้องการปรับปรุงกระบวนการของคุณ โดยคุณอาจจะค้นหาเส้นทางที่ค่อนข้างมีความเชื่อถือได้ คือ มีการจราจรติดขัดน้อย คุณตื่นเมื่อนาฬิการปลุกตั้งแต่ครั้งแรก และควบคุมความเร็วในการขับขี่ หลังจากที่คุณเปลี่ยนแปลง ต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำให้พบว่าเวลาที่ใช้ในการเดินทางนั้นเข้าใกล้ Six Sigma ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใหม่ที่ได้เท่ากับ 1/3 ของนาที นั่นหมายความว่าความแปรปรวนในกระบวนการของคุณลดลงจนสามารถรับประกันได้ว่าคุณจะมาถึงที่ทำงานภายใน 16 – 21 นาทีหลังจากเริ่มออกจากบ้าน

ตัวอย่างที่นำเสนอนั้นมีความหมายโดยตรงสำหรับธุรกิจทั่วไปในโลก หากเรากำหนดเวลาเครื่องบินออกเดินทางไว้ จะพบว่าเวลาจริง ๆ อาจจะช้ากว่าเวลาที่กำหนดภายใน 5 – 30 นาที ซึ่งลูกค้าอาจจะไม่พอใจและไปใช้บริการกับเจ้าอื่น (นอกจากว่าจะไม่สามารถหาสายการบินอื่น ๆ ที่ดีได้) เช่นเดียวกับตัวอย่างของเครื่องปิ้งขนมปัง ที่วันนี้อาจจะทำให้ขนมปังสุกพอดี แต่พรุ่งนี้กลับทำให้ขนมปังไหม้ ลูกค้าก็จะกลับมายังร้านที่ซื้อเครื่องปิ้งนี้พร้อมกับอารมณ์ที่ไม่พึงพอใจ

จะเกิดอะไรขึ้นหากเราอยู่ระดับสมรรถนะที่ 6 Sigma ยกตัวอย่างเวลาในการเดินทางดังที่กล่าวไปแล้ว หมายความว่าเวลาในการเดินทางจะค่อนข้างแม่นยำแน่นอน และของเสีย/ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น นั่นคือเวลาที่น้อยกว่า 16 หรือมากกว่า 21 นาทีนั้นจะเกิดขึ้นเพียง 3.4 ครั้งในการเดินทาง 1 ล้านครั้ง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 พิพัฒน์ ศรีธรรมวงศ์, (2541)

งานวิจัยนี้กล่าวถึง การศึกษาการวิเคราะห์ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วน และประกอบรถยนต์บรรทุก โดยงานวิจัยนี้ศึกษาการวิเคราะห์

ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต และได้นำเสนอปัจจัยความสูญเปล่าในด้านต่างๆ ได้แก่ ความสูญเปล่าจากความผิดพลาดของคนไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานการทำงาน ความสูญเปล่าจากการบริหารที่ไม่เข้มงวด ซึ่งสรุปเป็นหัวข้อสำคัญได้ดังนี้

1. ความแปรปรวนด้านคุณภาพระหว่างกระบวนการผลิต
2. การจัดลำดับการผลิตไม่ดี และการแก้ไขงาน
3. ความแปรผันในการออกแบบ และการผลิต
4. ผลิตภัณฑ์บกพร่องเนื่องจากการบริหารงานไม่เข้มงวด
5. ผลิตชิ้นส่วนไม่ตรงตามข้อกำหนด

แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว ได้พัฒนาวิธีการวิเคราะห์ความสูญเปล่าในกระบวนการที่เกิดจากเวลาการผลิต การปรับปรุงโครงสร้างองค์กร การควบคุมพัสดุคงคลังโดยเทคนิค ABC Analysis การปรับปรุงเทคนิคการผลิต การควบคุมคุณภาพโดยใช้ P และ C-Control Chart การควบคุมความสูญเปล่าทางด้านแรงงานและเสนอแนะการทำมาตรฐานการทำงาน

2.2.2 ยุทธศักดิ์ บุญศิริเอื้อเฟื้อ, (2543)

พัฒนาต้นแบบการลดความสูญเปล่า และสร้างมาตรฐานควบคุมความสูญเปล่าทั้งเจ็ดประการ อันได้แก่ การผลิตที่มากเกินไป การรอคอย การขนส่ง กระบวนการที่ไม่เหมาะสม สินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น การเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม และข้อบกพร่องของสินค้า ให้สามารถนำไปใช้กับวิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อมได้ โดยใช้กรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องสำอาง กรณีศึกษาโดยใช้แนวทางของ Process Activity Mapping วิเคราะห์เปรียบเทียบกับทฤษฎีความสูญเปล่าทั้งเจ็ดประการ พร้อมหาขั้นตอน และใช้เทคนิควิศวกรรมอุตสาหการ การบริหารพัสดุคงคลัง และเครื่องมือคุณภาพ เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการเพื่อลดความสูญเปล่า นำไปทดสอบและปรับปรุงขั้นตอน และระบบเอกสารที่นำมาช่วยลดความสูญเปล่า เพื่อพัฒนา และออกแบบระบบเอกสารให้สามารถนำไปใช้ได้กับวิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อม

2.2.3 อนิรุท พัฒนธีระ, (2545)

ศึกษาวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการหยุดสายการประกอบรถยนต์กระบะ และลดอัตราเฉลี่ยร้อยละของการหยุดของสายการประกอบต่อปีลงเพื่อเพิ่มผลการผลิต พบว่า ปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการหยุดของสายการประกอบมาจาก ชิ้นส่วนประกอบที่ไม่ได้คุณภาพ และลักษณะวิธีการทำงานของพนักงานที่บกพร่อง มาตรการที่ใช้ในการปรับปรุงสายการผลิต โดยลดการหยุดของสายการประกอบ ได้แก่ 1) การจัดทำเอกสารทางเทคนิคเพื่อใช้เป็นเอกสารในการตรวจสอบชิ้นงาน 2) การใช้ Why-Why analysis เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และเทคนิค Poka-Yoke เพื่อลดความผิดพลาดในการทำงานของพนักงาน และ 3) การใช้เทคนิค Kaizen เพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมในสายการประกอบ หลังจากที่ได้นำมาตรการต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ ทำให้สามารถลดเวลาการหยุดของสายการประกอบลงได้ จากมีอัตราเฉลี่ยร้อยละของการหยุดสายการประกอบก่อนการปรับปรุงเท่ากับ ร้อยละ 3.08 ซึ่งทางบริษัทอนุญาตให้มีการหยุดสายการประกอบได้ เท่ากับ ร้อยละ 2.5เท่านั้น หลังจากการปรับปรุง ทำให้ผลการผลิตเพิ่มขึ้นประมาณ 74 คันต่อเดือน และมีอัตราเฉลี่ยร้อยละของการหยุดสายการประกอบลดลง คือ ลดลงมาถึง ร้อยละ 1.83

2.2.4 ธันยพร มะโนประเสริฐกุล, (2544)

พัฒนารหัสบ่งชี้เพื่อลดความสูญเปล่าในสายการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมอิเลคทรอนิคส์ โดยจัดกลุ่มแยกตามรหัสความสูญเปล่า ออกแบบเครื่องมือเพื่อป้องกันและแก้ไขความสูญเปล่า ได้แก่วิธีการออกแบบระบบงาน เพื่อการเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์โดยการออกระบบงานและจัดทำโปรแกรมเพื่อสนับสนุนการเบิก-จ่ายอุปกรณ์จากสโตร์ การออกระบบงานในการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อการลดปัญหาด้านคุณภาพในการผลิต แบบผลิตปริมาณต่อครั้งการผลิตรวมไปถึงการศึกษาวิธีการทำงานเพื่อจัดสมดุลสายการผลิต ซึ่งสามารถลดเวลามาตรฐานลงได้ 31% จากเวลามาตรฐานเดิม

2.2.5 อ้อมใจ พงษาเกษตร, (2550)

ศึกษาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตของโรงานผลิตชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์กรณีศึกษาแห่งหนึ่ง เพื่อเพิ่มผลผลิตในกระบวนการให้มากยิ่งขึ้น จากการศึกษาพบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพมีหลายประการ ซึ่งส่งผลกระทบให้ส่งมอบสินค้าไม่ทันตามกำหนดเวลาโดยสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดปัญหานี้คือการที่มีกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิด

คุณค่าในสายการผลิตที่มากเกินไป จนส่งผลให้เกิดความสูญเปล่าต่างๆขึ้นตามมาในกระบวนการผลิต ซึ่งมีแนวทางแก้ไขคือ พิจารณากิจกรรมในแต่ละขั้นตอนการทำงานตลอดทั้งสายการผลิตเพื่อจำแนกประเภทกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าโดยทำการวิเคราะห์ในแต่ละกิจกรรมและจำแนกออกให้อยู่ในรูปแบบของความสูญเปล่าแต่ละประเภท จากนั้นทำการแก้ไขปรับปรุงปัญหาที่เกิดขึ้นโดยอาศัยหลักการและการเลือกใช้เครื่องมือของลีนให้เหมาะสมกับแต่ละประเภทของความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น ซึ่งผลหลังจากการดำเนินการปรับปรุงโรงงานกรณีศึกษาแห่งนี้ พบว่าการผลิตมีแนวโน้มที่ดีขึ้นคือ ผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 2262 เป็น 2520 ชิ้นงาน คิดเป็น 11.41% เปอร์เซ็นต์ ผลิตภาพเฉลี่ย (Productivity) เพิ่มขึ้นจาก 88.96 เป็น 92.60 คิดเป็น 2.93% อีกทั้งยังส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลดลงจาก 12.60 เป็น 12.42 คิดเป็น 1.43%

2.2.6 Emre Enginarlar, Jingshan Li, and Semyou M. Meerkov (2005)

ได้ศึกษาการใช้ระบบการผลิตแบบลีนเพื่อการกำหนดระดับของ Buffer ที่น้อยที่สุดที่จำเป็นและเหมาะสมกับกระบวนการผลิต โดยได้ดำเนินกรณีศึกษาในสายการผลิตหลายสายการผลิต ซึ่งเครื่องจักรลักษณะการกระจายของข้อมูล Up time และ Down time เป็นแบบ Weibul, Gamma, และ Log normal ซึ่งผลแสดงให้เห็นว่า 1) ระดับที่น้อย Buffer ที่น้อยที่สุดจะไม่ขึ้นกับชนิดของการกระจายใดๆเลย แต่จะขึ้นอยู่กับ Coefficient of variation (CV) ของ Up time (CV_{up}) และ Down time (CV_{down}) 2) ระดับ Buffer ที่น้อยที่สุดจะขึ้นอยู่กับ CV_{down} มากกว่า CV_{up} แต่ระดับความแตกต่างกันมีไม่สูงมาก (ไม่เกิน 20%) และจากงานวิจัยนี้พบว่าในการพิจารณาเพื่อกำหนดระดับ Buffer ที่น้อยที่สุดขึ้นอยู่กับ 4 ปัจจัยสำคัญคือ ประสิทธิภาพของเครื่องจักร ประสิทธิภาพของสายการผลิต จำนวนเครื่องจักรในระบบ และ CV_{up} และ CV_{down} โดยคำนวณโดยใช้สมมติฐานของสมการ Exponantial ซึ่งผลจากการคำนวณสามารถอ้างอิงได้ในทุกลักษณะการกระจายของข้อมูลที่มี Up time และ Down time ที่มีค่า CV_{up} และ CV_{down} น้อยกว่า 1

2.2.7 Edward D.Arnheiter and John Maleyeff (2005)

ได้วิจัยแนวคิดของการบูรณาการการบริหารจัดการแบบลีนและซิก ซิกม่า เพื่อกำจัดความเข้าใจผิดในหลักการของ ซิก ซิกม่าและการบริหารจัดการแบบลีน โดยการอธิบายหลักสำคัญและเทคนิคการนำไปใช้งานจริงในแต่ละกระบวนการ และยังได้อธิบายว่าอะไรที่องค์กรแบบลีนสามารถได้รับประโยชน์จากซิก ซิกม่า และอะไรที่องค์กรซิก ซิกม่าได้รับประโยชน์จากการบริหารจัดการแบบลีน โดยการศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง ซิก ซิกม่า และการบริหารจัดการแบบลีนโดยพิจารณาจากงานวิจัยอื่นๆที่เคยมีมาแล้ว การวิเคราะห์จุดสำคัญขององค์ความรู้ และความ

ชำนาญของผู้วิจัย ซึ่งพบว่าการนำการบริหารจัดการทั้ง 2 ระบบไปใช้งานจริง ถ้าเลือกใช้ระบบใดระบบหนึ่งผลที่ได้จะมีข้อจำกัดในแต่ละระบบ และจากการวิเคราะห์พบได้ว่ามีเหตุผลหลายประการที่ทำให้ถ้านำระบบใดระบบหนึ่งไปใช้เพียงระบบเดียว จะเกิดความล้มเหลวหรือผลลัพธ์ที่นำไปใช้จะไม่สมบูรณ์แบบ ในทางปฏิบัติเพื่อใช้งานจริง องค์กรแบบลีน ซิก ซิกม่า จะได้ผลประโยชน์จากจุดแข็งของทั้ง 2 ระบบบริหารจัดการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การศึกษาสภาพโดยทั่วไปและการกำหนดปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา

(Define Phase)

ในบทนี้เป็นการกล่าวถึงลักษณะโดยทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา ระบบการทำงานขั้นตอนการผลิตและเป็นขั้นตอนเริ่มต้นของงานวิจัยโดยการเข้าไปสำรวจสภาพปัญหาภายในบริษัทกรณีศึกษา หลังจากที่ได้กำหนดขอบเขตในบทที่ 1 แล้ว โดยจะเริ่มต้นจากการ จัดตั้งทีมงานสำหรับปรับปรุงและแก้ไขปัญหา ศึกษารายละเอียดข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา ลักษณะงานของบริษัทกรณีศึกษา โครงสร้างองค์กร การศึกษาการทำงานในกระบวนการติดตั้งแก๊สรถยนต์ และการระบุที่มาของปัญหา

3.1 ทีมงานสำหรับปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

ในการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาของบริษัทกรณีศึกษาจำเป็นต้องอาศัยการระดมสมองจากผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเป็นอย่างดี เพื่อที่จะให้ได้ข้อมูลและสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง สำหรับทีมงานในบริษัทกรณีศึกษาในการลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M ในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย

1. ผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์ (ผู้วิจัย)
2. ผู้จัดการแผนกรับประกันคุณภาพ
3. ผู้จัดการแผนกบริการหลังการขาย
4. ผู้จัดการแผนกวิศวกรรม
5. หัวหน้าช่างสายการติดตั้งก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M
6. หัวหน้าช่าง Sub-Assembly Line
7. Production Engineer
8. Production Technical Support

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9. QA Engineer

10.QA Supervisor

โดยสมาชิกทุกคนในทีมมีหน้าที่ในการแสดงความคิดเห็นถึงประเด็นปัญหาต่างๆ ที่พิจารณาในที่ประชุม ซึ่งดำเนินการประชุมโดยผู้วิจัย เป็นผู้ติดต่อ ประสานงาน สรุปบันทึกการประชุม เสนอแนะความคิดเห็น รวบรวม นำเสนอและสรุปข้อมูลที่ได้จากการประชุมวิเคราะห์เพื่อแก้ไขปัญหา

3.2 ข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา

ในปี พ.ศ.2520 ได้เกิดวิกฤตการณ์ขาดแคลนน้ำมันอย่างรุนแรง ราคาน้ำมันเบนซินสูงขึ้นในช่วงดังกล่าว บริษัทกรณีศึกษา ได้ประกอบธุรกิจนำเข้าและค้าขายเครื่องยนต์ได้เล็งเห็นช่องทางการค้า โดยนำอุปกรณ์ติดตั้งก๊าซจากประเทศญี่ปุ่น มาติดตั้งใช้กับรถยนต์ และได้ก่อตั้งในปี พ.ศ.2522 มีทุนจดทะเบียน 5 ล้านบาท จากนั้นได้มีการขยายกิจการโดยสร้างสถานีบริการก๊าซจำนวนมาก เนื่องจากการขยายงานก่อสร้างสถานีบริการก๊าซจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ จึงได้ทำการติดต่อโรงงานผู้ผลิต อุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นตัวแทนจำหน่ายสินค้าและเริ่มมีการรับจ้างงานติดตั้งสถานีบริการ โรงงานก๊าซตั้งแต่นั้นเป็นต้นไป และบริษัทกรณีศึกษา ได้จดทะเบียนใหม่ในปี พ.ศ.2534 ทุนจดทะเบียน 30 ล้านบาท

วิสัยทัศน์ของบริษัทกรณีศึกษา คือ เรามุ่งมั่นเพื่อดำรงความเป็นหนึ่งในผู้นำระดับประเทศในด้านงานวิศวกรรมและการตลาดสำหรับอุปกรณ์ก๊าซและน้ำมันรวมทั้งธุรกิจต่อเนื่อง

พันธกิจของบริษัทกรณีศึกษา คือ

1. สินค้า เลือกสรรผลิตภัณฑ์ระดับมาตรฐานสากลที่มีความคงทนและปลอดภัยเชื่อถือได้
2. บริการ จัดระบบการบริการที่มาตรฐานสามารถบริการลูกค้าด้วยคุณภาพและความสะดวกรวดเร็ว
3. เทคโนโลยี มีการเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ๆ ให้มีความทันสมัยอยู่เสมอและนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. องค์กร พัฒนาบุคลากรและหน่วยงานให้มีระบบงานที่มีมาตรฐานเพื่อเป็นองค์กรที่มั่นคงและมีประสิทธิภาพสูงสุด

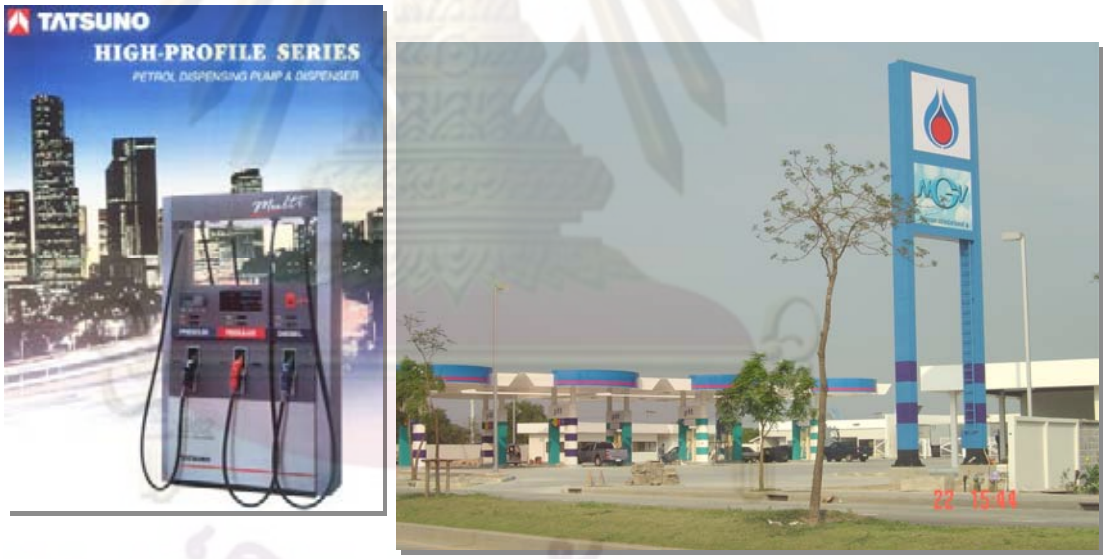
5. คู่ค้า ร่วมสนับสนุนส่งเสริมให้คู่ค้าและบริษัทเติบโตไปด้วยกัน

6. สร้างประโยชน์ต่อสังคม สนับสนุนและร่วมสร้างการประหยัดพลังงานรวมทั้งการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้แก่สังคม

3.3 ลักษณะงานของบริษัทกรณีศึกษา

ลักษณะงานของบริษัทกรณีศึกษาสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทคือ

1. งานบริการขายและบริการ อุปกรณ์สำหรับเชื้อเพลิง เช่นงานขายตู้จ่ายน้ำมัน งานติดตั้งตู้จ่ายน้ำมัน งานขายและติดตั้ง Vaporizer งานขายและติดตั้งปั๊มเชื้อเพลิงปิโตรเลียมเหลว (LPG)



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างตู้จ่ายน้ำมันและสถานีจ่ายน้ำมัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. งานบริการก๊าซแอลพีจี (LPG)

2.1 การออกแบบและติดตั้งระบบการใช้เชื้อเพลิงก๊าซแอลพีจี (LPG) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการติดตั้งระบบก๊าซเชื้อเพลิงแอลพีจีสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 สถานีบริการก๊าซเชื้อเพลิงแอลพีจี (LPG) สำหรับรถยนต์

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการสถานีบริการก๊าซเชื้อเพลิงแอลพีจีสำหรับรถยนต์

2.3 โรงบรรจุก๊าซแอลพีจี (LPG)

2.4 รถบรรทุกก๊าซ LPG

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างรถบรรทุกก๊าซแอลพีจี (LPG)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. งานบริการก๊าซซีเอ็นจี (CNG)

3.1 สถานีบริการก๊าซซีเอ็นจี (CNG)

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างสถานีบริการก๊าซซีเอ็นจี (CNG)

3.2 รถบรรทุกก๊าซ CNG

รูปที่ 3.6 ตัวอย่างรถบรรทุกก๊าซ CNG

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. งานบริการติดตั้งก๊าซรถยนต์แอลพีจี (LPG) หรือซีเอ็นจี (CNG)

4.1 งานบริการติดตั้งก๊าซรถยนต์แอลพีจี (LPG) หรือซีเอ็นจี (CNG) สำหรับลูกค้าทั่วไป คือ การติดตั้งติดตั้งระบบก๊าซเชื้อเพลิงรถยนต์แอลพีจี (LPG) และซีเอ็นจี (CNG) สำหรับลูกค้าผู้ที่ต้องการเพิ่มระบบเชื้อเพลิงรถยนต์เป็น 2 ระบบคือน้ำมันเชื้อเพลิงและก๊าซเชื้อเพลิง โดยรับติดตั้งระบบเชื้อเพลิงทั้ง 2 ระบบคือ แอลพีจีและซีเอ็นจี โดยลูกค้าเป็นผู้เลือกระบบเอง

รูปที่ 3.7 ตัวอย่างรถยนต์ที่เลือกใช้ระบบก๊าซเชื้อเพลิงรถยนต์

4.2 งานบริการติดตั้งก๊าซรถยนต์แอลพีจี (LPG) หรือ ซีเอ็นจี (CNG) สำหรับลูกค้า OEM (Original equipment manufacturer) คือการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์แอลพีจี (LPG) หรือ ซีเอ็นจี (CNG) สำหรับลูกค้าสั่งติดตั้งรถยี่ห้อ รุ่น และแบบเดียวกันทั้งหมด โดยติดตั้งโดยใช้มาตรฐานเดียวกันกับบริษัทลูกค้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

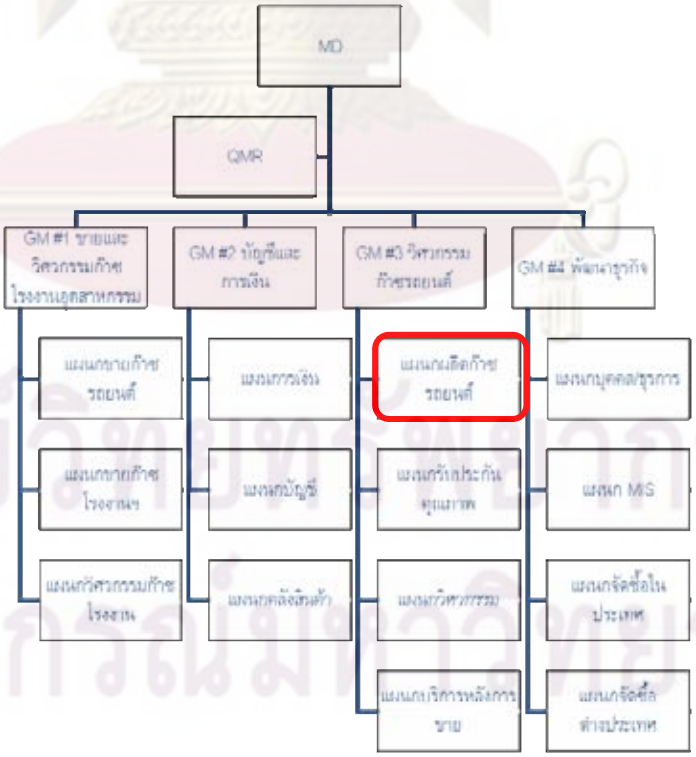
รูปที่ 3.8 ตัวอย่างรถยนต์ยี่ห้อต่างๆที่บริษัทกรณีศึกษาติดตั้งก๊าซเชื้อเพลิงรถยนต์ในลักษณะงาน OEM

4.3 งานบริการติดตั้งก๊าซรถยนต์แอลพีจี (LPG) หรือ ซีเอ็นจี (CNG) สำหรับรถขนส่งเชิงพาณิชย์

รูปที่ 3.9 ตัวอย่างรถยนต์ที่รับบริการติดตั้งก๊าซรถยนต์แอลพีจี (LPG) หรือ ซีเอ็นจี (CNG) สำหรับรถขนส่งเชิงพาณิชย์

3.4 โครงสร้างองค์กร

โครงสร้างองค์กรของบริษัทกรณีศึกษาเป็นดังรูปที่ 3.10 และในส่วนที่จะกล่าวถึงในงานวิจัยฉบับนี้จะกล่าวถึงงานในส่วนของแผนกผลิตก๊าซรถยนต์ ซึ่งอยู่ในฝ่ายวิศวกรรมก๊าซรถยนต์ที่ประกอบไปด้วย 4 แผนก ดังรูปที่ 3.10 ซึ่งต้องมีการทำงานเกี่ยวข้องซึ่งกันและกันมาก และเมื่อพิจารณาโครงสร้างองค์กรเฉพาะส่วนของแผนกผลิตก๊าซรถยนต์ มีโครงสร้างองค์กรของแผนกตามรูปที่ 3.11 โดยแผนกผลิตก๊าซรถยนต์ หรือ Autogas Production มีการแบ่งโครงสร้างองค์กรเป็น 2 ส่วน คือ 1. ติดตั้งก๊าซรถยนต์ 2. ธุรการ ซึ่งในส่วนงานที่ถูกระบุลงในขอบเขตงานวิจัยตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 เรื่องขอบเขตงานวิจัยว่า ศึกษาสภาพปัญหาของการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M เท่านั้น อยู่ในส่วนงานของ Line Production (Flow Shop) จะมีหน้าที่ติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ให้กับลูกค้าทั้งโดยมีลักษณะงานคือมีการจัดและเตรียมพื้นที่สำหรับการติดตั้งก๊าซเป็นแยกเป็นหลายๆ สถานีงาน แต่ละสถานีงานมีพนักงานและงานที่ชัดเจน ซึ่งแตกต่างกับในส่วนงานของ Batch Production ซึ่งจะมีการทำงานแบบ Job shop คือพนักงานแต่ละคนมีระดับความสามารถที่ใกล้เคียงกัน แบ่งเป็นทีม ทีมละ 2-3 คน และติดตั้งระบบก๊าซให้กับรถยนต์ครั้งละ 1 คันตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จ ส่วนงานของ Sub-Assembly production จะมีหน้าที่ประกอบอุปกรณ์ก๊าซให้เป็นชิ้นงานที่พร้อมติดตั้งลงในรถยนต์ และทดสอบก่อนการติดตั้ง ให้กับ Line Production



รูปที่ 3.10 โครงสร้างองค์กรของบริษัทกรณีศึกษา

รูปที่ 3.11 โครงสร้างองค์กรของแผนกผลิตก๊าซรถยนต์

3.5 กฎหมายและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์

ในประเทศไทยได้มีการบังคับใช้กฎหมายเพื่อกำหนดมาตรฐานในการติดตั้ง กา ตรวจและทดสอบ มาตรฐานอุปกรณ์หลักและส่วนควบ การให้ความเห็นชอบในการเป็นผู้ติดตั้งระบบการใช้เชื้อเพลิงซีเอ็นจี (CNG) หลายฉบับด้วยกัน ด้วยเหตุผลเพื่อควบคุมมาตรฐานในการติดตั้ง มาตรฐานของอุปกรณ์และการตรวจสอบรถที่ติดตั้งก๊าซไปแล้ว ให้ผู้บริโภคที่ได้รับความปลอดภัยสูงสุด เนื่องจากก๊าซเชื้อเพลิง (CNG) หากเกิดอุบัติเหตุขึ้นมาจะก่อให้เกิดความเสียหายร้ายแรงกับผู้บริโภค ดังนั้นจึงได้มีกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องซึ่งบังคับใช้ต่างๆ คือ กฎกระทรวงกำหนดส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ของรถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิง พ.ศ.2550 ซึ่งมีเนื้อหาสาระสำคัญคือ

1. ส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ที่จะต้องมีจำนวน 18 รายการ และต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กรมการขนส่งฯกำหนด

2. การติดตั้ง การตรวจและทดสอบส่วนควบฯต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กรมการขนส่งฯกำหนด

3. ผู้ติดตั้ง และผู้ตรวจและทดสอบต้องได้รับความเห็นชอบ จากกรมการขนส่งทางบก

3.5.1 รายละเอียดส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ก๊าซ

ตามกฎกระทรวงที่ประกาศ อุปกรณ์ก๊าซและส่วนควบ ต้องมีทั้งหมด 18 รายการ และในแต่ละรายการต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กรมการขนส่งทางบกประกาศ เรื่องกำหนดมาตรฐานส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิง ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ พ.ศ. ๒๕๕๐ ซึ่งกำหนดให้จำนวนทั้งหมด 18 รายการมีดังนี้

1. อุปกรณ์ปรับความดัน (Pressure regulator)
2. อุปกรณ์ระบายความดัน (pressure relief device - PRD)
3. ลิ้นหัวถังที่เปิดปิดด้วยมือ (manual cylinder valve)
4. ลิ้นเปิดปิดอัตโนมัติ (automatic valve)
5. ลิ้นเปิดปิดด้วยมือ (manual valve)
6. ลิ้นป้องกันการไหลเกิน (excess flow valve)
7. อุปกรณ์แสดงค่าความดันก๊าซ (pressure indicator)
8. ลิ้นกันกลับ (check valve or non-return valve)
9. ท่อนำก๊าซ (fuel line) ประเภทท่อนำก๊าซแบบยืดหยุ่น (flexible fuel line)
10. ข้อต่อ (fitting)
11. ตัวกรองก๊าซ (filter)
12. อุปกรณ์ผสมก๊าซกับอากาศ (gas/air mixer) หรืออุปกรณ์จ่ายก๊าซเข้าไปยังท่อร่วมไอดีหรือห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ (gas injector)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

13. เรือนกักก๊าซ (gas tight housing)

14. ท่อระบายก๊าซ (ventilation hose)

15. อุปกรณ์ตรวจวัดความดันหรืออุณหภูมิ (pressure or temperature sensor/indicator)

16. อุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (electronic control unit)

17. ลิ้นระบายความดัน (pressure relief valve or discharge valve)

18. อุปกรณ์ปรับการไหลของก๊าซ (gas flow adjuster)

และถ้าติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวดังต่อไปนี้ อุปกรณ์ต้องเป็นไปตามมาตรฐานที่กรมการขนส่งทางบกประกาศ เช่นกันคือ

1. อุปกรณ์ตรวจวัดความดันหรืออุณหภูมิ (Pressure or temperature sensor)

2. อุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic control unit)

3. ลิ้นระบายความดัน (Pressure relief valve or discharge valve)

4. ลิ้นเปิดปิดด้วยมือ (Manual valve)

5.อุปกรณ์ปรับการไหลของก๊าซ (Gas flow adjuster)

3.5.2 การติดตั้งอุปกรณ์และส่วนควบ ต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กรมการขนส่งฯกำหนดตามประกาศ เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการติดตั้ง และการออกหนังสือรับรองการติดตั้งส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ พ.ศ. ๒๕๕๐

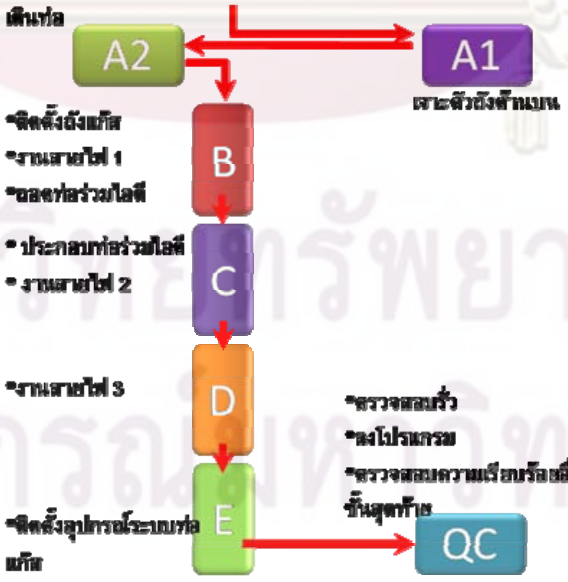
3.5.3 การเป็นผู้ติดตั้ง และผู้ตรวจและทดสอบต้องได้รับความเห็นชอบ จากกรมการขนส่งทางบก ตามประกาศ เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขในการให้ความเห็นชอบและการยกเลิกการให้ความเห็นชอบการเป็นผู้ตรวจและทดสอบส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๑

3.5.4 รถที่ติดตั้งอุปกรณ์และส่วนควบสำหรับการใช้ก๊าซซีเอ็นจีแล้ว ต้องได้รับการตรวจทดสอบและออกหนังสือรับรองการติดตั้งโดยมีรายละเอียดตามประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่องกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ เงื่อนไข และระยะเวลาการตรวจและทดสอบและการออกหนังสือรับรองการตรวจและทดสอบส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ พ.ศ. ๒๕๕๐

จะเห็นได้ว่าในการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซซีเอ็นจี มีข้อกำหนดและมาตรฐานในการติดตั้งครอบคลุมอยู่ค่อนข้างมาก เนื่องจากมีความจะเป็นต้องรักษามาตรฐานทางด้านความปลอดภัยตั้งแต่ผู้ผลิต ผู้ติดตั้ง จนถึงผู้ใช้งาน

3.6 การศึกษาการทำงานในกระบวนการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์

จากกฎหมายที่มีการกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการติดตั้งอุปกรณ์และส่วนควบทั้งหมด ต้องเป็นไปตามประกาศกรมการขนส่งทางบก ดังนั้นในการกำหนดวิธีการติดตั้งจะถูกกำหนดด้วยแผนกวิศวกรรมก๊าซรถยนต์ ในส่วนของรายละเอียดในการทำงานหรือข้อกำนดทางวิศวกรรม จากนั้นนำมาจัดลำดับขั้นตอนการทำงาน และความต่อเนื่อง โดยใช้ลักษณะการทำงานแบบ Flow Shop เนื่องจากบริษัทผู้ผลิตรถยนต์รายดังกล่าวต้องการให้มีขั้นตอนการผลิตที่แน่นอนและต้องการให้งานมีความแม่นยำสูง กล่าวคือให้สามารถติดตั้งได้เหมือนกันทุกคัน ดังนั้นจึงต้องมีการจัดรูปแบบลักษณะการไหลของงานเป็นลักษณะสายงานประกอบชิ้นส่วน (Assembly Line) แสดงเป็นลักษณะการไหลของงานดังรูปที่ 3.12 และแยกกระบวนการทำงานในแต่ละสถานีงานได้ดังตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.12 ลักษณะการไหลของงานในการติดตั้งระบบก๊าซ CNG กับรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M

ในการติดตั้งระบบแก๊สรถยนต์สำหรับรถยี่ห้อ A รุ่น M มีพนักงานที่ทำงานเพื่อติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ทั้งหมด 23 คน รายละเอียดเป็นดังตารางที่ 3.2

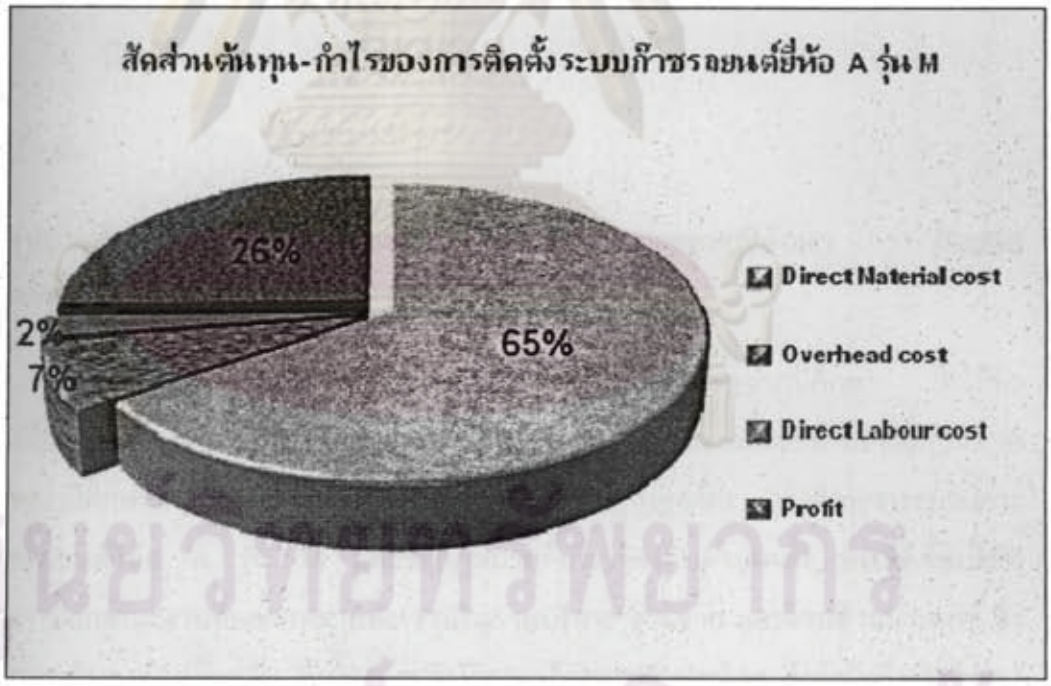
ตารางที่ 3.1 กระบวนการทำงานในแต่ละสถานีงานในการติดตั้งระบบก๊าซ CNG กับรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M

สถานีงาน	กระบวนการ
สถานี A1	1. ใส่ผ้าคลุมรถทั้ง 12 ชิ้น 2. เจาะตัวถังรถด้านบน 3. ใส่ปากฉลาม หมายเหตุ ทั้ง 3 ข้อทำต่อเนื่องกัน
สถานี A2	1. ใส่ท่อแก๊สที่ดัดไว้แล้ว 2. ยึดท่อแก๊สที่ตามจุดที่กำหนด 3. ใส่ขาถังตัวหลัง หมายเหตุ ทั้ง 3 ข้อทำต่อเนื่องกัน
สถานี B	1. ตัดพรมและไม้ปิดยางอะไหล่ 2. ติดตั้งถังแก๊ส ชุดสายรัดและฝาครอบ 3. ถอดแบตขั้วลบ กรองอากาศ ปลั๊กไฟฟ้า ปลั๊กหัวฉีดไฟฟ้า ท่อน้ำมันเชื้อเพลิง ท่อหัวฉีด ท่อร่วมไอดี เดินสายไฟชุดใหญ่จากในรถออกมาที่ห้องเครื่อง หมายเหตุ - ข้อ 1 และ 2 ทำต่อเนื่องกันโดยทำ 1 ก่อน 2 - ข้อ 3 ทำพร้อมกับข้อ 1 และ 2 ได้
สถานี C	1. ประกอบท่อร่วมไอดี ใส่สายหัวฉีด 2. ตัดต่อสายไฟภายในรถยนต์ หมายเหตุ -ข้อ 2 สามารถทำพร้อมกับข้อ 1 ได้
สถานี D	1. ตัดต่อสายไฟหน้าเครื่อง 2. ตัดต่อสายไฟภายในรถยนต์ หมายเหตุ ข้อ 1 สามารถทำพร้อมกับข้อ 2 ได้
สถานี E	1. ติดตั้งชุดอุปกรณ์ Gas Pressure reducer และ Pressure gauge 2. ติดตั้งชุดอุปกรณ์ Gas Filter 3. ติดตั้งชุดอุปกรณ์ Filler Valve, Solenoid Valve และ Manual Valve หมายเหตุ -ข้อ 1 และ 2 ทำพร้อมกันได้ -ข้อ 3 ต้องให้ 1 และ 2 เสร็จก่อนถึงทำได้
QC	1. ตรวจสอบรอยรั่วในข้อต่อแก๊สที่ติดตั้งโดยใช้ Gas Booster และน้ำยาตรวจสอบรอยรั่ว 2. ลงโปรแกรมที่กล่อง ECU 3. ตรวจสอบความเรียบร้อยครั้งสุดท้าย

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดจำนวนพนักงานที่ใช้ในแต่ละส่วนงาน

ส่วนงาน	จำนวนคนที่ใช้
Supervisor	1
Front	1
Station A1	1
Station A2	2
Station B	2
Station C	4
Station D	2
Station E	2
QC	2
Driver	1
Sub-Assembly	4
Warehouse control	1
Total	23

โดยข้อมูลสัดส่วนของต้นทุนและกำไรของรถรุ่นดังกล่าวเป็นดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 สัดส่วนต้นทุน-กำไรของการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M

จากรูปที่ 3.13 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนของต้นทุนและกำไรของการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M มีสัดส่วนของต้นทุนที่เกิดจาก Direct Material cost, Overhead cost, Derect labour cost เป็น 65%, 7% และ 2% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าสัดส่วนที่สูงที่สุดคือส่วน

ของวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งแก๊สเนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศเกือบทั้งหมด และเป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับความปลอดภัยในชีวิตของผู้บริโภค จึงทำให้มีราคาแพง และไม่สามารถปรับเปลี่ยนหรือลดได้เนื่องจากเป็นต้นทุนที่ลูกค้ามีความพึงพอใจที่จะจ่าย เพื่อความมั่นใจและความปลอดภัยในการใช้งานของลูกค้าเอง และจะเห็นได้ว่าสัดส่วนของต้นทุนอื่นๆคือ Overhead cost และ Direct labour cost มีสัดส่วนรวมกันถึง 9% ซึ่งถ้าสามารถลดต้นทุนดังกล่าว โดยการลดต้นทุนที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ (Cost of poor quality) ใน 2 ส่วนนี้ จะทำให้บริษัทมีความสามารถในการทำกำไรเพิ่มมากขึ้น และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับผู้ผลิตรายอื่นๆในตลาด

จากการผลิตในพบปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในการทำงานซึ่งเป็นความสูญเปล่าเช่น

1. การผลิตหยุดชะงักบ่อย
2. ต้องมีการแก้ไขงานหลังจากการติดตั้งแล้วบ่อยครั้ง
3. เกิดอุบัติเหตุขึ้นบ่อยครั้ง ทั้งอุบัติเหตุที่ก่อให้เกิดความเสียหายกับสินค้าและอุบัติเหตุที่เกิดกับพนักงาน
4. มีค่าใช้จ่ายในการทำ OT สูงกว่าส่วนงานอื่นๆ

เป็นต้น

3.7 สรุปการศึกษาสภาพโดยทั่วไปและการกำหนดปัญหาของกรณีศึกษา (Defind Phase)

จากการศึกษาสภาพโดยทั่วไปและการกำหนดปัญหาของกรณีศึกษา ซึ่งได้ทำการจัดตั้งทีมงานจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงาน และได้ศึกษาและอธิบายเกี่ยวกับสภาพของบริษัทกรณีศึกษาทั้งในส่วนงานที่บริษัทดำเนินอยู่ โครงสร้างองค์กร การศึกษากระบวนการติดตั้งก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M และข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้ง สรุปได้คือบริษัทกรณีศึกษา มีลักษณะงานที่หลากหลายทั้ง งานในภาคบริการ งานขาย และงานด้านการผลิต ซึ่งทั้งหมดรวมอยู่ในองค์กรเดียวกัน ดังนั้นการปฏิบัติงานหรือการปรับปรุงใดๆ จึงคำนึงถึงปัจจัยของธุรกิจที่จำเป็นต้องมีความยืดหยุ่นและคล่องตัวสูง และในส่วนของกระบวนการติดตั้งระบบก๊าซให้กับรถยนต์ทุกประเภท ต้องงานติดตั้งให้ตรงและสอดคล้องกับที่กฎหมายได้กำหนดไว้ และการปรับปรุงและแก้ไขใดๆ ต้องดำเนินการบนพื้นฐานและให้สอดคล้องกับข้อกฎหมายเช่นกัน สำหรับกระบวนการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M ในบทนี้จะกล่าวถึงปัญหาต่างๆ ที่พบจากการ

ติดตั้งซึ่งส่งผลให้เกิดความสูญเสียขึ้นในกระบวนการโดยไม่จำเป็น และจะกล่าวถึงการหาปัญหาและสาเหตุที่ในบทถัดไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การระบุตัวชี้วัดปัญหา (Measure Phase)

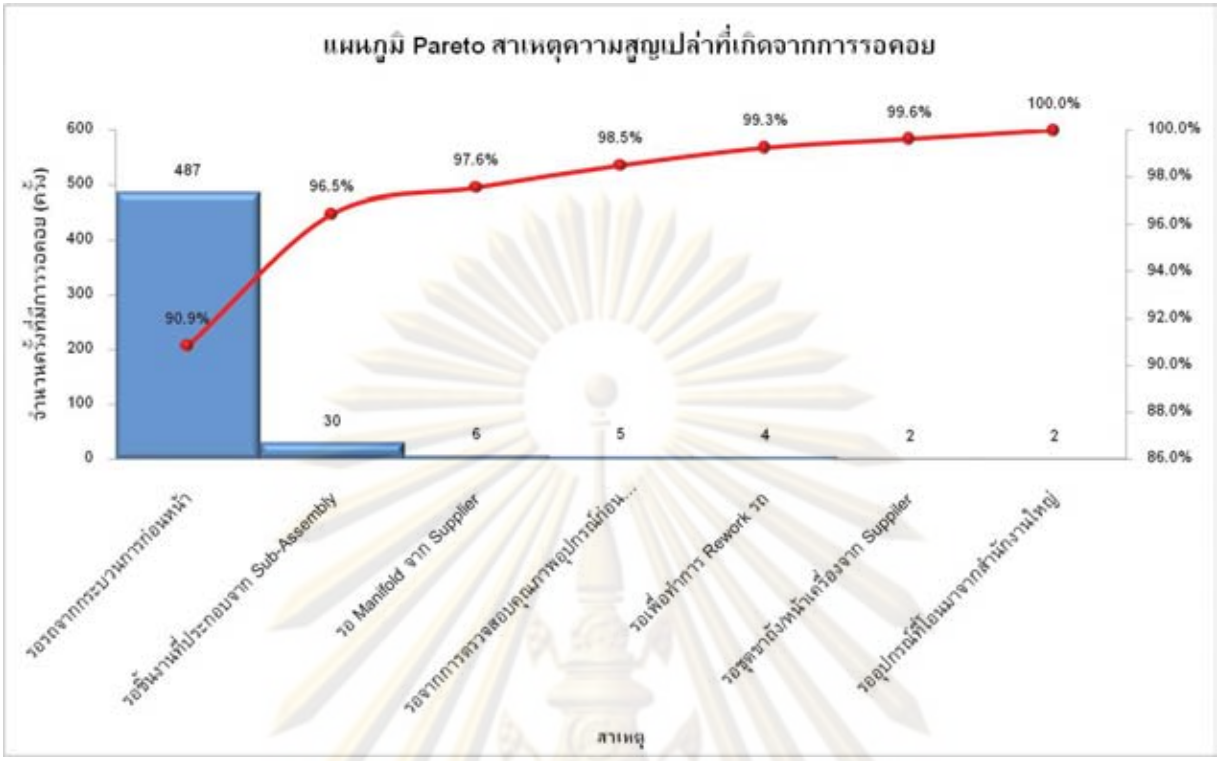
4.1 การระบุตัวชี้วัดปัญหา

จากการเก็บข้อมูลความสูญเปล่าต่างๆที่เกิดขึ้นในการทำงาน โดยใช้ 7 ความสูญเสีย (7 Waste) มาแบ่งลักษณะความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น โดยเก็บข้อมูลระหว่างเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน 2551 โดยกลุ่มตัวอย่าง 300 คัน จาก 480 คันที่ผลิตทั้งหมด พบว่าข้อมูลความสูญเปล่าต่างๆ จากการจัดแบ่งกลุ่มตาม 7 ประเภทของความสูญเปล่าเป็นข้อมูลดังนี้

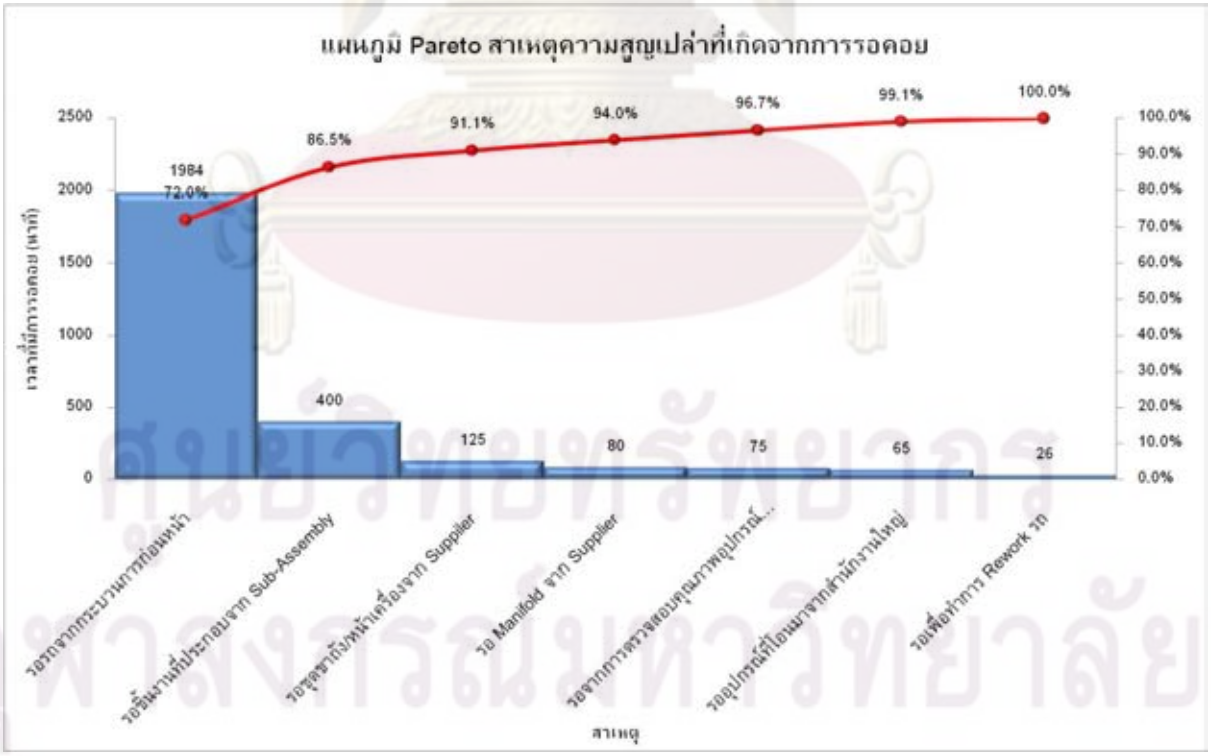
1. ความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินไป (Over-production) จากการเก็บข้อมูลในกระบวนการไม่พบความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินไป เนื่องจากในการติดตั้งแก๊สจะติดตั้งตามใบคำสั่งผลิตของลูกค้า (PO) โดยลูกค้าจะเป็นผู้ส่งรถรุ่นดังกล่าวมาให้ติดตั้งเอง

2. ความสูญเปล่าจากการรอคอย (Waiting) จากการเก็บข้อมูลในกระบวนการผลิตพบว่าเวลาที่สูญเสียทั้งหมด คิดเป็น 9.37% ของเวลาทำงาน (เวลาที่สูญเสียจากการรอคอยคิดเป็น 45.92 ชั่วโมงจาก 490 ชั่วโมงทำงาน) และการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าเป็นดังรูปที่ 4.1 และ รูปที่ 4.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 แผนภูมิแสดงจำนวนครั้งสาเหตุความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอคอย

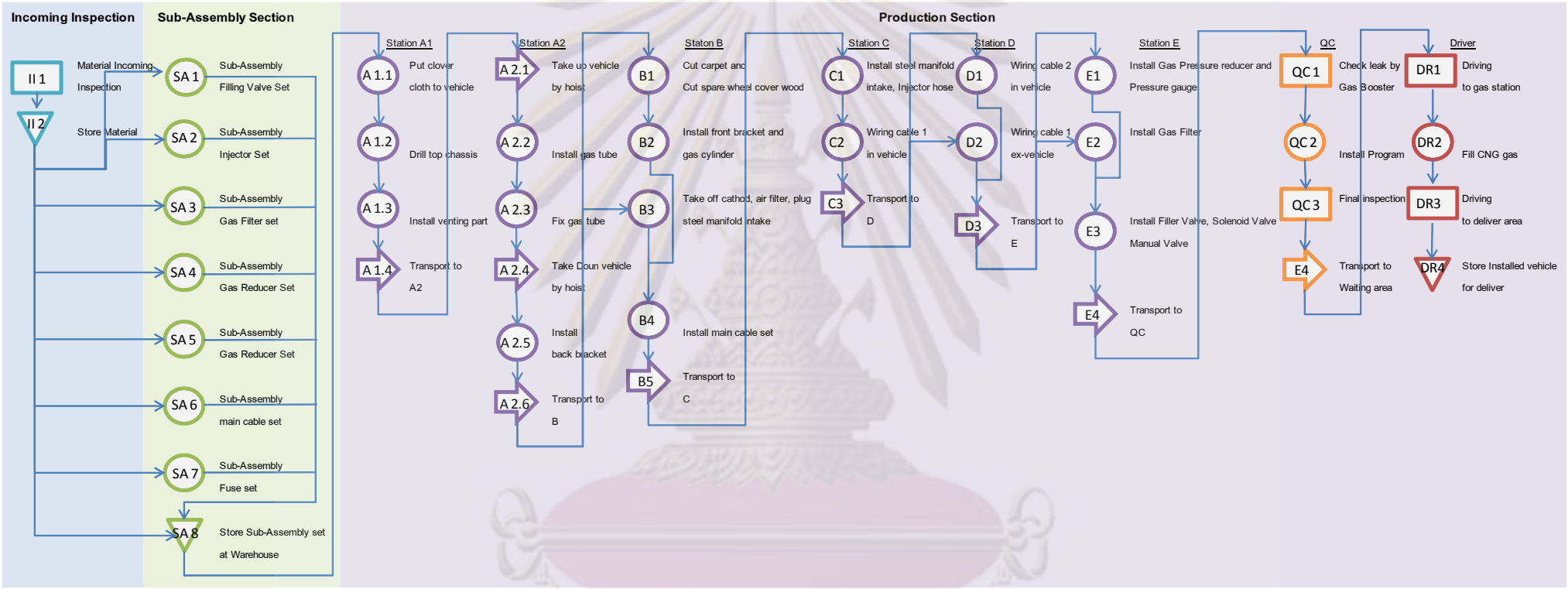


รูปที่ 4.2 แผนภูมิแสดงเวลาที่สูญเสียจากสาเหตุความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอคอย

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าจำนวนครั้งของสาเหตุความสูญเปล่าจากการรอคอยที่มี % มากที่สุดอันดับ 1, 2 และ 3 คือ รอรถจากกระบวนการก่อนหน้า รอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly และรอ Manifold จาก Supplier ซึ่งทั้ง 3 สาเหตุมี % สะสมรวมกันเท่ากับ 97.6% และจากรูปที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าเวลาที่สูญเสียจากสาเหตุความสูญเปล่าจากการรอคอยที่มี % มากที่สุดอันดับ 1, 2 และ 3 คือ รอรถจากกระบวนการก่อนหน้า รอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly และรอชุดขาถัง/หน้าเครื่องจาก Suppiler ทั้ง 3 สาเหตุมี % สะสมรวมกันเท่ากับ 91.1 % ซึ่งสรุปจากทั้ง 2 แผนภูมิได้ว่าสาเหตุความสูญเปล่าจากการรอคอยที่ควรปรับปรุงเนื่องจากมีความถี่ในการเกิดบ่อยและมีความสูญเสียเวลามากที่สุดที่ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขก่อนคือ 1.รอรถจากกระบวนการก่อนหน้า คิดเป็นสัดส่วนเวลาที่สูญเสีย 6.75% (เวลาที่สูญเสีย 33.07 ชั่วโมงจาก 490 ชั่วโมงทำงาน) 2.รอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly คิดเป็นสัดส่วนเวลาที่สูญเสีย 1.36% (เวลาที่สูญเสีย 6.67 ชั่วโมงจาก 490 ชั่วโมงทำงาน)

3. ความสูญเปล่าจากการขนส่ง (Transportation) ความสูญเปล่าในการขนส่งที่เกิดขึ้นสามารถแสดงให้เป็นในรูปแบบ Process Mapping ดังรูปที่ 4.3 ซึ่งจากการพิจารณาในส่วนของสายการผลิต มีการเคลื่อนที่รถที่ติดตั้งเสร็จจากสถานีงานหนึ่งไปยังอีกสถานีงานหนึ่ง โดยสัดส่วนของเวลาที่มีการสูญเปล่าจากการเคลื่อนย้ายรถในแต่ละสถานีงานคิดเป็น 1.8% ของเวลาทำงาน

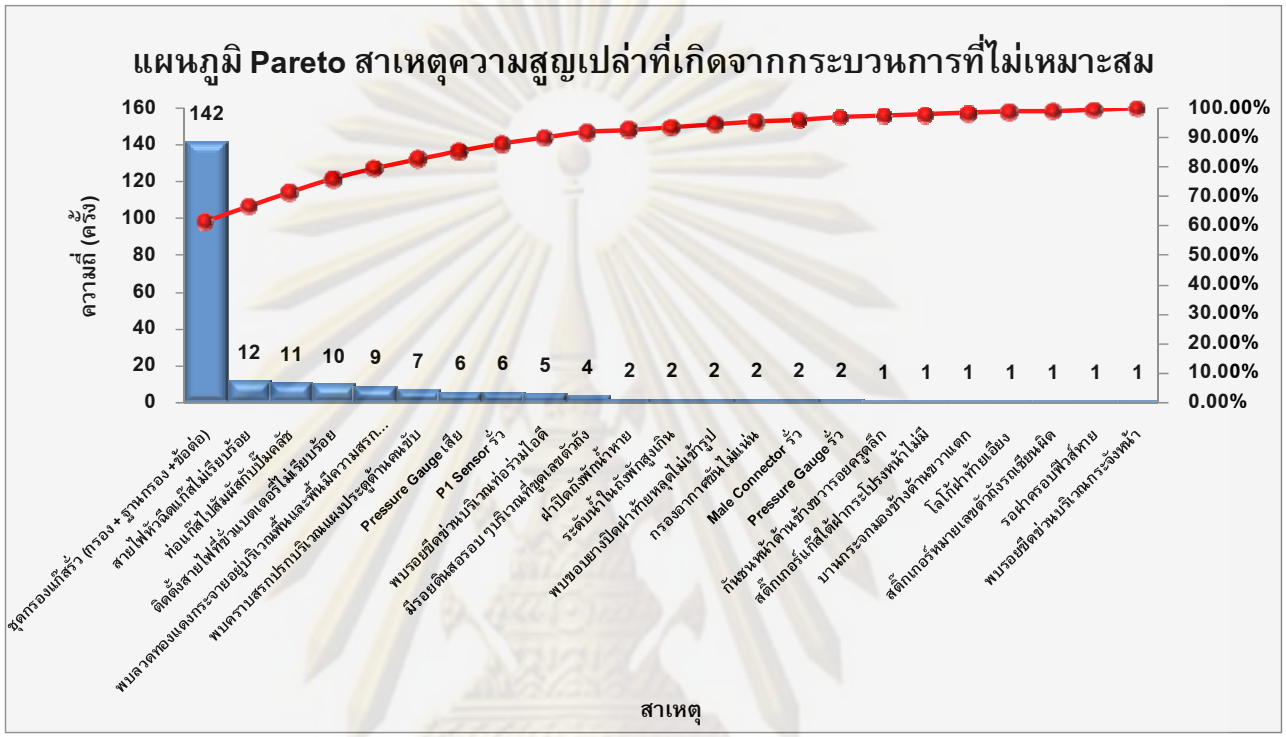
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 Process Mapping การติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์รุ่น M

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม (Inappropriate Processing) ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสมทำให้มีการแก้ไขงาน (Rework) หรือมีการทำงานซ้ำ โดยมีการแก้ไขงานเฉลี่ย 0.77 จุด/คัน ซึ่งมีสาเหตุและความถี่ที่เกิดต่างกันดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แผนภูมิแสดงสาเหตุความสูญเปล่าที่เกิดจากกระบวนที่ไม่เหมาะสม

หมายเหตุ การคำนวณ การแก้ไขงานเฉลี่ย = จำนวนจุดที่มีการแก้ไขงาน/จำนวนรถที่ติดตั้ง

จากการวิเคราะห์ใช้หลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์ความถี่และผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยผลกระทบที่เกิดขึ้นจะใช้หลักการพิจารณาถึงการแก้ไขงานในจุดที่มีผลกระทบกับความปลอดภัยของผู้บริโภค โดยใช้หลักการวิเคราะห์แบบ FMEA แต่ในกรณีศึกษานี้จะนำมาใช้ 2 หลักเกณฑ์คือ ความรุนแรง (Serverity) และความถี่ที่เกิดขึ้น (Occurrence) โดยความรุนแรงที่เกิดขึ้นจะเน้นในด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคเป็นเรื่องสำคัญ โดยแต่ละหลักเกณฑ์จะมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน และรายละเอียดเกณฑ์การประเมินคะแนนดังตารางที่ 4.1 และ 4.2 จากนั้นนำข้อบกพร่องต่างๆ ประเมินคะแนนตามหลักเกณฑ์จากตารางที่ 4.1 และนำอัตราข้อบกพร่องที่ได้จากตารางที่ 4.3 มาประเมินคะแนนตามหลักเกณฑ์จากตารางที่ 4.2 จากนั้นสรุปคะแนนที่ได้จากการประเมินทั้งความรุนแรง และความถี่ที่เกิดขึ้น และผลคูณของคะแนนทั้ง 2 หลักเกณฑ์ (S x O) แสดงดังตารางที่ 4.4 จากนั้นนำมา Plot ในกราฟจะได้ดังรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.1 เกณฑ์การประเมินผลความรุนแรงของผลกระทบ (AIAG (2001))

ผลกระทบจากข้อบกพร่อง	ระดับความรุนแรง	Rating
เกิดอันตรายโดยไม่มีการเตือน	มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ใช้และ/หรือ ขัดต่อกฎหมายโดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า	10
เกิดอันตรายโดยมีการเตือน	มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ใช้และ/หรือ ขัดต่อกฎหมายโดยมีการเตือนล่วงหน้า	9
ผลกระทบสูงมาก	ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถใช้งานได้ (เนื่องจากความสูญเสียหน้าที่หลัก)	8
ผลกระทบสูง	ผลิตภัณฑ์สามารถใช้งานได้แต่ระดับสมรรถนะจะลดลงจนทำให้ลูกค้าไม่พอใจมาก	7
ผลกระทบปานกลาง	ผลิตภัณฑ์สามารถใช้งานได้แต่จะขาดความสะดวกสบายจนทำให้ลูกค้ามีความไม่พอใจ	6
ผลกระทบต่ำ	ผลิตภัณฑ์สามารถใช้งานได้ด้วยความสะดวกสบาย แต่ระดับของสมรรถนะจะลดลงจนอาจทำให้ลูกค้าไม่พอใจ	5
ผลกระทบต่ำมาก	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีนัก อาจจะมีเสียงดังอยู่บ้าง ลูกค้าส่วนใหญ่ (มากกว่า 75%) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่องได้	4
ผลกระทบเล็กน้อย	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีนัก อาจจะมีเสียงดังอยู่บ้าง ลูกค้าประมาณครึ่งหนึ่งสามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่องได้	3
เกือบไม่มีผลกระทบ	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีนัก อาจจะมีเสียงดังอยู่บ้าง ลูกค้าส่วนน้อย (ต่ำกว่า 25%) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่องได้	2
ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบที่สังเกตเห็นได้	1

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าใช้หลักเกณฑ์การประเมินความรุนแรงจะใช้หลักเกณฑ์ของ AIAG (กลุ่มปฏิบัติการอุตสาหกรรมยานยนต์; Automotive Industrial Action Group) ได้กำหนดหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนในการวิเคราะห์ความรุนแรงของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในการผลิตต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมรถยนต์ ซึ่งการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ เป็นการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซ และส่วนควบต่างๆ เข้ากับระบบของรถยนต์ การติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซและส่วนควบต่างๆ ก่อให้เกิดกระบวนการถอดและประกอบอุปกรณ์ต่างๆ ของรถยนต์ ดังนั้นจึงต้องอาศัยหลักเกณฑ์ในการ

กำหนดและวิเคราะห์ความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกับการผลิตในอุตสาหกรรมรถยนต์ ดังนั้นปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ความรุนแรงของผลกระทบจึงสามารถใช้หลักเกณฑ์เดียวกันกับอุตสาหกรรมรถยนต์ได้ ในขณะเดียวกันการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซและส่วนควบลงในรถยนต์ ได้มีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๓๖๘๖ (พ.ศ. ๒๕๕๐) เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์ เล่ม 1 ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย ไว้สำหรับกำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยที่จำเป็นสำหรับระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์แบบต่าง ๆ (ภาคผนวก 1) และ เล่ม 2 วิธีทดสอบ กำหนดวิธีทดสอบสำหรับใช้ตรวจสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยที่กำหนดในมอก.2333 (ภาคผนวก 2) ซึ่งทั้ง มอก. ทั้งสองเล่มได้ระบุข้อกำหนดในการติดตั้งและการตรวจทดสอบในจุดที่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค ดังนั้นมาตรฐานอุตสาหรรมทั้ง 2 เล่มจึงเป็นอีกข้อกำหนดหนึ่งที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ความรุนแรงของข้อบกพร่องที่มีผลกระทบกับความปลอดภัยของผู้บริโภค เช่น กรณีข้อบกพร่องที่พบการรั่วของชุดกรองก๊าซ นั่นคือพบก๊าซรั่วออกจากระบบก๊าซ ซึ่งอาจส่งผลกระทบกับความปลอดภัยของผู้บริโภคในแง่ที่ว่า ก๊าซที่รั่วออกมาหากมีปริมาณที่เหมาะสม และมีประกายไฟ ซึ่งในห้องเครื่องยนต์อาจเกิดขึ้นได้ประกายไฟขึ้นได้อยู่แล้ว ซึ่งหากมีปัจจัยต่างๆ ที่เหมาะสมอาจทำให้เกิดไฟไหม้ในห้องเครื่องยนต์ขณะที่ผู้บริโภคกำลังขับขี่ได้ โดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า ซึ่งถือว่าอาจเป็นอันตรายกับผู้บริโภคขั้นถึงชีวิต เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 เกณฑ์การประเมินผลโอกาสการเกิดขึ้นของข้อบกพร่อง (AIAG (2001))

โอกาสการเกิดขึ้นของข้อบกพร่อง	อัตราข้อบกพร่องที่เป็นไปได้		Rating
	ppm	%	
สูงมาก: เกิดข้อบกพร่องเป็นประจำ	≥ 100,000	10.00%	10
	50,000	5.00%	9
สูง: เกิดข้อบกพร่องน้อย	20,000	2.00%	8
	10,000	1.00%	7
ปานกลาง: เกิดข้อบกพร่องเป็นครั้งคราว	5,000	0.50%	6
	2,000	0.20%	5
	1,000	0.10%	4
ต่ำ: เกิดข้อบกพร่องค่อนข้างน้อย	500	0.05%	3
	100	0.01%	2
ห่างไกล: เกือบไม่มีโอกาสจะเกิดข้อบกพร่อง	≤ 10	0.001%	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

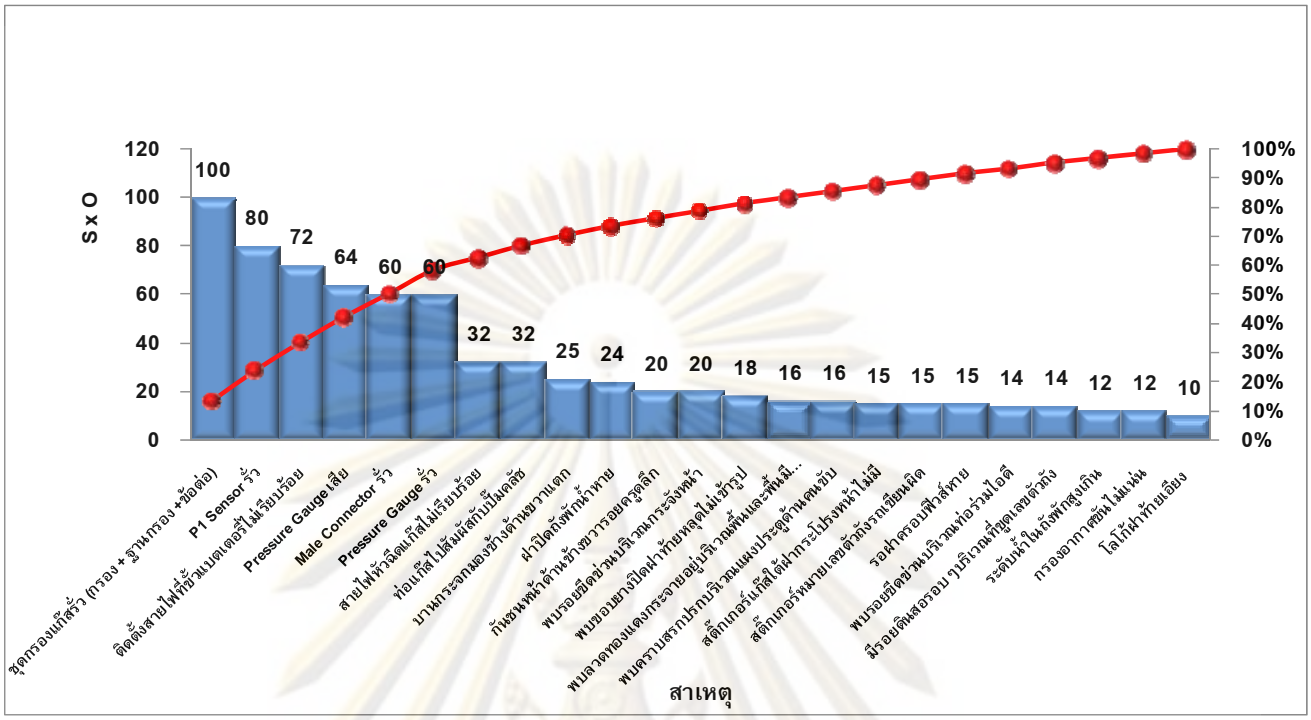
ตารางที่ 4.3 รายละเอียดอัตราข้อบกพร่องความถี่ที่เกิด ของสาเหตุต่างๆของงาน Rework

ลำดับ	สาเหตุ	ความถี่ที่เกิด	อัตราข้อบกพร่อง
1	ชุดกรองแก๊สรั่ว (กรอง + ฐานกรอง +ข้อต่อ)	142	47.33%
2	สายไฟหัวฉีดแก๊สไม่เรียบร้อย	12	4.00%
3	ท่อแก๊สไปสัมผัสกับปั๊มคลัช	11	3.67%
4	ติดตั้งสายไฟที่ขั้วแบตเตอรี่ไม่เรียบร้อย	10	3.33%
5	พบลวดทองแดงกระจายอยู่บริเวณพื้นและพื้นมีความสรกปรก	9	3.00%
6	พบคราบสรกปรกบริเวณแผงประตูด้านคนขับ	7	2.33%
7	Pressure Gauge เสีย	6	2.00%
8	P1 Sensor รั่ว	6	2.00%
9	พบรอยขีดข่วนบริเวณท่อร่วมไอดี	5	1.67%
10	มีรอยดินสอรอบ ๆบริเวณที่ขูดเลขตัวถัง	4	1.33%
11	ฝาปิดถังพักน้ำหาย	2	0.67%
12	ระดับน้ำในถังพักสูงเกิน	2	0.67%
13	พบขอบยางปิดฝาท้ายหลุดไม่เข้ารูป	2	0.67%
14	กรองอากาศขันไม่แน่น	2	0.67%
15	Male Connector รั่ว	2	0.67%
16	Pressure Gauge รั่ว	2	0.67%
17	กันชนหน้าด้านข้างขวารอยครูดลึก	1	0.33%
18	สติ๊กเกอร์แก๊สใต้ฝากระโปรงหน้าไม่มี	1	0.33%
19	บานกระจกมองข้างด้านขวาแตก	1	0.33%
20	โลโก้ฝาท้ายเอียง	1	0.33%
21	สติ๊กเกอร์หมายเลขตัวถังรถเขียนผิด	1	0.33%
22	รอฝาครอบฟิวส์หาย	1	0.33%
23	พบรอยขีดข่วนบริเวณกระจังหน้า	1	0.33%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 รายละเอียดผลการประเมินความรุนแรงและความถี่ที่เกิด ของสาเหตุต่างๆของงาน Rework

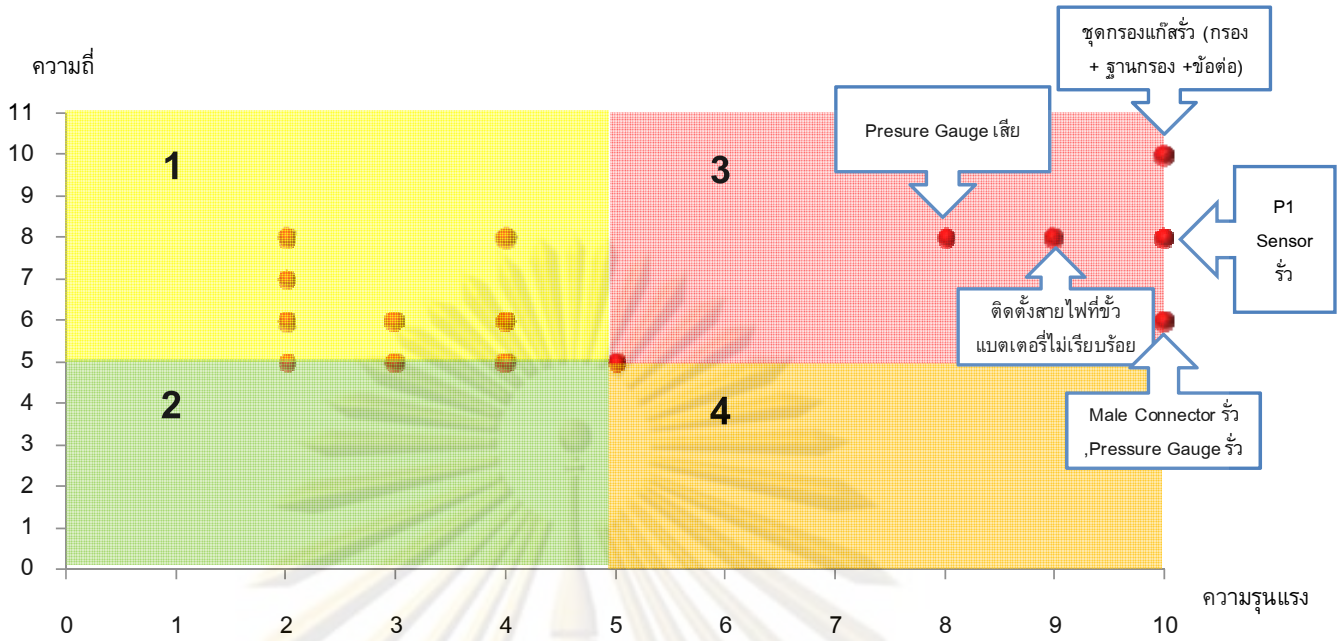
ลำดับ	สาเหตุ	ผลการประเมินตามเกณฑ์ที่กำหนด		
		Serverity	Occurrence	SxO
1	ชุดกรองแก๊สรั่ว (กรอง + ฐานกรอง +ข้อต่อ)	10	10	100
2	P1 Sensor รั่ว	10	8	80
3	ติดตั้งสายไฟที่ขั้วแบตเตอรี่ไม่เรียบร้อย	9	8	72
4	Pressure Gauge เสีย	8	8	64
5	Male Connector รั่ว	10	6	60
6	Pressure Gauge รั่ว	10	6	60
7	สายไฟหัวฉีดแก๊สไม่เรียบร้อย	4	8	32
8	ท่อแก๊สไปสัมผัสกับปั๊มคลัช	4	8	32
9	บานกระจกมองข้างด้านขวาแตก	5	5	25
10	ฝาปิดถังพักน้ำหาย	4	6	24
11	กันชนหน้าด้านข้างขวารอยครูดลึก	4	5	20
12	พบรอยขีดข่วนบริเวณกระจังหน้า	4	5	20
13	พบขอบยางปิดฝาท้ายหลุดไม่เข้ารูป	3	6	18
14	พบลวดทองแดงกระจายอยู่บริเวณพื้นและพื้นมีความสกปรก	2	8	16
15	พบคราบสรกปรกบริเวณแผงประตูด้านคนขับ	2	8	16
16	สติ๊กเกอร์แก๊สใต้ฝากระโปรงหน้าไม่มี	3	5	15
17	สติ๊กเกอร์หมายเลขตัวถังรถเขียนผิด	3	5	15
18	รอฝาครอบฟิวส์หาย	3	5	15
19	พบรอยขีดข่วนบริเวณท่อร่วมไอดี	2	7	14
20	มีรอยดินสอรอบ ๆบริเวณที่ขูดเลขตัวถัง	2	7	14
21	ระดับน้ำในถังพักสูงเกิน	2	6	12
22	กรองอากาศขันไม่แน่น	2	6	12
23	โลโก้ฝาท้ายเอียง	2	5	10



รูปที่ 4.5 แผนภูมิแสดงคะแนน S x O ของสาเหตุต่างๆที่ทำให้เกิดการแก้ไขงาน

จากรูปที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าเมื่อนำคะแนน S x O จะเห็นได้ว่า 6 สาเหตุแรกที่มีคะแนน S x O สูงสุด มาจากการรั่วของแก๊สบริเวณข้อต่อต่างๆ ถึง 4 สาเหตุ ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์โดยนำมา Plot ระหว่างคะแนนความรุนแรง (Severity) และความถี่ที่เกิดขึ้น (Ocurrance) โดย Plot ในแกน x และ y และแบ่งเป็น 4 ส่วน ดังรูปที่ 4.6 เมื่อใช้หลักเกณฑ์พิจารณาความถี่และผลกระทบที่เกิดขึ้นพบว่าใน ส่วนที่ 3 ที่แสดงในรูป 4.6 มีความถี่ที่เกิดขึ้นมากที่สุดและเมื่อเกิดแล้วมีผลกระทบมาก โดยสาเหตุต่างๆ ที่เกิดการแก้ไขงานที่มีความถี่และผลกระทบด้านความปลอดภัยกับผู้บริโภคที่เกิดขึ้นมากที่สุด ดังกล่าวมีการแก้ไขงานโดยเฉลี่ย 0.56 จุด/คัน (คำนวนจากนำความถี่ที่เกิดขึ้นของคะแนน S x O ที่อยู่ในส่วนที่ 3 ของรูปที่ 4.6 ซึ่งจากตารางเมื่อรวมความถี่ทั้งหมดแล้วเท่ากับ 168 จุด เมื่อหารด้วย 300 เท่ากับ 0.56 จุด/คัน)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.6 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และผลกระทบของสาเหตุต่างๆที่เกิดงาน Rework

ซึ่งผลกระทบจากการที่ต้องมีการแก้ไขงาน (Rework) เป็นดังตารางที่ 4.5 ซึ่งจากตารางจะเห็นได้ว่าการแก้ไขงานมีผลกระทบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ กล่าวคือ เชิงปริมาณมีการเสียเงินโดยไม่จำเป็น เช่นค่าใช้จ่ายจากการเดินทางเพื่อไปแก้ไขงานนอกสถานที่ ค่าเบี้ยเลี้ยงพนักงาน ค่าล่วงเวลาพนักงาน เป็นต้น และในเชิงคุณภาพ พนักงานมีความสูญเสียกำลังใจในการทำงาน ขาดความมั่นใจในการทำงาน และมีความเหนื่อยล้าเพิ่มมากขึ้นจากการที่ต้องทำงานล่วงเวลา อีกทั้งความเชื่อมั่นที่เคยได้จากลูกค้าลดลง จากที่ไม่เคยส่งพนักงานมาควบคุมดูแลการผลิต มาเป็นการส่งพนักงานของบริษัทลูกค้าดังกล่าวมาควบคุมดูแลการผลิตอย่างใกล้ชิด

ตารางที่ 4.5 ผลกระทบเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้รับจากการแก้ไขงาน (Rework)

ผลกระทบจากการแก้ไขงาน	จำนวนเงิน (บาท)
ค่าใช้จ่ายค่าเดินทางให้พนักงานเดินทางไปแก้ไข (ค่าน้ำมันรถ+ค่าทางด่วน+ค่าเครื่องบิน)	112,460.00
ค่าใช้จ่ายเบี้ยเลี้ยงให้พนักงานที่ต้องเดินทางไปแก้ไขงาน	7,500.00
ค่าใช้จ่ายในการทำงานล่วงเวลาที่ต้องเตรียมงาน ทดสอบชิ้นงานและแก้ไขงานต่าง ๆ	48,194.81
ค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องมือเพิ่มเติมเพื่อให้เพียงพอกับพนักงานที่ไปทำงานแก้ไข	74,650.76
ค่าวัสดุอุปกรณ์ที่ซื้อเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงการผลิต	72,513.27
ค่าทดสอบชิ้นงานที่สั่งทำเพื่อแก้ไขงาน	6,000.00
ค่าเครมสินค้า	50,670.00
ค่าเสียโอกาสในการทำงาน	N/A
พนักงานขาดขวัญและกำลังใจในการทำงาน	N/A
ความเชื่อมั่นจากลูกค้าลดลง	N/A
รวมทั้งสิ้น	371,988.84

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายในส่วนนี้มีต้นทุนคุณภาพที่เกิดขึ้น คือต้นทุนความล้มเหลวภายนอก (External Failure cost) และต้นทุนความล้มเหลวภายใน (Internal Failure cost) ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังตารางที่ 4.6 และตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก (External Failure Cost)

ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก (External Failure Cost)	จำนวนเงิน (บาท)
ค่าใช้จ่ายค่าเดินทางให้พนักงานเดินทางไปแก้ไข (ค่าน้ำมันรถ+ค่าทางด่วน+ค่าเครื่องบิน)	112,460.00
ค่าใช้จ่ายเบี้ยเลี้ยงให้พนักงานที่ต้องเดินทางไปแก้ไขงาน	7,500.00
ค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องมือเพิ่มเติมเพื่อให้เพียงพอกับพนักงานที่ไปทำงานแก้ไข	74,650.76
ค่าทดสอบชิ้นงานที่สั่งทำเพื่อแก้ไขงาน	6,000.00
ค่าเครมสินค้า	50,670.00
รวมทั้งสิ้น	**251,280.76**

ตารางที่ 4.7 ต้นทุนความล้มเหลวภายใน (Internal Failure Cost)

ต้นทุนความล้มเหลวภายใน (Internal Failure Cost)	จำนวนเงิน (บาท)
ค่าใช้จ่ายในการทำงานล่วงเวลาที่ต้องเตรียมงาน ทดสอบชิ้นงานและแก้ไขงานต่างๆ	48,194.81
ค่าวัสดุอุปกรณ์ที่ซื้อเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงการผลิต	72,513.27
รวมทั้งสิ้น	**120,708.08**

จากตารางที่ 4.6 และ 4.7 จะเห็นได้ว่าต้นทุนความล้มเหลวภายนอก (External Failure Cost) มีมูลค่าความสูญเสีย 251,280.76 บาท คิดเป็น 837.60 บาท/คัน และ ต้นทุนความล้มเหลวภายใน มีมูลค่าความสูญเสีย 120,708.08 บาท คิดเป็น 402.36 บาท/คัน

5. ความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น (Excess Inventory) ในส่วนของการผลิตที่เป็นกรณีศึกษา วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์จะใช้การพยากรณ์ล่วงหน้าจากลูกค้าเป็นตัวกำหนดการสั่งซื้อวัสดุและอุปกรณ์ ซึ่งทำให้ความสูญเปล่าที่เกิดจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็นไม่เกิดขึ้น

6. ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม (Excess Motion) ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากกรณีนี้ยังไม่ได้มีการเก็บบันทึกข้อมูล

7. ความสูญเปล่าจากข้อบกพร่อง (Defect) ไม่พบความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเนื่องจากถ้าพบข้อผิดพลาดใดๆที่เกิดขึ้น ต้องแก้ไขงาน (Rework) ทุกครั้งเนื่องจากวัสดุและอุปกรณ์ที่ติดกับรถรุ่นดังกล่าวมีราคาสูง และต้องแก้ไขงานที่เกิดข้อบกพร่องทุกครั้งที่พบก่อนส่งมอบรถให้ลูกค้า

เมื่อพิจารณาทั้ง 7 ความสูญเปล่าที่พบในกระบวนการผลิต โดยใช้หลักการพิจารณาความถี่และผลกระทบที่เกิดขึ้น พบว่าความสูญเปล่าในการผลิตที่ควรดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเป็นลำดับแรกคือความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม ซึ่งเกิดจากการที่ต้องดำเนินการแก้ไขงาน (Rework) ลำดับต่อมาคือความสูญเปล่าจากการรอคอย ซึ่งเกิดจากระบบการบริหารและจัดการในการผลิตดีไม่เพียงพอ

ด้วยเหตุที่การผลิตจึงต้องดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด จึงได้มีแนวคิดนำเครื่องมือที่ใช้ในการปรับปรุงโดยใช้แนวคิดระบบการผลิตแบบลีน ซิก ซิกม่า มาประยุกต์ใช้ โดยลดหรือกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากการรอคอย และจากกระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสม โดยการกำจัดหรือลดกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่า (Non-Value Added Activity) ออกไปจากกระบวนการผลิต วิเคราะห์ประเภทของกิจกรรมว่ากิจกรรมใดที่ก่อให้เกิดคุณค่ากับผลิตภัณฑ์ พัฒนาและปรับปรุงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อลดต้นทุนสำหรับกระบวนการผลิต (Process Cost)

สำหรับรถยนต์รุ่นดังกล่าวหลังจากที่ได้ติดตั้งให้กับรถยนต์ 480 คันแรกไปเรียบร้อยแล้วในเดือนพฤศจิกายน 2551 ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวภาวะตลาดน้ำมันมีความผันผวน โดยค่าน้ำมันได้ลดลงอย่างรวดเร็วส่งผลให้บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ที่จ้างบริษัทกรณีศึกษาระงับการส่งรถให้บริษัทกรณีศึกษาติดตั้งระบบแก๊สรถยนต์เป็นการชั่วคราว เพื่อให้สอดคล้องกับสภาวะตลาดที่มีความต้องการของผู้บริโภคลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นในช่วงเดือน ธันวาคม 2551 ถึง มกราคม 2552 ทางบริษัทกรณีศึกษาจึงไม่มีการติดตั้งระบบแก๊สรถยนต์ให้กับรถยนต์ดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามบริษัทกรณีศึกษายังมีสัญญาที่ชัดเจนกับบริษัทรถยนต์ผู้จ้างผลิตในการติดตั้งรถยนต์รุ่นดังกล่าวอีกประมาณ 1,000 คัน โดยจะเริ่มการผลิตอีกครั้งในเดือนเมษายน 2552

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 สรุปผลการระบุตัวชี้วัดปัญหา (Measure Phase)

จากการกำหนดขอบเขตงานวิจัยและประกอบกับข้อมูลที่ได้รวบรวมและสรุปทั้งหมดพบว่า ปัญหาที่จะทำการวิเคราะห์สาเหตุและหาแนวทางแก้ไขปัญหา คือ ปัญหาความสูญเปล่าจากการรอคอย โดยสรุปได้ว่าสาเหตุความสูญเปล่าจากการรอคอยที่ควรปรับปรุงเนื่องจากมีความถี่ในการเกิดบ่อยและมีความสูญเสียเวลามากที่สุดที่ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขก่อนคือ 1.รอรถจากกระบวนการก่อนหน้า 2. รอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly และความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสมโดยทำให้ต้องมีการแก้ไขงานหลังจากติดตั้งระบบก๊าซเสร็จแล้ว โดยสาเหตุต่างๆ ที่เกิดการแก้ไขงานที่มีความถี่และผลกระทบด้านความปลอดภัยกับผู้บริโภคที่เกิดขึ้นมากที่สุด ดังกล่าวมีการแก้ไขงานโดยเฉลี่ย 0.56 จุด/คัน ดังนั้นถ้าสามารถลดความสูญเปล่าจากทั้ง 2 สาเหตุหลักนี้ได้จะสามารถลดความสูญเปล่าได้ในกระบวนการผลิตได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา (Analyze Phase)

บทนี้จะกล่าวถึงกระบวนการที่ใช้วิเคราะห์สาเหตุของของความสูญเปล่าที่ได้กล่าวจากบทที่แล้ว เพื่อนำไปสรุปและเป็นแนวทางในการการปรับปรุงโรงงานกรณีศึกษา โดยจะเริ่มจากการรวบรวมแนวคิดของ หลักการ เทคนิค และเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ และปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่า จนถึงการวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงของปัญหา

5.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

เมื่อพิจารณาสาเหตุปัญหาที่ได้ดังกล่าวไว้ข้างต้น ควบคู่กับเครื่องมือที่ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการทำงานทำให้สามารถสรุปวิธีการที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงานได้ดังนี้

5.3.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุความสูญเปล่าจากการรอคอย

จากข้อมูลที่กล่าวไว้ในบทที่ 4 จะเห็นได้สาเหตุความสูญเปล่าจากการรอคอยที่ควรปรับปรุงเนื่องจากมีความถี่ในการเกิดบ่อยและมีความสูญเสียเวลามากที่สุดที่ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขก่อนคือ

1. รอรถจากกระบวนการก่อนหน้า

2. รอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาดังกล่าวร่วมกับทีมงานพบว่าสาเหตุการรอทั้ง 2 เหตุการณ์มีสาเหตุดังแผนผังก้างปลาดังรูปที่ 5.1 และ 5.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.1 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุการรอรถจากกระบวนการก่อนหน้า

5.3.1.1 ผลจากการระดมสมองที่แสดงไว้ในแผนผังแสดงสาเหตุและผลในรูปที่ 5.1 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุการรอรถจากกระบวนการก่อนหน้ามีรายละเอียดดังนี้

1. การจัดงานในแต่ละสถานีไม่สมดุล เวลาในแต่ละสถานีงานไม่สมดุล ซึ่งเป็นผลมาจากการจัดงานในแต่ละสถานีงานไม่สัมพันธ์กัน มีสถานีใดสถานีหนึ่งที่มีเวลามากกว่าหรือน้อยกว่าอีกสถานีหนึ่ง
2. เครื่องมือหาย คือ เมื่อพนักงานใช้งานเสร็จแล้วไม่มีการเก็บเครื่องมืออย่างเป็นระเบียบทำให้มีเครื่องมือสูญหาย ส่งผลกับการทำงานในกระบวนการผลิต
3. พนักงานขาดความชำนาญ คือ การติดตั้งก๊าซรถรุ่นดังกล่าว ในช่วงแรกของการติดตั้งก๊าซรถยนต์รุ่นดังกล่าว พนักงานมีทักษะและความชำนาญในการปฏิบัติงานทำให้จึงทำให้มีการรอคอยรถจากกระบวนการก่อนหน้า

จะเห็นได้จากรูปที่ 5.1 จะมีการทำสัญลักษณ์วงกลมสีแดงล้อมรอบสาเหตุของปัญหาที่ทีมงานร่วมกันวิเคราะห์และสรุปว่าเป็นสาเหตุสำคัญที่ต้องทำการแก้ไขก่อนสาเหตุอื่นๆ ดังนั้นสาเหตุของการรอคอยรถจากกระบวนการก่อนหน้าคือการจัดงานในแต่ละสถานีงานที่ไม่สมดุลกัน โดยพิจารณารายละเอียดของงาน เวลาที่ใช้ในแต่ละงาน ลำดับของงาน จำนวนพนักงาน ประเภทของงาน และเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีได้ดังตารางที่ 5.1 – 5.7

ตารางที่ 5.1 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี A1 (Work break down and Sequential of work of Station A1)

สถานี (Station) A1 เจาะขาถังด้านบน **จำนวนพนักงานที่ใช้ 1 คน**

ลำดับ (No.)	รายละเอียดของงาน (Task)	เวลาที่ใช้ (นาที) Time (min)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า (Predecessor)	พนักงานที่ใช้ (Operator)	ประเภทงาน (Type of work)						หมายเหตุ (Remark)
					เริ่มต้นหรือสิ้นสุด (start&stop)	งาน (work)	รอคอย (delay/wait)	ตัดสินใจ (decision)	เคลื่อนที่/ขนส่ง (transport)	ทำงานเอกสาร (Document)	
1	เจาะขาถังด้านบน	15	-	-							
1.1	ใส่ผ้าคลุมรถ 11 ชิ้น	4	-	OP1							
1.2	วางจิ๊กขาถังและมาร์คจุดเจาะทั้งหมด 8 รู	2	1.1	OP1							
1.3	เจาะรูยึดขาถัง/เจาะรูปากฉลาม	5	1.2	OP1							
1.4	ดูดฝุ่นและทาสีกันสนิม	2	1.3	OP1							
1.5	ยึดปากฉลาม	2	1.4	OP1							
รวม		15									

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี A2 (Work break down and Sequential of work of Station A2)

สถานี (Station) A2 เดินท่อแรงดันสูง + ยึดขาถังตัวหลัง **จำนวนพนักงานที่ใช้ 2 คน**

ลำดับ (No.)	รายละเอียดของงาน (Task)	เวลาที่ใช้ (นาที) Time (min)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า (Predecessor)	พนักงานที่ใช้ (Operator)	ประเภทงาน (Type of work)						หมายเหตุ (Remark)
					เริ่มต้นหรือสิ้นสุด (start&stop)	งาน (work)	รอคอย (delay/wait)	ตัดสินใจ (decision)	เคลื่อนที่/ขนส่ง (transport)	ทำงานเอกสาร (Document)	
1	เดินท่อแรงดันสูง	26									
1.1	นำท่อแรงดันสูงสอดจากด้านหน้ารถไปด้านหลัง	8	-	OP1, OP2							
1.2	ยก X-Lift ขึ้น	3	1.2	OP1, OP2							
1.3	ยึดท่อ HP เข้ากับตัวรถ	15	1.3	OP1, OP2							
2	ยึดขาถังตัวหลัง	15	-	-							
2.1	เจาะตัวถังด้านล่าง	3	1.3	OP1, OP2							
2.2	ยกขาถังขึ้นไปวางที่ตัวรถและใส่น็อต	4	2.1	OP1, OP2							
2.3	ยึดขาถังตัวหลัง	5	2.2	OP1, OP2							
2.4	ยก X-Lift ลง	3	2.3	OP1, OP2							
รวม		41									

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.3 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี B (Work break down and Sequential of work of Station B)

สถานี (Station) B ยึดถัง + ต่อท่อเข้าถัง + ถอดท่อร่วมไอดี + ติดตั้งชุดสายไฟ **จำนวนพนักงานที่ใช้ 4 คน**

ลำดับ (No.)	รายละเอียดของงาน (Task)	เวลาที่ใช้ (นาที) Time (min)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า (Predecessor)	พนักงานที่ใช้ (Operator)	ประเภทงาน (Type of work)						หมายเหตุ (Remark)
					เริ่มต้นหรือสิ้นสุด (start&stop)	งาน (work)	รอคอย (delay/wait)	ตัดสินใจ (decision)	เคลื่อนที่/ขนส่ง (transport)	ทำงานเอกสาร (Document)	
1	ยึดถัง	30		-							
1.1	ยกถังขึ้นมาวาง	5	-	OP1, OP2							
1.2	ใส่ขาถังตัวหน้า	7	1.1	OP1, OP2							
1.3	นำสายรัดมายึดกับชุดขาถัง	8	1.2	OP1, OP2							
1.4	ตัดพรมและไม้กระดาน	10	1.3	OP1, OP2							
2	ต่อท่อเข้าถัง	14									
2.1	ตัดท่อแรงดันสูง ให้พอดีที่จะเข้าถัง	7	1.4	OP1, OP2							
2.2	ใส่ FLEX 30 mm. เข้ากับด้านที่มีปลั๊กจุด	1	2.1	OP1, OP2							
2.3	ใส่ FLEX 30 mm. เข้ากับด้านของท่อ HP	1	2.2	OP1, OP2							
2.4	ยึดท่อแรงดันสูง	3	2.3	OP1, OP2							
2.5	ยึดท่อ FLEX 30 mm. ให้แน่นทั้ง 2 ด้าน	2	2.4	OP1, OP2							
	ของปากฉลาม										
รวม งาน OP1, OP2		44									

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.3 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี B (Work break down and Sequential of work of Station B) (ต่อ)

สถานี (Station) **B ยึดถัง + ต่อท่อเข้าถัง + ถอดท่อร่วมไอดี + ติดตั้งชุดสายไฟ** **จำนวนพนักงานที่ใช้** **4 คน**

ลำดับ (No.)	รายละเอียดของงาน (Task)	เวลาที่ใช้ (นาที) Time (min)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า (Predecessor)	พนักงานที่ใช้ (Operator)	ประเภทงาน (Type of work)						หมายเหตุ (Remark)
					เริ่มต้นหรือสิ้นสุด (start&stop)	งาน (work)	รอคอย (delay/wait)	ตัดสินใจ (decision)	เคลื่อนที่/ขนส่ง (transport)	ทำงานเอกสาร (Document)	
3	ถอดท่อร่วมไอดี	36									
3.1	ถอดขั้วแบตเตอร์รีขั้วลบ	2	-	OP3, OP4							
3.2	ถอดชุดกรองอากาศ	3	3.1	OP3, OP4							
3.3	ถอดสายคันเร่ง	1	3.2	OP3, OP4							
3.4	ถอดท่อไอน้ำมัน	1	3.3	OP3, OP4							
3.5	ถอดปลั๊ก MAP S.	1	3.4	OP3, OP4							
3.6	ถอดปลั๊ก TPS S.	1	3.5	OP3, OP4							
3.7	ถอดปลั๊ก ACV Valve 1	1	3.6	OP3, OP4							
3.8	ถอดปลั๊ก ACV Valve 2	1	3.7	OP3, OP4							
3.9	ถอดปลั๊ก Valve Fast Idle	1	3.8	OP3, OP4							
3.10	ถอดปลั๊ก Cam Shatt	1	3.9	OP3, OP4							
3.11	ถอดปลั๊ก Oil Pressure	1	3.10	OP3, OP4							
3.12	ถอดปลั๊ก Themo Switch	1	3.11	OP3, OP4							
3.13	ถอดปลั๊ก Themo Unit	1	3.12	OP3, OP4							
3.14	ถอดน๊อตยึดสายกราวด์	1	3.13	OP3, OP4							

ตารางที่ 5.3 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี B (Work break down and Sequential of work of Station B) (ต่อ)

สถานี (Station) B ยึดถัง + ต่อท่อเข้าถัง + ถอดท่อร่วมไอดี + ติดตั้งชุดสายไฟ **จำนวนพนักงานที่ใช้ 4 คน**

ลำดับ (No.)	รายละเอียดของงาน (Task)	เวลาที่ใช้ (นาที) Time (min)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า (Predecessor)	พนักงานที่ใช้ (Operator)	ประเภทงาน (Type of work)						หมายเหตุ (Remark)
					เริ่มต้นหรือสิ้นสุด (start&stop)	งาน (work)	รอคอย (delay/wait)	ตัดสินใจ (decision)	เคลื่อนที่/ขนส่ง (transport)	ทำงานเอกสาร (Document)	
3.15	ถอดสาย Vaccum A ล่าง	1	3.14	OP3, OP4		■					
3.16	ถอดสาย Vaccum E บน	1	3.15	OP3, OP4		■					
3.17	ถอดลิ้นปีกผีเสื้อ	3	3.16	OP3, OP4		■					
3.18	ถอดท่อน้ำ IN ลิ้นปีกผีเสื้อ (หน้า)	1	3.17	OP3, OP4		■					
3.19	ถอดท่อน้ำ OUT ลิ้นปีกผีเสื้อ (หลัง)	1	3.18	OP3, OP4		■					
3.20	ถอดท่อ Vaccum ฝาครอบวาล์ว	1	3.19	OP3, OP4		■					
3.21	ถอดท่อ Vaccum เบรก	1	3.20	OP3, OP4		■					
3.22	ถอดท่อ HP น้ำมันเชื้อเพลิง	2	3.21	OP3, OP4		■					
3.23	ถอดรางหัวฉีด ***บู๊ชราง***	2	3.22	OP3, OP4		■					
3.24	ถอดหน้าแปลนท่อน้ำ	3	3.23	OP3, OP4		■					
3.25	ถอดน็อตยึดท่อไอดี	3	3.24	OP3, OP4		■					
4	ติดตั้งชุดสายไฟ	12									
4.1	ใส่ชุดสายไฟจากด้านในออกมาด้านนอกรถ	3	3.25	OP3, OP4		■					
4.2	แกะเทปพันสายไฟออก	2	4.1	OP3, OP4		■					
4.3	ใส่ Flex หุ้มสายไฟทุกเส้น	7	4.2	OP3, OP4	●	■					
รวม งาน OP3, OP4		48									
รวม		48									

ตารางที่ 5.4 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี C (Work break down and Sequential of work of Station C)

สถานี (Station) C ประกอบท่อร่วมไอดี + ตัดท่อสายไฟในรถยนต์ **จำนวนพนักงานที่ใช้ 3 คน**

ลำดับ (No.)	รายละเอียดของงาน (Task)	เวลาที่ใช้ (นาที) Time (min)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า (Predecessor)	พนักงานที่ใช้ (Operator)	ประเภทงาน (Type of work)						หมายเหตุ (Remark)
					เริ่มต้นหรือสิ้นสุด (start&stop)	งาน (work)	รอคอย (delay/wait)	ตัดสินใจ (decision)	เคลื่อนที่/ขนส่ง (transport)	ทำงานเอกสาร (Document)	
1	ประกอบท่อร่วมไอดี	44									
1.1	ใส่น็อตยึดท่อไอดี	5	-	OP1, OP2							
1.2	ประกอบหน้าแปลนท่อน้ำ	5	1.1	OP1, OP2							
1.3	ใส่รางหัวฉีด ***บู๊ชราง***	2	1.2	OP1, OP2							
1.4	ใส่ท่อ HP น้ำมันเชื้อเพลิง	2	1.3	OP1, OP2							
1.5	ใส่ท่อ Vaccum เบรก	1	1.4	OP1, OP2							
1.6	ใส่ท่อ Vaccum ฝาครอบวาล์ว	1	1.5	OP1, OP2							
1.7	ใส่ท่อน้ำ OUT ลิ้นปีกผีเสื้อ (หลัง)	1	1.6	OP1, OP2							
1.8	ใส่ท่อน้ำ IN ลิ้นปีกผีเสื้อ (หน้า)	1	1.7	OP1, OP2							
1.9	ใส่ลิ้นปีกผีเสื้อ	5	1.8	OP1, OP2							
1.10	ใส่สาย Vaccum E บน	1	1.9	OP1, OP2							
1.11	ใส่สาย Vaccum A ล่าง	1	1.10	OP1, OP2							
1.12	ใส่น็อตยึดสายกราวด์	1	1.11	OP1, OP2							
1.13	เสียบปลั๊ก Themo Unit	1	1.12	OP1, OP2							
1.14	เสียบปลั๊ก Themo Switch	1	1.13	OP1, OP2							

ตารางที่ 5.4 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี C (Work break down and Sequential of work of Station C) (ต่อ)

สถานี (Station) C ประกอบท่อร่วมไอดี + ตัดท่อสายไฟในรถยนต์ **จำนวนพนักงานที่ใช้ 3 คน**

ลำดับ (No.)	รายละเอียดของงาน (Task)	เวลาที่ใช้ (นาที) Time (min)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า (Predecessor)	พนักงานที่ใช้ (Operator)	ประเภทงาน (Type of work)						หมายเหตุ (Remark)
					เริ่มต้นหรือสิ้นสุด (start&stop)	งาน (work)	รอคอย (delay/wait)	ตัดสินใจ (decision)	เคลื่อนที่/ขนส่ง (transport)	ทำงานเอกสาร (Document)	
1.15	เสียบปลั๊ก Oil Pressure	1	1.14	OP1, OP2							
1.16	เสียบปลั๊ก Crank Shaft	1	1.15	OP1, OP2							
1.17	เสียบปลั๊ก Valve Fast Idle	1	1.16	OP1, OP2							
1.18	เสียบปลั๊ก ACV Valve 2	1	1.17	OP1, OP2							
1.19	เสียบปลั๊ก ACV Valve 1	1	1.18	OP1, OP2							
1.20	เสียบปลั๊ก TPS S.	1	1.19	OP1, OP2							
1.21	เสียบปลั๊ก MAP S.	1	1.20	OP1, OP2							
1.22	ใส่ท่อไอน้ำมัน	1	1.21	OP1, OP2							
1.23	ใส่สายคันเร่ง	3	1.22	OP1, OP2							
1.24	ใส่สายหัวฉีด	5	1.23								
2	ตัดต่อสายไฟในรถยนต์	25									
2.1	ตัดต่อสายไฟหัวฉีดลบทั้ง 4 สูบ	7	-	OP3							
2.2	ตัดต่อสายไฟปั้มน้ำมันเชื้อเพลิง	5	1.1	OP3							
2.3	ตัดสายไฟสัญญาณ คอล์ย จุดระเบิด	5	1.2	OP3							
2.4	แท็ปสาย IG	2	1.3	OP3							
2.5	แท็ปสาย RPM	2	1.4	OP3							
2.6	แท็ปสาย ออกซิเจนเซนเซอร์	2	1.5	OP3							
2.7	แท็ปสาย TPS	2	1.6	OP3							
รวม		44									

ตารางที่ 5.5 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี D (Work break down and Sequential of work of Station D)

สถานี (Station) D เก็บไฟในรถยนต์ + wiring หน้ารถยนต์ **2 คน** **จำนวนพนักงานที่ใช้ 2 คน**

ลำดับ (No.)	รายละเอียดของงาน (Task)	เวลาที่ใช้ (นาที) Time (min)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า (Predecessor)	พนักงานที่ใช้ (Operator)	ประเภทงาน (Type of work)						หมายเหตุ (Remark)
					เริ่มต้นหรือสิ้นสุด (start&stop)	งาน (work)	รอคอย (delay/wait)	ตัดสินใจ (decision)	เคลื่อนที่/ขนส่ง (transport)	ทำงานเอกสาร (Document)	
1	เก็บสายไฟในรถยนต์	37									
1.1	ติดตั้งกล่อง ECU	7	-	OP1							
1.2	ดึงสายไฟกลับ	10	1.1	OP1							
1.3	เก็บชุดสายไฟทั้งหมด	10	1.2	OP1							
1.4	ติดตั้งสวิตซ์	10	1.3	OP1							
2	Wiring หน้ารถยนต์	25									
2.1	ตัดต่อสายไฟหัวฉีดบวกทั้ง 4 สูบ	10	-	OP2							
2.2	Wiring ชุด Main ไฟ แบตเตอร์รี่	4	2.1	OP2							
2.3	Wiring ชุด หัวฉีดก๊าซ และเซนเซอร์รางหัวฉีด	5	2.2	OP2							
2.4	Wiring ชุด เซนเซอร์หม้อต้ม และ Solinoild	4	2.3	OP2							
2.5	Wiring ชุด สายไฟ Solinoild ถังก๊าซ	2	2.4	OP2							
รวม		37									

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.6 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี E (Work break down and Sequential of work of Station E)

สถานี (Station) E ใส่อุปกรณ์หน้าเครื่อง + Booster **จำนวนพนักงานที่ใช้ 2 คน**

ลำดับ (No.)	รายละเอียดของงาน (Task)	เวลาที่ใช้ (นาที) Time (min)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า (Predecessor)	พนักงานที่ใช้ (Operator)	ประเภทงาน (Type of work)						หมายเหตุ (Remark)
					เริ่มต้นหรือสิ้นสุด (start&stop)	งาน (work)	รอคอย (delay/wait)	ตัดสินใจ (decision)	เคลื่อนที่/ขนส่ง (transport)	ทำงานเอกสาร (Document)	
1	ใส่อุปกรณ์หน้าเครื่อง	32									
1.1	ใส่กรองก๊าซ	3	-	OP1,OP2							
1.2	ใส่ชุดหัวเติม Manual Valve และ Pressure	10	1.1	OP1,OP2							
	gauge										
1.3	ใส่ชุดหม้อต้ม	4	1.2	OP1,OP2							
1.4	ใส่น๊อตยึดหม้อต้มกับ Pressure gauge	1	1.3	OP1,OP2							
1.5	ต่อท่อแรงดันสูงเข้าหัวเติม	5	1.4	OP1,OP2							
1.6	ต่อท่อแรงดันต่ำจากกรองก๊าซเข้ารางหัวฉีด	1	1.5	OP1,OP2							
1.7	ต่อท่อแรงดันต่ำจากกรองก๊าซเข้าหม้อต้ม	1	1.6	OP1,OP2							
1.9	ต่อท่อแรงดันต่ำจากท่อร่วมไอดีเข้าหัวฉีด	4	1.8	OP1,OP2							
1.10	ต่อท่อน้ำจากหม้อต้มเข้าเครื่องยนต์	3	1.9	OP1,OP2							
รวม		32									

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.7 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี QC (Work break down and Sequential of work of Station QC)

สถานี (Station) QC **จำนวนพนักงานที่ใช้ 2 คน**

ลำดับ (No.)	รายละเอียดของงาน (Task)	เวลาที่ใช้ (นาที) Time (min)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า (Predecessor)	พนักงานที่ใช้ (Operator)	ประเภทงาน (Type of work)						หมายเหตุ (Remark)
					เริ่มต้นหรือสิ้นสุด (start&stop)	งาน (work)	รอคอย (delay/wait)	ตัดสินใจ (decision)	เคลื่อนที่/ขนส่ง (transport)	ทำงานเอกสาร (Document)	
1	ตรวจสอบการรั่วของก๊าซ	16									
1.1	เติมก๊าซโดยใช้เครื่อง Booster	3									
1.2	เช็ครอยรั่วบริเวณข้อต่อของอุปกรณ์ทุกจุด	5	1.1	OP1							ถ้าพบการรั่วของก๊าซต้องแก้ไขทุกจุด
1.3	เช็ครั่วข้อต่อวาล์วถังก๊าซ	2	1.2	OP1							
1.4	เป่าลมทำความสะอาด	1	1.3	OP1							
1.5	เติมน้ำหล่อเย็นและไล่น้ำออกจากระบบ	5									
2	ลงโปรแกรมจูน ระบบก๊าซ	39									
2.1	ลงโปรแกรม	5	-	OP1							
2.2	ไปเติมก๊าซที่สถานีก๊าซ	20	-	OP2							
2.4	ติดตั้ง Cover Tank	10	1.3	OP1							
2.5	รัด Flex 30 mm. ให้แน่นทั้ง 2 ด้าน	2	1.5	OP1							
2.6	เช็คระบบ ความเรียบร้อยขั้นตอนสุดท้าย	2	1.6	OP1							
รวม		55									

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

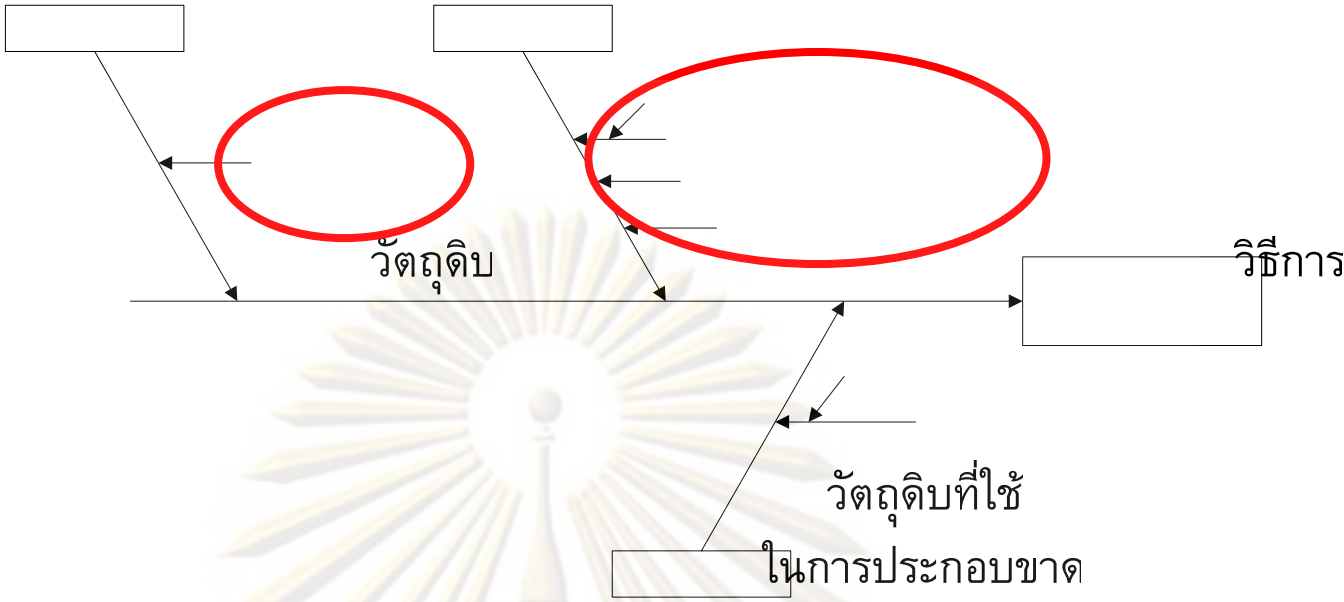
จากตารางที่ 5.1 – 5.7 สามารถสรุปเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงานได้ดังตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 สรุปเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงาน

สถานี	เวลาที่ใช้ (นาที) Time (min)
A1	15
A2	41
B	48
C	44
D	37
E	32
QC	55

จากตารางที่ 5.8 จะเห็นได้ว่าเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงานไม่มีความสมดุลกัน สถานี A1 ใช้เวลาน้อยที่สุด และสถานี QC ใช้เวลามากที่สุด ซึ่งทำให้เกิดปัญหาคือ รถที่ติดตั้งจากสถานี A1 เสร็จแล้วก็ไม่สามารถเลื่อนไปยังสถานี A2 ได้เนื่องจากสถานี A2 ใช้เวลาในการทำงานนานกว่าสถานี A1 และรถจากสถานี A2 ที่เสร็จแล้วก็ไม่สามารถเลื่อนไปที่สถานี B ได้เช่นกัน เนื่องจากสถานี B ใช้เวลานานกว่าสถานี A2 ซึ่งจะเกิดผลกระทบในลักษณะเดียวกันในทุกๆ สถานีงาน คือจะเกิดความสูญเสียทั้งแบบที่คนรองาน และงานรอคน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าหากปรับงานในแต่ละสถานีงานให้มีความสมดุลกันมากขึ้น และปรับลำดับการทำงานใหม่ จะมีผลให้เวลาที่รอรถจากสถานีก่อนหน้าลดลงและทำให้งานมีลำดับขั้นตอนที่สอดคล้องกันมากขึ้น เพิ่มความสะดวกในการปฏิบัติงานให้กับพนักงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.2 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุการรอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly

5.3.1.2 ผลจากการระดมสมองที่แสดงไว้ในแผนผังแสดงสาเหตุและผลในรูปที่ 5.2 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุการรอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly มีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีการทำงานโดยมีรายละเอียดดังนี้คือ

a. กำลังการผลิตไม่สมดุลกัน คือ กำลังการผลิตของ Sub-Assembly Line (สายการประกอบอุปกรณ์ก่อนการติดตั้ง) น้อยกว่ากำลังการผลิตของ Production Line (สายการผลิตติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์)

b. ต้องรอการขนส่งชิ้นงานที่ประกอบแล้ว คือพื้นที่ของ Sub-Assembly Line (สายการประกอบชิ้นงานก่อนการติดตั้ง) และ Production Line (สายการผลิตติดตั้งระบบก๊าซ อยู่คนละพื้นที่กัน โดยมีระยะทางห่างกันประมาณ 40 กิโลเมตร และใช้ระยะเวลาในการขนส่งประมาณ 1-2 ชั่วโมงต่อเที่ยว

c. ไม่มีการจัดแผนการผลิตที่ดีพอ คือไม่มีการจัดแผนการผลิตล่วงหน้า ทำให้อุปกรณ์ที่จะใช้ในการติดตั้งไม่เพียงพอ

2. วัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบขาด คือ วัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบชิ้นงานในส่วนของ Sub-Assembly Line (สายการประกอบอุปกรณ์ก่อนการติดตั้ง) ขาด ทำให้ไม่สามารถประกอบอุปกรณ์เพื่อป้อนให้กับสายการผลิตติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ได้

3. พนักงานขาดความชำนาญ คือ การประกอบอุปกรณ์โดย Sub-Assembly Line สำหรับการติดตั้งก๊าซรถรุ่นดังกล่าว ในช่วงแรกของการติดตั้งก๊าซรถยนต์รุ่นดังกล่าว พนักงานมีทักษะและความชำนาญน้อย ทำให้มีความล่าช้าในการปฏิบัติงาน

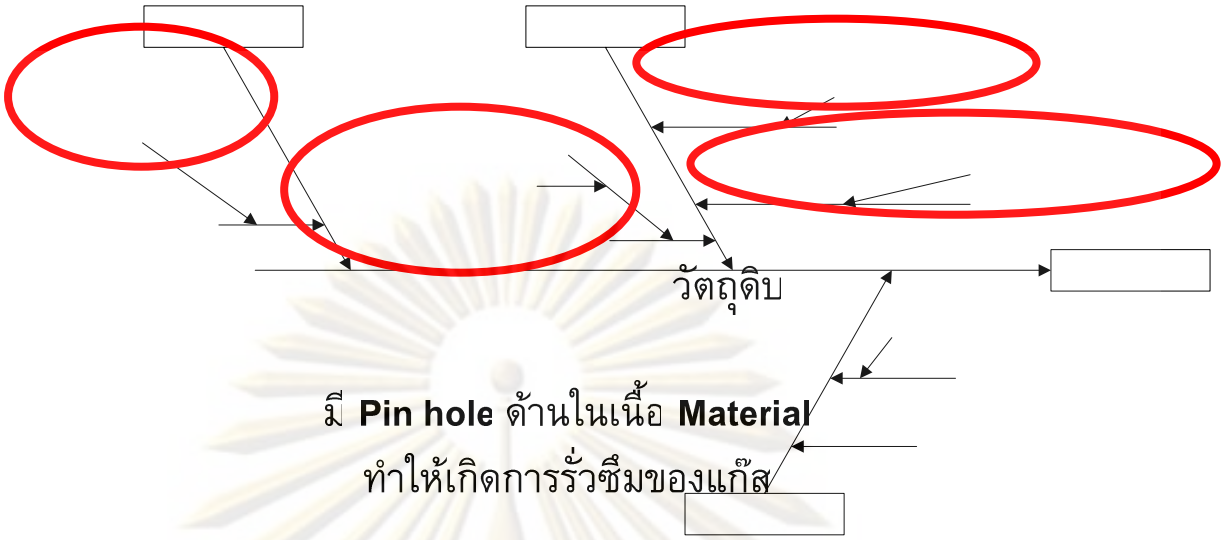
จะเห็นได้จากรูปที่ 5.2 จะมีการทำสัญลักษณ์วงกลมสีแดงล้อมรอบสาเหตุของปัญหาที่ทีมงานร่วมกันวิเคราะห์และสรุปว่าเป็นสาเหตุสำคัญที่ต้องทำการแก้ไขก่อนสาเหตุอื่นๆ ดังนั้นสาเหตุของการรอคอยรถจากการรอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly มาจากเรื่อง กำลังการผลิตไม่สมดุล การรอการขนส่ง แผนการผลิตที่ไม่เหมาะสม และวัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบขาดสต๊อก

โดยเมื่อพิจารณาระยะทางที่ใช้ในการขนส่งชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly มายัง สายการผลิตติดตั้งระบบก๊าซระยนต์ (Line production) มีระยะทางในประมาณเที่ยวละ 35 กิโลเมตร ดังนั้นเมื่อรวมระยะทางไปกลับจะใช้ระยะทางถึง 70 กิโลเมตร ซึ่งใช้ระยะเวลาในการเดินทางอย่างต่ำ 1 ชั่วโมง และยังต้องมีการขนถ่ายจาก Sub-Assembly Line มายังรถขนส่งอีกด้วย ซึ่งแต่ละครั้งใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 1 ชั่วโมง ทำให้เมื่อรวมแล้วเวลาที่ใช้ในการขนส่งอุปกรณ์จาก Sub-Assembly Line ประมาณ สองชั่วโมงต่อ 1 เที่ยว ดังนั้นหากสามารถลดเวลาในการขนส่ง โดยการลดระยะทางที่ใช้ หรือปรับเปลี่ยนพื้นที่ปฏิบัติงานของ Sub-Assembly Line ได้ และจัดแผนการผลิตให้มีความสมดุลกัน จะทำให้สามารถลดเวลาการรอคอยที่สายการผลิตติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ (Line Production) จะต้องรอของที่ประกอบจาก Sub-Assembly Line ได้

5.3.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุความสูญเปล่าจากกระบวนการไม่เหมาะสม

จากข้อมูลที่กล่าวไว้ข้างต้นจะเห็นได้ว่าความสูญเปล่าที่เกิดจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้เมื่อทำงานไปแล้วต้องมีการแก้ไขงาน ซึ่งมีการแก้ไขงานเฉลี่ย 0.77 จุด/คัน ซึ่งเมื่อพิจารณาเฉพาะในส่วนสำคัญ คือส่วนที่มีผลกระทบกับความปลอดภัยของผู้บริโภคพบว่ามีการแก้ไขงานโดยเฉลี่ย 0.56 จุด/คัน จากนั้นได้นำสาเหตุของปัญหาต่างๆมาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงโดยใช้แผนผังก้างปลาดังรูปที่ 5.3, 5.10, 5.13, 5.17 และ 5.21

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



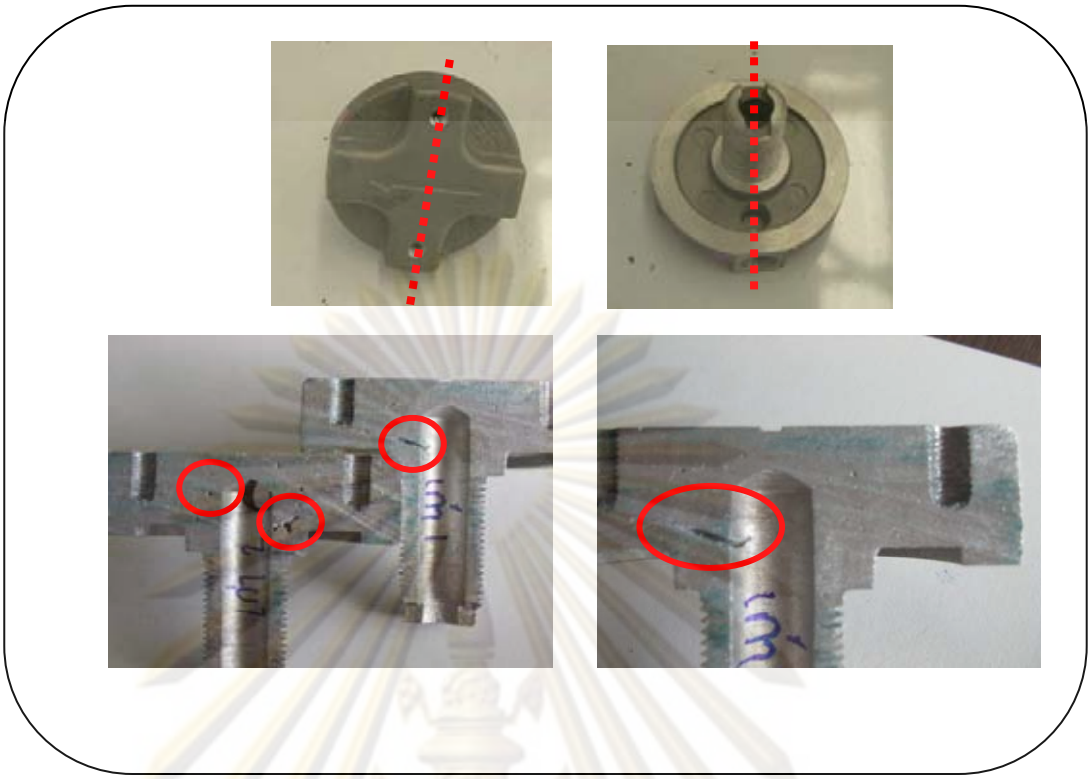
รูปที่ 5.3 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุการ Rework จากชุดกรองแก๊สรั่ว

5.3.2.1 ผลจากการระดมสมองที่แสดงไว้ในแผนผังแสดงสาเหตุและผลในรูปที่ 5.3 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุของการ Rework จากชุดกรองแก๊สรั่ว มีรายละเอียดดังนี้

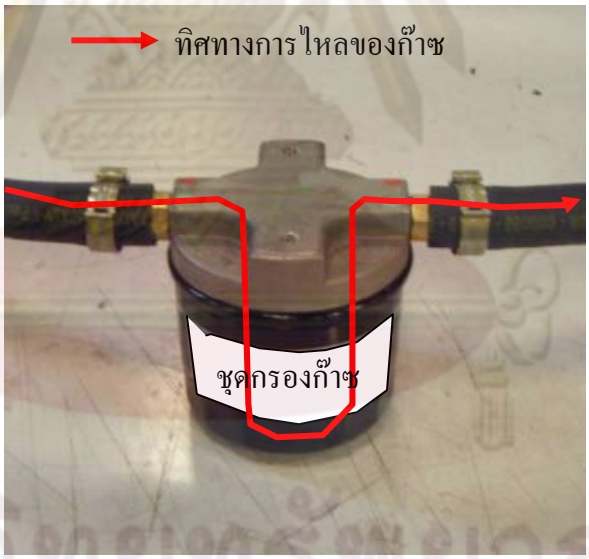
1. วิธีการทำงานโดยมีรายละเอียดดังนี้

a. วิธีการตรวจสอบวัตถุดิบก่อนเข้ากระบวนการติดตั้ง คือ การตรวจสอบวัตถุดิบมีการตรวจเพียงการสุ่มวัดขนาดของอุปกรณ์ฐานกรอง ว่าขนาดตามมิติต่างๆอยู่ในค่าที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งไม่ได้มีการตรวจแบบทำลายคือการผ่าดูเนื้อภายในของอุปกรณ์ดังกล่าว ว่ามีรูพรุนในตัวอุปกรณ์หรือไม่ ทำให้มีของเสียหลุดเข้ากระบวนการผลิต โดยจากการหาสาเหตุโดยการสุ่มชิ้นอุปกรณ์ดังกล่าวจำนวน 30 ชิ้น แล้วนำมาผ่าดูลักษณะภายในพบลักษณะดังรูปที่ 5.4 ซึ่งจากการผ่าดูเนื้อลักษณะเนื้อวัสดุภายในอุปกรณ์ดังกล่าว พบว่าอุปกรณ์ดังกล่าวมีลักษณะเนื้อภายในที่มีรูพรุน และโพรงด้านในที่มองเห็นด้วยตาเปล่าเป็นจำนวนมาก ซึ่งเมื่อพิจารณาทิศทางการไหลของก๊าซตามรูปที่ 5.5 และลักษณะจุดที่พบการรั่วของก๊าซ ตามรูปที่ 5.6 สรุปได้ว่ามีการรั่วของก๊าซออกมาตามจุดที่เป็นรูพรุนและโพรงที่อยู่ด้านในของเนื้อวัสดุ จากภายในออกมาภายนอก ตามจุดที่พบการรั่วของก๊าซจุดที่ 1-5 ดังรูป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

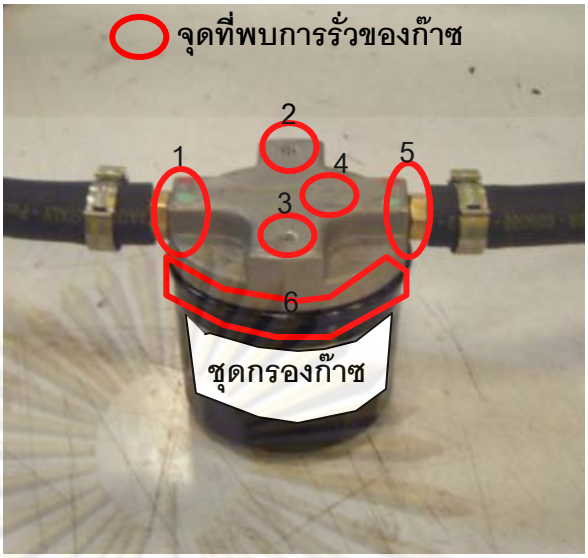


รูปที่ 5.4 อุปกรณ์ฐานกรองที่ผ่าเพื่อพิจารณาลักษณะเนื้ออุปกรณ์ด้านใน



รูปที่ 5.5 ทิศทางการไหลของก๊าซที่ผ่านชุดกรองก๊าซ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

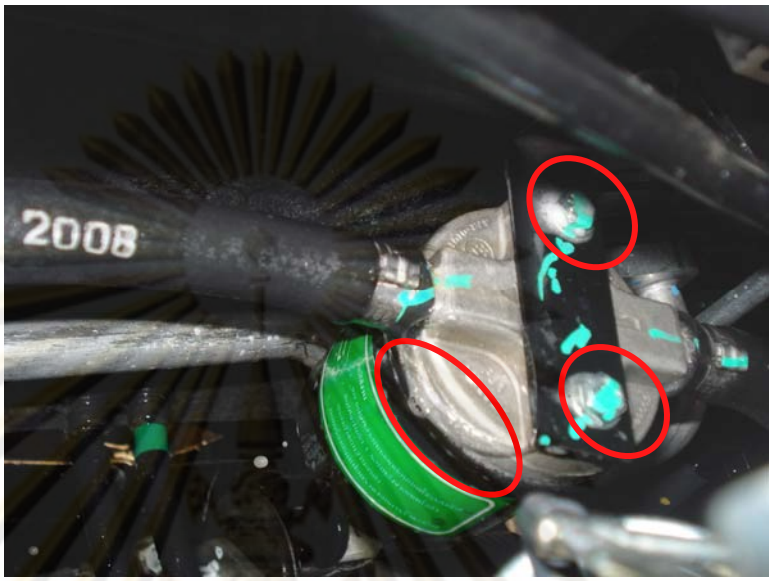


รูปที่ 5.6 ลักษณะจุดที่พบการรั่วซึมของก๊าซ

b. วิธีการติดตั้ง คือยังไม่มีการจัดทำมาตรฐานในการประกอบชิ้นงาน พนักงานใช้ทักษะและความชำนาญเฉพาะคนในการประกอบชิ้นงาน ทำให้งานที่ประกอบจากพนักงานแต่ละคนไม่เหมือนกัน และพบปัญหาดังกล่าว

c. วิธีการตรวจสอบ คือ การใช้น้ำยาทดสอบรั่วที่อุปกรณ์ต่างๆ ท้ายสุดหลังจากการติดตั้งอุปกรณ์ทุกอย่างเรียบร้อยแล้ว ช่วงเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบการรั่ว ไม่สามารถตรวจสอบพบรอยรั่วของก๊าซได้ เนื่องจากตารางที่ 5.7 วิธีการตรวจสอบการรั่วของก๊าซจะทำที่สถานี QC หลังจากการติดตั้งอุปกรณ์ทุกอย่างเรียบร้อยแล้ว จะมีการใช้ก๊าซ CNG เติมเข้าในระบบด้วยแรงดันที่ใช้งานจริง (ประมาณ 3000 psi หรือ 200 bar) และตรวจสอบการรั่วของก๊าซโดยการฉีดน้ำยาทดสอบรั่วที่จุดข้อต่อต่างๆ ของอุปกรณ์ก๊าซ หากพบรอยรั่วของก๊าซจะมีฟองอากาศออกมาอย่างต่อเนื่องบริเวณที่มีการรั่วของก๊าซ ตามตัวอย่างในรูปที่ 5.7 ซึ่งจะใช้เวลาเพื่อตรวจสอบการรั่วของก๊าซบริเวณห้องเครื่องยนต์ 5 นาทีและที่บริเวณวาล์วหัวถัง 2 นาที ซึ่งรวมแล้วใช้เวลาในการตรวจสอบ 7 นาที โดยวิธีการตรวจสอบคือ เมื่อฉีดน้ำยาทดสอบรั่วข้อต่อ และรอยต่อระหว่างอุปกรณ์ก๊าซต่างๆ แล้วจะพิจารณาว่ามีฟองอากาศออกมาหรือไม่ หากมีฟองอากาศออกมาหมายถึงมีการรั่วของก๊าซอุปกรณ์ดังกล่าว หากไม่มีฟองอากาศออกมาหมายถึงไม่มีการรั่วของก๊าซ และสามารถส่งมอบให้กับลูกค้าได้ทันที แต่ปัญหาที่พบคือเมื่อส่งมอบให้กับลูกค้าไปแล้ว ลูกค้าสังเกตพบว่าระดับก๊าซที่แสดงด้วยค่าแรงดันก๊าซที่เข็มของ Pressure gauge ตกลงถึงระดับศูนย์ หลังจากดับเครื่องยนต์และจอดทิ้งไว้ข้ามวัน ซึ่งหากไม่มีการรั่วของก๊าซในระบบ ระดับแรงดันของ

ก๊าซที่ Pressure gauge จะต้องคงที่และของเข็มที่ Pressure gauge ต้องไม่ลดลง ซึ่งจะเห็นได้จากในรูป 5.8 ก และ 5.8 ข



รูปที่ 5.7 ตัวอย่างการพบรอยรั่วของก๊าซที่อุปกรณ์

รูปที่ 5.8 ก ระดับก๊าซหลังดับเครื่องยนต์แล้ว

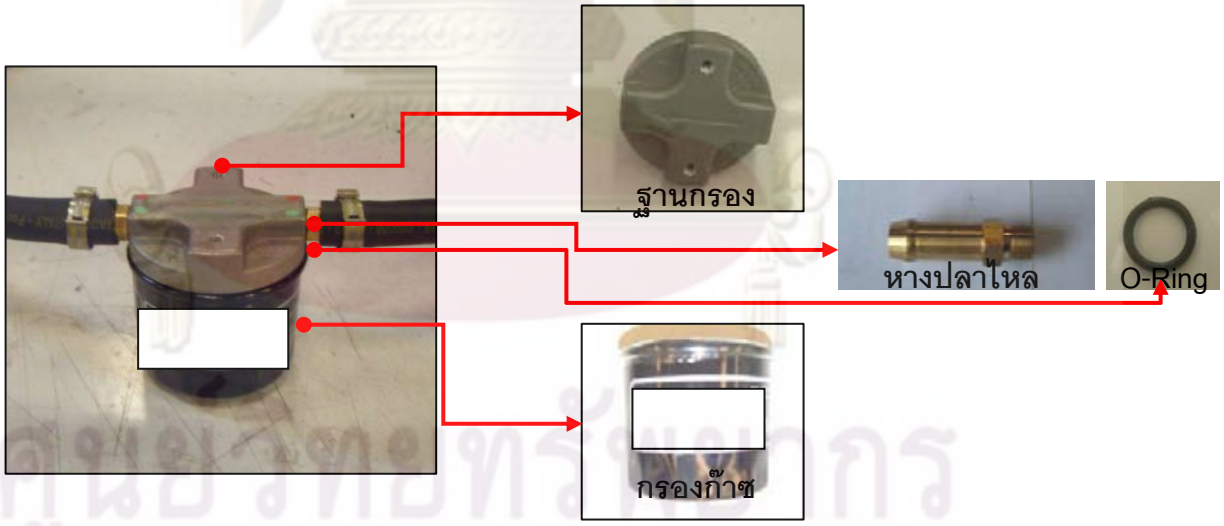
รูปที่ 5.8 ข ระดับก๊าซหลังจากจอดทิ้งไว้ข้ามวัน

จากการพบปัญหาดังกล่าว จึงต้องมีการตรวจสอบการรั่วโดยใช้น้ำยาทดสอบรั่วที่ข้อต่อของอุปกรณ์ต่างๆ อีกครั้ง ซึ่งพบว่าหลังจากฉีดน้ำยาทดสอบรั่วแล้วจะใช้เวลานานมากกว่า 5 นาที จึงจะพบฟองอากาศออกมาบริเวณจุดต่างๆ เนื่องจากการรั่วของก๊าซเป็นในบริเวณดังกล่าว เป็นการรั่วแบบค่อยๆ ซึมออกมา ซึ่งจากจุดที่รั่วตามรูปที่ 5.7 จึงเกิดจากสาเหตุที่ภายในฐานกรองมีรูพรุนซึ่งทำให้เมื่อมีแรงดันของก๊าซแล้วเกิดการรั่วซึมของก๊าซออกมาภายนอก ซึ่งเวลาที่ใช้ในการตรวจพบการรั่วของก๊าซ นานกว่า

เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบรั่วบริเวณหน้าเครื่องยนต์ ของ สถานี QC ซึ่งใช้เวลาในการตรวจสอบ 5 นาที ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุที่ QC ไม่สามารถตรวจพบการรั่วของก๊าซได้ก่อนการส่งมอบให้กับลูกค้า

2. วัตถุดิบมี Pin Hole ด้านในเนื้อวัสดุของอุปกรณ์ดังกล่าว ทำให้เกิดการรั่วของก๊าซ ตามรายละเอียดใน 1a และ 1c ซึ่งเมื่อได้ตรวจสอบกลับไปยังผู้ผลิตที่ผลิตอุปกรณ์ดังกล่าว ได้รับแจ้งว่าโมลด์ (Mold) ที่ใช้เพื่อขึ้นรูปในการฉีดอุปกรณ์ดังกล่าว มีอายุการใช้งานเกือบครบกำหนดแล้ว จึงเกิดปัญหาดังกล่าวกับอุปกรณ์ฐานกรอง
3. พนักงาน มีรายละเอียดดังนี้

a. พนักงานขาดความเข้าใจวิธีการที่ถูกต้องในวิธีการประกอบชิ้นงานคือ การประกอบอุปกรณ์โดย Sub-Assembly Line พนักงานใช้ประสบการณ์ ความชำนาญและความเข้าใจส่วนบุคคลในการประกอบ ทำให้แต่ละคนประกอบชิ้นงานและเมื่อติดตั้งแล้วพบผลลัพธ์ที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งคือบางคันมีก๊าซรั่ว บางคันไม่รั่ว โดยอุปกรณ์ชุดกรองก๊าซ 1 ชุด ต้องมีการประกอบอุปกรณ์ต่างๆ เข้าด้วยกัน จำนวนทั้งหมด 4 อุปกรณ์ คือ 1. ฐานกรอง 1 ชิ้น 2. กรองก๊าซ 1 ชิ้น 3. หางปลาไหล 2 ชิ้น 4. O-Ring 2 ชิ้น ตามรูปที่ 5.9



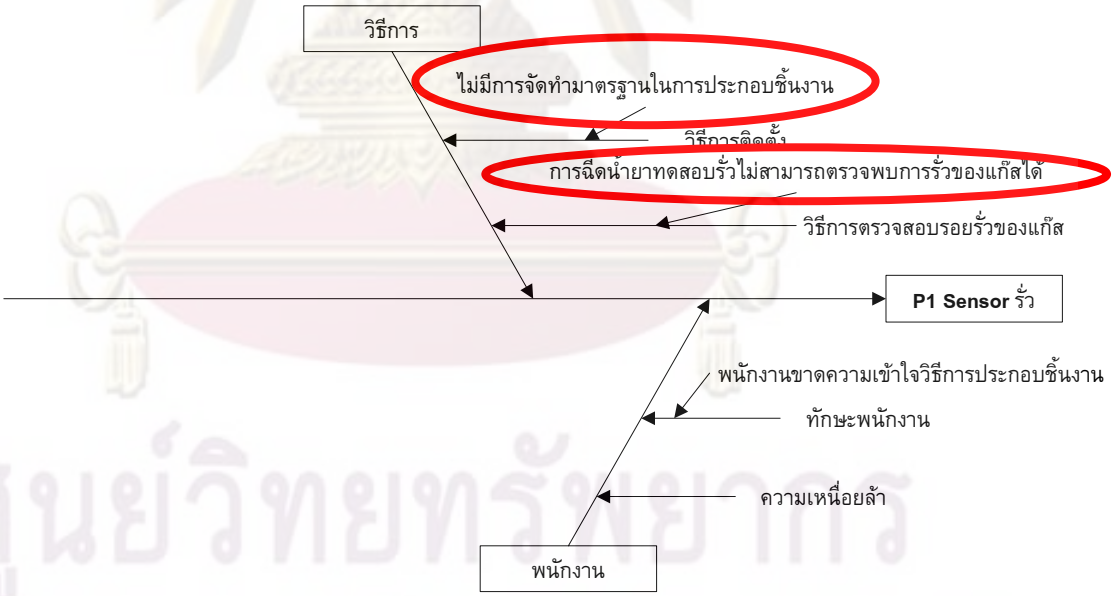
รูปที่ 5.9 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบเป็นชุดกรองก๊าซ

จากรูปที่ 5.9 จะเห็นว่าต้องมีการประกอบอุปกรณ์ทั้ง 4 ชนิดเข้าด้วยกันเพื่อทำเป็นชุดกรองก๊าซ ซึ่งการประกอบจะใช้เครื่องมือคือประแจปากตายแหวนข้างเบอร์ต่างๆ ตามขนาดของอุปกรณ์ที่ต้องประกอบ และทักษะของพนักงานเป็นผู้ประกอบเท่านั้น โดย

จากการวิเคราะห์จุดที่พบการรั่วของก๊าซ การรั่วของจุดที่ 1, 5, และ 6 รูป 5.6 เกิดบริเวณข้อต่อของอุปกรณ์ทั้งหมด ซึ่งเป็นสาเหตุเรื่องความเข้าใจในการประกอบชิ้นงานของพนักงานแต่ละคนไม่เหมือนกัน และการขันประกอบและรู้สึกว่าแน่นหรือไม่แน่นของแต่ละคนไม่เหมือนกัน ไม่มีตัววัดความแน่นหรือไม่แน่นในการประกอบ และไม่ได้มีการจัดทำมาตรฐานการประกอบอุปกรณ์ดังกล่าวและสอนให้พนักงานประกอบให้ได้ตามมาตรฐาน

b. ความเหนื่อยล้าของพนักงาน คือ การติดตั้งก๊าซรถยนต์รุ่นดังกล่าวมีการเปิดล่วงเวลาเพื่อให้พนักงานทำงานล่วงทุกวัน ทำให้พนักงานเกิดความเหนื่อยล้าในการทำงาน ทำให้การตรวจสอบคุณภาพทำได้โดยไม่ละเอียด มีการตรวจสอบไม่ครบทุกจุดที่ระบุไว้ใน Check Sheet

จะเห็นได้จากรูปที่ 5.3 จะมีการทำสัญลักษณ์วงกลมสีแดงล้อมรอบสาเหตุของปัญหาที่ทีมงานร่วมกันวิเคราะห์และสรุปว่าเป็นสาเหตุสำคัญที่ต้องทำการแก้ไขก่อนสาเหตุอื่นๆ ดังนั้นสาเหตุของการ Rework จากชุดกรองแก๊สรั่วคือ วิธีการทำงานและวัตถุดิบที่ไม่เหมาะสม



รูปที่ 5.10 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุการ Rework จาก P1 Sensor รั่ว

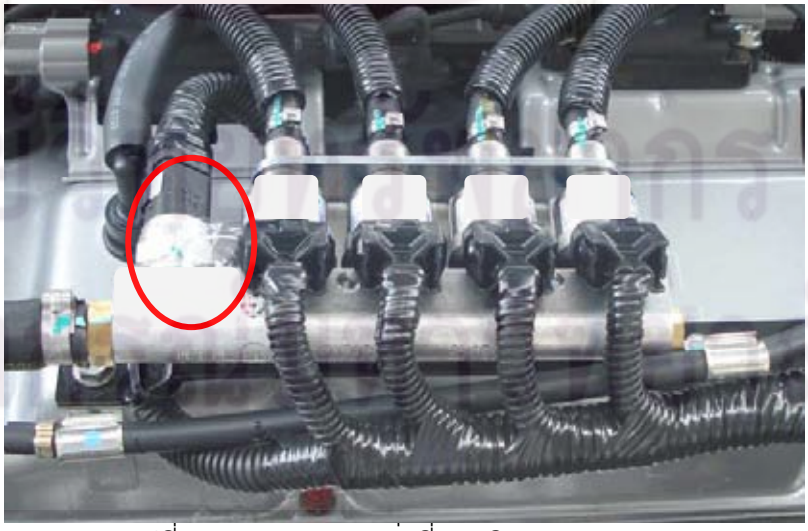
5.3.2.2 ผลจากการระดมสมองที่แสดงไว้ในแผนผังแสดงสาเหตุและผลในรูปที่ 5.10 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุของการ Rework จาก P1 Sensor รั่ว มีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีการทำงานโดยมีรายละเอียดดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

a. วิธีการติดตั้ง คือยังไม่มีการจัดทำมาตรฐานในการประกอบชิ้นงาน พนักงานใช้ทักษะและความชำนาญเฉพาะคนในการประกอบชิ้นงาน ทำให้งานที่ประกอบจากพนักงานแต่ละคนไม่เหมือนกัน และพบปัญหาดังกล่าว

b. วิธีการตรวจสอบ คือ การใช้น้ำยาทดสอบรั่วที่อุปกรณ์ต่างๆ ท้ายสุดหลังจากการติดตั้งอุปกรณ์ทุกอย่างเรียบร้อยแล้ว ช่วงเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบการรั่ว ไม่สามารถตรวจสอบพบรอยรั่วของก๊าซได้ ลักษณะปัญหาที่พบคล้ายคลึงกับรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้ ในข้อที่ 5.3.2.1 ที่อธิบายสาเหตุของปัญหาชุดกรองก๊าซรั่วในข้อที่ 1a ซึ่งโดยสรุปคือวิธีการตรวจสอบการรั่วของก๊าซที่สถานี QC ซึ่งใช้เวลาในการตรวจสอบรั่วของอุปกรณ์ก๊าซบริเวณห้องเครื่องยนต์เวลา 5 นาที ไม่สามารถตรวจพบปัญหาดังกล่าวได้ และไปพบปัญหาดังกล่าวหลังจากส่งมอบให้กับลูกค้าไปแล้ว โดยลูกค้าพบจากการที่ระดับแรงดันก๊าซที่แสดงที่ Pressure gauge ลดลงหลังจากดับเครื่องยนต์และจอดทิ้งข้ามคืน หลังจากพบปัญหาจึงได้ตรวจสอบอีกครั้ง โดยการใช้น้ำยาเช็ครั่วฉีดที่อุปกรณ์ข้อต่อของอุปกรณ์ต่างๆ จึงพบปัญหาที่จุดนี้ โดยจากการวิเคราะห์โดยทีมงานสาเหตุที่ไม่พบการรั่วของก๊าซที่จุดนี้ในขณะที่ตรวจสอบ เกิดจากสาเหตุที่วิธีการปฏิบัติงานในการทดสอบรั่ว คือเมื่อเติมก๊าซที่แรงดันใช้งาน จากนั้นตรวจสอบการรั่วของข้อต่อต่างๆ ของอุปกรณ์ก๊าซขณะที่รถอยู่นิ่ง ไม่ได้มีการสตาร์ทเครื่องยนต์ หรือมีการสั่นสะเทือนของเครื่องยนต์ จึงทำให้ไม่พบรอยรั่วที่จุดนี้ จากนั้นจึงได้มีการขับออกไปเติมก๊าซที่สถานีก๊าซ CNG และวิ่งทดสอบ เกิดการสั่นสะเทือนที่ข้อต่อต่างๆ ทำให้เกิดการรั่วของก๊าซที่บริเวณดังกล่าว แต่ไม่สามารถตรวจพบได้เนื่องจากไม่ได้มีการกำหนดให้มีการตรวจสอบการรั่วหลังจากเติมก๊าซที่สถานีก๊าซ CNG มาแล้ว รถก๊าซรั่วจึงถูกส่งถึงมือลูกค้า โดยรูปจุดที่พบปัญหานี้แสดงดังรูปที่ 5.11

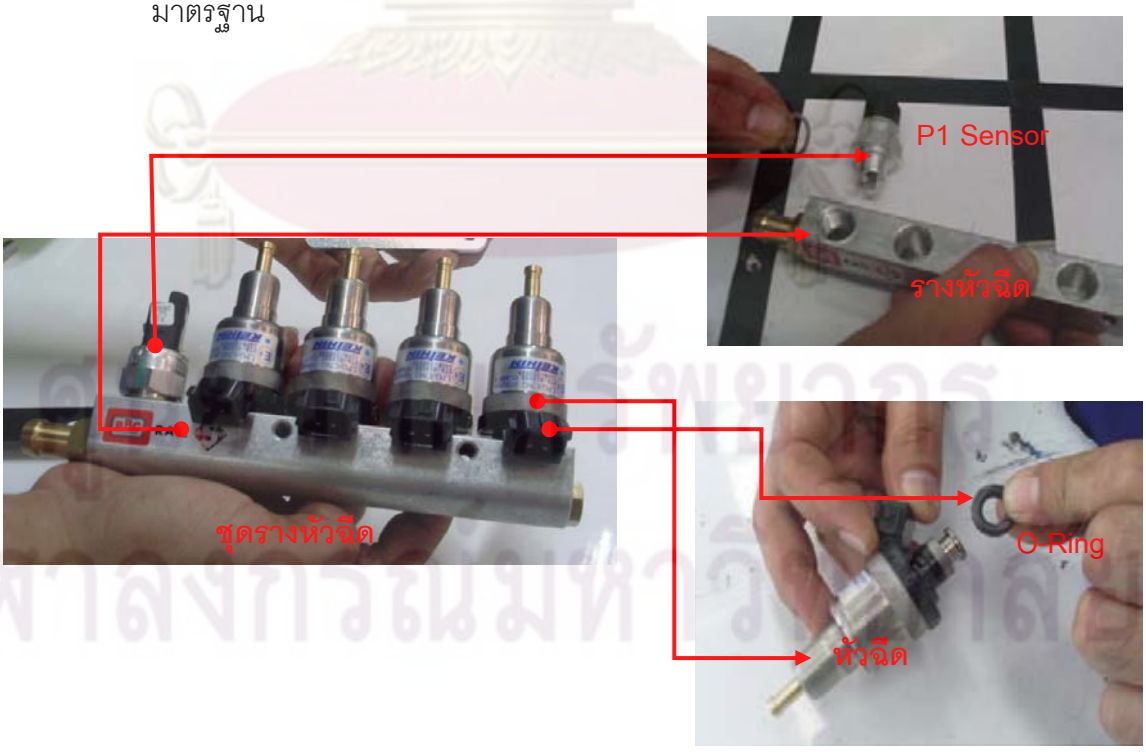


รูปที่ 5.11 ลักษณะการรั่วที่พบบริเวณ P1 Sensor

2. พนักงาน มีรายละเอียดดังนี้

a. พนักงานขาดความเข้าใจวิธีการที่ถูกต้องในวิธีการประกอบชิ้นงานคือ การประกอบอุปกรณ์โดย Sub-Assembly Line พนักงานใช้ประสบการณ์ ความชำนาญและความเข้าใจส่วนบุคคลในการประกอบ ทำให้แต่ละคนประกอบชิ้นงานและเมื่อติดตั้งแล้วพบผลลัพธ์ที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งคือบางคันมีก๊าซรั่ว บางคันไม่รั่ว โดยอุปกรณ์ชุดรางหัวฉีด 1 ชุด ต้องมีการประกอบอุปกรณ์ต่างๆ เข้าด้วยกัน จำนวนทั้งหมด 4 อุปกรณ์ คือ 1. รางหัวฉีด 1 ชิ้น 2. หัวฉีด 4 ชิ้น 3. P1 Sensor 1 ชิ้น 4. O-Ring 4 ชิ้น ตามรูปที่ 5.12

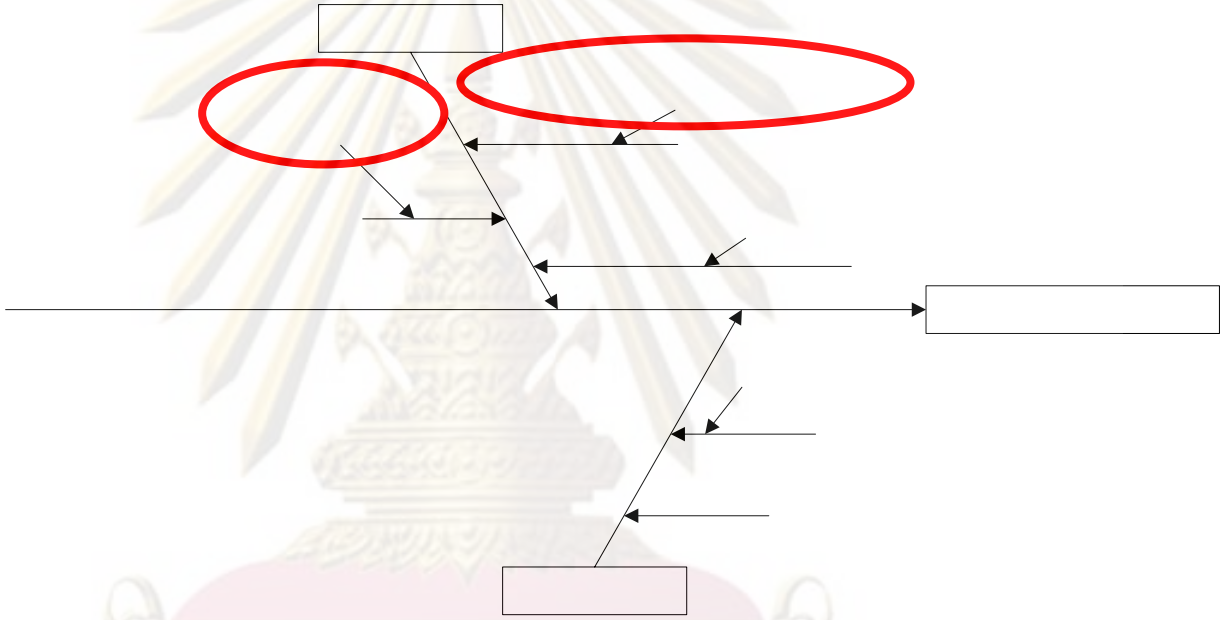
จากรูปที่ 5.12 จะเห็นว่าต้องมีการประกอบอุปกรณ์ทั้ง 4 ชนิดเข้าด้วยกันเพื่อทำเป็นชุดรางหัวฉีด ซึ่งการประกอบจะใช้เครื่องมือคือประแจปากตายแหวนข้างเบอร์ต่างๆ ตามขนาดของอุปกรณ์ที่ต้องประกอบ และทักษะของพนักงานเป็นผู้ประกอบเท่านั้น โดยจากการวิเคราะห์จุดที่พบการรั่วของก๊าซ จากรูป 5.11 เกิดบริเวณข้อต่อของอุปกรณ์ ซึ่งเป็นสาเหตุเรื่องความเข้าใจในการประกอบชิ้นงานของพนักงานแต่ละคนไม่เหมือนกัน และการขันประกอบและรู้สึกว่าแน่นหรือไม่แน่นของแต่ละคนไม่เหมือนกัน ไม่มีตัววัดความแน่นหรือไม่แน่นในการประกอบ และไม่ได้มีการจัดทำมาตรฐานการประกอบอุปกรณ์ดังกล่าวและสอนให้พนักงานประกอบให้ได้ตามมาตรฐาน



รูปที่ 5.12 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบเป็นชุดรางหัวฉีด

c. ความเหนื่อยล้าของพนักงาน คือ การติดตั้งก๊าซรถยนต์รุ่นดังกล่าวมีการเปิดล่วงเวลาเพื่อให้พนักงานทำงานล่วงทุกวัน ทำให้พนักงานเกิดความเหนื่อยล้าในการทำงาน ทำให้การตรวจสอบคุณภาพทำได้โดยไม่ละเอียด มีการตรวจสอบไม่ครบทุกจุดที่ระบุไว้ใน Check Sheet

จะเห็นได้จากรูปที่ 5.10 จะมีการทำสัญลักษณ์วงกลมสีแดงล้อมรอบสาเหตุของปัญหาที่ทีมงานร่วมกันวิเคราะห์และสรุปว่าเป็นสาเหตุสำคัญที่ต้องทำการแก้ไขก่อนสาเหตุอื่นๆ ดังนั้นสาเหตุของการ Rework จาก P1 Sensor รั่ว คือ วิธีการทำงาน



รูปที่ 5.13 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุการ Rework จากการติดตั้งสายไฟขั้วแบตไม่เรียบร้อย

5.3.2.3 ผลจากการระดมสมองที่แสดงไว้ในแผนผังแสดงสาเหตุและผลในรูปที่ 5.13 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุของการ Rework จากการติดตั้งสายไฟขั้วแบตไม่เรียบร้อย มีรายละเอียดดังนี้

วิธีการ

1. วิธีการทำงานโดยมีรายละเอียดดังนี้

พื้นที่ปฏิบัติงานน้อย

a. วิธีการติดตั้ง คือยังไม่มีการจัดทำมาตรฐานในการประกอบชิ้นงาน พนักงานใช้ทักษะและความชำนาญเฉพาะคนในการประกอบชิ้นงาน ทำให้งานที่ประกอบจากพนักงานแต่ละคนไม่เหมือนกัน และพบปัญหาดังกล่าว โดยลักษณะปัญหาที่พบคือสายไฟขั้วแบตเตอรี่ไม่เรียบร้อยเป็นดังรูปที่ 5.14 คือพบสายลวดทองแดงปลือยหลุดออกมาจาก terminal ที่ใช้เสียบกับขั้วแบตเตอรี่รถยนต์ ซึ่งที่ถูกต้องคือต้องเก็บสายไฟและ

พื้นที่ปฏิบัติงานไม่เหมาะสม

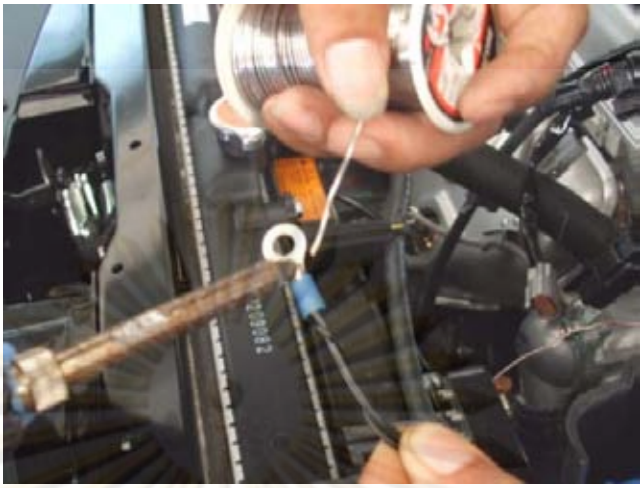
บัดกรีด้วยตะกั่วปิดทับสายลวดทองแดงให้เรียบร้อย เพื่อป้องกันการเกิดไฟช๊อต ดังรูปที่ 5.15

รูปที่ 5.14 รูปลักษณะปัญหาการติดตั้งสายไฟขั้วแบตเตอรี่ไม่เรียบร้อย

รูปที่ 5.15 รูปลักษณะการติดตั้งสายไฟขั้วแบตเตอรี่ที่เรียบร้อยและถูกต้อง

b. วิธีการตรวจสอบ คือ ไม่ได้มีการกำหนดจุดการตรวจสอบดังกล่าวลงใน PDI Check Sheet ทำให้ที่สถานี QC ไม่มีการตรวจสอบจุดดังกล่าว และปล่อยรถส่งมอบถึงลูกค้า

c. พื้นที่ปฏิบัติงานไม่เหมาะสม คือ พื้นที่ในการบัดกรีและเก็บความเรียบร้อยของชุดสายไฟขั้วแบตมีน้อยและไม่เหมาะสม ทำให้ไม่สามารถเก็บงานบัดกรีได้เรียบร้อยทั้งหมด โดยการบัดกรีจุดดังกล่าวด้วยตะกั่วทำที่สถานี D ซึ่งมีลักษณะการปฏิบัติงานเป็นดังรูปที่ 5.16 คือพนักงานจะบัดกรีตะกั่วบริเวณหน้ารถยนต์ ซึ่งมีพื้นที่ไม่เหมาะสม คือต้องบัดกรีหน้ารถยนต์ และชุดสายไฟดังกล่าวมีขนาดเล็กและถูกยึดไว้อยู่กับตัวรถแล้ว ทำให้บัดกรีตะกั่วได้ไม่ทั่วทั้งหมด และมีสายลวดทองแดงหลุดออกมาภายนอก terminal



รูปที่ 5.16 จุดปฏิบัติงานในการบัดกรีตะกั่วชุดสายไฟขั้วแบตเตอร์รี่

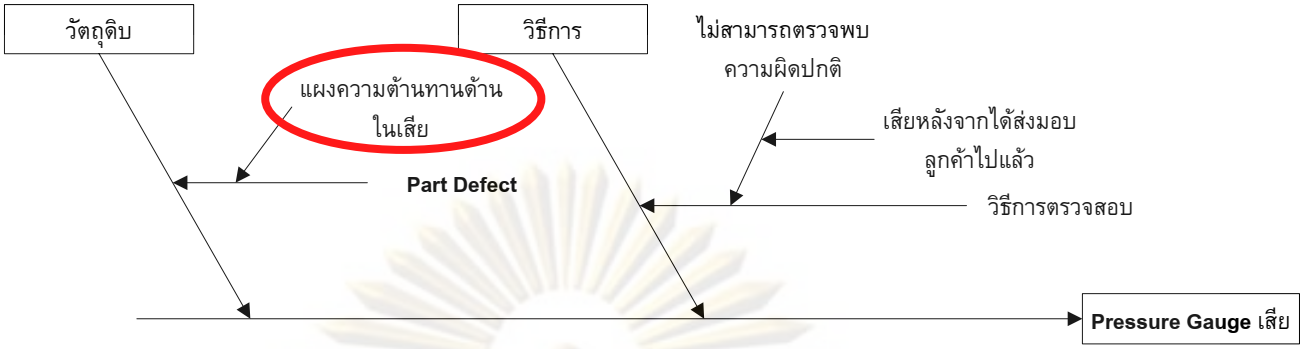
2. พนักงาน มีรายละเอียดดังนี้

a. พนักงานขาดความเข้าใจวิธีการที่ถูกต้องในวิธีการปฏิบัติงาน

b. ความเหนื่อยล้าของพนักงาน คือ การติดตั้งก๊าซรถยนต์รุ่นดังกล่าวมีการเปิดล่วงเวลาเพื่อให้พนักงานทำงานล่วงทุกวัน ทำให้พนักงานเกิดความเหนื่อยล้าในการทำงาน

จะเห็นได้จากรูปที่ 5.13 จะมีการทำสัญลักษณ์วงกลมสีแดงล้อมรอบสาเหตุของปัญหาที่ทีมงานร่วมกันวิเคราะห์และสรุปว่าเป็นสาเหตุสำคัญที่ต้องทำการแก้ไขก่อนสาเหตุอื่นๆ ดังนั้นสาเหตุของการ Rework จากการติดตั้งสายไฟขั้วแบตเตอรี่ไม่เรียบร้อยคือ ไม่มีการจัดทำมาตรฐานการประกอบชิ้นงาน และพื้นที่ที่ใช้ในการปฏิบัติงานในการบัดกรีชุดสายไฟดังกล่าวไม่เหมาะสมคือมีน้อยเกินไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

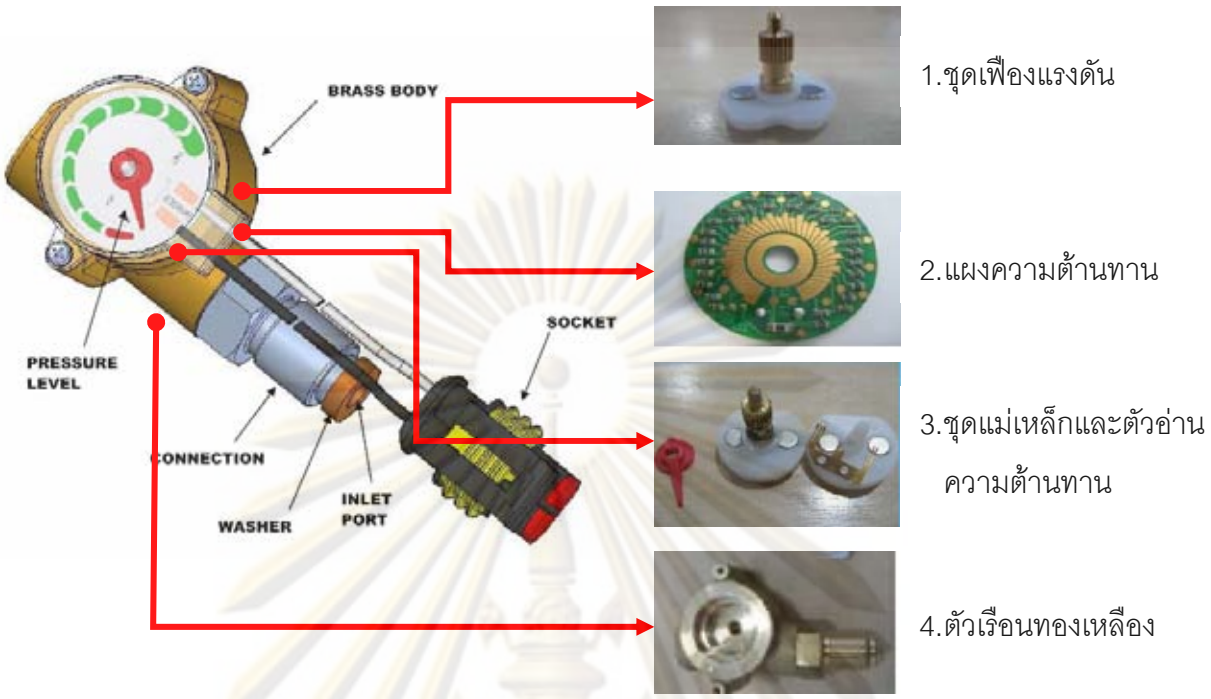


รูปที่ 5.17 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุการ Rework จาก Pressure Gauge เสีย

5.3.2.4 ผลจากการระดมสมองที่แสดงไว้ในแผนผังแสดงสาเหตุและผลในรูปที่ 5.17 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุการ Rework จาก Pressure Gauge เสีย มีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีการตรวจสอบหลังจากการติดตั้งที่สถานี QC ไม่สามารถตรวจพบความผิดปกติของของอุปกรณ์ได้ เนื่องจากข้อบกพร่องดังกล่าวตรวจพบจากอาการที่ลูกค้าร้องเรียนว่าบางกรณีระดับก๊าซหมดแต่ระดับไฟที่แสดงระดับก๊าซแสดงว่าก๊าซมีเต็มระบบ หรือบางกรณีก๊าซยังไม่หมด แต่ไฟแสดงระดับก๊าซแสดงว่าก๊าซหมด หรือบางกรณีไฟแสดงระดับก๊าซแสดงไม่ตรงกับความปริมาณก๊าซที่มีจริงเป็นต้น
2. แผงความต้านทานภายในอุปกรณ์ดังกล่าวเสีย คือ อุปกรณ์ Pressure gauge ประกอบด้วยอุปกรณ์ คือ 1. ชุดเฟืองแรงดัน 2. แผงความต้านทาน 3. ชุดแม่เหล็กและตัวอ่านความต้านทาน 4. ตัวเรือนทองเหลือง ดังรูปที่ 5.18

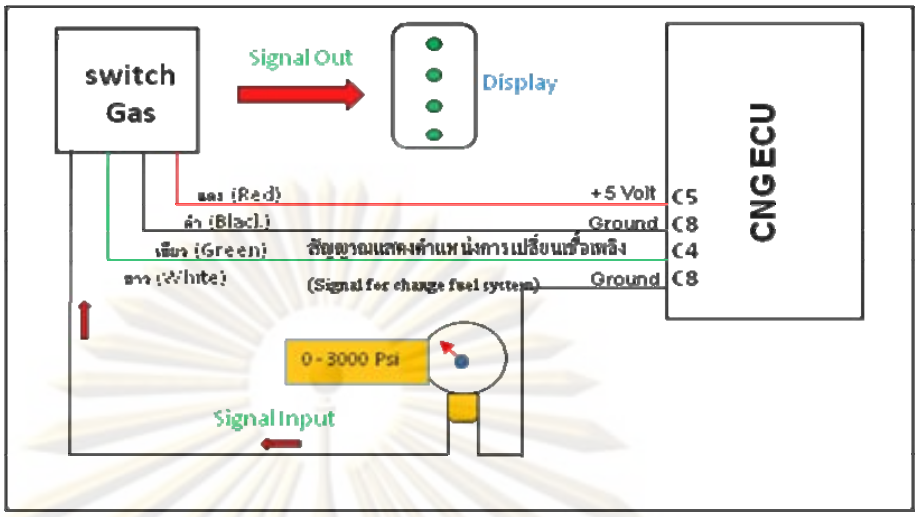
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.18 ส่วนประกอบของอุปกรณ์ Pressure gauge

หลักการทำงานของ Pressure gauge คือ ตัวเรือนจะรับแรงดันที่ 0-3000 psi โดยมีชุดเฟืองแรงดันรับแรงดัน ต่อกับเข็มเกจ และต่อกับชุดแม่เหล็กและตัวอ่านความต้านทาน และแผงความต้านทาน ซึ่งมีความต้านทานในช่วง 0-90 Ω เมื่อมีแรงดันของก๊าซเข้าตัวเรือน เฟืองรับแรงดันจะหมุนตามค่าแรงดันที่รับเข้ามา ทำให้ค่าความต้านทานภายในเปลี่ยนแปลงตามแรงดัน และส่งสัญญาณไปที่ตัวสวิทย์บอกระดับปริมาณก๊าซเพื่อแสดงปริมาณระดับก๊าซ โดยมีกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic control unit; ECU) เป็นตัวควบคุมระดับการแสดงผลประมาณก๊าซตามที่ได้มีการ Calibrate ไว้ โดยปกติคือ ก๊าซเต็มถัง ระดับความต้านทานอยู่ที่ 90 Ω และระดับก๊าซที่แสดงผลจะแสดงด้วยไฟสีเขียวเต็ม 4 ดวง ไม่กระพริบ เมื่อก๊าซหมดถัง ระดับความต้านทานอยู่ที่ 0 Ω และระดับก๊าซที่แสดงผลจะแสดงด้วยไฟสีแดง 1 ดวงกระพริบ โดยวงจรการทำงานของ Pressure gauge ที่เชื่อมต่อกับการแสดงผลระดับก๊าซ เป็นดังรูปที่ 5.19

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.19 วงจรการทำงานของ Pressure gauge ที่เชื่อมต่อกับการแสดงผลระดับก๊าซ

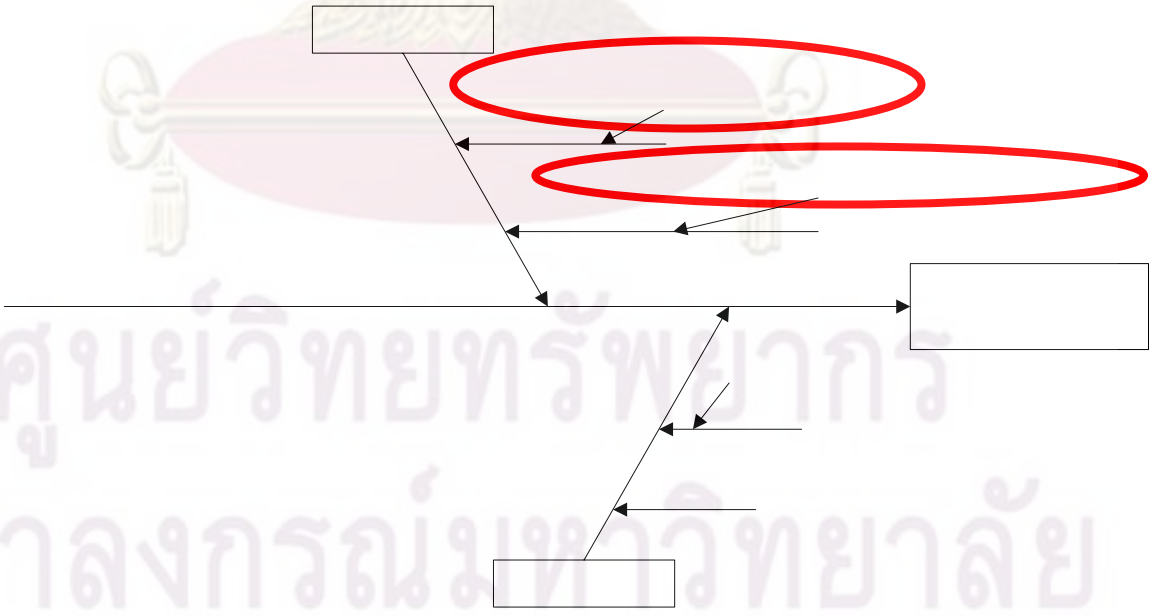
จากวงจรการทำงานในรูป 5.19 และปัญหาที่พบในข้อที่ 1 จึงได้มีการวิเคราะห์หาสาเหตุ โดยการถอดอุปกรณ์ Pressure gauge ออกมาวัดค่าความต้านทาน พบว่าแผงวงจรด้านในอ่านค่าความต้านทานได้ผิดไปจากค่า 0-90 Ω ซึ่งส่งผลให้การแสดงค่าระดับของก๊าซผิดไปด้วย โดยตัวอย่างค่าที่อ่านได้และค่าแรงดันที่แสดงผลที่เข็ม Gauge ของ Pressure gauge ที่พบอาการดังกล่าว เป็นดังตารางที่ 5.9 และรูปวิธีการวัดแสดงดังรูปที่ 5.20

No.	ค่าความต้านทานที่วัดได้ Ω	ค่าแรงดันที่แสดงที่เข็ม gauge (Bar)
1	150.4	2-2.5
2	150.6	1-1.5
3	150.0	0-1
4	150.9	0-1
5	152.4	0
6	151.7	1.5-2

จากตารางที่ 5.20 จะเห็นได้ว่าแผงความต้านทานที่อ่านค่าได้มีค่าผิดไปจากค่าปกติทั้งหมดคือค่าที่อ่านได้เกิน 90 Ω ในหลายๆ ช่วงค่าแรงดัน ดังนั้นสาเหตุของปัญหานี้เกิดจากความผิดปกติของตัวอุปกรณ์แผงความต้านทานภายใน Pressure gauge

รูปที่ 5.20 การวัดค่าความต้านทานแผงวงจรของ Pressure Gauge

จะเห็นได้จากรูปที่ 5.17 จะมีการทำสัญลักษณ์วงกลมสีแดงล้อมรอบสาเหตุของปัญหาที่ทีมงานร่วมกันวิเคราะห์และสรุปว่าเป็นสาเหตุสำคัญที่ต้องทำการแก้ไขก่อนสาเหตุอื่นๆ ดังนั้นสาเหตุของการ Rework จาก Pressure Gauge เสียคือ แผงวงจรความต้านทานภายในเสีย



รูปที่ 5.21 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุการ Rework จาก Male connector รั่วและ Pressure Gauge รั่ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

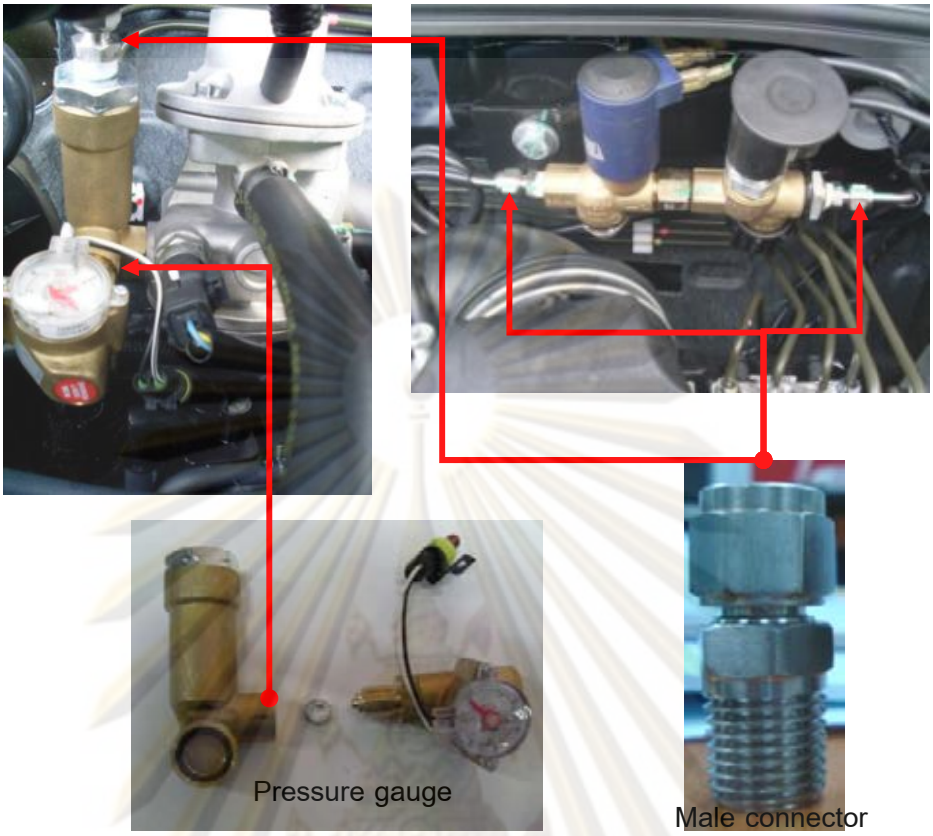
5.3.2.5 ผลจากการระดมสมองที่แสดงไว้ในแผนผังแสดงสาเหตุและผลในรูปที่ 5.21 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุการ Rework จาก Male connector รั่ว และ Pressure gauge รั่ว มีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีการทำงานโดยมีรายละเอียดดังนี้

a. วิธีการติดตั้ง คือยังไม่มีการจัดทำมาตรฐานในการประกอบชิ้นงาน พนักงานใช้ทักษะและความชำนาญเฉพาะคนในการประกอบชิ้นงาน ทำให้งานที่ประกอบจากพนักงานแต่ละคนไม่เหมือนกัน และพบปัญหาดังกล่าว

b. วิธีการตรวจสอบ คือ การใช้น้ำยาทดสอบรั่วที่อุปกรณ์ต่างๆ ท้ายสุดหลังจากการติดตั้งอุปกรณ์ทุกอย่างเรียบร้อยแล้ว ช่วงเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบการรั่ว ไม่สามารถตรวจสอบพบรอยรั่วของก๊าซได้ ลักษณะปัญหาที่พบคล้ายคลึงกับรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้ ในข้อที่ 5.3.2.2 ที่อธิบายสาเหตุของปัญหา P1 Sensor รั่วในข้อที่ 1b ซึ่งโดยสรุปคือวิธีการตรวจสอบการรั่วของก๊าซที่สถานี QC ซึ่งใช้เวลาในการตรวจสอบรั่วของอุปกรณ์ก๊าซบริเวณห้องเครื่องยนต์เวลา 5 นาที ไม่สามารถตรวจพบปัญหาดังกล่าวได้ และไปพบปัญหาดังกล่าวหลังจากส่งมอบให้กับลูกค้าไปแล้ว โดยลูกค้าพบจากการที่ระดับแรงดันก๊าซที่แสดงที่ Pressure gauge ลดลงหลังจากดับเครื่องยนต์และจอดทิ้งข้ามคืน หลังจากพบปัญหาจึงได้ตรวจสอบอีกครั้ง โดยการใช้น้ำยาเช็ครั่วฉีดที่อุปกรณ์ข้อต่อของอุปกรณ์ต่างๆ จึงพบปัญหาที่จุดนี้ โดยจากการวิเคราะห์โดยทีมงานสาเหตุที่ไม่พบการรั่วของก๊าซที่จุดนี้ในขณะที่ตรวจสอบ เกิดจากสาเหตุที่วิธีการปฏิบัติงานในการทดสอบรั่ว คือเมื่อเติมก๊าซที่แรงดันใช้งาน จากนั้นตรวจสอบการรั่วของข้อต่อต่างๆ ของอุปกรณ์ก๊าซขณะที่รถอยู่นิ่ง ไม่ได้มีการสตาร์ทเครื่องยนต์ หรือมีการสั่นสะเทือนของเครื่องยนต์ และอุปกรณ์ดังกล่าวติดตั้งอยู่ด้านของห้องเครื่องยนต์ซึ่งมีอุปกรณ์ต่างๆของรถยนต์บังอยู่ จึงทำให้ไม่สามารถสังเกตพบรอยรั่วพบที่จุดนี้ จากนั้นจึงได้มีการขับออกไปเติมก๊าซที่สถานีก๊าซ CNG และวิ่งทดสอบ เกิดการสั่นสะเทือนที่ข้อต่อต่างๆ ทำให้เกิดการรั่วของก๊าซที่บริเวณดังกล่าว แต่ไม่สามารถตรวจพบได้เนื่องจากไม่ได้มีการกำหนดให้มีการตรวจสอบการรั่วหลังจากเติมก๊าซที่สถานีก๊าซ CNG มาแล้ว รถก๊าซรั่วจึงถูกส่งถึงมือลูกค้า โดยรูปจุดที่พบปัญหานี้แสดงดังรูปที่ 5.22

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

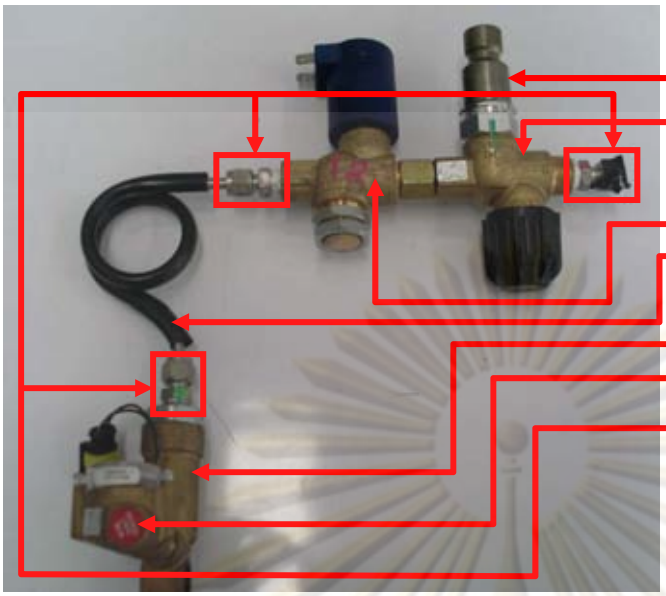


รูปที่ 5.22 ลักษณะการรั่วที่พบบริเวณ Male connector และ Pressure gauge

2. พนักงาน มีรายละเอียดดังนี้

a. พนักงานขาดความเข้าใจวิธีการที่ถูกต้องในวิธีการประกอบชิ้นงานคือ การประกอบอุปกรณ์โดย Sub-Assembly Line พนักงานใช้ประสบการณ์ ความชำนาญและความเข้าใจส่วนบุคคลในการประกอบ ทำให้แต่ละคนประกอบชิ้นงานและเมื่อติดตั้งแล้วพบผลลัพธ์ที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งคือบางคันมีก๊าซรั่ว บางคันไม่รั่ว โดยอุปกรณ์ชุดหัวเติม 1 ชุด ต้องมีการประกอบอุปกรณ์ต่างๆ เข้าด้วยกัน จำนวนทั้งหมด 7 อุปกรณ์ คือ 1. หัวเติมก๊าซ (Filling Valve) 1 ชิ้น 2. แมนนวลวาล์ว (Manual valve) 1 ชิ้น 3. โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) 1 ชิ้น 4. ท่อก๊าซแรงดันสูง 1 ชิ้น 5. ขาเกจ 1 ชิ้น 6. เกจวัดแรงดัน (Pressure gauge) 1 ชิ้น 7. เมล คอนเนคเตอร์ (Male Connector) 3 ชิ้น ตามรูปที่ 5.23

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.23 อุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบเป็นชุดหัวเติม

จากรูปที่ 5.23 จะเห็นว่าต้องมีการประกอบอุปกรณ์ทั้ง 7 ชนิดเข้าด้วยกันเพื่อทำเป็นชุดหัวเติม ซึ่งการประกอบจะใช้เครื่องมือคือประแจปากตายแหวนข้างเบอร์ต่างๆ ตามขนาดของอุปกรณ์ที่ต้องประกอบ และทักษะของพนักงานเป็นผู้ประกอบเท่านั้น โดยจากการวิเคราะห์จุดที่พบการรั่วของก๊าซ จากรูป 5.22 เกิดบริเวณข้อต่อของอุปกรณ์ ซึ่งเป็นสาเหตุเรื่องความเข้าใจในการประกอบชิ้นงานของพนักงานแต่ละคนไม่เหมือนกัน และการขันประกอบและรู้สึกว่าแน่นหรือไม่แน่นของแต่ละคนไม่เหมือนกัน ไม่มีตัววัดความแน่นหรือไม่แน่นในการประกอบ และไม่ได้มีการจัดทำมาตรฐานการประกอบอุปกรณ์ดังกล่าวและสอนให้พนักงานประกอบให้ได้ตามมาตรฐาน

b. ความเหนื่อยล้าของพนักงาน คือ การติดตั้งก๊าซรถยนต์รุ่นดังกล่าวมีการเปิดล่วงเวลาเพื่อให้พนักงานทำงานล่วงทุกวัน ทำให้พนักงานเกิดความเหนื่อยล้าในการทำงาน

จะเห็นได้จากรูปที่ 5.21 จะมีการทำสัญลักษณ์วงกลมสีแดงล้อมรอบสาเหตุของปัญหาที่ทีมงานร่วมกันวิเคราะห์และสรุปว่าเป็นสาเหตุสำคัญที่ต้องทำการแก้ไขก่อนสาเหตุอื่นๆ ดังนั้นสาเหตุของการ Rework จาก Male connector รั่ว และ Pressure gauge รั่ว คือ วิธีการทำงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 สรุปผลการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหา

สำหรับบทนี้ได้ทำการหาวิธีการสำหรับนำมาใช้แก้ปัญหาโดยเริ่มจากการนำสาเหตุหลักของปัญหาต่างๆที่ได้จากบทที่ 4 มาวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงโดยใช้แผนผังก้างปลาในการหาสาเหตุที่แท้จริงแล้วร่วมกันวิเคราะห์ร่วมกับทีมงาน โดยการตรวจสอบจากอุปกรณ์ และการทดสอบซ้ำ ว่าสาเหตุในข้อใดในแผนผังก้างปลาคือสาเหตุที่ควรได้รับการแก้ไขก่อนเป็นลำดับแรก ซึ่งในแต่สาเหตุของแต่ละปัญหาที่สรุปได้ดังนี้

1. การรอรถจากกระบวนการก่อนหน้า เกิดจากสาเหตุเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงานไม่มีความสมดุลกัน
2. รอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly เกิดจากสาเหตุกำลังการผลิตไม่สมดุล การรอการขนส่ง แผนการผลิตที่ไม่เหมาะสม และวัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบขาดสต๊อก
3. การ Rework จากชุดกรองแก๊สรั่ว เกิดจากสาเหตุ
    a. วิธีการตรวจสอบเพื่อรับสินค้าเข้าไม่มีผ่าอุปกรณ์เพื่อตรวจสอบสภาพเนื้ออุปกรณ์ด้านใน
    b. วิธีการตรวจสอบการรั่วของก๊าซที่สถานี QC ไม่สามารถตรวจสอบการรั่วของก๊าซได้ทั้งหมด
    c. ไม่มีการจัดทำมาตรฐานการประกอบชุดอุปกรณ์ดังกล่าว
    d. วัตถุดิบมีรูพรุนและเป็นโพรงด้านใน
4. การ Rework จาก P1 Sensor รั่ว เกิดจากสาเหตุ
    a. วิธีการตรวจสอบการรั่วของก๊าซที่สถานี QC ไม่สามารถตรวจสอบการรั่วของก๊าซได้
    b. ไม่มีการจัดทำมาตรฐานการประกอบชุดอุปกรณ์ดังกล่าว
5. การ Rework จากการติดตั้งสายไฟขั้วแบตไม่เรียบร้อย เกิดจากสาเหตุ
    a. ไม่มีการจัดทำมาตรฐานการประกอบชิ้นงาน และ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

b. พื้นที่ที่ใช้ในการปฏิบัติงานในการบัดกรีชุดสายไฟดังกล่าวไม่เหมาะสมคือมีน้อยเกินไป

6. การ Rework จาก Pressure Gauge เสีย เกิดจากสาเหตุ

a. แผงวงจรความต้านทานภายในเสีย

7. การ Rework จาก Male connector รั่วและ Pressure Gauge รั่ว เกิดจากสาเหตุ

a. วิธีการตรวจสอบการรั่วของก๊าซที่สถานี QC ไม่สามารถตรวจสอบการรั่วของก๊าซได้

b. ไม่มีการจัดทำมาตรฐานการประกอบชุดอุปกรณ์ดังกล่าว

จากนั้นจะนำสาเหตุของปัญหาแต่ละข้อมาหาวิธีแก้ไขปัญหา และวางแผนดำเนินการแก้ไขในบทถัดไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

การปรับปรุงกระบวนการ (Improve Phase)

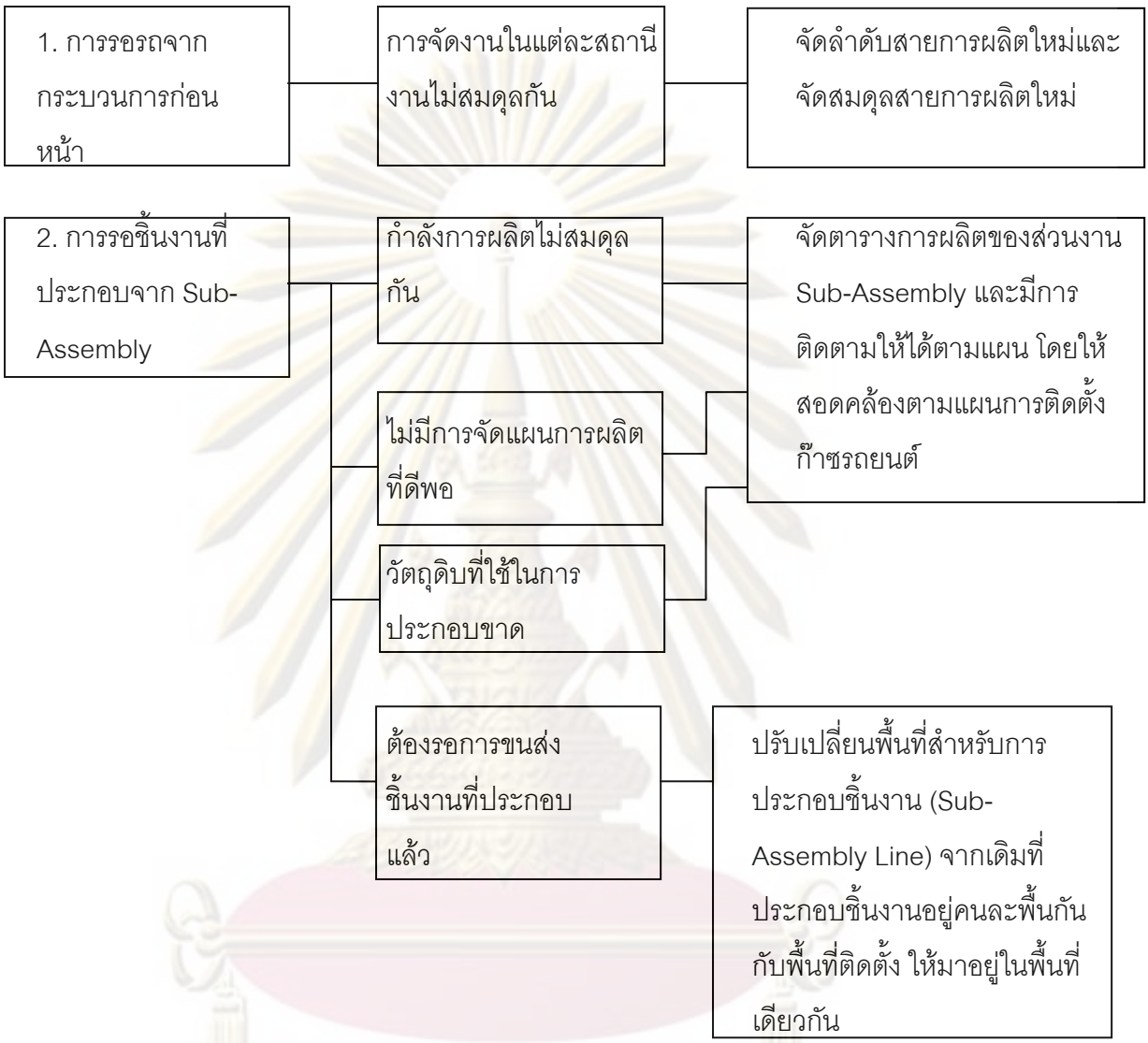
บทนี้จะกล่าวถึงกระบวนการที่ใช้ปรับปรุงกระบวนการของบริษัทกรณีศึกษา ตามที่ได้วิเคราะห์ถึงสาเหตุที่แท้จริงของสาเหตุของของความสูญเปล่าที่ได้กล่าวจากบทที่แล้ว เพื่อนำไปสรุปและเป็นแนวทางในการการปรับปรุงโรงงานกรณีศึกษา และปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่า และนำแนวคิดดังกล่าวมาสร้างเป็นขั้นตอนเพื่อลดความสูญเปล่า และนำไปใช้ปรับปรุงกับกรณีศึกษา ซึ่งจะมีการกำหนดเป็นเป้าหมาย และแผนการดำเนินงานเพื่อลดความสูญเปล่า และผลการลดความสูญเปล่าหลังจากการปรับปรุงตามแผนการดำเนินงาน

6.1 วิธีการแก้ไขปัญหาในแต่ละสาเหตุ

จากสาเหตุหลักของปัญหาที่สรุปได้จากบทที่แล้วนั้น ทีมงานได้ทำการระดมสมองถึงวิธีการแก้ปัญหา และปรับปรุงโดยใช้ ECRS (กำจัดทิ้ง รวมเข้าด้วยกัน จัดลำดับใหม่ ทำให้ง่ายขึ้น) และการสร้างมาตรฐานวิธีการทำงาน (Standard work) เพื่อสร้างความเข้าใจในวิธีการทำงานที่ถูกต้องและที่ต้องปฏิบัติ ซึ่งจากการประชุมรวมกันกับผู้ที่เกี่ยวข้องถึงแนวทางการแก้ปัญหา ได้สรุปว่าทำการแก้ปัญหาดังนี้ ซึ่งได้ผลสรุปออกมาดังตารางที่ 6.1 และ 6.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.1 แผนผังต้นไม้สรุปปัญหา สาเหตุและวิธีการแก้ไขของความสูญเปล่าจากการรอคอย



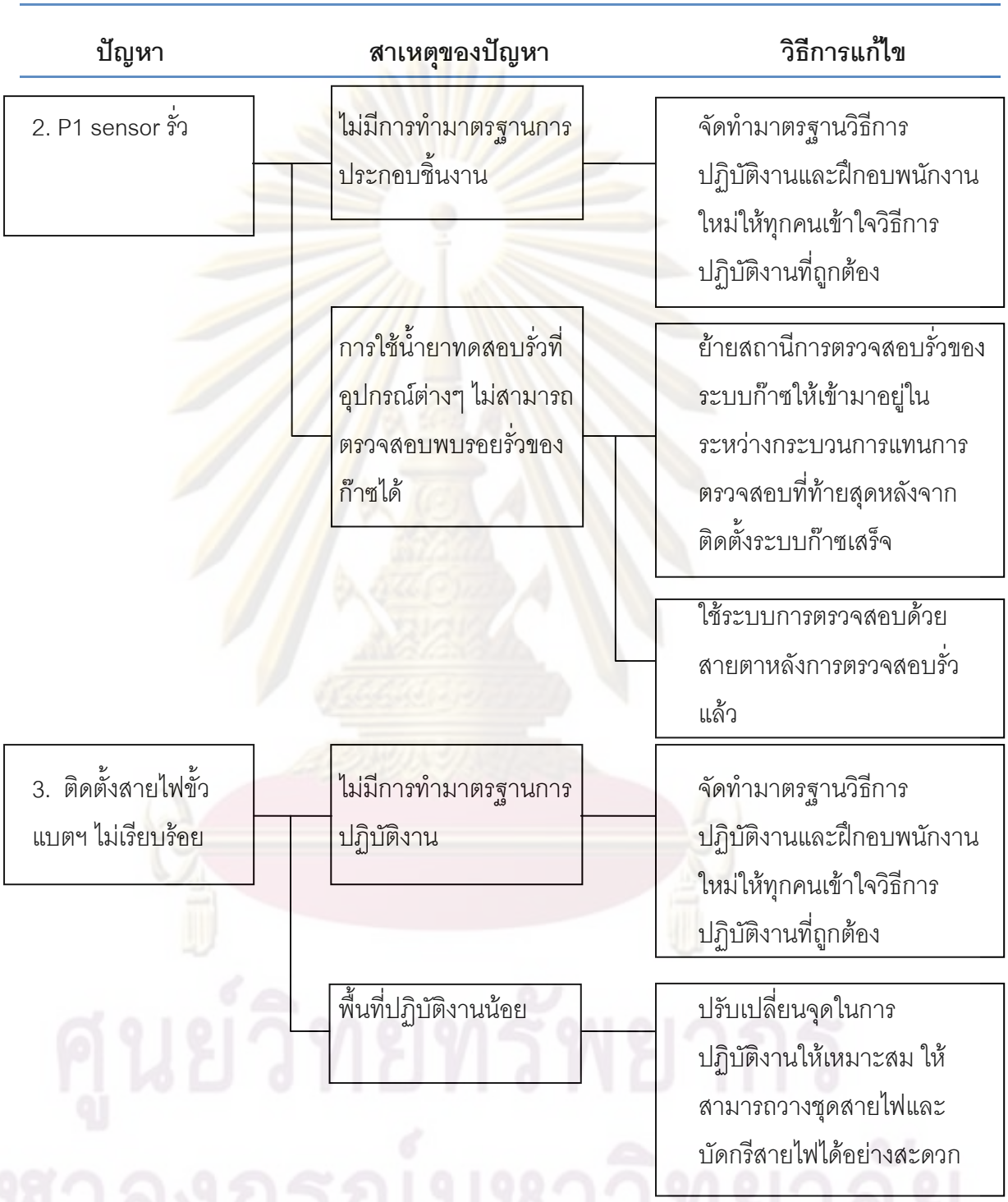
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.2 แผนผังต้นไม้สรุปปัญหา สาเหตุและวิธีการแก้ไขของความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม

ปัญหา	สาเหตุของปัญหา	วิธีการแก้ไข
1. ชุดกรองก๊าซรั่ว	ไม่มีการทำมาตรฐานการประกอบชิ้นงาน	จัดทำมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานและฝึกอบพนักงานใหม่ให้ทุกคนเข้าใจวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง
	การใช้น้ำยาทดสอบรั่วที่อุปกรณ์ต่างๆ ไม่สามารถตรวจสอบพบรอยรั่วของก๊าซได้	ย้ายสถานีการตรวจสอบรั่วของระบบก๊าซให้เข้ามาอยู่ในระหว่างกระบวนการแทนการตรวจสอบที่ท้ายสุดหลังจากติดตั้งระบบก๊าซเสร็จ
		ใช้ระบบการตรวจสอบด้วยสายตาหลังการตรวจสอบรั่วแล้ว
	ไม่มีผ่าอุปกรณ์เพื่อตรวจสอบลักษณะเนื้อวัสดุด้านใน	เพิ่มการตรวจทดสอบแบบทำลาย โดยการผ่าดูลักษณะภายในชิ้นงาน
	มี Pin Hole (รูพรุนเล็กๆ ด้านในเนื้อวัสดุ)	แก้ไขแม่พิมพ์ในการฉีดขึ้นรูปอุปกรณ์ดังกล่าวให้มีทิศทางการไหลของวัสดุที่ดีขึ้นและปรับเปลี่ยนเนื้อวัสดุจาก Al 90% เป็น Al 99%
		เพิ่มกระบวนการ Impregnation ในการผลิตอุปกรณ์ชิ้นนี้เพื่อให้ปิดรูพรุนเล็กๆที่เกิดในชิ้นงาน

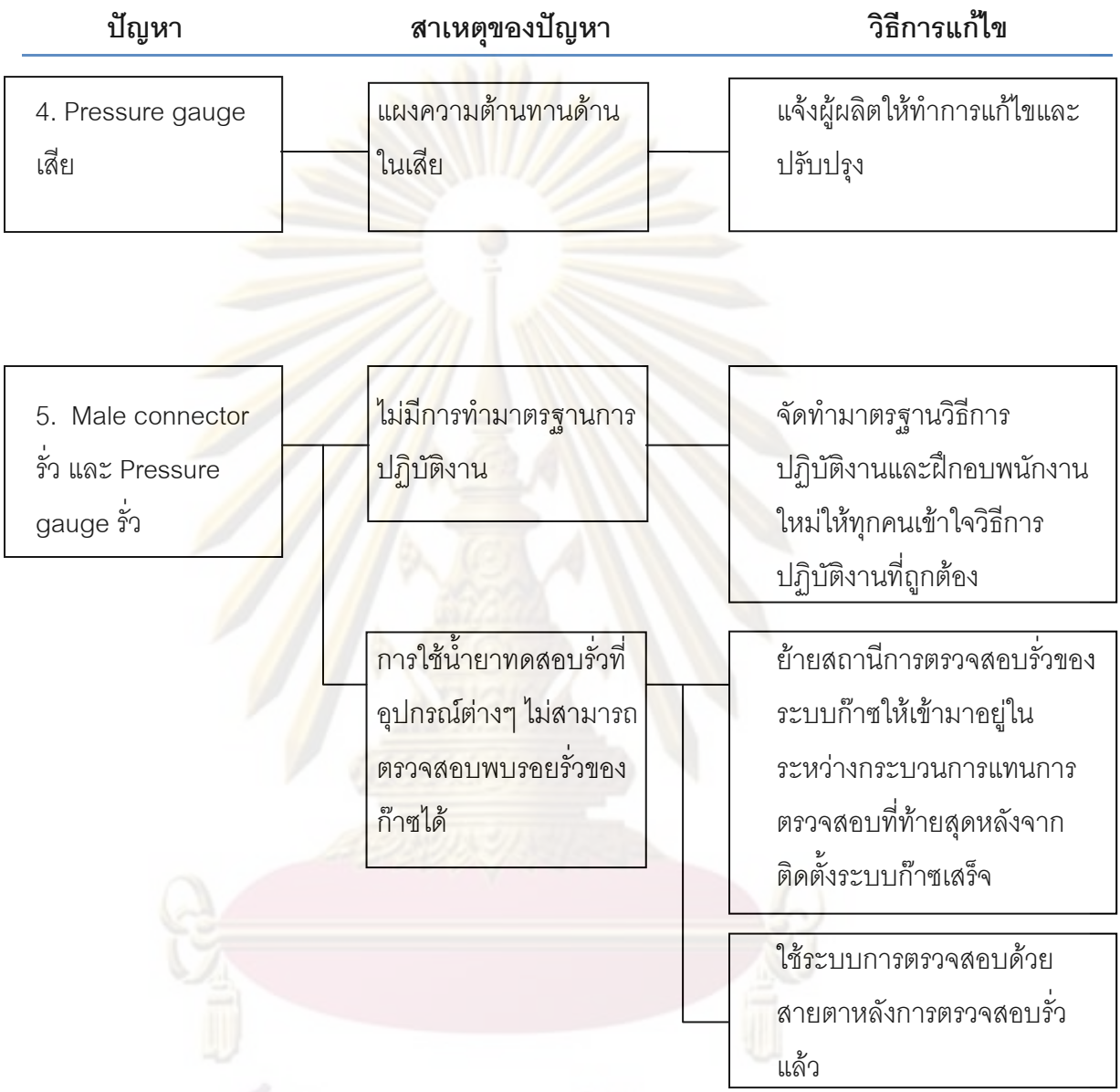
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.2 แผนผังต้นไม้สรุปปัญหา สาเหตุและวิธีการแก้ไขของความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม (ต่อ)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.2 แผนผังต้นไม้สรุปปัญหา สาเหตุและวิธีการแก้ไขของความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม (ต่อ)



วิธีการแก้ไขต่างๆ จากตารางที่ 6.1 และ 6.2 จะเห็นได้ว่ามีบางวิธีการแก้ไขที่ดำเนินการแล้วสามารถแก้ไขปัญหาได้หลายสาเหตุในเวลาเดียวกัน ดังนั้นจึงได้สรุปวิธีการแก้ไขปัญหาที่แก้ไข รายละเอียดการดำเนินการ ผู้รับผิดชอบในการดำเนินการ และวันที่เริ่มดำเนินการแก้ไขได้ดังตารางที่ 6.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.3 สรุปวิธีการแก้ไขปัญหา รายละเอียดการดำเนินการ ผู้รับผิดชอบในการดำเนินการ และวันที่เริ่มดำเนินการแก้ไข

วิธีการแก้ไข	ปัญหาที่แก้ไข	รายละเอียดในการดำเนินการ	เครื่องมือที่ใช้	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลาที่ดำเนินการ
1. จัดลำดับสายการผลิตใหม่	1. การรอรถจากกระบวนการก่อนหน้า 2. การ Rework จากชุดกรองก๊าซรั่ว 3. การ Rework จาก P1 sensor รั่ว 4. การ Rework จาก Male connector รั่วและ Pressure Gauge รั่ว	จัดลำดับสายการผลิตใหม่โดยการย้ายสถานีการตรวจสอบการรั่วของก๊าซให้อยู่ในระหว่างกระบวนการ แทนการตรวจสอบที่ท้ายสุดหลังจากการติดตั้ง ตามรูปที่ 6.1 ลักษณะการไหลของงานในการติดตั้งระบบก๊าซ CNG กับรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M หลังการปรับปรุง และรูปที่ 6.2 ลักษณะการไหลของงานในการติดตั้งระบบก๊าซ CNG กับรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง	ECRS; R-Rearrange	1. ผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์ 2. Production Engineer 3. Produciton Technical Support 4. หัวหน้าช่างสายการติดตั้งก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M	23 มี.ค. - 4 พ.ค. 52
2. ปรับสมดุลของสายการผลิตใหม่	การรอรถจากกระบวนการก่อนหน้า	ปรับสมดุลของสายการผลิตโดยปรับย้ายงานบางสถานีที่มีเวลานาน มาใส่ในสถานีงานที่มีเวลาน้อยกว่า โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 6.3-6.9 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี A ถึงสถานี QC และตารางที่ 6.10 สรุปเวลาของแต่ละสถานีหลังการปรับปรุง	ECRS; R-Rearrange	1. ผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์ 2. Production Engineer 3. หัวหน้าช่างสายการติดตั้งก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M	23 มี.ค. - 4 พ.ค. 52
3. จัดทำตารางการผลิตของส่วนงาน Sub-Assembly Line	การรอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly Line	จัดตารางการผลิตให้สอดคล้องกับแผนการติดตั้งและทำการควบคุมให้ได้ตามแผนโดยใช้การแสดงผลที่บอร์ดบริเวณในพื้นที่การทำงาน แสดงตัวอย่างดังตารางที่ 6.10 ตัวอย่างตารางการผลิตของ Sub-Assembly Line และตารางที่ 6.11 ตัวอย่างรายผลผลิตเทียบแผนการผลิต Sub-Assembly Line	ECRS; C-Combine	1. Production Engineer 2. หัวหน้าช่าง Sub-Assembly Line	1 เม.ย. 52 - 20 เม.ย. 52
4. ปรับเปลี่ยนพื้นที่สำหรับการประกอบชิ้นงานของ Sub-Assembly Line	การรอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly Line	ย้ายพื้นที่การทำงานของ Sub-Assembly Line จากที่อยู่คนละสาขาของบริษัทกรณีศึกษา ให้มาอยู่ในสาขาเดียวกัน และอยู่ในพื้นที่ติดกับสายการผลิตติดตั้งก๊าซรถยนต์ ดังรูปที่ 6.3	ECRS; R-Rearrange และ S-Simplify	1. ผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์ 2. Production Engineer 3. หัวหน้าช่าง Sub-Assembly Line	23 มี.ค. 52 - 4 พ.ค. 52

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.3 สรุปวิธีการแก้ไขปัญหา รายละเอียดการดำเนินการ ผู้รับผิดชอบในการดำเนินการ และวันที่เริ่มดำเนินการแก้ไข (ต่อ)

วิธีการแก้ไข	ปัญหาที่แก้ไข	รายละเอียดในการดำเนินการ	เครื่องมือที่ใช้	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลาที่ดำเนินการ
5. จัดทำมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานในจุดที่พบปัญหาและฝึกอบพนักงานใหม่	1. การ Rework จากชุดกรองก๊าซรั่ว 2. การ Rework จากชุดรางหัวฉีดรั่ว 3. การ Rework จากการติดตั้งสายไฟขั้วแบตเตอร์รี่ไม่เรียบร้อย 4. การ Rework จาก Male connector รั่วและ Pressure Gauge รั่ว	1. จัดทำมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานให้กับพนักงานที่ประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆที่พบปัญหา โดยมีรายละเอียดของมาตรฐานวิธีการทำงานในตารางที่ 6.12-6.15 2. ฝึกอบรมพนักงานตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน โดยรูปตัวอย่างการฝึกอบรมเป็นดังรูป 6.4	Standard work และ Training	1. ผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์ 2. Production Engineer 3. Produciton Technical Support 4. หัวหน้าช่างสายการติดตั้งก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M 5. หัวหน้าช่าง Sub-Assembly Line	23 มี.ค. - 27 เม.ย. 52
6. ใช้ระบบการตรวจสอบด้วยสายตาหลังจากการทดสอบรั่วแล้ว	1. การ Rework จากชุดกรองก๊าซรั่ว 2. การ Rework จาก P1 Sensor รั่ว 3. การ Rework จาก Male connector รั่วและ Pressure Gauge รั่ว	1. เมื่อตรวจสอบการรั่วโดยใช้น้ำยาเช็ครั่วที่จุดข้อต่อต่าง ๆแล้วหากไม่พบการรั่วของก๊าซให้ใช้ปากกาแต้มบ่งชี้ระดับของเกจวัดปริมาตรก๊าซในระบบ (Pressure Gauge) เพื่อแสดงปริมาตรก๊าซในระบบ เมื่อรถถูกส่งไปในสถานีถัดไป หากมีก๊าซรั่วในระบบ ไม่ว่าจะเป็นการรั่วในปริมาณมากหรือน้อยจะทราบได้ทันที โดยเข็มแสดงปริมาตรก๊าซจะไม่ตรงกับรอยปากกาที่แต้มไว้ รูปแสดงตัวอย่างกระบวนการดังกล่าวดังรูป 6.5 2. หลังจากเติมก๊าซจากสถานีบริการก๊าซแล้ว และนำรถเข้าจอดที่ลาดจอดรอส่งมอบแล้วให้มาร์คระดับก๊าซที่แสดงที่เกจวัดปริมาตรไว้อีกครั้ง (ให้ลบของเก่าออก) แล้ววันรุ่งขึ้นให้ตรวจสอบรอยปากกามาร์คว่าตรงกับระดับเข็มที่ Pressure gauge หรือไม่ ถ้าตรงแสดงว่าไม่มีการรั่วของก๊าซในระบบ ถ้าไม่ตรงแสดงว่ามีการรั่วของก๊าซ ซึ่งต้องนำรถกลับมาหาจุดที่มีการรั่วให้พบ ก่อนส่ง	ECRS; R-Rearrange และ Visual control	1. ผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์ 2. Production Engineer 3. Produciton Technical Support 4. หัวหน้าช่างสายการติดตั้งก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M 5. หัวหน้าช่าง Sub-Assembly Line	23 มี.ค. - 4 พ.ค. 52

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.3 สรุปวิธีการแก้ไขปัญหา รายละเอียดการดำเนินการ ผู้รับผิดชอบในการดำเนินการ และวันที่เริ่มดำเนินการแก้ไข (ต่อ)

วิธีการแก้ไข	ปัญหาที่แก้ไข	รายละเอียดในการดำเนินการ	เครื่องมือที่ใช้	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลาที่ดำเนินการ
7. เพิ่มการตรวจทดสอบแบบทำลายสำหรับการตรวจรับอุปกรณ์ฐานกรองดำ	การ Rework จากชุดกรองก๊าซรั่ว	เพิ่มการตรวจทดสอบแบบทำลาย ในขั้นตอนการตรวจรับอุปกรณ์ฐานกรองดำ ก่อนการรับสินค้าเข้าคลังสินค้า โดยการผ่าดูลักษณะภายในชิ้นงานว่ามีรูพรุน หรือโพรงที่มองเห็นด้วยตาเปล่าหรือไม่ ดังรูปที่ 6.6	Standard work และ Standard format	1. ผู้จัดการแผนกรับประกันคุณภาพ 2. QA Engineer 3. QA Supervisor	23 มี.ค. - 7 เม.ย. 52
8. แจ้งให้ผู้ผลิตฐานกรองแก้ไขแม่พิมพ์ในการฉีดขึ้นรูปอุปกรณ์ฐานกรองและเปลี่ยนเนื้อวัสดุ	การ Rework จากชุดกรองก๊าซรั่ว	1. แก้ไขแม่พิมพ์ในการฉีดขึ้นรูปอุปกรณ์ดังกล่าวให้มีทิศทางการไหลของวัสดุขณะเป็นของเหลวที่ดีขึ้น 2. ปรับเปลี่ยนเนื้อวัสดุที่ใช้ฉีดขึ้นรูป จาก Al 90% เป็น Al 99% 3. ปรับเปลี่ยนแบบของฐานกรอง บริเวณรูที่ต้องทำการเจาะให้ดีขึ้น โดยมีรูปฐานกรองก่อนและหลังการปรับปรุงทั้ง 3 ข้อนี้ดังรูปที่ 6.7 ก และรูปที่ 6.7 ข	Process improvement	1. ผู้จัดการแผนกรับประกันคุณภาพ 2. QA Engineer 3. QA Supervisor	23 มี.ค. - 7 เม.ย. 52
9. เพิ่มกระบวนการ Impregnation ในการผลิตอุปกรณ์ฐานกรอง	การ Rework จากชุดกรองก๊าซรั่ว	เพิ่มกระบวนการ Impregnation ในการผลิตอุปกรณ์ฐานกรอง ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำเพื่อปิดรูพรุนเล็ก และโพรงที่เกิดขึ้นในชิ้นงาน เพื่อป้องกันการรั่วของก๊าซออกมาบริเวณเนื้อวัสดุ หรือออกมาตามโพรงที่เกิดขึ้นจากการผลิต โดยลักษณะเนื้ออุปกรณ์เมื่อส่องด้วยแสง UV ก่อนและหลังการทำกระบวนการดังกล่าวดังรูปที่ 6.8 ก และ 6.8 ข	Process improvement	1. ผู้จัดการแผนกรับประกันคุณภาพ 2. QA Engineer 3. QA Supervisor	23 มี.ค. - 7 เม.ย. 52

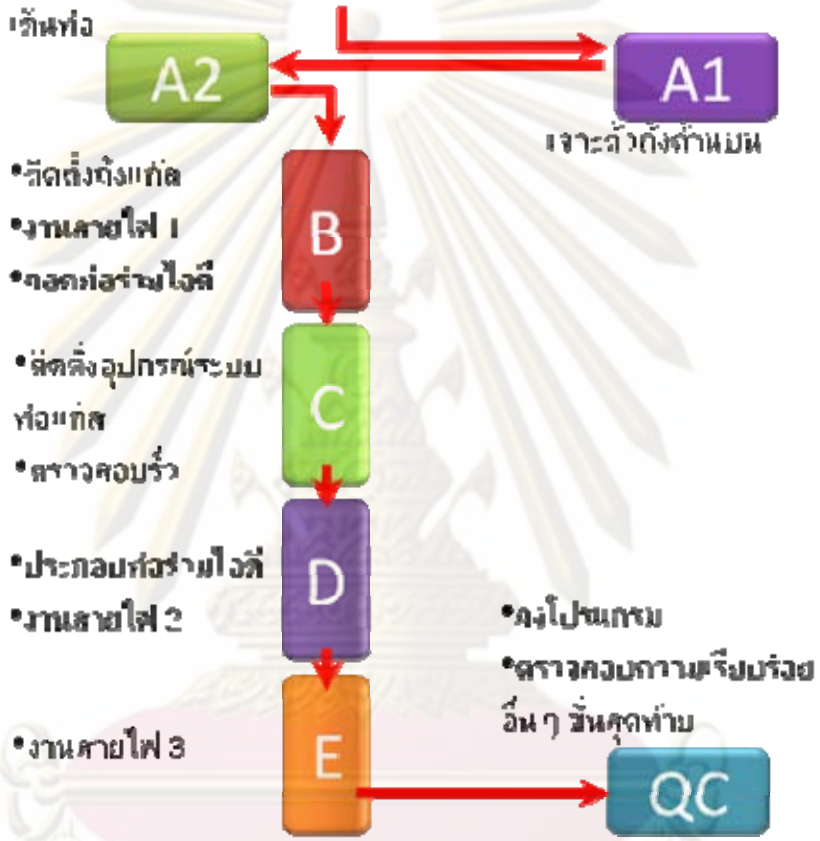
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.3 สรุปวิธีการแก้ไขปัญหา รายละเอียดการดำเนินการ ผู้รับผิดชอบในการดำเนินการ และวันที่เริ่มดำเนินการแก้ไข (ต่อ)

วิธีการแก้ไข	ปัญหาที่แก้ไข	รายละเอียดในการดำเนินการ	เครื่องมือที่ใช้	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลาที่ดำเนินการ
10. ปรับเปลี่ยนจุดในการปฏิบัติงานบัดกรีสายไฟขั้วแบตเตอร์รี่	การ Rework จากการติดตั้งสายไฟขั้วแบตเตอร์รี่ไม่เรียบร้อย	ปรับเปลี่ยนจุดปฏิบัติงานบัดกรีสายไฟขั้วแบตเตอร์รี่ จากเดิมที่ทำในสายการติดตั้งก๊าซรถยนต์ ให้ไปทำงานของจุดนี้ที่ Sub-Assembly Line แทน ซึ่งมีโต๊ะสำหรับปฏิบัติงานซึ่งสามารถวางชุดสายไฟและบัดกรีสายไฟได้อย่างสะดวก มากกว่าการปฏิบัติงานที่สถานี D ซึ่งจะเห็นได้จากตารางที่ 6.15 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานติดตั้งสายไฟขั้วแบตเตอร์รี่ ที่ Sub-Assembly line	ECRS; R-Rearrange และ Standard work	1. ผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์ 2. Production Engineer 3. Produciton Technical Support 4. หัวหน้าช่างสายการติดตั้งก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M 5. หัวหน้าช่าง Sub-Assembly Line	23 มี.ค. - 7 เม.ย. 52
11. แจ้งผู้ผลิตอุปกรณ์ให้ทำการแก้ไขและปรับปรุงอุปกรณ์ Pressure Gauge	การ Rework จาก Pressure Gauge เสีย	แจ้งผู้ผลิตอุปกรณ์ Pressure gauge ให้ทำการแก้ไขและปรับปรุงลดระดับปริมาณของเสียของแผงความต้านทานด้านใน Pressure gauge และแนวทางการแก้ไขอย่างถาวร		1. ผู้จัดการแผนกรับประกันคุณภาพ 2. QA Engineer 3. QA Supervisor 4. แผนกจัดซื้อต่างประเทศ	23 มี.ค. - 2 มี.ค. 52

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

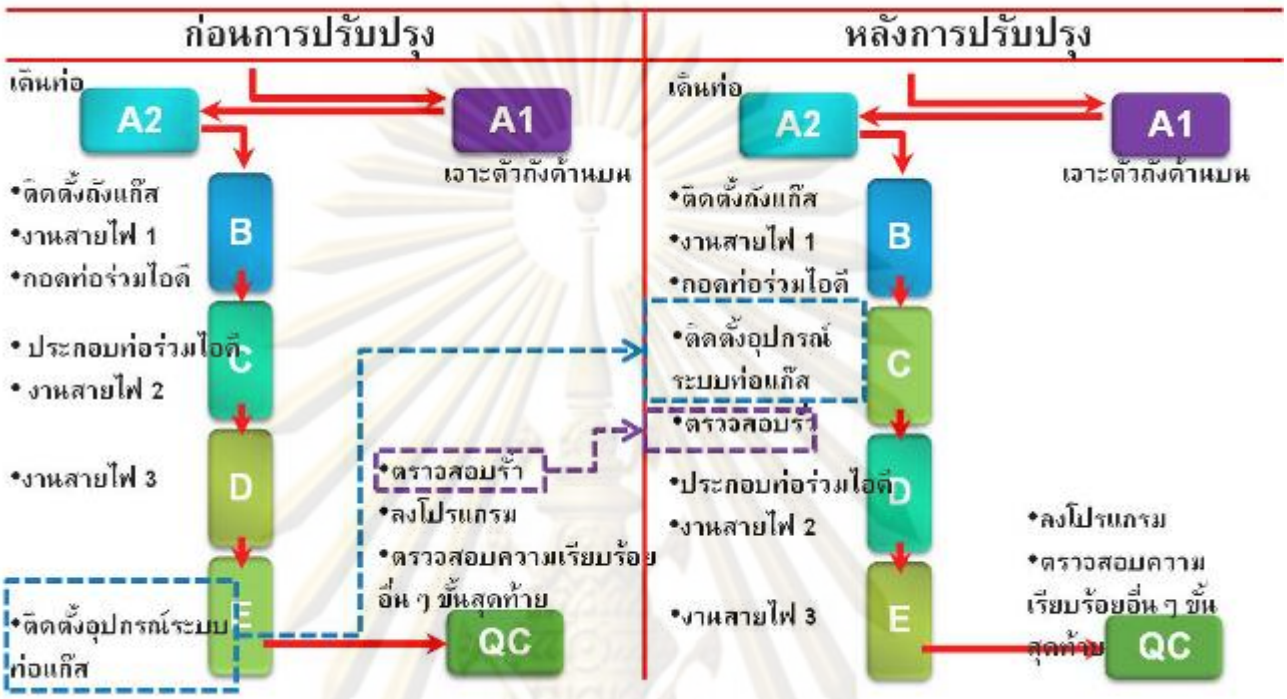
จากแนวทางการแก้ไขปัญหาความสูญเปล่าเนื่องจากกระบวนการในข้อที่ 1 ที่กล่าวมาข้างต้น มีรายละเอียดการปรับปรุงลำดับงานในสายการผลิตและจัดสมดุลของสายการผลิตใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ 1. เพื่อลดความสูญเปล่าจากการรอคอย 2. ลดความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงกระบวนการใหม่โดยมีรูปแบบการไหลของกระบวนการดังรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 ลักษณะการไหลของงานในการติดตั้งระบบก๊าซ CNG กับรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M หลังการปรับปรุง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เพื่อให้สามารถเห็นความแตกต่างของกระบวนการที่มีการปรับปรุงไปอย่างเห็นได้ชัด เปรียบเทียบกระบวนการก่อนและหลังการปรับปรุงได้ดังรูปที่ 6.2



รูปที่ 6.2 ลักษณะการไหลของงานในการติดตั้งระบบก๊าซ CNG กับรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.4 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี A1 หลังการปรับสมดุลในสายการผลิตใหม่

สถานี (Station) A1 เจาะขาถังด้านบน **จำนวนพนักงานที่ใช้ 1 คน**

ลำดับ (No.)	รายละเอียดของงาน (Task)	เวลาโดยประมาณ (นาที) Estimated time (min)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า (Predecessor)	พนักงานที่ใช้ (Operator)	SOP Require	ประเภทงาน (Type of work)						หมายเหตุ (Remark)
						เริ่มต้นหรือสิ้นสุด (start&stop)	งาน (work)	รอคอย (delay/wait)	ตัดสินใจ (decision)	เคลื่อนที่/ขนส่ง (transport)	ทำงานเอกสาร (Document)	
1	เจาะขาถังด้านบน	25	-	-								
1.1	ใส่ผ้าคลุมรถ 11 ชิ้น	4	-	OP1								
1.2	วางจิ๊กขาถังและมาร์คจุดเจาะทั้งหมด 8 รู	2	1.1	OP1								
1.3	เจาะรูยึดขาถัง/เจาะรูปากฉลาม	5	1.2	OP1								
1.4	ดูดฝุ่นและทาสีกันสนิม	2	1.3	OP1								
1.5	ยึดปากฉลาม	2	1.4	OP1								
1.6	ตัดพรมและไม้กระดาน	10	1.3	OP1								
รวม		25										

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.5 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี A2 หลังการปรับสมดุลในสายการผลิตใหม่

สถานี (Station) **A2 เดินท่อแรงดันสูง + ยึดขาถังตัวหลัง** **จำนวนพนักงานที่ใช้** **2 คน**

ลำดับ (No.)	รายละเอียดของงาน (Task)	เวลาโดยประมาณ (นาที) Estimated time (min)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า (Predecessor)	พนักงานที่ใช้ (Operator)	SOP Require	ประเภทงาน (Type of work)						หมายเหตุ (Remark)
						เริ่มต้นหรือสิ้นสุด (start&stop)	งาน (work)	รอคอย (delay/wait)	ตัดสินใจ (decision)	เคลื่อนที่/ขนส่ง (transport)	ทำงานเอกสาร (Document)	
1	เดินท่อแรงดันสูง	26										
1.1	นำท่อแรงดันสูงสอดจากด้านหน้ารถไปด้านหลัง	8	-	OP1, OP2								
1.2	ยก X-Lift ขึ้น	3	1.2	OP1, OP2								
1.3	ยึดท่อ HP เข้ากับตัวรถ	15	1.3	OP1, OP2								
2	ยึดขาถังตัวหลัง	15	-	-								
2.1	เจาะตัวถังด้านล่าง	3	1.3	OP1, OP2								
2.2	ยกขาถังขึ้นไปวางที่ตัวรถและใส่น็อต	4	2.1	OP1, OP2								
2.3	ยึดขาถังตัวหลัง	5	2.2	OP1, OP2								
2.4	ยก X-Lift ลง	3	2.3	OP1, OP2								
รวม		41										

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.6 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี B หลังการปรับสมดุลในสายการผลิตใหม่

สถานี (Station) **B ยึดถัง + ต่อท่อเข้าถัง + ถอดท่อร่วมไอดี + ติดตั้งชุดสายไฟ** **จำนวนพนักงานที่ใช้** **4 คน**

ลำดับ (No.)	รายละเอียดของงาน (Task)	เวลาโดยประมาณ (นาที) Estimated time (min)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า (Predecessor)	พนักงานที่ใช้ (Operator)	SOP Require	ประเภทงาน (Type of work)						หมายเหตุ (Remark)
						เริ่มต้นหรือสิ้นสุด (start&stop)	งาน (work)	รอคอย (delay/wait)	ตัดสินใจ (decision)	เคลื่อนที่/ขนส่ง (transport)	ทำงานเอกสาร (Document)	
1	ยึดถัง	20		-								
1.1	ยกถังขึ้นมาวาง	5	-	OP1, OP2								
1.2	ใส่ขาถังตัวหน้า	7	1.1	OP1, OP2								
1.3	นำสายรัดมายึดกับชุดขาถัง	8	1.2	OP1, OP2								
2	ต่อท่อเข้าถัง	14										
2.1	ตัดท่อแรงดันสูง ให้พอดีที่จะเข้าถัง	7	1.3	OP1, OP2								
2.2	ใส่ FLEX 30 mm. เข้ากับด้านที่มีปลั๊กจุด	1	2.1	OP1, OP2								
2.3	ใส่ FLEX 30 mm. เข้ากับด้านของท่อ HP	1	2.2	OP1, OP2								
2.4	ยึดท่อแรงดันสูง	3	2.3	OP1, OP2								
2.5	ยึดท่อ FLEX 30 mm. ให้แน่นทั้ง 2 ด้าน	2	2.4	OP1, OP2								
	ของปากฉลาม											
รวม		34										

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.6 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี B หลังการปรับสมดุลในสายการผลิตใหม่ (ต่อ)

สถานี (Station) **B ยึดถัง + ต่อท่อเข้าถัง + ถอดท่อร่วมไอดี + ติดตั้งชุดสายไฟ** **จำนวนพนักงานที่ใช้** **4 คน**

ลำดับ (No.)	รายละเอียดของงาน (Task)	เวลาโดยประมาณ (นาที) Estimated time (min)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า (Predecessor)	พนักงานที่ใช้ (Operator)	SOP Require	ประเภทงาน (Type of work)						หมายเหตุ (Remark)
						เริ่มต้นหรือสิ้นสุด (start&stop)	งาน (work)	รอคอย (delay/wait)	ตัดสินใจ (decision)	เคลื่อนที่/ขนส่ง (transport)	ทำงานเอกสาร (Document)	
3	ถอดท่อร่วมไอดี	36										
3.1	ถอดขั้วแบตเตอร์รี่ขั้วลบ	2	-	OP3, OP4								
3.2	ถอดชุดกรองอากาศ	3	3.1	OP3, OP4								
3.3	ถอดสายคันเร่ง	1	3.2	OP3, OP4								
3.4	ถอดท่อไอน้ำมัน	1	3.3	OP3, OP4								
3.5	ถอดปลั๊ก MAP S.	1	3.4	OP3, OP4								
3.6	ถอดปลั๊ก TPS S.	1	3.5	OP3, OP4								
3.7	ถอดปลั๊ก ACV Valve 1	1	3.6	OP3, OP4								
3.8	ถอดปลั๊ก ACV Valve 2	1	3.7	OP3, OP4								
3.9	ถอดปลั๊ก Valve Fast Idle	1	3.8	OP3, OP4								
3.10	ถอดปลั๊ก Cam Shatt	1	3.9	OP3, OP4								
3.11	ถอดปลั๊ก Oil Pressure	1	3.10	OP3, OP4								
3.12	ถอดปลั๊ก Themo Switch	1	3.11	OP3, OP4								
3.13	ถอดปลั๊ก Themo Unit	1	3.12	OP3, OP4								
3.14	ถอดน็อตยึดสายกราวด์	1	3.13	OP3, OP4								

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.6 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี B หลังการปรับสมดุลในสายการผลิตใหม่ (ต่อ)

สถานี (Station) **B ยึดถัง + ต่อท่อเข้าถัง + ถอดท่อร่วมไอดี + ติดตั้งชุดสายไฟ** **จำนวนพนักงานที่ใช้** **4 คน**

ลำดับ (No.)	รายละเอียดของงาน (Task)	เวลาโดยประมาณ (นาที) Estimated time (min)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า (Predecessor)	พนักงานที่ใช้ (Operator)	SOP Require	ประเภทงาน (Type of work)						หมายเหตุ (Remark)
						เริ่มต้นหรือสิ้นสุด (start&stop)	งาน (work)	รอคอย (delay/wait)	ตัดสินใจ (decision)	เคลื่อนที่/ขนส่ง (transport)	ทำงานเอกสาร (Document)	
3.15	ถอดสาย Vaccum A ล่าง	1	3.14	OP3, OP4								
3.16	ถอดสาย Vaccum E บน	1	3.15	OP3, OP4								
3.17	ถอดลิ้นปีกผีเสื้อ	3	3.16	OP3, OP4								
3.18	ถอดท่อน้ำ IN ลิ้นปีกผีเสื้อ (หน้า)	1	3.17	OP3, OP4								
3.19	ถอดท่อน้ำ OUT ลิ้นปีกผีเสื้อ (หลัง)	1	3.18	OP3, OP4								
3.20	ถอดท่อ Vaccum ฝาครอบวาล์ว	1	3.19	OP3, OP4								
3.21	ถอดท่อ Vaccum เบรก	1	3.20	OP3, OP4								
3.22	ถอดท่อ HP น้ำมันเชื้อเพลิง	2	3.21	OP3, OP4								
3.23	ถอดรางหัวฉีด ***บู๊ชราง***	2	3.22	OP3, OP4								
3.24	ถอดหน้าแปลนท่อน้ำ	3	3.23	OP3, OP4								
3.25	ถอดน็อตยึดท่อไอดี	3	3.24	OP3, OP4								
4	ติดตั้งชุดสายไฟ	12										
4.1	ใส่ชุดสายไฟจากด้านในออกมาด้านนอกรถ	3	3.25	OP3, OP4								
4.2	แกะเทปพันสายไฟออก	2	4.1	OP3, OP4								
4.3	ใส่ Flex หุ้มสายไฟทุกเส้น	7	4.2	OP3, OP4								
รวม		48										

ตารางที่ 6.7 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี C หลังการปรับสมดุลในสายการผลิตใหม่

สถานี (Station) **C ใส่อุปกรณ์หน้าเครื่อง + Booster** **จำนวนพนักงานที่ใช้** **2 คน**

ลำดับ (No.)	รายละเอียดของงาน (Task)	เวลาโดยประมาณ (นาที) Estimated time (min)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า (Predecessor)	พนักงานที่ใช้ (Operator)	SOP Require	ประเภทงาน (Type of work)						หมายเหตุ (Remark)
						เริ่มต้นหรือสิ้นสุด (start&stop)	งาน (work)	รอคอย (delay/wait)	ตัดสินใจ (decision)	เคลื่อนที่/ขนส่ง (transport)	ทำงานเอกสาร (Document)	
1	ใส่อุปกรณ์หน้าเครื่อง	32										
1.1	ใส่กรองก๊าซ	3	-	OP1,OP2								
1.2	ใส่ชุดหัวเติม Manual Valve และ Pressure	10	1.1	OP1,OP2								
	gauge											
1.3	ใส่ชุดหม้อต้ม	4	1.2	OP1,OP2								
1.4	ใส่น็อตยึดหม้อต้มกับ Pressure gauge	1	1.3	OP1,OP2								
1.5	ต่อท่อแรงดันสูงเข้าหัวเติม	5	1.4	OP1,OP2								
1.6	ต่อท่อแรงดันต่ำจากกรองก๊าซเข้ารางหัวฉีด	1	1.5	OP1,OP2								
1.7	ต่อท่อแรงดันต่ำจากกรองก๊าซเข้าหม้อต้ม	1	1.6	OP1,OP2								
1.9	ต่อท่อแรงดันต่ำจากท่อร่วมไอดีเข้าหัวฉีด	4	1.8	OP1,OP2								
1.10	ต่อท่อน้ำจากหม้อต้มเข้าเครื่องยนต์	3	1.9	OP1,OP2								
2	ตรวจสอบการรั่วของก๊าซ	11.5										
2.1	เติมก๊าซโดยใช้เครื่อง Booster	3	1.9									
2.2	เช็ครอยรั่วบริเวณข้อต่อของอุปกรณ์ทุกจุด	5	2.1	OP1								ถ้าพบการรั่วของก๊าซต้อง
2.3	เช็ครั่วข้อต่อวาล์วถังก๊าซ	2	2.2	OP1								แก้ไขทุกจุด
2.4	เป่าลมทำความสะอาด	1	2.3	OP1								
2.5	มาร์คระดับก๊าซที่หน้าเกจ	0.5	2.4									
รวม		43.5										

ตารางที่ 6.8 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี D หลังการปรับสมดุลในสายการผลิตใหม่

สถานี (Station) **D ประกอบท่อร่วมไอดี + ตัดท่อสายไฟในรถยนต์** **จำนวนพนักงานที่ใช้** **3 คน**

ลำดับ (No.)	รายละเอียดของงาน (Task)	เวลาโดยประมาณ (นาที) Estimated time (min)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า (Predecessor)	พนักงานที่ใช้ (Operator)	SOP Require	ประเภทงาน (Type of work)						หมายเหตุ (Remark)
						เริ่มต้นหรือสิ้นสุด (start&stop)	งาน (work)	รอคอย (delay/wait)	ตัดสินใจ (decision)	เคลื่อนที่/ขนส่ง (transport)	ทำงานเอกสาร (Document)	
1	ประกอบท่อร่วมไอดี	44										
1.1	ใส่น๊อตยึดท่อไอดี	5	-	OP1, OP2								
1.2	ประกอบหน้าแปลนท่อน้ำ	5	1.1	OP1, OP2								
1.3	ใส่รางหัวฉีด ***บู๊ชราง***	2	1.2	OP1, OP2								
1.4	ใส่ท่อ HP น้ำมันเชื้อเพลิง	2	1.3	OP1, OP2								
1.5	ใส่ท่อ Vaccum เบรก	1	1.4	OP1, OP2								
1.6	ใส่ท่อ Vaccum ฝาครอบวาล์ว	1	1.5	OP1, OP2								
1.7	ใส่ท่อน้ำ OUT ลิ้นปีกผีเสื้อ (หลัง)	1	1.6	OP1, OP2								
1.8	ใส่ท่อน้ำ IN ลิ้นปีกผีเสื้อ (หน้า)	1	1.7	OP1, OP2								
1.9	ใส่ลิ้นปีกผีเสื้อ	5	1.8	OP1, OP2								
1.10	ใส่สาย Vaccum E บน	1	1.9	OP1, OP2								
1.11	ใส่สาย Vaccum A ล่าง	1	1.10	OP1, OP2								
1.12	ใส่น๊อตยึดสายกราวด์	1	1.11	OP1, OP2								
1.13	เสียบปลั๊ก Themo Unit	1	1.12	OP1, OP2								
1.14	เสียบปลั๊ก Themo Switch	1	1.13	OP1, OP2								
1.15	เสียบปลั๊ก Oil Pressure	1	1.14	OP1, OP2								

ตารางที่ 6.8 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี D หลังการปรับสมดุลในสายการผลิตใหม่ (ต่อ)

สถานี (Station) D ประกอบท่อร่วมไอดี + ตัดท่อสายไฟในรถยนต์ **จำนวนพนักงานที่ใช้ 3 คน**

ลำดับ (No.)	รายละเอียดของงาน (Task)	เวลาโดยประมาณ (นาที) Estimated time (min)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า (Predecessor)	พนักงานที่ใช้ (Operator)	SOP Require	ประเภทงาน (Type of work)						หมายเหตุ (Remark)
						เริ่มต้นหรือสิ้นสุด (start&stop)	งาน (work)	รอคอย (delay/wait)	ตัดสินใจ (decision)	เคลื่อนที่/ขนส่ง (transport)	ทำงานเอกสาร (Document)	
1.16	เสียบปลั๊ก Crank Shaft	1	1.15	OP1, OP2								
1.17	เสียบปลั๊ก Valve Fast Idle	1	1.16	OP1, OP2								
1.18	เสียบปลั๊ก ACV Valve 2	1	1.17	OP1, OP2								
1.19	เสียบปลั๊ก ACV Valve 1	1	1.18	OP1, OP2								
1.20	เสียบปลั๊ก TPS S.	1	1.19	OP1, OP2								
1.21	เสียบปลั๊ก MAP S.	1	1.20	OP1, OP2								
1.22	ใส่ท่อไอน้ำมัน	1	1.21	OP1, OP2								
1.23	ใส่สายคันเร่ง	3	1.22	OP1, OP2								
1.24	ใส่สายหัวฉีด	5	1.23									
2	ตัดต่อสายไฟในรถยนต์	25										
2.1	ตัดต่อสายไฟหัวฉีดลบทั้ง 4 สูบ	7	-	OP3								
2.2	ตัดต่อสายไฟปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง	5	2.2	OP3								
2.3	ตัดสายไฟสัญญาณ คอล์ย จุดระเบิด	5	2.3	OP3								
2.4	แท็ปสาย IG	2	2.4	OP3								
2.5	แท็ปสาย RPM	2	2.5	OP3								
2.6	แท็ปสาย ออกซิเจนเซนเซอร์	2	2.6	OP3								
2.7	แท็ปสาย TPS	2	2.7	OP3								
รวม		44										

ตารางที่ 6.9 งานและลำดับการปฏิบัติงานก่อน-หลัง ของสถานี D หลังการปรับสมดุลในสายการผลิตใหม่

สถานี (Station) E เก็บไฟในรถยนต์ + wiring หน้ารถยนต์ **2 คน** **จำนวนพนักงานที่ใช้** **2 คน**

ลำดับ (No.)	รายละเอียดของงาน (Task)	เวลาโดยประมาณ (นาที) Estimated time (min)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า (Predecessor)	พนักงานที่ใช้ (Operator)	SOP Require	ประเภทงาน (Type of work)						หมายเหตุ (Remark)
						เริ่มต้นหรือสิ้นสุด (start&stop)	งาน (work)	รอคอย (delay/wait)	ตัดสินใจ (decision)	เคลื่อนที่/ขนส่ง (transport)	ทำงานเอกสาร (Document)	
1	เก็บสายไฟในรถยนต์	37										
1.1	ติดตั้งกล่อง ECU	7	-	OP1		●	■					
1.2	ดึงสายไฟกลับ	10	1.1	OP1			■					
1.3	เก็บชุดสายไฟทั้งหมด	10	1.2	OP1			■					
1.4	ติดตั้งสวิตช์	10	1.3	OP1		●	■					
2	Wiring หน้ารถยนต์	25										
2.1	ตัดต่อสายไฟหัวฉีดบวกทั้ง 4 สูบ	10	-	OP2		●	■					
2.2	Wiring ชุด Main ไฟ แบตเตอร์รี่	4	2.1	OP2			■					
2.3	Wiring ชุด หัวฉีดก๊าซ และเซนเซอร์รางหัวฉีด	5	2.2	OP2			■					
2.4	Wiring ชุด เซนเซอร์หม้อต้ม และ Solinoild	4	2.3	OP2			■					
2.5	Wiring ชุด สายไฟ Solinoild ถังก๊าซ	2	2.4	OP2		●	■					
รวม		37										

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.10 สรุปเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงานหลังการปรับปรุง

สถานี	เวลาที่ใช้ (นาที) Time (min)
A1	25
A2	41
B	48
C	44
D	44
E	37
QC	46

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.11 ตัวอย่างตารางการผลิตของ Sub-Assembly Line

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

แผนการผลิต Sub-Assembly Line

แผนการประกอบงาน Sub-Assembly Line ประจำวันที่ .....xxxxxx.....**สัปดาห์ที่**.....xxx.....

ลำดับ	งาน	ผู้รับผิดชอบ	จันทร์		อังคาร		พุธ		พฤหัส		ศุกร์		เสาร์		รวม	
			แผน	ผลิตจริง	แผน	ผลิตจริง	แผน	ผลิตจริง	แผน	ผลิตจริง	แผน	ผลิตจริง	แผน	ผลิตจริง	แผน	ผลิตจริง
1	งานประกอบชุดหัวฉีด+สาย	OP1	30				25				30				85	
2	งานประกอบชุดกรอง	OP1			30				25				30		85	
3	งานประกอบชุดหัวเติม	OP2	14		14		14		14		14		15		85	
4	งานประกอบชุดหม้อต้ม	OP3	14		14		14		14		14		15		85	
5	งานประกอบชุดฟิวส์-รีเลย์	OP3	14		14		14		14		14		15		85	
6	งานประกอบสายไฟชุดใหญ่	OP3	14		14		14		14		14		15		85	
7	งานสายไฟชุดเล็ก	OP3	14		14		14		14		14		15		85	
8	งานประกอบชุดขาถังตัวโค้ง	OP4	30				25				30				85	
9	งานประกอบชุดขาถังตัวคาน	OP4			30				25				30		85	
10	งานดัดท่อแก๊ส	OP4	30				25				30				85	
10	งานดัดท่อแก๊สเล็ก	OP4	30				25				30				85	

ผู้จัดทำแผน..... ผู้อนุมัติ.....

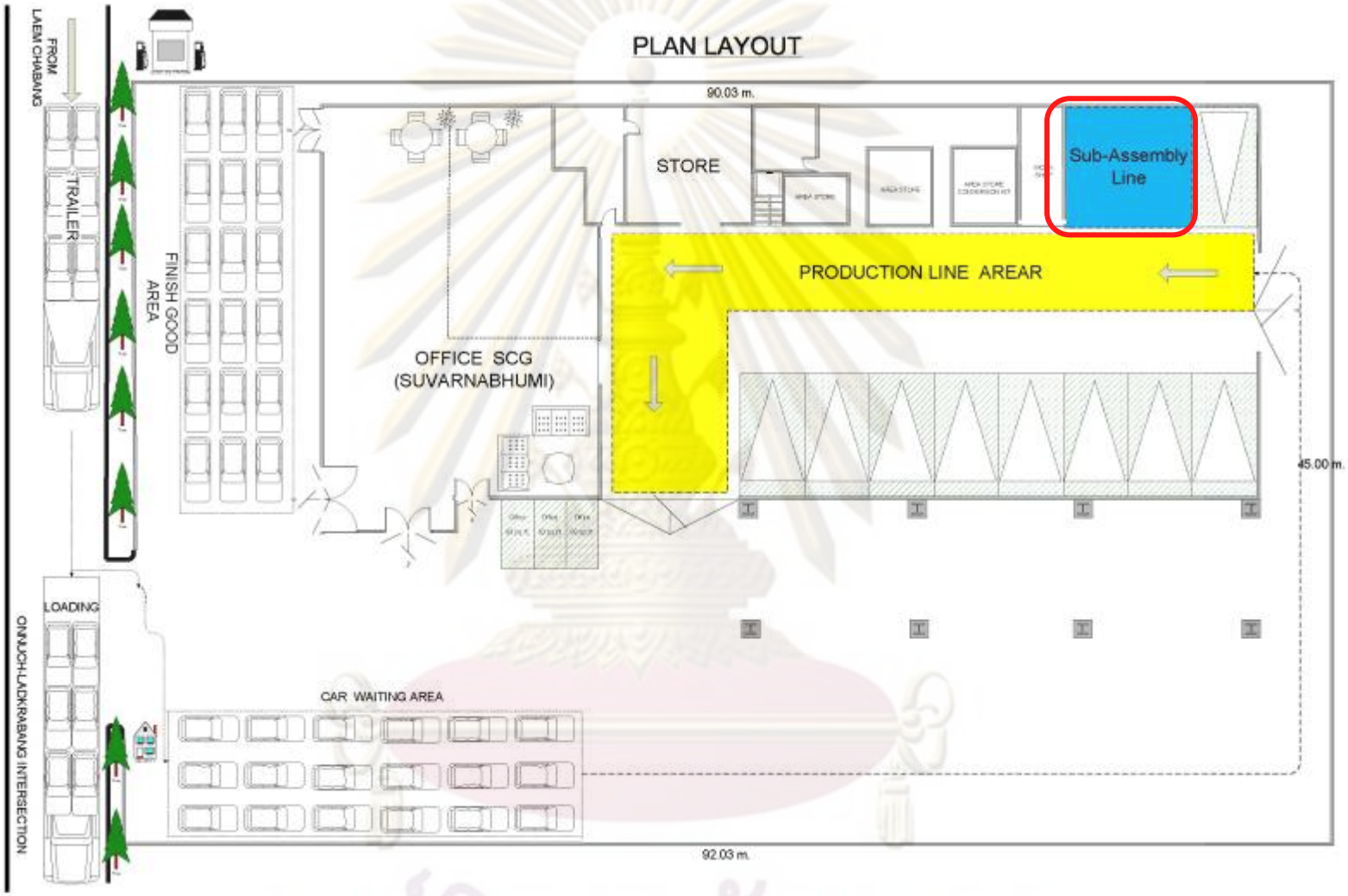
ตารางที่ 6.12 ตัวอย่างรายงานผลผลิตเทียบแผนการผลิต Sub-Assembly Line

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

รายงานผลผลิตเทียบแผนการผลิต Sub-Assembly Line

ลำดับ	งาน	ผู้รับผิดชอบ	24-29 พ.ย. 51			1-6 ธ.ค. 52			8-13 ธ.ค. 52		
			แผน	ผลิตจริง	%ผลผลิตเทียบแผน	แผน	ผลิตจริง	%ผลผลิตเทียบแผน	แผน	ผลิตจริง	%ผลผลิตเทียบแผน
1	งานประกอบชุดหัวฉีด+สาย	OP1	85	53	62%						
2	งานประกอบชุดกรอง	OP1	85	50	59%						
3	งานประกอบชุดหัวเติม	OP2	85	51	60%						
4	งานประกอบชุดหม้อต้ม	OP2	85	55	65%						
5	งานประกอบชุดฟิวส์-รีเลย์	OP3	85	56	66%						
6	งานประกอบสายไฟชุดใหญ่	OP3	85	24	28%						
7	งานสายไฟชุดเล็ก	OP3	85	21	25%						
8	งานประกอบชุดขาถังตัวโค้ง	OP4	85	89	105%						
9	งานประกอบชุดขาถังตัวคาน	OP4	85	13	15%						
10	งานดัดท่อแก๊ส	OP4	85	70	82%						
11	งานดัดท่อแก๊สเล็ก	OP4	85	70	82%						

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



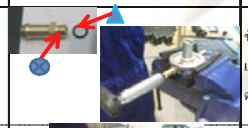
รูปที่ 6.3 Layout พื้นที่การทำงานหลังการย้าย Sub-Assembly Line ให้อยู่ในพื้นที่ติดกับสายการผลิตติดตั้งก๊าซรถยนต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.13 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานการประกอบชุดกรองก๊าซ

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)			DOC NO.: SOP-MI-C01F	
PROCESS NAME	PREP LINE SET FOR xxxxxxx	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 07-04-2009	ครั้งที่แก้ไข	01
งานที่ระบุชื่อ	งานชุดกรองก๊าซ	PRODUCT NO.: xxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (REV): 07-04-2009	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน				หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	คีมปากนกแก้ว, บล็อคขันกรอง P14-67 mm., ประแจทอร์ค ,คีมตัดสายแก๊ส, บล็อคยาวเบอร์ 14			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	1/2			ผู้ฝึกอบรม	

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	ข้อควรระ วัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	ประกอบหางปลาไหลเข้ากับฐานกรองโดยใช้ O-ring ใส่ที่ปลายด้านเกลียวของหางปลาไหลและประกอบเข้ากับฐานกรองขันด้วยทอร์ค 14 Nm. หรือ 140 kgf.cm.		ขันเข้าให้แน่น ที่ทอร์ค 14 Nm. หรือ 140 kgf.cm. แล้วมาร์คด้วยปากกามาร์คสีเขียว ใส่จารบีที่ O-ring และใส่ Loxeal ที่เกลียวหางปลาไหลและต้องสายตาตรวจดูหากพบว่ามี O-ring ปลิ้นออกมาต้องเปลี่ยนทันที ●	เพื่อป้องกันการรั่ว	บล็อคยาวเบอร์ 14 และประแจทอร์ค
2	ประกอบกรองเข้ากับฐานกรองที่ใส่หางปลาไหลไว้แล้วโดยประแจทอร์คและบล็อคขันกรองที่ 15 Nm. หรือ 150 kgf.cm. และทาจารบีเล็กน้อยที่ o-ring และเกลียวฐานกรอง		ขันเข้าให้แน่น ที่ทอร์ค 15 Nm. หรือ 150 kgf.cm. แล้วมาร์คด้วยปากกามาร์คสีเขียว ●		บล็อคขันกรอง P14-67 mm. และประแจทอร์ค
3	Check รั่วโดยการประกอบเข้ากับชุด Test กรองทิ้งไว้ 10 นาทีแล้วสังเกตว่ามีการรั่วหรือไม่ (QC เป็นผู้เช็ค)		เพื่อ Test การ Leak ของ Gas	เพื่อป้องกันการรั่ว	ชุด Test รั่ว
4	ตัดท่อ Gas ขนาดยาว 40 cm. และ 77 cm. อย่างละ 1 เส้น		รอยตัดปลายท่อแก๊สต้องเรียบ	ถ้าตัดไม่เรียบ Clamp อาจบีบท่อแก๊สไม่ครบหน้าสัมผัสและทำให้รั่วได้	คีมตัดสายหรือ คัทเตอร์
5	ประกอบท่อ Gas เข้ากับหางปลาไหล ของกรองที่ผ่านการทดสอบรั่วแล้ว (มีเครื่องหมายถูก) โดยใช้ Dynamic Clamp No.170 และคีมปากนกแก้วบีบย้ำ		ต้องประกอบท่อแก๊สให้ถูกด้านและจุดที่รัดแคล็มต้องให้ชนเงี่ยงด้านหลัง ●	เพื่อป้องกันการประกอบเข้ากับชุดหน้าเครื่องไม่ได้	คีมปากนกแก้วและ Dyamic Clamp No.170
	โดยท่อขนาด 40 cm. ประกอบกับด้านหัวลูกศร และท่อขนาด 77 cm. ประกอบเข้ากับด้าน หางลูกศร				
6	ประกอบกรองกับ Support โดยใช้น็อต M6 x 12 mm. และแหวน M6 รองดังรูป โดยใช้ประแจทอร์คขันที่ 6 Nm. หรือ 60 kgf.cm. แล้วมาร์คด้วยปากกามาร์คสีเขียว		ขันเข้าให้แน่น ที่ทอร์ค 6 Nm. หรือ 60 kgf.cm. ●	เพื่อให้ยึดกับ Support แน่น	ประแจทอร์ค และบล็อคเบอร์ 10

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

เทปพันเกลียว จารบี Loxeal น้ำมัน

ตารางที่ 6.13 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานการประกอบชุดกรองก๊าซ (ต่อ)

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)			DOC NO.: SOP-MI-C01F	
PROCESS NAME	PREP LINE SET FOR xxxxxxxx	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 07-04-2009	ครั้งที่แก้ไข	01
งานที่ระบุชื่อ	งานชุดกรองก๊าซ	PRODUCT NO.: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (REV): 07-04-2009	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน				หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	คีมปากนกแก้ว, บล็อคขันกรอง P14-67 mm., ประแจทอร์ค ,คีมตัดสายแก๊ส, บล็อคยาวเบอร์ 14			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	2/2			ผู้ฝึกอบรม	

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
7	ใส่ Clamp No.16 เข้าปลายท่อแก๊สด้านยาว (77 cm.) และประกอบเข้ากับ Support ยึดท่อแก๊ส โดยใช้น็อต M6x 15 แหวน M6 และน็อตตัวเมีย M6 ยึดตามภาพ		ตำแหน่งที่ยึด Clamp ให้ห่างจากปลายท่อ 25 cm.		
8	ตัด Spon หุ้มท่อแก๊สขนาดยาว 20 cm. จากนั้นใส่ที่บริเวณท่อแก๊สด้านความยาว 40 cm. ที่ความยาวห่างออกมา 12 cm. โดยต้องใช้กาวทรีบอร์นดิค โดยหยด 1 หยดระหว่างท่อแก๊สกับ Spon เพื่อป้องกันการหลุด		ต้องใส่ในตำแหน่งที่ถูกต้องและต้องทากาว	เพื่อป้องกัน Spon หลุดออกจากตำแหน่ง	

เทปพันเกลียว จารบี Loxeal น้ำมัน

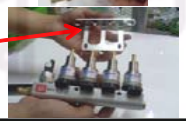
● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.14 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานการประกอบชุดรางหัวฉีด

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)			DOC NO.: SOP-MI-C01F	
PROCESS NAME	PREP LINE SET FOR xxxxxxxx	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 07-04-2009	ครั้งที่แก้ไข	01
งานที่ระบุชื่อ	งานประกอบชุดหัวฉีดพร้อม Support	PRODUCT NO.: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (REV): 07-04-2009	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	-			หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	ประแจทอร์ค, บล็อคยาวเบอร์ 22			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	1/2			ผู้ฝึกอบรม	

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	แกะถุงชุดสายหัวฉีด ชุดรางหัวฉีด ชุดน็อตหัวฉีด ออกจาก Packaging				
2	วางเรียงบนโต๊ะตามที่ตีตารางไว้ และนับจำนวนให้ครบ		1 Set ประกอบด้วย รางหัวฉีด 1,Pressure sensor พร้อมแหวน 1, สายหัวฉีด 4,น็อตสายหัวฉีด 4, สาย Map 1,หัว Map 1,หัวฉีด KEIHIN สีฟ้า 52 cc. 4 หัว, O-ring 4	เพื่อป้องกัน Part ไม่ครบตามจำนวนชุด	
3	ติด Sticker BRC ที่รางหัวฉีดในทิศทางตามรูป				
4	ประกอบ Pressure sensor เข้ากับรางหัวฉีด		1. ห้ามลืมใส่แหวนโดยเด็ดขาด 2. ขันโดยใช้ประแจทอร์ค และบล็อคยาวเบอร์ 22 ขันที่ทอร์ค 300 kgf.cm. แล้วมาร์คด้วยปากกามาร์คสีเขียว และทาจารบีที่เกลียว ●	1. เพื่อป้องกันการรั่ว 2. เพื่อป้องกันไม่ให้ขัน Pressure sensor แน่นเกินหรือหักติดกับรางหัวฉีด หรือรั่วเนื่องจากขันน้อยไม่แน่น	ประแจทอร์ค, บล็อคยาวเบอร์ 22
5	ใส่ O-ring เข้ากับหัวฉีดทั้ง 4 หัว		ห้ามลืมใส่ O-ring โดยเด็ดขาด และใส่จารบีที่ O-ring ●	เพื่อป้องกันการรั่ว	
6	ใส่หัวฉีดทั้ง 4 หัวเข้ากับรางหัวฉีด				
7	ใส่รางยึดหัวฉีด				

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

เทปพันเกลียว จารบี Loxeal น้ำมัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.14 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานการประกอบชุดรางหัวฉีด (ต่อ)

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)			DOC NO.: SOP-MI-C01F	
PROCESS NAME	PREP LINE SET FOR xxxxxxx	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 07-04-2009	ครั้งที่แก้ไข	01
งานที่ระบุชื่อ	งานประกอบชุดหัวฉีดพร้อม Support	PRODUCT NO.: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (REV): 07-04-2009	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	-			หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	ด้ามขันบล็อค, บล็อคยาวเบอร์ 22			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	2/2			ผู้ฝึกอบรม	

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
8	ใส่ Support หัวฉีด				น็อต M6 x 25 และแหวน M6 จุดละ 1 ตัว
9	ใส่ Nozzle 1.8 สายหัวฉีดและน็อตสายหัวฉีดที่สายหัวฉีดทั้ง 4 เส้น หมุนเข้าด้วยมือให้พอดู่		ห้ามลืมใส่ Nozzle 1.8 โดยเด็ดขาด ●	ถ้าไม่มี Nozzle จะทำให้เครื่องเดินไม่เรียบ	
10	ใช้ด้ามทีใส่ในปากกาจับชิ้นงานแล้วนำน็อตสายหัวฉีดใส่แล้วประแจเบอร์ 10 ขันให้แน่น				ด้ามที,ประแจเบอร์ 10
11	ตัดสายหัวฉีดให้ได้ตามขนาดดังนี้ สูบ 2 ยาว 44 cm. สูบ 4 ตัดออก 6 cm. สูบ 1 และ 3 ความยาวคงเดิม และสาย Map ยาว 55 cm.		การวัดระยะของสายหัวฉีดแต่ละสายวัดความยาวโดยวัดจากบริเวณที่เป็นท่อยางเป็นต้นไป (ไม่รวมบริเวณหัวข้ำโลหะ)		
12	สายหัวฉีดหุ้มด้วยเฟลิ่คขนาด 10 mm. แล้วพันด้วยเทปพันสายไฟตราถวาง ตามรูป				เฟลิ่คขนาด 10 mm. และเทปพันสายไฟ
13	Check รั่วโดยการประกอบชุดรางหัวฉีดเข้ากับชุด Test แล้วใช้ Foggy ฉีดน้ำยา Snoop แล้วสังเกตว่ามีการรั่วหรือ●		ต้องมีการเช็ครั่ว ●	เพื่อป้องกันการรั่วเมื่อติดตั้งกับรถยนต์	

เทปพันเกลียว จารบี
Loxeal น้ำมัน

เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ตารางที่ 6.15 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานติดตั้งสายไฟขั้วแบตเตอร์รี่

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)			DOC NO.: SOP-MI-C01F	
PROCESS NAME	PREP LINE SET FOR xxxxxxxx	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 07-04-2009	ครั้งที่แก้ไข	01
งานที่ระบุชื่อ	งานสายไฟชุดใหญ่ (สาย Solinoid, สายแบต, สาย Relay, สาย RPM)	PRODUCT NO.: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (REV): 07-04-2009	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	-			หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	คีมตัดสายไฟ, คีมปอกสายไฟ, Solder Pot, ตะกั่วแท่ง, Flux, คีมย้ำ สายไฟ			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	1/2			ผู้ฝึกอบรม	

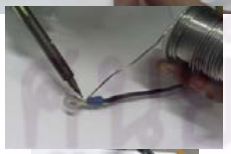
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	แกะถุงสายไฟชุดใหญ่		ตรวจดูรีเลย์และสายไฟว่าครบหรือมีรายไหนขาดชำรุด		
2	ตัดสายออกซิเจนออกให้ได้ความยาว 50 cm. โดยเริ่มวัดจากความยาวสายไฟหลังปลั๊ก				
3	ตัดสาย RPM ออกให้ความยาวตั้งแต่ปลายที่ตัดออกถึงหัวปลั๊กเท่ากับ 50 cm.				
4	ใส่ท่อหดหุ้มสาย RPM แล้วลนด้วยลมร้อน				
5	ตัด Connector ของสาย Solinoid ออกยาวประมาณ 10 cm.โดยวัดจากหลัง connector (เก็บ Switch ไว้ต่อกับสายเดิม)				
6	ปอกสายไฟออกที่ความยาวประมาณ 0.5 cm. ด้วยคีมปอกสายไฟ ใส่ปลอกยางหุ้ม หางปลาเสียบแบบจุดที่สาย Solinoid ทั้ง 2 สาย				

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ตารางที่ 6.15 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานติดตั้งสายไฟขั้วแบตเตอร์รี่ (ต่อ)

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)			DOC NO.: SOP-MI-C01F	
PROCESS NAME	PREP LINE SET FOR xxxxxxxx	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 07-04-2009	ครั้งที่แก้ไข	01
งานที่ระบุชื่อ	งานสายไฟชุดใหญ่ (สาย Solinoid, สายแบต, สาย Relay, สาย RPM)	PRODUCT NO.: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (REV): 07-04-2009	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	-			หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	คีมตัดสายไฟ, คีมปอกสายไฟ, Solder Pot, ตะกั่วแท่ง, Flux, คีมย้ำ สายไฟ			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	2/2			ผู้ฝึกอบรม	

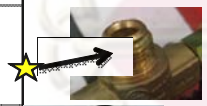
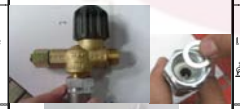
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
8	ใส่หางปลาเสียบแบบจุดที่สาย Solinoid ทั้ง 2 สาย แล้วย้ำด้วยคีมย้ำสายไฟ		ย้ำด้วยรูย้ำขนาด 6.0 ก่อน แล้วย้ำด้วย 2.5 และ 1.5 อีกครั้งเพื่อให้สายไฟแน่น	เพื่อให้มั่นใจว่าแน่น และไม่หลุด	คีมย้ำสายไฟ
9	ดึงปลอกยางหุ้มมาปิดที่หางปลาเสียบให้คลุมให้หมด				
10	ถอดสายแบตและสาย relay ออก เพื่อไปประกอบกับ Support ชุดฟิวส์				
11	ปอกสายไฟขั้วลบแบตเตอรี่ออกที่ความยาวประมาณ 0.5 cm.				
12	ใส่หางปลากลมที่สายไฟแล้วย้ำด้วยคีมย้ำสายไฟรูขนาด 6.0				คีมย้ำสายไฟ
13	บัดกรีที่ขั้วหางปลากลมบริเวณที่ย้ำเพื่อเก็บสายไฟ		ห้ามลืมบัดกรี ●		
14	พันเก็บสายไฟ เกจ,ปลั๊กหัวฉีด,ปลั๊กรีเลย์,ปลั๊กฟิวส์,ปลั๊กหม้อต้ม,สายไฟแบตขั้วลบที่ย้ำหางปลากลมแล้ว เข้าด้วยด้วยเทปพันสายไฟ		พันเก็บด้วยเทปพันสายไฟให้แน่น	เพื่อให้แทงชุดสายไฟออกมาจากตัวรถได้	

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ตารางที่ 6.16 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานการประกอบชุดหัวเติม Male conneter และ Pressure gauge

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)			DOC NO.: SOP-MI-C01F
PROCESS NAME	PREP LINE SET FOR xxxxxxxx	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 07-04-2009	ครั้งที่แก้ไข 01
งานที่ระบุชื่อ	งานประกอบชุดหัวเติม	PRODUCT NO.: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (REV): 07-04-2009	MANAGER
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า			หัวหน้าแผนก
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	ประแจทอร์ค และบล็อคยาวเบอร์ 27, 9/16",ประแจเบอร์ 19			ผู้จัดทำ
หน้าที่	1/2			ผู้ฝึกอบรม

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	แกะถุง Solinoid valve วางที่โต๊ะตามช่องที่ตีตารางไว้ * เช็คแหวนที่ใช้ขันกับ suport ด้วยว่าหมุนเข้าเกลียวรีเปล่า		ตรวจสอบนัตที่มากับ Solinoid valve ว่าใส่มาครบหรือไม่	ถ้าไม่มีจะใส่กับ support ไม่ได้ ถ้าไม่ครบต้องหาอะไหล่มาเพิ่มเติม	-
2	แกะถุง Manual valve, และ Microswitch วางที่โต๊ะตามช่องที่ตีตารางไว้ * เช็คแหวนและแหวนหัวเติมด้วยว่ามีครบหรือไม่		ตรวจสอบนัตที่มากับ Manual valve ว่าใส่มาครบหรือไม่	ถ้าไม่มีจะใส่กับ support ไม่ได้ ถ้าไม่ครบต้องหาอะไหล่มาเพิ่มเติม	-
3	ตรวจสอบลักษณะของหน้าสัมผัสของ Manual Valve ว่ามีรอยความเสียหายหรือไม่ ถ้ามีให้ใช้ปากกา Mark สีดำ ทำสัญลักษณ์กากบาท ตัวอย่างรูปชิ้นงานที่หน้าสัมผัสมีความเสียหายดังรูป	ตัวอย่างชิ้นงานที่หน้าสัมผัสมีความเสียหาย	ต้องตรวจสอบทุกชิ้นก่อนการประกอบซึ่งถ้าพบรอยความเสียหายบริเวณหน้าสัมผัสที่ต้องแตะกับแหวนต้อง Reject ออกทันที ●	ถ้ามีรอยความเสียหายเมื่อประกอบเข้ากับหัวเติมและ Test รั่วแล้วจะทำให้รั่วได้	
4	จุ่มบริเวณเกลียวของ Manual valve ลงในน้ำมัน		ต้องน้ำมันเพื่อให้เนื้อโลหะของหัวเติมบี้กับแหวนได้สนิทพอดี และให้ใช้การจุ่มในน้ำมัน ●	ถ้าไม่สนิทจะทำให้หัวเติมรั่ว และถ้าใช้จารบีสิ่งสกปรกที่ติดมากับจารบีอาจติดอยู่ที่เกลียวและบ่าได้	
5	ประกอบหัวเติมจากถุง Microswitch เข้ากับ Manual valve โดยใช้แรงมือหมุนไว้แค่พอเกลียวอยู่ไม่หลุดออก		เพื่อป้องกันแหวนที่มากับชุดหายและ<u>ห้ามลืมใส่แหวนโดยเด็ดขาด และต้องใส่ด้านเรียบลงในหัวเติม</u> ●	ถ้าลืมใส่แหวนจะทำให้รั่ว	-
6	ประกอบ Solinoid Valve เข้ากับ Manual Valve โดยต้องทาจารบีที่ O-ring โดยหมุนพอดึงมือไม่ต้องขันแน่นตอนประกอบ		* หมุนอย่าให้ปืนเกลียวและทาจารบีเพื่อให้หมุนเข้าประกอบง่าย	หมุนประกอบหัวเติมและ Solinoid valve เข้าด้วยกันแค่พอดึงมือ เพื่อให้ทั้ง 2 ชิ้นประกอบเข้าด้วยกัน โดยหมุนแค่พอดึงมือ เนื่องจากต้องไปตั้งองศาที่หน้าเครื่อง	
7	นำชิ้นงานที่ได้จากข้อ 4 ใส่ปากกาจับชิ้นงาน			เพื่อป้องกันชิ้นงานหลุดออกตอนขันน็อต	ปากกาจับชิ้นงานที่ปากกาจับเป็น Al 7075 เพื่อป้องกันไม่ให้ชิ้นงานเป็นรอย

เทปพันเกลียว จารบี Loxeal น้ำมัน

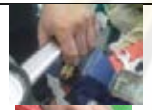
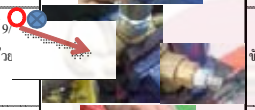
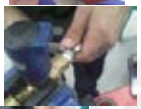
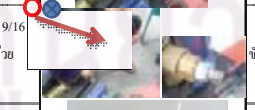
● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.16 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานการประกอบชุดหัวเติม Male conneter และ Pressure gauge (ต่อ)

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)			DOC NO.: SOP-MI-C01F	
PROCESS NAME	PREP LINE SET FOR xxxxxxxx	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 07-04-2009	ครั้งที่แก้ไข	01
งานที่ระบุชื่อ	งานประกอบชุดหัวเติม	PRODUCT NO.: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (REV): 07-04-2009	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า			หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	ประแจทอร์ค และบล็อคยาวเบอร์ 27, 9/16"			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	2/2			ผู้ฝึกอบรม	

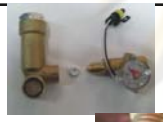
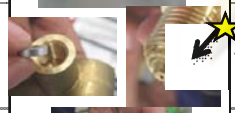
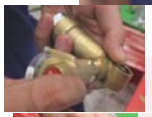
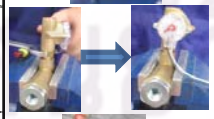
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
7	ขันด้วยประแจทอร์คและบล็อคยาวเบอร์ 27 ที่ทอร์ค 95 Nm. หรือ 950 kgf.cm. แล้วมาร์คด้วยปากกามาร์คสีเขียว		ขันเข้าให้แน่นด้วยทอร์ค 95 Nm. หรือ 950 kgf.cm. ●	เพื่อป้องกันการรั่วของก๊าซ	จารบี
8	แกะพลาสติกที่หุ้มเกลียว Male connector ออก แล้วพันเกลียวของ Male connector ด้วยเทปพันเกลียว 10 รอบตามภาพ จากนั้นถอด Male connector ส่วนนัตออก		พันเกลียวตามรอบเกลียวขวาและห้ามพันย้อน และให้ถอดส่วนนัตออก เพื่อป้องกันการขันแล้วดาไก่บี้	ถ้าพันย้อนเวลาขันซีลเทปพันเกลียวจะหลุด	
9	ใส่ Male connector ส่วน body ที่ Manual Valve หมุนเข้าพออยู่และใส่ Loxeal ที่บริเวณเกลียว 1-2 หยด		ใช้ Locxeal ที่ข้อต่อ	เพื่อ Seal เกลียวและป้องกันการรั่วของก๊าซ	
10	ขันให้แน่นด้วยประแจทอร์คและบล็อคเบอร์ 9/ ที่ทอร์ค 30 Nm. หรือ 300 kgf.cm. แล้วมาร์คด้วย ปากกามาร์คสีเขียว		ขันเข้าให้แน่น ที่ทอร์ค 30 Nm. หรือ 300 kgf.cm. ●	เพื่อป้องกันการรั่วของก๊าซ	ประแจทอร์คและบล็อคเบอร์ 9/16
11	แกะพลาสติกที่หุ้มเกลียว Male connector ออก แล้วพันเกลียวของ Male connector ด้วยเทปพันเกลียว 10 รอบตามภาพ จากนั้นถอด Male connector ส่วนนัตออก		พันเกลียวตามรอบเกลียวขวาและห้ามพันย้อน และให้ถอดส่วนนัตออก เพื่อป้องกันการขันแล้วดาไก่บี้	ถ้าพันย้อนเวลาขันซีลเทปพันเกลียวจะหลุด	
12	ใส่ Male connector ส่วน body ที่ solinoid valve หมุนเข้าพออยู่และใส่ Loxeal ที่บริเวณเกลียว 1-2 หยด				
13	ขันให้แน่นด้วยประแจทอร์คและบล็อคเบอร์ 9/16 ที่ทอร์ค 30 Nm. หรือ 300 kgf.cm. แล้วมาร์คด้วย ปากกามาร์คสีเขียว		ขันเข้าให้แน่น ที่ทอร์ค 30 Nm. หรือ 300 kgf.cm. ●	เพื่อป้องกันการรั่วของก๊าซ	
14	รูปชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์				

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ตารางที่ 6.16 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานการประกอบชุดหัวเติม Male conneter และ Pressure gauge (ต่อ)

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)			DOC NO.: SOP-MI-C01F	
PROCESS NAME	PREP LINE SET FOR xxxxxxxx	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 07-04-2009	ครั้งที่แก้ไข	01
งานที่ระบุชื่อ	งานประกอบเกจ	PRODUCT NO.: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (REV): 07-04-2009	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	-			หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	ประแจเบอร์ 17, ประแจทอร์ค และบล็อคยาวเบอร์ 9/16",ปากตายเบอร์ 17			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	1/1			ผู้ฝึกอบรม	

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	แกะกล่องหม้อต้ม+ชุดขาเกจ และแกะกล่องเกจวางบนโต๊ะตามตารางที่ตีช่องไว้		สังเกตแหวนค้ำยว่ามีครบรึเปล่า		-
2	ใส่แหวนลงในขาเกจโดยต้องเอาด้านมนลงในขาเกจ และจุ่มน้ำมันที่บ่าและเกลียวของเกจ		ห้ามลืมใส่แหวนรอง และต้องใส่ให้ถูกด้านคือให้ด้านมนลงในขาเกจ ●		-
3	ประกอบเกจเข้ากับชุดขาเกจโดยใช้มือหมุนพออยู่ (1-2 รอบ)				
4	แกะพลาสติกที่หุ้มเกลียว Male connector ออก แล้วพันเกลียวของ Male connector ด้วยเทปพันเกลียว 10 รอบ ตามภาพ จากนั้นถอด Male connector ส่วนนัตออก		พันเกลียวตามรอบเกลียวขวาและห้ามพันย้อน และให้ถอดส่วนนัตออก เพื่อป้องกันการขันแล้วดาไก่บี้	ถ้าพันย้อนเวลาขันซีลเทปพันเกลียวจะหลุด	
5	นำชิ้นงานในข้อ 4 ใส่ปากกาจับชิ้นงาน				
6	ขันเกจที่ประกอบอยู่กับชุดขาเกจ โดยใช้ประแจทอร์คและปากตายเบอร์ 17 ที่ 25 Nm. หรือ 250 kgf.cm. ถ้าหน้าเกจยังไม่ตรงตามตำแหน่งในรูปให้ขันเข้าต่อให้ตรงแล้วมาร์คด้วยปากกามาร์คสีเขียว		ขันให้แน่นที่ทอร์ค ที่ 25 Nm. หรือ 250 kgf.cm. และถ้าเกจยังไม่ตรงตามตำแหน่งในรูปให้เกจหันมาให้ตรงตามตำแหน่งดังรูป ●	เพื่อป้องกันการรั่ว	ประแจทอร์คและปากตายเบอร์ 17 และประแจเบอร์ 17
7	ขัน Male connector ส่วน Bosy โดยใส่ Loxeal ที่บริเวณเกลียว 1-2 หยด แล้วใช้ประแจทอร์คและบล็อคยาวเบอร์ 9/16" ขันที่ 30 Nm. หรือ 300 kgf.cm. แล้วมาร์คด้วยปากกามาร์คสีเขียว		ขันเข้าให้แน่น ที่ทอร์ค 30 Nm. หรือ 300 kgf.cm. ●	เพื่อป้องกันการรั่ว	ประแจทอร์คและบล็อคเบอร์ 9/16 "

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

เทปพันเกลียว, จารบี, Loxeal, น้ำมัน

ตารางที่ 6.16 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานการประกอบชุดหัวเติม Male conneter และ Pressure gauge (ต่อ)

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)			DOC NO.: SOP-MI-C01F
PROCESS NAME	PREP LINE SET FOR **xxxxxxxx**	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 07-04-2009	ครั้งที่แก้ไข 01
งานที่ระบุชื่อ	งานประกอบหัวเติมเข้ากับเกจ	PRODUCT NO.: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (REV): 07-04-2009	MANAGER
อุปกรณ์ป้องกัน	-			หัวหน้าแผนก
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	ประแจเบอร์ 17, ประแจทอร์ค,บล็อคเบอร์ 22,ประแจ 9/16			ผู้จัดทำ
หน้าที่	1/2			ผู้ฝึกอบรม

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	ใส่นัต ตาไก่ด้วหน้าและตาไก่ด้วหลัง ที่ถอดมาจากงานประกอบชุดหัวเติม ใส่ที่ท่อขดเล็กที่คัดไว้แล้วที่ตำแหน่งตามภาพ				
2	ใส่นัต ตาไก่ด้วหลัง และตาไก่ด้วหน้า ที่ปลายท่อขดเล็กตามภาพนี้ โดยเรียงตามลำดับ 1, 2, และ 3		ระวังอย่าใส่ตาไก่ตัวหน้าและตัวหลังกลับทาง	เนื่องจากจะทำให้รั่ว	
3	หยดน้ำมันบริเวณระหว่างตาไก่ตัวหน้า ตัวหลัง และที่ Body ของฟิตติ้ง				
4	ประกอบชิ้นงานจากข้อ 2 เข้ากับ Male connector ของชิ้นงานประกอบเกจ โดยใส่ตามภาพ และต้องเสียบท่อให้ชนบ่าของ Body		ต้องใส่ท่อให้ชนบ่าของ body	ถ้าใส่ไม่ชนบ่าจะทำให้รั่ว	
5	ขัน Male connector จุดที่เป็นนัต โดยใช้**มือ**หมุนให้ตึงมือจากนั้นใช้ปากกามาร์คสีน้ำเงิน ขีดเส้นที่นัตไว้ 1 เส้น ให้ตรงกับรอยปากกามาร์คของ Body		ต้องใช้ปากกาสีน้ำเงินขีดเท่านั้น	ป้องกันการสับสนระหว่างสีของปากกา Mark	ประแจเบอร์ 9/16
6	ใช้ประแจขันให้รอยที่ขีดไว้หมุนกลับมาอยู่ตำแหน่งเดิม แล้วเพิ่มอีก 180 องศา (หรือที่ 6 นาฬิกา) เมื่อขันแล้วให้มาร์คด้วยปากกาสีเขียว		ต้องขันตามวิธีที่กำหนด และเมื่อขันแล้วให้ใช้ No go gap gage เช็คที่จุดรอยต่อของน็อตตัวผู้และนัต โดยถ้าไม่สามารถเสียบ gage ได้ถือว่าขันได้ตามมาตรฐานแล้ว ●	ถ้าไม่ทำตามวิธีที่กำหนดจะทำให้รั่วได้	ประแจเบอร์ 9/16
7	นำชิ้นงานที่ได้จากการประกอบชุดหัวเติมใส่ปากกาจับชิ้นงาน				

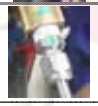
● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

เทปพันเกลียว จารบี Loxeal น้ำมัน

ตารางที่ 6.16 มาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานการประกอบชุดหัวเติม Male conneter และ Pressure gauge (ต่อ)

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

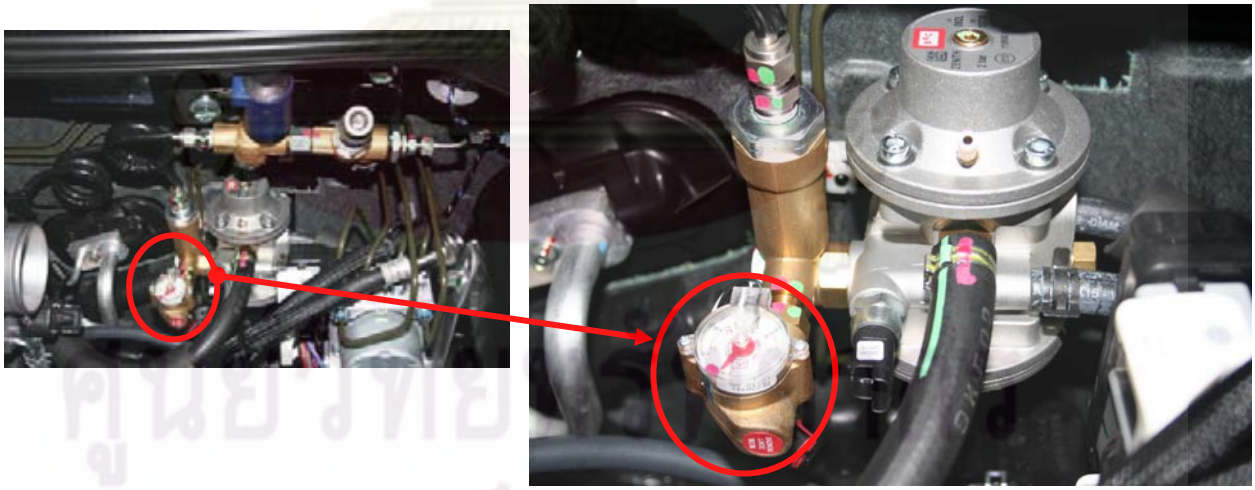
	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)			DOC NO.: SOP-MI-C01F
PROCESS NAME	PREP LINE SET FOR xxxxxxxx	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 07-04-2009	ครั้งที่แก้ไข 01
งานที่ระบุชื่อ	งานประกอบหัวเติมเข้ากับเกจ	PRODUCT NO.: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (REV): 07-04-2009	MANAGER
อุปกรณ์ป้องกัน	-			หัวหน้าแผนก
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	ประแจเบอร์ 17, ประแจทอร์ค,บล็อคเบอร์ 22,ประแจ 9/16			ผู้จัดทำ
หน้าที่	2/2			ผู้ฝึกอบรม

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
8	ใส่นัต ตาไก่ด้วหลัง และตาไก่ด้วหน้า ที่ปลายท่อขดเล็กอีกด้าน โดยเรียงตามลำดับ 1, 2, และ 3				
9	หยดน้ำมันบริเวณระหว่างตาไก่ด้วหน้า ด้วหลัง และที่ Body ของฟิตติ้ง				
10	ประกอบชิ้นงานจากข้อ 7 และข้อ 8 เข้าด้วยกัน ตามรูป และต้องเสียบท่อให้ชนบ่าของ Body		ต้องใส่ท่อให้ชนบ่าของ body	ถ้าใส่ไม่ชนบ่าจะทำให้รั่ว	
11	ขัน Male connector จุดที่เป็นนัต โดยใช้มือหมุนให้ตึง มือจากนั้นใช้ปากกามาร์คสีน้ำเงิน ขีดเส้นที่นัตไว้ 1 เส้น ให้ตรงกับรอยปากกามาร์คของ Body		ต้องใช้ปากกาสีน้ำเงินขีดเท่านั้น	ป้องกันการสับสนระหว่างสีของปากกา Mark	ประแจเบอร์ 9/16
12	ใช้ประแจขันให้รอยที่ขีดไว้หมุนกลับมาอยู่ตำแหน่งเดิม แล้วเพิ่มอีก 180 องศา (หรือที่ 6 นาฬิกา) เมื่อขันแล้วให้มาร์คด้วยปากกาสีเขียว		ต้องขันตามวิธีที่กำหนด และเมื่อขันแล้วให้ใช้ No go gap gage เช็คที่จุดรอยต่อของน็อตตัวผู้และนัต โดยถ้าไม่สามารถเสียบ gage ได้ถือว่าขันได้ตามมาตรฐานแล้ว ●	ถ้าไม่ทำตามวิธีที่กำหนดจะทำให้รั่วได้	ประแจเบอร์ 9/16
13	นำชุดที่ประกอบได้จากข้อ 12 ไป test รั่วด้วยชุดทดสอบ				
15	ประกอบตาไก่ด้วหน้า ตาไก่ด้วหลังและนัตที่ด้าน Manual valve แล้วปิดด้วยเทปพันสายไฟ		ปิดด้วยเทปพันสายไฟ	เพื่อป้องกันการมีสิ่งแปลกปลอมเข้าไปในชุดชิ้นงาน	

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

เทปพันเกลียว จารบี Loxeal น้ำมัน

รูปที่ 6.4 ตัวอย่างการอบรมพนักงาน



รูปที่ 6.5 การใช้ปากกาแต้มบ่งชี้ปริมาณก๊าซในระบบที่ Pressure gauge หลังจากตรวจสอบการรั่วที่สถานี C

บริษัท XXXXXXX จำกัด

XXXXXXXXXXXXX CO., LTD.

ใบงานตรวจรับวัตถุดิบ และอุปกรณ์

วันที่รับสินค้าเข้า : ……
วันที่ตรวจสอบ : ……...
จำนวนที่รับเข้า : ……

Product No. :
Product Name :
Lot No. : ……..

รายละเอียดการตรวจสอบ
AQL : ……
ระดับการตรวจสอบ G1 G2 G3
ความเข้มงวดในการตรวจสอบ tighten normal reduce

แผนการสุ่มตัวอย่าง
n = …… ชิ้น
AC = …….. Re = ……..

รูปภาพ

การตรวจสอบสภาพทั่วไป

ลำดับ	หัวข้อตรวจสอบ	วิธีการตรวจสอบ	จำนวนของเสียที่พบ	หมายเหตุ
1	ลักษณะภายนอกของชิ้นงานเรียบสม่ำเสมอ	ใช้การตรวจสอบด้วยสายตาและมือสัมผัส		
2	ลักษณะภายในต้องไม่มีรูผ่าออกโดยใช้เลื่อยมือและตรวจสอบด้วยสายตา			

การตรวจสอบขนาด

ลำดับ	หัวข้อตรวจสอบ	เครื่องมือวัด	ค่าที่วัดได้	mean	Stdev	Spec		
						mean	Allowance	
1	ขนาด จุดที่ 1	Vernia Caliper						
2	ขนาด จุดที่ 2	Vernia Caliper						
3	ขนาด จุดที่ 3	Vernia Caliper						
4	ขนาดเกลียว จุดที่ 1	หวีวัดเกลียว						
5	ขนาดเกลียว จุดที่ 2	หวีวัดเกลียว						

*** อ้างอิงตาม.....**

สรุปผลการตรวจสอบ

☐ **Accept** ☐ **Reject**

หมายเหตุ ……

……

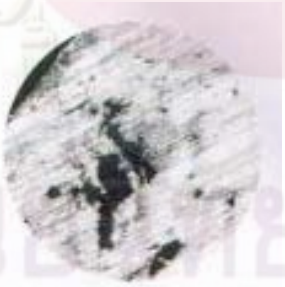
ตรวจสอบโดย	อนุมัติโดย
วันที่.....	วันที่.....

รูปที่ 6.6 ใบงานตรวจรับวัตถุดิบก่อนเข้าคลังสินค้า

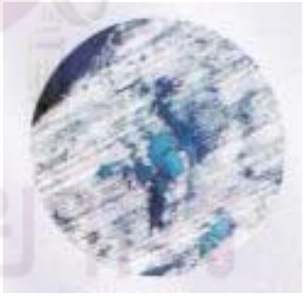
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป 6.7 ก ลักษณะเนื้อวัสดุภายในฐานกรองก่อนการแก้ไขปรับปรุง

รูป 6.7 ข ลักษณะเนื้อวัสดุภายในฐานกรองหลังการแก้ไขปรับปรุง



รูป 6.8 ก ลักษณะเนื้อวัสดุภายในฐานกรองก่อนการทำกระบวนการ Impregnation



รูป 6.8 ข ลักษณะเนื้อวัสดุภายในฐานกรองหลังการทำกระบวนการ Impregnation ตรวจสอบโดยการส่องด้วยแสง UV

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.2 สรุประยะการปรับปรุงกระบวนการ (Improve phase)

สำหรับระยะปรับปรุงกระบวนการผู้วิจัยได้ทำการ จัดทำแผนการดำเนินงาน รายละเอียดในการดำเนินงาน ผู้รับผิดชอบในการดำเนินงาน และดำเนินการปรับปรุงตามแผนที่ได้จัดทำไว้ โดยมีรายละเอียดทั้งหมดตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น สรุปคือได้ดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าจากกระบวนการติดตั้งก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M ทั้งหมด 11 ข้อ เพื่อแก้ไขปัญหาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตทั้งหมด 7 ข้อ ซึ่งผลของการปรับปรุงแต่ละข้อได้แสดงไว้ในบทนี้ด้วยเช่นกัน จะเห็นได้ว่าการปรับปรุงกระบวนการทั้งหมดมีแผนการดำเนินงานและปรับปรุงในเวลาใกล้เคียงกัน เพื่อให้ผลการดำเนินการปรับปรุงมีผลและสามารถใช้ตัวชี้วัดที่กล่าวไว้ในบทที่ 1 มาใช้เป็นดัชนีในการควบคุมกระบวนการวัดได้ และรายละเอียดการควบคุมกระบวนการหลังการปรับปรุงโดยจะกล่าวในบทถัดไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7

การควบคุมกระบวนการหลังการปรับปรุง (Control Phase)

บทนี้จะกล่าวถึงการควบกระบวนการหลังการปรับปรุง เพื่อใช้ควบคุมกระบวนการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M หลังจากปรับปรุงกระบวนการตามแผนที่ได้จัดทำและดำเนินการแล้วในบทที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การดำเนินการที่ได้ปรับปรุงกระบวนการไปแล้วดำเนินการอยู่อย่างสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาเดิมซ้ำ และติดตามผลการดำเนินงานหลังการปรับปรุง

7.1 การควบคุมกระบวนการและการติดตามผลระหว่างและหลังการปรับปรุง

จากบทที่ 6 ที่ได้มีการกล่าวถึงวิธีการ แผนการปรับปรุงกระบวนการและการดำนเนินการแก้ไขในการปรับปรุง ซึ่งเมื่อได้เริ่มต้นดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามแผนทั้งหมด 11 ข้อแล้ว ทีมงานจึงได้มีการวางแผนในการควบคุมกระบวนการและการติดตามผลระหว่างและหลังการปรับปรุง ดังตารางที่ 7.1 โดยมีรายละเอียด คือตัวชี้วัดที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัดผลของการควบคุมกระบวนการ ค่าก่อนการปรับปรุง และปัญหาและแนวทางแก้ไขที่เราติดตามผล

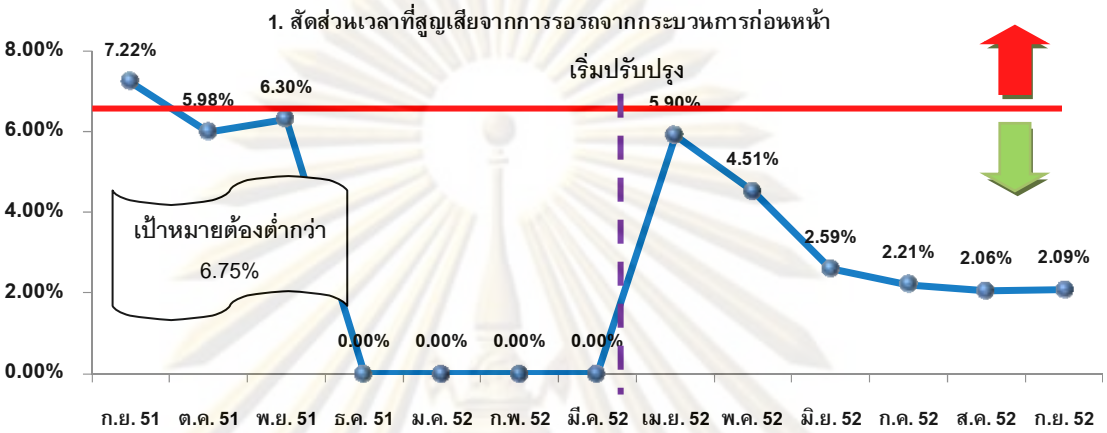
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.1 รายละเอียดแผนการควบคุมกระบวนการระหว่างและหลังการปรับปรุง

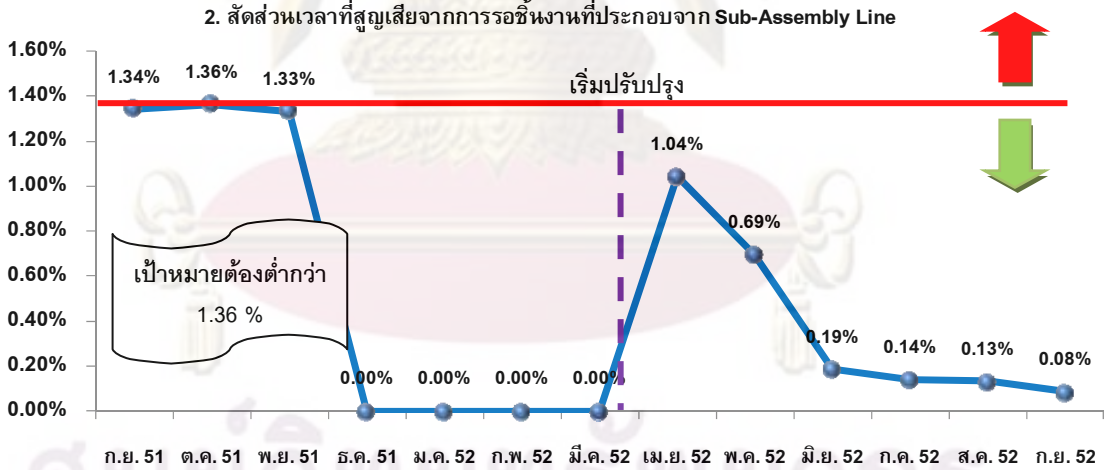
ปัญหาที่แก้ไข	ดัชนีชี้วัด	เป้าหมาย	ความถี่ในการติดตาม	แผนการควบคุม	ผู้รับผิดชอบ	วันที่เริ่มติดตามผล
1. การรอรถจากกระบวนการก่อนหน้า	1. สัดส่วนเวลาที่สูญเสียจากการรอรถจากกระบวนการก่อนหน้า	น้อยกว่า 6.75% (% เทียบกับเวลาทำงานทั้งหมด)	ทุกเดือน	1. ติดตามผลและรายงานผลในรายงานผลการปฏิบัติงานทุกเดือน	1. ผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์ 2. Production Engineer 3. หัวหน้าช่างสายการติดตั้งก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M	พ.ค. 52
2. การรอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly Line	2. สัดส่วนเวลาที่สูญเสียจากการรอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly Line	น้อยกว่า 1.36% (% เทียบกับเวลาทำงานทั้งหมด)	ทุกเดือน	1. ติดตามผลและรายงานผลในรายงานผลการปฏิบัติงานทุกเดือน	1. ผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์ 2. Production Engineer 3. หัวหน้าช่างสายการติดตั้งก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M	พ.ค. 52
3. การ Rework จากชุดกรองก๊าซรั่ว 4. การ Rework จากชุดรางหัวฉีดรั่ว 5. การ Rework จากการติดตั้งสายไฟขั้วแบตเตอร์รี่ไม่เรียบร้อย 6. การ Rework จาก Pressure Gauge เสีย 7. การ Rework จาก Male connector รั่วและ Pressure Gauge รั่ว	3. สัดส่วนการแก้ไขงานที่มีความถี่และผลกระทบด้านความปลอดภัยกับผู้บริโภค	น้อยกว่า 0.56 จุด/คัน	ทุกเดือน	1. ติดตามผลและรายงานผลในรายงานผลการปฏิบัติงานทุกเดือน 2. จัดทำแผนฝึกอบรมประจำปีให้กับพนักงานโดยอบรมตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน	1. ผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์ 2. Production Engineer 3. Produciton Technical Support 4. หัวหน้าช่างสายการติดตั้งก๊าซรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M 5. หัวหน้าช่าง Sub-Assembly	เม.ย. 52
	4. ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก (External Failure cost)	น้อยกว่า 837.60 บาท/คัน	ทุกเดือน	1. ติดตามผลและรายงานผลในรายงานผลการปฏิบัติงานทุกเดือน	1. ผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์	เม.ย. 52
	5. ต้นทุนความล้มเหลวภายใน (Internal Failure cost)	น้อยกว่า 402.36 บาท/คัน	ทุกเดือน	1. ติดตามผลและรายงานผลในรายงานผลการปฏิบัติงานทุกเดือน	1. ผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์	เม.ย. 52

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากข้อ 1 ในตารางที่ 7.1 ได้นำมาทำเป็นกราฟแสดงผลเพื่อติดตามผลการปฏิบัติงานทุกเดือน ดังรูปที่ 7.1 -7.5

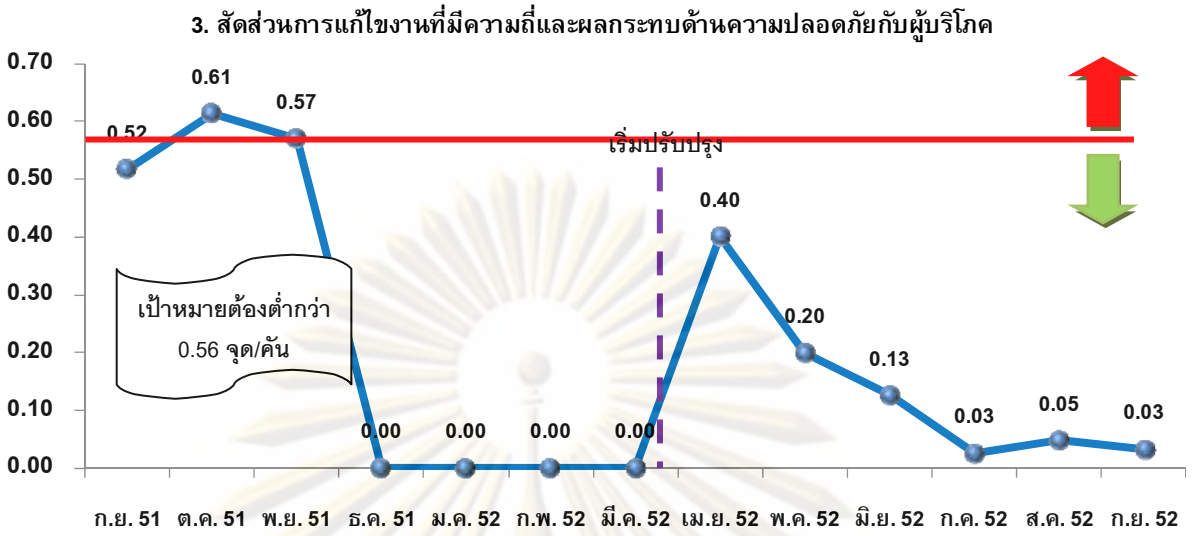


รูปที่ 7.1 สัดส่วนเวลาที่สูญเสียจากการรอรถจากกระบวนการก่อนหน้า

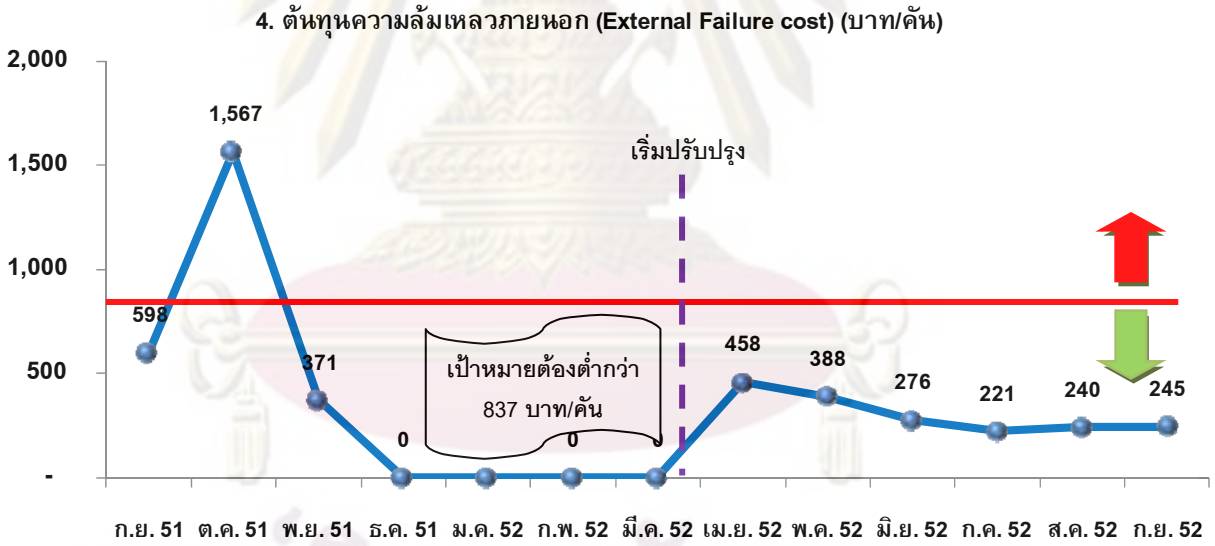


รูปที่ 7.2 สัดส่วนเวลาที่สูญเสียจากการรอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly Line

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

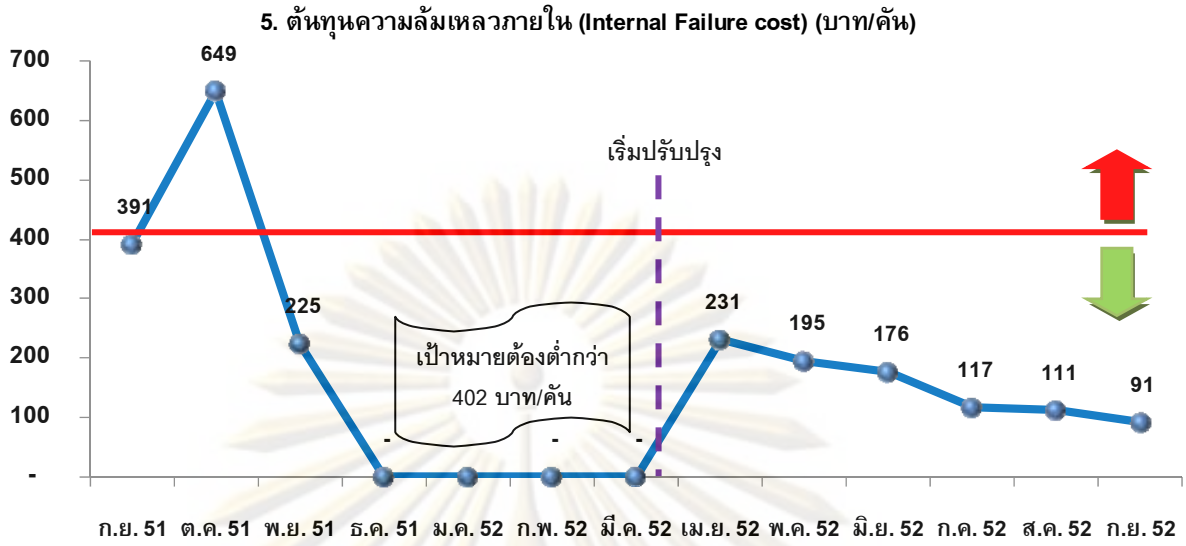


รูปที่ 7.3 สัดส่วนการแก้ไขงานที่มีความถี่และผลกระทบด้านความปลอดภัยกับผู้บริโภค



รูปที่ 7.4 ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก (External Failure cost)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 7.5 ต้นทุนความล้มเหลวภายใน (Internal Failure cost)

จากรูปที่ 7.1-7.5 จะเห็นได้ว่าตั้งแต่เดือนธ.ค. 51 – มี.ค. 52 ไม่มีข้อมูลปรากฏในการทำดัชนีชี้วัดเพื่อควบคุมกระบวนการ เนื่องจากเกิดสภาพจากปัจจัยภายนอกคือเศรษฐกิจตกต่ำ ทำให้ลูกค้าไม่ส่งรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M ดังกล่าวมาให้ทำการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์เลย เนื่องจาก OEM รายดังกล่าวก็ไม่มียอดสั่งซื้อรถจากลูกค้ารายย่อยเลยเช่นเดียวกัน และจากรายละเอียดในบทที่ 6 จะเห็นได้ว่าวิธีการแก้ไขปัญหาในแต่ละข้อมีระยะเวลาในการดำเนินการระหว่างการปรับปรุงและเสร็จสิ้นการปรับปรุงไล่เลี่ยกัน โดยจากตาราง7.1 ดัชนีชี้วัดในข้อ 1 และ 2 เริ่มต้นการติดตามในเดือน พ.ค. 52 ส่วนในข้อ 3-5 เริ่มติดตามในเดือน เม.ย. 52

จากข้อที่ 2 ในตารางที่ 7.1 ได้มีการระบุไว้ว่าต้องมีการทำแผนการฝึกอบรมมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานให้กับพนักงาน ประจำปีให้กับพนักงาน โดยรายละเอียด แผนการฝึกอบรมพนักงานที่ส่วนสายการติดตั้งระบบการก๊าซรถยนต์และพนักงานส่วน Sub-Assembly Line เป็นดังตารางที่ 7.2

นอกเหนือไปจากนั้นได้มีการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานในการควบคุมกระบวนการการต่างๆที่ได้มีการปรับปรุงไป ให้ดำเนินอยู่ เพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 7.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.2 แผนการฝึกอบรมมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงาน

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด (xxxxxxxxxxxxxxxxx Co.,Ltd.)

Trainning Master Schedual plan

ลำดับที่ (No.)	หัวข้อที่ต้องรับการอบรม (Task)	ความถี่ในการอบรม (Frequency)			ผู้ที่ต้องอบรม (Operator who's need)											
		เอกสาร (Doc.) SOP/Q-point	OJT (On the job)	Testing	Prep Line	หัวหน้า (Chief)	Station A	Station B	Station C	Station D	Station E	Station QC	Front	Driver	หัวหน้าช่าง	Supervisor
1	งานประกอบชุดหัวเติม (Filling valve set assy procedure)	2	1	4	●	●									●	●
2	งานประกอบหัวเติมเข้ากับเกจ (Filling valve and gauge set assy procedure)	2	1	4	●	●									●	●
3	งานประกอบกรอง (Gas fillter set assy procedure)	2	1	4	●	●									●	●
4	งานประกอบชุดหัวฉีดพร้อม Support (Gas Injector set assy procedure)	2	1	4	●	●									●	●
5	งานสายไฟชุดใหญ่ (Main Harness set assy procedure)	2	1	4	●	●									●	●
6	งานประกอบชุด Relay (Relay set assy procedure)	2	1	4	●	●									●	●
7	งานสายไฟชุดเล็ก (Sub Harness set assy procedure)	2	1	4	●	●									●	●
8	งานชุดฟิวส์+รีเลย์ (Fuse set assy procedure)	2	1	4	●	●									●	●
9	งานชุด Socket Relay (Socket relay set assy procedure)	2	1	4	●	●									●	●
10	งานชุดขาถังตัวหลัง (โค้ง) (Bracket set 1 assy procedure)	2	1	4			●								●	●
11	งานชุดขาถังตัวหน้า (ยาว) (Bracket set 2 assy procedure)	2	1	4			●								●	●
12	งานของ Station A (Station A procedure)	2	1	4			●								●	●
13	งานของ Station B (Station B procedure)	2	1	4				●							●	●
14	งานของ Station C (Station C procedure)	2	1	4					●						●	●
15	งานของ Station D (Station D procedure)	2	1	4						●					●	●
16	งานของ Station E (Station E procedure)	2	1	4							●				●	●

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.2 แผนการฝึกอบรมมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงาน (ต่อ)

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด (xxxxxxxxxxxxxxxxx Co.,Ltd.)

Trainning Master Schedual plan

ลำดับที่ (No.)	หัวข้อที่ต้องรับการอบรม (Task)	ความถี่ในการอบรม (Frequency)			ผู้ที่ต้องอบรม (Operator who's need)											
		เอกสาร (Doc.) SOP/Q-point	OJT (On the job)	Testing	Prep Line	หัวหน้า (Chief)	Station A	Station B	Station C	Station D	Station E	Station QC	Front	Driver	หัวหน้าช่าง	Supervisor
17	งานตรวจสอบรถ QC (Station QC procedure)	2	1	4								●			●	●
18	งานของ Front (Front procedure)	2	1	4									●		●	●
19	งานของ Driver (Driver procedure)	2	1	4										●	●	●
20	วิธีการใช้บู๊ตเตอร์ (Booster method)	2	1	4	●	●			●			●			●	●
21	งาน Rework ของ PrepLine (Preparation Line Rework procedure)	2	1	4	●	●										●
22	งาน Rework ของ Production Line (Production Rework procedure)	2	1	4								●			●	●
23	งานเติมแก๊ส (Gas filling procedure)	2	1	4										●		●
24	งานตรวจสอบรถก่อนส่งมอบ (PDI procedure)	2	1	4								●	●			
25	งานตรวจสอบรถหลังรับรถ (Front procedure)	2	1	4									●			
26	งานทดสอบรั่วกรอง (Gas filter test leak procedure)	2	1	4	●	●										
27	งานทดสอบรั่วรางหัวฉีด (Gas injector test leak procedure)	2	1	4	●	●										
28	งานทดสอบรั่วชุดหัวเติม (Gas filler test leak procedure)	2	1	4	●	●										
30	การใช้เครื่องมือพิเศษต่างๆ (Special Tools method)	2	1	4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
31	5 ส เพื่อการทำงาน (5 s for shopfloor)	2	1	4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
32	Safety	2	1	4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.3 คู่มือการปฏิบัติงานในการควบคุมกระบวนการหลังการปรับปรุง

การแก้ไข	รายละเอียดในการดำเนินการ	รายละเอียดในการตรวจติดตามผล	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
1. จัดลำดับสายการผลิตใหม่	จัดลำดับสายการผลิตใหม่โดยการย้ายสถานีการตรวจสอบการรั่วของก๊าซให้อยู่ในระหว่างกระบวนการ แทนการตรวจสอบที่ท้ายสุดหลังจากการติดตั้ง	ตรวจติดตามกระบวนการว่ามีการดำเนินการเป็นไปอย่างที่ได้มีการปรับปรุงหรือไม่	ทุกเดือน	1. ผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์
2. ปรับสมดุลของสายการผลิตใหม่	ปรับสมดุลของสายการผลิตโดยปรับย้ายงานบางสถานีที่มีเวลานาน มาใส่ในสถานีงานที่มีเวลาน้อยกว่า	ตรวจติดตามกระบวนการว่ามีการดำเนินการเป็นไปอย่างที่ได้มีการปรับปรุงหรือไม่	ทุกเดือน	1. ผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์
3. จัดทำตารางการผลิตของส่วนงาน Sub-Assembly Line	จัดตารางการผลิตให้สอดคล้องกับแผนการติดตั้งและทำการควบคุมให้ได้ตามแผนโดยใช้การแสดงผลที่บอร์ดบริเวณในพื้นที่การทำงาน	ตรวจติดตามกระบวนการว่ามีการดำเนินการเป็นไปอย่างที่ได้มีการปรับปรุงหรือไม่	ทุกเดือน	1. ผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์
4. ปรับเปลี่ยนพื้นที่สำหรับการประกอบชิ้นงานของ Sub-Assembly Line	ย้ายพื้นที่การทำงานของ Sub-Assembly Line จากที่อยู่คนละสาขาของบริษัทกรณีศึกษา ให้มาอยู่ในสาขาเดียวกัน	ตรวจติดตามกระบวนการว่ามีการดำเนินการเป็นไปอย่างที่ได้มีการปรับปรุงหรือไม่	ทุกเดือน	1. ผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์
5. จัดทำมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานในจุดที่พบปัญหาและฝึกอบพนักงานใหม่	1. จัดทำมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานให้กับพนักงานที่ประกอบอุปกรณ์ต่างๆที่พบปัญหา 2. ฝึกอบรมพนักงานตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน โดยรูปตัวอย่างการฝึกอบรมเป็นดังรูป 6.4	ตรวจติดตามกระบวนการว่ามีการดำเนินการเป็นไปอย่างที่ได้มีการปรับปรุงหรือไม่ และติดตามผลการฝึกอบรมพนักงานว่าเป็นไปตามแผนที่กำหนดหรือไม่	ทุกเดือน	1. ผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์ 2. ผู้จัดการแผนกรับประกันคุณภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.3 คู่มือการปฏิบัติงานในการควบคุมกระบวนการหลังการปรับปรุง (ต่อ)

การแก้ไข	รายละเอียดในการดำเนินการ	รายละเอียดในการตรวจติดตามผล	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
6. ใช้ระบบการตรวจสอบด้วยสายตาหลังจากการทดสอบรั่วแล้ว	1. เมื่อตรวจสอบการรั่วโดยใช้น้ำยาเช็ครั่วที่จุดข้อต่อต่างๆแล้วหากไม่พบการรั่วของก๊าซให้ใช้ปากกาแต้มบ่งชี้ระดับของเกจวัดปริมาตรก๊าซในระบบ (Pressure Gauge) เพื่อแสดงปริมาตรก๊าซในระบบ เมื่อรถถูกส่งไปในสถานีถัดไป หากมีก๊าซรั่วในระบบ ไม่ว่าจะเป็นการรั่วในปริมาณมากหรือน้อยจะทราบได้ทันที โดยเข็มแสดงปริมาตรก๊าซจะไม่ตรงกับรอยปากกาที่แต้มไว้ 2. หลังจากเติมก๊าซจากสถานีบริการก๊าซแล้ว และนำรถเข้าจอดที่ลาดจอดรอส่งมอบแล้วให้มาร์คระดับก๊าซที่แสดงที่เกจวัดปริมาตรไว้อีกครั้ง (ให้ลบของเก่าออก) แล้ววันรุ่งขึ้นให้ตรวจสอบรอยปากกามาร์คว่าตรงกับระดับเข็มที่ Pressure gauge หรือไม่ ถ้าตรงแสดงว่าไม่มีการรั่วของก๊าซในระบบ ถ้าไม่ตรงแสดงว่ามีการรั่วของก๊าซ ซึ่งต้องนำรถกลับมาหาจุดที่มีการรั่วให้พบ ก่อนส่งมอบให้กับลูกค้า	ตรวจติดตามกระบวนการว่ามีการดำเนินการเป็นไปอย่างที่ได้มีการปรับปรุงหรือไม่	ทุกเดือน	1. ผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์ 2. ผู้จัดการแผนกรับประกันคุณภาพ
7. เพิ่มการตรวจทดสอบแบบทำลายสำหรับการตรวจรับอุปกรณ์ฐานกรองดำ	เพิ่มการตรวจทดสอบแบบทำลาย ในขั้นตอนการตรวจรับอุปกรณ์ฐานกรองดำ ก่อนการรับสินค้าเข้าคลังสินค้า โดยการผ่าดูลักษณะภายในชิ้นงานว่ามีรูพรุน หรือโพรงที่มองเห็นด้วยตาเปล่าหรือไม่	ตรวจติดตามกระบวนการว่ามีการดำเนินการเป็นไปอย่างที่ได้มีการปรับปรุงหรือไม่ และตรวจสอบเอกสารการ	ทุกครั้งที่มีการรับเข้า	1. ผู้จัดการแผนกรับประกันคุณภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.3 คู่มือการปฏิบัติงานในการควบคุมกระบวนการหลังการปรับปรุง (ต่อ)

การแก้ไข	รายละเอียดในการดำเนินการ	รายละเอียดในการตรวจติดตามผล	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
8. แจ้งให้ผู้ผลิตฐานกรองแก้ไขแม่พิมพ์ในการฉีดขึ้นรูปอุปกรณ์ฐานกรองและเปลี่ยนเนื้อวัสดุ	1. แก้ไขแม่พิมพ์ในการฉีดขึ้นรูปอุปกรณ์ดังกล่าวให้มีทิศทางการไหลของวัสดุขณะเป็นของเหลวที่ดีขึ้น 2. ปรับเปลี่ยนเนื้อวัสดุที่ใช้ฉีดขึ้นรูป จาก Al 90% เป็น Al 99% 3. ปรับเปลี่ยนแบบของฐานกรอง บริเวณรูที่ต้องทำการเจาะให้ดีขึ้น	ตรวจติดตามผลการตรวจรับวัตถุดิบว่ามีสิ่งใดเบี่ยงเบนไปจากที่กำหนดหรือไม่	ทุกครั้งที่มีการรับเข้า	1. ผู้จัดการแผนกรับประกันคุณภาพ
9. เพิ่มกระบวนการ Impregnation ในการผลิตอุปกรณ์ฐานกรอง	เพิ่มกระบวนการ Impregnation ในการผลิตอุปกรณ์ฐานกรอง ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำเพื่อปิดรูพรุนเล็ก และโพรงที่เกิดขึ้นในชิ้นงาน เพื่อป้องกันการรั่วของก๊าซออกมาบริเวณเนื้อวัสดุ หรือออกมาตามโพรงที่เกิดขึ้นจากการผลิต	ตรวจติดตามผลการตรวจรับวัตถุดิบว่ามีสิ่งใดเบี่ยงเบนไปจากที่กำหนดหรือไม่	ทุกครั้งที่มีการรับเข้า	1. ผู้จัดการแผนกรับประกันคุณภาพ
10. ปรับเปลี่ยนจุดในการปฏิบัติงานบัดกรีสายไฟขั้วแบตเตอรี่	ปรับเปลี่ยนจุดปฏิบัติงานบัดกรีสายไฟขั้วแบตเตอรี่ จากเดิมที่ทำในสายการติดตั้งก๊าซรถยนต์ ให้ไปทำงานของจุดนี้ที่ Sub-Assembly Line แทน ซึ่งมีโต๊ะสำหรับปฏิบัติงานซึ่งสามารถวางชุดสายไฟและบัดกรีสายไฟได้อย่างสะดวก มากกว่าการปฏิบัติงานที่สถานี D	ตรวจติดตามกระบวนการว่ามีการดำเนินการเป็นไปอย่างที่ได้มีการปรับปรุงหรือไม่	ทุกเดือน	1. ผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.3 คู่มือการปฏิบัติงานในการควบคุมกระบวนการหลังการปรับปรุง (ต่อ)

การแก้ไข	รายละเอียดในการดำเนินการ	รายละเอียดในการตรวจติดตามผล	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
11. แจ้งผู้ผลิตอุปกรณ์ให้ทำการแก้ไขและปรับปรุงอุปกรณ์ Pressure Gauge	แจ้งผู้ผลิตอุปกรณ์ Pressure gauge ให้ทำการแก้ไขและปรับปรุงลดระดับปริมาณของเสียของแผงความต้านทานด้านใน Pressure gauge และแนวทางการแก้ไขอย่างถาวร	ตรวจติดตามผลการแก้ไขปรับปรุงจาก supplier	ทุกเดือน	1. ผู้จัดการแผนกรับประกันคุณภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.2 สรุปผลการควบคุมกระบวนการหลังการปรับปรุง (Control Phase)

ในบทนี้ได้กล่าวถึงดัชนีที่จะใช้ควบคุมผลของงานวิจัย เป้าหมาย แผนการควบคุม ความถี่ที่ติดตาม และผู้รับผิดชอบในการติดตาม และตัวอย่างกราฟที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการตามดัชนีที่ชี้วัดและควบคุมผลของงานวิจัยทั้ง 5 ข้อ และแผนการฝึกอบรมซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในแผนการควบคุมกระบวนการ ผลของการควบคุมกระบวนการ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อติดตามผลหลังการปรับปรุงกระบวนการทั้งหมด 6 ครั้ง ค่าดัชนีของดัชนีชี้วัดทุกตัวอยู่ในการควบคุมทั้งหมด คือได้ตามเป้าหมายที่กำหนดทั้งหมด ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากระบวนการที่ได้ปรับปรุงสายการติดตั้งรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M ทำให้ดัชนีชี้วัดงานวิจัยนี้ได้ตามเป้าหมาย และสามารถใช้ในการติดตามและควบคุมปัจจัยต่างๆ ได้จริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 8

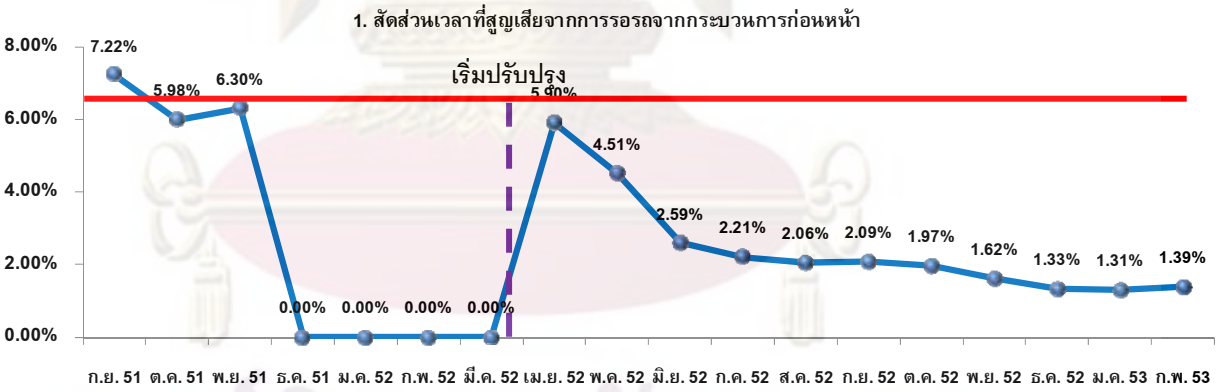
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

8.1 สรุปผลการวิจัย

หลังจากการปรับปรุงกระบวนการต่างๆ ตามที่ได้กล่าวในบทที่ 6 และการติดตามและควบคุมดัชนีชี้วัดของงานวิจัยนี้ทั้งหมด สามารถ

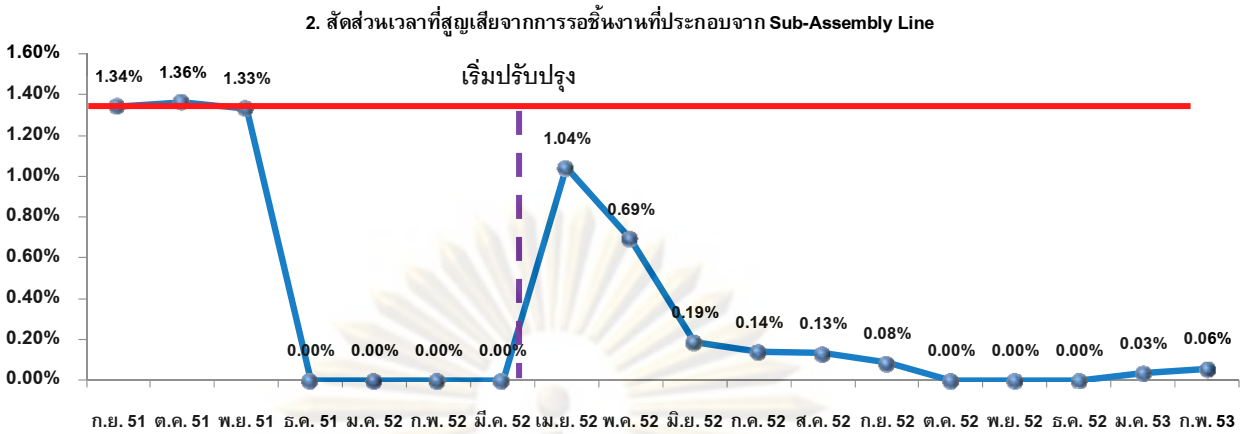
8.1.1 ผลการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าจากการรอคอย

หลังจากปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าจากการรอคอยตามแผนการปรับปรุงที่ได้กล่าวในบทที่ 6 โดยการลดเวลาการรอคอยของ 2 สาเหตุหลักคือการรอคอยรถจากกระบวนการก่อนหน้าและการรอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly Line ซึ่งจะเห็นได้ว่าสัดส่วนเวลาที่มีการสูญเปล่าลดลง โดยจะเห็นได้จากรูปที่ 8.1 สัดส่วนเวลาที่สูญเสียจากการรอรถจากกระบวนการก่อนหน้า และ 8.2 สัดส่วนเวลาที่สูญเสียจากการรอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly Line โดยกราฟดังกล่าวจะบันทึกข้อมูลตั้งแต่ก่อนการปรับปรุง ระหว่างการปรับปรุงจนกระทั่งปรับปรุงเสร็จตามแผน และการติดตามผลจนถึงเดือนก.พ. 53



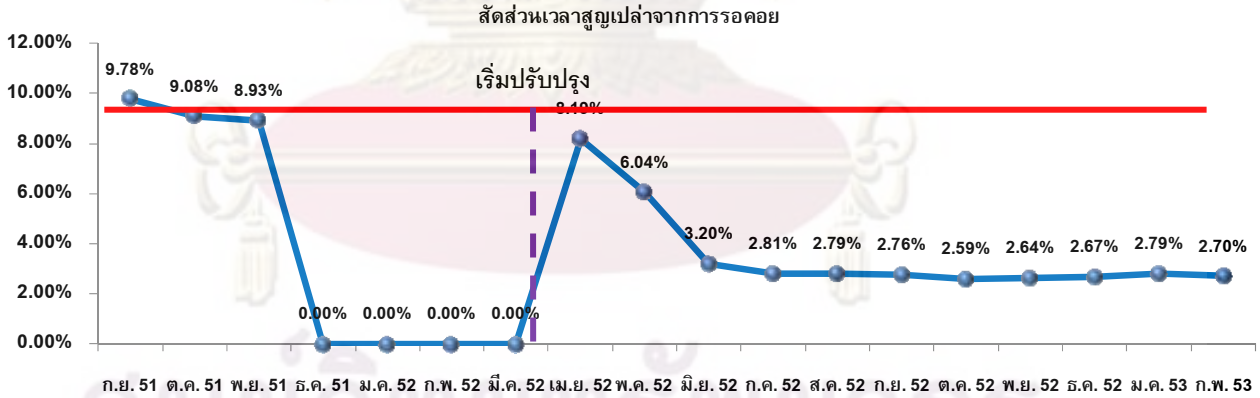
รูปที่ 8.1 สัดส่วนเวลาที่สูญเสียจากการรอรถจากกระบวนการก่อนหน้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8.2 สัดส่วนเวลาที่สูญเสียจากการรอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly Line

จากรูปที่ 8.1 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนเวลาที่สูญเปล่าจากการรอรถจากกระบวนการก่อนหน้าลดลงจาก 6.75% เหลือ 1.39% ในเดือนก.พ. 53 และสัดส่วนเวลาสูญเปล่าจากการรอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly Line ลดลงจาก 1.36% เหลือ 0.06% ในเดือนก.พ. 53 และได้ทำการเก็บข้อมูลของเวลาที่สูญเปล่าจากการรอคอยทั้งหมด เป็นดังรูปที่ 8.3 ซึ่งจะเห็นผลหลังจากการปรับปรุงณ เดือนก.พ. 53 ว่าสัดส่วนเวลาที่สูญเปล่าจากการรอคอยในกระบวนการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์เท่ากับ 2.70% ซึ่งจากวัตถุประสงค์ของโครงการคือ ต้องปรับปรุงให้ต่ำกว่า 9.37% ดังนั้นในข้อนี้สรุปได้ว่าการปรับปรุงได้ตามเป้าหมาย

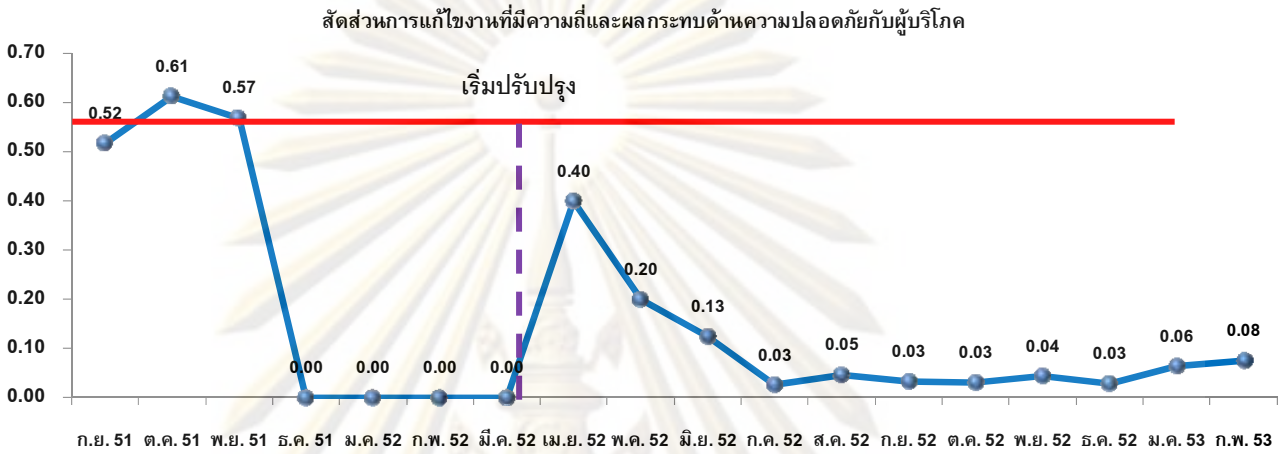


รูปที่ 8.3 สัดส่วนเวลาที่สูญเปล่าจากการรอคอย

จากรูปที่ 8.1 และ 8.2 จะเห็นได้ว่าจำนวนครั้งและเวลาที่สูญเปล่าของ 2 สาเหตุหลักคือ การรอจากกระบวนการก่อนหน้าและการรอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly Line ลดลงจากก่อนการปรับปรุง โดยเมื่อสองสาเหตุหลักของปัญหาลดลงก็ทำให้สัดส่วนเวลาที่สูญเสียลดลงจาก 9.37% เหลือ 2.70% ของเวลาทำงานทั้งหมด

8.1.2 ผลการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม

หลังจากปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสมตามแผนการปรับปรุงที่ได้กล่าวในบทที่ 6 จะเห็นได้ว่าสามารถลดความสูญเปล่าจากกระบวนการไม่เหมาะสม โดยการที่ต้องมีการแก้ไขงานเป็นดังรูปที่ 8.4

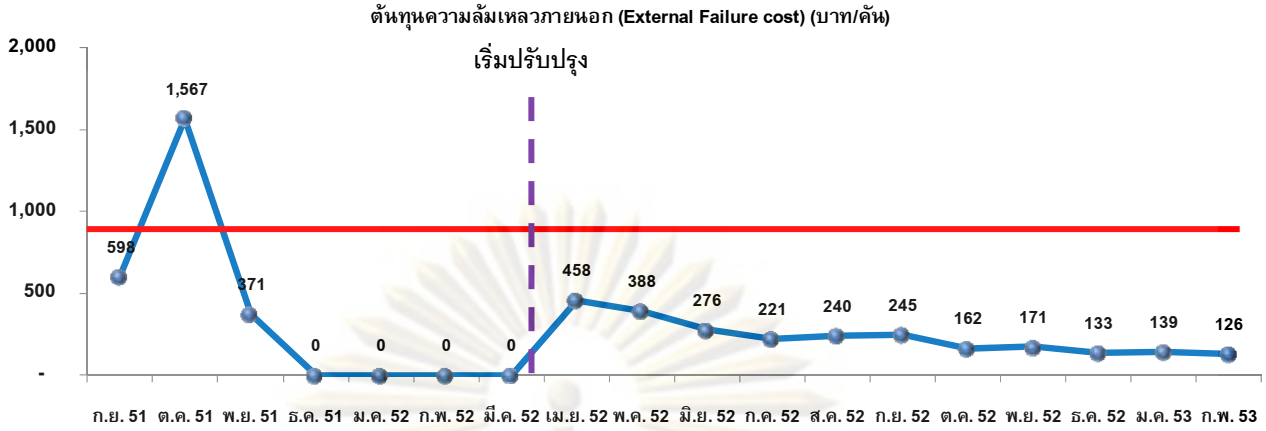


รูปที่ 8.4 สัดส่วนการแก้ไขงานที่มีความถี่และผลกระทบด้านความปลอดภัยกับผู้บริโภค

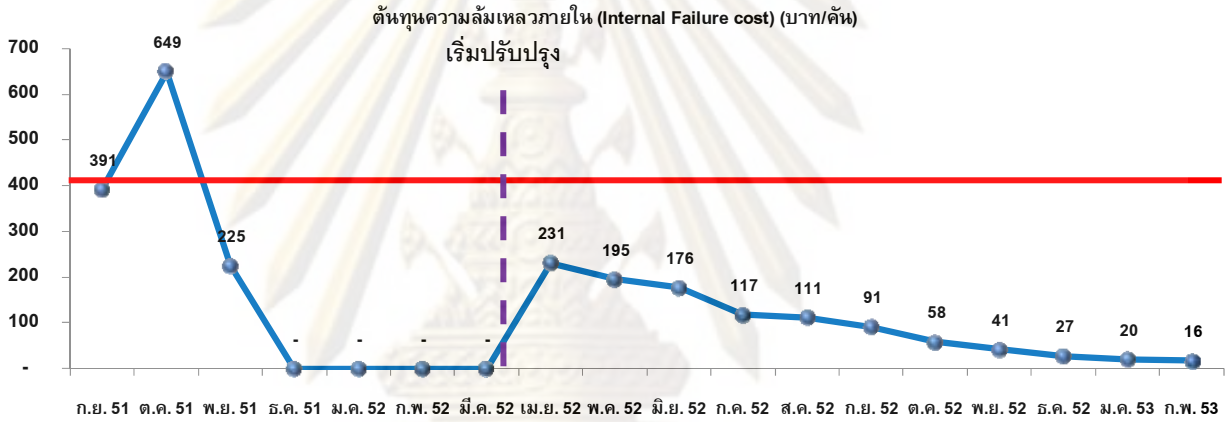
จากรูปที่ 8.4 จะเห็นได้ว่าสัดส่วนเวลาการแก้ไขงานที่มีความถี่และผลกระทบด้านความปลอดภัยกับผู้บริโภค ลดลงจาก 0.56 จุด/คัน เหลือ 0.08 จุด/คัน ในเดือนก.พ. 53 ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลหลังจากการปรับปรุงณ เดือนก.พ. 53 เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ซึ่งได้ระบุไว้ว่าสัดส่วนการแก้ไขงานที่มีความความถี่และผลกระทบด้านความปลอดภัยกับผู้บริโภคของกระบวนการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ ต้องปรับปรุงให้ต่ำกว่า 0.56 จุด/คัน ดังนั้นในข้อนี้สรุปได้ว่าการปรับปรุงได้ตามเป้าหมาย

และเมื่อพิจารณาต้นทุนความล้มเหลวภายนอก (External Failure cost) และต้นทุนความล้มเหลวภายใน (Internal Failure cost) ก่อนและหลังการปรับปรุง จะเห็นได้จากรูปที่ 8.5 และรูปที่ 8.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 8.5 ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก (External Failure cost)



รูป 8.6 ต้นทุนความล้มเหลวภายใน (Internal Failure cost)

จากรูปที่ 8.5 จะเห็นได้ว่า ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก (External Failure cost) ลดลงจาก 837 บาทต่อคัน เหลือ 126 บาท/คัน ในเดือนก.พ. 53 ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลหลังจากการปรับปรุงณ เดือนก.พ. 53 เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ซึ่งได้ระบุไว้ต้องลดต้นทุนความล้มเหลวภายนอก ดังนั้นในข้อนี้สรุปได้ว่าการปรับปรุงได้ตามเป้าหมาย

จากรูปที่ 8.6 จะเห็นได้ว่า ต้นทุนความล้มเหลวภายใน (Internal Failure cost) ลดลงจาก 402 บาทต่อคัน เหลือ 16 บาท/คัน ในเดือนก.พ. 53 ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลหลังจากการปรับปรุงณ เดือนก.พ. 53 เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ซึ่งได้ระบุไว้ต้องลดต้นทุนความล้มเหลวภายนอก ดังนั้นในข้อนี้สรุปได้ว่าการปรับปรุงได้ตามเป้าหมาย

สรุปผลเปรียบเทียบตัวชี้วัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการก่อนและหลังการปรับปรุงได้ดังตารางที่ 8.1

ตารางที่ 8.1 สรุปผลเปรียบเทียบตัวชี้วัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นก่อนและหลังการปรับปรุง

รายการตัววัดเพื่อลดความสูญเปล่า	หน่วยวัด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง (ก.พ. 53)	ส่วนที่ลดลง
เวลาที่สูญเสีย	%	9.37	2.7	6.67
การแก้ไขงานในส่วนที่มีความถี่และผลกระทบในด้านความปลอดภัย	จุด/คัน	0.56	0.08	0.48
ต้นทุนของความล้มเหลวภายนอก (External Failure cost)	บาท/คัน	837	126	711
ต้นทุนของความล้มเหลวภายใน (Internal Failure Cost)	บาท/คัน	402	16	386

จากตารางที่ 8.1 จะเห็นได้ว่าความสูญเปล่าต่างๆที่เกิดขึ้นในกระบวนการลดลง โดยจะเห็นได้จากดัชนีชี้วัดทั้งหมดที่มีค่าความสูญเสียที่ลดลง เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

8.2 อภิปรายผลการวิจัย

จะเห็นได้ว่าจากงานวิจัยนี้ได้นำเครื่องมือต่างๆมาใช้สำหรับวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ซึ่งสามารถสรุปความเหมาะสมในการใช้สำหรับการลดความสูญเปล่าได้ดังตาราง 8.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.2 ผลการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ ในงานวิจัย

เครื่องมือ/เทคนิคที่ใช้	ความยาก-ง่ายในการนำไปปฏิบัติ	ความเหมาะสมของการนำไปใช้	ผลที่ได้รับจากการปฏิบัติ	การนำไปประยุกต์ใช้ต่อหลังสิ้นสุดงานวิจัย
แผนภูมิการไหลของกระบวนการ	มีความง่ายในการนำไปปฏิบัติ	มีความเหมาะสม	ลำดับขั้นตอนการเชื่อมโยงของกระบวนการที่ชัดเจน	สามารถทำได้
กราฟ (Graph)	มีความง่ายในการนำไปปฏิบัติ	มีความเหมาะสม	รูปแบบและแนวโน้มของข้อมูล	สามารถทำได้
การระดมสมอง (Brainstorming)	มีความง่ายในการนำไปปฏิบัติ	มีความเหมาะสม	การทำงานร่วมกันเป็นทีม และการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากหลาย ๆ คนเข้าด้วยกัน	สามารถทำได้
แผนภาพพาเรโต (Pareto diagram)	มีความยากในระดับปานกลาง เนื่องจากต้องอาศัยความเข้าใจในหลักการและการคำนวณเข้ามาช่วย	มีความเหมาะสม	สัดส่วน 80-20 ของข้อมูล ที่ทำให้สามารถสรุปหาต้นเหตุที่สำคัญในเรื่องพิจารณาได้	สามารถทำได้
การวิเคราะห์ความถี่และผลกระทบที่เกิดขึ้น (FMEA)	มีความยากในระดับปานกลาง เนื่องจากต้องอาศัยความเข้าใจในหลักการของการให้ระดับคะแนนและการคำนวณเข้ามาช่วย	มีความเหมาะสม	ทราบสาเหตุของปัญหาที่ต้องดำเนินการแก้ไขก่อนเพื่อลดความถี่และผลกระทบ	สามารถทำได้
แผนผังแสดงสาเหตุและผล (Cause-and-effiect diagram)	มีความง่ายในการนำไปปฏิบัติ	มีความเหมาะสม	สาเหตุในด้านต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดผลลัพธ์ในเรื่องที่พิจารณา	สามารถทำได้
แผนผังต้นไม้ (Tree diagram)	มีความง่ายในการนำไปปฏิบัติ	มีความเหมาะสม	แนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ	สามารถทำได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากงานวิจัยนี้สามารถสรุปผลการดำเนินงานวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ได้ดังรายละเอียดในตารางที่ 8.3

ตารางที่ 8.3 ผลการดำเนินงานวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

วัตถุประสงค์	การดำเนินงาน	ผลลัพธ์ที่ได้
1.ลดสัดส่วนเวลาที่สูญเสียให้น้อยกว่า 9.37%	1. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา 2. หาสาเหตุหลักที่จะดำเนินการแก้ไข 3. พัฒนาวิธีการแก้ไขปัญหา 4. นำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ	- สาเหตุมาจากเรื่องการรอคอยรถจากกระบวนการก่อนหน้า และ การรอชิ้นงานจาก Sub-Assembly Line - การจัดงานในแต่ละสถานีงานไม่สมดุลกัน - กำลังการผลิตไม่สมดุลกัน,ไม่มีการจัดแผนการผลิตที่ดีพอ,วัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบขาด,ต้องรอการขนส่งชิ้นงานที่ประกอบแล้ว - จัดลำดับสายการผลิตใหม่ - ปรับสมดุลของสายการผลิตใหม่ - สัดส่วนเวลาที่รอคอยรถจากกระบวนการก่อนหน้าลดลงเหลือ 1.39% - สัดส่วนเวลาที่รอคอยรถจาก Sub-Assembly line ลดลงเหลือ 0.06%
2. ลดการแก้ไขงานในส่วนที่มีความถี่และผลกระทบในด้านความปลอดภัยให้น้อยกว่า 0.56 จุด/คัน	1. วิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหา 2. หาสาเหตุที่จะดำเนินการแก้ไข 3. พัฒนาวิธีการแก้ไขปัญหา 4. นำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ	- สาเหตุมาจากเรื่องชุดกรองก๊าซรั่ว, P1 sensor รั่ว, ติดตั้งสายไฟขั้วแบตฯ ไม่เรียบร้อย, Pressure gauge เสีย และ Male connector รั่ว และ Pressure gauge รั่ว - ได้สาเหตุที่จะต้องดำเนินการแก้ไข - วิธีการดำเนินการแก้ไขทั้งหมด 11 ข้อ - การแก้ไขงานในส่วนที่มีความถี่และผลกระทบในด้านความปลอดภัยลดลงเหลือ 0.06 จุด/คัน
3. ต้นทุนของความล้มเหลวภายนอก (External Failure cost)	ติดตามผลของต้นทุนความล้มเหลวภายนอกก่อนและหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกัน	ต้นทุนความล้มเหลวภายนอกลดลง
4. ลดต้นทุนของความล้มเหลวภายใน (Internal Failure Cost)	ติดตามผลของต้นทุนความล้มเหลวภายใน ก่อนและหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกัน	ต้นทุนความล้มเหลวภายนอกลดลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8.2.1 การอภิปรายผลการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าจากการรอคอย

จะเห็นได้ว่าการแก้ไขในส่วนของการลดความสูญเปล่าจากการรอคอย ได้ใช้เทคนิคโดยทางนำแผนภูมิพาเรโตมาวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหาและพบว่าปัญหาที่มีความถี่และผลกระทบเรื่องเวลามากที่สุดคือ 1. การรอรถจากกระบวนการก่อนหน้า 2. การรอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly Line จากนั้นทีมงานได้ร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุโดยใช้เครื่องมือแผนภูมิก้างปลาซึ่งพบว่าปัญหาจากการรอรถในกระบวนการก่อนหน้ามาจากการจัดในแต่ละสถานีงานไม่สมดุลและลำดับงานมีความไม่เหมาะสม ทำให้มีการรอรถจากกระบวนการก่อนหน้า ซึ่งเมื่อวิเคราะห์แล้วมีความจำเป็นต้องจัดลำดับสายการผลิตใหม่ เพื่อลดเวลาการรอคอย แต่เนื่องจากมีสาเหตุของความสูญเปล่าหลายข้อที่จำเป็นต้องแก้ไขปัญหาด้วยการจัดสายการผลิตใหม่จึงจะขออภิปรายผลในข้อ 5.2.2 และเมื่อพิจารณาสาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าจากการรอคอยในลำดับที่สองคือการรอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly Line มีหลายสาเหตุเช่นกันคือ ไม่มีสต๊อกอุปกรณ์ที่ประกอบเสร็จแล้วพร้อมติดตั้ง ต้องรอคอยการขนส่งชิ้นงานที่ประกอบแล้ว และไม่มีการจัดแผนการผลิตที่ดีพอ จากการปรับปรุงโดยการย้ายสถานที่ประกอบชิ้นงาน จากเดิมประกอบอยู่คนละพื้นที่กับพื้นที่ติดตั้งระบบก๊าซของรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M ซึ่งอยู่ห่างกันเป็นระยะทางประมาณ 40 กม. ใช้เวลาขนส่งประมาณ 1 ชม. ไม่รวมเวลาที่ใช้ในการขนถ่ายอุปกรณ์ขึ้น-ลงบนรถขนส่งและเวลาที่ต้องรอคิวรถที่ทำการขนส่ง ซึ่งเสียเวลาในการทำงานเป็นอย่างมาก ดังนั้นการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนพื้นที่ในการประกอบให้มาอยู่ในพื้นที่เดียวกันกับพื้นที่ติดตั้ง จึงมีผลดีหลายประการที่ช่วยทำให้ลดเวลาการรอชิ้นงานที่ประกอบจาก Sub-Assembly Line ได้เป็นอย่างดีรวมถึงทำให้สามารถจัดการแผนการผลิตชิ้นงานจาก Sub-Assembly Line ได้ง่ายและทันต่อกำลังการผลิตที่เปลี่ยนแปลงด้วย อย่างไรก็ตาม แม้การแก้ปัญหาโดยวิธีการดังกล่าวสามารถทำให้ปัญหาการรอคอยชิ้นงานจากการประกอบชิ้นงานจาก Sub-Assembly ของรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M ลดลง แต่ในอนาตคต หากมีสายการผลิตเพิ่มขึ้นสามารถแก้ไขปัญหาโดยการพัฒนาการขนส่งและขนย้ายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น หากจัดการด้วยวิธีการนี้จะทำให้ต้องมีการลงทุนเพิ่มเติมในส่วนของเครื่องมือที่ใช้ในการทำงานและทรัพยากรบุคคล ที่ต้องเพิ่มขึ้นตามพื้นที่การทำงาน ดังนั้นหากสามารถรวม Sub- Assembly ให้อยู่ในที่เดียวกันได้จะสามารถลดต้นทุนในส่วนของ Investment cost และทำให้สามารถควบคุมคุณภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

8.2.2 การอภิปรายผลการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าจากกระบวนการไม่เหมาะสม

ในงานวิจัยนี้จะเห็นได้ว่ากระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสมส่งผลกระทบโดยตรงให้งานที่ทำไปแล้วต้องมีการแก้ไขงานใหม่ซึ่งจากการจำแนกสาเหตุของปัญหาโดยการใช้แผนภูมิพาเรโตและการวิเคราะห์โดยใช้หลักการพิจารณาในส่วนของความถี่และผลกระทบพบว่า สาเหตุสำคัญของปัญหาคือ 1. ชุดกรองก๊าซรั่ว 2. P1 Sensor รั่ว 3. การติดตั้งสายไฟขั้วแบตไม่เรียบร้อย 4. Pressure gauge เสีย 5. Male connector และ pressure gauge รั่ว ซึ่งเมื่อวิเคราะห์สาเหตุแล้วพบว่าการที่ปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นมาจากการที่ไม่มีการจัดทำมาตรฐานการประกอบชิ้นงาน พนักงานใช้ความชำนาญจากงานเดิมที่เป็นงานลักษณะแบบ Job shop (Batch Production) ซึ่งการทำงานของพนักงานแต่ละคนไม่เหมือนกัน เมื่อมาประกอบและทำงานในลักษณะ Production Line งานจึงมีปัญหาต่างๆเกิดขึ้น เมื่อมีการทำมาตรฐานในการประกอบชิ้นงานหรือการทำ Standard work แล้วและมีการฝึกอบรมให้พนักงานแต่ละคนมีการทำงานที่ถูกต้อง จึงทำให้ปัญหาต่างๆลดลง ซึ่งการป้องกันและแก้ไขปัญหาอย่างถาวรจึงจำเป็นต้องมีการฝึกอบรมอย่างมีแบบแผนด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดทำ Training Map สำหรับพนักงานทั้งระดับปฏิบัติการและระดับควบคุมกระบวนการควบคู่กันไปด้วย

อีกสาเหตุหนึ่งซึ่งเป็นสาเหตุหลักของปัญหาทั้ง 5 ข้อข้างต้น และปัญหาที่เกิดความสูญเปล่าจากการรอคอยรถในกระบวนการก่อนหน้านั้น ทางผู้วิจัยได้มีการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์กระบวนและปรับปรุงกระบวนการใหม่ให้สอดคล้องกับลักษณะเฉพาะของกระบวนการคือ การปรับปรุงกระบวนโดยปรับงานของสถานี E ไปไว้ที่สถานี C เพื่อให้มีการทดสอบการรั่วของอุปกรณ์แก๊สหลังจากการติดตั้งอุปกรณ์แก๊สทั้งหมดทันที จากนั้นให้มีการค้างก๊าซในระบบแล้วมาร์คระดับก๊าซที่บริเวณเข็มของ Presure gauge ไว้ เพื่อให้มั่นใจได้ว่าไม่มีก๊าซรั่วไหลออกจากระบบท่อก๊าซไม่ว่าจะมีปริมาณมากหรือน้อยจะสามารถสังเกตเห็นได้ทันทีจากการที่ระดับเข็มบอกระดับก๊าซจะตกลงต่ำกว่าระดับที่มีการมาร์คไว้ ซึ่งทำให้รถที่เสร็จแล้วสามารถส่งไปสู่สถานีถัดไปได้ทันที ลดการเป็นคอขวดที่สถานี QC และเมื่อพบก๊าซรั่วสามารถเห็นและบ่งชี้ได้อย่างชัดเจน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8.3 ข้อจำกัดของงานวิจัย

8.3.1 งานวิจัยนี้มุ่งแก้ปัญหาลดความสูญเปล่าที่เกิดจากกระบวนการติดตั้งแก๊สรถยนต์ของบริษัทกรณีศึกษาเท่านั้น

8.3.2 สายการผลิตที่คัดเลือกมาศึกษานี้มีเพียงรายการเดียวเท่านั้น คือ สายการผลิตเพื่อติดตั้งก๊าซยี่ห้อ A รุ่น M

8.4 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย

8.4.1 พนักงานระดับปฏิบัติการมีความเคยชินกับลักษณะการทำงานแบบเดิมคือการใช้ประสบการณ์ในการติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ซึ่งการปรับเปลี่ยนทัศนคติและวิธีการทำงานเป็นไปได้ยาก ต้องใช้เวลาและทรัพยากรเป็นจำนวนมากในการปรับปรุง

8.4.2 หน่วยงานต่าง ๆ ยังไม่ถูกแบ่งงานชัดเจน เนื่องจากการปรับเปลี่ยนผังองค์กรใหม่ ทำให้แต่ละหน่วยงานยังมีความสับสนในหน้าที่และบทบาทของตนเอง

8.4.3 ระหว่างการเก็บข้อมูลระยะเวลาดำเนินงานวิจัยเป็นช่วงเดียวกับการที่มีงาน Rework ซึ่งต้องมีการแก้ปัญหาอยู่บ่อย ๆ ดังนั้นจึงมีเวลาน้อยในการเก็บบันทึกข้อมูลทำให้ข้อมูลบางอย่างเก็บบันทึกได้อย่างไม่ต่อเนื่อง

8.4.4 สภาพของตลาดการขายรถยนต์ที่ติดตั้งก๊าซซีเอ็นจี มีความผันผวนตามปัจจัยสภาพเศรษฐกิจ คือเรื่องของราคาน้ำมันโดยในช่วงระหว่างเดือนพ.ย. 52 ราคาน้ำมันได้มีการลดลงอย่างกระทันหัน ทำให้ส่งผลกระทบถึงการขายรถรุ่นดังกล่าวของบริษัทผลิตรถยนต์ด้วย ดังนั้นเมื่อทางลูกค้าไม่สามารถขายรถรุ่นดังกล่าวได้ จึงไม่มีการส่งรถมาเพื่อติดตั้งระบบก๊าซรถยนต์ ดังจะเห็นได้จากกราฟที่ 8.1-8.6 ที่ไม่สามารถเก็บข้อมูลในช่วงเดือน ธ.ค. 52 ถึง มี.ค. 52 ได้ เนื่องจากสาเหตุที่ไม่มีการส่งรถยนต์ติดตั้งระบบก๊าซเลย ดังนั้นปัจจัยทางเศรษฐกิจจึงเป็นอุปสรรคสำหรับงานวิจัยนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8.5 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานวิจัยที่ผ่านมา ผู้วิจัยมีความเห็นว่าบริษัทกรณีศึกษาควรมีการดำเนินการเพิ่มเติมในบางประเด็นดังนี้

8.5.1 ในกรณีศึกษานี้ได้ระบุไว้ว่าความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังไม่จำเป็น (Excess Inventory) ของสายการผลิตรถยนต์ยี่ห้อ A รุ่น M นี้ไม่มีความสูญเปล่า เนื่องจากใช้คำพยากรณ์ล่วงหน้าของลูกค้าเป็นตัวกำหนดการสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์ แต่สายการผลิตอื่น (สายการผลิตที่ติดตั้งก๊าซให้กับรถยนต์ยี่ห้ออื่น) และการผลิตแบบ Batch Production ยังคงมีความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็นอยู่ ด้วยเหตุที่มีความจำเป็นต้องสั่งสินค้ามาเก็บไว้ถึงแม้ว่ายังไม่มีคำสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้า วัสดุและอุปกรณ์หลักส่วนใหญ่ที่ใช้ในการติดตั้งเป็นอุปกรณ์ที่ต้องจากต่างประเทศ มีเวลานำ (Lead time) ค่อนข้างนาน โดยเฉลี่ย 2-3 เดือน จึงมีความความจำเป็นต้องสั่งซื้อ เพื่อให้ในคลังสินค้ามีสินค้าคงคลังเพียงพอ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าและสร้างโอกาสในการขายได้อีกด้วย

8.5.2 ในกรณีศึกษานี้ ได้มีการเก็บข้อมูลความสูญเปล่าจากการขนส่งแต่ไม่ได้มีแผนในการปรับปรุง เนื่องจากสัดส่วนความสูญเปล่าจากการขนส่งน้อยกว่าสัดส่วนความสูญเปล่าจากการรอคอย และทีมงานได้วิเคราะห์แล้วว่าพบว่าหากมีการแก้ไขความสูญเปล่าจากการขนส่งจะต้องมีการลงทุนค่อนข้างสูง เพื่อเพิ่มสายพานลำเลียงรถจากสถานีหนึ่งไปสู่สถานีหนึ่ง

8.5.3 ควรนำวิธีการแก้ไขปัญหาที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้กับสายการผลิตอื่นๆที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

8.5.4 ควรมีการจัดฝึกอบรมเพื่อพัฒนาทักษะของพนักงานในด้านอื่นๆ เช่นการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ ทั้งระดับปฏิบัติการและระดับจัดการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ธันยพร มะโนประเสริฐกุล. การพัฒนารหัสตัวบ่งชี้ เพื่อลดเวลาสูญเปล่าในสายการผลิต. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

นิพนธ์ บัวแก้ว. รู้จักระบบการผลิตแบบลีน (Introduction to Lean Manufacturing). กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น), 2547.

พิพัฒน์ ศรีธรรมวงศ์. การวิเคราะห์ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต: กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนและประกอบรถยนต์บรรทุก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์, 2541.

ยุทธศักดิ์ บุญศิริเอื้อเฟื้อ. การพัฒนาต้นแบบในการลดความสูญเปล่า 7 ประการสำหรับวิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อม: กรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องสำอาง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

Dr. Jeffrey K.Likerb. The Toyota way วิถีแห่งโตโยต้า ต้นกำเนิดการผลิตแบบลีน แปลโดย ดร. วิทยา สุหฤทดำรง. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์อี.ไอ.สแควร์, 2550.

วันชัย ริจิรวนิช. หลักการเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรม เทคนิคและกรณีศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน. การบริหารการผลิตและการดำเนินงาน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

อนิรุท พัฒนธีระ. การลดเวลาการหยุดของสายการประกอบรถยนต์กระบะ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

อ้อมใจ พงษาเกษตร. การเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์ โดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

ภาษาอังกฤษ

Emre Enginarlar, Jingshan Li, and Semyon M. Meerkov, Lean buffering in serial production lines with non-exponential machines, OR Spectrum 27: 195–219, 2005.

Edward D. Arnheiter and John Maleyoff, Reserch and concepts The integration of lean management and Six sigma, The TQM Magazine 17, 1, ABI/INFORM Global: 5, 2005.

James P. Womack, Daniel T. Jones and Daniel Roos, The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production, New York, Rawson and Associates, 1990.

James P. Womack, Daniel T. Jones, Lean Thinking, New York, Simon & Schuster, 1996.

Thomas L. Jackson, Karen R. Jones, Implementing A Lean Management System, Oregon: Productivity Press, 1996.

Yasuhiro Monden, Toyota Production System: Practical Approach to Production Management, Industrial Engineering and Mgt. Press, 1983.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

หน้า ๖
เล่ม ๑๒๔ ตอนพิเศษ ๖๙ ง ราชกิจจานุเบกษา ๖ มิถุนายน ๒๕๕๐

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๓๖๙๖ (พ.ศ. ๒๕๕๐)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์

เล่ม 1 ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์ เล่ม 1 ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย มาตรฐานเลขที่ มอก. 2333 เล่ม 1 - 2550 ไว้ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๒๖ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๐

โฆสิต ปั้นเปี่ยมรัษฎ์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์
เล่ม 1 ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย

1. ขอบข่าย (scope)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดคุณลักษณะด้านความปลอดภัยที่จำเป็นสำหรับระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์แบบต่าง ๆ ที่กำหนดใน ISO 3833 โดยใช้ได้กับยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ ตาม ISO15403 หรือยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง 2 ชนิด (bi-fuel vehicle) รวมถึงยานยนต์ดัดแปลงเพื่อใช้ก๊าซธรรมชาติอัดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมข้อกำหนดเกี่ยวกับทักษะของผู้ติดตั้งและผู้ดัดแปลงระบบเชื้อเพลิง

2. เอกสารอ้างอิง (normative reference)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ได้อ้างอิงข้อกำหนดบางส่วนของเอกสารต่อไปนี้ ทั้งนี้ ไม่รวมถึงการแก้ไขปรับปรุงมาตรฐานเหล่านี้ในโอกาสต่อไป อย่างไรก็ตามผู้เกี่ยวข้องกับมาตรฐานนี้ควรพิจารณาใช้เอกสารอ้างอิงฉบับล่าสุดเท่าที่จะเป็นไปได้ สำหรับเอกสารอ้างอิงที่มิได้ระบุปีเอาไว้ให้ใช้เอกสารอ้างอิงฉบับล่าสุด

ISO 1176:1990, *Road vehicles - Masses - Vocabulary and codes*

ISO 3833, *Road vehicles - Types - Terms and definitions*

ISO 11439, *Gas cylinders - High pressure cylinders for the on-board storage of natural gas as a fuel for*
automotive vehicles

ISO 14469: -1), *Road vehicles -Compressed natural gas (CNG) refueling connector*

ISO 15403, *Natural gas, - Designation of the quality of natural gas for use as a compressed fuel for vehicles*

ISO 15500 (all parts), *Road vehicles - Compressed natural gas (CNG) fuel system components*

ISO 15501-2, *Road vehicles - Compressed natural gas (CNG) fuel systems - Part 2: Test methods*

IEC 60079-10, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 10: Classification for hazardous*
areas

1) อยู่ในระหว่างประกาศกำหนด

3. คำและบทนิยาม (term and definition)

คำและบทนิยามที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกี่ยวกับระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดในยานยนต์ มีดัง ต่อไปนี้

3.1 ก๊าซธรรมชาติอัด (compressed natural gas) ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “CNG” หมายถึง ก๊าซธรรมชาติซึ่งถูกอัดและเก็บภายใต้ความดันเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงของยานยนต์

3.2 ยานยนต์ใช้ก๊าซธรรมชาติ (natural gas vehicle) ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “NGV” หมายถึง ยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง

3.3 ระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงที่ติดตั้งในยานยนต์ (CNG on-board fuel system) หมายถึง ระบบเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัด ซึ่งประกอบด้วยถังก๊าซหนึ่งใบหรือหลายใบ อุปกรณ์ติดตั้ง อุปกรณ์เติมเชื้อเพลิง (ซึ่งอาจมีหลายชุด) ตาม ISO 14469 และส่วนประกอบตามที่กำหนดใน ISO 15500-3 ถึง ISO 15500-19

3.4 ความดันบริการ (service pressure) หมายถึง ความดันก๊าซ 20 MPa (200 bar) ที่อุณหภูมิก๊าซ 15oC

3.5 ความดันทดสอบ (test pressure) หมายถึง ความดันที่ส่วนประกอบต่างๆ ในระบบเชื้อเพลิงได้รับในระหว่างการทดสอบเพื่อการยอมรับ

3.6 ความดันใช้งาน (working pressure) หมายถึง ความดันสูงสุดที่ออกแบบให้ส่วนประกอบหนึ่งๆ ในระบบเชื้อเพลิงได้รับในระหว่างการใช้งานปกติและใช้เป็นพื้นฐานในการกำหนดความแข็งแรงของส่วนประกอบนั้นๆ

3.7 ความดันระเบิด (burst pressure) หมายถึง ความดันที่ทำให้เกิดความเสียหายซึ่งเป็นผลให้ก๊าซสามารถไหลออกทางอุปกรณ์ครอบคอถัง (component envelope) ได้

3.8 ลิ้น (valve) หมายถึง อุปกรณ์ที่อาจใช้ควบคุมการไหลของของไหล

3.8.1 ลิ้นเปิด-ปิดด้วยมือ (manual valve) หมายถึง ลิ้นที่ทำงานโดยใช้คนควบคุม

3.8.2 ลิ้นเปิด-ปิดอัตโนมัติ (automatic valve) หมายถึง ลิ้นที่ทำงานโดยไม่ใช้คนควบคุม

3.8.3 ลิ้นหัวถังอัตโนมัติ (automatic cylinder valve) หมายถึง ลิ้นเปิด-ปิดอัตโนมัติที่ติดแน่นอยู่ที่หัวถังก๊าซเพื่อควบคุมการไหลของก๊าซเข้าไปในระบบเชื้อเพลิง

3.8.4 ลิ้นกันกลับ (check valve) หมายถึง ลิ้นอัตโนมัติที่ยอมให้ก๊าซไหลไปได้เพียงทิศทางเดียวเท่านั้น

3.8.5 ลิ้นป้องกันการไหลเกิน (excess flow valve) หมายถึง ลิ้นที่ปิดโดยอัตโนมัติ หรือจำกัดการไหลของก๊าซเมื่อก๊าซไหลเกินค่าที่ออกแบบไว้

3.8.6 ลิ้นหัวถังที่เปิด-ปิดด้วยมือ (manual cylinder valve) หมายถึง ลิ้นที่ทำงานด้วยมือที่ติดแน่นอยู่ที่หัวถังก๊าซ

3.8.7 ลิ้นระบายความดัน (pressure relief valve - PRV) หมายถึง อุปกรณ์เพื่อป้องกันไม่ให้ความดันด้านแรงดันสูงเกินค่าที่กำหนดไว้

3.8.8 ลิ้นบริการ (service valve) หมายถึง ลิ้นที่เปิด-ปิดด้วยมือซึ่งจะปิดเมื่อยานยนต์อยู่ระหว่างรับบริการหรือบำรุงรักษา

3.8.9 ลิ้นเปิด-ปิดหลัก (main shut-off valve) หมายถึง ลิ้นเปิด-ปิดอัตโนมัติที่ตัดก๊าซจากแหล่งความดันสูง

3.9 ตัวกรอง (filter) หมายถึง แผ่นป้องกันซึ่งจะแยกเศษวัสดุที่ปนอยู่ในก๊าซออก

3.10 ข้อต่อ (fitting) หมายถึง ข้อต่อที่ใช้เชื่อมต่อส่วนต่าง ๆ ในระบบท่อ

3.11 ท่อเชื้อเพลิงยืดหยุ่น (flexible fuel line) หมายถึง ท่ออ่อนต่าง ๆ ที่ก๊าซธรรมชาติไหลผ่าน

3.12 อุปกรณ์ผสมก๊าซ/อากาศ (gas/air mixer) หมายถึง อุปกรณ์สำหรับผสมเชื้อเพลิงก๊าซกับอากาศสำหรับเครื่องยนต์

3.13 เครื่องปรับการไหลของก๊าซ (gas flow adjuster) หมายถึง อุปกรณ์จำกัดการไหลของก๊าซที่ติดตั้งไว้หลังอุปกรณ์ปรับความดันเพื่อควบคุมการไหลของก๊าซเข้าสู่เครื่องยนต์

3.14 หัวฉีดก๊าซ (gas injector) หมายถึง อุปกรณ์สำหรับฉีดเชื้อเพลิงก๊าซเข้าสู่เครื่องยนต์หรือระบบไอดี

3.15 หัวรับก๊าซ (receptacle) หมายถึง อุปกรณ์ที่จะรับการเติมก๊าซจากหัวจ่ายที่สถานีบริการก๊าซ

3.16 หัวจ่ายก๊าซ (nozzle) หมายถึง อุปกรณ์ที่จ่ายก๊าซจากสถานีบริการก๊าซให้กับรถ

3.17 เรือนกักก๊าซ (gas tight housing) หมายถึง อุปกรณ์ที่กักก๊าซที่รั่วแล้วระบายสู่ภายนอกยานยนต์ ซึ่งรวมถึงท่ออ่อนระบายก๊าซและช่องเปิดโล่งที่มีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 450 mm2 ด้วย

3.18 ตัวชี้บ่งความดัน (pressure indicator) หมายถึง อุปกรณ์รับความดันและชี้บ่งความดันก๊าซ

3.19 อุปกรณ์ปรับความดัน (pressure regulator) หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมความดันของเชื้อเพลิงก๊าซที่ส่งเข้าสู่เครื่องยนต์

3.20 อุปกรณ์ระบายความดัน (pressure relief device - PRD) หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้งานได้เพียงครั้งเดียวซึ่งจะเปิดเนื่องจากอุณหภูมิที่สูงเกินหรือทั้งอุณหภูมิและความดันที่สูงเกิน และระบายก๊าซออกเพื่อป้องกันถังก๊าซแตก

3.21 ท่อเชื้อเพลิงคงตัว (rigid fuel line) หมายถึง ท่อต่าง ๆ ที่ออกแบบไม่ให้ยืดหยุ่นขณะก๊าซธรรมชาติไหลผ่านในการทำงานปกติ

4. **ข้อกำหนด** (requirement)

4.1 **การออกแบบ** (design)

4.1.1 **ทั่วไป** (general)

อุปกรณ์และส่วนควบสำหรับการใช้ CNG เป็นเชื้อเพลิงที่ติดตั้งในยานยนต์ ต้องเป็นไปตาม ISO 11439 ISO 14469 และ ISO 15500 ต้องออกแบบระบบความดันสูงที่กำหนดใน ISO 15500-1 โดยใช้ค่าความดันบริการเป็นพื้นฐานยานยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิง 2 ชนิดต้องมีวิธีการเพื่อหลีกเลี่ยงความเสื่อมสภาพที่เกิดเร็วขึ้นของระบบเชื้อเพลิงที่ไม่ใช่ CNG อันเนื่องมาจากการใช้งานของเครื่องยนต์ที่ใช้ CNG อย่างต่อเนื่อง วิธีดังกล่าวให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตยานยนต์แนะนำ (เช่น ท่อน้ำมันเชื้อเพลิง) อุปกรณ์ทั้งหมดของระบบเชื้อเพลิงจะต้องเป็นไป ดังนี้

ก) ใช้งานในอุณหภูมิแวดล้อม และภาวะแวดล้อมอื่นๆ ได้อย่างปลอดภัยตลอดอายุการใช้งาน

ข) ติดตั้งให้เกิดความปลอดภัยโดยคำนึงอย่างเต็มที่ถึงความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นในขณะที่ยานยนต์ใช้งานความเสียหายอาจเกิดจากตัวยานยนต์จากปัจจัยภายนอกอื่นๆ เช่น ความร้อน เศษวัสดุตามธรรมชาติบนถนนการหก/กระเซ็นของสารเคมีที่ใช้ในยานยนต์ (เช่น น้ำมันเบรก น้ำมันหล่อลื่น น้ำมันเบนซิน น้ำหล่อเย็น และอื่นๆ) หรือสนิม

ค) ติดตั้งในตำแหน่งที่อุปกรณ์นั้นไม่อยู่นอกสุด สูงสุดหรือต่ำสุดของรถ เว้นแต่จะมีการป้องกัน

ง) ติดตั้งในตำแหน่งที่ไม่มีผลกระทบต่อระยะต่ำสุดจากพื้น มุมเงย มุมจาก และมุมหลังเต่าของรถตามที่ผู้ผลิตยานยนต์กำหนด (ดูภาคผนวก ค.)

จ) ติดตั้งในลักษณะที่อุปกรณ์ไม่ถูกกัดกร่อนจากน้ำขัง หรือจากสารเคมี

ลิ้นหัวถังและอุปกรณ์ระบายความดัน รวมทั้งลิ้นเปิด-ปิดอัตโนมัติต้องสามารถเปิด-ปิดได้ด้วยมือ ในกรณีที่อุปกรณ์อัตโนมัติชำรุด (ดูภาคผนวก ข.) ต้องติดตั้งในที่ที่ปลอดภัย มีการป้องกันที่เหมาะสมระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงที่ติดตั้งในยานยนต์ต้องมี

- ลิ้นเปิด-ปิดหลัก ซึ่งปิดเมื่อเครื่องยนต์ไม่ใช้ CNG และ
- ลิ้นเปิด-ปิดด้วยมือ หรือลิ้นเปิด-ปิดอัตโนมัติที่สามารถเปิด-ปิดได้ด้วยมือซึ่งติดตั้งที่ถังก๊าซแต่ละใบระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงที่ติดตั้งในยานยนต์ อาจมีอุปกรณ์ที่อยู่ในถัง หรือระบบอื่น ๆ ที่ทำหน้าที่เทียบเท่า เพื่อควบคุมการรั่วของก๊าซในกรณีที่ระบบจ่ายเชื้อเพลิงแตก (ดูภาคผนวก ก.) ลิ้นเปิด-ปิดหลักจะเปิด ก็ต่อเมื่อ
- เลือกใช้ CNG ไม่ว่าจะด้วยมือ หรืออัตโนมัติ และ
- เครื่องยนต์หมุนหรือทำงานลิ้นเปิด-ปิดอัตโนมัติที่จะนำมาใช้ ต้องเป็นชนิดปกติปิด

4.1.2 **อุปกรณ์และส่วนควบ** (component)

4.1.2.1 **หัวรับก๊าซ**

หัวรับก๊าซจะต้องมีฝาครอบเพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่น ของเหลว หรือสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ เข้าไปในระบบได้ ฝาครอบจะต้องติดตั้งกับยานยนต์อย่างมั่นคงถาวรที่บริเวณใกล้ๆหัวรับก๊าซจะต้องมีข้อมูลเหล่านี้แสดงอยู่อย่างถาวร

- ชนิดของเชื้อเพลิง (เช่น “CNG” เพื่อแสดงว่าใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัด)
- วันหมดอายุของถังก๊าซ และ
- ความดันบริการสำหรับยานยนต์

4.1.2.2 ถังก๊าซ

ถังก๊าซที่มีลิ้นเปิด-ปิดและอุปกรณ์ระบายความดันต้องติดตั้งตามข้อ 4.4 เพื่อป้องกันความเสียหายจากความร้อน ถังก๊าซและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันความร้อนหรือต้องติดตั้งให้ห่างจากแหล่งความร้อน เช่น ระบบไอเสียในลักษณะที่ไม่ทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกสูงกว่าค่าที่ผู้ผลิตยานยนต์หรือถังก๊าซกำหนดไว้ถังก๊าซที่เสริมแรงด้วยเส้นใย (type 2 type 3 และ type 4ตาม ISO 11439) ต้องมีการป้องกันรังสีเหนือม่วง

4.1.2.3 อุปกรณ์ปรับความดัน

ต้องมีการป้องกันอุปกรณ์และส่วนควบที่ติดตั้งหลังอุปกรณ์ปรับความดันเนื่องจากความดันเกิน ในกรณีที่อุปกรณ์ปรับความดันชำรุด

4.1.2.4 อุปกรณ์ระบายความดัน (PRD) และลิ้นระบายความดัน (PRV)

อุปกรณ์ระบายความดันและลิ้นระบายความดันต้องป้องกันไม่ให้สิ่งสกปรกและน้ำเข้า และตำแหน่งระบายก๊าซของอุปกรณ์ต้องอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดประกายไฟและความร้อนในยานยนต์ให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้อุปกรณ์ระบายความดันต้องทำงานเมื่ออุณหภูมิ หรืออุณหภูมิและความดันสูงเกินกำหนด โดยการระบายก๊าซเพื่อป้องกันไม่ให้ถังก๊าซแตกลิ้นระบายความดันใช้เพื่อป้องกันความดันเกินในระบบการไหลของก๊าซหลังการปรับความดันขั้นแรก ถ้าใช้อุปกรณ์ปรับความดันหลายตัว อาจจำเป็นต้องมีลิ้นระบายความดันเพิ่มเติมด้วย

4.1.2.5 ระบบท่อก๊าซ

การติดตั้งระบบท่อก๊าซถ้าเป็นไปได้ให้ติดตั้งกับแชสซีในลักษณะที่จะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายจากการสั่นสะเทือน (เช่น กำทอนกับการสั่นสะเทือนของเครื่องยนต์) และต้องไม่มีจุดที่เสียดสีกัน จุดยึดแต่ละจุดต้องห่างกันไม่เกิน1 m การติดตั้งและการดัดท่อก๊าซ ต้องเป็นไปตามที่ผู้ผลิตท่อและอุปกรณ์ต่อยึดกำหนด

4.2 การเติมก๊าซ (refuelling)

4.2.1 ทั่วไป (general)

ควรเลือกใช้ท่อก๊าซ หัวรับก๊าซ ลิ้นและอุปกรณ์ต่อยึดทั้งหมดที่ติดตั้งบนยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติจะทำให้ความดันสูญเสียในท่อน้อยที่สุด ซึ่งทำให้ใช้เวลาในการเติม CNG น้อยที่สุด

4.2.2 **ตำแหน่งของหัวรับก๊าซ** (receptacle location)

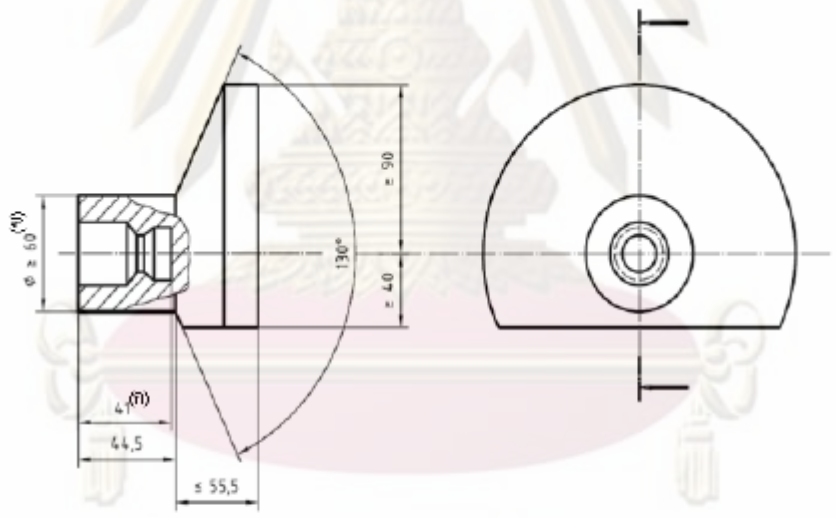
หัวรับก๊าซควรติดตั้งในตำแหน่งที่เหมาะสมในตัวยานยนต์ ที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย และใช้ทำงานได้โดยปลอดภัยตำแหน่งที่แนะนำคือด้านข้างของตัวยานยนต์หัวรับก๊าซที่ติดตั้งในห้องเครื่องยนต์จะต้องติดตั้งกับแชสซีหรือตัวถัง โดยจะต้องติดตั้งให้มีระยะห่างจากแบตเตอรี่หรือวงจรไฟฟ้าแรงดันสูงอย่างเพียงพอ เพื่อป้องกันการจุดติดไฟโดยบังเอิญ

4.2.3 **การติดตั้งหัวรับก๊าซ** (receptacle mounting)

หัวรับก๊าซของยานยนต์ที่ใช้ CNG เป็นเชื้อเพลิง ต้องสามารถทนต่อแรงกระทำไม่น้อยกว่า 670 N ในทุกทิศทางโดยไม่ทำให้ก๊าซรั่วไหล (เช่น ในกรณีท่อเติมก๊าซถูกดึงหลุด)

4.2.4 **ระยะเว้นต่ำสุดของหัวรับก๊าซ** (minimum receptacle clearance)

ระยะเว้นต่ำสุดของหัวรับก๊าซ เป็นไปตามที่แสดงในรูปที่ 1



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

หมายเหตุ ระยะเว้นให้ขึ้นอยู่กับแบบของยานยนต์ ความลึกทั้งหมดของช่องเติมก๊าซไม่จำเป็นต้องมีขนาดตามที่กำหนดในรูปก็ได้

(a) เป็นระยะขั้นต่ำสุดของหัวรับก๊าซหลังติดตั้งแล้ว

(b) เป็นระยะต่ำสุดสำหรับการเติมก๊าซเท่านั้น ผู้ออกแบบระบบควรแน่ใจว่าจะสามารถสวมฝาครอบป้องกันฝุ่น หรือฝาครอบป้องกันไฟช่องนั้นได้

รูปที่ 1 แสดงระยะเว้นระหว่างหัวรับก๊าซและหัวจ่ายก๊าซ

4.3 **การควบคุมการรั่ว** (leakage control)

4.3.1 ต้องออกแบบระบบก๊าซที่มีความดันให้คงทนต่อความเค้นที่คาดว่าจะเกิดขึ้นระหว่างการใช้งานโดยปราศจากการรั่วเมื่อติดตั้งอุปกรณ์และส่วนควบแล้ว ต้องทดสอบการรั่วของระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงที่ติดตั้งในยานยนต์

4.3.2 ถังก๊าซและหรือส่วนควบของระบบก๊าซ ต้องติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่มั่นใจว่าการรั่วหรือการระบายใด ๆ ของก๊าซจากระบบเชื้อเพลิงไม่เข้าไปในห้องคนขับหรือห้องโดยสารโดยตรงและไม่เข้าไปยังที่ว่างอื่น ๆ ที่มีการระบายไม่เพียงพอหรือในลักษณะที่ตอ้ งมั่นใจว่าสามารถระบายก๊าซที่รั่วออกสูบ่ รรยากาศโดยตรงอย่างปลอดภัย (ดูภาคผนวก ก.)

4.3.3 กรณีถังก๊าซตั้งอยู่ในห้องคนขับหรือห้องโดยสารหรือที่ว่างอื่นที่มีการระบายไม่เพียงพอ ลิ้นข้อต่อ และท่อก๊าซต้องล้อมรอบด้วยเรือนกักเก็บก๊าซในลักษณะที่มีการระบายก๊าซที่รั่วใดๆ ไปสู่ภายนอกยานยนต์โดยตรงในกรณีเกิดไฟไหม้ ข้อกำหนดนี้ไม่มีผลบังคับใช้

4.3.4 รูเปิดของการระบายใด ๆ จะต้องมีตำแหน่งห่างจากช่องเปิดของห้องคนขับ ห้องโดยสารและห่างจากแหล่งประกายไฟและอยู่ในบริเวณที่ไม่กีดขวางการระบายดังกล่าว

4.3.5 กล่องบรรจุ PRD ต้องให้ความร้อนผ่านเข้าไปได้เพื่อให้อุณหภูมิของ PRD สูงขึ้นตามอุณหภูมิโดยรอบของถังก๊าซ

4.4 การติดตั้งถังก๊าซ (mounting of the cylinder)

4.4.1 ถังก๊าซทุกใบต้องยึดติดยานยนต์อย่างปลอดภัยเพื่อป้องกันไม่ให้ลื่นไถล หมุนและหลุด การติดตั้งจะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตถังก๊าซและตาม ISO 11439

4.4.2 ถังก๊าซและส่วนประกอบสำหรับยึดติดกับยานยนต์ต้องไม่เสียหายจากการสึกหรอ การกัดกร่อน (ห้ามทำการเชื่อมถังก๊าซ) หรือการล้าระหว่างอายุการใช้งานของยานยนต์

4.4.3 เมื่อทดสอบตาม มอก. 2333 เล่ม 2 ถังจะต้องยังคงยึดติดกับยานยนต์ภายใต้อัตราเร่งต่อไปนี้เมื่อ g คือ อัตราเร่งที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลก

ก) ยานยนต์ที่ใช้บนถนนที่มีมวลรวมสูงสุด (ISO M08) ไม่เกิน 3 500 kg ตามที่กำหนดใน ISO 1176 ดังนี้

- 20 g สำหรับอัตราเร่งตามแนวเคลื่อนที่ไปข้างหน้า
- 20 g สำหรับอัตราเร่งตามแนวเคลื่อนที่ไปข้างหลัง
- 8 g สำหรับอัตราเร่งตามแนวด้านข้างทั้งสองทิศทาง
- 4.5 g สำหรับอัตราเร่งตามแนวดิ่งขึ้นข้างบน

ข) ยานยนต์ที่ใช้บนถนนที่มีมวลรวมสูงสุด (ISO M08) เกิน 3 500 kg ตามที่กำหนดใน ISO 1176 ดังนี้

- 10 g สำหรับอัตราเร่งตามแนวเคลื่อนที่ไปข้างหน้า
- 10 g สำหรับอัตราเร่งตามแนวเคลื่อนที่ไปข้างหลัง
- 5 g สำหรับอัตราเร่งตามแนวด้านข้างทั้งสองทิศทาง
- 4.5 g สำหรับอัตราเร่งตามแนวดิ่งขึ้นข้างบน

4.5 การป้องกันความร้อน (heat protection)

นอกจากถังก๊าซและอุปกรณ์ประกอบที่ต้องติดตั้งตาม 4.1.2.2 แล้ว ต้องติดตั้งอุปกรณ์และส่วนควบห่างจากระบบไอเสียอย่างน้อย 100 mm ยกเว้นจะมีการติดตั้งเครื่องกำบังป้องกันความร้อนไว้

4.6 การลดความเสี่ยงของการจุดติดไฟของก๊าซ (minimizing risk of gas ignition)

เพื่อป้องกันไฟไหม้ในยานยนต์ ต้องมีแหล่งกำเนิดประกายไฟน้อยที่สุด

อุปกรณ์และส่วนควบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในเรือนกักเก็บก๊าซ ต้องเป็นไปตาม IEC 60079-10 เพื่อเหมาะสมกับบริเวณอันตรายตำแหน่งที่ตั้งของสายไฟฟ้า อุปกรณ์และส่วนควบที่ติดตั้งในระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์ต้องออกแบบให้ป้องกันการจุดติดไฟที่อาจเกิดขึ้นของก๊าซที่รั่ว

4.7 ระบบระบายก๊าซ (venting system)

เนื่องจากไม่มีวิธีที่ดีที่สุดที่ปล่อยก๊าซผ่าน PRD จึงต้องปล่อยในลักษณะกระจายออก วิธีการกระจายต้องไม่กีดขวางการทำงานของ PRD ใด ๆ

5. คำแนะนำสำหรับการใช้งาน (instruction for use)

ต้องจัดให้มีคู่มือที่มีคำแนะนำการใช้งานเกี่ยวกับ CNG และต้องมีคำเตือนให้เจ้าของรถทราบถึงวันตรวจสภาพถังก๊าซ

หรือวันหมดอายุของถังก๊าซ

6. การทำเครื่องหมาย (marking)

ในกรณีที่ยานยนต์ไม่ได้ติดตั้งระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงมาจากผู้ผลิตยานยนต์ (OEM) ต้องมีฉลากหรือแผ่นป้ายที่ชี้บ่งผู้ติดตั้งระบบก๊าซธรรมชาติอัดตามมาตรฐานนี้ติดไว้ที่ยานยนต์อย่างถาวร

ภาคผนวก ก.

(แนะนำ)

วิธีการทางเทคนิคเพื่อนำไปใช้งาน

ก.1 การป้องกันการเกิดการควบแน่นและการเกิดน้ำแข็ง

เพื่อเป็นแนวทางที่จะป้องกันการเกิดการควบแน่นและการเกิดน้ำแข็ง

- คุณภาพของก๊าซควรเป็นไปตาม ISO 15403 หรือ เป็นไปตามประกาศของหน่วยงานราชการ และ
- อุปกรณ์ปรับความดันที่ความดันสูงควรอุ่นให้ร้อน

ก.2 การระบายก๊าซ

การระบายก๊าซของลิ้น อุปกรณ์ข้อต่อและท่อก๊าซให้เป็นอย่างใดอย่างหนึ่ง

ก) วางถังและข้อต่อของถังในภาชนะปิดผนึกที่มีความทนทาน เพื่อไม่ให้ก๊าซรั่วไหลเข้าสู่ห้องคนขับห้องโดยสารหรือที่ว่าง โดยภาชนะปิดต้องมีการระบายก๊าซรั่วออกสู่ภายนอกได้ตลอดเวลา หรือ

ข) ให้ครอบคอถังและข้อต่อของถังที่ทำด้วยวัสดุที่มีความทนทาน เพื่อไม่ให้ก๊าซรั่วไหลเข้าสู่ห้องคนขับ ห้องโดยสารหรือที่ว่าง โดยอุปกรณ์ครอบคอถังและข้อต่อต้องมีการระบายก๊าซรั่วออกสู่ภายนอกได้ตลอดเวลา

ก.3 การควบคุมการรั่วของก๊าซในกรณีท่อแตก

การควบคุมการรั่วของก๊าซในกรณีที่ระบบท่อก๊าซแตก มี 3 แนวทาง คือ

ก) ตัดการไหลของก๊าซจากถังก๊าซแต่ละใบ

ข) จำกัดการไหลของก๊าซด้วยอุปกรณ์จำกัดการไหล

ค) ปล่อยก๊าซออกจากถังก๊าซอย่างอิสระ

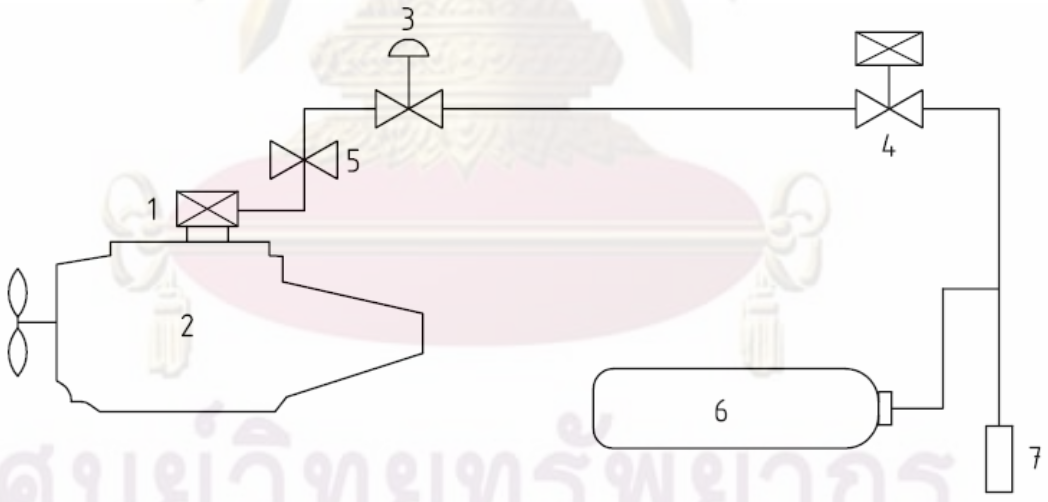
ภาคผนวก ข.

(แนะนำ)

ระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) เป็นเชื้อเพลิงที่ติดตั้งในยานยนต์

ตัวอย่าง

ระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงที่ติดตั้งในยานยนต์ดังแสดงในรูปที่ ข.1 และ ข.2



รูปที่ ข.1 ระบบถังใบเดียว

1 อุปกรณ์ผสมก๊าซ/อากาศ (หรือระบบหัวฉีดก๊าซ)

2 เครื่องยนต์

3 อุปกรณ์ปรับความดัน

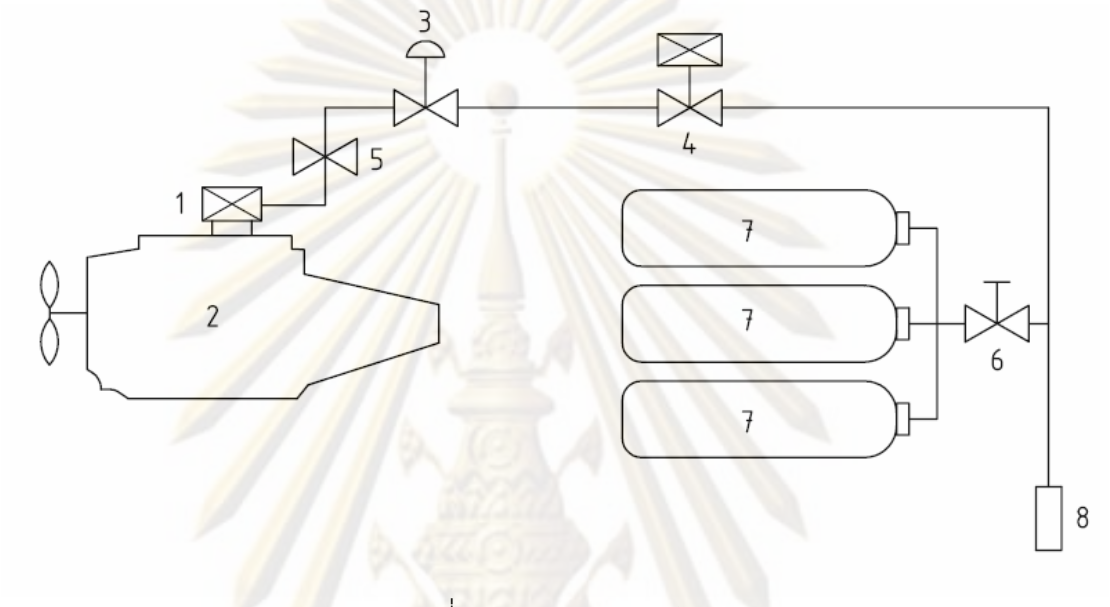
4 ลิ้นเปิด-ปิดหลัก

5 ลิ้นระบายความดัน (อุปกรณ์ความปลอดภัยเพื่อป้องกันความดันเกิน)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6 ถังก๊าซ + ลิ้นหัวถัง + อุปกรณ์ระบายความดัน

7 หัวรับก๊าซ



รูปที่ ข.2 ระบบถังหลายใบ

1 อุปกรณ์ผสมก๊าซ/อากาศ (หรือระบบหัวฉีดก๊าซ)

2 เครื่องยนต์

3 อุปกรณ์ปรับความดัน

4 ลิ้นเปิด-ปิดหลัก

5 ลิ้นระบายความดัน (อุปกรณ์ความปลอดภัยเพื่อป้องกันความดันเกิน)

6 ลิ้นเปิด-ปิดด้วยมือ

7 ถังก๊าซ + ลิ้นหัวถัง + อุปกรณ์ระบายความดัน

8 หัวรับก๊าซ

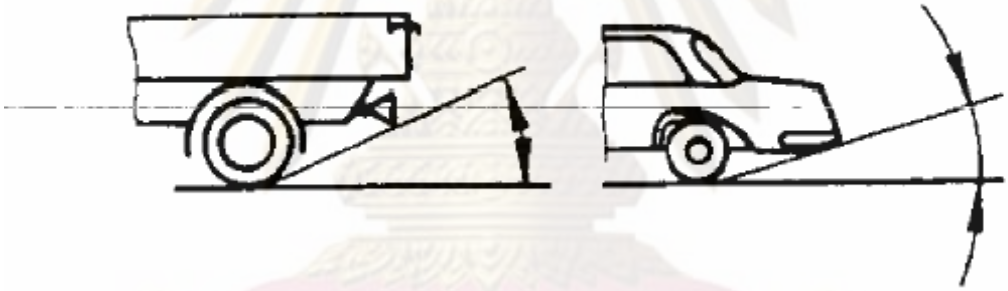
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

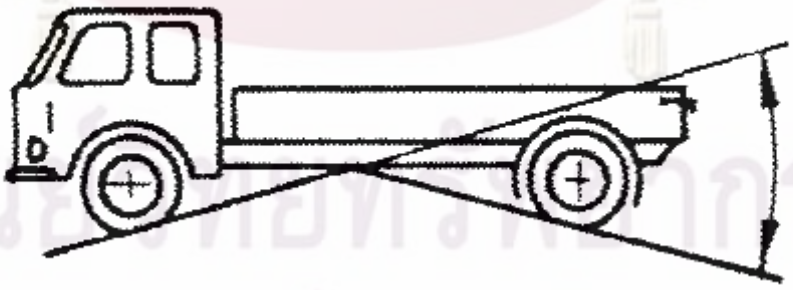
(แนะนำ)

ภาพแสดงมุมเงย มุมจาก และมุมหลังเต่า

รูปที่ ค.1 มุมเงย (approach angle)



รูปที่ ค.2 มุมจาก (departure angle)



รูปที่ ค.3 มุมหลังเต่า (ramp angle)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

หน้า ๗
เล่ม ๑๒๔ ตอนพิเศษ ๖๘ ง ราชกิจจานุเบกษา ๖ มิถุนายน ๒๕๕๐

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๓๖๘๗ (พ.ศ. ๒๕๕๐)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์

เล่ม 2 วิธีทดสอบ

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์ เล่ม 2 วิธีทดสอบ มาตรฐานเลขที่ มอก. 2333 เล่ม 2 - 2550 ไว้ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๒๖ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๐

โฆสิต ปั้นเปี่ยมรัษฎ์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์
เล่ม 2 วิธีทดสอบ

1. ขอบข่าย (scope)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดวิธีทดสอบสำหรับใช้ตรวจสอบคุณลักษณะด้านความปลอดภัยที่กำหนดในมอก.2333 เล่ม 1 โดยใช้ได้กับการทำงานของระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์แบบต่างๆที่กำหนดใน ISO 3833

หมายเหตุ การทดสอบอุปกรณ์และส่วนควบต่างๆ ให้เป็นไปตาม ISO 15500 เฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้อง

2. เอกสารอ้างอิง (normative reference)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ได้อ้างอิงข้อกำหนดบางส่วนของเอกสารต่อไปนี้ ทั้งนี้ไม่รวมถึงการแก้ไขปรับปรุงมาตรฐานเหล่านี้ในโอกาสต่อไป อย่างไรก็ตามผู้เกี่ยวข้องกับมาตรฐานนี้ควรพิจารณาใช้เอกสารอ้างอิงฉบับล่าสุดเท่าที่จะเป็นไปได้ สำหรับเอกสารอ้างอิงที่มิได้ระบุปีเอาไว้ให้ใช้เอกสารอ้างอิงฉบับล่าสุด

ISO 898-1:1999, Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel - Part 1: Bolts, screws and studs.

ISO 3833, Road Vehicles - Types - Terms and definition.

ISO 6847:2000, Road Vehicles -Measurement techniques in impact tests- Instrumentation.

ISO 11439, Gas cylinders - High pressure cylinders for the on-board storage of natural gas as a fuel for automotive vehicles

ISO 15500 (all parts), Road Vehicles - Compressed natural gas (CNG) fuel system components

ISO 15501-1:2001, Road Vehicle - Compressed natural gas (CNG) fuel systems- Part 1: Safety requirements

3. คำและบทนิยาม (term and definition)

คำและบทนิยามที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ให้เป็นไปตามที่กำหนดใน มอก.2333 เล่ม 1 และดังต่อไปนี้

3.1 หน่วยงานที่ได้รับมอบหมาย (notified body) หมายถึง หน่วยงานที่รัฐบาลมอบหมายให้มีหน้าที่ในการรับรองหรือไม่รับรอง ตัวอย่างเช่น ห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัย และบริษัทเอกชน

4. วิธีทดสอบ (test method)

4.1 การทดสอบความมั่นคงแข็งแรงของการติดตั้งถังก๊าซ (cylinder mounting strength test)

4.1.1 ทั่วไป (general)

กรณียานยนต์ที่ติดตั้งถังก๊าซหลายใบควรจะทดสอบรวมกันทั้งชุด

กรณียานยนต์ติดตั้งถังก๊าซหลายใบหรือหลายชุด ในลักษณะที่แยกกันยึดกับโครงสร้างหลักของยานยนต์ ให้แยกทดสอบแต่ละใบหรือแต่ละชุด

ในการทดสอบนี้ ส่วนประกอบและระบบท่อต้องไม่ช่วยเสริมแรงให้กับการติดตั้งถังก๊าซ

การทวนสอบข้อกำหนดใน มอก.2333 เล่ม 1 ข้อ 4.4.3 ให้เป็นไปตามข้อ 4.1.2 ข้อ 4.1.3 ข้อ 4.1.4 หรือข้อ

4.1.5 ของมาตรฐานนี้

4.1.2 การทดสอบแรงเฉื่อย (inertia test)

ถังที่จะทดสอบต้องติดตั้งบนส่วนใดส่วนหนึ่งของยานยนต์ตามที่ผู้ผลิตยานยนต์ หรือผู้ดัดแปลงระบบเชื้อเพลิงกำหนด

ตัวถังยานยนต์หรือส่วนของยานยนต์ต้องยึดกับรางเลื่อนทดสอบอย่างมั่นคง วิธีการยึดต้องไม่ช่วยเสริมแรงให้กับ

จุดยึดถังก๊าซกับตัวถังยานยนต์ หรือไม่ช่วยเสริมแรงให้กับส่วนของยานยนต์ในการยึดกับถังก๊าซ รางเลื่อนทดสอบต้องสอดคล้องเชิงเรขาคณิตกับสภาพจริงของยานยนต์

การทดสอบให้เป็นไปตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ก) เติมก๊าซลงในถังก๊าซทุกใบให้มีมวลอย่างน้อย 90% ของความจุของถัง ที่ความดัน 20 MPa (200 bar)1) และอุณหภูมิ 15oC ความหนาแน่นของก๊าซประมาณ 0.2 kg/l

1) 1 bar = 0.1 MPa = 105 Pa; 1 MPa = 1 N/mm2

ข) วัดความหน่วงของรางเลื่อนทดสอบที่ช่วงชั้นความถี่ (channel frequency class:CFC) 60 ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน ISO 6487:2000

ค) รักษาค่าความหน่วงของรางเลื่อนทดสอบไว้ให้คงที่ตาม มอก.2333 เล่ม 1 ข้อ 4.4.3 เป็นเวลาอย่างน้อย 30 ms

4.1.3 การทดสอบเชิงสถิต (static test)

การทดสอบนี้อาจกระทำกับตัวถังยานยนต์หรือส่วนของยานยนต์

ถังก๊าซทุกใบที่จะทดสอบ ต้องติดตั้งบนตัวถังยานยนต์หรือส่วนของยานยนต์ตามที่ผู้ผลิตยานยนต์หรือผู้ดัดแปลงระบบเชื้อเพลิงกำหนด

วิธีที่ใช้สำหรับยึดตัวถังยานยนต์หรือส่วนของยานยนต์ในการทดสอบนี้ จะต้อง

- ไม่ทำให้จุดยึดหรือพื้นที่การยึด (พื้นที่วงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางรอบจุดยึด 300 mm) มีความเค้นผิดปกติและ/หรือเสียรูป
- ไม่ช่วยเสริมแรงให้กับจุดยึดถังก๊าซกับยานยนต์หรือเสริมแรงให้กับส่วนของยานยนต์ในการยึดติดกับถังก๊าซ

แรงกระทำกับรางเลื่อนทดสอบให้เป็นไปตามสูตร ดังนี้

$$F = (M_c + 0.9\ \rho V)a$$

โดย F คือ แรงกระทำ มีหน่วยเป็นนิวตัน

Mc คือ มวลของถังเปล่าทุกใบ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

a คือ อัตราเร่ง ที่กำหนดใน มอก. 2333 เล่ม 1 ข้อ 4.4.3

V คือ ปริมาตรของถังทุกใบ มีหน่วยเป็นลิตร

ρ คือ ความหนาแน่นของ CNG ที่ความดัน 20 MPa (200 bar) อุณหภูมิ 15oC มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลิตร ค่าโดยประมาณ คือ 0.2 kg/l

การทดสอบให้เป็นไปตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ก) ใส่แรงกระทำ ณ จุดศูนย์ถ่วงของถังก๊าซหรือกลุ่มถังก๊าซในทิศทางที่กำหนดภายในเวลา 0.2 s

ข) รักษาแรงกระทำให้คงที่ไว้เป็นเวลาอย่างน้อย 0.2 s

ค) คลายแรงกระทำออก

4.1.4 วิธีทดสอบทางเลือก (alternative method)

ถ้ามีการทดสอบยานยนต์ด้วยการชนตามกฎระเบียบระหว่างประเทศ หรือกฎระเบียบที่เทียบเท่ากัน ให้ถือว่าการติดตั้ง

ถังก๊าซเป็นไปตามที่กำหนดใน มอก. 2333 เล่ม 1 ข้อ 4.4.3

4.1.5 เกณฑ์การยอมรับ (acceptance criteria)

4.1.5.1 โดยการทดสอบ (by testing)

เมื่อทดสอบแล้วเสร็จตามวิธีใดวิธีหนึ่งข้างต้น ถังก๊าซทุกใบต้อง

- ยังคงติดยึดอยู่กับตัวถังยานยนต์หรือส่วนของยานยนต์
- ไม่มีผลกระทบกับโครงสร้างของที่ยึดถัง

4.1.5.2 โดยการคำนวณ (by calculation)

ให้ทำการคำนวณอย่างเหมาะสมโดยขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านเทคนิคในแต่ละกรณี ทั้งนี้วิธีคำนวณต้องเป็นที่ยอมรับของ
หน่วยงานที่ได้รับมอบหมาย

4.1.5.3 **โดยประสบการณ์ด้านวิศวกรรม (ถังเหล็กกล้า)** (by engineering experience (steel cylinder))

รายละเอียดวิธีปฏิบัติโดยทั่วไปสำหรับถังเหล็กกล้า (type 1 ตามที่กำหนดใน ISO 11439:2000) ให้พิจารณาจากการ
คำนวณและจากประสบการณ์ที่มี (ดูภาคผนวก ก.)

4.2 **การทดสอบการรั่ว** (leak test)

การทดสอบนี้อาจทำที่อุณหภูมิโดยรอบ โดยให้ทดสอบกับยานยนต์แต่ละคันหลังจากดัดแปลงระบบเชื้อเพลิงแล้ว
ก)* ให้เติมก๊าซที่เหมาะสมด้วยความดัน 1 MPa (10 bar) เข้าไปในระบบเชื้อเพลิงที่หัวรับก๊าซ
ข) ตรวจสอบส่วนประกอบทั้งหมด (ลิ้นต่างๆ ข้อต่อต่าง ๆ) ด้วยเครื่องตรวจจับก๊าซรั่ว หรือของเหลวที่ทำให้เกิด
ฟองก๊าซหรือวิธีอื่นที่เทียบเท่า จะต้องไม่มีการรั่วเกิดขึ้นระหว่างตรวจสอบเป็นเวลา 5 นาที
ตรวจสอบระบบเชื้อเพลิงด้านความดันสูงอีกครั้งด้วยวิธีเดียวกันที่ความดัน 20 MPa (200 bar)
ถ้าถังก๊าซและลิ้นหัวถังผ่านการทดสอบการรั่วมาแล้ว การทดสอบการรั่วของระบบให้ทำโดยปิดลิ้นหัวถัง
ถ้ามีการรั่วเกิดขึ้นระหว่างการเติมก๊าซ ตั้งแต่ความดัน 1 MPa (10 bar) ไปจนถึง 20 MPa (200 bar) ให้หยุดการทดสอบ ระบายความดันออก แก้ไขจุดที่รั่วแล้วทำการทดสอบใหม่
หมายเหตุ * ควรต่อสายดินเพื่อป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต

4.3 **การทดสอบการทำหน้าที่ของอุปกรณ์** (functional test)

4.3.1 **การทดสอบลิ้นเปิด-ปิดหลัก** (main shut-off valve test)

การทดสอบนี้เพื่อให้มั่นใจว่าลิ้นเปิด-ปิดหลักอยู่ในตำแหน่งปิดเมื่อ
- กุญแจสตาร์ตอยู่ในตำแหน่งปิด หรือ
- เครื่องยนต์หยุดการทำงาน หรือ
- สตาร์ตเครื่องยนต์ด้วยเชื้อเพลิงอื่นที่ไม่ใช่ก๊าซธรรมชาติอัด หรือ
- เครื่องยนต์ไม่ได้ทำงานด้วยก๊าซธรรมชาติอัด

อาจทดสอบด้วยวิธีที่เหมาะสมใดๆ เพื่อให้มั่นใจว่าเป็นไปตามข้อกำหนดก็ได้

4.3.2 **การทดสอบระยะเว้นของหัวรับก๊าซ** (receptacle clearance test)

เพื่อให้มั่นใจว่าพื้นที่ว่างรอบ ๆ หัวรับก๊าซเป็นไปตาม มอก. 2333 เล่ม 1 ข้อ 4.2.4

4.4 การทดสอบการติดตั้งหัวรับก๊าซ (receptacle mounting test)

การทดสอบนี้สามารถกระทำที่อุณหภูมิโดยรอบ ทั้งโดยการทดสอบกับยานยนต์ หรือบนแท่นทดสอบที่สอดคล้องเชิงเรขาคณิตกับสภาพการใช้งานจริง แต่ละกรณีต้องเชื่อมต่อหัวเติมก๊าซเข้ากับหัวรับก๊าซและอัดก๊าซให้ได้ที่ความดันบริการโดยความสามารถในการกักก๊าซของระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงต้องไม่ได้รับผลกระทบหลังจาก

ก) ให้แรงดึงขนาด 670 N ตามแกนแนวยาวของหัวรับก๊าซ และ

ข) ให้โมเมนต์ขนาด 200 N m ในลักษณะที่มีผลกระทบมากที่สุด

ระหว่างทดสอบให้ตรวจสอบการรั่วของระบบการเติมก๊าซธรรมชาติอัดด้วยวิธีทดสอบการรั่วที่เหมาะสม

ภาคผนวก ก.

(แนะนำ)

ประสบการณ์ด้านวิศวกรรมในการติดตั้งถังเหล็กกล้า

ก.1 ถังใบเดียว (single cylinder)

ก) ต้องมีจุดยึดกับโครงสร้างของยานยนต์อย่างน้อย 4 จุด โดยแต่ละจุดห่างกันมากพอที่จะมั่นใจได้ว่าถังก๊าซมีเสถียรภาพ

ข) กรณีที่ยึดถังก๊าซกับแผ่นโลหะ แผ่นโลหะนั้นต้องมีการเสริมแรงที่จุดยึดแต่ละจุด ด้วยแผ่นโลหะที่มีพื้นที่ไม่น้อยกว่า3,600* mm2 และหนาไม่น้อยกว่า 2.5 mm แผ่นโลหะเสริมแรงต้องแนบเข้ารูปกับตัวถังหรือแชสซีของยานยนต์โดยใช้แหวนรองชนิดกลม ในกรณีที่ใช้แผ่นโลหะสี่เหลี่ยมในการเสริมแรง ต้องลบมุมทุกมุมให้มีรัศมีอย่างน้อย0.5 mm และตำแหน่งรูของสลักเกลียวต้องอยู่กึ่งกลางแผ่นโลหะหรือแหวนรองนั้น กรณีที่ตำแหน่งรูของสลักเกลียวไม่อยู่ตรงกลางแผ่นโลหะ ให้ดัดขอบที่อยู่ใกล้สลักเกลียวที่สุดให้งอเป็นรูปตัว L เพื่อเพิ่มความแข็งแรงแผ่นโลหะพื้นผิวราบหรือแม้ว่าจะเป็นสัน หากปราศจากการเสริมแรงอย่างเพียงพอ ก็อาจไม่เหมาะกับการติดตั้งถังก๊าซ เนื่องจากเกิดการดัดงอและล้าตัว การยึดถังก๊าซให้ยึดกับโครงสร้างหลักถ้าเป็นไปได้

หมายเหตุ * สำหรับการใช้งานในประเทศไทยแผ่นโลหะที่เสริมแรงเพื่อยึดถังก๊าซควรใช้พื้นที่ประมาณ 20 000 mm2 และหนาประมาณ 3 mm (เช่น แผ่นโลหะกว้าง 100 mm ยาว 200 mm เป็นต้น)

ค) วิธีติดตั้งจะต้องไม่ทำให้ความแข็งแรงของโครงสร้างยานยนต์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ง) ในกรณีที่สลักเกลียวยึดร้อยผ่านรูกลวง ต้องใช้ท่อคั่น** ช่วยค้ำ เพื่อป้องกันมิให้สลักเกลียวไปกดส่วนนั้น ๆ จนเกิดยุบตัวขณะรับแรง

หมายเหตุ ** ในกรณีใส่ท่อคั่นไม่ได้ ให้ใช้วิธีอื่นที่เหมาะสม

จ) ตัวยึดทั้งหมดต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่าค่าที่แสดงไว้ในตาราง ก.1 และต้องมีชั้นสมบัติ 8.8 ตาม ISO898-1:1999

ฉ) กรณีที่ใช้แถบรัดถังต้องใช้แถบเหล็กกล้าอย่างน้อย 2 แถบที่มีขนาดไม่น้อยกว่าที่แสดงไว้ในตาราง ก.1 อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ติดตั้งถังก๊าซหลายใบที่ยึดติดกัน จะไม่ใช้ข้อกำหนดในตาราง ก.1 เพื่อป้องกันการกัดกร่อนที่อาจเกิดขึ้นด้านนอกในกรณีที่ใช้แถบรัดถัง ให้ใช้ยางแข็งที่ไม่เก็บความชื้นหรือวัสดุเทียบเท่ารองรับด้านในของแถบรัด และให้ใช้วิธีป้องกันการกัดกร่อนเช่นเดียวกันนี้ในกรณีที่วางถังก๊าซติดกับวัตถุที่เป็นโลหะอื่น ๆ

ช) กรณีที่มีการต่อชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน เช่น โดยการเชื่อมต่อสลักเกลียวปล่อยเข้ากับแถบรัดถัง ความแข็งแรงของจุดต่อนี้ต้องไม่น้อยกว่าความแข็งแรงของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นที่มาต่อกัน

ซ) กรณียึดด้วยแถบรัดถัง ต้องมีวิธีที่เหมาะสมเพื่อต้านแรงกระแทกตามแนวยาวที่ปลายถังก๊าซอันเกิดเนื่องมาจากการปะทะของยานยนต์ วิธีรัดแถบรัดถังให้เกิดความเสียดทาน โดยปกติไม่เป็นที่ยอมรับสำหรับการป้องกันส่วนปลายของถังก๊าซ ยกเว้นในกรณีที่แสดงได้ว่าแถบรัดถังที่ใช้มีคุณสมบัติเป็นไปตาม มอก. 2333 เล่ม 1 ข้อ

4.4.3 ลักษณะการยึดถังก๊าซที่ยอมรับได้ คือการใช้เหล็กฉากขนาด 50 mm x 50 mm และยาว 200 mm ของเหล็กฉากที่อยู่ในแนวตั้งห่างจากปลายถังก๊าซ 7 mm ฑ 3 mm อีกด้านหนึ่งยึดติดกับยานยนต์ด้วยสลักเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 mm อย่างน้อย 2 ตัว (ดูภาคผนวก ข.) ในกรณีที่มีส่วนของยานยนต์หรือโครงอื่นใดที่เหมาะสมสำหรับใช้ยันถังก๊าซแทนและสามารถรับแรงตามที่กำหนดได้โดยให้รักษาระยะห่างจากปลายถังก๊าซ 7 mm 3 mm

หมายเหตุ ในกรณียึดถังก๊าซกับหลังคายานยนต์โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับรางน้ำฝน โดยทั่วไปถือว่าไม่มีความแข็งแรงพอ และไม่เหมาะสมด้วยเหตุผลหลายประการ และบางแห่งมีการออกกฎหมายห้ามไม่ให้ติดตั้ง การติดตั้งดังกล่าวต้องได้รับการรับรองเป็นกรณี ๆ ซึ่งโดยทั่วไปจะพิจารณาติดตั้งกับยานยนต์พิเศษบางประเภทเท่านั้น โดยต้องพิจารณาถึงความเร็ว ความแข็งแรงในการติดตั้งเพื่อป้องกันถังก๊าซ และลักษณะการดูแลรักษายานยนต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.2 ถังหลายใบ (multiple cylinder)

การติดตั้งถังก๊าซมากกว่า 1 ใบขึ้นไป อาจต้องมีการออกแบบการติดตั้งเป็นพิเศษ

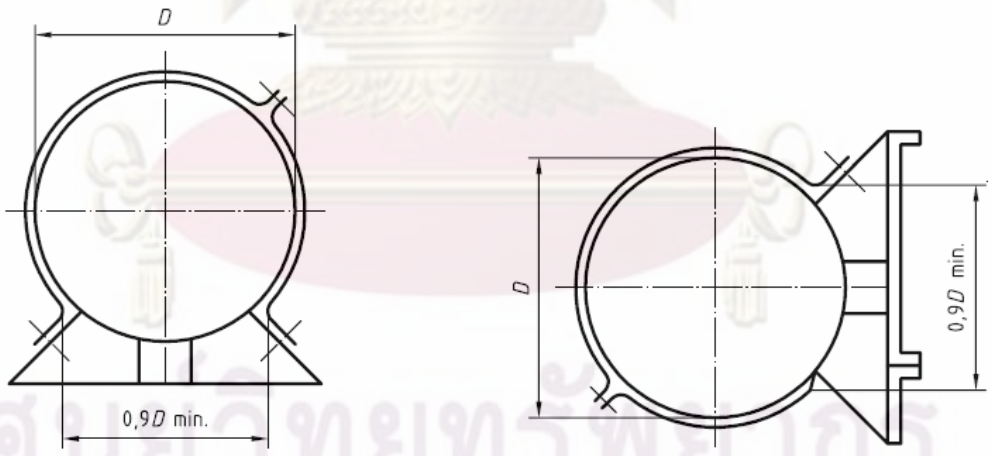
ตาราง ก.1 - มิติของการยึด

ความจุของถังก๊าซ L		มิติของแถบรัดถัง (ขนาดระบุต่ำสุด) mm	เส้นผ่านศูนย์กลางของสลักเกลียว หรือ สลักเกลียวปล่อยสำหรับการยึดด้วยแถบรัดถังหรือหน้าจาน (ขนาดระบุต่ำสุด) mm
เกิน	ถึง		
0	100	30 × 3	10
100	150	50 × 6	12
150	-	รับรองโดยหน่วยงานที่ได้รับมอบหมาย	

ก.3 การติดตั้งถังก๊าซ (cylinder mounting)

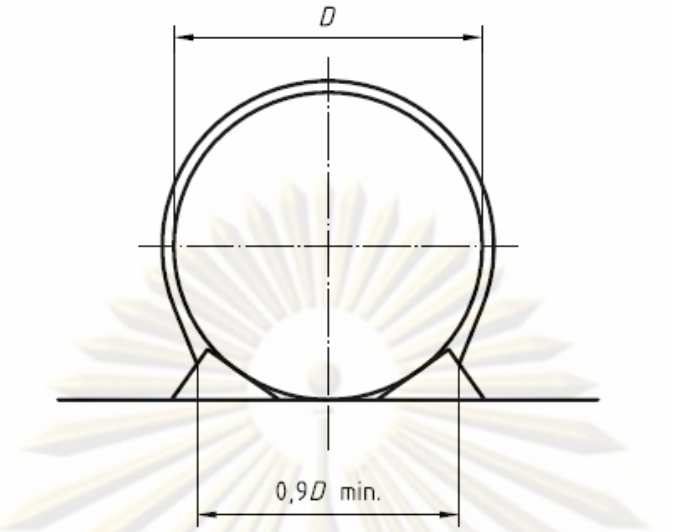
ลักษณะการติดตั้งที่ถูกต้องโดยทั่วไป ตัวอย่างแสดงในรูปที่ ก.1 ลักษณะการติดตั้งที่ไม่เป็นที่ยอมรับ ตัวอย่างแสดง

ในรูปที่ ก.2

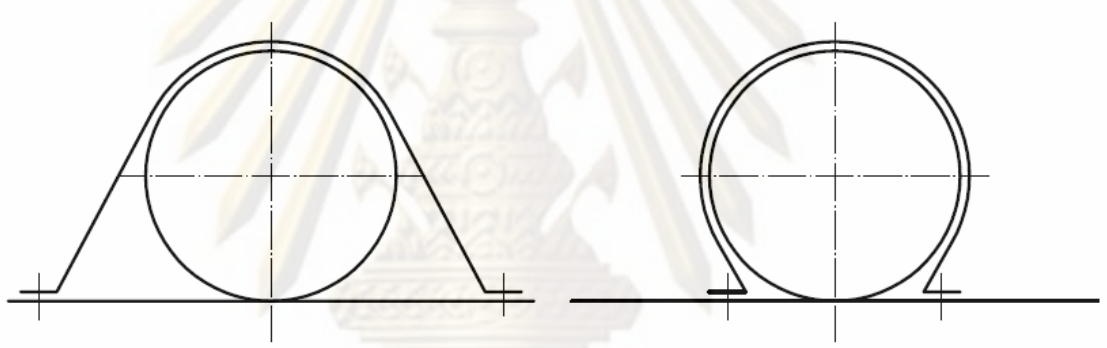


ก) ข)

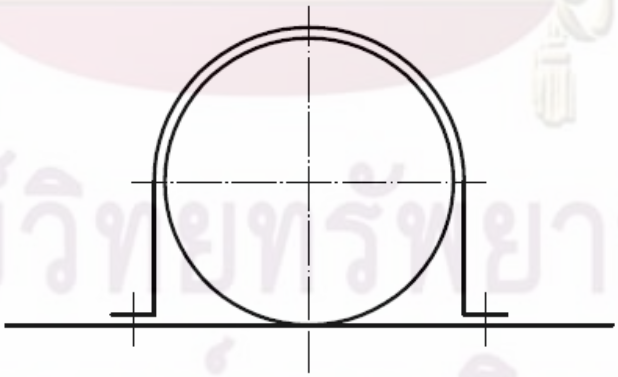
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.1 ลักษณะการติดตั้งที่ถูกต้องโดยทั่วไป



ก) ข)



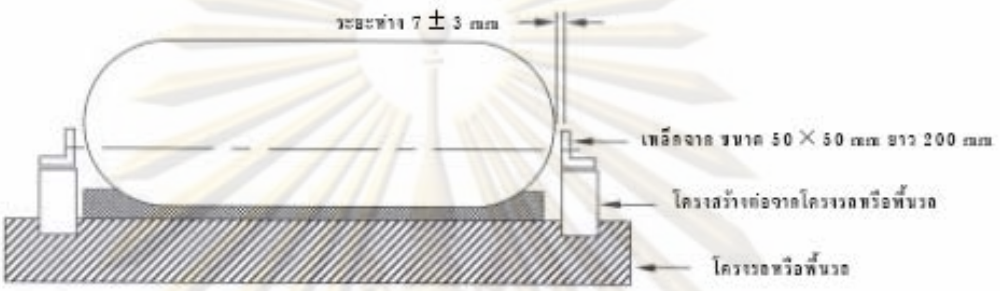
รูปที่ ก.2 ลักษณะการติดตั้งที่ไม่เป็นที่ยอมรับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

(แนะนำ)

ภาพแสดงตัวอย่างเหล็กฉากยันที่ปลายถังก๊าซ

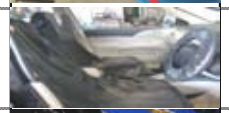


รูปที่ ข.1 ภาพแสดงตัวอย่างเหล็กฉากยันที่ปลายถังก๊าซ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx
PROCESS NAME	Station A1	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	เจาะรูยึดขาถังด้วหลัง,เจาะรูระบายก๊าซ	PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า			หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	เครื่องมือช่าง,สว่านไฟฟ้า,สว่านมือ,เครื่องดูดฝุ่น,ไบว์รอน			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	1/3	1/33		ผู้ฝึกอบรม	

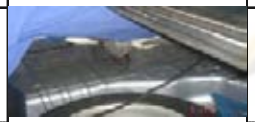
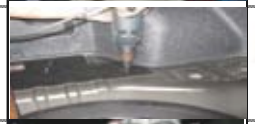
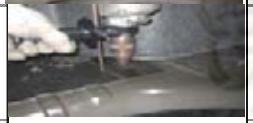
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	ขับรถขึ้นลิฟยกแล้วเปิดฝากระโปรงหน้า			ให้ล้อด้านขวาขนานกับเส้นสีแดงและชิดเส้นสีแดงมากที่สุด	จะทำให้ง่ายต่อการเดินท่อก๊าซ	
2	เมื่อรถเข้า Line เปิดประตูฝั่นคนขับ และ ใช้มือดึงที่เปิดฝากระโปรงหน้ารถ โดยดึงบริเวนคอนโซลฝั่งขวา และเปิดฝากระโปรงหลังโดยดึงบริเวณด้านขวาของเบาะนั่งคนขับ					
3	ใช้ฝาครอบ ครอบหม้อพักน้ำ ที่หน้าห้องเครื่อง				เพื่อป้องกันฝาหม้อพักน้ำหาย	
4	นำผ้าคลุมรถมาคลุม โดยเริ่มจากคลุมที่แก้มรถยนต์ฝั่งซ้าย และมัดเชื่อผ้าคลุมรถให้แน่น และคลุมหน้ารถแก้มด้านขวา มัดให้แน่น			คลุมให้มิดชิด , มัดผ้าคลุมรถให้แน่น	ป้องกันรอยขีดข่วนที่จะเกิดกับตัวรถในระหว่างที่ติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซ และ ป้องกัน เศษทองแดงจากสายไฟที่ตัดหล่นมาติดปริเวณพรม ซึ่งจะทำให้ทำความสะอาดยาก	ผ้าคลุมรถ 12 ชิ้น
	เสร็จแล้วคลุมประตูรถทั้งด้านนอกและด้านในทั้งฝั่งซ้ายและขวา เสร็จแล้ว นำผ้าคลุมมาหหัวเกียร์มาคลุม และคลุมพวงมาลัย และนำผ้ายาง					
	ไปปูรองพื้นมาปูรอง และคลุมด้านท้ายรถแล้วมัดให้แน่น					
5	นำพรมปูพื้นที่ท้ายรถออกจะเห็นแผ่นไม้ปูรองยางอะไหล่และน้ำไม้ที่ปูทับยางอะไหล่ออกด้วย แล้วนำส่งมอบให้ Station B เพื่อทำการตัดรอ					
6	นำ Jig A1 เจาะรูถังด้วหลังและรูระบายก๊าซมาทาบที่ด้านหลังรถ และแล้วทำการมาร์ครู โดยใช้แท่งเหล็กมาร์ค และเอาค้อนตอกให้มีรอย จำนวน4รอย			เวลานำ Jig เข้าไปใช้ในท้ายรถระวังอย่าให้ Jig ไปโดนตัวรถและยางของฝากระโปรงหลัง	ป้องกันความเสียหายของยางขอบฝากระโปรงหลัง	Jig มาร์คปากฉลาม และขาถังด้วหลัง , แท่งเหล็กมาร์ค , ค้อน
เวลารวม			0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ภาคผนวก ง ตัวอย่างเอกสารมาตรฐานการทำงาน

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx
PROCESS NAME	Station A1	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	เจาะรูยึดขาถังตัวหลัง,เจาะรูระบายก๊าซ	PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า			หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	เครื่องมือช่าง,สว่านไฟฟ้า,สว่านมือ,เครื่องดูดฝุ่น,โบว์ร้อน			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	2/3 / 2/33			ผู้ฝึกอบรม	

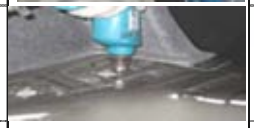
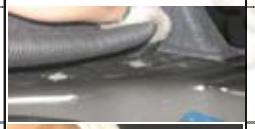
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
7	ใช้สว่านใส่ Hold saw 30 mm เจาะรูระบายก๊าซ2 รู ในตำแหน่งที่ทำการมาร์คเอาไว้แล้วถ้าจำไม่ได้ว่าอยู่ตรงไหนให้นึกภาพ Jig ที่มาร์ค			เจาะให้ตรงตำแหน่งที่มาร์ไว้	ป้องกันการเจาะพลาดไปโดนอุปกรณ์ของรถยนต์ด้านได้ท้องรถ	สว่านไฟฟ้า, ดอก Hold saw 30mm
8	ใช้ดอกสว่าน 10 mm เจาะนำรูขาถังตัวหลังตามตำแหน่งที่มาร์คไว้จำนวน 2 รู โดยสังเกตุจากรูที่อยู่ในตำแหน่งยึดขาถังที่ห่างออกมาจาร^ Hold saw			มาร์คให้ตรงตำแหน่งและเจาะรูให้ตรง	ป้องกันการเจาะพลาด	สว่านไฟฟ้า , ดอกสว่าน 10 mm
9	ใช้สว่านไฟฟ้าตัวใหญ่ที่ใส่ดอกสว่าน 17 mm เจาะรูขาถังตัวหลังชิ้นที่ 1 จากตำแหน่งที่ทำการมาร์ค ด้วยดอกสว่าน 10 mm ไว้ในตอนแรก			เจาะให้ตรงรูมาร์คและจัวสว่านให้แน่น	ป้องกันการเจาะพลาดจะทำให้รูเจาะไม่ตรงตำแหน่ง, ป้องกันสว่านสบัดจะทำให้รูเจาะกว้างเกินไป	สว่านไฟฟ้าตัวใหญ่ , ดอกสว่าน 17 mm
10	ใช้ JigA2 เจาะรูขาถังชั้นที่2 มาทาบโดยให้สอด JigA2 ด้านที่เป็นบู๊ชลงในรูเจาะชั้นที่ 1 และให้แผ่น JigA2 ให้สนิท และใช้					
	ติดอยู่กับตัวถังรถสว่าน ขนาด 10 mm เจาะนำลงใน Jig ที่เป็นตัวบู๊ชจนทะลุทั้ง2รู			ใช้ J ig ให้ถูกวิธี และเจาะให้ตรงตามรู Jig	ป้องกันการคลาดเคลื่อนของรูที่เจาะเพื่อมาร์ค	Jig เจาะรูขาถังชั้นที่ 2 , สว่านไฟฟ้า , ดอกสว่าน 10 mm
11	Set Stoper ของสว่านให้ได้ตำแหน่งกานเจาะเพื่อป้องกันการเจาะทะลุไปโดนอุปกรณ์ของรถยนต์ด้านได้ห้องรถและวทำการเจาะรูขาถัง			เจาะให้ตรงตำแหน่งที่มาร์ไว้ตอนแรก, จับสว่านให้แน่น, ตั้ง Support ให้ได้ตำแหน่ง	ป้องกันการคลาดเคลื่อนของรูที่เจาะไม่ตรงและจะทำให้มสามารถใส่บู๊ชได้ , ป้องกันสว่านสบัดซึ่งจะทำให้รูเจาะกว้างเกินไปทำให้บู๊ชขยับตัวได้และทำให้เกิดเสียงดัง	สว่านไฟฟ้าตัวใหญ่, ดอกสว่าน 17 mm
	ตัวหลังชั้นที่ 2 โดยใช้สว่าน ไฟฟ้าตัวใหญ่ ใส่ดอกสว่าสนขนาด17 mm เจาะตำแหน่งที่มำการมาร์คไว้ ในตอนแรก					
	เวลารวม		**0.00**			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)			DOC NO.: SOP-xxxx	
PROCESS NAME	Station A1	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	เจาะรูยึดขาถังตัวหลัง,เจาะรูระบายก๊าซ	PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า			หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	เครื่องมือช่าง,สว่านไฟฟ้า,สว่านมือ,เครื่องดูดฝุ่น,โบว์ร้อน			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	3/3	3/33		ผู้ฝึกอบรม	

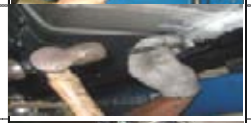
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
12	นำปากฉลามสำหรับมาร์ค ใส่ในรู Hold saw ที่เจาะไว้โดยหันปากฉลามให้ถูกต้องและใช้ปากกามาร์ค ตำแหน่งการเจาะรูยึดปากฉลาม			มาร์คปากฉลามให้ถูกต้องโดยใช้ปากฉลามด้านรับลมอยู่ด้านหน้า และด้านระบายลมอยู่ด้านหลัง	เพื่อให้ระบายลมได้๔กต้อง	ปากฉลามสำหลับมาร์ค
13	ใช้สว่านมือใส่ดอกสว่าน 1/8 นิ้ว เจาะนำศูนย์รู ยึดปากฉลามที่มาร์คไว้ จำนวน2 รู			เจาะให้ตรงรูปากฉลามที่มาร์คไว้	ป้องกันปากฉลามคลาดเคลื่อน	สว่านมือ,ดอกสว่าน
14	ใช่ชุดขาถังทาบ Mett Sheet โดยให้ปลายสอดลงไปในรูที่เจาะแล้วปากกามาร์ค ตำแหน่งการตัด แล้ว ใช้ไบล์ร้อน เป่าละลาย melt Sheet			มาร์คให้ตรงตามชุดขาถัง และตัดตามรอยที่ใช้ชุดขาถังมาวางและตัดตามรอยที่มาร์คไว้	จะทำให้ Melt Sheet ที่ตัดออกมีช่องว่างเหลือที่จะใส่ขาถังเข้าได้พอดี จะทำให้สวยงาม	ชุดขาถัง , ไบล์ร้อน , เกียงแบน , Melt Sheet , ถาดรอง
	แล้วใช้เกียงขูด melt Sheet ขูดออกตามตำแหน่งที่มาร์ค					
15	ทำการดูดฝุ่นและเศษโลหะที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติการทั้งหมดออก			ดูดออกให้หมด และต้องมั่นใจว่าสะอาด	ป้องกันการเกิดสสนิมจากเศษโลหะที่เกิดจากการเจาะซึ่งจะทำให้เศษโลหะเกิดสนิมทำให้ห้องเก็บสัมภาระสกปรก	เครื่องดูดฝุ่น
16	แต้มสีกันสนิมรูที่ทำการเจาะทุกจุด			ทำสีในรูที่ทำการเจาะและต้องทาให้ปิดรอยเจาะทุกรอย	เพื่อกันกานเกิดสนิมจากร๔เจาะทุกรูซึ่งจะทำให้รถผุง่าย	สีกันสนิม , ภู่กัน
17	ทำการยึดปากฉลาม			ยึดปากฉลามตามที่มาร์คไว้	จะได้ถูกต้องตามมาตรฐาน	สว่านมือ , ดอกสว่านหัวแฉก
เวลารวม			**0.00**			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)			DOC NO.: SOP-xxxx
PROCESS NAME	Station A2	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข 02
งานที่ระบุชื่อ	เดินท่อ,ยึดขาถัง	PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า,หมวก,ปลอกแขน			หัวหน้าแผนก
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	เครื่องมือช่าง, Block ลม,สว่านไฟฟ้า,ประแจบอนด์,ลูก			ผู้จัดทำ
หน้าที่	1/3 4/33			ผู้ฝึกอบรม

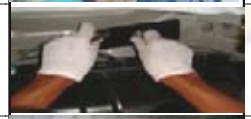
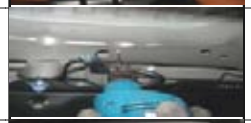
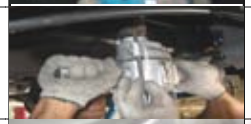
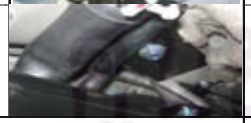
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	นำปลายท่อแก๊สด้านที่ไม่ได้ทำการตัดสอดเข้าหลังห้องเครื่องโดยสอดเข้าหลังท่อเฟล็กและท่อแอร์			จับปลายท่อทั้งสองข้างไว้	ปลายท่ออีกด้านหนึ่งอาจไปโดนสีของรถเป็นรอยได้	
2	ใช้ Jig A3มาร์กสำหรับเจาะยึดแค้มรัดท่อก๊าซใต้ท้องรถไปตามจุดที่กำหนดความห่างของรูประมาณ 40 cm			ต้องให้ลูกสรที่อยู่บนจิ๊กตรงกับรอยต่อของแชสซี่รถ	จะทำให้ได้ระยะห่างที่ต้องการยึดท่อแก๊ส	จิ๊กยึกแค็มป์ท่อก๊าซ,ดินสอมาร์ค
3	ตอกนำศูนย์ตรงกลางรอยที่มาร์คก่อนเจาะ			ต้องจับดอกนำศูนย์ให้แน่น	อาจทำให้ดอกนำศูนย์กระเด็นหลุดมือได้	ค้อนเหล็ก , ดอกนำศูนย์
4	ใช้สว่านขนาด 1/8" เจาะเพื่อทำการเจาะตามรอยที่มาร์คไว้			ต้องค่อยๆเจาะ พยามไม่ให้สว่านไม่โดนชิ้นส่วนอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง	อาจทำให้ชิ้นส่วนอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องเสียหายได้	สว่านไฟฟ้า , ดอกสว่าขนาด1/8 "
5	ทาสีกันสนิมตามรูที่เจาะแล้วโดยทาทับรูเจาะทุกรู			ทาเฉพาะบริเวณที่มีรอยเจาะ	สีอาจไปดดนชิ้นส่วนอื่น	แปรงทาสี , กระป๋องสีกันสนิม
6	ทำการเดินท่อแล้วใช้แค้มป์โดยการเอาด้านที่ไม่ได้ดัดเข้าไปติดกับแชสซี่รถและใช้ด้านที่หุ้มท่อแก๊สขึ้นด้านบนและ (มีต่อแผ่นต่อไป)			ต้องดัดท่อให้เข้ากับรูปร่างแชสซีและท่อต้องชิดกับแชสซีมากที่สุด และดัดท่อไม่ให้ไปโดนกับชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์อื่นๆได้ท้องรถ	อาจทำให้ชิ้นส่วนอื่นเสียหายหรือท่อแก๊สเสียหายได้	สว่ามือ(แบบแบตเตอรี่), สกรู camp เบอร์ 10 , สกรูขนาด 3/4"
เวลารวม			0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx	
PROCESS NAME	Station A2	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02	
งานที่ระบุชื่อ	เดินท่อ,ขีดขาถัง	PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER		
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า			หัวหน้าแผนก		
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	เครื่องมือช่าง, Block ลม,สว่านไฟฟ้า			ผู้จัดทำ		
หน้าที่	2/3	5/33		ผู้ฝึกอบรม		

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
7 (ต่อ)	ใช้ด้านที่หุ้มท่อแก๊สหันขึ้นด้านบนและใช้น็อตเกลียวปล่อยโดยไม่ต้องใส่แหวนรองขีดท่อโดยใช้สว่านมือกับสกรู			ต้องตัดท่อให้เข้ากับรูปร่างแชสซีและท่อต้องชิดกับแชสซีมากที่สุด และตัดท่อไม่ให้ไปโดนกับชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์อื่นๆได้ท้องรถ	อาจทำให้ชิ้นส่วนอื่นเสียหายหรือท่อแก๊สเสียหายได้	สว่านมือ(แบบแบตเตอรี่รี่), สกรู camp เบอร์ 10 , สกรูขนาด 3/4 cm
8	ใช้ Jig A4 วางตำแหน่งเพื่อเจาะรูขาขีดถังด้านหน้าโดยขัน Jig A4 1คนและ อีกคนใช้สว่านเจาะรูตามรอยที่มาร์คไว้			ใส่ Jig ให้ตรงและถูกข้าง	อาจทำให้รูเจาะที่เจาะต่อไปไม่ตรง หรือเอียงไปข้างใดข้างหนึ่ง	Jig รูเจาะขาถังด้านหน้า
9	ใช้ดอกสว่าน8 mm เจาะนำร่องในตำแหน่งที่มาร์คเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของรูที่เจาะ			ต้องเจาะอย่างระมัดระวังและไม่ควรมองที่รูเจาะ ขณะที่เจาะรู	อาจทำให้สว่านไปโดนอุปกรณ์อื่นที่ไม่เกี่ยวข้องและเศษเหล็กของการเจาะอาจกระเด็นเข้าตาได้	สว่านไฟฟ้า , ดอกสว่านขนาด8x200 mm , หมวก
10	ใช้ดอกสว่านขนาด 17 mm โดยใช้คนสองคนโดยคนหนึ่งประคองสว่านให้ตรง เพื่อลดแรงเหวี่ยงเวลาเจาะ และอีกคนควบคุมสว่านไฟฟ้า			ต้องจับสว่าน2คนและคนที่เจาะต้องสวมหมวกกันเศษโลหะ	จะทำให้รูเจาะไม่ตรงตามตำแหน่งที่ต้องการและกันเศษเหล็กของรูเจาะกระเด็นมาโดนหน้าได้	สว่านไฟฟ้า , ดอกสว่านขนาด 17mm , หมวก
11	ทำการทาสีที่ตำแหน่งเจาะรู			ต้องทาสีของรูที่เจาะให้ครบทุกชิ้น	เพื่อไม่ทำให้เกิดสนิมที่รูเจาะ	แปลงทาสี , กระป๋องสีกันสนิม
12	น้ำขาถังขึนกระโปรงหลังรถ พร้อมด้วยน็อตขนาด m10x140mm จำนวน2ตัว , ประแจเบอร์ 17 และคน1คน เพื่อขึ้นไปใช้ประแจจับ น็อต			ต้องยกขาถังให้พ้นขอบของกระโปรงหลังรถและคนที่ขึ้นไปต้องนั่งบนยางอะไหล่หลังรถ	อาจทำให้ยางขอบกระโปรงหลังหลุด และขาถังไปโดนประตู หลังเป็นรอยได้	ประแจ เบอร์ 17, คนช่วย1คน
13	ใส่บู๊ชขีดขาถังไปที่รูเจาะและ ใส่แผ่นรองขาถังโดยใช้ปืนลมเบอร์17 แล้วขันด้วยแรง 490 kgf . cm			จับแผ่นรองให้ตรงก่อนขันน็อตเข้าและขันเข้าให้ได้ค่าทอร์คตามที่ได้กำหนดไว้	ทำให้ไม่ได้ตำแหน่งของแผ่นรองและค่าแรงของน็อตไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด	ประแจบอนด์, ลูกบล๊อคเบอร์ 17 , ปืนลม
เวลารวม			**0.00**			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx
PROCESS NAME	Station A2	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	เดินท่อ,ขีดขาถัง	PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า			หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	เครื่องมือช่าง, Block ลม,สว่านไฟฟ้า			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	3/3	6/33		ผู้ฝึกอบรม	

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
14	นำปลายท่อสอดเข้าตามรูระบายท่อแก๊สแล้วขีดท่อส่วนที่เหลืออีก3จุดเป็นอันสิ้นสุดการทำงาน และส่งต่อให้สถานีต่อไป			ต้องไม่ให้ปลายท่อไปขีดช่วนบริเวณฝากระโปรงหลังและรอบข้าง	อาจทำให้รถเป็นรอยขีดข่วนที่เกิดจากปลายท่อไปขูดได้	สว่านมือ(แบบแบตเอรี่รี่) , camp เบอร์ 10 , เกลียวปล่อยขนาด3/4 cm
15	นำปลายท่ออีกด้านสอดเข้าด้านหน้าเครื่องและนำท่อแรงดันสูงขีดกับจุดขีดหน้าเครื่อง			ระวังรถเป็นรอยจากการดึงท่อขึ้นมา		
16	ส่งต่อไปยังสถานี B เพื่อทำการขึ้นถัง					

เวลารวม 0

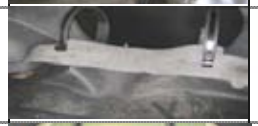
● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

225

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx	
PROCESS NAME	Station A3		PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	ติดตั้งถัง		PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	Back support				หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	Jig ตัดพรม,Jig ตัดไม้, Jig saw, Hand lift, ประแจทอร์ค,ประแจเบอร์ 14				ผู้จัดทำ	
หน้าที่	1/3	7/33			ผู้ฝึกอบรม	

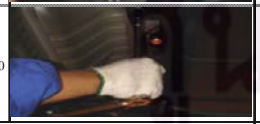
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	นำรถแฮนลีฟต์ไปยกถังที่พื้นที่ ที่เตรียมถังเอาไว้แล้ว			ระวังถังตกจากรถแฮนลีฟท์	เพราะอาจทำให้วาล์วหักและเกิดความเสียหายแก่ถัง	แฮนลีฟท์
2	ลดคานแฮนลีฟท์ลงให้สุดแล้วยกถังขึ้นให้วาล์วถังแอยู่ด้านซ้ายมือของคนเข็นรถ					
3	ใช้ไม้กันถังคัดถังไว้เพื่อป้องกันไม่ให้ถังกลิ้งตกลงพื้น					
4	โยกแฮนลีฟท์ยกถังขึ้นสูงประมาณ 1 เมตร เตรียมใส่ท้ายรถ					
5	ถ่ายรูปถังตรง Serial Number ถัง					
6	ใส่ผ้าคลุมที่ยางอะไหล่รถ					
7	ยกถังใส่ท้ายรถ เข็นแฮนลีฟท์ที่ยกถังมาเตรียมไว้ที่ท้ายรถยกถังใส่ท้านรถ				เพราะอาจทำให้ท้ายรถเป็นรอยเช่นเกิดรอยบุบ หรือยางกระดูกงูหลุด	แฮนลีฟท์
เวลารวม			0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx
PROCESS NAME	Station A3	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	ติดตั้งถัง	PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	Back support			หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	Jig คัดพรม,Jig ตัดไม้, Jig saw, Hand lift, ประแจทอร์ก,ประแจเบอร์ 14			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	2/3 8/33			ผู้ฝึกอบรม	

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
8	ดันถังใส่เข้าชุดขาถังด้านใน หมุนถังเพื่อให้วาล์วถังเปิด-ปิดได้สะดวก นำคานถังด้านนอกใส่กับคานถังด้านใน					
9	ยึดคานขาถังด้านนอก และใส่สายรัดถัง สอดน็อตขาถัง m10x100 ตัวผู้จากด้านบนลงด้านล่างของแชสซีที่ Station A เจาะมาแล้ว			ต้องยึดชุดขาถังและสายรัดให้แน่น แล้วใช้ประแจปอนด์ขันอัดให้แน่นมากตามค่าที่กำหนดไว้	เพราะอาจทำให้ถังขยับเขยื่นได้ทำให้ท่อแรงดังสูงหลุดหรือแตกได้	ปืนลม , บล๊อตเบอร์17 , ประแจเบอร์ 17 , บล๊อค 6 เหลี่ยม
10	ใส่สายรัดถังโดยนำบู๊ชสอดเข้าที่สายรัดถัง แล้วนำน็อตหกเหลี่ยมหัวจมขนาด m10x65 สอดผ่านที่สายรัดเข็มขัดถังแล้วยึดเข้ากับคาน					
11	ใส่แหวน M 10 เข้าไปในน็อต 6 เหลี่ยมหัวจม แล้วใส่น็อตตัวเมีย M 10 ตาม ใส่บู๊ชยึดขาถังด้านนอกที่แชสซีที่ Station A เจาะมาแล้ว					
12	ใส่ประกับ-ประกบ เข้าที่แชสซีด้านล่างตรงจุดที่ใส่บู๊ช แล้วใส่แหวน M 10 และน็อตตัวเมีย M 10 ใช้ประแจเบอร์ 17 จับที่น็อตตัวเมีย M 10					
	แล้วใช้ปืนลม บล๊อค 17 จับยิงที่น็อตตัวผู้ M 10					
13	ขันประแจปอนด์ที่หัวน็อตตัวผู้เบอร์ M 10 ให้มีเสียงดังแก๊ก โดยใช้ประแจเบอร์ 17 จับที่หัวน็อตตัวมีย M 10 ด้านล่างที่ประกบอยู่กับแชสซี					
เวลารวม			0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)			DOC NO.: SOP-xxxx
PROCESS NAME	Station A3	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข 02
งานที่ระบุชื่อ	ติดตั้งถัง	PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER
อุปกรณ์ป้องกัน	Back support			หัวหน้าแผนก
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	Jig คัดพรม,Jig ตัดไม้, Jig saw, Hand lift, ประแจทอร์ค,ประแจเบอร์ 14			ผู้จัดทำ
หน้าที่	3/3 9/33			ผู้ฝึกอบรม

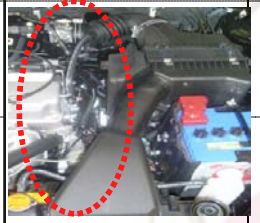
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
14	ใช้ปืนลมยิงที่น็อต หกเหลี่ยมหัวจมที่สายรัดถังโดยให้ประแจเบอร์ 10 จับด้านล่างของคานขาถังตัวเมีย M 10 แล้วขันประแจบอนด์ ที่น็อตตัวเมีย M 10 ใช้หกเหลี่ยมจับด้านบนแล้วขันให้มีเสียงดังแก๊ก					
เวลารวม			0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)			DOC NO.: SOP-xxxx
PROCESS NAME	Station B1	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข 02
งานที่ระบุชื่อ	ถอดอุปกรณ์หน้าเครื่องยนต์	PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า			หัวหน้าแผนก
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	ประแจเบอร์ 10,12 , ตัวทีเบอร์10 , 12 , คีมปากแหลม, คีมปาก			ผู้จัดทำ
หน้าที่	1/3 10/33			ผู้ฝึกอบรม

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	ถอดขั้วแบตเตอร์รี่ขั้วลบออก และถอดกุญแจออกแล้วนำไปไว้ที่ QC			อย่าให้ไปถูกขั้วบวกอย่าลืมถอดขั้วลบก่อนรื้อท่อร่วมไอดี และสวิตช์ปลั๊กไฟ เพราะอาจจะทำให้สปีค กล่องได้	เพราะจะทำให้กล่อง ECU รวนได้	ประแจเบอร์ 10
	1.1 นำ Spon มาหุ้มที่ปลายขั้วแบตเตอร์รี่ที่ถอดออกมา				เพื่อป้องกันการช็อตที่ตัวแบตเตอร์รี่	
2	ถอดกรองอากาศออก			อย่าให้รอบพลาสติกเป็นรอย	เพราะเป็นรอยง่าย	ตัวTเบอร์ 10 , ไขควงแฉก
	2.1 ใช้ไขควงแฉกคลายสกรูยึดแฝงหน้ากรองอากาศออกก่อน					
	2.2 ใช้ประแจ ตัว T เบอร์10 คลายน็อตยึดแฝงหน้ากรองอากาศออกด้วย					
	2.3 ใช้ประแจตัว T เบอร์10 ถอดฐานกรองอากาศ					
	2.4 ดึงสายเวคกัมออกแล้วค่อยๆถอดชุดกรองอากาศออกมา					
	เวลารวม		**0.00**			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx
PROCESS NAME	Station B1	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	ถอดอุปกรณ์หน้าเครื่องยนต์	PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า			หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	ประแจเบอร์ 10,12 , ตัวทีเบอร์10 , 12 , คีมปากแหลม, คีมปาก			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	2/3 11/33			ผู้ฝึกอบรม	

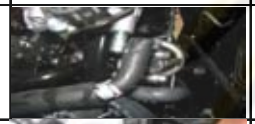
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
3	ถอดขั้วสวิตช์เซ็นเซอร์ต่างๆ โดยจะต้องดึง Knock Sensor ออกก่อน			● อย่าดึงแรงมากจนเกินไป เพราะอาจทำให้สายไฟขาดได้	เพื่อป้องกันการลืมดึงออก และจพทำให้ขาด	
	3.1 ใช้คีมปากแหลมกดและดึงปลั๊กออกมา ทั้งปลั๊กที่ติดท่อร่วมไอดีและถอดปลั๊กหัวฉีด Sensor ด้วย รวมทั้งถอดสายดันเร่งด้วย			อย่ากระชากแรงหัวปลั๊กอาจจะหลุดได้	ถ้าเกิดขั้วในปที่ถอดหลุดเวลาต่อเข้าอาจเสียหายได้	คีมปากแหลม
	3.2 ใช้ตัวทีเบอร์ 10 ถอดโครงยึดกับสายดันเร่งที่ติดกับท่อร่วมไอดีออก					
4	ถอดท่อน้ำมันเชื้อเพลิงและท่อแวคกัมออก			ระวังน็อตตกหาย	เพราะอาจหาไม่เจอ	ตัวT เบอร์10 , ไขควงแฉก
	4.1 ใช้ประแจตัว T เบอร์ 12 คลายน็อตยึดท่อส่งน้ำมันออก แล้วดึงท่อจ่ายน้ำมันออก			ระวังน้ำมันหก	เพราะจะทำให้เป็นคราบ	
5	ถอดชุดรางหัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงออก			ระวังลูกยางหัวฉีดและบู๊ชยางรองหัวฉีด	เพราะมันหลุดง่าย	ประแจตัว T บอร์12 , ไขควงแฉก
	5.1 ใช้ประแจตัว T เบอร์ 12 คลายน็อตยึดท่อหัวฉีดออก					
เวลารวม			0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)			DOC NO.: SOP-xxxx
PROCESS NAME	Station B1	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข 02
งานที่ระบุชื่อ	ถอดอุปกรณ์หน้าเครื่องยนต์	PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า			หัวหน้าแผนก
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	ประแจเบอร์ 10,12 , ตัวทีเบอร์10 , 12 , คีมปากแหลม, คีมปาก			ผู้จัดทำ
หน้าที่	3/3 12/33			ผู้ฝึกอบรม

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
6	ถอดท่อน้ำที่ติดท่อร่วมไอดีออก			ควรเอาถาดรองน้ำมารองใต้ห้องรถก่อนแล้วจึงค่อยถอดออก	เพราะจะทำให้ได้ห้อรถสกปรก	คีมปากขยาย
	6.1 โดยการใช้คีมปากขยายคีบแหวนล็อคแล้วค่อยๆบิดท่อน้ำออกมา					
	6.2 ถอดท่อน้ำออกนำเอาถาดรองน้ำมาวางใต้ห้องรถก่อนดึงสายน้ำ					
เวลารวม			0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx	
PROCESS NAME	Station B2		PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	ถอดท่อร่วมไอดี		PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า				หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	ประแจเบอร์ 10,12 , ตัวทีเบอร์10 , 12 , คีมปากแหลม, คีมปาก				ผู้จัดทำ	
หน้าที่	1/1	13/33			ผู้ฝึกอบรม	

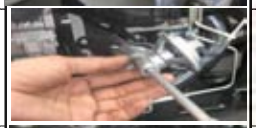
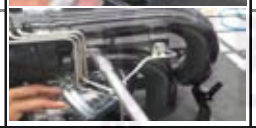
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	ใช้ประแจแหวนข้างเบอร์12 ถอดน็อตยึดท่อร่วมไอดี			อย่าให้น็อตร่วงและท่อไอเสียเป็นรอย	เพราะอาจให้เกิดความเสียหาย	ประแจเบอร์12,ด้ามขันกรอกแกรก,ด้ามต่อสั้น
2	ใช้ประแจกรอกแกรกต่อด้ามต่อยาวต่อกับบล๊อกเบอร์12 คลายน็อตยึดที่ขันออก					
3	เมื่อคลายน็อตหมดทุกตัวแล้วค่อยทำการยกท่อร่วมไอดีออกมา					
เวลารวม			0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx
PROCESS NAME	Station B3	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	การถอดและประกอบอุปกรณ์ที่ติดกับท่อร่วมไอดี	PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า			หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	ชุดเครื่องมือช่าง,ชุดบล็อก-ด้ามขัน,ตัวที,เกียง,ประแจทอร์ค			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	1/2 14/33			ผู้ฝึกอบรม	

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	ทำความสะอาดหน้าสัมพัสท่อร่วมไอดี โดยขูดปะเก็นท่อร่วมไอดีโดยใช้เกียงแบนขูดที่หน้าสัมผัสจนสะอาด			1. ต้องมีปลั๊กต่อท่อร่วมไอดีทุกครั้ง 2. ระวังอย่าให้หน้าสัมผัสท่อร่วมไอดีเป็นรอย	1. เพื่อป้องกันสิ่งแปลกปลอมเข้าเครื่องยนต์ 2. เพื่อป้องกันการรั่ว	เกียงแบน,น้ำมันเบ็นซิน , ผ้า,ปืนลม
2	นำผ้าชุบน้ำมันเบนซินเช็ดหน้าสัมผัสแล้วเป่าลมบริเวณหน้าสัมผัสที่ทำความสะอาดให้แห้ง					
3	นำแมนนิโฟล์ดัวเก่าที่ถอดออกจากตัวรถนำมาประกอบที่โต๊ะที่จัดไว้			1. ระวังอย่าให้หน้าสัมผัสลิ้นปีกผีเสื้อ และวาล์ว EGR เป็นรอย 2.ระวังท่อสูญญากาศฉีกขาด	1. เพื่อป้องกันการรั่ว 2. ต้องนำมาประกอบกับชุดใหม่	ประแจบล๊อคกรอกแกรก , ลูบล๊อคเบอร์ 8, 10 , 12
4	ถอดลิ้นปีกผีเสื้อโดยใช้ประแจบล็อคเบอร์12 ขันน็อต 4 ตัว					
5	แล้วถอดวาล์ว EGR โดยใช้ประแจบล็อคเบอร์ 12ขัน น็อตเบอร์12 จำนวน 2ตัว					
6	ถอดเซ็นเซอร์แรงดันสมบูรณ์ใช้ประแจบล็อค เบอร์ 12 ขันน็อต 2ตัว					
7	แล้วถอดท่อสูญญากาศชิ้นส่วนโซลินอยด์วาล์วใช้ประแจบล็อคเบอร์ 10 ขันน็อต7ตัว					
	เวลารวม		0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Chulalongkorn University

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

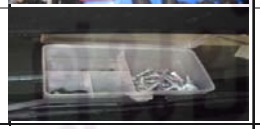
	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx	
PROCESS NAME	Station B3		PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	การถอดและประกอบอุปกรณ์ที่ติดกับท่อร่วมไอดี		PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า				หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	ชุดเครื่องมือช่าง,ชุดบล๊อก-ด้ามขัน,ตัวที,เกียง,ประแจทอร์ค				ผู้จัดทำ	
หน้าที่	2/2	15/33			ผู้ฝึกอบรม	

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
8	วิธีประกอบ แมนนิโฟล์ด นำแมนนิโฟล์มาขูดปะเก็นท่อร่วมไอดีโดยใช้เกียงแบนขูดหน้าสัมผัสแล้วใช้ปืนลมเป่าหน้าสัมผัสที่ขูดปะเก็นจนสะอาดแล้วให้แห้ง			อย่าให้หน้าสัมผัสท่อร่วมไอดีเป็นรอย	ป้องกันการรั่ว	เกียงแบน ,ปืนลม
9	ขูดปะเก็นหน้าสัมผัสลิ้นปีกผีเสื้อโดยใช้เกียงแบนขูดจนสะอาดแล้วเป่าลม			อย่าให้หน้าสัมผัสลิ้นปีกผีเสื้อเป็นรอย	ป้องกันการรั่ว	เกียงแบน ,ปืนลม
10	ประกอบอุปกรณ์แมนนิโฟล์ที่ถอดจากตัวเก่าเข้าแมนนิโฟล์ตัวใหม่					
11	ชุดลิ้นปีกผีเสื้อขันน็อตตัวผู้เบอร์12 จำนวน 4 ตัวแล้วขันตาม ค่าทอร์คที่กำหนดคือ 19±3 N.m			ต้องขันตามค่าที่กำหนด	ป้องกันการรั่ว	ประแจทอร์ค,ลูกบล็อคเบอร์ 12
12	วาล์ว EGR ขันน็อตตัวผู้ เบอร์12 จำนวน2ตัวแล้วขันตามค่าที่กำหนดคือ 21±4 N.m			ต้องขันตามค่าที่กำหนด	ป้องกันการรั่ว	ประแจทอร์ค,ลูกบล็อคเบอร์ 12
13	เซ็นเซอร์แรงดันสมบูรณ์ขันน็อตตัวผู้เบอร์ 8 จำนวน2ตัว ตามค่าที่กำหนดคือ 5±1 N.m			ต้องขันตามค่าที่กำหนด	ป้องกันการรั่ว	ประแจทอร์ค,ลูกบล็อคเบอร์ 8
14	ท่อสูญญากาศชิ้นส่วนโซลินอยด์วาล์วขันน็อตเบอร์ 10,7 ตามค่าที่กำหนดคือ 9±1 N.m			ต้องขันตามค่าที่กำหนด	ป้องกันการรั่ว	ประแจทอร์ค,ลูกบล็อคเบอร์ 10
เวลารวม			**0.00**			

● 3.2 ขูดปะเก็นหน้าสัมผัสลิ้นปีกผีเสื้อโดยใช้เกียงแบนขูดจนสะอาดแล้วเป่าลม

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx	
PROCESS NAME	Station B4		PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	เดินสายไฟจากภายในตัวรถออกมาด้านนอก		PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า				หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	ประแจเบอร์ 10,12 , ตัวทีเบอร์10 , 12 , คีมปากแหลม, คีมปาก				ผู้จัดทำ	
หน้าที่	1/1	16/33			ผู้ฝึกอบรม	

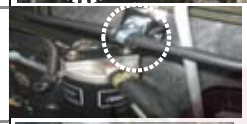
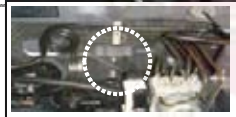
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	ใช้คัตเตอร์กรีดยางหุ้มสายไฟชุดใหญ่ จากรถ			เวลาเอามีดคัตเตอร์ผ่าท่อยางออกระวังโดนสายไฟของรถขาดได้	เพราะจะทำให้เกิดไฟรั่วได้	ตัวดึงสายไฟ,มีดคัตเตอร์
2	ถอดลิ้นชักเก็บของด้านหน้าซ้ายออกก่อน					
3	วายสายไฟชุดจากด้านในตัวรถออกไปทางหน้าเครื่องโดยแหย่ผ่านรูสายไฟของรถ					
4	ดึงสายไฟชุดใหญ่ออกมาทางด้านหน้าเครื่องโดยค่อยๆดึงออกมา					
5	แกะเทปพันสายไฟชุดใหญ่ที่พันไว้ ออกให้หมด					
6	เก็บสายไฟโดยต้องเก็บสายไฟทั้งเส้นให้มีเฟล็กหุ้มทั้งหมดให้ถึงจุดที่แทงสายไฟออกมาบริเวณหน้าห้องเครื่อง					
7	ทำการเช็คน็อตที่ถอดและอุปกรณ์ที่ถอดออกมาให้ละเอียดก่อนส่งมอบรถให้สถานีต่อไป					
	เวลารวม		0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วิทยทรัพยากร

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx
PROCESS NAME	Station C1	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	03
งานที่ระบุชื่อ	ติดตั้งอุปกรณ์แก๊สหน้าเครื่องและเดิรระบบท่อแก๊ส	PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า			หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	เครื่องมืองช่าง			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	1/3 17/33			ผู้ฝึกอบรม	

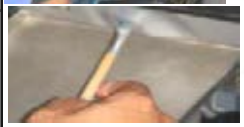
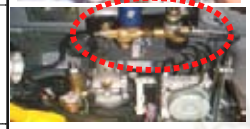
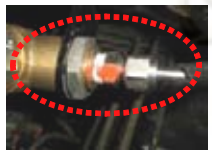
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	ติดตั้งกรองแก๊สพร้อมท่อก๊าซพร้อมท่อก๊าซทั้ง 2 ข้าง			ระวังท่อก๊าซพับ	จะทำให้ไม่วนเข้าหัวฉีด	ประแจเบอร์ 10
2	ยึดรางหัวฉีดพร้อมใส่ท่อก๊าซที่มาจากกรองก๊าซ โดยยึดรางหัวฉีดโดย Clamp No.170 หรือ Norma 18/8			ระวังคีมย้ำโดนท่อก๊าซ และเวลายึด Clamp ให้ยึดห่างจากปลายท่อก๊าซ 8-●	ถ้าไม่ได้ตามระยะอาจจะอาจทำให้รั่วได้	ประแจเบอร์ 10 , 12 , 13, Clamp No.170 และคีม Norma
3	ใส่แค็มป์ยึดท่อก๊าซพร้อมใส่ Support ใส่ที่ตำแหน่งติดตั้ง					ปลือคเบอร์10,12 แหวนข้างเบอร์10,ค้ำมขันกรอกแกรก
4	ใส่แค็มป์ยึดท่อก๊าซความดันสูงเข้า Support กรองก๊าซ					
5	ถอดน็อตที่ตำแหน่งติดตั้ง หม้อต้มออก1ตัว					
6	ติดตั้งหม้อต้มพร้อมใส่ท่อน้ำทั้ง 2 เส้น โดยยึดท่อก๊าซที่มาจากกรองกับหม้อต้มโดยใช้ Clamp No.170 หรือ Norma 18/8			ระวังคีมย้ำโดนท่อก๊าซ และเวลายึด Clamp ให้ยึดห่างจากปลายท่อก๊าซ 8-●	อาจทำให้รั่วได้, ทำให้น้ำไม่วน	บลือคเบอร์10 , ปืนลม, Clamp No.170 และ คีม Norma
7	นำ Jig C1 แม่เหล็กมาร์คตำแหน่งวาล์วหัวเติมและโซลินอยด์ มามาร์คที่ตำแหน่งตามรูป			มาร์คให้ตรง	ถ้าไม่ตรงจะทำให้เจาะรูไม่ตรง และใส่ยาก	Jig มาร์ควาล์วหัวเติมและโซลินอยด์
เวลารวม			0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx	
PROCESS NAME	Station C1		PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	ติดตั้งอุปกรณ์แก๊สหน้าเครื่องและเดิรระบบท่อแก๊ส		PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า				หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	เครื่องมืองช่าง				ผู้จัดทำ	
หน้าที่	2/3	18/33			ผู้ฝึกอบรม	

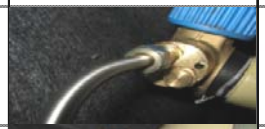
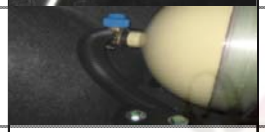
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
8	เจาะรูที่ตำแหน่งมาร์ค โดยใช้ Hold Saw 13mm			ระวังเศษเหล็กที่เจาะ ตกลงในห้องเครื่อง	เพราะจะทำให้เกิดสนิมได้	Hold Saw 13mm , สว่านไฟฟ้า
9	ทาสีตำแหน่งที่เจาะรูเพื่อกันสนิม					
10	ยิงพุกที่ตำแหน่งเจาะรูทั้ง2รู			ระวังพุกเข้าไม่สนิท	จะทำให้ขันปอนไม่ได้ตามค่าที่กำหนด	พุก,ตัวย้ำพุก,สีกันสนิม
11	ยึดชุดวาล์วเข้ากับพุกโดยขันแรงบิดที่ 490 kgf.cm					แหวนข้างเบอร์19 , 22 , 27
12	ย้ำ male connecter ด้านแรงดันสูงเข้ากับฝั่งหัวเดิมของชุดหัวเดิม			ใช้ No Go Gap Gage ตรวจสอบ Gap ระหว่างน็อตตัวผู้และน็อตตัวเมีย ถ้าไม่สามารถเสียบเข้าที่ช่องว่างได้คือผ่าน		บล๊อคเบอร์10 , ปืนลม
13	หลังจากยึดท่อแรงดันสูงแล้วให้ขันข้อกลางให้แน่น 22 N.M					
เวลารวม			0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx	
PROCESS NAME	Station C1		PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	ติดตั้งอุปกรณ์แก๊สหน้าเครื่องและเดิรระบบท่อแก๊ส		PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า				หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	เครื่องมืองช่าง				ผู้จัดทำ	
หน้าที่	3/3	19/33			ผู้ฝึกอบรม	

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
14	ต่อชุดขาเกจ (เบนโจ) เข้ากับหม้อต้ม โดยจะต้องขันค่า ทอร์ค ที่ 450 kgk.cm (45 N.M)					
15	ตัดท่อแรงดันสูง โดยใช้คัตเตอร์ตัดให้ได้ตามระยะที่กำหนดคือ 41 cm. แล้วใส่หัวฟิตติ้งเข้าก้ยท่อแรงดันสูงพร้อมกับตาไก่			จะต้องดันให้ท่อแรงดังสูงเข้าให้สุด และขันให้แน่น แล้วก็ ทาจารบีที่หัวฟิตติ้ง	เพราะถ้าดันไม่สุดจะทำให้ตาไก่บี้ได้ และอาจทำให้รั่ว	ตัวตัดท่อ , มีดคัตเตอร์ , ประแจเบอร์ 14 , ไขควงแฉก , ตัว T เบอร์ 10
16	ทาจารบีที่ตาไก่แล้วขันเข้ากับหัววาล์วถัง ขันฟิตติ้งออกจากวาล์วถังเพื่อดูว่าตาไก่บี้หรือไม่					
17	ใส่ท่อเฟลิ่กหุ้มท่อแรงดันสูงพร้อมกับสายรัดท่อเฟลิ่ก แล้วขันฟิตติ้งเข้ากับวาล์วถังอีกครั้ง					
เวลารวม			0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx
PROCESS NAME	Station C2	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	ติดตั้งถัง	PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	Back support			หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	Jig ตัดพรม,Jig ตัดไม้, Jig saw, Hand lift, ประแจทอร์ค,ประแจเบอร์ 14			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	1/2 20/33			ผู้ฝึกอบรม	

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	ตัดพรมโดยใช้ Jig B2 ทาบบนพรมบริเวณโต๊ะตัดพรม			เวลาทาบจิ๊กกับชิ้นงานให้ดูว่าตรงกับจิ๊กหรือไม่	อาจทำให้ชิ้นงานไม่ตรงตามแบบ	Jig B2,ดินสอ,ซื่อล์คเขียนผ้า,กรรไกร
2	ให้พรมด้านที่เป็นสีเทาอ่อนอยู่ด้านล่างและให้สีเทาแก่อยู่ด้านบน หันด้านท้ายพรมเข้าหาตัวแล้วใช้ Jig B2 ทาบบนพรมสีเทาแก่					
3	ดูระยะมุมจิ๊กด้านนอกว่าเท่ากับว่าเท่ากับมุมด้านนอกของพรมหรือไม่โดยสังเกตุรอบๆพรมและ Jig B2					
4	ใช้ซื่อคขีดตามรอยกว้างของ Jig ลงบนพรมด้านใน เมื่อขีดตามรอยเสร็จก้อยก jig ออกจากพรมแล้วดูว่ารอยที่ขีดชัดเจนหรือไม่					
5	นำกรรไกรมาตัดพรมตามที่เราขีดมาร์คไว้เมื่อตัดเสร็จก้อนำมาวางเพื่อเตรียมใส่รถ					
6	ตัดไม้โดยใช้ Jig B1 ทาบ นำไม้ออกจากท้ายรถวางไว้บนโต๊ะตัดไม้			เวลาทาบจิ๊กกับชิ้นงานให้ดูว่าตรงกับจิ๊กหรือไม่	อาจทำให้ชิ้นงานไม่ตรงตามแบบ	Jig B1,ดินสอ,ซื่อล์คเขียนผ้า,กรรไกร
7	ให้แผ่นไม้ด้านที่ไม่เรียบอยู่ด้านล่าง และให้แผ่นไม้ด้านที่เรียบอยู่ด้านบน หันด้านท้ายไม้เข้าหาตัวแล้วใช้ Jig B1 ทาบ บนด้านที่เรียบ					
เวลารวม			**0.00**			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx
PROCESS NAME	Station C2	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	ติดตั้งถัง	PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	Back support			หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	Jig ตัดพรม,Jig ตัดไม้, Jig saw, Hand lift, ประแจทอร์ค,ประแจเบอร์ 14			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	2/2	21/33		ผู้ฝึกอบรม	

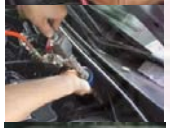
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
8	ดูระยะ Jig B1 ที่ทาบกับไม้ว่าเท่ากันทุกมุมหรือไม่โดยสังเกตโดยรอบทั้งไม่และ Jig B1 ใช้ดินสอขีดตามรอยเว้าของ Jig B1 ลงบนไม้ด้านเรียบ					
9	เมื่อขีดเสร็จถกี่ยก Jig B1 ออกจากไม้แล้วดูว่ารอยที่ขีดชัดเจนหรือไม่ นำจิ๊กซอตัดไม้มาตัดตามรอยที่ขีดมาร์คไว้ และใช้หินลบคมที่ตัดไปให้เรียบ					
10	เมื่อตัดเสร็จ นำไปวางไว้เพื่อเตรียมใส่รถ					
11	นำไม้กระดานที่ตัดเสร็จมาวางในตำแหน่งเดิม โดย นำไม้กระดานสอดเข้ากับถังกับยางอะไหล่					
●	โดยให้ด้านที่ตัดเข้าด้านในด้านที่ไม่ได้ตัดหันออกท้ายรถจัดตำแหน่งให้เข้ารูป					
13	นำพรมที่ตัดเสร็จมาวางใส่ท้ายรถนำพรมสอดเข้าระหว่างถังกับไม้กระดาน ให้ด้านที่ตัดเข้าด้านในให้ด้านที่ ไม่ได้ตัดหันออกท้ายรถ					
14	จัดตำแหน่งให้เข้ารูป					
	เวลารวม		**0.00**			

เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx
PROCESS NAME	Station C3	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	03
งานที่ระบุชื่อ	ตรวจสอบรอยรั่วของก๊าซที่ข้อต่อต่างๆ	PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า			หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	บู๊ชเตอร์			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	1/2 22/33			ผู้ฝึกอบรม	

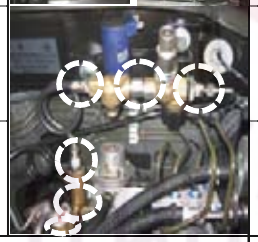
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	ตรวจสอบตำแหน่งการขันข้อต่อด้วยสายตาว่ามีการมาร์คแสดงการขันทอร์คแล้วหรือยัง (มีรอยปากกาสีเขียวหรือไม่)					
2	ปิดวาล์วหัวถังโดยการหมุนมาทางซ้ายมือ			จะต้องตรวจสอบวาล์วถังอีกครั้งเพื่อแน่ใจว่าวาล์วถังปิดอยู่		
3	ถอดหางปลาเสียบที่โซลินอยด์วาวล์ออก			ดึงด้วยความระวัง	จะทำให้สายไฟขาดได้	
4	นำสายไฟจากอแดปเตอร์มาเสียบที่โซลินอยด์ โดยสายสีแดงเสียบที่ขั้วบวกสายสีดำเสียบที่ขั้วลบ			เสียบสายไฟให้ถูกขั้ว	ป้องกันการลัดวงจร	ชุดแปลงไฟ 12 V
5	นำหัวเติมก๊าซจากเครื่อง booster มาใส่ที่หัวเติมก๊าซของรถยนต์โดยตำแหน่งของวาล์ที่หัวเติมก๊าซของ booster จะต้องอยู่ในตำแหน่งปิด					booster / pacgas
6	เปิดสวิตท์ไฟที่ตัวแปลงไฟ 12 V โดยการกดปุ่มสีแดงเมื่อเครื่องทำงานไฟสีแดงจะติดเพื่อทำการยกโซลินอยด์					ชุดแปลงไฟ 12 V
7	เปิดวาล์วที่หัวเติมก๊าซของตัว booster โดยการโยกวาล์วขึ้นให้อยู่ในตำแหน่งขนานกับสายก๊าซ			ก่อนเปิดวาล์วเติมก๊าซต้องตรวจดูว่าวาล์ระบายก๊าซอยู่ในตำแหน่งปิด	ป้องกันอดรายจากก๊าซรั่ว	
	เวลารวม		**0.00**			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx	
PROCESS NAME	Station C3		PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	03
งานที่ระบุชื่อ	ตรวจสอบรอยรั่วของก๊าซที่ข้อต่อต่างๆ		PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า				หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	บู๊ชเตอร์				ผู้จัดทำ	
หน้าที่	2/2	23/33			ผู้ฝึกอบรม	

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
8	เปิดสวิตท์ที่เครื่อง booster แล้วโยกคันโยกลงให้ได้แรงดัน 3300 psi แล้วปล่อยทิ้งไว้ 5 นาที			อย่าให้แรงดันเกินที่กำหนดไว้ ●	ป้องกันอุปกรณ์เสียหาย	booster / pacgas
9	ตรวจเช็ครอยรั่วทุกจุดข้อต่อด้วยน้ำยาเช็ครั่ว (Snoop) หากไม่มีรอยรั่วให้มาร์คข้อต่อทุกจุดด้วยปากกามาร์คสีแดง			ตรวจเช็คทุกจุด ●	เพื่อดูการรั่วซึมของระบบก๊าซ	Snoop, ปากกามาร์คสีเขียว
10	เช็ครั่วที่ข้อต่อของท่อก๊าซแรงดันต่ำตามข้อต่อของกรองก๊าซ			ที่กรองก๊าซ มี 2 จุด ●	เพื่อดูการรั่วซึมของระบบก๊าซ	Snoop, ปากกามาร์คสีเขียว
11	เช็ครั่วที่ข้อต่อของท่อก๊าซตามข้อต่อของชุดหม้อต้ม			ที่ชุดหม้อต้ม มี 3 จุด ●	เพื่อดูการรั่วซึมของระบบก๊าซ	Snoop, ปากกามาร์คสีเขียว
12	เช็ครั่วที่ข้อต่อของท่อก๊าซตามข้อต่อของชุดรางหัวฉีด			ที่รางหัวฉีด 2 จุด และ ข้อต่อของหัวฉีดแต่ละหัว 4 จุด ●	เพื่อดูการรั่วซึมของระบบก๊าซ	Snoop, ปากกามาร์คสีเขียว
13	เช็ครั่วที่ข้อต่อของท่อก๊าซแรงดันสูงตามจุดต่าง ๆ			ที่ Soilnoild กับ ชุดหัวเติม 3 จุด และชุดหม้อต้ม กับ เกจ 3 จุด ●	เพื่อดูการรั่วซึมของระบบก๊าซ	Snoop, ปากกามาร์คสีเขียว
เวลารวม			0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx	
PROCESS NAME	Station C3		PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	03
งานที่ระบุชื่อ	ตรวจสอบรอยรั่วของก๊าซที่ข้อต่อต่างๆ		PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า				หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	บู๊ชเตอร์				ผู้จัดทำ	
หน้าที่	2/2	23/33			ผู้ฝึกอบรม	

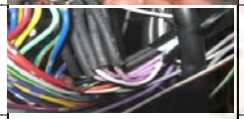
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
14	เช็ครั่วที่ข้อต่อของท่อก๊าซแรงดันสูงที่ข้อต่อที่วาล์วหัวถัง			ที่วาล์วหัวถัง 1 จุด ●	เพื่อดูการรั่วซึมของระบบก๊าซ	Snoop, ปากกามาร์คสีเขียว
15	มาร์คระดับก๊าซที่ค้างอยู่ในระบบด้วยการใช้ปากกาสรแดงแต้มที่ระดับเข็มที่ Pressure gauge			ต้องมาร์คด้วยปากกาสีแดง ●	เพื่อดูการรั่วซึมของระบบก๊าซในจุดที่ไม่สามารถตรวจสอบด้วยน้ำยาเช็ครั่วได้	ปากการมาร์คสีแดง
16	ปิดสวิตท์ที่อแคปเตอร์ถอดหางปลาที่ไซลินอยด์ออกนำหางปลาของระบบก๊าซมาเสียบกลับคืน					
17	ส่งรถไปสถานีถัดไป					
เวลารวม			0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

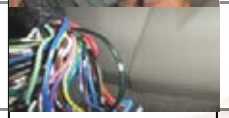
	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx
PROCESS NAME	Station D1	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	ตัดต่อสายไฟภายในรถยนต์	PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ผ้าปิดจมูก, ผ้ายางรองพื้นบริเวณด้านหน้าฝั่งผู้โดยสาร			หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	คีมตัดและปอกสายไฟ,หัวแร้ง			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	1/4 24/33			ผู้ฝึกอบรม	

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	ใช้ผ้ายางรองพื้นก่อนที่จะทำงาน			เพื่อไม่ให้พรมสกปรกและป้องกันเศษทองแดงตกลงบนพรม	เพื่อไม่ให้สกปรกและป้องกันเศษทองแดง	คีมตัด,คีมปลอก,หัวแร้ง,ตะกั่วบัดกรี,ท่อหด ไบล์ร้อน
2	การตัดต่อสายไฟหัวฉีดหน้ากล่อง ECU , การตัดต่อสายไฟ COMMON ให้ดูที่ปลั๊กที่ 1 ซึ่ง นับจากขวามาซ้าย (C-124)			ควรตัดต่อให้ถูกเส้นสีควรตรวจดูให้เรียบร้อยก่อนที่จะบัดกรีและเวลาบัดกรีแล้วควรตรวจดูรอยบัดกรีก่อนทุกครั้งก่อนเป้าท่อหดเพราะรอยบัดกรีอาจคมหรือแหลมจะทำให้	เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดและเสียหายต่ออุปกรณ์ก๊าซหรือของรถ	คีมตัด,คีมปลอก,หัวแร้ง,ตะกั่วบัดกรี,ท่อหด ไบล์ร้อน
	จะมีสายไฟหัวฉีดทั้ง 4 สูบคือ 1. สายไฟหัวฉีดสูบที่ 1 ขั้วที่ 1 สายสีส้ม 2. สายไฟหัวฉีดสูบที่ 2 ขั้วที่ 9 สายสีขาว/แดง			เวลาเราเป้าท่อหดแล้วอาจจะทำให้มันทะลุท่อหดได้		
	3. สายไฟหัวฉีดสูบที่ 3 ขั้วที่ 24 สายสีเขียว 4. สายไฟหัวฉีดสูบที่ 4 ขั้วที่ 2 สายสีแดง โดยการดิดสายไฟออกเป็น 2 ฝั่ง และปอก					
	สายไฟออก (ระยะปอก 10 mm.) เพื่อจะทำการต่อเข้ากับชุดสายของก๊าสโดยการพันสายไฟเข้าด้วยกันแล้วบัดกรีและเป้าท่อหด					
	สายสีม่วงต่อกับฝั่งที่เข้ากับกล่อง ECU, สายสีส้มต่อกับฝั่งที่เข้ากับหัวฉีด					
3	การตัดต่อสาย COMMON - สายสี ขาว/เขียว ต่อกับฝั่งที่เข้ากล่อง ECU - สายสีขาว/น้ำตาล ต่อกับฝั่งที่เข้าหัวฉีด					คีมตัด,คีมปลอก,หัวแร้ง,ตะกั่วบัดกรี,เทปพันสายไฟ
	โดยการปอกสายไฟออกแล้วก็พันสายไฟเข้าด้วยกันแล้วบัดกรีเข้าท่อหด					
	เวลารวม		**0.00**			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด							
	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)					DOC NO.: SOP-xxxx	
PROCESS NAME	Station D1		PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx		DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	ตัดต่อสายไฟภายในรถยนต์		PRODUCT NO.: xxxxxxx		DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ผ้าปิดจมูก, ผ้ายางรองพื้นบริเวณด้านหน้าฝั่งผู้โดยสาร					หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	คีมตัดและปอกสายไฟ,หัวแร้ง					ผู้จัดทำ	
หน้าที่	2/4	25/33				ผู้ฝึกอบรม	

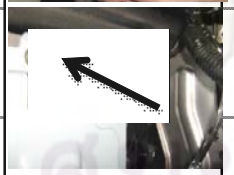
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
4	ต่อสายสัญญาณ Coil ให้ดูปลั๊กที่ 1 นับจากขวามาซ้าย(C-124) ซึ่งจะมีอยู่ 2 เส้น คือ			ควรต่อให้ถูกฝั่งและสี,รอยบัดกรีก่อนที่จะเป่าท่อหด	เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดและเสียหายต่ออุปกรณ์ก๊าซหรือของรถ	คีมตัด,คีมปลอก,หัวแร้ง,ตะกั่วบัดกรี,เทปพันสายไฟ
	สายสี ดำ/เหลือง ดูขั้วที่ 11, สายสี ดำ/เขียว ดูขั้วที่ 12, โดยการตัดออกเป็น 2 ฝั่ง เพื่อจะต่อเข้ากับชุดสายไฟ STOP ซึ่งจะมีอยู่ 4 เส้น คือ สายสี ขาว ,สายสีเทา, สายสี ขาว/ดำ , สายสี เทา/ดำ					
	สายสี ดำ/เหลือง ให้ต่อเข้ากับสายสีขาว ฝั่งกับมาชังกล่อง ECU, สายสี ดำ/เหลือง ให้ต่อเข้ากับสายสีเทา ฝั่งกับมาชัง COIL					
	สายสี ดำ/เขียว ให้ต่าเข้ากับสายสีขาว/ดำ ฝั่งกับมาชังกล่อง ECU, สายสี ดำ/เขียว ให้ต่าเข้ากับสายสีเทา/ดำ ฝั่งกับมาชัง COIL โดยการปลอกสายไฟออกแล้วก็พันสายไฟเข้าด้วยกันแล้วบัดกรีเป่าท่อหดให้เรียบร้อย			ควรตรวจรอยบัดกรีและเทปให้เรียบร้อยและดูว่าเราแท็ปถูกเส้นหรือปล่าว	เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาด	คีมตัด,คีมปลอก,หัวแร้ง,ตะกั่วบัดกรี,เทปพันสายไฟ
5	ขั้นตอนการต่อสาย O2 เซ็นเซอร์ จะอยู่ที่ปลั๊กที่ 1 นับจากขวามากซ้าย (C - 124) เป็นสายสี น้ำเงิน/แดง ขั้วที่ 3					
	โดยการเอาสายไฟ O2 เซ็นเซอร์ที่ติดอยู่กับชุดสายไฟใหญ่จะเป็นสายมีเหลืองมาแท็ปเข้าด้วยกันแล้วก็บัดกรีแล้วใช้เทปพันเก็บให้ดี					
6	ขั้นตอนการต่อสาย RPM จะอยู่ในปลั๊กที่ 2 นับจากขวามาซ้าย (C-120) เป็นสาย สีเขียว/ขาว ขั้วที่ 43			ควรตรวจดูรอยบัดกรีและเส้น ของสายไฟว่าถูกต้องหรือไม่	เพื่อความถูกต้อง	คีมตัด,คีมปลอก,หัวแร้ง,ตะกั่วบัดกรี,ท่อหด,โบล์ร้อน
	โดยการเอาสาย RPM ของชุดสายใหญ่ (ก๊าซ) จะเป็นสายสีเทา มาแท็ปเข้าด้วยกันแล้วก็บัดกรีแล้วก็พันด้วยเทปให้เรียบร้อย					
เวลารวม			0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx	
PROCESS NAME	Station D1		PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	ตัดต่อสายไฟภายในรถยนต์		PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ผ้าปิดจมูก, ผ้ายางรองพื้นบริเวณด้านหน้าฝั่งผู้โดยสาร				หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	คีมตัดและปอกสายไฟ,หัวแร้ง				ผู้จัดทำ	
หน้าที่	3/4	26/33			ผู้ฝึกอบรม	

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
7	ขั้นตอนการต่อสายสัญญาณ TPS อยู่ในปลั๊กที่ 3 นับจากขวามาซ้าย (C-116) เป็นสายสีเขียว ขั้วที่ 78			รอยบัดกรีและการพันเทบ	เพื่อความถูกต้องเรียบร้อย	ประแจบล็อคกรอกแกรก เบอร์ 10
	โดยการเอาสาย TPS ที่อยู่กับ STAP จะเป็นสายสีขาว/ม่วง มาแท็ปเข้าด้วยกันแล้วก็บัดกรีแล้วก็ใช้เทปพันเก็บให้เรียบร้อย					
8	ขั้นตอนการตัดต่อสายน้ำมันเชื้อเพลิงสายน้ำมันเชื้อเพลิงจะอยู่ที่ปลั๊ก C - 133 ขั้วที่ 7 สายสีแดง อยู่บริเวณกาบด้านซ้ายของ			ควรตัดให้ถูกเส้นและสี	เพื่อความถูกต้อง	ประแจบล็อคกรอกแกรก เบอร์ 10
	หน้าห้องโดยสารจะเป็นสายไฟ สี เหลือง และขาว โดยสายสีเหลือง ต่อจากฝั่งที่มาจากชุดเมนไฟ Relay ของรถ					
	สายสีขาว ต่อจากฝั่งที่มาจากตัวปลั๊กน้ำมันเชื้อเพลิง โดยการปลอกสายไฟออกและก็พันเทบด้วยกันบัดกรีเป่าท่อหดให้เรียบร้อย					
9	ติดตั้งชุด Reray ของบริเวณด้ายซ้ายของชุดคอลโซล ต้องถอดแผ่นปิดด้านข้างออก เพื่อยึดชุด Suuport Relay เข้ากับตัวรถ			ระวังพวกคอลโซลเป็นรอย	อาจจะเป็นรอยหรือสรกปรกได้	
10	ยึด Support กล่อง ECU กาซตรง บริเวณกล่อง ECU ของรถออก1ตัว โดยการคลายน็อต m6 ที่ยึดกล่อง ECU ของรถออก 1 ตัว					ประแจเบอร์ 10 , ประแจตัว T เบอร์ 10
	แล้วก็ใส่ Support เข้าไปและขันกลับให้เหมือนเดิม					ประแจเบอร์ 10 , ประแจตัว T เบอร์ 10
	เวลารวม		**0.00**			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

246

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx
PROCESS NAME	Station D1	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	ตัดต่อสายไฟภายในรถยนต์	PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ผ้าปิดจมูก, ผ้ายางรองพื้นบริเวณด้านหน้าฝั่งผู้โดยสาร			หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	คีมตัดและปอกสายไฟ,หัวแร้ง			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	4/4 27/33			ผู้ฝึกอบรม	

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	(เกียร์ธรรมดา) จะแตกต่างกัยเกียร์ออโตดังนี้ สายหัวฉีดแต่ละสูบจากปลั๊กที่1 นับจากขวามาซ้าย			ควรตัดต่อให้ถูกเส้นสีควรตรวจดูให้เรียบร้อยก่อนที่จะบัดกรีและเวลาบัดกรีแล้วควรตรวจดูรอยบัดกรีก่อนทุกครั้งก่อนเป่าท่อหดเพราะรอยบัดกรีอาจคมหรือแหลมจะทำให้	เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดและเสียหายต่ออุปกรณ์ภ๊าชหรือของรถ	คีมตัด,คีมปลอก,หัวแร้ง,ตะกั่วบัดกรี,ท่อหด โบล์ร้อน
	สูบที่ 1 สีส้ม ขั้วที่ 1 , สูบที่ 2 สี ขาว/แดง ขั้วที่ 11 , สูบที่ 3 สีเขียวขั้วที่ 2 , สูบที่ 4 สีแดงขั้วที่12			เวลาเราเป่าท่อหดแล้วอาจจะทำให้มันทะลุท่อหดได้		
2	การตัดสาย Coil สีเหมือนกันจะอยู่ในปลั๊กที่1 นับจากขวามาซ้าย สายสีดำ/เหลือง ขั้วที่ 8 สายสี ดำ/เขียว ขั้วที่ 17			ควรต่อให้ถูกฝั่งและสี,รอยบัดกรีก่อนที่จะเป่าท่อหด	เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดและเสียหายต่ออุปกรณ์ภ๊าชหรือของรถ	คีมตัด,คีมปลอก,หัวแร้ง,ตะกั่วบัดกรี,ท่อหด โบล์ร้อน
3	สายRPM จะอยู่ในปลั๊กที่ 3 นับจากขวามาซ้าย สายสี เขียว/ขาว ขั้วที่ 28			ควรตรวจดูรอยบัดกรีและเส้น ของสายไฟว่าถูกต้องหรือไม่	เพื่อความถูกต้อง	คีมตัด,คีมปลอก,หัวแร้ง,ตะกั่วบัดกรี,ท่อหด โบล์ร้อน
4	สาย O2 เซ็นเซอร์ จะอยู่ปลั๊กที่ 3 นับจากขวามาซ้าย สายสีน้ำเงิน/แดง ขั้วที่ 3 0			ควรตรวจรอยบัดกรีและเทปให้เรียบร้อยและดูว่าเราแท๊ปถูกเส้นหรือปล่าว	เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาด	คีมตัด,คีมปลอก,หัวแร้ง,ตะกั่วบัดกรี,ท่อหด โบล์ร้อน
5	สาย TPS จะอยู่ในปลั๊กที่ 4 นับจากขวามาซ้าย สายสีเขียว ขั้วที่ 42			รอยบัดกรีและการพันเทบ	เพื่อความถูกต้องเรียบร้อย	คีมตัด,คีมปลอก,หัวแร้ง,ตะกั่วบัดกรี,ท่อหด โบล์ร้อน
	เวลารวม		**0.00**			

เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx	
PROCESS NAME	Station D2		PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	ใส่ Manifold		PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า				หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	ชุดเครื่องมือช่าง,ชุดบล๊อก-ด้ามขัน,ตัวที,เกียง,ประแจทอร์ค				ผู้จัดทำ	
หน้าที่	1/2	28/33			ผู้ฝึกอบรม	

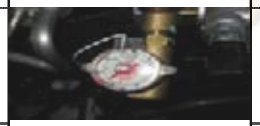
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	นำแมนนิโฟล์ตัวใหม่ที่ประกอบเสร็จมาประกอบเข้ากับตัวเครื่องยนต์ เป่าลมบริเวณหน้าสัมผัส ใส่ปะเก็น และ ยกแมนนิโฟล์ใส่			ต้องถอดปลั๊กอุดท่อร่วมไอดีออกทุกครั้ง	จะใส่แมนนิโฟล์ไม่ได้	ปืนลม, ปะเก็น , ประแจทอร์ค , บล็อคเบอร์ 12
2	ใส่น็อตยึกแมนนิโฟล์ ตัวผู้6ตัว ตัวเมีย 4 ตัว เบอร์ 12 ขันตามค่าที่กำหนด 18±2 N.m					
3	ใส่สายหัวฉีดเข้ากับแมนนิโฟลด์ตามสูบที่เขียนไว้			ต้องใส่ให้ครบทุกสูบและหยอดล๊อคซิ่วที่เกลียวก่อนใส่ทุกครั้ง	เพื่อไม่ให้เกิดการรั่ว	ล๊อคซิ่ว , ประแจเบอร์ 10, สายหัวฉีด
4	ใส่รางหัวฉีดเข้ากับแมนนิโฟล์ ใส่โอริง 4ตัว ใส่บู๊ชรองหัวฉีด			ใส่โอริงและบู๊ชทุกครั้งและขันตามค่าทอร์คที่กำหนดไว้	ป้องกันการรั่ว	ประแจทอร์ค, บล๊อคเบอร์ 12
5	ใส่รางหัวฉีดขันน็อตตัวผู้เบอร์12 จำนวน 2 ตัว ตามค่าทอร์คที่กำหนด คือ 18±8 N.m					
6	ใส่สายน้ำและสายน้ำมัน			อย่าใส่สายสลับเพราะสายไม่เท่ากัน	ให้อยู่มนสภาพเดิม	คีมปากจิ้งจก , คีมปากขยาย
8	ใส่สายยางหัวฉีดเข้ากับชุดหัวฉีด ทาจารบีที่ปลายท่อด้านในบางๆเพื่อให้ใส่ได้ง่ายขึ้น			อย่าสลับสายหัวฉีด,หนีบก็ปรัดสายหัวฉีดทุกเส้น	สายหัวฉีดยาวไม่เท่ากัน,ป้องกันการรั่ว	ก็ป , คีมหนีบก็ป , จารบี
เวลารวม			**0.00**			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx	
PROCESS NAME	Station D2		PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	ใส่ Manifold		PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือผ้า				หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	ชุดเครื่องมือช่าง,ชุดบล๊อก-ด้ามขัน,ตัวที,เกียง,ประแจทอร์ค				ผู้จัดทำ	
หน้าที่	2/2	29/33			ผู้ฝึกอบรม	

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
9	เสียบสายไฟชุดเซ็นเซอร์ที่ติดกับลิ้นปีกผีเสื้อ			อย่าสลับชุดสายไฟเซ็นเซอร์ และดูว่าตรงกันหรือไม่	ให้อยู่บนสภาพเดิม	
10	ใส่สายดันเร่ง ขันน็อตเบอร์ 10 ตัว ผู้ 2ตัว ตามค่าทอร์คที่กำหนดคือ 5±1 N.m			อย่าให้เหล็กยึดสายดันเร่งโดนท่อร่วม	ป้องกันการเป็นรอยขีดข่วน	ประแจทอร์ค, ลูกบล๊อคเบอร์ 10
11	ตรวจสอบหน้าเกจเพื่อดูว่าเกจลดหรือไม่					
12	เลื่อนต่อไปยังสถานีต่อไป (E)					
เวลารวม			0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx	
PROCESS NAME	Station E1		PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	เก็บสายไฟ		PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน	ถุงมือ				หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้					ผู้จัดทำ	
หน้าที่	1/1	30/33			ผู้ฝึกอบรม	

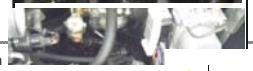
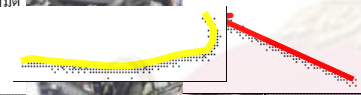
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	วายสายสวิตช์ ไปยังตำแหน่งสวิตช์ และติดตั้งสวิช์			ควรวายสายสวิตช์ไม่ให้ไปพันกับอุปกรณ์ที่เคลื่อนไหว (เช่นพวงมาลัย)	เพื่อไม่ให้สายไฟขาด	
2	ยึด STAP เข้ากับ รถยนต์			ควรยึดให้แน่น	กันไม่ให้ STAP ขยับได้	ตัว T เบอร์ 10
3	เก็บสายไฟ ให้เรียบร้อย ยึด ECU กับ Support			ควรยึดให้แน่น	กันไม่ให้ ECU ขยับได้	ตัว T เบอร์ 10
4	ใส่ลิ้นชักเก็บอุปกรณ์			ควรใส่ให้ถูกวิธีการใส่	เพื่อไม่ให้ลิ้นชักแตกหัก	ตัว T เบอร์ 10
เวลารวม			0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx	
PROCESS NAME	Statin E2		PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	เก็บสายไฟ		PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน					หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	ประแจเบอร์ 10 , ตัวT เบอร์ 10 , หัวแร้ง,เทปพันสายไฟ,				ผู้จัดทำ	
หน้าที่	1/3	31/33			ผู้ฝึกอบรม	

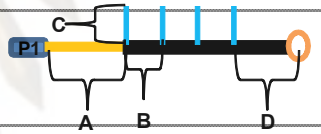
No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
1	ใช้ไขควงปากแบนแกะกิ๊บล็อคของชุดสายไฟของหัวฉีดออกแล้วแกะเทปพันสายไฟออก แล้วดึงสาย Common ออกมา สาย Common			ควรดูสีของสาย Common ให้ดีๆ ก่อนที่จะตัด	ถ้าตัดผิดเส้นเครื่องยนต์จะเดินเครื่องไม่ปรกติ	คีมตัดสายไฟ , คัตเตอร์ , หัวแร้ง , โบลต์ร้อน
	จะมี 5 เส้นให้เช็คดูเส้นที่ไปปลั๊กแวกกัมจะไม่ใช่อีก 4 เส้นให้ตัดขาดแล้วปลอกสายไฟยาวประมาณ 1.5 cm ฝั่งที่ไปปลั๊กหัวฉีดให้ต่อเข้า					
	เลื่อนท่อหดมาตรงที่บัดกรีแล้วเป่าด้วยโบล์ร้อนให้ท่อหดรัดสายไฟให้แน่น แล้วเก็บสายไฟใส่เฟล็กให้เรียบร้อยกับสายสีขาว-น้ำตาล			ควรเก็บสายไฟให้เรียบร้อยและต้องใส่เฟล็กให้ปิดถึงสายไฟที่ลอดผ่านมอเตอร์ ABS ดังภาพ ●	เนื่องจากถ้าเก็บสายไฟไม่ถึงจุดที่ลอดผ่านมอเตอร์ ABS จะทำให้สายไฟไปโดน Bracket แล้วฉนวนฉีกขาดทำให้เกิดช็อตได้	เทปพันสายไฟ,เฟล็ก 7 mm = 2.0 m ,
	โดยต้องเก็บสายไฟทั้งเส้นให้มีเฟล็กหุ้มทั้งหมดรวมทั้งจุดที่ลอดผ่านมอเตอร์ ABS ด้วย (ต้องดันเฟล็กเข้าเก็บให้ถึงสายไฟด้านใน)					
2	มัดชุดสายไฟตามรูปด้วยเคเบิ้ลไทร์ โดยมัดรวมเข้าติดกับชุดสายไฟของรถยนต์					
3	ใส่ท่อหด แล้วฝั่งที่ไปกล่อง ECU ต่อเข้ากับขั้วกับสายไฟสีเขียวใส่ท่อหดให้เรียบร้อย บัดกรีแล้วเลื่อนท่อหดมาตรงที่บัดกรีแล้วใช้โบล์					
	ร้อนเป่าแล้วเก็บสายไฟให้เรียบร้อย					
	เวลารวม		0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx
PROCESS NAME	Statin E2	PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	เก็บสายไฟ	PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน				หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	ประแจเบอร์ 10 , ตัวT เบอร์ 10 , หัวแร้ง,เทปพันสายไฟ,			ผู้จัดทำ	
หน้าที่	2/3 32/33			ผู้ฝึกอบรม	

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
4	ใส่เฟล็กเก็บสายไฟชุดหัวฉีดก๊าซ และ P1 แล้วพันเทป พันสายไฟให้เรียบร้อยพันให้สุดสายไฟ โดยระยะในการใส่เฟล็กเป็นดังภาพ				เพื่อความสวยงามและเป็นระเบียบเรียบร้อย	
	โดยต้องเก็บให้เรียบร้อยและสวยงามดังรูป					
5	แล้วยึดด้วยแคลมป์ Norma No. 22 ยึดน็อตเบอร์ 10 แล้วขันให้แน่น แล้วใช้เคเบิ้ลไทล์รัดเก็บสายไฟให้เรียบร้อย			ระยะ A = 23 cm. , ระยะ B = 3 cm. , ระยะ C = 6 cm. และระยะ D = 6.5 cm.		
6	ตัดสายเคเบิ้ลไทล์ที่สายที่เดินออกมาแล้วเก็บเศษที่ตัดให้เรียบร้อย			เฟล็กขนาด 7 mm. เฟล็กขนาด 10 mm. เฟล็กขนาด 15 mm. แคลมป์ Norma No. 22		
7	ใส่เฟล็กเก็บสายไฟชุดขั้วแบตเตอรี่และรีเลย์+ฟิวส์แล้วใช้เทปพันสายไฟเก็บให้เรียบร้อยแล้วใช้คีมย้ำ(ต่อแผ่นต่อไป)			ควรเก็บสายไฟให้เรียบร้อย	เพื่อความสวยงามและเป็นระเบียบเรียบร้อย	เทปพันสายไฟ,เฟล็ก 8 mm=1.5m , 100m=1m,15mm=1m
				ควรย้ำสายไฟให้แน่นระวังหลุด	ถ้าหลุดวงจรจะไม่ทำงาน	กรรไกร , เทปพันสายไฟ คีมย้ำสายไฟ
	เวลารวม		0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx จำกัด

	ใบมาตรฐานการทำงาน (Standard Operation Procedure; SOP)				DOC NO.: SOP-xxxx	
PROCESS NAME	Statin E2		PRODUCT NAME: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	DATE (ORGI): 19-06-2009	ครั้งที่แก้ไข	02
งานที่ระบุชื่อ	เก็บสายไฟ		PRODUCT NO.: xxxxxxx	DATE (REV): 04-01-2010	MANAGER	
อุปกรณ์ป้องกัน					หัวหน้าแผนก	
เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้	ประแจเบอร์ 10 , ตัวT เบอร์ 10 , หัวแร้ง,เทปพันสายไฟ,				ผู้จัดทำ	
หน้าที่	3/3	33/33			ผู้ฝึกอบรม	

No.	ขั้นตอนหลัก	ภาพประกอบ	เวลา(วินาที)	ข้อควรระวัง/จุดสำคัญ	เหตุผล	อุปกรณ์ที่ใช้
8	บัดกรีให้เรียบร้อยแล้วแล้วเลื่อนท่อหดมาตรงที่บัดกรีแล้วเป่าด้วยโบล์ร้อนให้ท่อหดรัดสายไฟให้แน่นแล้วเก็บสายไฟให้เรียบร้อย					
9	ยึด Support ฟิวส์+รีเรย์ เข้ากับรถ ควรวัดค่าทอร์ค ให้อยู่ที่ 4-6 N.m แล้วเสียบ Socket รีเลย์เข้ากับรีเลย์+ขาฟิวส์ 15แอมป์ เส้นใหญ่			ควรขันให้ได้ตามค่าทอร์คที่กำหนด	เพื่อยึดให้แน่น	ประแจทอร์ค , ลูกบล๊อคเบอร์
	5 แอมป์ เส้นเล็กแล้วขัน ขั้วสายสีแดงเข้ากับขั้วบวกแบตเตอร์รี่ สีดำเข้ากับขั้วลบของแบตเตอร์รี่					
10	ดึงสายไฟกลับเข้าไปในตัวรถและเสียบสายไฟ Solenoid โดยต้องให้ปลั๊ก Solenoid หันไปทางด้านซ้าย (มองจากหน้ารถเข้าไป)			ควรดึงสายไฟเบาและต้องให้ปลั๊กสายไฟ Solenoid หันไปในทิศทางนี้เท่านั้นและมัดเก็บหลังชุดหัวเติมให้ติดกับสาย MAP หม้อต้ม	เพื่อป้องกันสายไฟขาดและป้องกันการเติมแก๊สแล้วหัวเติมแก๊สไปโดนสายไฟชุดดังกล่าวเนื่องจากจะทำให้ระบบไม่ตัดเป็นแก๊ส	ตัวดึงสาย
11	ยิงซีลิโคนอุดรูสายไฟ ให้เรียบร้อย			อุดให้แน่นหนา	เดี๋ยวลมหรือฝุ่นเข้าไปในตัวรถ	ปืนยิงซิลิโคน
13	ตรวจสอบหน้าเกจเพื่อดูว่าเกจลดหรือไม่					
13	เลื่อนรถไปยังสถานี QC					
	เวลารวม		0.00			

● เป็นสัญลักษณ์พิเศษ หมายถึงจุดนี้คือ Q-Point

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอภิญญา ตากสกุล เกิดวันที่ 27 ธันวาคม 2527 อายุ 25 ปี เป็นบุตรคนที่ 1 จาก 2 คน ของนายประจวบและนางธนวรรณ ตากสุกล สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนหอวัง สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ปีการศึกษา 2549 และเข้าศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในภาคต้น ปี พ.ศ.2549 ปัจจุบันทำงานในตำแหน่งผู้จัดการแผนกติดตั้งก๊าซรถยนต์ ของบริษัทกรณีศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย