สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS16949

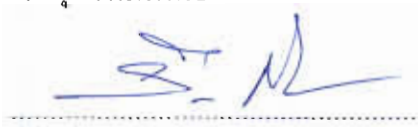
อนวัฒน์ บุญเจริญ

31 ส.ค. 2559
365500 TH ∞ L4525

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ตุลาคม 2555
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ อนวัฒน์ บุญเจริญ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์



.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ)

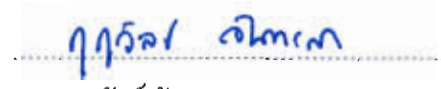
คณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ)

.....กรรมการ

(ตร. จักรวาล คุณะดิลก)



.....กรรมการ

(ดร. ฤภูวัลย์ จันทรสา)

คณะวิศวกรรมศาสตร์อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ตร. อาณัติ ดีพัฒนา)

วันที่ 26 เดือน ตุลาคม พ.ศ 2555

ประกาศคุณูปการ

งานนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความอนุเคราะห์ช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์ ผู้ซึ่งกรุณาให้คำปรึกษาและข้อแนะนำต่าง ๆ มาโดยตลอดระยะเวลาของการศึกษาวิจัย รวมถึงยังได้สละเวลาในการตรวจทาน แก้ไขงานนิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ รวมถึงคณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ทุกท่านอันประกอบไปด้วย ดร. จักรวาล คุณะดิลก และ ดร. ฤภูวัลย์ จันทรสา ที่ได้กรุณาให้ข้อแนะนำที่เป็นประโยชน์แก่การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณชัยวัฒน์ ลิ้มตระกูล ผู้จัดการโรงงาน, ทีมงานในการจัดทำการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ทุก ๆ ท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการทำงาน ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมไปถึงพนักงานฝ่ายผลิตและพนักงานตรวจสอบคุณภาพทุกท่าน ของ บริษัท อินาบา (ประเทศไทย) จำกัด ที่กรุณา ให้คำปรึกษา ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดียิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้งานนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้จัดทำโครงงานวิจัย ต้องขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงคือ บิดา และมารดา ซึ่งให้กำลังใจ ให้ความสนับสนุนในทุก ๆ เรื่องของผู้วิจัย เสมอมา และสิ่งที่สำคัญที่สุด ซึ่งเป็นกำลังใจให้มีความพยายามในการดำเนินการวิจัย มาโดยตลอดคือ ภรรยา ลูกชาย และลูกสาว ทางผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่ บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

อนวัฒน์ บุญเจริญ

53920851: สาขาวิชา: วิศวกรรมอุตสาหการ; วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ)
คำสำคัญ: กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์/ ผลิตภัณฑ์ใหม่/ ข้อกำหนด ISO/ TS16949

อนวัฒน์ บุญเจริญ: การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS16949 (A DESIGN OF PRODUCT DEVELOPMENT PROCESS FOR NEW PRODUCT MODEL CERTIFIED WITH ISO/ TS16949.) อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ, M.Eng., 202 หน้า. ปี พ.ศ. 2555.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS16949 และเพื่อควบคุมเวลาการดำเนินการของโครงการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้แล้วเสร็จทันตามเวลาที่ลูกค้ากำหนดไว้ กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่นี้มุ่งเน้นการลดต้นทุนผลิตภัณฑ์และการกำจัดขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม โดยรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และสามารถรองรับการร้องขอจากลูกค้าที่ต้องการปรับเปลี่ยนรูปแบบผลิตภัณฑ์และการขอลดราคาผลิตภัณฑ์ในแต่ละปี การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N โดยทำการศึกษาขั้นตอนต่าง ๆ ของโครงการและควบคุมเวลาในการทำงานให้แล้วเสร็จตามระยะเวลาที่ลูกค้ากำหนดไว้ โดยประยุกต์หลักการบริหารโครงการวิธี PERT และ CPM ในการควบคุมโครงการให้สามารถเสร็จทันตามเวลาเป้าหมายที่บริษัทกำหนดไว้คือ 2 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า ก่อนการปรับปรุง โครงการออกแบบผลิตภัณฑ์ใช้เวลาในการดำเนินโครงการ 28 สัปดาห์ หลังจากการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ และได้การรับรองตามข้อกำหนด ISO/ TS 16949 การดำเนินการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ใช้เวลาดำเนินการ 25 สัปดาห์ ทำให้สามารถลดระยะเวลาการดำเนินการได้ 3 สัปดาห์ หรือเวลาลดลง 10.71%

53920851: MAJOR: INDUSTRIAL ENGINEERING; M.Eng. (INDUSTRIAL ENGINEERING)
KEYWORDS: PRODUCT DEVELOPMENT PROCESS/ NEW PRODUCT MODEL/ CERTIFICATION OF ISO/ TS 16949

ANAWAT BOONCHAROEN: A DESIGN OF PRODUCT DEVELOPMENT PROCESS FOR NEW PRODUCT MODEL CERTIFIED WITH ISO/ TS16949. ADVISOR: THEERAWAT SOMSIRIKARNJANAKOON, M.Eng., 202 P. 2012.

The objective of this research is to design the product development process for the new product model corresponding to the ISO/ TS16949 certification. This study also aims to control the duration of the product development project as required by the customers. The new process proposed in the research was designed with emphasis on the reduction of product cost and non-value added activities, while the product qualities were maintained. In addition, the new process was flexible to the product changed by the customer order and the requisition for annual price reduction. This study designed the product development process for the exhaust gas recirculation pipe modeled EGR Pipe: Ø 25.4x220Lx5N. The project tasks were studied and controlled to finish the project on time as required by the customers or the company finishing time target of 25 days. Project management techniques including PERT and CPM were applied in this study. The results of the study showed that duration of the project before the improvement was 28 weeks, whereas the duration of the project for the new process certified with ISO/ TS16949 was 25 weeks. In other words, 10.71% time reduction was accomplished.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ในการวิจัย 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 5

ระยะเวลาการดำเนินโครงการ 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 5

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

ข้อกำหนดระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS16949 เทคนิคและเครื่องมือที่ใช้ในการทำงาน ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) 8

แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตหรือผังการไหลของกระบวนการ (Process Flow Chart) 15

แผนควบคุมกระบวนการผลิต (QC Process Control Plan หรือ Control Plan) 17

การวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (Advanced Product Quality Planning: APQP Plan) 18

การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบกระบวนการผลิต (Failure Model and Effects Analysis: FMEA) 21

การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis: MSA) 25

ความสามารถของกระบวนการ (Process Capability) 29

การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control: SPC) 32

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	การวางแผนโครงการด้วย PERT และ CPM	35
	การเปรียบเทียบการทำการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ก่อนและหลังได้การรับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949	42
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	43
3	วิธีดำเนินการวิจัย	46
	เหตุผลที่ทำการเลือกผลิตภัณฑ์มาทำการศึกษาและวิจัย	46
	ระบบบริหารงานคุณภาพของบริษัทกรณีศึกษา	50
	แผนผังบริเวณโรงงานของบริษัทฯ กรณีศึกษา	51
	วัตถุดิบและเครื่องจักรที่ใช้ในการทำงานผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe)	53
	ขั้นตอนการทำงานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง	56
	การวางแผนและควบคุมโครงการการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949 ด้วย PERT/ CPM	58
	สรุปผลการทำงาน	76
	ระยะเวลาการดำเนินโครงการ	78
	การวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (APQP Plan)	79
4	ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูล	81
	การติดตามแผนการดำเนินงานย่อยในแต่ละกิจกรรม	81
	กำหนดผู้รับผิดชอบและแต่งตั้งทีมทำงาน (1 สัปดาห์)	81
	ทบทวนความพร้อมและความสามารถในการทำงาน (1 สัปดาห์)	83
	จัดทำเอกสารประกอบการทำงาน (1 สัปดาห์)	86
	มีการจัดทำกิจกรรมวางแผนการผลิต (APQP Plan) (1 สัปดาห์)	105
	ทำการสั่งซื้อ/ ทำ วัตถุดิบ, แม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์, เครื่องมือวัด, เกจ (4 สัปดาห์)	107
	ทำการทดลองการผลิตและจัดส่งให้ลูกค้าอนุมัติใช้งาน (3 สัปดาห์)	108

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	ทำการผลิตแบบปริมาณมากและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (12 สัปดาห์)	119
	มีการจัดทำเอกสารประกอบการทำงาน (12 สัปดาห์)	137
	จัดทำเอกสาร PPAP ส่งให้ลูกค้า (1 สัปดาห์)	151
	ปิดโครงการ (Sign Off) (2 สัปดาห์)	152
	สรุปผลการทำงาน	155
5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	156
	สรุปผลการดำเนินงาน	156
	อภิปรายผลการดำเนินงาน	163
	ข้อเสนอแนะ	165
บรรณานุกรม		168
ภาคผนวก		170
ประวัติย่อของผู้วิจัย		202

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 แสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในผังการไหล (Flow Chart) 17

2-2 แสดงค่า Ppk ที่ใช้ในการควบคุมความผันแปรในกระบวนการตามระบบ ISO/ TS 16945 31

2-3 เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต 44

3-1 ข้อมูลการวางแผนและควบคุมโครงการการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ก่อนได้การรับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 59

3-2 กิจกรรมโครงการการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) 60

3-3 เวลาประมาณของแต่ละกิจกรรม 61

3-4 เวลาเฉลี่ยและความแปรปรวนของแต่ละกิจกรรม 62

3-5 ค่าคาดหมายของเวลาแล้วเสร็จของโครงการการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) 63

3-6 การวิเคราะห์หาวิถีวิกฤตของกิจกรรมที่มีค่าเวลาเป็นศูนย์ 65

3-7 ค่าคาดหมายของเวลาแล้วเสร็จของโครงการการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) (หลังจากการปรับเพิ่มเวลาเป็น 25 สัปดาห์) 68

3-8 แผนการกำหนดผู้รับผิดชอบและแต่งตั้งทีมทำงาน 69

3-9 ทบทวนความพร้อมและความสามารถในการทำงาน 69

3-10 จัดทำเอกสารประกอบการทำงาน 70

3-11 การจัดทำกิจกรรมวางแผนการผลิต (APQP Plan) 71

3-12 ทำการสั่งซื้อ/ ทำ วัตถุดิบ, แม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์ 72

3-13 ทำการทดลองการผลิตและจัดส่งให้ลูกค้าอนุมัติใช้งาน 73

3-14 ทำการผลิตแบบปริมาณมากและควบคุมคุณภาพ 74

3-15 การจัดทำเอกสารประกอบการทำงาน 75

3-16 จัดทำเอกสาร PPAP ส่งให้ลูกค้า 76

3-17 ปิดโครงการ (Sign Off) 76

3-18 สรุปผลการทำงาน (Sign Off) 77

3-19 แผนการดำเนินงานการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) 78

4-1 แผนการกำหนดผู้รับผิดชอบและแต่งตั้งทีมทำงาน (ติดตามผลการทำงาน) 81

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-2 ทบทวนความพร้อมและความสามารถในการทำงาน (ติดตามผลการทำงาน) 83

4-3 จัดทำเอกสารประกอบการทำงาน (ติดตามผลการทำงาน) 86

4-4 ข้อแนะนำสำหรับเกณฑ์การประเมิน FMEA หัวข้อความรุนแรง (ค่า S) 94

4-5 ข้อแนะนำสำหรับเกณฑ์การประเมิน FMEA หัวข้อโอกาสเกิดข้อบกพร่อง (ค่า O) 95

4-6 ข้อแนะนำสำหรับเกณฑ์การประเมิน FMEA หัวข้อการตรวจจับ (ค่า D) 96

4-7 การจัดทำกิจกรรมวางแผนการผลิต (APQP Plan) (ติดตามผลการทำงาน) 105

4-8 ทำการสั่งซื้อ/ ทำ วัตถุดิบ, แม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์ (ติดตามผลการทำงาน) 107

4-9 ทำการทดลองการผลิตและจัดส่งให้ลูกค้าอนุมัติใช้งาน (ติดตามผลการทำงาน) 108

4-10 แสดงขั้นตอนการทำงาน, พนักงานและเวลาการทำงาน (ช่วงทดลองการผลิต) 112

4-11 แสดงผลการตรวจสอบค่า Ppk ของกระบวนการผลิต (มาตรฐานค่า Ppk ≥ 1.67) 116

4-12 ทำการผลิตแบบปริมาณมากและควบคุมคุณภาพ (ติดตามผลการทำงาน) 119

4-13 แสดงขั้นตอนการทำงาน, พนักงานและเวลาการทำงาน
(ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก) 123

4-14 แสดงผลการตรวจสอบค่า Cpk และการร้องเรียนด้านคุณภาพจากลูกค้า 124

4-15 การควบคุมของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เดือนกันยายน ประจำปี 2554 130

4-16 การควบคุมของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เดือนตุลาคม ประจำปี 2554 133

4-17 การควบคุมของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเดือน พฤศจิกายน ประจำปี 2554 135

4-18 การควบคุมเปอร์เซ็นต์ของเสีย (%NG) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ประจำปี 2554 135

4-19 การจัดทำเอกสารประกอบการทำงาน (ติดตามผลการทำงาน) 137

4-20 จัดทำเอกสาร PPAP ส่งให้ลูกค้า (ติดตามผลการทำงาน) 151

4-21 ปิดโครงการ (Sign Off) (ติดตามผลการทำงาน) 152

5-1 การเปรียบเทียบการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ก่อนและหลังได้รับการรับรอง
ระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 157

5-2 ผลลัพท์การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) หลังจากที่ได้รับ
การรับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS16949 158

5-3 การเปรียบเทียบผลการทำงานการ ก่อนและหลังการปรับปรุง 162

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2-1 วงล้อ Deming (PDCA Cycle) 19

2-2 ตัวอย่างรูปทรงของข้อมูลที่แจกแจงแบบเบต้า 37

2-3 การแจกแจงปกติกับระยะเสร็จสิ้นของโครงการ 39

2-4 การคำนวณค่า ES ของกิจกรรม 40

2-5 การคำนวณค่า LF ของกิจกรรม 41

3-1 ลวดถักสแตนเลส (Wire Braid) 47

3-2 ท่อพักของท่อไอเสียรถยนต์ (Car Bellows) 48

3-3 แสดงจุดประกอบชิ้นส่วนของท่อไอเสียรถยนต์ (Car Bellows) 48

3-4 ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N 49

3-5 แสดงจุดใช้งานท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) 50

3-6 ผังโครงสร้างองค์กรของบริษัท ฯ กรณีศึกษา 51

3-7 สแตนเลสที่ใช้ในการผลิต (Stainless Coil) 53

3-8 เครื่องเชื่อมและขึ้นรูปท่อสแตนเลส (Pipe Forming & Welding M/C) 54

3-9 เครื่องตัดท่ออัตโนมัติ (Pipe Automatics Cutting M/C) 54

3-10 เครื่องลบคมท่อสแตนเลส (Pipe Chamfer M/C) 55

3-11 เครื่องปั๊มขึ้นรูปลอนของท่อสแตนเลส (Bellows Forming M/C) 55

3-12 เครื่องทดสอบรอยรั่ว (Leak Test) 56

3-13 แผนภาพเครือข่ายกิจกรรมโครงการการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ก่อนได้การรับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 59

3-14 แผนภาพเครือข่ายเวลาประมาณของแต่ละกิจกรรม 64

3-15 แสดงกำหนดการของกิจกรรมจากการคำนวณแบบ Forward Pass และ Backward Pass ของแต่ละกิจกรรมของโครงการ 66

3-16 แสดงการวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (APQP Plan) 80

4-1 การแต่งตั้งคณะทำงานและดำเนินงาน NEW MODEL 83

4-2 การทบทวนความเป็นไปได้หรือความสามารถในการผลิต 85

4-3 Drawing แบบผลิตภัณฑ์หรือสินค้าของบริษัทฯ กรณีศึกษา 88

4-4 Drawing แบบผลิตภัณฑ์หรือสินค้าของบริษัทฯ กรณีศึกษา 89

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-5 แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต (Process Flow Chart) 90

4-6 แผนควบคุมกระบวนการทำงา (Control Plan: QC Process Control Plan) 92

4-7 การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบที่เกิดขึ้นของกระบวนการผลิต (FMEA) 98

4-8 วิธีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Standard) 103

4-9 วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์หรือมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ (Packing Standard) 104

4-10 การวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (APQP Plan) 106

4-11 แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต (Process Flow Chart: ช่วงทดลองการผลิต) 110

4-12 ผังแสดงกระบวนการผลิต (Production Line Layout) 111

4-13 แบบฟอร์มการตรวจสอบในขั้นตอนการเชื่อมและขึ้นรูปท่อ (Pipe Forming & Welding) 113

4-14 แบบฟอร์มการตรวจสอบในระหว่างกระบวนการผลิต (In-Process Inspection) 114

4-15 แบบฟอร์มการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในขั้นดอนสุดท้าย (Final Inspection) 115

4-16 ผลการตรวจสอบหาค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต (Ppk) 117

4-17 ผลการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Data) 118

4-18 แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต (Process Flow Chart: การผลิตแบบปริมาณมาก) 121

4-19 ผังแสดงกระบวนการผลิตท่อส่งน้ำมันของเครื่องยนต์ (Production Line Layout Process) ในช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production) 122

4-20 ผลการตรวจสอบค่าขีดความสามารถของกระบวนการผลิต (Cpk) เดือนกันยายน ปี 2554 125

4-21 ผลการตรวจสอบค่าขีดความสามารถของกระบวนการผลิต (Cpk) เดือนตุลาคม ปี 2554) 126

4-22 ผลการตรวจสอบค่าขีดความสามารถของกระบวนการผลิต (Cpk) เดือนพฤศจิกายน ปี 2554 127

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-23 การสรุปข้อมูลของเสีย เดือนกันยายน ประจำ ปี 2554 ขั้นตอน Pipe Forming & Cutting 128

4-24 การสรุปข้อมูลของเสีย เดือนกันยายน ประจำ ปี 2554 ขั้นตอน Bellows Forming 129

4-25 การสรุปข้อมูลของเสีย ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสียเดือน กันยายน ปี 2554 129

4-26 การสรุปข้อมูลของเสีย เดือนตุลาคม ประจำปี 2554 ขั้นตอน Pipe Forming & Cutting .. 131

4-27 การสรุปข้อมูลของเสีย เดือนตุลาคม ประจำปี 2554 ขั้นตอน Bellows Forming 132

4-28 การสรุปข้อมูลของเสีย ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสียเดือน ตุลาคม ปี 2554 132

4-29 การสรุปข้อมูลของเสีย เดือนพฤศจิกายน ปี 2554 ขั้นตอน Pipe Forming & Cutting 133

4-30 การสรุปข้อมูลของเสีย เดือนพฤศจิกายน ประจำปี 2554 ขั้นตอน Bellows Forming 134

4-31 สรุปข้อมูลของเสีย ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสียเดือน พฤศจิกายน ปี 2554 134

4-32 กราฟสรุปผลเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นใน ขั้นตอน Pipe Forming & Cutting ปี 2554 136

4-33 กราฟสรุปผลเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอน Bellows Forming ปี 2554 136

4-34 กราฟสรุปผลเปอร์เซ็นต์ของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ปี 2554 136

4-35 แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Process Flow Chart: Mass Production) 138

4-36 แผนควบคุมกระบวนการทำงานช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Control Plan: Mass Production) 140

4-37 การวิเคราะห์ความล้มเหลวของกระบวนการผลิต ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production: FMEA) 143

4-38 ผลการทดสอบความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดของพนักงาน (MSA) 148

4-39 ผลการทดสอบคุณลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์ (MSA) 149

4-40 การวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (APQP Plan: Mass Production) 154

5-1 การใส่ Insert เข้าไปในแม่พิมพ์ (Mold) 165

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

บริษัท ฯ กรณีศึกษา ได้ก่อตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2533 โดยทำการผลิตงานลวดถักสแตนเลส (Wire Braid), ชิ้นส่วนของท่อพักของท่อไอเสียรถยนต์ (Car Bellows) และท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) เป็นต้น เพื่อทำการจัดส่งให้กับผู้ประกอบกิจการผลิตรถยนต์ทั้งภายในและต่างประเทศ ซึ่งมีนโยบายมุ่งมั่นที่จะผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าให้มีคุณภาพสูงขึ้น รวมไปถึงมีการบริการหลังการขาย โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ลูกค้าได้รับความพึงพอใจสูงสุด ดังนั้นทางบริษัท ฯ กรณีศึกษาจึงได้ทำการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) และผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตในปัจจุบัน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความต้องการของลูกค้า

โดยในสถานการณ์ปัจจุบันมีผู้ผลิตจำนวนมากที่จะต้องต่อสู้กับวิกฤตเศรษฐกิจ ทั้งที่เกิดขึ้นจากภัยทางธรรมชาติและต้องแข่งขันกับผู้ผลิตรายอื่น ๆ (คู่แข่งขันทางการตลาด) ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์และประสิทธิภาพของการทำงานอย่างต่อเนื่อง รวมไปถึงกระบวนการหรือขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าอย่างสม่ำเสมอและทันสมัยอยู่ตลอดเวลา เพื่อสามารถทำการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือสินค้ารวมไปถึงการปรับลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิตลงไม่ว่าจะเป็นเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต, การลดจำนวนของเสีย (NG) และส่วนสูญเสีย (Loss) ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต (Process) ทำได้โดยการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้และความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้น รวมไปถึงการใช้วัตถุดิบ (Material) หรือทรัพยากรอื่น ๆ อย่างประหยัดและมีคุณค่าเป็นต้น ส่งผลให้ขีดความสามารถของระบบการผลิตเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถทำการผลิตผลิตภัณฑ์ด้วยต้นทุนที่ต่ำ สอดคล้องกับเป้าหมายของ บริษัท ฯ กรณีศึกษาที่ต้องการเพิ่มยอดขายหรือขยายตลาดมากขึ้น โดยการหาลูกค้ารายใหม่ ๆ ขณะเดียวกันก็ทำการรักษาลูกค้าเดิมไว้และเพื่อตอบสนองต่อการร้องขอให้มีการลดราคาผลิตภัณฑ์ (Cost Down) ซึ่งมีเป็นประจำทุก ๆ ปีและลูกค้ามีความต้องการที่จะปรับเปลี่ยนรูปแบบของผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นบริษัท ฯ กรณีศึกษา จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษาและพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) อย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งและจะต้องดำเนินงานตามข้อกำหนดของระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 ซึ่งเป็นเงื่อนไขหนึ่งของอุตสาหกรรมยานยนต์

บริษัท ฯ กรณีศึกษาดำเนินการเป็นปกติ เมื่อลูกค้าร้องขอให้มีการปรับรูปแบบผลิตภัณฑ์ ดังนั้น บริษัท ฯ กรณีศึกษาจึงได้เลือกผลิตภัณฑ์ ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) เป็นผลิตภัณฑ์นำร่องในการจัดทำ "การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949" เป็นกรณีศึกษาในครั้งนี้ เพื่อแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนหรือกระบวนการผลิตที่ใช้ในการทำงานของแต่ละขั้นตอนที่ได้ทำการออกแบบหรือกำหนดไว้ และกำหนดระยะเวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอน

ถ้าบริษัท ฯ กรณีศึกษา มีความพร้อมในการพัฒนาการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (New Model) อย่างต่อเนื่อง จะสามารถตอบสนองการร้องขอให้มีการปรับเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์จากลูกค้าได้และสามารถนำเสนอแผนงานใหม่ ๆ ให้กับลูกค้าในปัจจุบันและรองรับลูกค้ารายใหม่ได้ การจัดทำโครงการ "การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949 จะใช้ระยะเวลาในการทำโครงการที่รวดเร็วและใช้เวลาน้อยที่สุด ซึ่งจะทำให้ลูกค้าได้รับความพึงพอใจและทำให้ได้เปรียบคู่แข่งขันทางการค้า โดยที่การดำเนินงานสามารถเริ่มดำเนินการได้ทันทีอย่างรวดเร็ว เพื่อที่จะทำให้ลูกค้ารายใหม่ ๆ รวมไปถึงลูกค้าในปัจจุบันได้มั่นใจในส่วนของคุณภาพ, ราคาที่เหมาะสม, การส่งมอบผลิตภัณฑ์หรือสินค้า ตรงตามระยะเวลาที่ลูกค้ากำหนดไว้ รวมถึงการบริการหลังการขาย เป็นต้น

ในแต่ละปีจะมีผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ ๆ หรือรุ่นใหม่ ๆ (New Model) จากลูกค้าในปัจจุบันและรายใหม่ที่ต้องการให้ผลิตจำนวนมากและหลากหลายรุ่น มีวัตถุประสงค์ คือ ต้องการที่จะให้ทำการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (New Model) หรือปรับเปลี่ยนรูปแบบของผลิตภัณฑ์ โดยลูกค้าจะกำหนดขอบเขตของระยะเวลาในการร้องขอผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product Request) โดยขอให้จัดส่งตรงตามระยะเวลาที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งทางบริษัท ฯ กรณีศึกษา จะต้องมีการเตรียมการดำเนินงานทุกขั้นตอนตามข้อกำหนดของระบบบริหารคุณภาพ ISO/TS 16949 เพื่อให้สอดคล้องกับข้อกำหนดที่ 7.1 เรื่อง การวางแผน กระบวนการทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ (Product Realization) และข้อกำหนดที่ 7.3.1 เรื่อง การวางแผนการออกแบบและการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (New Model) เช่น การศึกษาความเป็นไปได้และการทบทวนความสามารถในการผลิต (Feasibility), การแต่งตั้งทีมในการจัดทำผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (New Model), การวางแผนการทำงาน (Production Planning) และการจัดเตรียมความพร้อมในการผลิตทั้งในส่วนของบุคลากร (Human), วัตถุดิบ (Material), ทรัพยากรทางด้านการผลิต เช่น เครื่องจักร (Machine), อุปกรณ์

(Equipment), จิ๊ก (Jig Fixture), แม่พิมพ์ (Mold), เครื่องมือวัด (Instrument), วิธีการทำงาน (Document Method), เอกสารต่าง ๆ สำหรับใช้ในการทำงานและอื่น ๆ เป็นต้น, การทดลองการผลิต (Production Trial), การผลิตผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product) พร้อมทั้งกำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการทำงาน, ผู้รับผิดชอบในการทำงานและคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือสินค้าตัวอย่าง (Quality of Sample Product) โดยดำเนินการตั้งแต่เริ่มต้นของกระบวนการวางแผนการผลิต (Production Control Planning) จนกระทั่งถึงกระบวนการส่งมอบผลิตภัณฑ์หรือสินค้าตัวอย่าง (Sample Product) ให้กับลูกค้า จึงได้นำหลักการบริหารคุณภาพและสถิติต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทั้งในส่วนของการตรวจสอบ/ รับวัตถุดิบ (Material Inspection), การตรวจสอบคุณภาพระหว่างการผลิต (In-Process Inspection), การตรวจสอบขั้นตอนสุดท้าย (Final Inspection) ก่อนที่จะส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้ลูกค้าและจัดทำเอกสาร PPAP ส่งให้ลูกค้าอนุมัติใช้งาน ซึ่งเป็นการรับประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือสินค้า เพื่อสร้างความมั่นใจในการใช้งานผลิตภัณฑ์และความพึงพอใจสูงสุดให้กับลูกค้า โดยมีประเด็นที่ต้องคำนึงถึง ดังต่อไปนี้

1. Quality คุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือสินค้า
2. Cost การบริหารต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการการผลิต
3. Delivery การส่งมอบผลิตภัณฑ์หรือสินค้า
4. Service การบริการหรือการอำนวยความสะดวกในการให้คำแนะนำการใช้งานของผลิตภัณฑ์หรือการบริการหลังการขาย
5. Safety ความปลอดภัยในการทำงานและสุขภาพอนามัยของผู้ปฏิบัติงาน
6. Morale ขวัญและกำลังใจในการทำงาน
7. Environment สิ่งแวดล้อมในการทำงาน
8. Planning การวางแผนการผลิตและติดตามผลการทำงานตามแผนที่กำหนดไว้
9. Operator หรือ Worker พนักงานหรือผู้ปฏิบัติงาน
10. Team New Model ทีมงานหรือคณะที่จัดทำผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (New Model)
11. Communication การสื่อสารจะใช้รูปแบบของเอกสารแจกจ่ายให้กับทุกหน่วยงานภายในองค์กร โดยการนำเอกสารติดบอร์ดประชาสัมพันธ์หรือจัดให้มีการประชุม (Meeting) เพื่อแจ้งข้อมูลข่าวสารให้ทุกคนได้รับทราบ, ติดตามและวัดผลการดำเนินงาน ทุกขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้น

กระบวนการจนกระทั่งจบโครงการและสรุปผลการดำเนินงานทั้งหมด ส่วนการสื่อสารกับลูกค้าหรือบุคคลภายนอกองค์กร เช่น ผู้รับจ้างผลิต (Supplier) เป็นต้น จะใช้รูปแบบของเอกสาร/ บันทึก, Internet (E-Mail), การประชุม (Meeting) เป็นต้น ในการติดต่อสื่อสาร

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อปรับปรุงและพัฒนา การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949 อาจจะรวมไปถึงผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่ทำการผลิตอยู่ในปัจจุบัน โดยทำการศึกษาเพียงผลิตภัณฑ์เดียวจะเพียงพอที่จะอ้างอิงและขยายผลใช้ได้กับผลิตภัณฑ์ รุ่นหรือชนิดอื่น ๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. สามารถควบคุมระยะเวลาในการทำโครงการ การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949 ตรงตามระยะเวลาที่ลูกค้ากำหนดไว้หรือที่ทางบริษัท ฯ กรณีศึกษากำหนดไว้

2. เพื่อทำการลดหรือเปลี่ยนวัสดุ/ วัตถุดิบ (Material) หรือการใช้ทรัพยากร อื่น ๆ ที่ใช้ในการผลิตให้มีต้นทุนที่ถูกลงและกำจัดหรือลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่เกิดคุณค่าหรือที่ไม่ทำให้เกิดประโยชน์ในการผลิตลง โดยคำนึงถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือสินค้า เป็นหลัก

3. การดำเนินงานการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (New Model) กำหนดให้มีรูปแบบและขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจน ถูกต้องตรงตามความต้องการหรือข้อกำหนดของลูกค้าและทำตามมาตรฐานของระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 เพื่อรองรับการตรวจสอบระบบการทำงานจากลูกค้า (Customer Audit) และสถาบันที่ให้การรับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 (Certification Body)

4. เพื่อสามารถทำการพัฒนาหรือปรับเปลี่ยนรูปแบบของผลิตภัณฑ์หรือสินค้า ที่ทำการผลิตอยู่ในปัจจุบันหรือผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (New Model) ให้มีคุณภาพสูงขึ้นโดยใช้ต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่น้อยและต่ำที่สุด เพื่อเตรียมการรองรับการร้องขอปรับลดราคาสินค้าจากลูกค้า (Cost Down)

5. ทำให้ทีมงานหรือผู้ที่ทำงาน การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ที่ยังไม่เคยทำงานนี้มาก่อนสามารถเริ่มดำเนินงานตามขั้นตอนและใช้ระยะเวลาในการทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้

ขอบเขตของการวิจัย

1. ทำการศึกษาการวางแผนและควบคุมระยะเวลาในการทำโครงการ "การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS16949 สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe)" โดยจัดทำตามระยะเวลาที่ลูกค้ากำหนดไว้ หรือที่ทางบริษัท ฯ กรณีศึกษา ตั้งเป้าหมายกำหนดไว้ เพื่อนำไปสู่การแก้ไข/ ปรับปรุงและลดระยะเวลาในการทำโครงการลงและจัดทำเอกสารเอกสารกระบวนการขออนุมัติชิ้นส่วนการผลิต (PPAP Document) จัดส่งให้ลูกค้า เพื่อทำการขออนุมัติใช้ผลิตภัณฑ์หรือสินค้า จากลูกค้า

บริษัท ฯ กรณีศึกษาได้ทำการคัดเลือกโครงการ "การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949" สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N มาทำการวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากลูกค้ามีความต้องการให้ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) การปรับเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์จะมีอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ประมาณ 3 –5 ปี ซึ่งมีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดผลกระทบ, ความรุนแรง และทำให้เกิดอุบัติเหตุในการใช้งานของผลิตภัณฑ์ ทำให้ลูกค้าต้องการที่จะให้มีการพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์อย่างสม่ำเสมอ

ระยะเวลาการดำเนินโครงการ

โดยมีระยะเวลาในการดำเนินงานตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2554 ถึง เดือน ธันวาคม 2554 สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N

นิยามศัพท์เฉพาะ

Organization	= แผนผังโครงสร้างองค์กร
Advanced Product Quality Planning (APQP)	= การวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า
Process Flow Chart	= แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต

Control Plan	= แผนควบคุมกระบวนการทำงาน
Planning	= การวางแผนและควบคุมกระบวนการผลิต
Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)	= การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบเกิดขึ้นของกระบวนการผลิต
Production Part Approval Process (PPAP)	= กระบวนการขออนุมัติชิ้นส่วนการผลิต
Part Submission Warrant (PSW)	= การรับรองการยอมรับชิ้นส่วนในการผลิต
Measurement System Analysis (MSA)	= การวิเคราะห์ระบบการวัด
Quality Control (QC)	= การควบคุมคุณภาพ
Quality Assurance (QA)	= การรับประกันคุณภาพ
Statistical Process Control (SPC)	= การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ
Seven QC Tools (7 Tools)	= เครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 ชนิด
Quality Target	= เป้าหมายคุณภาพ
Production Process	= กระบวนการหรือขั้นตอนการผลิต
Inspection Standard	= วิธีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์
Packing Standard	= วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์
Mill Sheet (Material Certificate)	= ใบรับรองคุณสมบัติของวัตถุดิบ
Drawing	= แบบสินค้า
Lay Out Inspection	= การตรวจสอบขนาด (Specification) ทุกจุดที่อยู่ในแบบสินค้า
Feasibility	= การศึกษาความเป็นไปได้และทบทวนความสามารถในการผลิต
Control Chart	= แผนภูมิควบคุม
First Stage Quality Control	= การควบคุมคุณภาพและรับประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 100 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงระยะเวลา 3 เดือนแรกของการผลิตผลิตภัณฑ์
Mass Production	= การผลิตแบบปริมาณมาก
New Model	= การผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่

Certification Body : CB	= สถาบันที่ให้การรับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949
Supplier Contact List	= รายชื่อของผู้ผลิตที่ต้องการจะติดต่อ
Corrective Action	= การปฏิบัติการแก้ไขปัญหา
Preventive Action	= การปฏิบัติการป้องกันปัญหา

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่อง "การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS16949" บริษัท ฯ กรณีศึกษา จึงได้เลือกผลิตภัณฑ์ สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) เป็นผลิตภัณฑ์นำร่องในการจัดทำ การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) เพื่อให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949 สำหรับผู้ประกอบกิจการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ซึ่งมีทฤษฎีและรายละเอียดในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

ข้อกำหนดระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS16949 เทคนิคและเครื่องมือที่ใช้ในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model)

1. ข้อกำหนดที่ 7.1 เรื่อง การวางแผนกระบวนการทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ (Product Realization) องค์กรต้องวางแผนและพัฒนากระบวนการที่จำเป็นสำหรับกระบวนการทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ (Product Realization) การวางแผนกระบวนการทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ (Product Realization) ต้องสอดคล้องกับข้อกำหนดของกระบวนการอื่น ๆ ของระบบบริหารคุณภาพ การวางแผนกระบวนการทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ (Product Realization) องค์กรต้องกำหนดสิ่งต่อไปนี้ตามความเหมาะสม (กิตติพงศ์ จิรวัสวงศ์, 2553)

1.1 วัตถุประสงค์คุณภาพและข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์

1.2 จัดทำกระบวนที่จำเป็น เอกสารและจัดหาทรัพยากรสำหรับแต่ละผลิตภัณฑ์

1.3 กิจกรรมการทวนสอบ, การยืนยันผล, การเฝ้าติดตาม, การวัด, การตรวจสอบและการทดสอบ ซึ่งจำเป็นและจำเพาะสำหรับผลิตภัณฑ์และเกณฑ์การยอมรับผลิตภัณฑ์

1.4 บันทึกที่จำเป็น เพื่อแสดงว่ากระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ เป็นไปตามข้อกำหนด

ผลลัพธ์ของการวางแผน ต้องอยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกับวิธีการดำเนินการขององค์กร

2. ข้อกำหนดที่ 7.2.2.2 เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตขององค์กร (Organization Manufacturing Feasibility) องค์กร ต้องสืบสวน, ยืนยัน และจัดทำเป็นเอกสารในการศึกษาความเป็นไปได้ ในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ได้เสนอไปในกระบวนการทบทวนข้อตกลงรวมทั้งการวิเคราะห์ความเสี่ยง (กิตติพงศ์ จิรวัสวงศ์, 2553)

3. ข้อกำหนดที่ 7.3.1 เรื่อง การออกแบบและการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือสินค้า (New Model) องค์กรต้องวางแผนและควบคุมการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ในระหว่างการวางแผนการออกแบบและการพัฒนา ต้องกำหนดดังนี้

3.1 ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนา

3.2 การทบทวน, การทวนสอบ และการรับรองที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบและพัฒนา

3.3 ความรับผิดชอบและอำนาจสำหรับการออกแบบและการพัฒนา

องค์กร ต้องจัดการให้มีการประสานงาน ระหว่างกลุ่มที่เกี่ยวข้องในการออกแบบและพัฒนาเพื่อให้มั่นใจว่าการสื่อสารระหว่างกลุ่มมีประสิทธิผลและมอบหมายหน้าที่ไว้อย่างชัดเจน ผลของการวางแผน ต้องถูกปรับปรุงให้ทันสมัยอย่างเหมาะสม เช่น การติดตามความคืบหน้าของการออกแบบและพัฒนาเทียบกับแผน (กิตติพงศ์ จิรวัสวงศ์, 2553)

4. ข้อกำหนดที่ 7.3.1.1 เรื่อง การมุ่งใช้แนวความคิดจากหลายฝ่าย (Multidisciplinary Approach) องค์กร ต้องใช้ความคิดจากหลาย ๆ ฝ่าย ในการจัดเตรียมแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ (กิตติพงศ์ จิรวัสวงศ์, 2553)

4.1 การพัฒนา/ สรุปและเฝ้าติดตามคุณลักษณะพิเศษ (SC)

4.2 พัฒนาและทบทวน FMEAs รวมทั้งกิจกรรมการลดความเสี่ยงอันตรายและ

4.3 พัฒนาและทบทวนแผนควบคุม

หมายเหตุ: การมุ่งใช้แนวความคิดจากหลายฝ่าย ประกอบด้วยบุคคลจาก ฝ่ายออกแบบ, ฝ่ายผลิต, ฝ่ายวิศวกรรม, ฝ่ายคุณภาพ, ฝ่ายผลิต หรือบุคคลอื่นตามความเหมาะสม

5. ข้อกำหนดที่ 7.3.2.3 เรื่อง คุณลักษณะพิเศษ (Special Characteristics) องค์กร ต้องใช้วิธีการที่เหมาะสมในการระบุคุณลักษณะพิเศษ (กิตติพงศ์ จิรวัสวงศ์, 2553)

5.1 ระบุคุณลักษณะพิเศษทุกตัวใน Control Plan

5.2 สอดคล้องกับคำนิยามเฉพาะและสัญลักษณ์ที่ลูกค้าใช้

5.3 ระบุเครื่องหมายคุณลักษณะพิเศษของลูกค้าหรือเครื่องหมายเทียบเท่าขององค์กร หรือทำเครื่องหมายที่ระบุว่าขั้นตอนกระบวนการนั้นมีผลกระทบต่อคุณลักษณะพิเศษในเอกสารการควบคุมกระบวนการ ซึ่งรวมทั้งแบบของลูกค้า, FMEAs, แผนควบคุม และคำสั่งสำหรับผู้ปฏิบัติงาน

6. ข้อกำหนดที่ 7.3.3.1 เรื่อง ผลลัพธ์ที่ได้จากการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design Output) ผลจากการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Output) จะต้องแสดงในรูปแบบที่สามารถทวนสอบและยืนยัน ตรงกับข้อกำหนดของข้อมูลนำเข้า (Input) ผลจากการออกแบบผลิตภัณฑ์ จะต้องรวมถึง

6.1 Design FMEA, ผลลัพธ์ของค่าที่เชื่อถือได้

6.2 คุณลักษณะพิเศษของผลิตภัณฑ์และข้อกำหนดเฉพาะ

6.3 การใช้ การป้องกันความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ ตามความเหมาะสม

6.4 คำจำกัดความของผลิตภัณฑ์ รวมทั้ง Drawing หรือข้อมูลทางคณิตศาสตร์

6.5 ผลการทบทวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ (กิตติพงศ์ จิรวัสวงศ์, 2553)

7. ข้อกำหนดที่ 7.3.6.3 เรื่อง กระบวนการอนุมัติผลิตภัณฑ์ (Product Approval Process) องค์กร ต้องปฏิบัติให้สอดคล้องกับกระบวนการการอนุมัติผลิตภัณฑ์และกระบวนการการผลิตที่ยอมรับโดยลูกค้า (PPAP) (กิตติพงศ์ จิรวัสวงศ์, 2553)

หมายเหตุ: การอนุมัติผลิตภัณฑ์ ควรจะกระทำหลังจากการทวนสอบกระบวนการผลิต

8. ข้อกำหนดที่ 7.5.1.1 เรื่อง แผนควบคุม (Control Plan) องค์กร

8.1 จัดทำแผนควบคุม ในระดับของระบบ, ระบบย่อย, ชิ้นส่วนประกอบหรือวัสดุ สำหรับสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิต, รวมทั้งกระบวนการผลิตที่ผลิตวัสดุประเภท Bulk Material (วัสดุที่ไม่มีรูปร่างแน่นอน)

8.2 มีแผนควบคุม สำหรับ Pre-Launch และ Production ที่เป็นผลมาจาก Output ของ Design FMEA และ Process FMEA (กิตติพงศ์ จิรวัสวงศ์, 2553)

แผนควบคุม

- ระบุรายการควบคุมที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการ
- ระบุวิธีสำหรับการเฝ้าติดตามการควบคุมลักษณะพิเศษทั้งที่ระบุจากลูกค้าและองค์กร รวมทั้งข้อมูลที่ลูกค้าต้องการในแผนควบคุม (ถ้ามี)
- ระบุแผนการตอบสนอง (ดู 8.2.3.1) เมื่อกระบวนการเริ่มไม่มีเสถียรภาพหรือไม่มีความสามารถทางด้านสถิติ

แผนควบคุม ต้องถูกทบทวนและ Update ตามความเหมาะสม เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่มีผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์, กระบวนการผลิต, การวัด, การจัดส่ง, แหล่งวัตถุดิบ หรือ FMEA

หมายเหตุ: อาจจะต้องการให้ลูกค้าอนุมัติรับรองแผนควบคุม หลังจากการทบทวนและ Update

9. ข้อกำหนดที่ 7.5.1.2 เรื่อง เอกสารวิธีการปฏิบัติงาน (Work Instructions) องค์กรต้องจัดทำเอกสารวิธีการปฏิบัติงานสำหรับพนักงาน ทั้งหมดที่รับผิดชอบในการปฏิบัติงานที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เอกสารเหล่านี้ ต้องสามารถหยิบใช้ได้สะดวก ณ จุดปฏิบัติงาน วิธีการปฏิบัติงานเหล่านี้ ต้องพัฒนามาจากแหล่งข้อมูลที่ที่เหมาะสม เช่น แผนคุณภาพ,

แผนควบคุม และกระบวนการทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ (Product Realization) (กิตติพงศ์ จิรวัสวงศ์, 2553)

10. ข้อกำหนดที่ 7.6.1 เรื่อง การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis) องค์กร ต้องใช้กลวิธีทางสถิติที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ความผันแปรของค่าวัดของเครื่องมือวัดแต่ละประเภทและระบบของอุปกรณ์การทดสอบ ต้องประยุกต์ใช้ข้อกำหนดนี้กับระบบการวัดที่ระบุในแผนควบคุม วิธีการวิเคราะห์และเกณฑ์การยอมรับที่ใช้ ต้องสอดคล้องกับวิธีการในคู่มือการวิเคราะห์ระบบการวัดที่ลูกค้าใช้อ้างอิง วิธีการวิเคราะห์และเกณฑ์การยอมรับอื่น ๆ สามารถนำมาใช้ได้หลังจากที่ได้รับการอนุมัติจากลูกค้าแล้ว (กิตติพงศ์ จิรวัสวงศ์, 2553)

11. ข้อกำหนดที่ 8.1.1 เรื่อง การระบุการใช้เครื่องมือทางสถิติ (Identification of Statistical Tools) องค์กร ต้องกำหนดเครื่องมือทางสถิติที่เหมาะสมสำหรับแต่ละกระบวนการในระหว่างการทำการวางแผนคุณภาพล่วงหน้าและระบุไว้ในแผนควบคุม (กิตติพงศ์ จิรวัสวงศ์, 2553)

12. ข้อกำหนดที่ 8.1.2 เรื่อง ความรู้ในหลักการทางสถิติเบื้องต้น (Knowledge of Basis Statistical Concepts) พนักงานต้องมีความรู้และนำหลักการทางสถิติเบื้องต้น เช่น ความผันแปร การควบคุมความสามารถของกระบวนการและการปรับค่าเกินมาใช้อย่างทั่วทั้งองค์กร (กิตติพงศ์ จิรวัสวงศ์, 2553)

13. ข้อกำหนดที่ 8.2.3.1 เรื่อง การเฝ้าติดตามและวัดกระบวนการผลิต (Monitoring and Measurement of Manufacturing Processes) องค์กรต้องมีการศึกษากระบวนการ ในทุกกระบวนการการผลิตใหม่ (รวมถึงการประกอบหรือลำดับการผลิต) เพื่อทวนสอบความสามารถของกระบวนการและมีการจัดเตรียมข้อมูลเพิ่มเติมในการควบคุมกระบวนการผลลัพธ์ของการศึกษากระบวนการ ต้องจัดทำเป็นเอกสารที่เป็นข้อกำหนดเฉพาะที่ใช้สำหรับการผลิต, การวัดและทดสอบ, และวิธีปฏิบัติในการบำรุงรักษา เอกสารเหล่านี้ ต้องครอบคลุมถึง วัตถุประสงค์สำหรับความสามารถของกระบวนการการผลิต, ความเชื่อถือได้, ความสามารถในการซ่อมแซม, ความสามารถในการเรียกใช้งานและกฎเกณฑ์ในการยอมรับ

องค์กรต้องรักษาความสามารถของกระบวนการผลิตหรือสมรรถนะ ตามข้อกำหนดกระบวนการอนุมัติชิ้นส่วน (PPAP) ของลูกค้า องค์กร ต้องมั่นใจว่าได้นำ Control Plan และผังการไหลของกระบวนการไปใช้รวมถึงเรื่องที่เกี่ยวข้องดังนี้ (กิตติพงศ์ จิรวัสวงศ์, 2553)

13.1 เทคนิคในการวัด, แผนการสุ่ม, เกณฑ์การยอมรับ

13.2 แผนปฏิบัติการ เมื่อผลการวัดไม่ได้ตามเกณฑ์ที่ยอมรับ

เมื่อมีเหตุการณ์ที่มีนัยสำคัญ เกิดขึ้นในกระบวนการ เช่น มีการเปลี่ยนเครื่องมือ, ซ่อมเครื่องจักร เป็นต้น จะต้องบันทึกลงบน Control Chart (แผนภูมิควบคุม)

14. ข้อกำหนดที่ 8.2.4.1 เรื่อง การตรวจสอบทุกมิติและการทวนสอบการทำงาน (Layout Inspection and Functional Testing) องค์กร ต้องทำการตรวจสอบมิติทั้งหมดและทวนสอบการทำงานตามมาตรฐานทางวิศวกรรมของลูกค้าและมาตรฐานสมรรถนะกับแต่ละผลิตภัณฑ์ตามที่ระบุไว้ในแผนควบคุม ผลการตรวจสอบ ต้องมีพร้อมที่จะแสดงให้ลูกค้า ทบทวน หมายเหตุ : การตรวจสอบทุกมิติจะเสร็จสิ้น ก็ต่อเมื่อได้วัดขนาดของผลิตภัณฑ์ทุกมิติ ตามที่แสดงในบันทึกการออกแบบ (Drawing) (กิตติพงศ์ จิรวัสวงศ์, 2553)

15. รายละเอียดและเอกสารที่เกี่ยวข้องในการการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) มีดังต่อไปนี้

15.1 Drawing แบบสินค้า ที่รับมาจากลูกค้าที่ต้องการให้ผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (New Model) โดยใน Drawing จะระบุรายละเอียดให้ครบ เช่น วัตถุดิบที่ใช้ (Material), ค่าพิกัดความเผื่อ (Tolerance), รายละเอียดในการตรวจสอบ (Detail of Inspection) เป็นต้น

15.2 Organization Chart ผังโครงสร้างองค์กร ซึ่งจะระบุหน่วยงานต่าง ๆ ภายในองค์กร และตำแหน่ง หน้าที่รับผิดชอบในการทำงานของทุก ๆ หน่วยงาน เป็นต้น

15.3 Supplier Contact List รายชื่อของผู้ผลิต ที่ต้องการจะติดต่อ

15.4 Process Flow Chart แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตหรือผังการไหลของกระบวนการคือการแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานย่อย ๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

15.5 QC Process Control Plan หรือ Control Plan แผนควบคุมกระบวนการผลิตหรือการทำงานและรายละเอียดของการทำงานในการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าของแต่ละกระบวนการผลิตหรือขั้นตอนการผลิต

15.6 Part Submission Warrant (PSW) ใบรับรองการยอมรับชิ้นส่วนในการผลิต เอกสารที่ใช้ในการระบุ เหตุผลในการพิจารณาการยอมรับ (Approved) หรือ ปฏิเสธ (Reject) การขออนุมัติผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (New Model) จากลูกค้า โดยจะทำการพิจารณาจากเอกสารทั้งหมดที่ทำการยื่นขออนุมัติรวมไปถึงการจัดส่งผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานตัวอย่าง (Sample Product) ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งในเอกสาร PPAP ที่จะส่งมอบให้ลูกค้า ทำการอนุมัติ

15.7 Inspection Standard วิธีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือสินค้า เอกสารมาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือสินค้า ซึ่งจะระบุเครื่องมือวัด ที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ (Equipment/ Instrument), การระบุขนาดและรายละเอียดในการทำงาน (Specification), รายละเอียดในการตรวจสอบตาม Drawing ที่ระบุไว้หรือที่ลูกค้ากำหนดมาให้,

ค่าพิกัดความเผื่อ (Tolerance), คุณลักษณะพิเศษหรือจุดควบคุมพิเศษ (Special Characteristic: SC), ความสำคัญของผลิตภัณฑ์ หรือสินค้า (Rank), การตรวจสอบคุณลักษณะภายนอก (Appearance Check) เป็นต้น

15.8 Packing Standard วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์หรือมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ ซึ่งลูกค้าจะเป็นผู้กำหนดรูปแบบหรือมาตรฐานการบรรจุผลิตภัณฑ์หรือสินค้า โดยทำการติดป้ายชื่อแสดงผลิตภัณฑ์หรือสินค้า (Tag Label) ที่กล่องบรรจุผลิตภัณฑ์หรือสินค้า ซึ่งจะระบุรายละเอียดดังต่อไปนี้ ชื่อของผลิตภัณฑ์หรือสินค้า (Product Name), หมายเลขของผลิตภัณฑ์หรือสินค้า (Production No), จำนวนของผลิตภัณฑ์หรือสินค้า (Product Quantity), ผลการตรวจสอบคุณภาพ (QC Acceptance), ระบุวันที่และผู้ที่รับผิดชอบในการบรรจุผลิตภัณฑ์หรือสินค้า, หมายเลขล็อตของการผลิต (Lot No.) เป็นต้น

การกำหนดลักษณะของบรรจุภัณฑ์หรือกล่องบรรจุผลิตภัณฑ์หรือสินค้า มีดังต่อไปนี้

1) Plastic Box (Poly Box) : กล่องพลาสติกตามมาตรฐานทั่วไป
2) Paper Box : กล่องกระดาษสำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์หรือสินค้า
3) Corrugate Plastic Box : กรณีที่ขนาดกล่องพลาสติกตามมาตรฐานทั่วไปไม่มีให้ใช้ Corrugate Plastic Box แทนซึ่งสามารถกำหนดขนาดตามที่ต้องการได้
4) Moving Rack : ทำด้วยเหล็ก หรือ Plastic มีล้อพร้อมขอเกี่ยวสำหรับลากและมีพื้นที่สามารถวางซ้อนกันได้

การกำหนดน้ำหนักของบรรจุภัณฑ์หรือกล่องบรรจุสินค้า ตามมาตรฐานทั่วไป

1) กรณีที่บรรจุภัณฑ์หรือกล่องบรรจุผลิตภัณฑ์หรือสินค้า เป็น Paper Box, Plastic Box หรือ Corrugated Plastic Box น้ำหนักรวมทั้งหมดไม่ควรเกิน 15 กิโลกรัม ต่อกล่อง (ตามความต้องการของลูกค้าหรือตามมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงาน)

2) กรณีที่บรรจุภัณฑ์หรือกล่องบรรจุผลิตภัณฑ์หรือสินค้า เป็น Moving Rack หรือ Pallet น้ำหนักรวมทั้งหมดไม่ควรเกิน 1,000 กิโลกรัม (ตามความต้องการของลูกค้าหรือตามมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงาน)

15.9 Mill Sheet (Material Certificate) การรับรองการตรวจสอบชนิด/ ขนาดของวัตถุดิบหรือใบรายงานผลการตรวจสอบคุณสมบัติของวัตถุดิบ ซึ่งทางผู้ผลิต (Supplier) ทำการส่งมอบให้ทุก ๆ ครั้งที่มีการจัดส่งวัตถุดิบ (Material) ซึ่งในรายละเอียดจะบอกคุณสมบัติของวัตถุดิบหรือรายละเอียดขนาดของวัตถุดิบ (Material Specification) และจะบอกคุณสมบัติส่วนผสมของ

วัตถุดิบ เช่น ส่วนผสมทางเคมี หรือทางกล เป็นต้น โดยนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานต่าง ๆ เช่น JIS, AISI เป็นต้น

15.10 Material Test Report ผลการทดสอบคุณสมบัติของวัตถุดิบจากสถาบันที่ได้รับรองโดยองค์การนานาชาติ, หน่วยงานเอกชนหรือหน่วยงานของราชการที่ให้บริการตรวจสอบคุณสมบัติของวัตถุดิบ เช่น SGS, TGI (Thai-German Institute) หรือสถาบันยานยนต์ เป็นต้น โดยมีข้อกำหนดของสารต้องห้ามคือ สารที่มีผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมค่อนข้างรุนแรงมีทั้งหมด 4 ชนิด ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ ที่ส่งออก (Export) ไปยังกลุ่มประเทศยุโรปหรือภายในประเทศ ในปริมาณที่ควบคุมหรือห้ามไม่ให้มีค่าเกินข้อกำหนดหรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ เช่น

- Pb , Hg , Cr $<$ 1,000 ppm (0.01 %) ของเนื้อสารนั้น
- Cd $<$ 100 ppm (0.1 %) ของเนื้อสารนั้น

สารต้องห้ามทั้ง 4 ชนิดประกอบไปด้วย

1. สารตะกั่ว (Lead: Pb)
2. สารปรอท (Mercury: Hg)
3. สารแคดเมียม (Cadmium: Cd)
4. สารโครเมียม (Chromium: Cr)

15.11 Advanced Product Quality Planning (APQP) การวางแผนคุณภาพ ผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า

15.12 Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) การวิเคราะห์ความล้มเหลว และผลกระทบกระบวนการผลิต

15.13 Measurement System Analysis (MSA) การวิเคราะห์ระบบการวัด เป็นการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในระบบการวัด

15.14 Process Capability ความสามารถของกระบวนการ

15.15 Initial Sample Parts ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างคือ ผลิตภัณฑ์ที่จะต้องนำเสนอให้ทางลูกค้าได้ทำการอนุมัติใช้ก่อนเริ่มการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production) ตรงตามจำนวนที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งจะต้องมีเอกสาร Inspection Data หรือ Check Sheet (ทำการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง โดยอ้างอิงจากมาตรฐานการตรวจสอบผลิตภัณฑ์: Inspection Standard) และทำการติดป้ายชี้บ่ง (Tag Label) แนบมาพร้อมกับผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product) โดยทั่วไปแล้วจะส่งผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product) ให้ลูกค้าจำนวนประมาณ 5 ชิ้น หรือมากกว่านั้นขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า เพื่อนำไปทดสอบหรือตรวจสอบ และทำการอนุมัติการใช้งานผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product) กรณีที่ลูกค้าอนุมัติให้ใช้งานแล้ว ทางลูกค้าจะ

จัดเก็บผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product) ไว้ที่ลูกค้า จำนวน 3 ชิ้น และส่งกลับคืนให้ทางผู้ผลิต ทำการจัดเก็บจำนวน 2 ชิ้น โดยจะต้องมีการเซ็นต์ชื่ออนุมัติใช้และระบุวันที่ ที่ทำการอนุมัติให้ใช้งานและจะต้องทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product) ไว้อย่างดี ในกรณีที่พบปัญหาด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งจากลูกค้าหรือจากผู้ผลิต ซึ่งไม่สามารถตัดสินใจหรือตกลงกันได้ ให้นำผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product) ที่ทำการอนุมัติแล้วมาทำเป็นชิ้นงานตัวอย่าง (Limit Sample) เพื่อใช้ในการตัดสินใจและยุติปัญหาด้านคุณภาพที่เกิดขึ้น

15.16 Lay Out Inspection การตรวจสอบขนาด (Specification) รายละเอียดของผลิตภัณฑ์หรือสินค้า ทุก ๆ จุดที่อยู่ในแบบสินค้า (Drawing) หรือจุดที่ลูกค้ากำหนด เพื่อเป็นการรับประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่ทำการผลิต โดยทำการตรวจสอบขนาด (Specification) ทุก ๆ จุดที่อยู่ในแบบสินค้า ตามระยะเวลาที่ลูกค้ากำหนดคือ 1 ปี ตรวจสอบ 1 ครั้ง หรือ ทุก ๆ ล็อต (Lot) ของการผลิต (ขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า) เพื่อทำให้ลูกค้ามั่นใจได้ว่าทั้งแม่พิมพ์ (Mold), จิ๊ก (Jig) และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต อื่น ๆ ยังคงมีสภาพที่เป็นปกติอยู่ในมาตรฐานที่กำหนดไว้

แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตหรือผังการไหลของกระบวนการ (Process Flow Chart)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตหรือผังการไหลของกระบวนการคือ การแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานย่อย ๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เพื่อให้เห็นภาพได้ชัดยิ่งขึ้นและง่ายต่อการจัดการ ประโยชน์ของการใช้ผังการไหลของกระบวนการผลิต คือสามารถกำจัดงานที่ไร้ซึ่งประสิทธิภาพและการผลิตงานที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มออกไปได้และอธิบายลำดับของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าในแต่ละขั้นตอน เราจะใช้ผังการไหลของกระบวนการดังต่อไปนี้

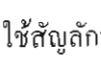
1. เมื่อต้องการแบ่งแยกกิจกรรมการทำงานออกเป็นขั้นตอนย่อย ๆ
2. เมื่อต้องการรวบรวม จัดการและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในกระบวนการทำงานหรือกระบวนการผลิต
3. เมื่อต้องการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการทำงานให้ดีขึ้น

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในผังการไหล (Flow Chart)

การทำงานที่เด่นในกระบวนการผลิตจะมีอยู่ 2 ชนิดด้วยกันคือการปฏิบัติงานและการตรวจสอบงาน มีสัญลักษณ์ดังต่อไปนี้

1.1 การปฏิบัติงานใช้สัญลักษณ์วงกลม ◯ หมายถึง สัญลักษณ์นี้จะบ่งบอกถึง

ขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการผลิตในวิธีการหรือแนวทางการปฏิบัติงาน โดยทั่วไปจะบอกถึงการปรับปรุง/ แก้ไขหรือการเปลี่ยนแปลง รูปแบบของชิ้นส่วน วัสดุ หรือ ผลิตภัณฑ์ ในขณะปฏิบัติงาน เช่น การขันน็อต การเจาะรู การบัดกรี การขึ้นรูปชิ้นงาน การประกอบงาน เป็นต้น

1.2 การตรวจสอบ ใช้สัญลักษณ์รูปสี่เหลี่ยม  หมายถึง สัญลักษณ์นี้จะบ่งบอกถึงการตรวจสอบคุณภาพงานหรือการตรวจสอบปริมาณของงาน โดยทั่วไปแล้วเราจะต้องมองเห็นโครงของการปฏิบัติงานให้ละเอียดชัดเจนกว่าการใช้สัญลักษณ์เพียง 2 อันดังกล่าวมาแล้วที่นี้ด้วยเหตุนี้จึงต้องใช้สัญลักษณ์เพิ่มเติมอีก 3 ตัว

1.3 การรอคอย ใช้สัญลักษณ์รูปแอนด์เกต หมายถึง สัญลักษณ์ แทนที่พักชั่วคราว หรือสัญลักษณ์นี้จะบ่งบอกถึงการรอคอยที่เกิดขึ้นในลำดับขั้นตอนเหตุการณ์การทำงาน เช่น งานที่รอคอยอยู่ระหว่างการปฏิบัติงานของหน่วยงานที่ทำงานต่อเนื่องกันหรือก่อนหน้านี้ หรือสิ่งต่าง ๆ ที่ทิ้งไว้ชั่วคราวโดยไม่มีการบันทึกจนกว่ามีความต้องการใช้งาน เป็นต้น การรอคอยระหว่างการปฏิบัติงาน เช่น รอวัตถุดิบ รองาน รอเครื่องจักร รออุปกรณ์ หรือรอการผลิต เป็นต้น

1.4 การเดินทาง ใช้สัญลักษณ์รูปลูกศร หมายถึง สัญลักษณ์บ่งบอกถึงการเคลื่อนไหวของ คน วัสดุ หรือ เครื่องจักร จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เช่น การยกของ การส่งของ การเคลื่อนย้าย เป็นต้น

1.5 การจัดเก็บ ใช้สัญลักษณ์รูปสามเหลี่ยมหัวลง หมายถึง สัญลักษณ์บ่งบอกถึงที่จัดเก็บ ที่พัก ที่ควบคุมได้ ของวัสดุ ผลิตภัณฑ์ จะถูกส่งมาเก็บไว้หรือถูกจ่ายออกไป โดยมีแบบอย่างควบคุมอย่างเป็นทางการหรืออีกนัยหนึ่งก็คือที่เก็บพักสิ่งของ สำหรับเป็นที่อ้างอิงเท่านั้น การจัดเก็บใด ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตหรือท้ายกระบวนการ เช่น การจัดเก็บผลิตภัณฑ์ เข้าโกดัง เก็บเอกสาร เข้าห้องเก็บเอกสาร การจัดเก็บวัตถุดิบเข้าโกดัง เป็นต้น

1.6 บางครั้งในการทำงานจริง มักพบการทำงานที่ซ้ำซ้อนกันก็ได้ เช่น ทำการการลิตและทำการตรวจสอบ ผลิตภัณฑ์ในการทำงานพร้อม ๆ กันหรืออาจจะทำการตรวจสอบและทำการนับจำนวนไปพร้อม ๆ กัน ในกรณีนี้ให้ใช้สัญลักษณ์ซ้อนกัน เช่น

ตารางที่ 2-1 แสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในผังการไหล (Flow Chart)

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	คำจำกัดความโดยย่อ
	Operation	1. การประกอบชิ้นส่วนหรือการถอดส่วนประกอบออกจากกัน 2. การเตรียมวัตถุดิบหรือชิ้นงาน เพื่อป้อนงานให้ขั้นตอนต่อไป 3. การแปรรูปวัตถุดิบให้เป็นผลิตภัณฑ์หรือสินค้า
	Inspection	1. ตรวจสอบคุณภาพหรือปริมาณของวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์
	Transportation	1. การเคลื่อนวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง 2. ผลิตภัณฑ์ถูกส่งให้ลูกค้า 3 ภารผลิตกำลังเคลื่อนที่หรือภารไหลของงาน
	Delay	1. ภารเก็บวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ชั่วคราวระหว่างการปฏิบัติงาน (WIP) 2. การคอยวัตถุดิบหรือชิ้นงานจากพนักงานในขั้นตอนก่อนหน้านี้หรือกระบวนการถัดไป
	Storage	1. การเก็บวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ไว้ในสถานที่ถาวรซึ่งต้องอาศัยคำสั่งในการเคลื่อนย้ายหรือรอคำสั่งซื้อจากลูกค้า 2. การเก็บวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ไว้ในโกดัง

แผนควบคุมกระบวนการผลิต (QC Process Control Plan หรือ Control Plan)

แผนควบคุมกระบวนการผลิตหรือการทำงานและรายละเอียดของการทำงานในการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าของแต่ละกระบวนการผลิตหรือขั้นตอนการผลิต ซึ่งรวมถึงคุณลักษณะพิเศษหรือจุดควบคุมพิเศษ (Special Characteristic: SC) ที่ลูกค้ากำหนดไว้จะต้องทำการเฝ้าระวังและควบคุมเป็นพิเศษ โดยจะต้องมีเครื่องมือมาช่วยในการจัดการและควบคุม เช่น การนำ QC 7 Tools (แผนภูมิควบคุม: Control Chart, Histogram, Pareto Graph), SPC มาช่วยในทำการควบคุมเป็นต้น และทำตามข้อกำหนดของระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS16949 ข้อกำหนดที่ 7.3.2.3 เรื่อง คุณลักษณะพิเศษ (Special Characteristics) ที่ระบุโดยลูกค้า มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. **Control Plan ใช้แสดงรายละเอียดของการทำงานแต่ละกระบวนการผลิต** เริ่มต้นตั้งแต่การรับวัตถุดิบเข้ามาทำการตรวจสอบจนถึงการจัดส่งผลิตภัณฑ์หรือสินค้าสำเร็จรูปให้กับลูกค้าพร้อมทั้งระบุชื่อของผลิตภัณฑ์ (Product Name), หมายเลขของผลิตภัณฑ์ (Production No), ขั้นตอนหรือกระบวนการ (Process), วันที่มีผลบังคับใช้ (Effective Date), สถานการณ์การแก้ไขเอกสาร (Revision), ผู้จัดทำ (Prepare By), ผู้ตรวจสอบ (Checked By), ผู้อนุมัติ (Approved By),

ชื่อของลูกค้า (Customer Name) เป็นต้น

2. Control Plan แสดงกระบวนการไหล ของการควบคุมคุณภาพแต่ละกระบวนการ โดยกำหนด ผู้รับผิดชอบในการทำงาน, เอกสารที่เกี่ยวข้อง (Document), เครื่องมือวัดที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ (Equipment/Instrument), ความถี่หรือระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบ (Frequency for Inspection), เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต (Machine), อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต (Tools/ Jig), แม่พิมพ์ (Mold), การระบุขนาดและรายละเอียดในการทำงาน (Specification) เป็นต้น

3. Control Plan ใช้ในการกำหนดขั้นตอนการจัดทำการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (New Model)แบ่งเป็น 3 แบบคือ

3.1 Prototype การทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (อาจจะมี หรือไม่มีก็ได้)

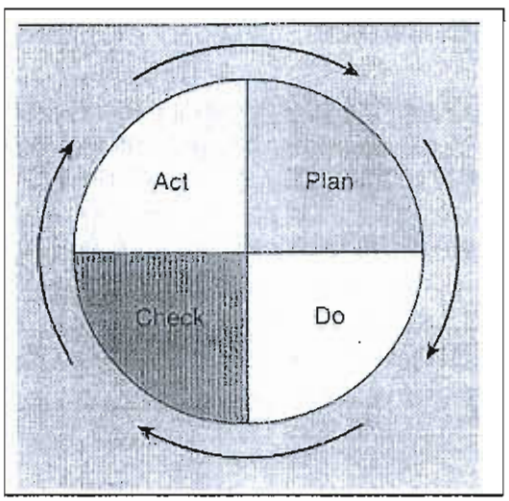
3.2 Pre-Launch การทดลองการผลิตผลิตภัณฑ์ หรือสินค้าในแต่ละช่วงของการทดลองการผลิต (Trial Stage)

3.3 Production การผลิตชิ้นงานจริงหรือการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้า แบบปริมาณมาก (Mass Production)

การวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (Advanced Product Quality Planning: APQP Plan)

เพื่อให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS16949 ข้อกำหนดที่ 7.1 เรื่องการวางแผนกระบวนการทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ (Product Realization) หมายถึง การวางแผนงานโดยรวมพร้อมทั้งกำหนดระยะเวลาของการทำงานในแต่ละขั้นตอนและติดตามผลการดำเนินงานทุกระยะหรือช่วงของการทำงาน รวมทั้งการดำเนินงานได้อย่างต่อเนื่อง, กำหนดผู้รับผิดชอบในการทำงาน เพื่อให้ทำงานตามแผนที่กำหนดไว้และให้ทราบถึงรายละเอียดของปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้อย่างถูกต้องเป็นวิธีการหรือขั้นตอนที่เป็นระบบในการประกันให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจ โดยมีแผนควบคุมคุณภาพ (Control Plan) และแผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิตหรือผังการไหลในกระบวนการ (Process Flow Chart) เป็นผลลัพธ์ของการวางแผน ซึ่งแผนควบคุมคุณภาพ (Control Plan) และแผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิตหรือผังการไหลในกระบวนการ (Process Flow Chart) ประกอบไปด้วยกระบวนการ/ ขั้นตอนข้อกำหนดหรือเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการตรวจสอบรวมไปถึงปัจจัยของกระบวนการที่ควรจะควบคุมหรือติดตาม เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ นอกจากนี้ยังบอกถึงวิธีการและความถี่ในการตรวจสอบ/ติดตาม ผู้รับผิดชอบและเครื่องมือวัด (Equipment/ Instrument) ที่ใช้

ในการตรวจสอบ/ ทดสอบ เพื่อรับประกันว่าทุกขั้นตอนในการทำงานได้รับการควบคุมดูแลอย่างเหมาะสมไว้ล่วงหน้า เพื่อให้ได้ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ ตามที่ตกลงไว้กับลูกค้าหรือเพื่อสร้างความพึงพอใจสูงสุดให้กับลูกค้า โดยสามารถที่จะรับประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้สำหรับขั้นตอนการวางแผนการดำเนินการผลิต ผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (New Model) ที่ลูกค้าต้องการให้ผลิตผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product) เพื่อทำการส่งไปให้ลูกค้าทำการอนุมัติใช้งานควรจะมีการวางแผนการผลิตอย่างเป็นระบบและทำอย่างต่อเนื่อง โดยใช้ทฤษฎีวงจรของเดมมิ่ง (Deming) คือ PDCA หรือการวางแผน (Plan: P) การนำแผนไปปฏิบัติ (DO: D) ตรวจสอบผลการปฏิบัติงานเทียบกับแผน (Check: C) และการปฏิบัติการปรับปรุง/ แก้ไข เมื่อผลลัพธ์ไม่ได้ตามแผนหรือจัดทำมาตรฐานในการทำงานใหม่ หากผลลัพธ์ไม่ได้เป็นไปตามแผน (Action: A) ดังแสดงในภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 วงล้อ Deming (PDCA Cycle)

1. จุดประสงค์ของการวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (APQP)

1.1 ทำให้เกิดการสื่อสารภายในองค์กรกับทุกคนที่เกี่ยวข้องในการรับผิดชอบต่อการควบคุม/ ติดตามผลการดำเนินงานทุกกระบวนการ/ขั้นตอนให้เป็นไปตามแผนคุณภาพ (Control Plan) และ แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิตหรือผังการไหลในกระบวนการ (Process Flow Chart) โดยจะทำให้การสื่อสารกับทุกคนภายในองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 เพื่อเป็นการประกันว่าจะได้รับผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้าตรงตามระยะเวลาที่ลูกค้าต้องการและในราคาที่เหมาะสมหรือหากมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้นต่อผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ ไม่ว่าจะเป็นการทบทวนโดยลูกค้าหรือการแก้ไข เพื่อปรับปรุงกระบวนการให้ดีขึ้นก็สามารถสื่อสารกันระหว่างลูกค้า-บริษัท-พนักงาน

ที่เกี่ยวข้องได้อย่างทันเวลาและอย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 สามารถที่จะรับประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือสินค้า ได้ และสร้างความพึงพอใจสูงสุดให้กับลูกค้า

2. บทบาทและการจัดตั้งทีมงานวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (APQP)

2.1 คัดเลือกหัวหน้าทีม โดยเป็นที่ยอมรับและมีความน่าเชื่อถือ

2.2 กำหนดบทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบของสมาชิกในทีม

2.3 ระบุความต้องการของลูกค้า

2.4 กำหนดระยะเวลาแผนงานในแต่ละช่วงกระบวนการ

2.5 กำหนดเอกสารกระบวนการและวิธีการที่ใช้ในการผลิต

3. ขั้นตอนการวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ มีขั้นตอนทั้งหมด 7 ขั้นตอนดังนี้

3.1 จัดตั้งทีมงานที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์หรือสินค้า ข้อกำหนดของวัตถุดิบ วิธีการตรวจสอบเป็นต้น อาจประกอบด้วยตัวแทน ฝ่ายขาย ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายผลิต ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายประกันคุณภาพ/ ควบคุมคุณภาพ เป็นต้น

3.2 ศึกษาความต้องการของลูกค้า พร้อมกำหนดขอบเขตของกระบวนการ/ ขั้นตอนที่มารองรับ

3.3 สร้างความร่วมมือระหว่างทีมงาน โดยมีระบบการสื่อสารที่ดี เช่น การประชุมร่วมกัน การทำกิจกรรมร่วมกัน เป็นต้น

3.4 ฝึกอบรม เพื่อเพิ่มทักษะการวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ ไว้ล่วงหน้าให้กับทีมงานทุกส่วน

3.5 ส่งเสริมความร่วมมือและสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับลูกค้า ผู้ส่งมอบหรือผู้รับจ้างช่วงและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมด

3.6 ทบทวนวิธีการ/ ขั้นตอนทางเทคนิค เพื่อจัดทำเป็นแผนควบคุมคุณภาพ (Control Plan) และ แผนภูมิการไหล ในกระบวนการผลิตหรือผังการไหลในกระบวนการ (Process Flow Chart)

3.7 วางแผนเรื่องระยะเวลาสำหรับการดำเนินงาน ในแต่ละกระบวนการ/ ขั้นตอน เพื่อเป็นการรับประกันว่าจะสามารถผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้า ส่งให้แก่ลูกค้าได้ตามระยะเวลาที่ตกลงกันไว้

การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบกระบวนการผลิต (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA)

ซึ่งความล้มเหลว หมายถึงการที่ผลิตภัณฑ์หรือสินค้าไม่สามารถทำงานได้ตามหน้าที่ที่ถูกออกแบบไว้ให้ทำงาน การล้มเหลวเหล่านี้ นอกจากจะทำลายหน้าที่ของตัวเองยังมีผลกระทบให้ ชิ้นส่วน, ระบบย่อย, ระบบอื่น ๆ ขัดข้องหรือล้มเหลวตามได้

ความหมายและหลักการของการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบของกระบวนการผลิต (FMEA) เป็นเทคนิคทางวิศวกรรม ตัวหนึ่งที่ใช้ในการนิยาม บ่งชี้และกำจัดทิ้ง ซึ่งสาเหตุของความล้มเหลวทั้งที่เกิดขึ้นแล้ว (Actual Cause) และมีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้น (Potential Cause) ความล้มเหลวอาจจะอยู่ในรูปของปัญหาหรือความคลาดเคลื่อนก็ได้และการวิเคราะห์ดังกล่าวนี้จะต้องดำเนินการก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์หรือบริการให้กับลูกค้า เพื่อเป็นการรับประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือสินค้า

1. **การวิเคราะห์เพื่อการประเมินผลจะดำเนินการ** ได้ 2 แนวทางคือ

1.1 ใช้ข้อมูลในอดีตของผลิตภัณฑ์หรือบริการที่มีลักษณะการทำงานใกล้เคียงกันหรือข้อมูลที่ได้จากหน่วยงานควบคุมคุณภาพหรือข้อมูลจากคำร้องเรียนของลูกค้าหรือข้อมูลอื่น ๆ ที่จะทำให้ระบุถึงความล้มเหลวได้

1.2 ใช้สถิติอนุมาน (Inferential Statistics) ตัวแบบทางคณิตศาสตร์การจำลองผล (Simulation) QFD (Quality Function Deployment) และวิศวกรรมไว้วางใจ (Reliability Engineering) สำหรับการชี้บ่งและนิยามถึงความล้มเหลว การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบของกระบวนการผลิต (FMEA) จึงเป็นเทคนิคที่สำคัญอย่างมากในการดำเนินการ เพื่อป้องกันความล้มเหลวและความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์หรือสินค้าและบริการถึงมือลูกค้า

เทคนิคการทำการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบของกระบวนการผลิต (FMEA) นี้จะทำให้เกิดการชี้บ่งถึงแนวทางทางในการปฏิบัติการแก้ไข เพื่อป้องกันความล้มเหลวก่อนที่จะส่งมอบให้ลูกค้าทั้งนี้ เพื่อเป็นการทำให้เกิดความมั่นใจถึงความทนทาน (Durability), คุณภาพ (Quality) และความไว้วางใจ (Reliability) ต่อผลิตภัณฑ์และการบริการ เป็นต้น

2. **วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบต่อกระบวนการผลิต (FMEA)**

2.1 เพื่อให้ทราบปัญหาด้านความล้มเหลว/ ขัดข้องตั้งแต่เริ่มต้นของกระบวนการเพื่อที่จะได้ทำการออกแบบและวางแผนควบคุมได้ถูกต้อง

2.2 เพื่อลดความเสี่ยงในการผลิต, ประกอบ, ใช้งานของผลิตภัณฑ์หรือสินค้า ซึ่งมีความเสี่ยงในการทำงานได้แก่ การทำการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าไม่ได้คุณภาพ, ผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้า เกิดของเสียจำนวนมาก, ผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้า แล้วมีเกิดอันตรายในการผลิต, ใช้งานแล้วมีปัญหาด้านความปลอดภัย, ใช้งานแล้วเสียหายและพังง่าย, ไม่ทนทาน ฯลฯ ความเสี่ยงในการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้า ยิ่งน้อยเท่าไหร่นั่นคือต้นทุนที่ใช้ในการผลิตก็จะต่ำตามทำให้สามารถทำการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้า ได้เร็ว/ ไวขึ้นและตรงตามความต้องการ/ คาดหวังของลูกค้า

2.3 เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิง ในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือสินค้าและบริการเพราะ FMEA ต้องมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

2.4 เป็นส่วนหนึ่งของการวางแผนคุณภาพผลิตผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (APQP Plan) (ดูเอกสารของ APQP) และช่วยในการจัดทำ Control Plan (แผนควบคุม) และแผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิตหรือผังการไหลในกระบวนการ (Process Flow Chart) ให้ทันสมัยและปรับปรุงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

2.5 FMEA ที่ดีจะทำให้สามารถชี้บ่งถึงความล้มเหลวทั้งที่เกิดขึ้นและมีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้นของกระบวนการผลิต, ชี้บ่งถึงสาเหตุข้อบกพร่องของปัญหาและผลของความล้มเหลว, การจัดลำดับความสำคัญและบ่งชี้ความล้มเหลวของกระบวนการ ตามลำดับของตัวเลขกำหนดก่อนและหลังตามความเสี่ยงที่เกิดขึ้น (Risk Priority Number: RPN) ซึ่งการพิจาณาจากโอกาสในการเกิดความรุนแรงและแนวโน้มของความล้มเหลวที่จะทำให้เกิดขึ้นกับลูกค้า, กำหนดถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นตามมาและควรจะดำเนินการแก้ไข/ ปรับปรุง

2.6 FMEA ชี้ให้เห็นและมีการประเมินแนวโน้มของข้อบกพร่อง/ ขัดข้องของผลิตภัณฑ์หรือสินค้าหรือกระบวนการผลิตที่ส่งผลกระทบกับข้อบกพร่อง/ ขัดข้อง นั้น ๆ, ระบุการดำเนินงานที่สามารถกำจัดหรือลดโอกาสของการเกิดแนวโน้มในการเกิดข้อบกพร่อง/ ขัดข้องนั้นได้, ทำการวิเคราะห์ค้นหาสาเหตุของข้อบกพร่อง/ ขัดข้องและผลกระทบของคุณลักษณะพิเศษหรือจุดเฝ้าระวัง/ ควบคุมพิเศษ (Special Characteristic: SC) ที่ลูกค้ากำหนดไว้เป็นพิเศษ โดยการดำเนินการลดข้อบกพร่อง/ขัดข้อง ที่มีค่าความเสี่ยงสูง (Risk Priority Number: RPN) โดยดูผลที่ได้จากตัวเลขของการประเมินและดำเนินการให้เสร็จก่อนที่จะมีการขออนุมัติใช้ชิ้นส่วนหรือสินค้าใหม่ในการผลิต โดยทำการจัดเตรียมเอกสาร PPAP นำเสนอให้ลูกค้าได้ทำการอนุมัติใช้งานตามที่ลูกค้ากำหนดไว้

การประเมินค่าความเสี่ยง (Risk Priority Number: RPN) สามารถประเมินได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$RPN = S \times O \times D$$

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

RPN = เลขกำหนดก่อน-หลังตามความเสี่ยง (Risk Priority Number)

S = ความรุนแรงของผลจากความล้มเหลว (Severity)

O = โอกาสเกิดความล้มเหลว (Occurrence)

D = ความสามารถในการตรวจจับความล้มเหลวก่อนส่งมอบให้ลูกค้า (Detection)

ข้อแนะนำในการประมาณค่า RPN และการแก้ไข/ป้องกัน

1) ไม่ว่าคะแนนหรือค่าที่ได้จากการประเมินผล (RPN) จะเป็นเท่าไหร่? ให้สนใจคะแนน หรือค่าความรุนแรงของผลจากความล้มเหลวหรือข้อบกพร่อง (Severity: S) ที่มีค่าสูง ๆ ที่ระดับค่าของคะแนน 9-10 เสมอ เนื่องจากมีความเสี่ยงสูงมาก ควรจะทำการแก้ไข/ ป้องกันก่อน

2) ลงมือทำการแก้ไข/ ป้องกันทันทีที่ค่า RPN $\geq$ 70 (คะแนนมากกว่า หรือเท่ากับ 70)

3) ลงมือทำการแก้ไข/ ป้องกันทันทีที่ค่า S อยู่ระหว่าง 5-8 และค่า O มีค่ามากกว่า 3

4) ถ้าค่า RPN เท่ากัน และค่า S เท่ากัน ให้เลือกทำ O ที่มีค่ามากกว่ามาทำการแก้ไข/ ป้องกันก่อน เช่น $RPN_1 = 7 \times 3 \times 2 = 42$ (น่าแก้ไขก่อน), $RPN_2 = 7 \times 2 \times 3 = 42$ จะเห็นได้ว่าค่า RPN_1 มี O = 3 และ D = 2 ซึ่ง RPN_2 มี O = 2 และ D = 3 ดังนั้นจึงควรที่จะลงมือทำการแก้ไข/ ป้องกันที่ RPN_1 ก่อน RPN_2

5) เกณฑ์การจัดลำดับของคะแนนหรือค่า RPN ที่ได้จากการประเมิน จะขึ้นอยู่กับช่วงความเชื่อมั่นทางสถิติ โดยให้ทำการพิจารณาโอกาสที่จะเกิดความล้มเหลว หรือข้อบกพร่องของแต่ละกระบวนการ (Occurrence: O) ก่อน แล้วค่อยพิจารณาถึงความสามารถในการตรวจจับความล้มเหลว หรือข้อบกพร่องของกระบวนการ (Detection: D) ให้เสร็จสิ้นก่อนที่จะทำการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า

การประมาณค่าความเสี่ยงในการประเมินค่า RPN เริ่มต้นจากการประเมินความหมายของคำว่า "ความเสี่ยง (Risk)"

1) ความเสี่ยงเล็กน้อย (Minor) ไม่ต้องการปฏิบัติการแก้ไข/ ป้องกัน

2) ความเสี่ยงปานกลาง (Moderate) อาจจะมีการปฏิบัติการแก้ไข/ ป้องกันบ้าง

3) ความเสี่ยงสูง (High) จะต้องมีการปฏิบัติการแก้ไข/ ป้องกันและประเมินผลพร้อมตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธีการและสถิติที่เหมาะสม

4) ความเสี่ยงวิกฤต (Critical) จะต้องมีการปฏิบัติการแก้ไข/ ป้องกันพร้อมทั้งเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างจริงจัง

หลังจากนั้นแล้วต้องพิจารณาว่าลักษณะของข้อบกพร่องใด มีความรุนแรงมากหรือน้อย ซึ่งมีจำนวนไม่มากนัก (Vital Few Failure Modes) นำมาทำการกำหนดเป็นโครงการ เพื่อ

365500

ทำการแก้ไข/ ป้องกัน ความเสี่ยงหรือข้อบกพร่องที่จะเกิดขึ้น ซึ่งแนวความคิดที่สำคัญของ FMEA คือการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุดและการดำเนินงานของ FMEA อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ควรอยู่ในรูปแบบของการป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้นมากกว่าการแก้ไขกล่าวคือควรจะดำเนินการจัดทำ FMEA ให้เสร็จสิ้นก่อนที่จะทำการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าจริงหรือการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production) ซึ่งมีหลักการในการพิจารณากระบวนการผลิตหรือขั้นตอนที่ใช้ในการผลิต นำมาทำการวิเคราะห์ค้นหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นและทำการแก้ไข/ ปรับปรุงของ FMEA ได้ดังต่อไปนี้

- เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงและนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้า
- ผลิตภัณฑ์หรือสินค้า ที่ทำการผลิตอยู่มีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมค่อนข้างมาก
- พบปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต อย่างเรื้อรังหรือสะสมมาเป็นเวลานาน
- มีความผันแปรค่อนข้างสูง โดยไม่ทราบว่ามีสาเหตุมาจากที่ไหน/ แหล่งใด
- มีเวลาในการทำงานน้อย ทรัพยากรน้อย ต้องการจัดลำดับความสำคัญ ในการแก้ไขปัญหา
- ใช้ควบคู่กับ Control Plan (แผนควบคุม)
- มีการร้องเรียนปัญหาทางด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือสินค้าจากลูกค้า

อุตสาหกรรม และลักษณะงานที่เหมะสมควรที่จะทำ FMEA

1) มีขั้นตอนหรือกระบวนการในการทำงานมากยุ่งยากและซับซ้อน
2) มีชิ้นส่วนประกอบจำนวนมากและหลากหลายรุ่นของการผลิต
3) ต้องการลดของเสีย (NG) และส่วนสูญเสีย (Loss) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต
4) มุ่งเน้นสู่ การรับประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์และการบริการ
5) ต้องการจัดลำดับความสำคัญของการทำงานไม่ได้ใช้ระบบ U-Line, Zero Defect (ZD)

การทบทวนกระบวนการหรือขั้นตอนการผลิตที่มีการใช้งานอยู่แล้ว ในกรณีศึกษานั้นควรอยู่ภายใต้หลักการ 5 จริง คือ

1) สังเกตสถานที่เกิดเหตุจริง (Genba)
2) สังเกตจากของจริงหรือการปฏิบัติจริง (Genbutsu)
3) สังเกตภายใต้สภาวะแวดล้อมในการปฏิบัติงานจริง (Genjitsu)
4) อ้างอิงหลักการทางทฤษฎี (Genri)

5. อ้างอิงจากมาตรฐานการทำงานหรือข้อกำหนดของลูกค้าและมาตรฐานในการทำงานต่าง ๆ (Gensoku)

การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis: MSA)

การวิเคราะห์ระบบการวัด เป็นการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในระบบการวัด เพื่อที่จะทำการค้นหาสาเหตุของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น โดยความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น อาจจะเกิดขึ้นจากคน/ พนักงาน (AV - Appraiser Variation) และแหล่งผันแปรอื่น ๆ ที่ไม่สามารถควบคุมได้ โดยเกิดขึ้นจากธรรมชาติ ซึ่งโดยปกติจะมีแหล่งความผันแปรหลัก ๆ น่าจะมาจากเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัด (EV - Equipment Variation) และอุปกรณ์อื่น ๆ เป็นต้น

MSA สามารถใช้ได้กับเครื่องมือวัด (Measuring Equipment) และเครื่องมือ/อุปกรณ์ทดสอบ (Test Equipment) ทุกประเภท รวมทั้งการทดสอบด้วยสายตา (Visual Inspection Check) หรือแบบสัมผัสอีกด้วย

ตามข้อกำหนดของระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 ข้อกำหนดที่ 7.6.1 เรื่อง การวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA) ของเครื่องมือวัดและเครื่องมือทดสอบ (Measuring Instrument) ทุกชนิด/ ประเภท ที่กำหนดไว้ในแผนควบคุมคุณภาพ (Control Plan) และคุณลักษณะพิเศษหรือจุดเฝ้าระวัง/ ควบคุมพิเศษ (Special Characteristic: SC) ซึ่งจะต้องผ่านการสอบเทียบ (Calibration) จากห้องปฏิบัติการ (Laboratory) ที่ได้รับการรับรอง ISO/ IEC 17025 เป็นอย่างน้อย แต่สำหรับวิธีการทำ MSA และเกณฑ์การประเมินผล อาจจะอยู่นอกเหนือจากข้อกำหนดที่กำหนดไว้ก็ได้ อันนี้ขึ้นกับลูกค้าเป็นผู้กำหนด

1. ความคลาดเคลื่อนของค่าที่ได้จากการวัด

1.1 ความคลาดเคลื่อนจากความผิดพลาดที่เกิดจากการกำหนดขั้นตอนและวิธีการวัดชิ้นงานที่ถูกต้องและแม่นยำ การฝึกอบรมให้พนักงานสำหรับวัดชิ้นงาน การจัดทำมาตรฐานของชิ้นงานที่ต้องการจะทำการวัดและการบำรุงรักษาเครื่องมือวัด อย่างถูกต้องแล้วดำเนินการประเมินผล โดยอาศัยแผนภูมิควบคุม (Control Chart)

1.2 ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ (Bias) ทำการสอบเทียบเครื่องมือวัด, ควบคุมปัจจัยที่มีอิทธิพลหรือมีผลต่อการวัด สภาพแวดล้อม, อุณหภูมิ, ความชื้น เป็นต้น

1.3 ความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม มาจากสาเหตุที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ แต่สามารถที่จะปรับให้ลดลงได้ ด้วยการแก้ไขระบบการวัด เช่น ปรับเปลี่ยนวิธีการวัดใหม่ ใช้อุปกรณ์ หรือ Jig Fixture มาช่วยในการจับยึด ในขณะที่ทำการวัดชิ้นงาน เป็นต้น

2. การวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด

2.1 แบ่งเป็น 2 ประเภท ตามช่วงเวลาที่เกิดขึ้น คือความสามารถในการทำซ้ำหรือรีพีททะบิลิตี้ (Repeatability) และความสามารถในการทำเหมือนหรือรีโปรดิวซิบิลิตี้ (Reproducibility)

2.2 รีพีททะบิลิตี้ (Repeatability) ของระบบการวัด หมายถึง ค่าความแตกต่างในการวัดอย่างต่อเนื่องกับชิ้นงานเดียวกันด้วยเครื่องมือวัดเดียวกันและด้วยพนักงาน คนเดียวกัน ใช้ประมาณค่าความผันแปรของระบบการวัดในระยะสั้น (Short-Term Measurement)

2.3 รีโปรดิวซิบิลิตี้ (Reproducibility) ของระบบการวัดหมายถึง ค่าความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของการวัดกับชิ้นงานเดียวกันด้วย เครื่องมือเดียวกัน แต่แตกต่างกันที่พนักงานวัดงาน ใช้ประมาณค่าความผันแปรของระบบการวัดในระยะยาว (Long-Term Measurement)

2.4 รีพีททะบิลิตี้ (Repeatability) คือ ความผันแปร ภายใต้เงื่อนไขการวัดเดียวกัน

2.5 รีโปรดิวซิบิลิตี้ (Reproducibility) คือ ความผันแปรระหว่างเงื่อนไขของการวัด อาจจะหมายถึง พนักงานวัด การทำงานทั้งกะกลางวันและกลางคืน อุปกรณ์ที่ใช้ในการจับยึด เงื่อนไขสภาพแวดล้อม ฯลฯ

2.6 การประเมินผลค่า รีพีททะบิลิตี้ (Repeatability) และ รีโปรดิวซิบิลิตี้ (Reproducibility) ของระบบการวัด (Gauge Repeatability and Reproducibility: GR&R) หมายถึง การประเมินผลค่าความผันแปรอันเนื่องมาจากการวัดชิ้นงาน ค่าจริงของจำนวนชิ้นงานหนึ่งชิ้นหรือหลาย ๆ ชิ้น โดยทำการวัดชิ้นงานแบบซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง ภายใต้เงื่อนไข หรือ สภาวะ (Condition) เดียวกัน

3. ความแปรปรวนของข้อมูลลักษณะคุณภาพ ประกอบไปด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

3.1 ความแปรปรวนอันเกิดจากตัวชิ้นงานเอง (Product Variability) เป็นความแปรปรวนของตัวชิ้นงานที่ผลิตจากกระบวนการผลิต

3.2 ความแปรปรวนอันเนื่องมาจากระบบวัด (Gage Variability) หรือความซึ่งเป็นความแปรปรวนที่เกิดจากความผิดพลาดของการวัดชิ้นงานซึ่งสามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\sigma^2_{total} = \sigma^2_{product} + \sigma^2_{gauge}$$

เมื่อ σ^2_{total} แทนความแปรปรวนที่วัดได้ (ค่าที่วัดออกมา) สามารถประมาณค่าได้จากความแปรปรวนของข้อมูล (S2)

$\sigma^2_{product}$ ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์

σ^2_{gauge} ความแปรปรวนของระบบวัด

นั่นคือ Product Variance สามารถประมาณค่าได้โดย $\hat{\sigma}^2_{product} = S^2 - \hat{\sigma}^2_{gauge}$

ดังนั้นในการศึกษาความแปรปรวนของระบบวัด จึงพิจารณาความแปรปรวนที่เกิดจากความแม่นยำเท่านั้น (Reproducibility &Repeatability) บางครั้งจึงเรียก การวิเคราะห์ระบบวัดนี้ว่า **Gage R&R Study** ความแปรปรวนของระบบวัดจึงหาได้จากสมการ (2-1)

$$\sigma^2_{measurement\ error} = \sigma^2_{gauge} = \sigma^2_{repeatability} + \sigma^2_{reproducibility} \quad (2\text{-}1)$$

4. ประเภทของการวัดสมรรถภาพของระบบการวัด (Measurement System Capability หรือ Inspection Capability)

หากแบ่งตามลักษณะของข้อมูลลักษณะคุณภาพที่ได้จากการวัด จะสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

4.1 การวัดสมรรถภาพของระบบการวัดเมื่อข้อมูลลักษณะคุณภาพเป็นค่าแปรหรือค่าที่ได้จากการวัด (Variable Data)

4.2 การวัดสมรรถภาพของระบบการวัดเมื่อข้อมูลลักษณะคุณภาพเป็นค่าลักษณ์หรือค่าที่ได้จากการนับ (Attribute Data)

5. การศึกษาความสามารถของเครื่องมือวัด

ในทางปฏิบัตินิยมเปรียบเทียบค่าประมาณความสามารถของเครื่องมือวัดกับช่วงความกว้างของข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ (USL-LSL) ซึ่งกำลังตรวจวัด โดยเรียกว่าสัดส่วนความเที่ยงตรง-ค่าเผื่อ (Precision-to-Tolerance: P/ T Ratio) ดังแสดงในสมการที่ (2-2)

$$P/T = \frac{k\hat{\sigma}_{gauge}}{USL - LSL} \quad (2\text{-}2)$$

$$\sigma^2_{measurement\ error} = \sigma^2_{gauge} = \sigma^2_{repeatability} + \sigma^2_{reproducibility}$$

ดังนั้น $\hat{\sigma}_{gauge} = \sqrt{\hat{\sigma}^2_{repeatability} + \hat{\sigma}^2_{reproducibility}}$

ค่า k ที่ยอมรับและมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายคือ k = 5.15 และ k = 6 เมื่อมีการแจกแจงของความคาดเคลื่อนจากการวัดจะเป็นแบบปกติ โดยความสามารถของเครื่องมือที่ยอมรับได้ไม่เกิน 10% หรือ 0.1

สำหรับการวิเคราะห์ความสามารถของระบบการวัดที่นิยมทำในอุตสาหกรรมเนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนดจากลูกค้าคือการวิเคราะห์ความสามารถในการทำซ้ำของอุปกรณ์ (Repeatability หรือ $\hat{\sigma}_{repeatability}$) ความสามารถในการตรวจซ้ำของผู้ตรวจวัด (Reproducibility หรือ

$\hat{\sigma}_{\text{Reproducibility}}$) หรือรู้จักกันในชื่อ R&R (GR&R) หรือเป็นการตรวจสอบความผันแปรจากกระบวนการที่มาจากเครื่องมือวัดและพนักงานวัด โดยจะยอมรับเมื่อสัดส่วนความผันแปรจากแหล่งทั้งสอง (GR&R) เปรียบเทียบกับความผันแปรรวม (Total Variation: TV) หรือ %GR&R ดังแสดงในสมการที่ (2-3)

$$\%GR\&R = 100\left[\frac{GR\&R}{TV}\right] \qquad (2\text{-}3)$$

ซึ่งแปรความหมายได้ดังนี้

- ยอมรับความสามารถของระบบการวัดเมื่อ %GR&R น้อยกว่า 10%

- อาจจะยอมรับความสามารถของกระบวนการวัดเมื่อพิจารณาความสำคัญของการประยุกต์ใช้งาน ต้นทุนของการวัดและต้นทุนการซ่อมบำรุงเมื่อ %GR&R มากกว่า 10% แต่ไม่เกิน 30%

- ไม่ยอมรับความสามารถของกระบวนการวัดเมื่อ %GR&R มากกว่า 30% และจำเป็นต้องปรับปรุงกระบวนการวัดให้ดีขึ้น

6. ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบการวัด

6.1 เลือกชิ้นงานอย่างน้อยจำนวน 10 ชิ้น (หรือมากกว่าก็ได้) โดยควรมีชิ้นงาน 2-6 ชิ้น ที่มีค่าสูงกว่าหรือต่ำกว่ามาตรฐานเล็กน้อย (Specification)

6.2 ระบุหมายเลขลงบนชิ้นงาน ที่จะทำการทดสอบ (ถ้าเป็นไปได้ให้ทำเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ลงบนตำแหน่งของชิ้นงานที่จะทำการทดสอบ โดยที่ไม่ให้พนักงานที่จะทำการทดสอบได้รู้ว่าชิ้นงานที่จะทำการทดสอบชิ้นไหนที่เป็นงานดี หรือเสีย)

6.3 ให้พนักงานที่จะทำการทดสอบหรือวัดชิ้นงาน ทำการวัดชิ้นงานคนละ 3 ครั้ง หรือมากกว่า (ต่อชิ้นงาน 1 ชิ้น) ทำการสุ่มวัดชิ้นงานที่จัดเตรียมไว้ให้ พนักงานทำการทดสอบและให้ใช้เครื่องมือวัดชนิดเดียวกันใช้ในการทดสอบหรือตรวจวัดชิ้นงาน

6.4 ทำการบันทึกผลการทดสอบหรือตรวจวัดชิ้นงาน

6.5 ทำการประเมินขีดความสามารถของการใช้งานเครื่องมือวัด โดยให้มีค่า ndc > 5 (Number of Distinct Categoriess) และจะต้องมีค่า % GR&R น้อยกว่า 30% (%GR&R < 30%)

7. การศึกษาความสามารถของกระบวนการวัดแบบข้อมูลนับ

ประเมินผลในระยะสั้น (Short Method) จะอาศัยการจำแนกชิ้น สิ่งตัวอย่างงานที่มีลักษณะทั้งดี ไม่ดี และก้ำกึ่ง (Marginal) ในจำนวนที่เหมาะสม แล้วให้พนักงานที่สุ่มมาหรือกำหนด ไว้ ล่วงหน้า ทำการตรวจสอบ เพื่อจำแนกผลการตรวจสอบ เป็นผ่านและไม่ผ่าน จากนั้น

จะพิจารณาว่าผลการตรวจสอบซ้ำ มีคุณภาพตรงกับคุณภาพแท้จริงของสิ่งตัวอย่างงานหรือไม่ ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะบ่งบอกถึง "ความถูกต้อง" ในการตรวจสอบ

8. วิธีการสำหรับการประเมินผลกระบวนการวัดในระยะสั้น

8.1 ทำการเลือกตัวอย่างงานจากกระบวนการผลิตประมาณ 20-30 ชิ้นหรือมากกว่า โดยพยายามให้สิ่งตัวอย่างงานดังกล่าวประกอบด้วย ตัวอย่าง ที่มีคุณภาพดี ตัวอย่างงานที่มีคุณภาพไม่ดีและตัวอย่างที่มีคุณภาพ กำกึ่ง ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน

8.2 ทำการคัดเลือกพนักงานวัดหรือพนักงานตรวจสอบมา 2-4 คน โดยพนักงานที่ทำการคัดเลือกมาจะต้องเป็นพนักงานที่มีหน้าที่ประจำในการผลิต การตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งได้ผ่านการฝึกอบรมมาอย่างดีและผ่านการสอบประเมินผลแล้ว

8.3 การเลือกพนักงานขึ้นมาก่อนหนึ่งคนแล้วให้ตรวจสอบตัวอย่างงาน เพื่อประเมินผลคุณภาพงานว่า "ผ่าน" หรือ "ไม่ผ่าน" พร้อมบันทึกผลลงในตารางทดสอบและในการประเมินผลของพนักงานแต่ละคนนี้มีความจำเป็นต้องทำการตรวจสอบ "ซ้ำ" อย่างน้อยชิ้นงานละ 2 – 3 ครั้ง

8.4 ทำการเลือกพนักงานคนที่สองขึ้นมาแล้วดำเนินการตรวจสอบ เหมือนข้อ 3 และทำเช่นนี้กับพนักงานคนอื่น ๆ อีกจนครบทุกคนตามที่ได้วางแผนไว้

8.5 ดำเนินการประเมินผลตามข้อกำหนด ISO/ TS 16949

ความสามารถของกระบวนการ (Process Capability)

ความสามารถของกระบวนการนั้น จะศึกษาในส่วนของความสามารถเชิงคุณภาพ คือ ความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ที่สามารถวัดได้จากกระบวนการผลิตหรือขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ต้องการศึกษา โดยทำการวิเคราะห์กระบวนการนั้น จะต้องทำให้กระบวนการอยู่ภายใต้สภาวะควบคุม โดยผ่านการทำให้เป็นมาตรฐาน (Standardization) ในการพิจารณาถึงดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงสมรรถนะของกระบวนการอยู่ในตำแหน่งที่เป็นจริงจะสามารถกำหนด ด้วยดัชนีวัดผลสมรรถนะของกระบวนการผลิต ในขณะเริ่มต้นของการผลิต (Process Performance Index: Ppk) และดัชนีวัดผลขีดความสามารถของกระบวนการผลิตที่ดำเนินการอยู่ (Process Capability Index: Cpk) โดยมีความสัมพันธ์กัน

1. การวิเคราะห์สมรรถภาพกระบวนการ

วิธีหนึ่งที่ใช้ เพื่อกำหนดความสามารถของกระบวนการผลิตว่าสามารถผลิตตามข้อกำหนดได้หรือไม่ คือ การวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนสมรรถภาพกระบวนการ (Process Capability

Indices) สำหรับกระบวนการ แผนภูมิควบคุมที่เป็นข้อมูลแบบผันแปร ซึ่งสามารถวัดค่าได้ (Variable Data) คือ Ppk (Process Performance Index) และ Cpk (Process Capability Index)

ดัชนีวัดผลสมรรถนะของกระบวนการผลิตตอนเริ่มต้นกระบวนการผลิต (Process Performance Index: Ppk) เนื่องจากในกระบวนการผลิตมีความผันแปรเกิดขึ้น ซึ่งมีสาเหตุมาจากปัญหาทั่ว ๆ ไป (Common Causes) และสาเหตุพิเศษ (Special Causes)

Ppk = min (Cpl; Cpu); โดยค่า Ppk ควรจะมีค่า ≥ 1.67 (เฉพาะช่วงเริ่มต้นการผลิต) ดังแสดงในสมการ (2-4)

$$Ppk = \min\left\{\frac{\overline{\overline{X}} - LSL}{3\sigma}, \frac{USL - \overline{\overline{X}}}{3\sigma}\right\} \qquad (2\text{-}4)$$

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{\left(Xi - \overline{X}\right)^2}{n-1}}$$

Xi = ค่าที่อ่านได้ของแต่ละชิ้นงาน

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของค่าที่อ่านได้จากชิ้นงาน

n = จำนวนทั้งหมดของชิ้นงาน

ดัชนีวัดผลขีดความสามารถของกระบวนการผลิต (Process Capability Index: Cpk) ที่ดำเนินการอยู่ สำหรับกระบวนการผลิตที่คงที่ ซึ่งเป็นช่วงทั้งหมดของความผันแปรตามธรรมชาติและเป็นประจำ กระบวนการซึ่งมีสาเหตุมาจาก สาเหตุทั่วไป (Common Causes)

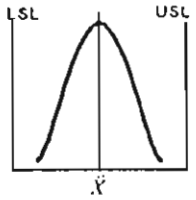
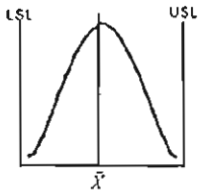
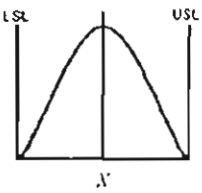
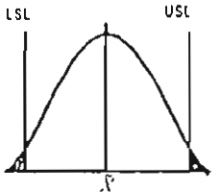
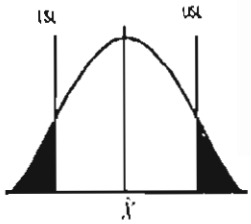
Cpk = min (Cpl; Cpu); โดยค่า Cpk ควรจะมีค่า ≥ 1.33 (ช่วง Mass Production) ดังแสดงในสมการ (2.5)

$$Cpk = \min\left\{\frac{\overline{\overline{X}} - LSL}{3\sigma}, \frac{USL - \overline{\overline{X}}}{3\sigma}\right\} \qquad (2\text{-}5)$$

การประเมินความสามารถของกระบวนการ ISO/ TS 16949 ระบุเกณฑ์การยอมรับดังนี้

- Cpk ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 1.33
- Ppk ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 1.67

ตารางที่ 2-2 แสดง ค่า Cpk ที่ใช้ในการควบคุมความผันแปรในกระบวนการตามระบบ ISO/ TS 16949

No	ค่า Cpk	การแจกแจงข้อมูลกับค่าของ SPEC	สรุปผล	การปรับปรุง/ แก้ไข
1	Cpk > 1.67 (ค่า Cpk มากกว่า 1.67)		ความสามารถของกระบวนการสูงมากเกินความจำเป็น	ไม่ต้องกังวล ถึงแม้ว่าการกระจายของข้อมูลจะเพิ่มขึ้น แต่ควรพิจารณาในเรื่องของการลงทุน
2	1.33 < Cpk > 1.67 (ค่า Cpk อยู่ระหว่าง1.33 ถึง 1.67)		ความสามารถของกระบวนการมีเพียงพอต่อการผลิตหรือบริการ	เป็นสภาพที่มีความต้องการและควรรักษาให้อยู่ในระดับนี้อย่างสม่ำเสมอ
3	1.00 < Cpk > 1.33 (ค่า Cpk อยู่ระหว่าง1.00 ถึง 1.33)		ความสามารถของกระบวนการยังไม่เพียงพอต่อการผลิตหรือบริการ	เป็นสภาพที่จำเป็นต้องมีการควบคุมในการผลิต หรือบริการ
4	0.67 < Cpk > 1.00 (ค่า Cpk อยู่ระหว่าง0.67 ถึง 1.00)		ความสามารถของกระบวนการต่ำ	จะเกิดของเสียจากการผลิต เป็นสภาพที่จำเป็นต้องมีการควบคุมในกระบวนการและต้องมีการสุ่มวัดผลิตภัณฑ์ อย่างต่อเนื่อง
5	Cpk < 0.67 (ค่า Cpk น้อยกว่ากว่า 0.67)		ความสามารถของกระบวนการต่ำมาก	จำเป็นต้องมีการปรับปรุงการควบคุมความสามารถของกระบวนการให้เพิ่มขึ้น หรือควรมีการทบทวนค่าของ Spec ของผลิตภัณฑ์

2. ความแตกต่างระหว่าง Ppk และ Cpk

Ppk เป็นค่าที่วัดความผันแปรทั้งหมดของกระบวนการ ซึ่งค่าซิกม่า (σ) ที่ได้คือ ซิกม่า (σ) ทั้งหมดของกระบวนการ โดยนำผลลัพธ์ของผลิตภัณฑ์มาใช้ในการคำนวณ (Individual Readings)โดย Ppk ใช้สำหรับวัดและประเมินสมรรถนะของกระบวนการใหม่หรือตอนเริ่มต้นของการผลิต (Trial Run, Pre-Lanuch) เพื่อตรวจสอบความผันแปรและความเบี่ยงเบนของการผลิต เนื่องจากมีการปรับแต่ง ปรับตั้ง ปรับค่าต่าง ๆ ของเครื่องจักร แม่พิมพ์ หรืออื่น ๆ ที่ใช้ในการผลิต ในช่วงเริ่มต้นการผลิต โดยที่ไม่ต้องคำนึงถึง Process ที่ Stable (ความมีเสถียรภาพของกระบวนการ) หรือมีค่าไม่คงที่ โดยข้อมูลที่ได้มาจากผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานที่ทำการวัดและจัดเก็บข้อมูล (ชิ้นงานที่ทำการผลิตมีจำนวนไม่มากหรือปริมาณน้อย) ความมีเสถียรภาพของกระบวนการโดยค่า Ppk ควรจะมีค่า $\geq$ 1.67 ตามข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949

Cpk เป็นค่าที่วัดความผันแปรเป็นประจำของกระบวนการ ซึ่งค่าที่วัดได้จากกระบวนการมีความสม่ำเสมอและเสถียรภาพทางด้านสถิติแล้ว โดยค่าซิกม่า (σ) ที่ได้คือ ซิกม่า (σ) ที่คำนวณจากค่าความผันแปรของกลุ่มตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่สุ่มทำการตรวจสอบดูความผันแปรของกระบวนการผลิต โดยใช้เพื่อทำการประเมินกระบวนการผลิตว่ามีความสามารถในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้หรือไม่และควบคุมความผันแปรในกระบวนการผลิตให้ต่ำที่สุด เพื่อตอบสนองหรือบรรลุข้อกำหนดหรือ Specification ของลูกค้า สำหรับการผลิตชิ้นงาน โดยปกติแล้วการทำ Cpk จะทำหลังจากที่ลูกค้าทำการอนุมัติผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) เรียบร้อยแล้วและเข้าสู่การผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production) โดยค่า Cpk ที่ได้ควรจะมีค่า $\geq$ 1.33 เพื่อทำให้ลูกค้ามีความเชื่อมั่นในกระบวนการผลิตและพึงพอใจในคุณภาพของผลิดภัณฑ์

โดย Ppk และ Cpk มีค่าตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ตามมาตรฐานของการการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (SPC), ตามข้อกำหนดของลูกค้าหรือระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 สอดคล้องกับข้อกำหนดระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS16949 ข้อกำหนดที่ 8.1.1 เรื่องการระบุการใช้เครื่องมือทางสถิติและข้อกำหนดที่ 8.1.2 เรื่องความรู้ในการใช้สถิติเบื้องต้น

การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control: SPC)

เป็นการประยุกต์ใช้เครื่องมือทางสถิติ เพื่อเก็บข้อมูล/ ตรวจวัด/ ประเมินผล/ ควบคุมกระบวนการอย่างต่อเนื่อง

ความผันแปร คือศัตรูที่สำคัญของคุณภาพ การปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้นต้อง ควบคุม ลด และกำจัดความผันแปรออกจากกระบวนการต้องทราบแหล่งหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดความผันแปร

ผลของความผันแปร ที่มีต่อกระบวนการและส่งผลต่อคุณลักษณะ ทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากกระบวนการ

ความผันแปรเกิดจากสาเหตุ 2 ประเภท คือ

1. สาเหตุธรรมชาติ (Natural หรือ Chance หรือ Common Causes)

2. สาเหตุพิเศษ (Special หรือ Assignable Causes)

SPC คือ เทคนิคการควบคุมกระบวนการทางสถิติ ซึ่งชี้บ่งว่ากระบวนการมีความสามารถอย่างต่อเนื่องและมีเสถียรภาพอย่างต่อเนื่องหรือไม่ และช่วยเจ้าของกระบวนการแยกแยะระหว่างสาเหตุพิเศษ (Special Causes) และสาเหตุทั่วไป (Common Causes) ของความผันแปร การใช้ SPC เพื่อให้มั่นใจว่ากระบวนการเป็นไปตามเป้าหมาย โดยมีความผันแปรที่น้อยที่สุด วิธีการเชิงสถิติที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต คือ แผนภูมิควบคุม

SPC เป็นเครื่องมือ สำหรับการตรวจติดตามความผันแปรในการดำเนินการ (On Line Monitoring Tool)

1. SPC ใช้เพื่ออะไร

1.1 เพื่อทำให้กระบวนการเสถียรหรือความสม่ำเสมอของกระบวนการ

1.2 เพื่อสร้างความเข้าใจและกำหนดแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการโดยการลดควบคุม และกำจัดความผันแปรออกไป

1.3 เพื่อประเมินขีดความสามารถของกระบวนการ

1.4 เพื่อรวบรวมข้อมูล สำหรับการตัดสินใจด้านการจัดการลดความผันแปรในกระบวนการ

2. ขั้นตอนการดำเนินการของการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (SPC)

2.1 ศึกษากระบวนการที่ต้องการศึกษาลักษณะของคุณลักษณะทางคุณภาพที่เป็นคุณลักษณะสำคัญและต้องการควบคุม

2.2 เลือกแผนภูมิ ที่เหมาะสมกับคุณลักษณะทางคุณภาพและออกแบบการเก็บข้อมูลทั้งขนาดตัวอย่าง ความถี่ จำนวนข้อมูล และวิธีการสุ่มเก็บข้อมูล

2.3 เก็บข้อมูลตามที่ออกแบบไว้ในขั้นตอนก่อนหน้า

2.4 สร้างแผนภูมิควบคุมเบื้องต้น เพื่อ

2.4.1 ตรวจสอบความเสถียรหรือความสม่ำเสมอของกระบวนการ

2.4.2 ถ้ากระบวนการไม่อยู่ภายใต้สภาวะควบคุม (In Control) ให้วิเคราะห์สาเหตุเบื้องต้น และทำการปรับปรุง (อาจต้องเก็บข้อมูลเพิ่มเติมและตรวจสอบด้วยแผนภูมิ เป็นต้น)

2.4.3 กระบวนการที่เสถียรหรือความสม่ำเสมอควรมีความผันแปร ปกติอยู่ภายใต้เกณฑ์ความผันแปร ที่ยอมให้ตามปกติหรือ Natural Tolerance Limits เช่น อยู่ในช่วง $\pm 3\sigma$

2.4.4 ประเมินความผันแปรของกระบวนการ (σ และ μ) และความสามารถของกระบวนการ (C_{pk}) ศักยภาพของกระบวนการ (C_p)

2.4.5 กำหนดเป้าหมายการปรับปรุง/แก้ไข (หากกระบวนการมีความสามารถไม่เพียงพอ หรือมีความผันแปร สูงกว่าที่ต้องการหรือต้องการปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น)

2.5 กำหนดแนวทางในการวิเคราะห์, ปรับปรุง/แก้ไข และติดตามผลการดำเนินงาน

2.6 ติดตามควบคุมกระบวนการ อย่างต่อเนื่องด้วยการใช้แผนภูมิควบคุ หรือ อื่น ๆ เป็นต้น

"คุณภาพ" เป็นสิ่งที่ทุกองค์กร ต้องให้ความสำคัญ โดยเฉพาะในสภาพแวดล้อมของธุรกิจในปัจจุบัน ซึ่งดำเนินไปท่ามกลางกระแสของการแข่งขันที่ค่อนข้างสูง องค์กรไม่ว่าจะใหญ่หรือเล็ก และดำเนินธุรกิจใดก็ตามต้องดำรงไว้ซึ่งความสามารถ ในการสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า และในการสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า คุณภาพมีบทบาทสำคัญเป็นอย่างยิ่งจนกล่าวได้ว่าคุณภาพ คือปัจจัยที่สำคัญที่สุด ในการสร้างกำไรและความสำเร็จ อย่างยั่งยืนขององค์กร

3. ความหมายของการควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม

3.1 สถิติ (Statistical) หมายถึง การใช้ข้อมูลเชิงตัวเลขอย่างมีเหตุมีผล เพื่อใช้ในการประมวลผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเลือกใช้สถิติ ตัวใดขึ้นอยู่กับลักษณะข้อมูลที่ต้องการนำไปวิเคราะห์และหาทางแก้ไข/ ปรับปรุง ต่อไป

3.2 กระบวนการ (Process) หมายถึง การเปลี่ยนแปลง ปัจจัยการผลิต เช่น คน, วัสดุ, เครื่องจักร, วิธีการทำงาน เป็นต้น

3.3 การควบคุม (Control) หมายถึง การควบคุมปัจจัยการผลิตหรือบริการ เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานหรือความต้องการของลูกค้า

3.4 การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control) หมายถึง การประยุกต์ ใช้เทคนิคทางสถิติ สำหรับใช้วัดค่าและวิเคราะห์ความผันแปร ในกระบวนการผลิต เพื่อเฝ้าติดตามและควบคุมกระบวนการ

4. เทคนิคด้านการจัดการคุณภาพ

คุณภาพนี้ควบคุมด้วยระบบการตรวจสอบ/ ควบคุม ถ้าคุณลักษณะทางคุณภาพตามมาตรฐาน ไม่เป็นผลิตภัณฑ์ไปมาตรฐานที่กำหนดข้อมูลที่ส่งย้อนกลับ (Feedback) จะบ่งบอกว่ามีปัญหาเกิดขึ้น ซึ่งจะต้องมีการดำเนินการต่าง ๆ ตามวงจรของการแก้ปัญหา

4.1 การตรวจสอบสาเหตุของปัญหา

4.2 การค้นหาต้นเหตุรากเง้า ที่ทำเกิดสาเหตุ ที่แท้จริงของปัญหา

4.3 ดำเนินการแก้ไข ปัญหาตามสาเหตุที่พบ

4.4 การตรวจติดตาม ว่าการดำเนินการแก้ปัญหาและควบคุมไม่ให้ปัญหา ย้อนกลับมาเกิดซ้ำขึ้นอีก ถ้ายังไม่ได้ผลก็ต้องหาทางปรับปรุง/แก้ไขต่อไป

การวางแผนโครงการด้วย PERT และ CPM

โครงการ (Project) มีลักษณะแตกต่างจากงานประจำในแง่ของเวลาและการดำเนินการ โครงการจะประกอบไปด้วยกิจกรรมซึ่งมีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งของโครงการคืองานที่มีเวลาแล้วเสร็จ แตกต่างกับงานประจำซึ่งไม่มีเวลาที่สิ้นสุดของการทำงาน การวางแผนโครงการก็มีลักษณะคล้ายคลึงกับการวางแผนงานอื่น ๆ คือการกำหนดแนวทางปฏิบัติว่าจะต้องทำอย่างไรบ้าง เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

เช่นเดียวกับการวางแผนโดยทั่วไป การวางแผนโครงการก็มีขั้นตอนต่าง ๆ โดยเริ่มจากการกำหนด **เป้าหมาย** ของโครงการ ซึ่งประกอบไปด้วยทรัพยากรที่ต้องการในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในโครงการ โดยอาศัย วิธีการพยากรณ์ การวางแผนและทางผู้บริหารโครงการควรจะต้องกำหนด **นโยบาย** เพื่อการทำกิจกรรมจะมีผลกระทบต่อการดำเนินโครงการมากที่สุดในแง่ของเวลาแล้วเสร็จของโครงการและในกรณีที่ต้องการเร่งให้เสร็จเร็วขึ้นกว่าแผนที่กำหนดไว้ ผู้บริหารโครงการควรจะต้องกำหนดว่า ควรจะใช้ทรัพยากรในการทำกิจกรรมใดเพื่อเร่งรัดให้โครงการเสร็จเร็วขึ้นได้ตามที่ต้องการ นอกจากนี้ผู้บริหารโครงการยังจะต้องกำหนดลำดับการทำงานก่อนหลังของกิจกรรมต่าง ๆ ในโครงการว่า จะต้องทำกิจกรรมใดก่อนหลังกันอย่างไร

ในด้านของการควบคุมและติดตามผลของโครงการ ผู้บริหารโครงการจะต้องติดตามผลของโครงการ โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการดำเนินการกับสิ่งที่ได้วางแผนไว้ สิ่งที่จำเป็นจะต้องควบคุมและติดตามผลคือ ระยะเวลาของการทำกิจกรรมและผลงานที่ได้ การควบคุมโครงการจำเป็นจะต้องอาศัยการวางแผนอย่างละเอียดและถูกต้อง การกำหนดมาตรฐานเพื่อใช้ในการควบคุมอย่างรัดกุมและการมีข้อมูลสารสนเทศอย่างเพียงพอ

กล่าวโดยสรุปสำหรับผู้บริหารโครงการ สิ่งที่จำเป็นจะต้องรู้เพื่อการวางแผนและควบคุมโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพคือ

1. ในโครงการมีกิจกรรมหรืองานย่อยอะไรบ้างที่จะต้องทำ แต่ละกิจกรรมมีความสัมพันธ์กันอย่างไร กิจกรรมใดต้องทำก่อน กิจกรรมใดต้องทำหลังจากกิจกรรมใดและเวลาที่ต้องใช้ในการทำแต่ละกิจกรรมเป็นเท่าไหร่

2. โครงการที่จะทำมีเวลาแล้วเสร็จเป็นเท่าไหร่

3. ในบรรดากิจกรรมต่าง ๆ มีกิจกรรมใดบ้างที่ถือว่าเป็นกิจกรรมวิกฤต (Critical Activity) ซึ่งหมายถึงกิจกรรมที่เมื่อเกิดล่าช้าไปกว่าที่กำหนด จะมีผลกระทบต่อเวลาแล้วเสร็จของโครงการ

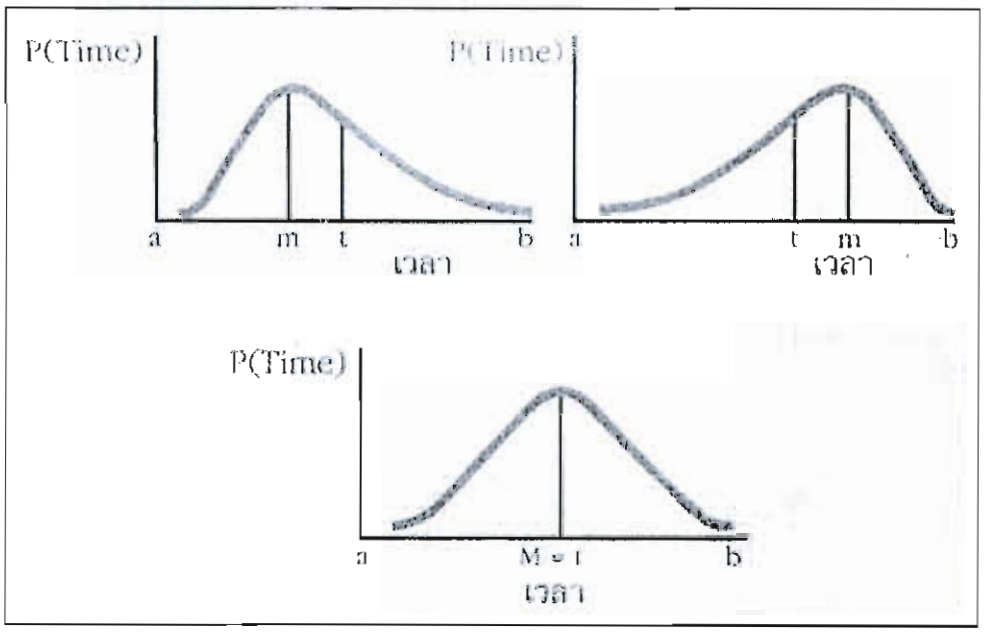
4. ในบรรดากิจกรรมต่าง ๆ มีกิจกรรมใดบ้างที่เมื่อเกิดการล่าช้า จะไม่มีผลกระทบต่อเวลาแล้วเสร็จของโครงการและกิจกรรมเหล่านี้อาจล่าช้าได้นานมากที่สุดเท่าใด จึงจะมีผลกระทบต่อเวลาแล้วเสร็จของโครงการ

5. ในกรณีที่ต้องการเร่งให้โครงการเสร็จเร็วขึ้นกว่าที่กำหนด จะต้องทำการเร่งรัดกิจกรรมใดบ้างและจะทำอย่างไรจึงทำให้ต้นทุนการเร่งรัดกิจกรรมถูกที่สุด

1. ข่ายงาน PERT/ CPM

PERT (Program Evaluation and Review Technique) และ CPM (Critical Path Method) เป็นข่ายงานที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการวางแผนและควบคุมโครงการ PERT และ CPM มีหลักการพื้นฐานเหมือนกันและมีลักษณะประยุกต์ใช้คล้ายคลึงกันมาก จนมักเรียกควบคู่กันว่า PERT/ CPM

PERT และ CPM มีหลักการพื้นฐานเหมือนกันคือ การสร้างและวิเคราะห์ข่ายงานเพื่อหาวิถีวิกฤต (Critical Activity) ซึ่งเป็นชุดของกิจกรรมที่จำเป็นต้องทำการควบคุมไม่ให้เกิดความล่าช้าเพื่อให้โครงการสามารถเสร็จได้ทันตามกำหนดเวลา ทั้งนี้เพราะระยะเวลาในการทำกิจกรรมที่อยู่บนวิถีวิกฤตมีผลต่อเวลาแล้วเสร็จของโครงการ หากเกิดการล่าช้าที่กิจกรรมใดในวิถีวิกฤต (Critical Activity) จะทำให้เวลาแล้วเสร็จของโครงการล่าช้าตามไปด้วย กิจกรรมบนวิถีวิกฤตนี้เรียกว่ากิจกรรมวิกฤต ความแตกต่างที่สำคัญระหว่าง PERT และ CPM คือการประมาณเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม CPM จะถือหลักการประมาณการเวลาของกิจกรรมว่ามีค่าคงที่แน่นอนค่าใดค่าหนึ่ง ส่วน PERT เป็นเทคนิคการวิเคราะห์และจัดกำหนดการของโครงการที่เวลาประมาณของแต่ละกิจกรรมแทนด้วยพารามิเตอร์ของการแจกแจงแบบเบต้า (Beta Distribution) ทั้งนี้เนื่องจากการแจกแจงที่แท้จริงของแต่ละโครงการจะมีความไม่แน่นอนสูงมากและประกอบกับโครงการเป็นชุดกิจกรรมเฉพาะที่เกิดขึ้นภายใต้ช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น ไม่ได้เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ตลอดเวลา ดังนั้นการแจกแจงแบบเบต้า จึงมีความเหมาะสม เพราะไม่จำกัดอยู่กับลักษณะของรูปแบบการแจกแจงที่ต้องเป็นแบบเฉพาะ กล่าวคือ การแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบปกติเบ้ขวา หรือเบ้ซ้ายก็ได้ ดังแสดงในภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-2 ตัวอย่างรูปทรงของข้อมูลที่แจกแจงแบบเบต้า

2. การวิเคราะห์ข่ายงาน PERT/CPM

การวิเคราะห์ข่ายงาน PERT/ CPM มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิถีวิกฤตของโครงการ ขั้นตอนการวิเคราะห์ข่ายงานประกอบด้วย

การแยกแยะงาน (Job Breakdown) เป็นขั้นตอนการแจกแจงของกิจกรรมต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องทำในโครงการทั้งหมดว่า มีกิจกรรมอะไรบ้างที่ต้องทำกิจกรรมต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร กิจกรรมใดต้องทำก่อน กิจกรรมใดทำหลัง

การประมาณเวลาของกิจกรรม (Activity Time Estimation) เป็นการประมาณการเวลาที่ต้องใช้ทำแต่ละกิจกรรม โดยอาศัยข้อมูลเก่าที่เคยทำมาแล้วหรือการประมาณการโดยอาศัยผู้ชำนาญในแต่ละกิจกรรม สำหรับข่ายงาน CPM การประมาณการจะทำโดยประมาณการเพียงค่าเดียว โดยถือว่าค่านี้มีความเป็นไปได้มากที่สุด มีโอกาสน้อยมากที่จะเกิดความคลาดเคลื่อน

ในกรณีของ PERT การประมาณการเวลาแล้วเสร็จของกิจกรรมจะถือว่าเวลาการทำกิจกรรมมีลักษณะการแจกแจงแบบเบต้า ดามภาพที่ 2-2 การประมาณการเวลาสำหรับกิจกรรมจะต้องประมาณการ 3 ประเภท ได้แก่

1) เวลาที่คาดว่าจะทำกิจกรรมแล้วเสร็จได้เร็วที่สุด (Optimistic Time)

2) เวลาที่คาดว่าจะทำกิจกรรมแล้วเสร็จช้าที่สุด (Pessimistic Time)

3) เวลาที่เป็นไปได้มากที่สุดที่จะทำกิจกรรมแล้วเสร็จ (Most Likely Time)

จากทฤษฎีของการแจกแจงแบบเบต้า ทำการคำนวณหาค่าคาดหมายของเวลาแล้วเสร็จของกิจกรรมจากสูตร

$$\text{เวลาเฉลี่ย (t)} = \frac{a + 4m + b}{6} \qquad (2\text{-}6)$$

จากนั้นจึงใช้ค่าคาดหมาย t แทนเวลาแล้วเสร็จของกิจกรรม เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข่ายงานต่อไป

เนื่องจากเวลาแล้วเสร็จของกิจกรรมสำหรับข่ายงาน PERT มีการแจกแจงแบบเบต้า ดังนั้นเวลาแล้วเสร็จของแต่ละกิจกรรมจึงมีค่าความแปรปรวน ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ความแปรปรวน } (\sigma^2) = \left[\frac{b-a}{6}\right]^2 \qquad (2\text{-}7)$$

ค่าความแปรปรวนนี้จะใช้เพื่อหาค่าความน่าจะเป็นที่โครงการจะเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด

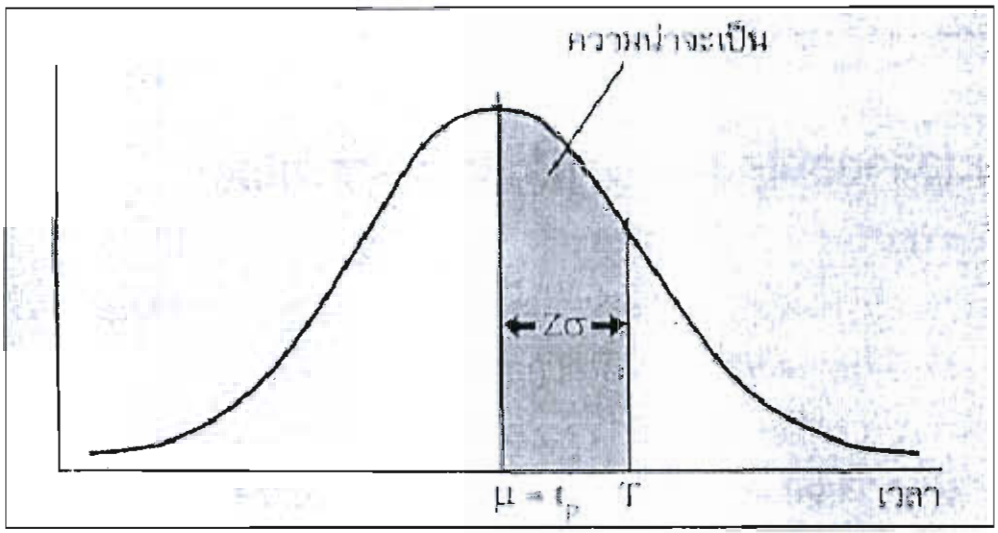
จากกรณีของเวลาของแต่ละกิจกรรมเป็นค่าประมาณที่ไม่ดงที่นี้ ทำให้เวลาเสร็จสิ้นของโครงการเป็นค่าประมาณที่มีความไม่แน่นอนเกี่ยวข้องด้วย ดังนั้นการระบุระยะเวลาการแล้วเสร็จของโครงการจึงเป็นการกล่าวอ้างถึงโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่ทำได้ตามนั้นและความน่าจะเป็นดังกล่าวนี้สามารถคำนวณได้โดยใช้พื้นฐานของการประมาณทางสถิติ เมื่อตั้งอยู่บนสมมติฐานว่าการแจกแจงของระยะเวลาแล้วเสร็จของโครงการมีการแจกแจงแบบปกติ โดยใช้ความสัมพันธ์ดังแสดงในสมการ 2-8

$$Z = \frac{T - \mu}{\sigma} \qquad (2\text{-}8)$$

เมื่อกำหนดให้ μ = Tp = เวลาเสร็จสิ้นของโครงการโดยเฉลี่ย

T = ระยะเวลาที่เสนอว่าโครงการจะเสร็จ

Z = จำนวนเท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาเสร็จสิ้นโครงการ ที่สัมพันธ์กับความน่าจะเป็นที่โครงการจะเสร็จภายในระยะเวลา T ซึ่งแสดงได้ดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 การแจกแจงปกติกับระยะเสร็จสิ้นของโครงการ

3.พื้นฐานการวิเคราะห์ข่ายงาน

ในการคำนวณหาวิธีวิกฤตจำเป็นต้องทราบถึงนิยามต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

3.1 เวลาเริ่มต้นเร็วที่สุด (Earliest Start: ES) หมายถึง เวลาเร็วที่สุดที่กิจกรรมจะสามารถเริ่มต้นทำได้

3.2 เวลาแล้วเสร็จเร็วที่สุด (Earliest Finished: EF) หมายถึง เวลาเร็วที่สุดที่กิจกรรมสามารถทำเสร็จได้

3.3 เวลาเริ่มต้นช้าที่สุด (Latest Start: LS) หมายถึง เวลาช้าที่สุดที่กิจกรรมจะสามารถเริ่มต้นได้ โดยไม่ทำให้เวลาแล้วเสร็จของโครงการล่าช้าไปกว่าที่วางแผนไว้

3.4 เวลาแล้วเสร็จช้าที่สุด (Latest Finished: LF) หมายถึง เวลาช้าที่สุดที่กิจกรรมสามารถทำเสร็จได้ โดยไม่ทำให้เวลาแล้วเสร็จของโครงการล่าช้าไปกว่าที่วางแผนไว้

3.5 เวลาลอยตัวอิสระ (Free Float: FF) หมายถึง เวลาที่กิจกรรมสามารถเลื่อนเวลาเริ่มต้นหรือทำล่าช้าออกไปจากที่กำหนด โดยไม่มีผลกระทบที่จะทำให้เวลาแล้วเสร็จของโครงการเสร็จล่าช้ากว่าที่กำหนดและไม่มีผลทำให้กำหนดเวลาเริ่มต้นของกิจกรรมอื่นที่ตามหลังต้องเลื่อนตามไปด้วย

3.6 เวลาลอยตัวรวม (Total Float: TF) หมายถึง เวลาที่กิจกรรมสามารถเลื่อนเวลาเริ่มต้นหรือทำล่าช้าออกไปจากที่กำหนด โดยไม่มีผลกระทบที่จะทำให้เวลาแล้วเสร็จของโครงการเสร็จล่าช้ากว่าที่กำหนด แต่อาจทำให้เวลาเริ่มต้นเร็วที่สุดของกิจกรรมที่ตามหลังเลื่อนตามไปด้วย

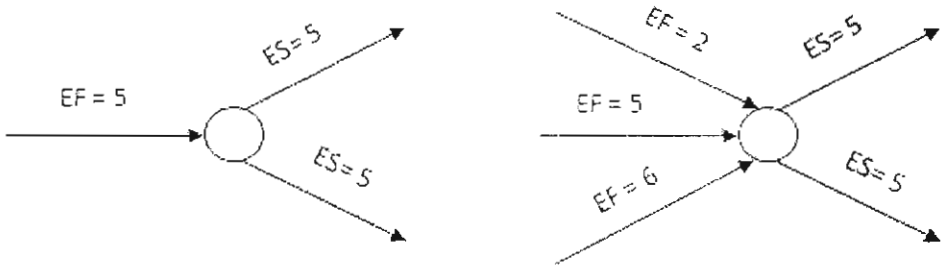
3.7 วิถีวิกฤต (Critical Path) เป็นวิถีที่ประกอบด้วยกิจกรรมที่มีเวลาลอยตัวเป็นศูนย์ การคำนวณเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุด (ES) และเวลาแล้วเสร็จเร็วที่สุด (EF) ทำโดยอาศัยหลักเกณฑ์สำคัญ 2 ประการคือ

1) เวลาแล้วเสร็จเร็วที่สุดของกิจกรรมมีค่าเท่ากับเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุดของกิจกรรมบวกกับเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมนั้น ซึ่งสามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์คือ

$$EF = ES + t \qquad (2\text{-}9)$$

เมื่อ t เป็นเวลาในการทำกิจกรรม

2) สำหรับวงกลมที่มีกิจกรรมเข้าเพียงกิจกรรมเดียว ES ของกิจกรรมต่าง ๆ ที่ออกจากวงกลมนั้น จะมีค่าเท่ากับ EF ของกิจกรรมที่เข้าสู่วงกลม แต่ถ้ามีกิจกรรมหลายกิจกรรมที่วงกลม ES ของกิจกรรมที่ออกจากวงกลมมีค่าเท่ากับค่า EF ที่มากที่สุดของกิจกรรมที่เข้าวงกลม ดังแสดงในภาพที่ 2-4



(ก) เมื่อมีกิจกรรมที่ทำก่อนหน้าเพียงกิจกรรมเดียว (ข) เมื่อมีกิจกรรมที่ทำก่อนหน้ามากกว่า 1 กิจกรรม

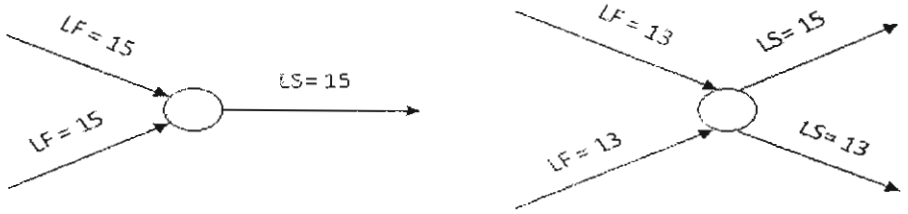
ภาพที่ 2-4 การคำนวณค่า ES ของกิจกรรม

สำหรับการคำนวณเวลาเริ่มต้นช้าที่สุด (LS) และเวลาแล้วเสร็จช้าที่สุด (LF) ของโครงการจะคำนวณย้อนกลับจากกิจกรรมสุดท้ายไปยังกิจกรรมแรกและทำได้โดยอาศัยหลักเกณฑ์ที่สำคัญ 2 ประการคือ

1) เวลาเริ่มต้นช้าที่สุดของกิจกรรมมีค่าเท่ากับเวลาแล้วเสร็จช้าที่สุดของกิจกรรม ลบด้วยเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมนั้น ซึ่งสามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์คือ

$$LS = LF - t \qquad (2\text{-}10)$$

2) สำหรับวงกลมที่มีกิจกรรมเข้าเพียงกิจกรรมเดียว LF ของกิจกรรมที่เข้าสู่วงกลมมีค่าเท่ากับ LS ของกิจกรรมที่ออกจากวงกลมนั้น แต่ถ้ามีกิจกรรมหลายกิจกรรมออกจากวงกลมหลายกิจกรรม LF ของกิจกรรมที่เข้าวงกลมจะมีค่าเท่ากับ LS ที่น้อยที่สุดของกิจกรรมที่เข้าวงกลม ดังแสดงในภาพที่ 2-5



(ก) เมื่อมีกิจกรรมที่ทำก่อนหน้าเพียงกิจกรรมเดียว (ข) เมื่อมีกิจกรรมที่ทำก่อนหน้ามากกว่า 1 กิจกรรม

ภาพที่ 2-5 การคำนวณค่า LF ของกิจกรรม

4. การวิเคราะห์หาวิถีวิกฤต

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าวิถีวิกฤตประกอบด้วยกิจกรรมที่มีเวลาลอยตัวเป็นศูนย์ กิจกรรมที่อยู่ในวิถีวิกฤตคือ กิจกรรมวิกฤต กิจกรรมวิกฤตถ้าเกิดการล่าช้าจะมีผลกระทบต่อเวลาแล้วเสร็จของโครงการทั้งหมด กิจกรรมวิกฤตจึงต้องได้รับการควบคุมอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านเวลา การวิเคราะห์หาวิถีวิกฤต ทำได้โดยการคำนวณหาเวลาลอยตัวรวม (TF) ซึ่งคำนวณได้จากสมการ (2-11) หรือ (2-12)

$$TF = LS - ES \quad (2\text{-}11)$$

$$TF = LF - EF \quad (2\text{-}12)$$

กิจกรรมใดที่มีค่าเวลาลอยตัวรวมเป็นศูนย์ ก็คือกิจกรรมในวิถีวิกฤต

นอกจากนี้การวิเคราะห์ข่ายงานยังต้องการรู้ถึงเวลาลอยตัวอิสระของแต่ละกิจกรรม ซึ่งคำนวณได้จากสมการ (2-13) คือ

$$EF = ES \text{ ของกิจกรรมถัดไป} - EF \text{ ของกิจกรรมที่พิจารณาอยู่} \quad (2\text{-}13)$$

เวลาลอยตัวอิสระหมายถึงเวลาที่กิจกรรมสามารถล่าช้าได้โดยไม่ทำให้กิจกรรมอื่นที่ตามมาต้องเลื่อนตามไปด้วย และเวลาแล้วเสร็จของโครงการก็ไม่ล่าช้าออกไป ส่วนเวลาลอยตัวรวมหมายถึง เวลาที่กิจกรรมสามารถล่าช้าได้โดยไม่มีผลกระทบต่อเวลาแล้วเสร็จของโครงการ

แต่อาจมีผลทำให้กิจกรรมที่ตามมาต้องเลื่อนตามออกไป ตัวอย่างเช่น กิจกรรม B มี EF = 0 หมายความว่าถ้ากิจกรรม B เลื่อนล่าช้าออกไปแม้แต่ 1 หน่วย ก็จะทำให้กิจกรรมที่ตามมาคือ E ต้องเริ่มล่าช้าตามไปด้วย แต่กิจกรรม B มีค่า TF = 6 หมายความว่า กิจกรรม B อาจล่าช้าไปได้อีก 6 หน่วยเวลา โดยไม่ทำให้เวลาแล้วเสร็จของโครงการล่าช้าออกไปเลย โดยการปรับปรุงหรือหาทางลดระยะเวลาของโครงการจะต้องมุ่งเน้นไปที่กิจกรรมที่อยู่บนเส้นทางวิกฤตเหล่านี้ ในขณะที่กิจกรรมที่มี Slack Time มากกว่าศูนย์บ่งชี้ว่ากิจกรรมเหล่านั้นอาจมีการล่าช้าได้ไม่เกิน Slack Time ที่มี โดยไม่มีผลต่อระยะเวลาแล้วเสร็จของโครงการ

การเปรียบเทียบการทำการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ก่อนและหลัง ได้การรับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949

1. การผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ก่อนได้การรับรองระบบ ISO/ TS 16949

1.1 กำหนดผู้รับผิดชอบในการทำงานและแต่งตั้งทีมทำงานผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) โดยมาจากแต่ละหน่วยงาน

1.2 มีกิจกรรมการวางแผนผลิตและติดตามผลการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model)

1.3 ทำการสั่งซื้อ/ ทำ อุปกรณ์, แม่พิมพ์, จิ๊ก, วัตถุดิบ, เครื่องจักร, เครื่องมือวัด และอื่น ๆ

1.4 ทำการทดลองการผลิต, จัดทำเอกสารประกอบการทำงานและจัดส่งผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product) ให้ลูกค้าทำการอนุมัติใช้งาน

1.5 ทำการผลิตแบบปริมาณมาก

2. การผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) หลังได้การรับรองระบบ ISO/TS 16949

2.1 กำหนดผู้รับผิดชอบในการทำงานและแต่งตั้งทีมทำงานผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) โดยมาจากแต่ละหน่วยงาน

2.2 มีการทบทวนความพร้อมและความสามารถในการทำงาน เช่น บุคคลากร, เครื่องจักร, วัตถุดิบ, อุปกรณ์และแม่พิมพ์เป็นต้น เพียงพอหรือ ไม่

2.3 มีการจัดทำกิจกรรมการวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้าช่วงเริ่มต้นการผลิต (APQP Plan: Pre-Launch)

2.4 จัดทำเอกสารประกอบการทำงานช่วงเริ่มต้นการผลิต (Pre-Launch) เช่น วิธีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Standard), วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์ (Packing Standard), แผนควบคุมกระบวนการผลิต (Control Plan), การวิเคราะห์ความล้มเหลวและ

ผลกระทบกระบวนการผลิต (FMEA), แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต (Process Flow Chart), คู่มือการปฏิบัติงานช่วงเริ่มต้นการผลิต (Work Instruction) เป็นต้น

2.5 ทำการสั่งซื้อ/ ทำ อุปกรณ์, แม่พิมพ์, จิ๊ก, วัตถุดิบ, เครื่องจักร, เครื่องมือวัด และอื่น ๆ

2.6 ทำการทดลองการผลิตและจัดส่งผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product) ให้ลูกค้าทำการอนุมัติ

2.7 ทำการผลิตแบบปริมาณมากและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงทำการปรับปรุง/ แก้ไข กระบวนการทำงานและนำสถิติมาใช้ในการทำงาน

2.8 มีการจัดทำเอกสารประกอบการทำงาน ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก

2.9 จัดทำเอกสาร PPAP ส่งให้ลูกค้า

2.10 ปิดโครงการ (Sign Off)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รสลิน ตันเต็มทรัพย์ (2552) การลดของเสียในสายประกอบเบรกมือจากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตและจัดเก็บข้อมูลของดีและของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ไข/ ป้องกัน ปัญหา ซึ่งทำได้โดยการประเมิน เพื่อคัดเลือกปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตและพบว่าสาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุดหรือที่มีคะแนนในการประเมินสูงสุดของผลิตภัณฑ์หรือสินค้า คือ สายประกอบเบรกมือ ซึ่งได้คะแนน 750 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนสูงสุดและที่ทำการคัดเลือกมา เนื่องจากกระบวนการผลิตมีความยุ่งยากซับซ้อนมากกว่าสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ จึงเป็นแรงจูงใจทำให้ผู้บริหารสนใจที่จะทำการลดของเสียที่เกิดขึ้นจากสายประกอบเบรกมือ (Parking Braking Cable) หลังจากนั้นจึงได้ทำการสำรวจหาข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตและทำการเก็บค้นหาข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่เดือนมีนาคม – สิงหาคม 2551 ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลของสายประกอบเบรกมือ 1,2,3 และได้ดำเนินการคัดเลือกค้นหาปัญหาที่พบในการผลิตของสายประกอบเบรกมือที่เกิดขึ้นมากที่สุด 2 ปัญหามาทำการแก้ไข/ ป้องกัน คือปัญหา Outer สั้นและ Outer ยาว เนื่องจากลักษณะของปัญหามีลักษณะที่ใกล้เคียงกันและสามารถแก้ไขได้พร้อม ๆ กัน โดยการตั้งเป้าหมายการลดของเสียในกระบวนการผลิตให้ลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ จากจำนวนของเสีย รวมทั้งหมด (PPM) 857.16 และจำนวนของเสียที่เกิดจากปัญหาจาก Outer สั้นและ Outer ยาว เท่ากับ (PPM) 578.99 ถ้าสามารถทำการลดปัญหาดังกล่าวทั้ง 2 ปัญหา นี้ลงได้ ก็สามารถที่จะทำงานบรรลุเป้าหมายได้แล้ว โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงคือ 67.55 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้หลักเกณฑ์ทางวิชาการ การควบคุมคุณภาพมาช่วยในการศึกษาการทำงานและทำ

การแก้ไข/ ปรับปรุง ปัญหาที่เกิดขึ้น จากปัญหาดังกล่าวได้ทำการวิเคราะห์หาต้นเหตุของปัญหา โดยใช้สถิติเข้ามาช่วย พบว่าปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากเครื่องตัด Outer อัตโนมัติ โดยการตั้งความยาวที่ใช้ในการตัด Outer 1,797 mm. และทำการนำชิ้นงานที่ได้จากการตัด Outer มาทำการตรวจสอบและวัดผลที่ได้คือ 1,830 mm. และบางครั้งชิ้นงานที่ตัดออกมาจะมีความยาวที่สั้นบ้าง ซึ่งจากข้อมูลที่ได้พบว่ามี Outer ที่ทำการตัดออกมาแล้วมีความยาวมากกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อปัญหาที่เกิดขึ้นคือ Outer สั้น และ Outer ยาว โดยสาเหตุน่าจะเกิดจากตัวเซ็นเซอร์ (Sensor) ที่ใช้ในการควบคุม และตั้งระยะในการตัด Outer เกิดความผิดพลาด (Error) ดังนั้นจึงต้องทำการแก้ไข/ ปรับปรุง โดยการติดตั้ง จิ๊ก (Jig) สำหรับล็อต (Lock) หรือทำตัวยึดตัวเซ็นเซอร์ (Sensor) เพื่อไม่ให้ขยับหรือเคลื่อนตัวได้และให้ทำการตรวจสอบและทำความสะอาดตัวเซ็นเซอร์ (Sensor) ก่อนเริ่มการทำงานและทุกช่วงเวลาของการทำงาน หลังจากนั้น ทำการเก็บข้อมูลหลังจากทำการแก้ไข/ ปรับปรุงเสร็จเรียบร้อยแล้วของเดือน พฤศจิกายน 2551 จนกระทั่งถึงเดือน มกราคม 2552 ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลของสายประกอบเบรกมือ 1,2,3 จากขั้นตอนการตรวจสอบครั้งสุดท้าย พบว่าจำนวนของเสียที่เกิดขึ้น มีแนวโน้มที่จะลดลง ซึ่งจาการเปรียบเทียบผลก่อน และหลังการแก้ไข/ ปรับปรุงมีดังนี้ (เป้าหมายลดลงเสียลง 50 เปอร์เซ็นต์)

สรุปผลการดำเนินงานการลดของเสียที่เกิดขึ้นจากสายประกอบเบรกมือ 1,2,3 โดยทำการกำหนดเป้าหมายของการลดของเสียลง 50 เปอร์เซ็นต์ หลังจากมีการแก้ไข/ ปรับปรุงเสร็จเรียบร้อยแล้ว พบว่าของเสียที่เกิดจากปัญหา จำนวนของเสียรวมทั้งหมด ลดลง 63.73 เปอร์เซ็นต์ และปัญหาจาก Outer สั้น และ Outer ยาว ลดลง 92.26 เปอร์เซ็นต์ โดยสามารถทำการลดของเสียลงได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งจะทำให้ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตลดลง

ตารางที่ 2-3 เปรียบเทียบก่อน และหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต

สาเหตุของเสียที่เกิดขึ้น	ก่อนปรับปรุง (PPM)	หลังการปรับปรุง (PPM)	จำนวนของเสียที่ลดลง (PPM)	เปอร์เซ็นต์ของเสียที่ลดลง (%)
จำนวนของเสียรวมทั้งหมด	857.16	310.86	546.3	63.73
จำนวนของเสียที่เกิดจากปัญหา Outer สั้น และ ยาว	578.99	44.84	534.15	92.26

ไกรสร เทพสาลี, ทวีพงศ์ เจนศิริรุ่งเรือง (2549) การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนโครงเครื่องปรับอากาศ โดยมุ่งเน้นเฉพาะกรรมวิธีการผลิตฉากช่องลมเท่านั้น เนื่องจากพบว่ามี เปอร์เซ็นต์ ของเสียถึง 3.92 เปอร์เซ็นต์ จากจำนวนการผลิตชิ้นส่วน 10,000 ชิ้น ซึ่งมีรายละเอียดของปัญหาคือ ชิ้นงานบิดงอ 2.36 เปอร์เซ็นต์ การเชื่อมแล้วทะลุ 1.12 เปอร์เซ็นต์ เชื่อมแล้วไม่ติด 0.44 เปอร์เซ็นต์ โดยได้ทำการวิเคราะห์ ปัญหาพบว่าเกิดจาก จิ๊ก การจัดเก็บ การขนย้ายกระแสไฟฟ้า ความดันเชิงกลหรือแรงกดอิเล็กโทรด ขนาดของปลายแท่งอิเล็กโทรด เวลาในการกดเชื่อม จึงได้นำปัญหา นี้มาทำการปรับปรุงแก้ไข โดยการนำเอาหลักวิชาการด้านควบคุมคุณภาพมาทำการประยุกต์ใช้ โดยสร้างจิ๊กให้มีส่วนรองรับชิ้นงานมากกว่าเดิมสร้างอุปกรณ์จัดเก็บขนย้ายให้เคลื่อนที่ได้สะดวก ปรับตั้งเครื่องเชื่อมด้วยการตั้งกระแสไฟตามมาตรฐาน สร้างเกจวัดขนาดปลายแท่งอิเล็กโทรด โดยทำการเจาะรู ตามขนาดที่แผ่นเกจ ปรับแรงดันเชิงกลหรือแรงกดให้สัมพันธ์กับขนาตปลายแท่งอิเล็กโทรด โดยการขันน็อตระยะห่างปลายแท่งอิเล็กโทรดให้สัมผัสกันพอดี เพื่อลดปัญหาของเสียที่เกิตขึ้นในการผลิตฉากช่องลม สามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นได้ถึง 95.65 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายอันเนื่องมาจากของเสียที่เกิดขึ้นได้ถึง 9,408 บาทต่อเดือน ซึ่งผลที่ได้ทำให้บริษัทลดค่าใช้จ่ายเท่ากับ 112,896 บาทต่อปี ทำให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพในการทำงานมากยิ่งขึ้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาโครงการ "การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949 สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N สามารถแยกได้เป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949 จะเป็นการกำหนดรูปแบบขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงานเพื่อนำไปสู่การนำไปปฏิบัติงานสำหรับผลิตภัณฑ์รุ่นหรือชนิดต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้

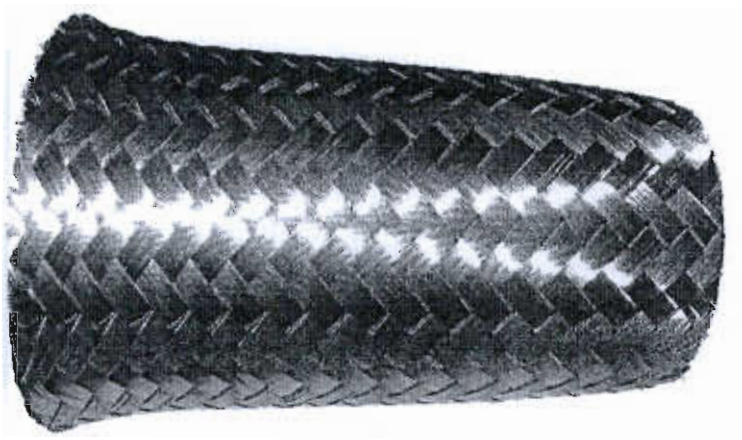
ส่วนที่ 2 กรณีศึกษาสำหรับผลิตภัณฑ์ ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N

เหตุผลที่ทำการเลือกผลิตภัณฑ์มาทำการศึกษาและวิจัย

เนื่องจากลูกค้ามีความต้องการให้ผู้ประกอบการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์จะต้องได้รับการรับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 ถึงจะสามารถนำเสนอขายผลิตภัณฑ์ได้ จากกรณีดังกล่าวทำให้บริษัท ฯ กรณีศึกษา เป็นผู้ประกอบกิจการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ส่งขายทั้งภายในและต่างประเทศ ได้จัดทำระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 และ ISO 9001 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ซึ่งการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) อาจจะรวมไปถึงผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตอยู่ในปัจจุบัน เป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนดระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS16949 บริษัทฯ กรณีศึกษา ยังไม่เคยมีการจัดทำมาก่อน จึงต้องมีการศึกษาและจัดทำระบบขั้นตอนการออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) อันเป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนดจากลูกค้าหรือข้อกำหนดระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS16949 ที่ต้องการให้มีการพัฒนาและจัดทำการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ในทุก ๆ ปี โดยมีรายละเอียดในการคัดเลือกดังต่อไปนี้

1. ผลิตภัณฑ์กลุ่มที่ 1 คือลวดถักสแตนเลส (Wire Braid) เป็นการนำเอาลวดสแตนเลสมาถักเป็นชิ้นงาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชิ้นส่วนประกอบท่อพักของท่อไอเสียรถยนต์ (Car Bellows) มีการผลิตจำนวนหลากหลายรุ่นและผลิตภัณฑ์ไม่ได้เกี่ยวข้องกับระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 และไม่ใช่เป็นผลิตภัณฑ์หลักของธุรกิจผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงไม่ได้นำมาทำการศึกษาและวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 3-1

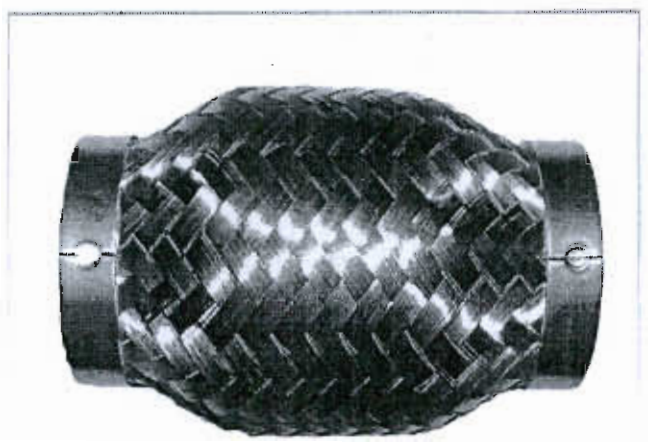
ผลิตภัณฑ์ลวดถักสแตนเลส (Wire Braid) ของบริษัท ฯ กรณีศึกษา



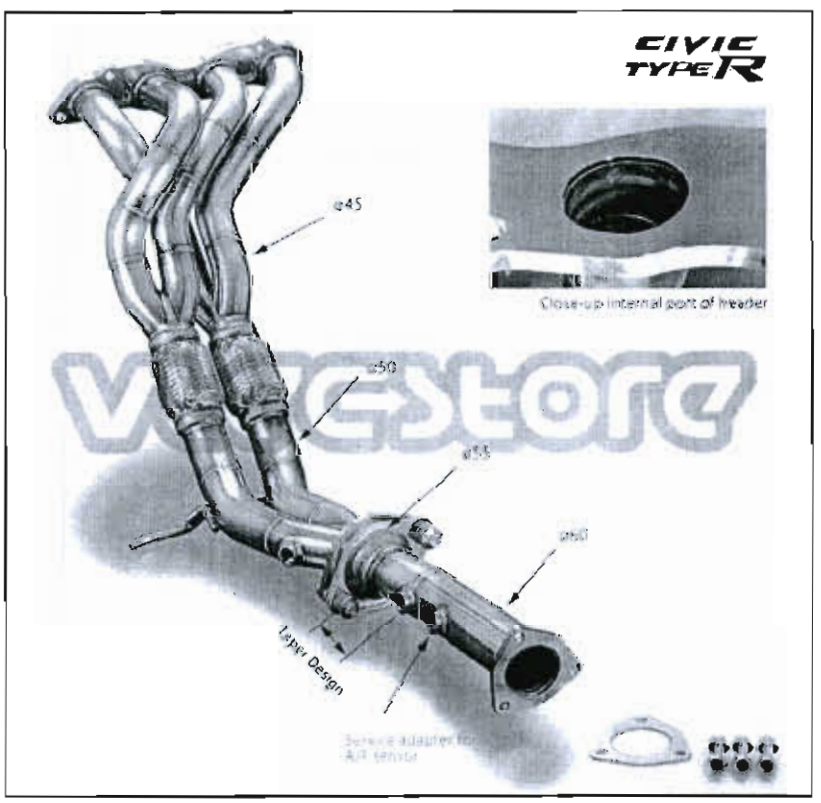
ภาพที่ 3-1 ลวดถักสแตนเลส (Wire Braid)

2. ผลิตภัณฑ์กลุ่มที่ 2 คือท่อพักของท่อไอเสียรถยนต์ (Car Bellows) เป็นการนำเอาชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบเป็นท่อพักของท่อไอเสียรถยนต์ เช่น ลวดถักสแตนเลส (Wire Braid), ท่อสแตนเลส (Bellows Forming) และCollar เป็นต้น ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์หลักของธุรกิจผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ทำการขายทั้งภายในและต่างประเทศ โดยผู้ผลิตทำการจัดส่งให้กับรถยนต์ยี่ห้อ Isuzu, Mitsubishi และ Nissan เป็นต้น ซึ่งมีคำสั่งซื้อรวมทั้งหมดประมาณเดือนละ 5,000-10,000 ชิ้น ซึ่งการปรับเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์จะมีอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ประมาณ 10-15 ปี ถึงจะมีการปรับเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์และความต้องการในการปรับเปลี่ยนรูปแบบลักษณะการใช้งานมีไม่มาก เนื่องจากผลิตภัณฑ์ไม่ได้มีการปรับเปลี่ยนหน้าที่ (Function) การใช้งานบ่อย ๆ และความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดอุบัติเหตุในการใช้งานของผลิตภัณฑ์มีน้อยมาก ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงไม่ได้นำมาทำการศึกษาและวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 3-2 และ ภาพที่ 3-3

ผลิตภัณฑ์ท่อพักของท่อไอเสียรถยนต์ (Car Bellows) ของบริษัท ฯ กรณีศึกษา



ภาพที่ 3-2 ท่อพักของท่อไอเสียรถยนต์ (Car Bellows)



ภาพที่ 3-3 แสดงจุดประกอบชิ้นส่วนของท่อไอเสียรถยนต์ (Car Bellows)

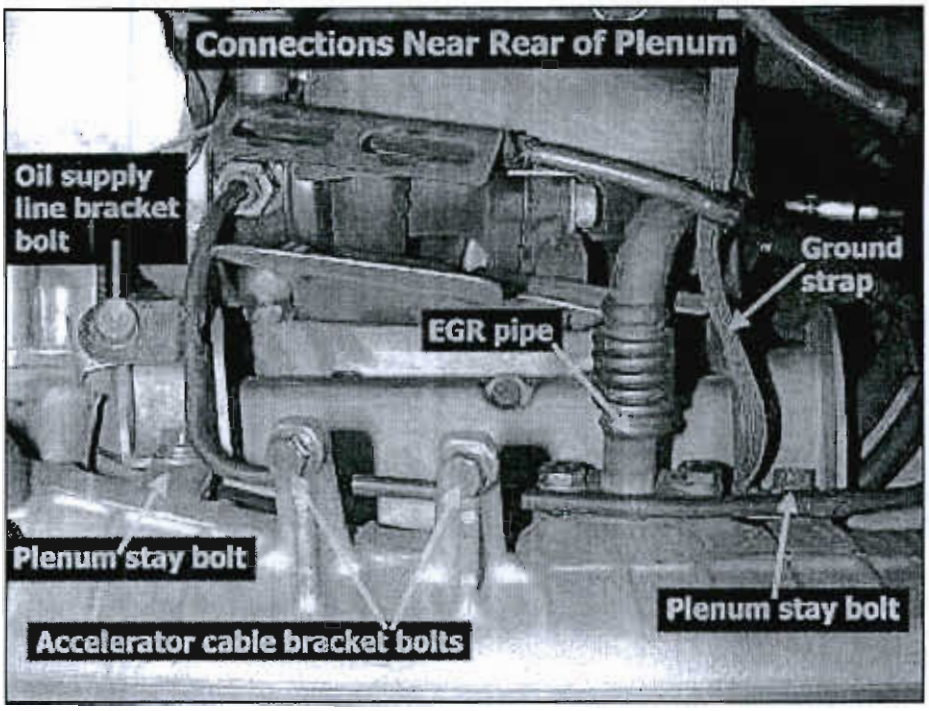
3. ผลิตภัณฑ์กลุ่มที่ 3 คือท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (Exhaust Gas Recirculation Pipe: EGR Pipe) คือการนำไอเสียมาปนกับไอดีมาเข้าห้องเผาไหม้ รวมกับอากาศเผาไหม้ซ้ำอีกครั้ง เพื่อให้อุณหภูมิการเผาไหม้ต่ำ ช่วยลดก๊าซพิษจำพวก NOx (Nitrous Oxides) ที่จะออกไปกับไอเสีย เนื่องจากอากาศที่เข้าสู่ห้องเผาไหม้มี %ออกซิเจน (Oxygen) ลดลง เพราะมีไอเสียมารวมอยู่ด้วย จะได้ไม่เกิดแก๊สพิษ เพื่อให้เป็นไปตามกฎหมายที่กำหนดไว้ เช่น มาตรฐาน Euro 3 เป็นต้น

การทำงานจะเป็นการเชื่อมขึ้นรูปท่อสแตนเลส (Pipe Forming & Welding), นำมาทำการปั๊มขึ้นรูปลอนของท่อ (Bellows Forming) และท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (Exhaust Gas Recirculation Pipe: EGR Pipe) เป็นผลิตภัณฑ์หลักของธุรกิจผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ทำการขายภายในประเทศ โดยผู้ผลิตทำการจัดส่งให้กับรถยนต์ยี่ห้อ Isuzu, Mitsubishi มีคำสั่งซื้อรวมทั้งหมดประมาณเดือนละ 15,000-20,000 ชิ้น การปรับเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์จะมีอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ประมาณ 3-5 ปี ถึงจะมีการปรับเปลี่ยนรุ่น เนื่องจากท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) มีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดผลกระทบ, ความรุนแรงและทำให้เกิดอุบัติเหตุในการใช้งานของผลิตภัณฑ์ ทางลูกค้าจึงต้องการที่จะให้มีการพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์อย่างสม่ำเสมอ

ในแต่ละปีลูกค้าร้องขอให้มีการจัดทำผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) หรือปรับเปลี่ยนรูปแบบของผลิตภัณฑ์ จำนวนมากหลากหลายรุ่น โดยที่ลูกค้าภายในประเทศมีความต้องการให้จัดทำระบบการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ตามข้อกำหนดระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS16949 และทำการจัดส่งเอกสารกระบวนการขออนุมัติชิ้นส่วนการผลิต (Production Part Approval Process: PPAP) ให้ลูกค้าอนุมัติใช้งาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) นำมาทำการศึกษาและวิจัยในครั้งนี้ ดังแสดงในภาพที่ 3-4 และภาพที่ 3-5

ผลิตภัณฑ์ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) ของบริษัท ฯ กรณีศึกษา

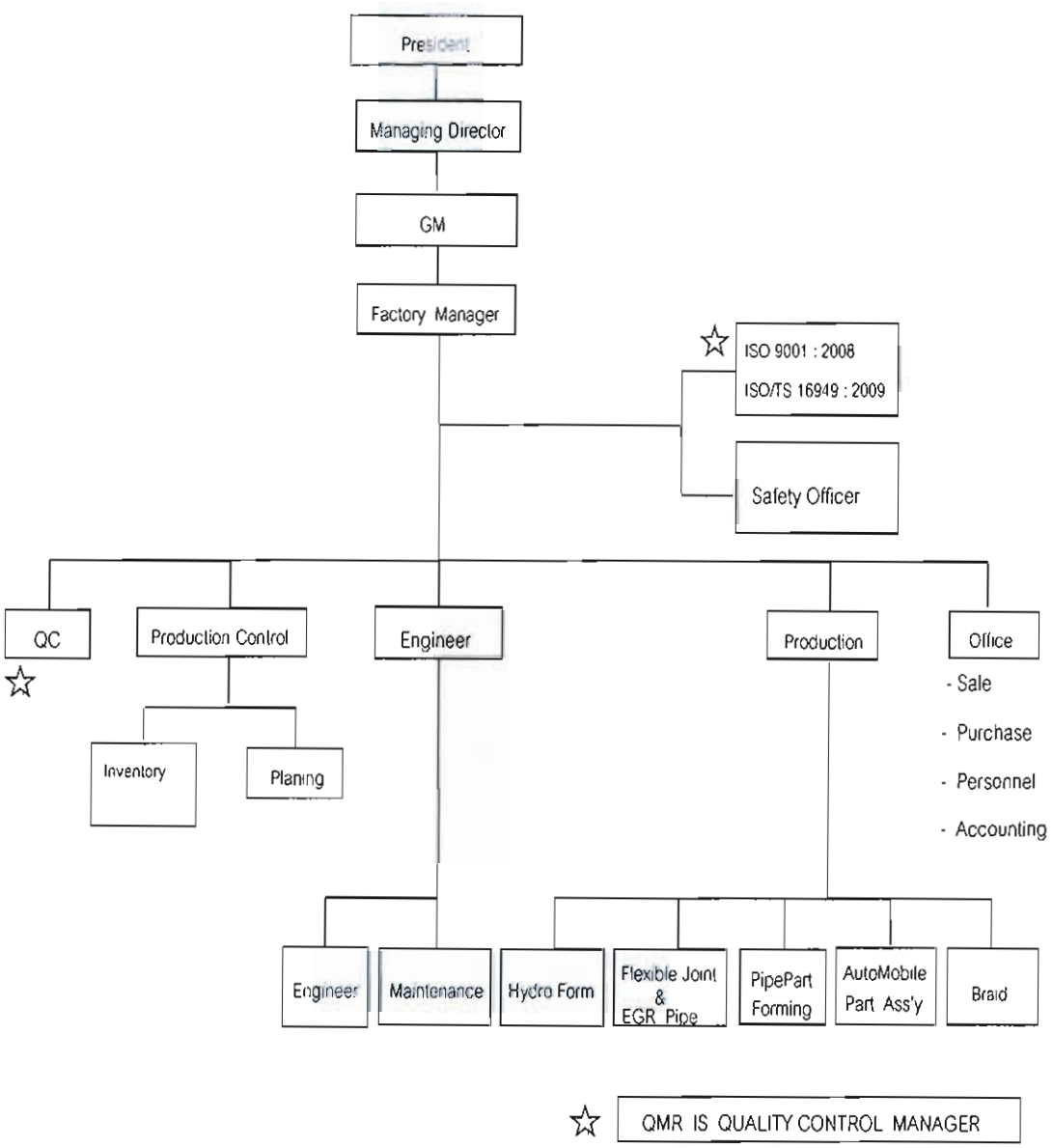
ภาพที่ 3-4 ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น : Ø25.4x220Lx5N



ภาพที่ 3-5 แสดงจุดใช้งานท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe)

ระบบบริหารงานคุณภาพของบริษัท ฯ กรณีศึกษา

ลักษณะการจัดผังโครงสร้างองค์กรของบริษัท ฯ กรณีศึกษา มีการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ด้วยกันคือฝ่ายสำนักงานและฝ่ายโรงงาน โดยมีผู้บริหารสูงสุดคือกรรมการผู้จัดการ (Managing Director: MD) รายละเอียด ดังแสดงในภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 ผังโครงสร้างองค์กรของบริษัท ฯ กรณีศึกษา

แผนผังบริเวณโรงงานของบริษัท ฯ กรณีศึกษา

พื้นที่ทั้งหมดบริเวณโรงงานของบริษัท ฯ กรณีศึกษา จะประกอบไปด้วยฝ่าย หรือหน่วยงาน หลาย ๆ ส่วนด้วยกันคือ

1. ฝ่ายโรงงาน จะประกอบไปด้วยฝ่ายหรือหน่วยงานย่อย ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 ฝ่ายผลิต (Production)

1.1.1 หน่วยงาน Braid จะทำหน้าที่ผลิตลวดถักสแตนเลส (Wire Braid) ซึ่งเป็นชิ้นส่วนหนึ่งในการนำไปประกอบเป็นชิ้นส่วนท่อพักของท่อไอเสียรถยนต์ (Car Bellows) โดยมีจำนวนเครื่องถักลวดสแตนเลส (Braid M/C) จำนวน 3 เครื่องและมีเครื่องตัดลวดถักสแตนเลส (Cutting M/C) จำนวน 3 เครื่อง

1.1.2 หน่วยงานเชื่อมขึ้นรูปท่อสแตนเลส (Pipe Part Forming) จะทำหน้าที่ขึ้นรูปท่อสแตนเลส ซึ่งเป็นชิ้นส่วนหนึ่งในการนำไปประกอบเป็นชิ้นส่วนท่อพักของท่อไอเสียรถยนต์ (Car Bellows) และเป็นชิ้นส่วนหนึ่งในการนำไปประกอบชิ้นงานท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) โดยมีจำนวนเครื่องเชื่อมขึ้นรูปท่อ (Pipe Forming & Welding M/C) จำนวน 5 เครื่อง

1.1.3 หน่วยงานปั๊มขึ้นรูปลอนของท่อสแตนเลส (Hydro Form) จะทำหน้าที่ปั๊มขึ้นรูปลอนของท่อสแตนเลส ซึ่งเป็นชิ้นส่วนหนึ่งในการนำไปประกอบเป็นชิ้นงาน ชิ้นส่วนท่อพักของท่อไอเสียรถยนต์ (Car Bellows) และเป็นชิ้นส่วนหนึ่งในการนำไปประกอบชิ้นงานท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) โดยมีจำนวนเครื่องปั๊มขึ้นรูปลอนของท่อสแตนเลส (Bellows Forming M/C) จำนวน 4 เครื่อง

1.1.4 หน่วยงานประกอบ (Automobile Part Ass'y) จะทำหน้าที่ประกอบชิ้นส่วนท่อพักของท่อไอเสียรถยนต์ (Car Bellows) โดยนำชิ้นส่วนจากการผลิตที่ได้มาจากหน่วยงานต่าง ๆ มาทำการประกอบเข้าด้วยกันเป็นท่อพักของท่อไอเสียรถยนต์ (Car Bellows) โดยมีจำนวนเครื่อง Spot จำนวน 10 เครื่อง, เครื่องขยายขนาดงานจำนวน 3 เครื่อง, เครื่อง Leak Test จำนวน 1 เครื่อง, เครื่องตัดงานจำนวน 2 เครื่อง

1.2 หน่วยงานตรวจสอบคุณภาพ (Quality Control: QC) จะทำหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่ตรวจรับวัตถุดิบ (In-Coming Inspection), ตรวจสอบในระหว่างกระบวนการผลิต (In-Process Inspection) และตรวจสอบขั้นตอนสุดท้ายก่อนส่งมอบให้ลูกค้า (Final Inspection), ควบคุมดูแลเครื่องมือวัด เพื่อทำการสอบเทียบเครื่องมือวัด โดยมีเครื่อง Leak Test จำนวน 1 เครื่อง, เครื่องวัดชิ้นงาน (Profile Projector) จำนวน 1 เครื่อง

1.3 ฝ่ายวางแผนผลิต (Production Control: PC)

1.3.1 หน่วยงานวางแผนผลิต (Production Control: PC) จะทำหน้าที่วางแผนผลิตผลิตภัณฑ์, ติดตามแผนการผลิตและตรวจสอบปริมาณการใช้งานของวัตถุดิบ (Material)

1.3.2 หน่วยงานคลังสินค้า (Inventory) จะทำหน้าที่จัดเก็บวัตถุดิบ (Material), ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (Finished Good Product) ไว้ในคลังสินค้า (Inventory), ทำหน้าที่เบิกจ่ายวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิต รวมไปถึงการเบิกจ่ายผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (Finished Good Product) ส่งขายให้กับลูกค้า

1.4 ฝ่ายวิศวกรรม (Engineering)

1.4.1 หน่วยงานซ่อมบำรุง (Maintenance) จะทำหน้าที่วางแผนซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ และอื่น ๆ, ดูแลสาธารณูปโภคของโรงงานทั้งหมด

1.4.2 หน่วยงานวิศวกรรม (Engineering) จะทำหน้าที่ออกแบบพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model), พัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงาน, ออกแบบปรับปรุงพัฒนา วิธีการทำงาน, เครื่องจักร, อุปกรณ์ เป็นต้น

2. ส่วนของสำนักงาน จะประกอบไปด้วยหน่วยงานต่าง ๆ ดัง ต่อไปนี้

2.1 หน่วยงานขาย จะทำหน้าที่ติดต่อประสานงานกับทางลูกค้าในการซื้อ-ขายผลิตภัณฑ์

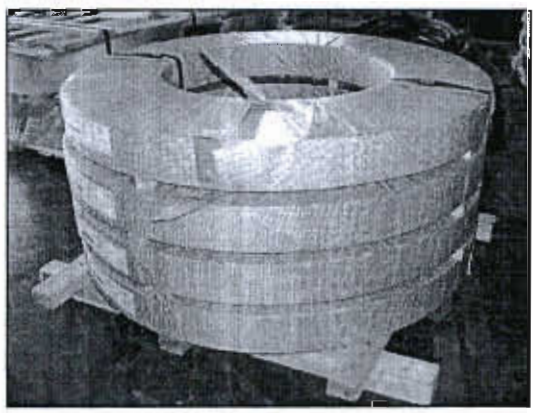
2.2 หน่วยงานจัดซื้อ จะทำหน้าที่ติดต่อประสานงานกับทางผู้ผลิตในการสั่งซื้อวัตถุดิบและอื่น ๆ

2.3 หน่วยงานบุคคล จะทำหน้าที่ดูแลสวัสดิการของพนักงาน รับสมัครพนักงานและทำเอกสารประกันสังคม เป็นต้น

2.4 หน่วยงานบัญชี จะทำหน้าที่สรุปบัญชีรายรับ-รายจ่ายและแสดงงบดุลของบริษัท ฯ กรณีศึกษา เป็นต้น

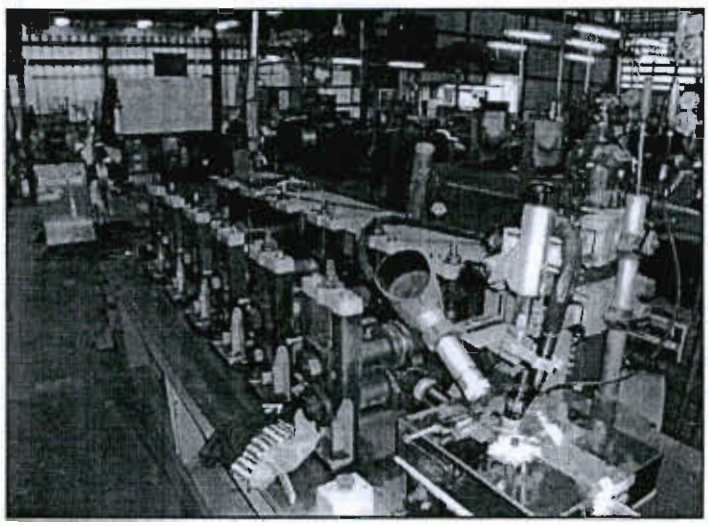
วัตถุดิบและเครื่องจักรที่ใช้ในการทำงานผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe)

1. สแตนเลสที่ใช้ในการผลิต (Stainless Coil) ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตท่อสแตนเลส ดังแสดงในภาพที่ 3-7



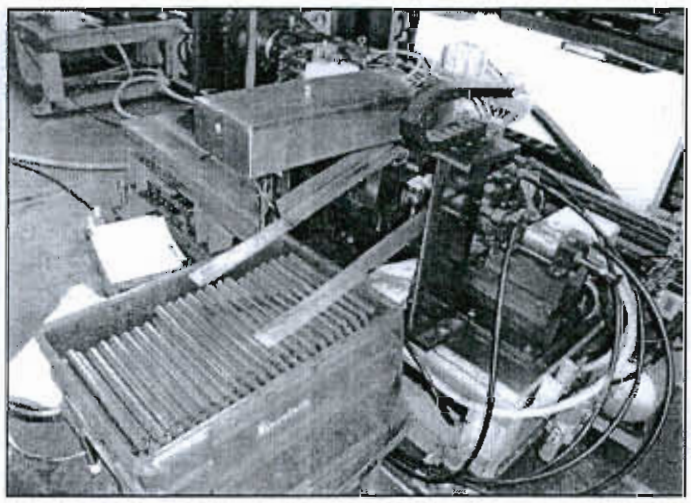
ภาพที่ 3-7 สแตนเลสที่ใช้ในการผลิต (Stainless Coil)

2. เครื่องเชื่อมและขึ้นรูปท่อสแตนเลส (Pipe Forming & Welding M/C) จะทำหน้าที่เชื่อมขึ้นรูปท่อสแตนเลส ซึ่งเป็นการเชื่อม TIG แบบพลาสมา (Plasma Welding M/C) ดังแสดงในภาพที่ 3-8



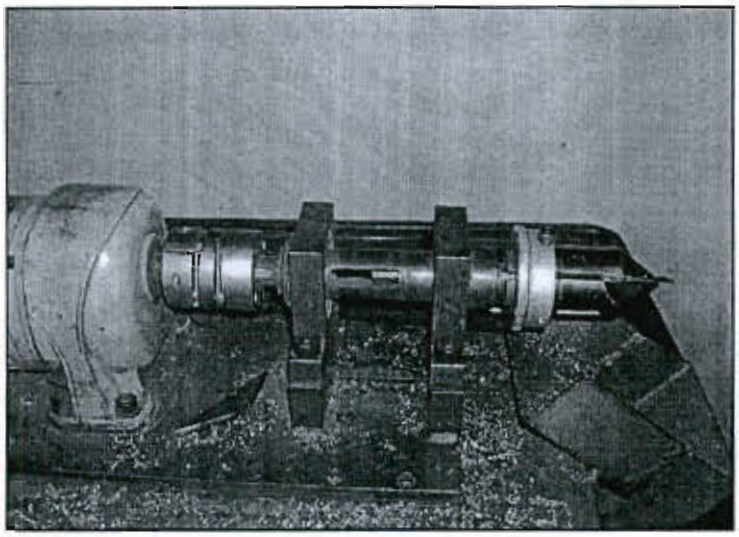
ภาพที่ 3-8 เครื่องเชื่อมและขึ้นรูปท่อสแตนเลส (Pipe Forming & Welding M/C)

3. เครื่องตัดท่ออัตโนมัติ (Pipe Automatics Cutting M/C) ทำหน้าที่ตัดความยาวของท่อตามขนาดที่กำหนดไว้โดยอัตโนมัติ ดังแสดงในภาพที่ 3-9



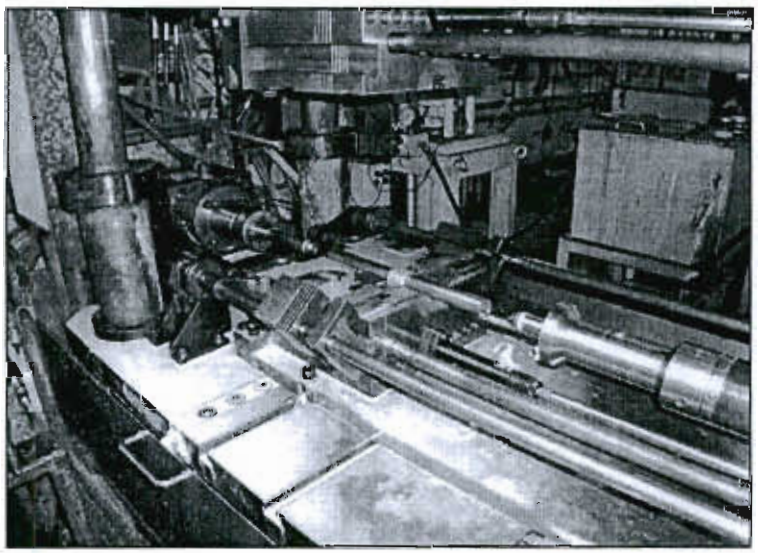
ภาพที่ 3-9 เครื่องตัดท่ออัตโนมัติ (Pipe Automatics Cutting M/C)

4. เครื่องลบคมท่อสแตนเลส (Pipe Chamfer M/C) ทำหน้าที่ลบความคมของท่อไม่ให้มีครีบหรือเศษจากการตัดท่อ ดังแสดงในภาพที่ 3-10



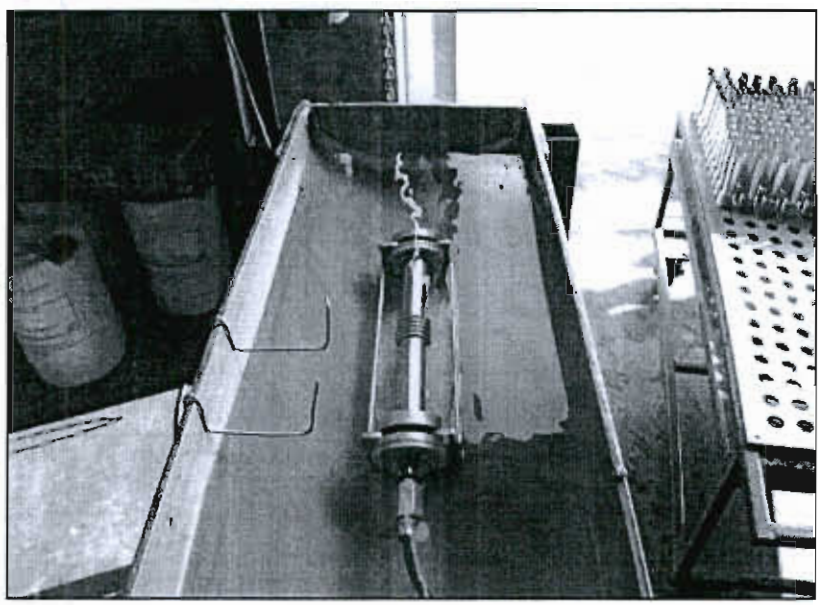
ภาพที่ 3-10 เครื่องลบคมท่อสะแตนเลส (Pipe Chamfer M/C)

5. เครื่องปั๊มขึ้นรูปลอนของท่อสแตนเลส (Bellows Forming M/C: Hydro Forming M/C) ทำหน้าที่ปั๊มขึ้นรูปลอนของท่อสแตนเลสให้ได้ตามขนาดและรูปร่างที่กำหนดไว้ในแม่พิมพ์ (Mold)



ภาพที่ 3-11 เครื่องปั๊มขึ้นรูปลอนของท่อสแตนเลส (Bellows Forming M/C)

6. **เครื่องทดสอบรอยรั่ว (Leak Test)** ทำหน้าที่ตรวจสอบหารอยรั่วของผลิตภัณฑ์ โดยทำการตรวจสอบทุก ๆ ตัว (100%) เพื่อเป็นการรับประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในภาพที่ 3-12



ภาพที่ 3-12 เครื่องทดสอบรอยรั่ว (Leak Test)

ขั้นตอนการทำงานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. **ผู้บริหารสูงสุด (Top Management)** กำหนดผู้รับผิดชอบในการทำงานและแต่งตั้งทีมทำงานผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) โดยกำหนดให้ Engineer เป็นผู้รับผิดชอบและติดตามผลการทำงาน รวมไปถึงทำการแต่งตั้งทีมทำงาน โดยมีตัวแทนที่มาจากแต่ละหน่วยงาน ซึ่งเป็นผู้ที่มีทักษะความรู้, ความสามารถและสามารถตัดสินใจในการทำงานได้และกำหนดให้ ผู้จัดการโรงงานมีอำนาจในการตัดสินใจในการทำงานและเป็นตัวแทนจากลูกค้า (Customer Representative) ซึ่งสามารถทำการตัดสินใจแทนลูกค้าได้ทุกอย่าง (จะต้องติดต่อประสานงานกับลูกค้าก่อน)

2. **ทำการศึกษาความเป็นไปได้และทบทวนความสามารถในการผลิต (Feasibility New Model)** ว่าสามารถทำตามความต้องการของลูกค้าได้หรือไม่และทำการจัดเตรียมความพร้อมในการผลิต เช่น วัตถุดิบ (Material), เครื่องจักร (Machine), อุปกรณ์ (Equipment), จิ๊ก (Jig Fixture), เครื่องมือวัด (Instrument), บุคลากร (Human), บริเวณพื้นที่ในการทำงาน และอื่น ๆ เป็นต้น

3. **จัดทำเอกสารประกอบการทำงานช่วงเริ่มต้นการผลิต (Pre-Launch)** เช่น วิธีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Standard), วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์ (Packing

Standard), แผนควบคุมกระบวนการผลิต (Control Plan), การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบกระบวนการผลิต (FMEA), แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต (Process Flow Chart), คู่มือการปฏิบัติงานช่วงเริ่มต้นการผลิต (Work Instruction) เป็นต้น

4. ทำการวางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (New Model) (การวางแผนคุณภาพ
ผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า: APQP Plan) โดยทำการวางแผนตั้งแต่เริ่มต้นของกระบวนการผลิต จนกระทั่งสิ้นสุดของกระบวนการผลิตและจัดทำเอกสารกระบวนการขออนุมัติชิ้นส่วนการผลิต (PPAP Document) ส่งให้ลูกค้า เพื่อทำการขออนุมัติใช้ผลิตภัณฑ์ หรือสินค้าใหม่ (New Model) จากลูกค้า

5. ทำการสั่งซื้อ/ ทำ อุปกรณ์, แม่พิมพ์, จิ๊ก, วัตถุดิบ, เครื่องจักร, เครื่องมือวัด และอื่น ๆ

6. ทำการทดลองการผลิตและจัดส่งผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product) ให้ลูกค้าทำการอนุมัติ โดยทำการทดลอง (Trial New Model) การผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) จำนวนประมาณ 30-50 ชิ้น (ขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า) พร้อมทั้งตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ทั้งหมดทุกชิ้น (100%) และทำการตรวจสอบค่า Ppk $\geq$ 1.67 เพื่อทำการวัดผลสมรรถนะของกระบวนการผลิต

7. ทำการผลิตแบบปริมาณมากและทำการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทำการตรวจสอบทั้งหมดทุกชิ้น (100%) ภายในระยะเวลา 3 เดือนแรกของการผลิต (First Stage Control) และทำการตรวจสอบค่า Cpk $\geq$ 1.33 เพื่อทำการวัดผลขีดความสามารถของกระบวนการผลิต และไม่ให้มีคำร้องเรียนจากลูกค้า (Customer Complain) หรือค่าปรับ/ชดเชย ของผลิตภัณฑ์ ที่พบจากลูกค้า (Customer Claim) รวมไปถึงทำการปรับปรุง/แก้ไข กระบวนการทำงานและนำสถิติมาใช้ในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น MSA, FMEA, SPC, QC 7 Tools เป็นต้น

8. การจัดทำเอกสาร มีการจัดทำเอกสารประกอบการทำงาน สามารถตรวจสอบได้

9. ทบทวนและจัดทำเอกสาร PPAP ส่งให้ลูกค้า ทำการจัดส่งเอกสารกระบวนการขออนุมัติชิ้นส่วนการผลิต (Production Part Approval Process : PPAP Document) ให้กับลูกค้าเพื่อทำการอนุมัติ ซึ่งจะประกอบไปด้วยเอกสารดังต่อไปนี้

9.1 การวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (Advanced Product Quality Planning: APQP)

9.2 แผนผังโครงสร้างองค์กร (Organization Chart)

9.3 แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต (Process Flow Chart)

9.4 แผนควบคุมกระบวนการทำงาน (Control Plan: QC Process Control Plan)

9.5 การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบที่เกิดขึ้นของกระบวนการผลิต (FMEA)

9.6 การควบคุมกระบวนการทางสถิติค่า Cpk ≥ 1.33 (กรณีที่ลูกค้าร้องขอ: SPC)

9.7 การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis: MSA)

9.8 การรับรองการยอมรับชิ้นส่วนในการผลิต (Part Submission Warrant: PSW)

9.9 วิธีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Standard)

9.10 วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์ (Packing Standard)

9.11 ใบรับรองคุณสมบัติของวัตถุดิบ (Mill Sheet: Material Certificate)

9.12 แบบผลิตภัณฑ์หรือสินค้าของลูกค้า (Drawing)

9.13 แบบผลิตภัณฑ์หรือสินค้าของบริษัท ฯ กรณีศึกษา (Drawing)

9.14 การตรวจสอบขนาด ทุก ๆ จุดที่อยู่ในแบบสินค้า (Lay Out Inspection)

9.15 รายชื่อของผู้ผลิตที่ต้องการจะติดต่อ (Supplier Contact List)

9.16 เอกสารอื่น ๆ เป็นต้น

10. ทำการสรุปผลการดำเนินงานทั้งหมด หลังจากที่ลูกค้าทำการอนุมัติเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทีมทำงานจึงได้ทำการปิดโครงการ การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) (ปิดโครงการ: Sign Off Project)

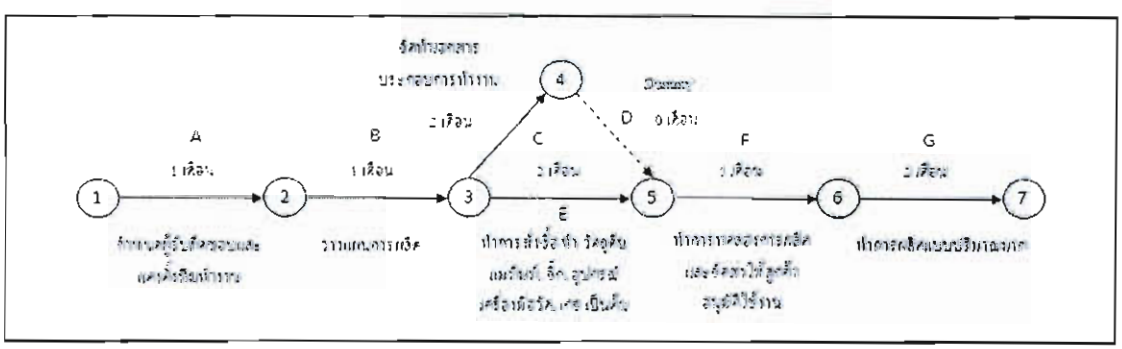
การวางแผนและควบคุมโครงการการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949 ด้วย PERT/ CPM

การวางแผนและควบคุมโครงการการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949 ตามที่ลูกค้าได้กำหนดระยะเวลาในการจัดทำโครงการประมาณ 7-8 เดือน ซึ่งเป็นข้อกำหนดหรือความต้องการของลูกค้า จากเดิมก่อนที่จะได้การรับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 ดังนั้นบริษัท ฯ กรณีศึกษาได้มีการจัดทำการวางแผนและควบคุมโครงการการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) จะใช้ระยะเวลาในการทำโครงการ 7 เดือน ซึ่งมีรายละเอียดตาม ดังแสดงในตารางที่ 3-1 และภาพที่ 3-13

ตารางที่ 3-1 ข้อมูลการวางแผนและควบคุมโครงการการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ก่อนได้การรับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949

ลำดับที่	กิจกรรม	เวลา (เดือน)	กิจกรรมที่ต้องทำก่อนหน้า
A	กำหนดผู้รับผิดชอบและแต่งตั้งทีมทำงาน	1	-
B	วางแผนการผลิต	1	A
C*	จัดทำเอกสารประกอบการทำงาน	2	B
D**	Dummy	0	C
E*	ทำการสั่งซื้อ/ ทำ วัตถุดิบ, แม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์, เครื่องมือวัด, เกจ เป็นต้น	2	B
F	ทำการทดลองการผลิตและจัดส่งให้ลูกค้าอนุมัติใช้งาน	1	D(C),E
G	ทำการผลิตแบบปริมาณมาก	2	F
	ใช้ระยะเวลาในการทำโครงการ	**7 เดือน**	

หมายเหตุ: กิจกรรม C และ E สามารถทำพร้อมกัน (*), กิจกรรม D คือ Dummy (**), ใช้ระยะเวลาในการทำโครงการ 7 เดือน



ภาพที่ 3-13 แผนภาพเครือข่ายกิจกรรมโครงการการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ก่อนได้การรับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949

กิจกรรมหลังจากได้รับการรับรองระบบ ISO/TS 16949

หลังจากที่ทางบริษัท ฯ กรณีศึกษาได้จัดทำระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 ทางลูกค้ามีความต้องการที่ให้จัดทำโครงการ "การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N" และจะต้องจัดทำเอกสาร PPAP ส่งให้ลูกค้าอนุมัติใช้งาน ซึ่งทางบริษัท ฯ กรณีศึกษา ยังไม่เคยดำเนินการจัดทำมาก่อน โดยที่ลูกค้าได้กำหนดระยะเวลาในการจัดทำโครงการให้แล้วเสร็จประมาณ 7 เดือน หรือ 28 สัปดาห์ ซึ่งเป็นข้อกำหนดหรือความต้องการของลูกค้า

จึงได้นำหลักการทำงานของ PERT และ CPM มาใช้ในการควบคุมเพื่อไม่ให้โครงการเกิดความล่าช้าและให้โครงการสามารถเสร็จได้ทันตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ จึงนำ PERT ซึ่งเป็นเทคนิคการวิเคราะห์และจัดกำหนดการของโครงการที่เวลาประมาณของแต่ละกิจกรรมแทนได้ด้วยพารามิเตอร์ของการแจกแจงแบบเบต้า (Beta Distribution) ทั้งนี้เนื่องจากการแจกแจงที่แท้จริงของแต่ละโครงการจะมีความไม่แน่นอนสูงมากและประกอบกับโครงการเป็นชุดกิจกรรมเฉพาะที่เกิดขึ้นภายใต้ช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น ไม่ได้เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ตลอดเวลา การประมาณเวลาของกิจกรรม (Activity Time Estimation) เป็นการประมาณการเวลาที่ต้องใช้ทำแต่ละกิจกรรม ดังแสดงในตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 กิจกรรมโครงการการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model)

ลำดับที่	กิจกรรม
A	กำหนดผู้รับผิดชอบและแต่งตั้งทีมทำงาน
B	ทบทวนความพร้อมและความสามารถในการทำงาน
C*	จัดทำเอกสารประกอบการทำงาน
D*	มีกิจกรรมวางแผนการผลิต (APQP Plan)
E**	Dummy
F	ทำการสั่งซื้อ/ ทำ วัตถุดิบแม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์เครื่องมือวัด, เกจ เป็นต้น
G	ทำการทดลองการผลิตและจัดส่งให้ลูกค้าอนุมัติใช้งาน
H*	ทำการผลิตแบบปริมาณมากและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์
I*	มีการจัดทำเอกสารประกอบการทำงานและนำสถิติมาใช้ในการทำงาน
J**	Dummy
K	ทบทวนและจัดทำเอกสาร PPAP ส่งให้ลูกค้า
L	ปิดโครงการ (Sign Off)

จากการประมาณเวลาของแต่ละกิจกรรม โดยอาศัยข้อมูลเก่าที่เคยทำมาแล้วหรือการประมาณการโดยอาศัยประสบการณ์ทำงานของทีมงานหรืออาศัยผู้ชำนาญในแต่ละกิจกรรมในการประเมิน โดยคาดว่าเวลาเร็วที่สุดและช้าที่สุดในการทำโครงการ ดังแสดงในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 เวลาประมาณของแต่ละกิจกรรม

ลำดับที่	กิจกรรมที่ต้องทำก่อนหน้า	เวลา (สัปดาห์)		
		a	m	b
A	-	1	1	1
B	A	1	1	1
C*	B	1	1	1
D*	B	1	1	1
E**	C	0	0	0
F	D,E	2	3	4
G	F	2	3	4
H*	G	8	12	16
I*	G	8	12	16
J**	I	0	0	0
K	H,J	1	1	1
L	K	1	2	3

หมายเหตุ: กิจกรรม C,D และ H,I สามารถทำร่วมกัน (*), กิจกรรม E และ J คือ Dummy (**)

หลังจากนั้นจึงนำเวลาประมาณของแต่ละกิจกรรมที่ได้จากประสบการณ์ทำงานของทีมงานหรืออาศัยผู้ชำนาญในแต่ละกิจกรรมไปทำการคำนวณหาเวลาเฉลี่ยและความแปรปรวนของแต่ละกิจกรรม ดังแสดงในตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 เวลาเฉลี่ยและความแปรปรวนของแต่ละกิจกรรม

กิจกรรม	Node - Node			เวลาประมาณของกิจกรรม			เวลาเฉลี่ย	ความแปรปรวน
				a	m	b	t	σ^2
A	1	-	2	1	1	1	1	0.00
B	2	-	3	1	1	1	1	0.00
C*	3	-	4	1	1	1	1	0.00
D*	3	-	5	1	1	1	1	0.00
E** (Dummy)	4	-	5	0	0	0	0	0.00
F	5	-	6	2	3	4	3	0.11
G	6	-	7	2	3	4	3	0.11
H*	7	-	8	8	12	16	12	1.78
I*	7	-	9	8	12	16	12	1.78
J** (Dummy)	8	-	9	0	0	0	0	0.00
K	9	-	10	1	1	1	1	0.00
L	10	-	11	1	2	3	2	0.11

หมายเหตุ: กิจกรรม C,D และ H,I สามารถทำพร้อมกัน (*), กิจกรรม E และ J คือ Dummy (**)

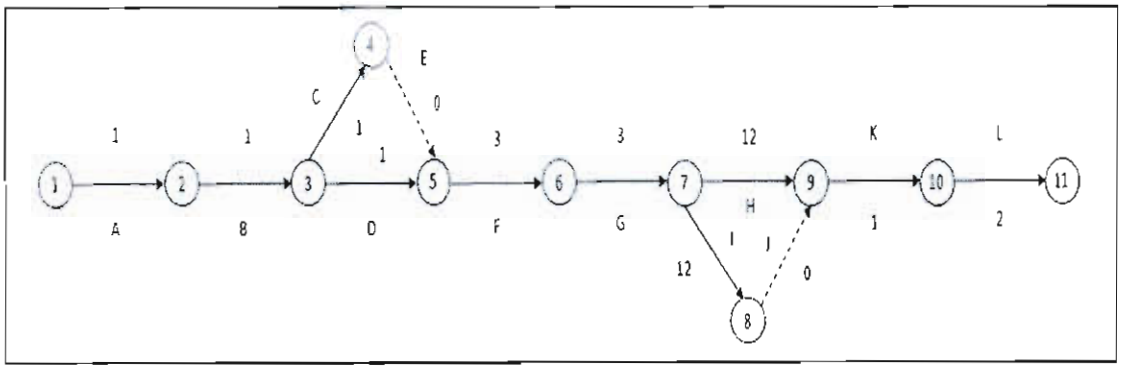
หลังจากที่ได้เวลาเฉลี่ยและความแปรปรวนของแต่ละกิจกรรม ดังแสดงในตารางที่ 3-4 แล้วจึงนำไปกำหนดเป็นเวลาค่าคาดหมายเวลาแล้วเสร็จของแต่ละกิจกรรม ตั้งแต่กิจกรรม A ถึง L ดังแสดงในตารางที่ 3-5 เพื่อนำไปทำการวิเคราะห์หาวิถีวิกฤตของกิจกรรมและหาเส้นทางวิกฤต (Critical Path) ของโครงการการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N ต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 3-14

ตารางที่ 3-5 ค่าคาดหมายของเวลาแล้วเสร็จของโครงการการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model)

ลำดับที่	กิจกรรม	เวลา (สัปดาห์)	กิจกรรมที่ต้องทำก่อนหน้า
A	กำหนดผู้รับผิดชอบและแต่งตั้งทีมทำงาน	1	-
B	ทบทวนความพร้อมและความสามารถในการทำงาน	1	A
C*	จัดทำเอกสารประกอบการทำงาน	1	B
D*	มีกิจกรรมวางแผนการผลิต (APQP Plan)	1	B
E**	Dummy	0	C
F	ทำการสั่งซื้อ/ ทำ วัตถุดิบแม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์เครื่องมือวัด, เกจ เป็นต้น	3	D,E
G	ทำการทดลองการผลิตและจัดส่งให้ลูกค้าอนุมัติใช้งาน	3	F
H*	ทำการผลิตแบบปริมาณมากและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์	12	G
I*	มีการจัดทำเอกสารประกอบการทำงานและนำสถิติมาใช้ในการทำงาน	12	G
J**	Dummy	0	I
K	ทบทวนและจัดทำเอกสาร PPAP ส่งให้ลูกค้า	1	H,J
L	ปิดโครงการ (Sign Off)	2	K
	ใช้ระยะเวลาในการทำโครงการ	**24 สัปดาห์**	

หมายเหตุ: กิจกรรม C,D และ H,I สามารถทำร่วมกัน (*), กิจกรรม E และ J คือ Dummy (**), ใช้ระยะเวลาในการทำโครงการ 24 สัปดาห์

จากกิจกรรมและความสัมพันธ์เวลาเฉลี่ยหรือค่าคาดหมายของเวลาแล้วเสร็จของโครงการสามารถเขียนแผนภาพเครือข่ายได้ ดังแสดงในภาพที่ 3-14



ภาพที่ 3-14 แผนภาพเครือข่ายเวลาประมาณของแต่ละกิจกรรม

การหาเส้นทางวิกฤต (Critical Path) ของโครงการ มีดังต่อไปนี้

1) เส้นทาง A คือ 1-2-3-4-5-6-7-9-10-11 = 1+1+1+0+3+3+12+1+2 = 24 สัปดาห์

2) เส้นทาง B คือ 1-2-3-5-6-7-8-9-10-11 = 1+1+1+3+3+12+1+2 = 24 สัปดาห์

3) เส้นทาง C คือ 1-2-3-5-6-7-9-10-11 = 1+1+1+3+3+12+1+2 = 24 สัปดาห์

4) เส้นทาง D คือ 1-2-3-5-6-7-8-9-10-11 = 1+1+1+3+3+12+0+1+2 = 24 สัปดาห์

ดังนั้นเส้นทาง A, B, C และ D คือวิกฤตเส้นทางวิกฤต (Critical Path) เพราะว่าใช้เวลาในการทำโครงการนานที่สุดหรือมากที่สุด ทำให้โครงการมีระยะเวลาที่แล้วเสร็จที่เร็วที่สุดมีค่าเท่ากับ 24 สัปดาห์

การหาความแปรปรวนของทุกกิจกรรมบนเส้นทางวิกฤต มีดังต่อไปนี้

เส้นทาง A คือ 1-2-3-4-5-6-7-9-10-11

$$\sigma^2 = \sigma^2_{12} + \sigma^2_{23} + \sigma^2_{34} + \sigma^2_{45} + \sigma^2_{56} + \sigma^2_{67} + \sigma^2_{79} + \sigma^2_{9\,10} + \sigma^2_{10\,11}$$

$$= 0 + 0 + 0 + 0 + 0.11 + 0.11 + 1.78 + 0 + 0.11 = 2.11 \text{ สัปดาห์}^2$$

เส้นทาง B คือ 1-2-3-5-6-7-8-9-10-11 = 0+0+0+0.11+0.11+1.78+ 0+0+0.11 = 2.11 สัปดาห์^{2}

เส้นทาง C คือ 1-2-3-5-6-7-9-10-11 = 0+0+0+0.11+0.11+1.78+0+0.11 = 2.11สัปดาห์^{2}

เส้นทาง D คือ 1-2-3-5-6-7-8-9-10-11 = 0+0+0+0.11+0.11+1.78+0+0+0.11 = 2.11 สัปดาห์^{2}

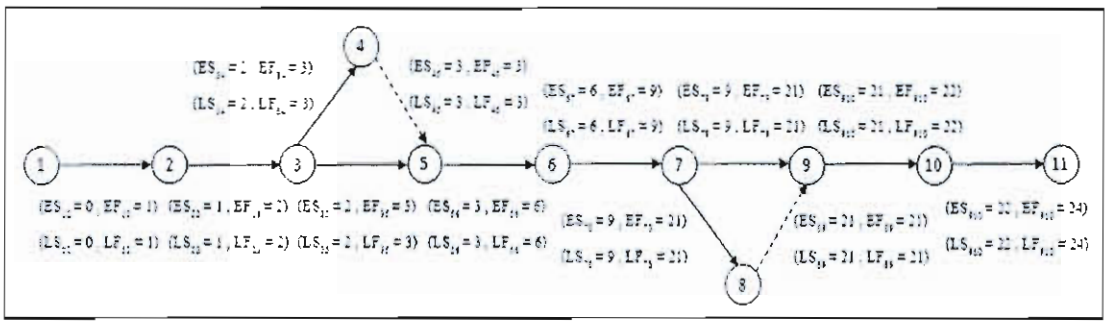
หลังจากที่ได้เวลาเฉลี่ยและความแปรปรวนของแต่ละกิจกรรม จึงทำการวิเคราะห์หาวิถีวิกฤตของกิจกรรม ดังแสดงในตารางที่ 3-5 พบว่าเส้นทาง A-D เป็นเส้นทางวิกฤต (Critical Path) และมีเวลาเสร็จสิ้นของโครงการโดยเฉลี่ยเท่ากับ 24 สัปดาห์ เท่ากันทั้งหมดและมีความแปรปรวนของเวลาเสร็จของโครงการเท่ากับผลรวมของความแปรปรวนของทุกกิจกรรมบนเส้นทางวิกฤต ฯซึ่งเส้นทาง A-D มีค่าความแปรปรวนของแต่ละกิจกรรมเท่ากัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.11 สัปดาห์^{2} ซึ่งจะเห็นว่าเส้นทางที่มี Slack เป็นศูนย์ทั้งหมดคือเส้นทาง A-D ที่ผ่าน Node 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11 ดังนั้นเส้นทางนี้จึงเป็นเส้นทางวิกฤต (Critical Path) และมีเวลาเสร็จสิ้นของโครงการโดยเฉลี่ยเท่ากับ 24 สัปดาห์และมีความแปรปรวนของเวลาเสร็จของโครงการเท่ากับผลรวมของความแปรปรวนของทุกกิจกรรมบนเส้นทางวิกฤตนี้ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.11 สัปดาห์^{2}

ตารางที่ 3-6 การวิเคราะห์หาวิถีวิกฤตของกิจกรรมที่มีค่าเวลาเป็นศูนย์

กิจกรรม	เวลาคาดหมายของกิจกรรม	ES	EF	LS	LF	กิจกรรมถัดไป	ES กิจกรรมถัดไป	EF	TF
A	2	0	1	0	1	B	1	0	0
B	2	1	2	1	2	C,D	2	0	0
C*	2	2	3	2	3	E	3	0	0
D*	2	2	3	2	3	F	3	0	0
E	0	3	3	3	3	F	3	0	0
F	3	3	6	3	6	G	6	0	0
G	3	6	9	6	9	H,I	9	0	0
H*	12	9	21	9	21	K	21	0	0
I*	12	9	21	9	21	J	21	0	0
J	0	21	21	21	21	K	21	0	0
K	2	21	22	21	22	L	22	0	0
L	2	22	24	22	24	-	24	0	0

หมายเหตุ: กิจกรรม C,D และ H,I สามารถทำร่วมกัน (*), กิจกรรม E และ J คือ Dummy (**),
ใช้ระยะเวลาในการทำโครงการ 24 สัปดาห์ หรือ 6 เดือน

จากตารางที่ 3-6 จะเห็นได้ว่ากิจกรรมที่เป็นกิจกรรมวิกฤตประกอบด้วยกิจกรรม A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K และ L โดยมีค่าคาดหมายของเวลาแล้วเสร็จของโครงการเป็น 24 สัปดาห์



ภาพที่ 3-15 แสดงกำหนดการของกิจกรรมจากการคำนวณแบบ Forward Pass และ Backward Pass ของแต่ละกิจกรรมของโครงการ

จากกรณีของเวลาของแต่ละกิจกรรมเป็นค่าประมาณที่ไม่คงที่นี้ ทำให้เวลาเสร็จสิ้นของโครงการเป็นค่าประมาณที่มีความไม่แน่นอนเกี่ยวข้องด้วย ดังนั้นการระบุ ระยะเวลาการแล้วเสร็จของโครงการจึงเป็นการกล่าวอ้างถึงโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่จะทำได้ตามนั้นและความน่าจะเป็นดังกล่าวนี้สามารถคำนวณได้ โดยใช้พื้นฐานของการประมาณทางสถิติ เมื่อตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าการแจกแจงของระยะเวลาแล้วเสร็จของโครงการมีการแจกแจงแบบปกติ โดยใช้ความสัมพันธ์ดังแสดงในสมการที่ (3-1)

$$Z = \frac{T - \mu}{\sigma} \qquad (3\text{-}1)$$

เมื่อกำหนดให้

μ = Tp = เวลาเสร็จสิ้นของโครงการโดยเฉลี่ย

T = ระยะเวลาที่เสนอว่าโครงการจะเสร็จ

Z = จำนวนเท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาเสร็จสิ้นโครงการ ที่สัมพันธ์กับความน่าจะเป็นที่โครงการจะเสร็จภายในระยะเวลา T

ระยะเวลาเสร็จสิ้นของโครงการโดยเฉลี่ยหรือค่าคาดหมายของเวลาแล้วเสร็จของโครงการเท่ากับ 24 สัปดาห์ (μ) และความแปรปรวนของเวลาเสร็จของโครงการมีค่าเท่ากับ 2.11 สัปดาห์^{2}

ถ้าบริษัท ฯ กรณีศึกษากำหนดความน่าจะเป็นที่โครงการจะแล้วเสร็จภายใน 25 สัปดาห์ (T) คำนวณได้จากสมการที่ (3-1) จะได้

$$Z = \frac{T - \mu}{\sigma}$$

$$Z = \frac{25 - 24}{\sqrt{2.11}} = 0.69$$

จากตารางค่า Z จะพบว่าความน่าจะเป็นของค่า Z < 0.69 มีค่าเท่ากับ 0.7549 หรือโอกาสที่โครงการจะเสร็จภายใน 25 สัปดาห์มีค่าเท่ากับ 75.49% นั่นเอง

สำหรับโอกาสที่โครงการจะเสร็จภายใน 26 สัปดาห์ก็สามารถคำนวณได้ในทำนองเดียวกัน ซึ่งจะได้ค่า Z = 1.38 มีค่าเท่ากับ 0.9162 หรือโอกาสที่โครงการจะเสร็จภายใน 26 สัปดาห์มีค่าเท่ากับ 91.62% นั่นเอง และสำหรับโอกาสที่โครงการจะเสร็จภายใน 24 สัปดาห์ก็สามารถคำนวณได้ในทำนองเดียวกัน ซึ่งจะได้ค่า Z = 0.00 มีค่าเท่ากับ 0.500 หรือโอกาสที่โครงการจะเสร็จภายใน 24 สัปดาห์มีค่าเท่ากับ 50.0% นั่นเอง

บริษัท ฯ กรณีศึกษาได้ทำการเลือกและกำหนดความน่าจะเป็นที่โครงการจะแล้วเสร็จภายใน 25 สัปดาห์ ทำให้โอกาสที่โครงการจะเสร็จมีค่าเท่ากับ 75.49% หรือความน่าจะเป็นที่โครงการจะแล้วเสร็จภายใน 26 สัปดาห์โอกาสที่โครงการจะเสร็จภายใน มีค่าเท่ากับ 91.62%

ซึ่งทางบริษัท ฯ กรณีศึกษาได้ทำการเลือกความน่าจะเป็นที่โครงการจะแล้วเสร็จภายใน 25 สัปดาห์ ทำให้โอกาสที่โครงการจะเสร็จมีค่าเท่ากับ 75.49% เนื่องจากต้องการที่จะทำการรักษาระยะเวลาในการจัดทำโครงการให้ใช้เวลาในการดำเนินงานน้อยหรือสั้นที่สุด เพื่อให้ลูกค้าพึงพอใจ โดยทางบริษัท ฯ กรณีศึกษาได้นำค่าคาดหมายของเวลาแล้วเสร็จของโครงการ ดังกล่าวมาทำการวางแผนโครงการ การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N ซึ่งพบปัญหาที่เกิดขึ้นในลำดับที่ F หรือกิจกรรมการสั่งซื้อ/ ทำ วัตถุดิบ, แม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์, เครื่องมือวัด, เกจ เป็นต้น พบว่ามีระยะเวลาในการสั่งซื้อ/ ทำ แม่พิมพ์, จิ๊ก, เกจ์ สำหรับใช้ในการทำงาน แต่ไม่มีระยะเวลาในการปรับปรุง/ แก้ไขการสั่งซื้อดังกล่าว จากเดิมใช้เวลา 3 สัปดาห์ จึงได้ทำการเพิ่มระยะเวลาในการปรับปรุง/ แก้ไข เป็น 4 สัปดาห์ เพื่อให้การทำงานเสร็จลุล่วงตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ ดังแสดงในตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 ค่าคาดหมายของเวลาแล้วเสร็จของโครงการการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) (หลังจากการปรับเพิ่มเวลาเป็น 25 สัปดาห์)

ลำดับที่	กิจกรรม	เวลา (สัปดาห์)	กิจกรรมที่ต้องทำก่อนหน้า
A	กำหนดผู้รับผิดชอบและแต่งตั้งทีมทำงาน	1	-
B	ทบทวนความพร้อมและความสามารถในการทำงาน	1	A
C*	จัดทำเอกสารประกอบการทำงาน	1	B
D*	มีกิจกรรมวางแผนการผลิต (APQP Plan)	1	B
E**	Dummy	0	C
F	ทำการสั่งซื้อ/ ทำ วัตถุดิบแม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์เครื่องมือวัด, เกจและปรับปรุงแก้ไข เป็นต้น	4	D,E
G	ทำการทดลองการผลิตและจัดส่งให้ลูกค้าอนุมัติใช้งาน	3	F
H*	ทำการผลิตแบบปริมาณมากและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์	12	G
I*	มีการจัดทำเอกสารประกอบการทำงานและนำสถิติมาใช้ในการทำงาน	12	G
J**	Dummy	0	I
K	ทบทวนและจัดทำเอกสาร PPAP ส่งให้ลูกค้า	1	H,J
L	ปิดโครงการ (Sign Off)	2	K
	ใช้ระยะเวลาในการทำโครงการ	**25 สัปดาห์**	

หมายเหตุ: กิจกรรม C,D และ H,I สามารถทำร่วมกัน (*), กิจกรรม E และ J คือ Dummy (**), ใช้ระยะเวลาในการทำโครงการ 25 สัปดาห์

หลังจากที่ได้ค่าคาดหมายของเวลาแล้วเสร็จของโครงการด้วย PERT ของเครือข่ายและกำหนดการของกิจกรรมโครงการ การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N จึงนำมาทำการวางแผนย่อยในแต่ละกิจกรรม ซึ่งจะประกอบไปด้วยกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อกำหนดระยะเวลาในการทำงาน

ของแต่ละกิจกรรม ซึ่งค่าคาดหมายของเวลาแล้วเสร็จของโครงการใช้ระยะเวลาในการทำโครงการทั้งหมด 25 สัปดาห์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. กำหนดผู้รับผิดชอบและแต่งตั้งทีมทำงาน (1 สัปดาห์)

ตารางที่ 3-8 แผนการกำหนดผู้รับผิดชอบและแต่งตั้งทีมทำงาน

ลำดับที่	W1						
	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							

รายละเอียด

1) ผู้บริหารนัดประชุมกำหนดผู้รับผิดชอบและกำหนดทีมทำงาน (2 วัน)

2) แต่ละหน่วยงานกำหนดผู้รับผิดชอบและหน้าที่ความรับผิดชอบในการทำงาน (4 วัน)

3) แต่งตั้งผู้รับผิดชอบและทีมทำงาน พร้อมทั้งหน้าที่ความรับผิดชอบ (2 วัน)

2. ทบทวนความพร้อมและความสามารถในการทำงาน (1 สัปดาห์)

ตารางที่ 3-9 ทบทวนความพร้อมและความสามารถในการทำงาน

ลำดับที่	W1						
	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
4							

รายละเอียด

1) รับคำสั่งและทบทวนรายละเอียด ให้จัดทำการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่กับลูกค้า (2 วัน)

2) ประชุมชี้แจงรายละเอียดให้ทีมงานทราบเพื่อจะได้นำไปศึกษาหาข้อมูล (2 วัน)

3) แต่ละหน่วยงานทำการศึกษาหาข้อมูลและตรวจสอบความพร้อม (3 วัน)

4) ทำการประชุมทบทวนความพร้อมและความสามารถในการทำงาน (2 วัน)

3. จัดทำเอกสารประกอบการทำงาน (1 สัปดาห์)

ตารางที่ 3-10 จัดทำเอกสารประกอบการทำงาน

ลำดับที่	W1						
	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							

รายละเอียด

1) จัดทำ Process Flow Char และ Control Plan ช่วงเริ่มต้นทดลองการผลิต (7 วัน)

2) จัดทำ FMEA ช่วงเริ่มต้นทดลองการผลิต (7 วัน)

3) ทบทวนและศึกษา Drawing แบบผลิตภัณฑ์ ที่รับมาจากลูกค้า (3 วัน)

4) นำ Drawing ที่รับมาจากลูกค้า จัดทำเป็น Drawing ของบริษัท ฯ กรณีศึกษา (4 วัน)

5) จัดทำ คู่มือขั้นตอนการปฏิบัติงาน (WI) ช่วงเริ่มต้นทดลองการผลิต (7 วัน)

6) จัดทำ บันทึกการตรวจสอบ (Check Sheet) ช่วงเริ่มต้นทดลองการผลิต (7 วัน)

7) จัดทำ วิธีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Standard) (7 วัน)

8) จัดทำ วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์ (Packing Standard) (7 วัน)

9) จัดทำ เอกสารประกอบการทำงานอื่น ๆ ช่วงเริ่มต้นทดลองการผลิต (7 วัน)

4. มีการจัดทำกิจกรรมวางแผนการผลิต (APQP Plan) (1 สัปดาห์)

ตารางที่ 3-11 การจัดทำกิจกรรมวางแผนการผลิต (APQP Plan)

ลำดับที่	W1						
	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							

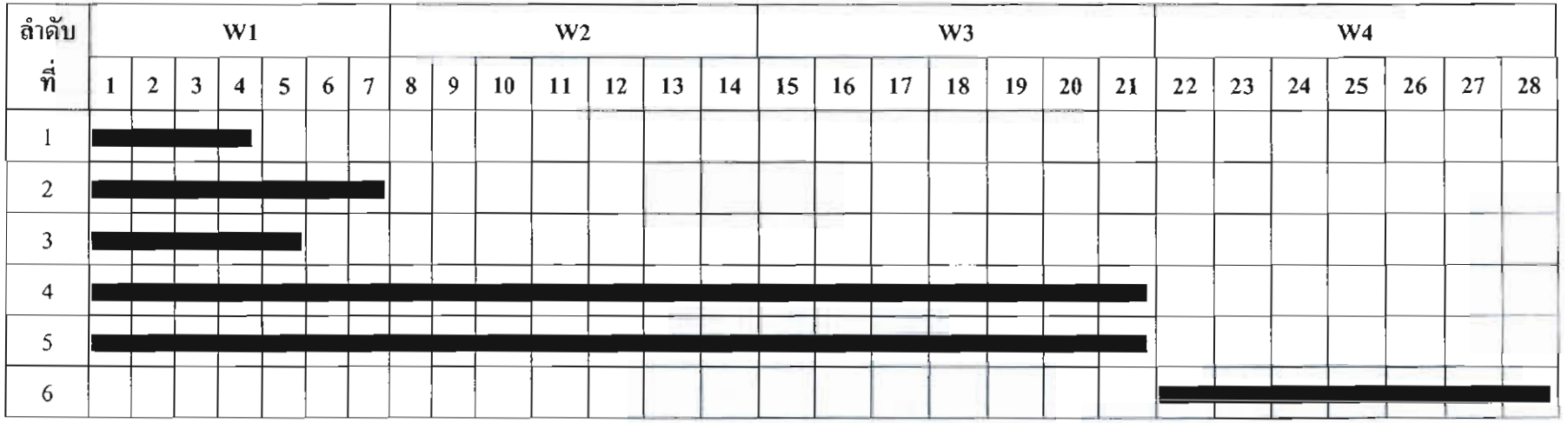
รายละเอียด

1) ประชุมจัดทำรายละเอียดในการทำงานแต่ละกิจกรรมลงในแผนและกำหนดระยะเวลา, กำหนดผู้รับผิดชอบในการทำงาน (5 วัน)

2) จัดทำ แผนการทำงาน (APQP Plan) และกำหนดผู้รับผิดชอบในการทำงาน (2 วัน)

5. ทำการสั่งซื้อ/ ทำ วัตถุดิบ, แม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์, เครื่องมือวัด, เกจ เป็นต้น (4 สัปดาห์)

ตารางที่ 3-12 ทำการสั่งซื้อ/ ทำ วัตถุดิบ, แม่พิมพ์, จิ๊ก และอุปกรณ์



รายละเอียด

1) ประชุมทีมงานเพื่อมอบหมายหน้าที่รับผิดชอบให้ผู้ที่เกี่ยวข้องดำเนินการ (4 วัน)

2) ทำการตรวจสอบความพร้อมของเครื่องจักร (7 วัน)

3) ทำการตรวจสอบความพร้อมของแม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์, เครื่องมือวัด, เกจ (ถ้ามี) (5 วัน)

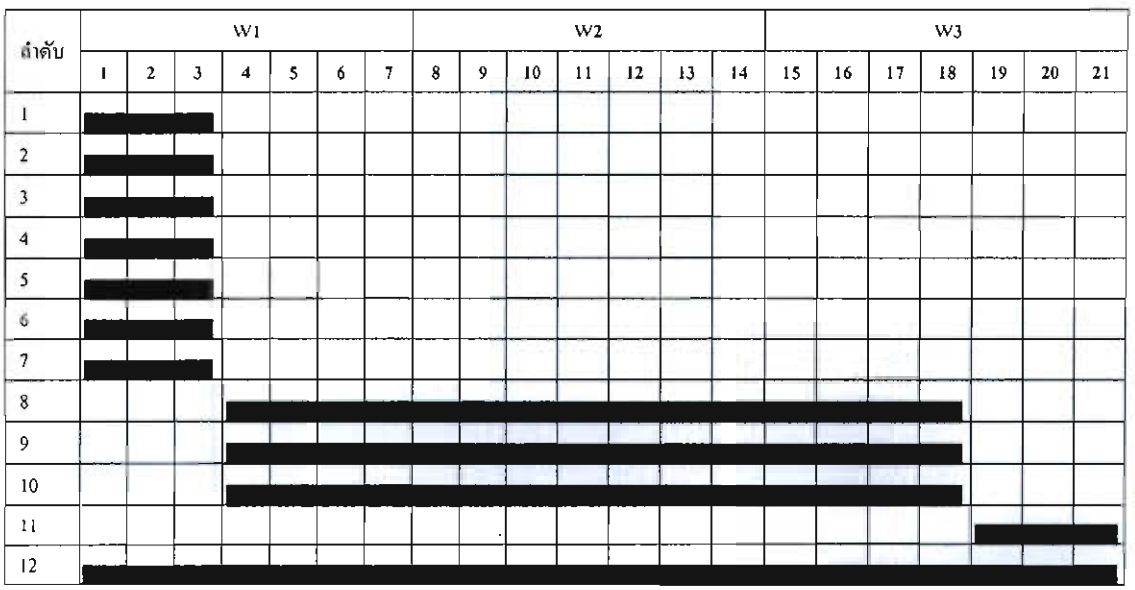
4) ทำการสั่งซื้อ วัดถุดิบที่ใช้ในการผลิต (21 วัน)

5) ทำการสั่งซื้อ/ ทำ แม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์, เครื่องมือวัด, เกจ (21 วัน)

6) ทำการปรับปรุง/ แก้ไข แม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์, เกจ (7 วัน)

6. ทำการทดลองการผลิตและจัดส่งให้ลูกค้าอนุมัติใช้งาน (3 สัปดาห์)

ตารางที่ 3-13 ทำการทดลองการผลิตและจัดส่งให้ลูกค้าอนุมัติใช้งาน



รายละเอียด

1) จัดเตรียมพนักงานในการผลิต ช่วงเริ่มต้นการผลิต (3 วัน)

2) จัดเตรียมวัตถุดิบใช้ในการผลิต ช่วงเริ่มต้นการผลิต (3 วัน)

3) จัดเตรียมพื้นที่สำหรับใช้ในการผลิต (3 วัน)

4) จัดเตรียมแม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์, เครื่องมือวัด, เกจ และอื่น ๆ สำหรับใช้ในการผลิต (3 วัน)

5) จัดเตรียมและปรับตั้งเครื่องจักรใช้ในการผลิต ช่วงเริ่มต้นการผลิต (3 วัน)

6) จัดเตรียมเอกสารต่าง ๆ ที่สำหรับใช้ในการผลิต ช่วงเริ่มต้นการผลิต (3 วัน)

7) ฝึกอบรมพนักงาน (3 วัน)

8) ทำการทดลองการผลิต ช่วงเริ่มต้นการผลิต (15 วัน)

9) ตรวจสอบคุณภาพและจัดทำ Ppk สำหรับควบคุมการผลิต ช่วงเริ่มต้นการผลิต (15 วัน)

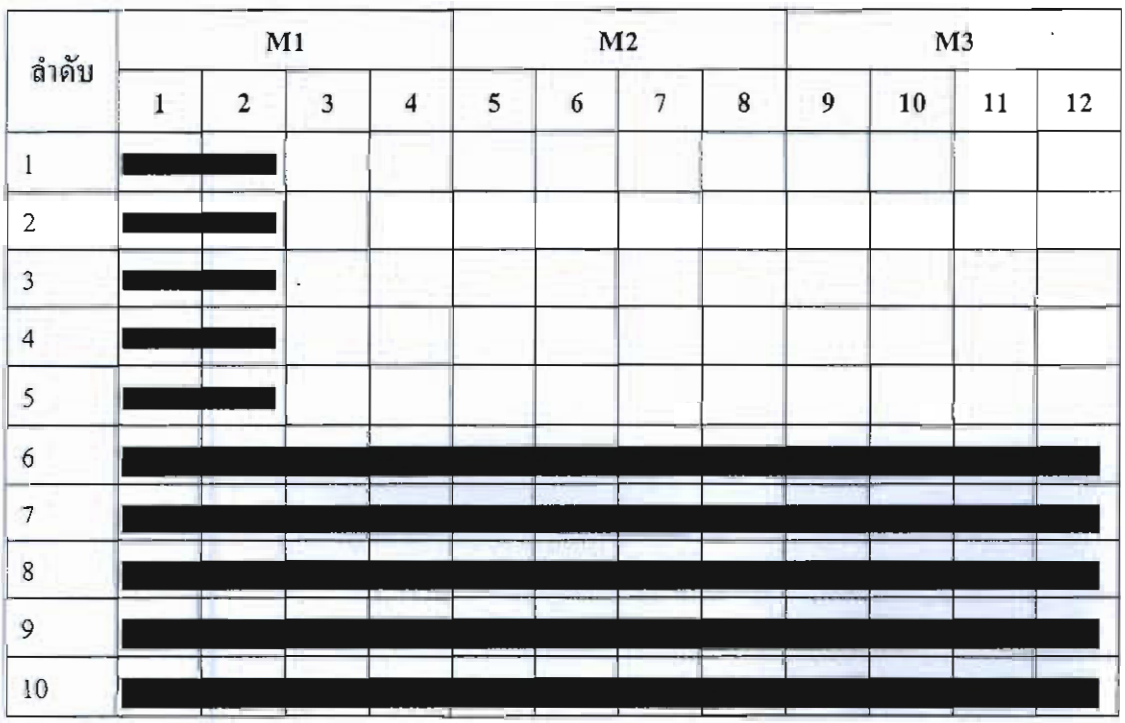
10) ทำการแก้ไข/ ปรับปรุง ปัญหาที่พบในการผลิต ช่วงเริ่มต้นการผลิต (15 วัน)

11) จัดทำเอกสารและส่งผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product) ให้ลูกค้า (3 วัน)

12) ทำการสั่งซื้อ วัดถุดิบที่ใช้ในการผลิต ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (21 วัน)

7. ทำการผลิตแบบปริมาณมากและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (12 สัปดาห์)

ตารางที่ 3-14 ทำการผลิตแบบปริมาณมากและควบคุมคุณภาพ



รายละเอียด

1) จัดเตรียมพนักงานในการผลิต ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (14 วัน)

2) จัดเตรียมวัตถุดิบใช้ในการผลิต ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (14 วัน)

3) จัดเตรียมแม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์, เครื่องมือวัด, เกจ และอื่น ๆ สำหรับใช้ในการผลิต (14 วัน)

4) จัดเตรียมและปรับตั้งเครื่องจักรใช้ในการผลิต ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (14 วัน)

5) ฝึกอบรมพนักงาน ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (7 วัน หรือ 1 สัปดาห์)

6) ทำการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production) (12 สัปดาห์)

7) ตรวจสอบคุณภาพและจัดทำ Cpk ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (12 สัปดาห์)

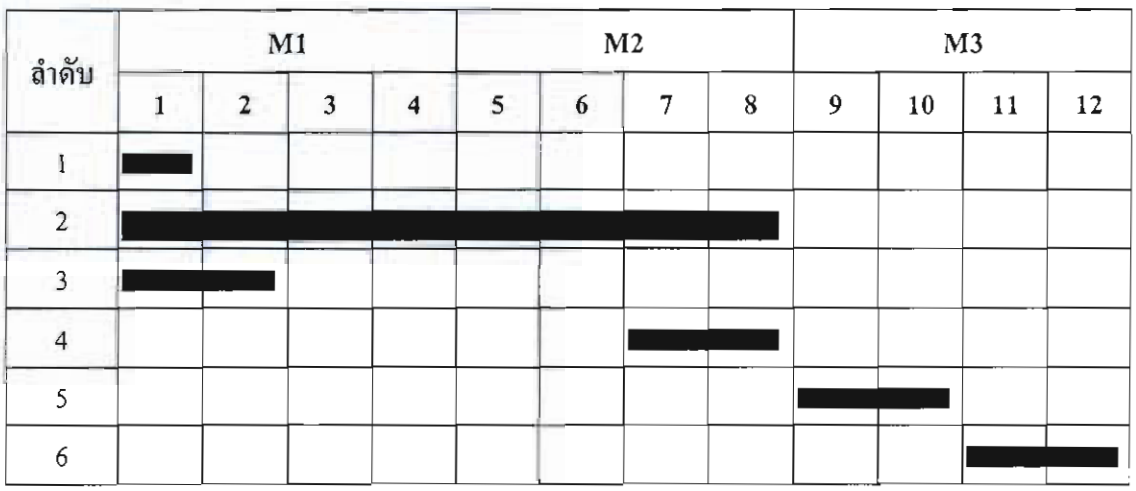
8) ทำการแก้ไข/ ปรับปรุง ปัญหาที่พบในการผลิต ช่วงเริ่มต้นการผลิต (12 สัปดาห์)

9) ทำการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 100% (12 สัปดาห์)

10) นำสถิติมาใช้ในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น MSA, FMEA, SPC, QC 7 Tools (12 สัปดาห์)

8. มีการจัดทำเอกสารประกอบการทำงาน (12 สัปดาห์)

ตารางที่ 3-15 การจัดทำเอกสารประกอบการทำงาน



รายละเอียด

1) จัดทำ Process Flow Chart, Control Plan ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (7 วัน)

2) จัดทำ FMEA ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (8 สัปดาห์)

3) จัดเตรียมเอกสารต่าง ๆ ที่สำหรับใช้ในการผลิต ช่วงการผลิดแบบปริมาณมาก (14 วัน)

4) จัดทำการวิเคราะห์ระบบการวัด MSA (14 วัน)

5) ทบทวนเอกสารต่าง ๆ ที่สำหรับใช้ในการผลิต ทั้งหมด (14 วัน)

6) ทบทวนเอกสารประกอบใน PPAP ทั้งหมด (14 วัน)

9. จัดทำเอกสาร PPAP ส่งให้ลูกค้า (1 สัปดาห์)

ตารางที่ 3-16 จัดทำเอกสาร PPAP ส่งให้ลูกค้า

ลำดับที่	W1						
	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							

รายละเอียด

1) รวบรวมและจัดทำเอกสารประกอบใน PPAP ทั้งหมด (5 วัน)

2) จัดส่งเอกสาร PPAP ให้ลูกค้า (2 วัน)

10. ปิดโครงการ (Sign Off) (2 สัปดาห์)

ดารางที่ 3-17 ปิดโครงการ (Sign Off)

ลำดับ	W1							W2						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1														
2														

รายละเอียด

1) รอลูกค้าทำการพิจารณาอนุมัติ (โดยปกติทางลูกค้าจะมีระยะเวลาในการพิจารณาอนุมัติประมาณ 1-2 สัปดาห์) (2 สัปดาห์)

2) ทีมงานทำการปิดโครงการ หลังจากที่ลูกค้าอนุมัติเสร็จเรียบร้อยแล้ว (2 วัน)

สรุปผลการทำงาน

จากการวางแผนโครงการด้วย PERT เพื่อหาค่าคาดหมายของเวลาแล้วเสร็จของโครงการ "การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ

ISO/ TS 16949 สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N" โดยกำหนดระยะเวลาในการจัดทำโครงการทั้งหมด 25 สัปดาห์ หลังจากนั้นจึงนำไปทำการวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (APQP Plan) ติดตามผลการทำงานและทำการสรุปผลการทำงาน พบว่าสามารถทำงานได้ตามแผนที่กำหนดไว้ ดังแสดงในตารางที่ 3-18

ตารางที่ 3-18 สรุปผลการทำงาน (Sign Off)

ลำดับที่	รายละเอียด	ผลการทำงาน	ปัญหาที่พบ
1	กำหนดผู้รับผิดชอบและแต่งตั้งทีมทำงาน	สามารถทำงานได้ตามแผนที่กำหนดไว้	-
2	ทบทวนความพร้อมและความสามารถในการทำงาน	สามารถทำงานได้ตามแผนที่กำหนดไว้	-
3	จัดทำเอกสารประกอบการทำงาน	สามารถทำงานได้ตามแผนที่กำหนดไว้	-
4	มีการจัดทำกิจกรรมวางแผนการผลิต (APQP Plan)	สามารถทำงานได้ตามแผนที่กำหนดไว้	-
5	ทำการสั่งซื้อ/ ทำ วัตถุดิบ, แม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์, เครื่องมือวัด, เกจ	สามารถทำงานได้ตามแผนที่กำหนดไว้	-
6	ทำการทดลองการผลิตและจัดส่งให้ลูกค้าอนุมัติใช้งาน	สามารถทำงานได้ตามแผนที่กำหนดไว้	-
7	ทำการผลิตแบบปริมาณมากและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์	สามารถทำงานได้ตามแผนที่กำหนดไว้	-
8	มีการจัดทำเอกสารประกอบการทำงาน	สามารถทำงานได้ตามแผนที่กำหนดไว้	-
9	จัดทำเอกสาร PPAP ส่งให้ลูกค้า	สามารถทำงานได้ตามแผนที่กำหนดไว้	-
10	ปิดโครงการ (Sign Off)	สามารถทำงานได้ตามแผนที่กำหนดไว้	-

ระยะเวลาการดำเนินโครงการ

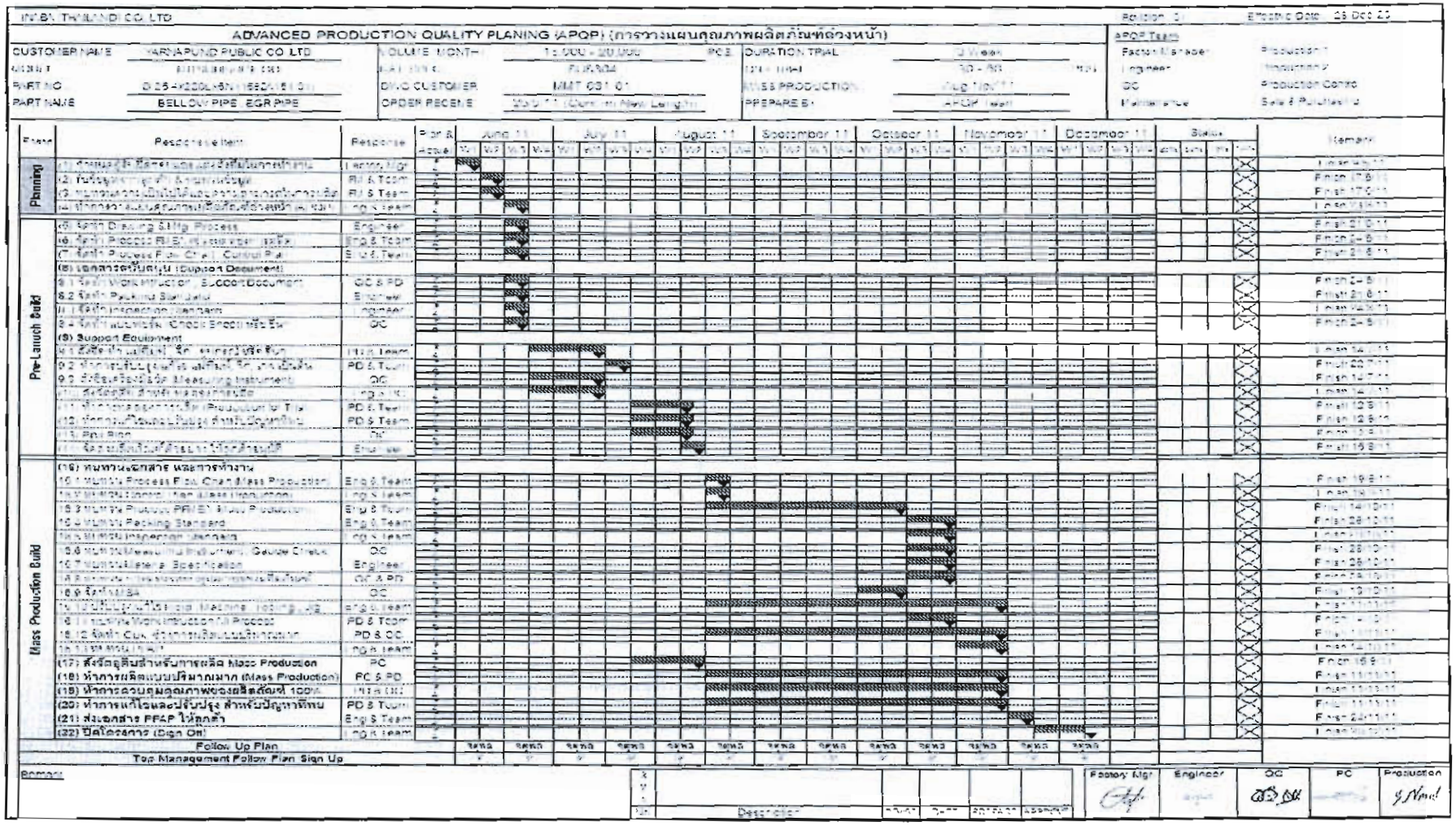
หลังจากที่ได้ค่าคาดหมายเวลาแล้วเสร็จของโครงการ "การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949 สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N" จึงกำหนดระยะเวลาในการดำเนินงานตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2554 ถึง เดือนธันวาคม 2554 โดยใช้ระยะเวลา 25 สัปดาห์ ตามที่ได้ออกแบบไว้ ดังแสดงในตารางที่ 3-19

ตารางที่ 3-19 แผนการดำเนินงานการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model)

รายละเอียด	มิ.ย. 54	ก.ค. 54	ส.ค. 54	ก.ย. 54	ต.ค. 54	พ.ย. 54	ธ.ค. 54
1. กำหนดผู้รับผิดชอบในการทำงานและแต่งตั้งทีมทำงานผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) โดยมาจากแต่ละหน่วยงาน	1 สัปดาห์						
2. มีการทบทวนความพร้อมและความสามารถในการทำงาน เช่น บุคคลากร, เครื่องจักร, วัตถุดิบ, อุปกรณ์และแม่พิมพ์เป็นต้น เพียงพอหรือไม่	1 สัปดาห์						
3. จัดทำเอกสารประกอบการทำงานช่วงเริ่มต้นการผลิต (Pre-Launch)	1 สัปดาห์						
4. มีกิจกรรมการวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้าช่วงเริ่มต้นการผลิต (APQP Plan: Pre-Launch)	1 สัปดาห์						
5. ทำการสั่งซื้อ/ทำ อุปกรณ์, แม่พิมพ์, จิ๊ก, วัตถุดิบ, เครื่องจักร, เครื่องมือวัดอื่น ๆ และทำการปรับปรุง/แก้ไข	4 สัปดาห์						
6. ทำการทดลองการผลิตและจัดส่งผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product) ให้ลูกค้าทำการอนุมัติ		3 สัปดาห์					
7. ทำการผลิตแบบปริมาณมากและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ 3 เดือน แรกของการผลิตรวมไปถึงการปรับปรุง/แก้ไข กระบวนการทำงานและนำสถิติมาใช้ในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น MSA, FMEA, SPC, QC 7 Tools เป็นต้น			12 สัปดาห์				
8. มีการจัดทำเอกสารประกอบการทำงาน			12 สัปดาห์				
9.ทบทวนและจัดทำเอกสาร PPAP ส่งให้ลูกค้า						1 สัปดาห์	
10. ปิดโครงการ (Sign Off)						2 สัปดาห์	

การวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (APQP Plan)

หลังจากที่ได้ค่าคาดหมายเวลาแล้วเสร็จของโครงการ จึงได้นำมาทำการวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (APQP Plan) โครงการ "การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949 สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N" และติดตามผลการทำงานต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 3-16



ภาพที่ 3-16 แสดงการวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (APQP Plan)

บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูล

บริษัท ฯ กรณีศึกษาได้ทำการเลือกและกำหนดความน่าจะเป็นที่โครงการ "การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N" โดยมีระยะเวลาแล้วเสร็จภายใน 25 สัปดาห์ จึงได้ดำเนินงานตามขั้นตอนหรือแผนการดำเนินงานย่อยในแต่ละกิจกรรมและติดตามผลการทำงานในแต่ละกิจกรรมที่กำหนดไว้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การติดตามแผนการดำเนินงานย่อยในแต่ละกิจกรรม

การติดตามแผนการดำเนินงานย่อยในแต่ละกิจกรรม ประกอบไปด้วยกิจกรรมต่าง ๆ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำงานมีดังต่อไปนี้

1. กำหนดผู้รับผิดชอบและแต่งตั้งทีมทำงาน (1 สัปดาห์)

ตารางที่ 4-1 แผนการกำหนดผู้รับผิดชอบและแต่งตั้งทีมทำงาน (ติดตามผลการทำงาน)

ลำดับที่	W1						
	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							

รายละเอียด

1. ผู้บริหารนัดประชุมกำหนดผู้รับผิดชอบและกำหนดทีมทำงาน (2 วัน)
2. แต่ละหน่วยงานกำหนดผู้รับผิดชอบและหน้าที่ความรับผิดชอบในการทำงาน (4 วัน)
3. แต่งตั้งผู้รับผิดชอบและทีมทำงาน พร้อมทั้งหน้าที่ความรับผิดชอบ (2 วัน)

สัญลักษณ์

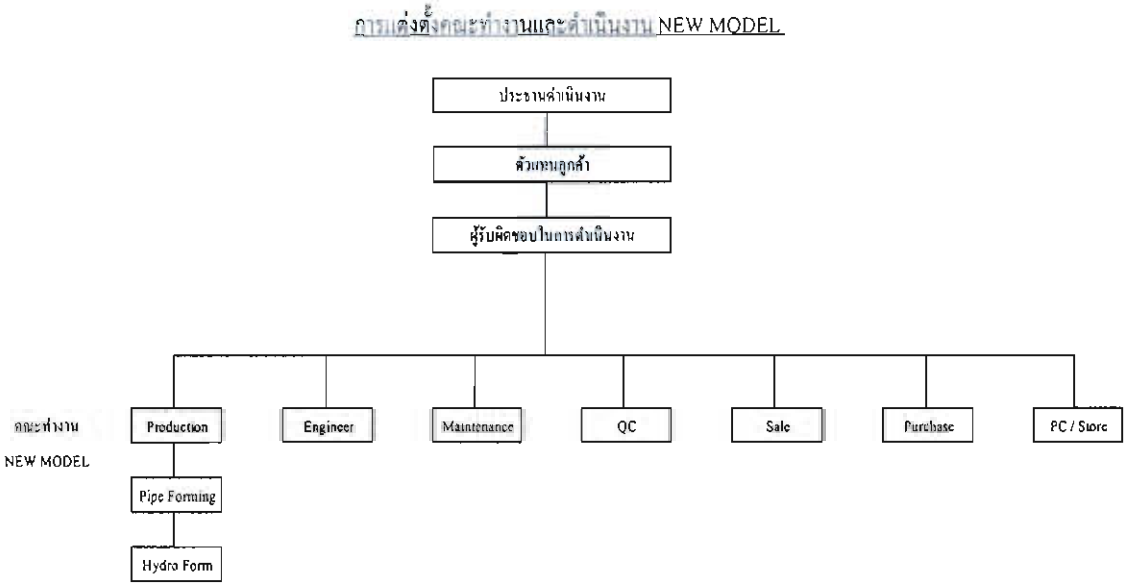
Plan

Actual

ผลลัพธ์จากการทำงาน

จากการทำงานพบว่าเป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้ และในกิจกรรมลำดับที่ 2 สามารถลดการทำงานได้ 1 วัน ดังแสดงในตารางที่ 4-1 และมีรายละเอียดในการทำงานดังต่อไปนี้

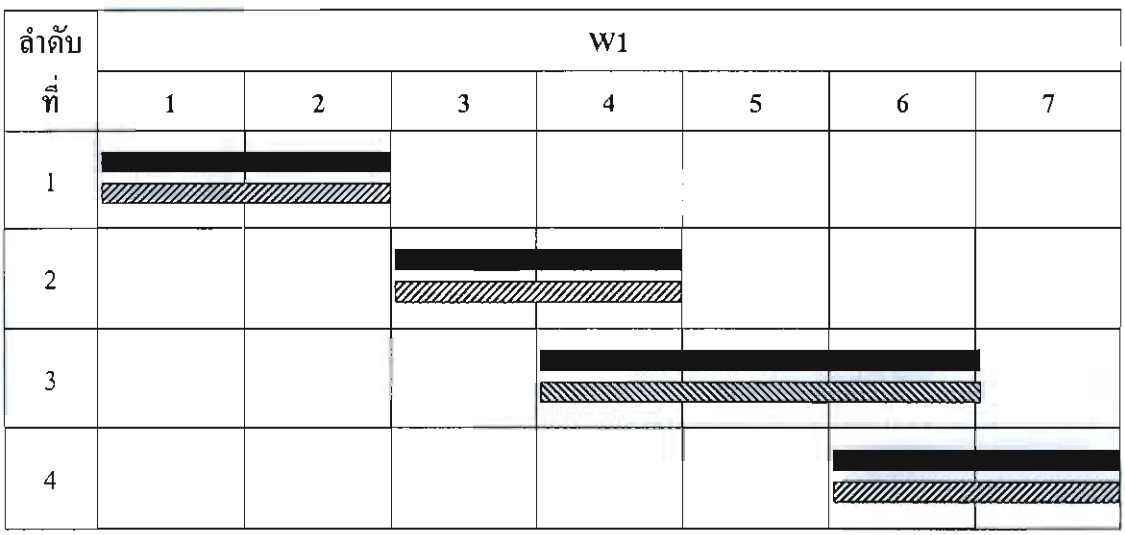
รับคำสั่ง (Order) ให้ทำการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (New Model) โดยการจัดทำผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product) ส่งให้ลูกค้าทำการอนุมัติ (Approved New Model Product) และการส่งมอบให้ตรงตามระยะเวลาที่ลูกค้าต้องการหรือที่กำหนดไว้ ซึ่งทางหน่วยงาน ฝ่ายขาย (Sale) และตัวแทนจากลูกค้า (Customer Representative) ที่มีอำนาจตัดสินใจแทนลูกค้าได้ เช่น ผู้จัดการทั่วไป (GM) หรือ ผู้จัดการโรงงาน (Factory Manager) เป็นต้น จะทำหน้าที่ติดต่อประสานงานและขอรายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) กับลูกค้า เช่น Drawing แบบสินค้าที่รับมาจากลูกค้าที่ต้องการให้ผลิต, จำนวนหรือปริมาณที่ต้องการให้ผลิต (Volume Order), ระยะเวลาในการส่งมอบ (Time Delivery), การบรรจุผลิตภัณฑ์ (Packing), รายละเอียดหรือข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ, รายละเอียดในการตรวจสอบ อื่น ๆ เป็นต้น ซึ่งทางผู้บริหารสูงสุด (Top Management) จะกำหนดผู้รับผิดชอบในการทำงานและแต่งตั้งทีมทำงานผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) โดยกำหนดให้ Engineer เป็นผู้รับผิดชอบและติดตามผลการทำงาน รวมไปถึงทำการจัดตั้ง/ แต่งตั้งทีมทำงานการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (New Model Team) โดยมีตัวแทนที่มาจากแต่ละหน่วยงาน ซึ่งเป็นผู้ที่มีทักษะความรู้และความสามารถ โดยทีมงานที่มาจากตัวแทนของแต่ละหน่วยงานจะต้องมีอำนาจตัดสินใจในการดำเนินงานทุกอย่างและสามารถตัดสินใจในการทำงานได้ เช่น ตัวแทนจากฝ่ายผลิต (Production), ตัวแทนจากฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ (QC), ตัวแทนจากหน่วยงานจัดซื้อ (Purchase), ตัวแทนจากหน่วยงานขายผลิตภัณฑ์ (Sale), ตัวแทนจากหน่วยงานซ่อมบำรุง (Maintenance), ตัวแทนจากหน่วยงานวิศวกรรม (Engineering) ตัวแทนจากหน่วยงานวางแผนการผลิต (Production Control), ตัวแทนจากหน่วยงานคลังสินค้า (Inventory) และตัวแทนจากลูกค้า (Customer Representative) เป็นต้น โดยมีรูปแบบการบริหารจัดการ ดังแสดงในภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 การแต่งตั้งคณะทำงานและดำเนินงาน NEW MODEL

2. ทบทวนความพร้อมและความสามารถในการทำงาน (1 สัปดาห์)

ตารางที่ 4-2 ทบทวนความพร้อมและความสามารถในการทำงาน (ติดตามผลการทำงาน)



รายละเอียด

1. รับคำสั่งและทบทวนรายละเอียด ให้จัดทำการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่กับลูกค้า (2วัน)
2. ประชุมชี้แจงรายละเอียดให้ทีมงานทราบเพื่อจะได้นำไปศึกษาหาข้อมูล (2 วัน)

3. แต่ละหน่วยงานทำการศึกษาหาข้อมูลและตรวจสอบความพร้อม (3 วัน)

4. ทำการประชุมทบทวนความพร้อมและความสามารถในการทำงาน (2 วัน)

ผลลัพธ์จากการทำงาน

จากการทำงานพบว่าเป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้ ดังแสดงในตารางที่ 4-2 และมีรายละเอียดในการทำงานดังต่อไปนี้

ทำการศึกษาความเป็นไปได้และการทบทวนความสามารถในการผลิต (Feasibility New Model) เพื่อทำการวิเคราะห์และทบทวนความสามารถในการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) จากลูกค้า ได้ หรือไม่

2.1 ถ้ากรณี ที่สามารถทำได้ให้ทำการปิดสรุปผลและแจ้งให้ลูกค้าทราบ

2.2 ถ้ากรณี ที่สามารถทำได้แต่มีเงื่อนไข เช่น อาจจะต้องมีการสั่งซื้อหรือสั่งทำเครื่องจักร (Machine), แม่พิมพ์ (Mold), อุปกรณ์ (Equipment), จิ๊ก (Jig Fixture) หรือเกจวัดชิ้นงาน (Gauge Check) เป็นต้น เพื่อใช้ในการทำงานหรือจะต้องมีการฝึกอบรมการทำงาน, การใช้งานเครื่องจักร และอุปกรณ์ เป็นต้น จะต้องแจ้งให้ลูกค้าทราบ

2.3 ถ้ากรณีไม่สามรถทำการผลิตได้ จะต้องแจ้งให้ลูกค้าทราบถึงเหตุผลที่ไม่สามารถทำการผลิตได้ โดยแสดงผลการศึกษาความเป็นไปได้และการทบทวนความสามารถในการผลิต (Feasibility New Model) ดังแสดงในภาพที่ 4-2

INABA (THAILAND) CO.,LTD

ใบทบทวนความเป็นไปได้ในการผลิต

ชื่อลูกค้า : Yamapund (Public) Co.,Ltd. วันที่ : 06-Jun-2011

ชื่อชิ้นส่วน : Bellow Pipe "EGR Pipe" ชนิดของวัตถุดิบ : SUS 304 (0.8 x 78 1)

หมายเลขชิ้นส่วน : Ø25 4x220Lx5N (1582A151-01) Model : MMT-031-01

หัวข้อพิจารณา	ผลการพิจารณา			ผู้รับผิดชอบ
	ทำได้	ทำได้ (มีเงื่อนไข)	ทำไม่ได้	
1) ความสามารถของเครื่องจักร,แม่พิมพ์, อุปกรณ์ (Spec เครื่องจักรในการทำ New Model)		/		คุณธีระชาติ
2) ความพร้อมของการวางแผนการผลิต (Capacity)	/			คุณวัชรินทร์
3) บุคลากรในการทำงาน (จำนวนบุคลากร และ บุคลากรมีความสามารถผลิต เพียงพอ หรือไม่)				คุณวุฒิ
4) ความสามารถในการสั่งซื้อ Material (ติดต่อ Supply ต่างๆ , ระยะเวลาในการสั่งซื้อ)		/		คุณวัชรินทร์ คุณสมพิศ
5) ความพร้อมของอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจเช็ค (เครื่องมือวัด)	/			คุณอนวัฒน์ คุณนิรุธ
6) ความพร้อมของวิธีการทำงาน / ปฏิบัติงาน (เบื้องต้น) (วิธีการทำงานในแต่ละ Process)	/			คุณวุฒิ
8) ความพร้อมของ Tooling Supports (Jig & Fixture)		/		คุณนพดล คุณจตุพล
9) ความพร้อมของ Plant Lay Out	/			คุณจะเด็ด

สรุปผลการดำเนินงาน (กรณีที่สามารถทำได้แต่มีเงื่อนไข)

สามารถดำเนินงานได้แต่มีเงื่อนไขเนื่องจากจะต้องมีการออกแบบ และสั่งทำแม่พิมพ์ (Mold) ใหม่ เนื่องจากเป็น New Model และใช้ระยะเวลาในการทำประมาณ 15-20 วัน ส่วนวัตถุดิบจะมีระยะเวลาในการสั่งซื้อประมาณ 1-2 สัปดาห์ เนื่องจากทางบริษัท ฯ กำหนดให้ทาง Supplier เป็นผู้ Stock วัตถุดิบให้

การพิจารณา

☒ รับ Order ☐ ไม่รับ Order _____

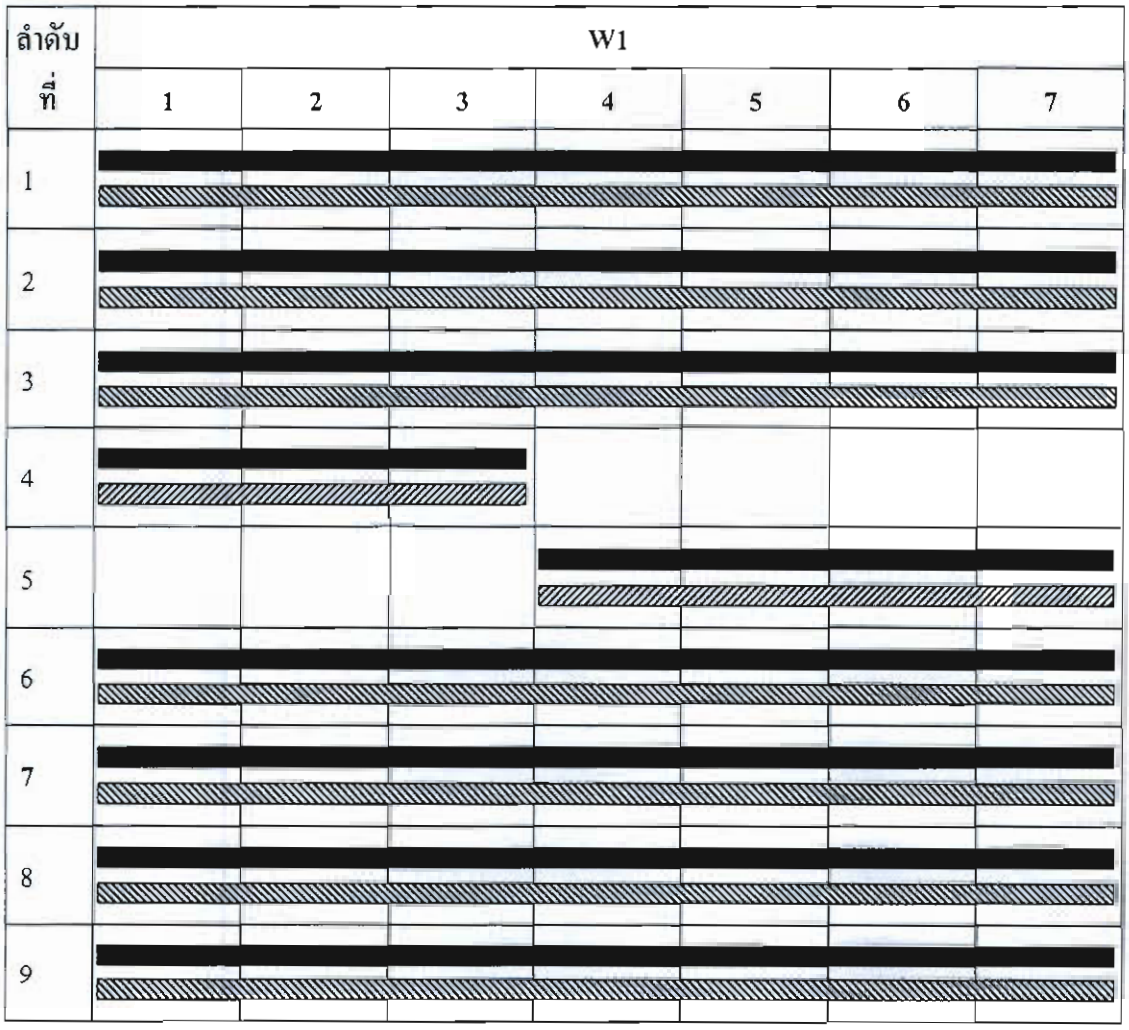
ลงนามปิดท้าย

นายชัยวัฒน์ ลิ้มตระกูล / Factory Manager / 6-Jun-2011	นางวัชรินทร์ ทองวงศ์ / PC Manager / 6-Jun-2011
สมาชิกคณะผู้ทำงาน / ตำแหน่ง / วันที่	สมาชิกคณะผู้ทำงาน / ตำแหน่ง / วันที่
นายอนวัฒน์ บุญเจริญ / Quality Control Manager / 6-Jun-2011	นายธีระชาติ ตั้นชะวงศ์ / Supervisor / 6-Jun-2011
สมาชิกคณะผู้ทำงาน / ตำแหน่ง / วันที่	สมาชิกคณะผู้ทำงาน / ตำแหน่ง / วันที่
นายวุฒิ ทรงกลิ่น / Supervisor / 6-Jun-2011	นายจะเด็ด นิ่นนนท์ / Supervisor / 6-Jun-2011
สมาชิกคณะผู้ทำงาน / ตำแหน่ง / วันที่	สมาชิกคณะผู้ทำงาน / ตำแหน่ง / วันที่

ภาพที่ 4-2 การทบทวนความเป็นไปได้หรือความสามารถในการผลิต

3. จัดทำเอกสารประกอบการทำงาน (1 สัปดาห์)

ตารางที่ 4-3 จัดทำเอกสารประกอบการทำงาน (ติดตามผลการทำงาน)



รายละเอียด

1. จัดทำ Process Flow Chart และ Control Plan ช่วงเริ่มต้นทดลองการผลิต (7 วัน)
2. จัดทำ FMEA ช่วงเริ่มต้นทดลองการผลิต (7 วัน)
3. ทบทวนและศึกษา Drawing แบบผลิตภัณฑ์ ที่รับมาจากลูกค้า (3 วัน)
4. นำ Drawing ที่รับมาจากลูกค้า จัดทำเป็น Drawing ของบริษัท ฯ กรณีศึกษา (4 วัน)
5. จัดทำ คู่มือขั้นตอนการปฏิบัติงาน (WI) ช่วงเริ่มต้นทดลองการผลิต (7 วัน)
6. จัดทำ บันทึกการตรวจสอบ (Check Sheet) ช่วงเริ่มต้นทดลองการผลิต (7 วัน)

7. จัดทำ วิธีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Standard) (7 วัน)

8. จัดทำ วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์ (Packing Standard) (7 วัน)

9. จัดทำ เอกสารประกอบการทำงานอื่น ๆ ช่วงเริ่มต้นทดลองการผลิต (7 วัน)

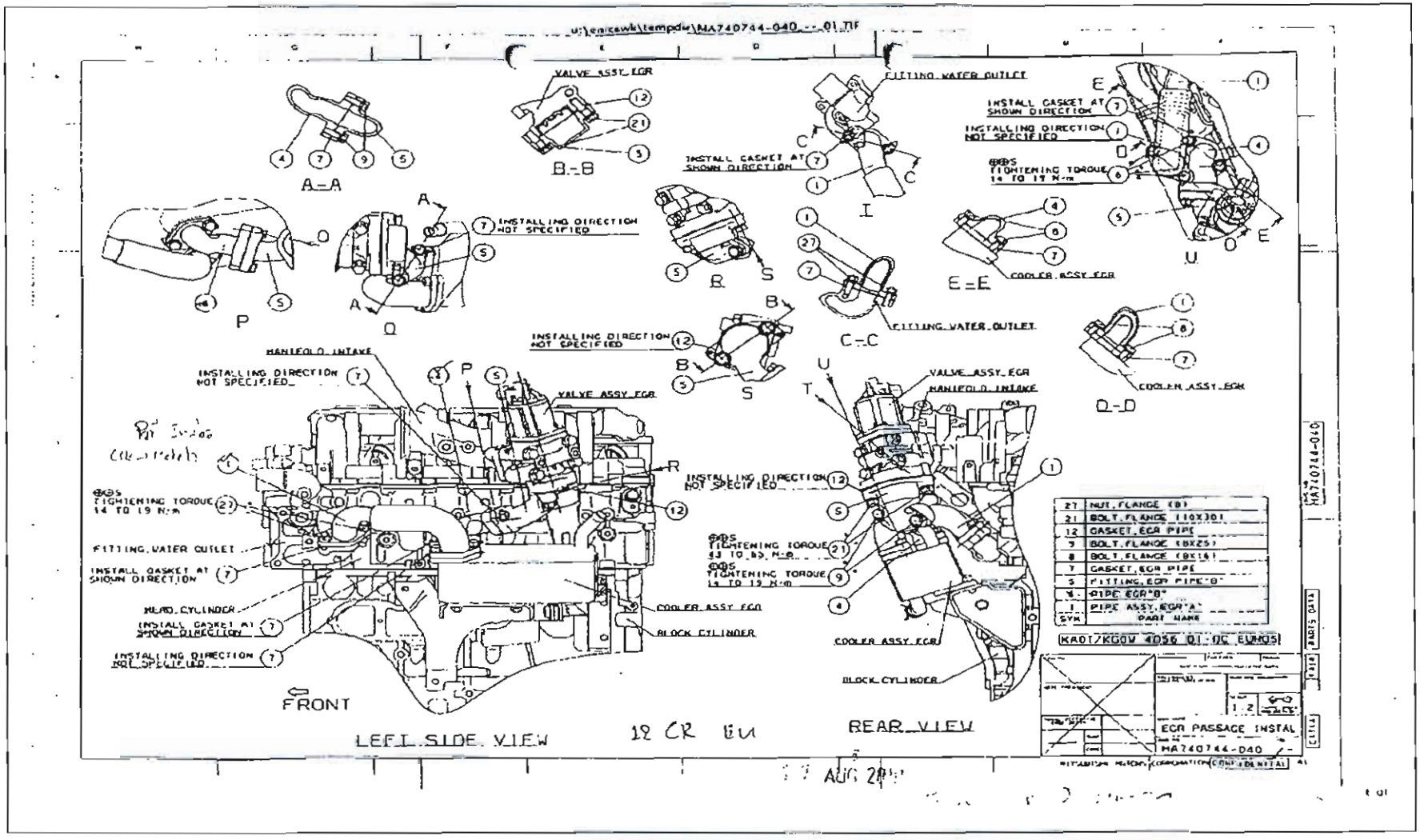
ผลลัพธ์จากการทำงาน

จากการทำงานพบว่าเป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้ ดังแสดงในตารางที่ 4-3 และมีรายละเอียดในการทำงานดังต่อไปนี้

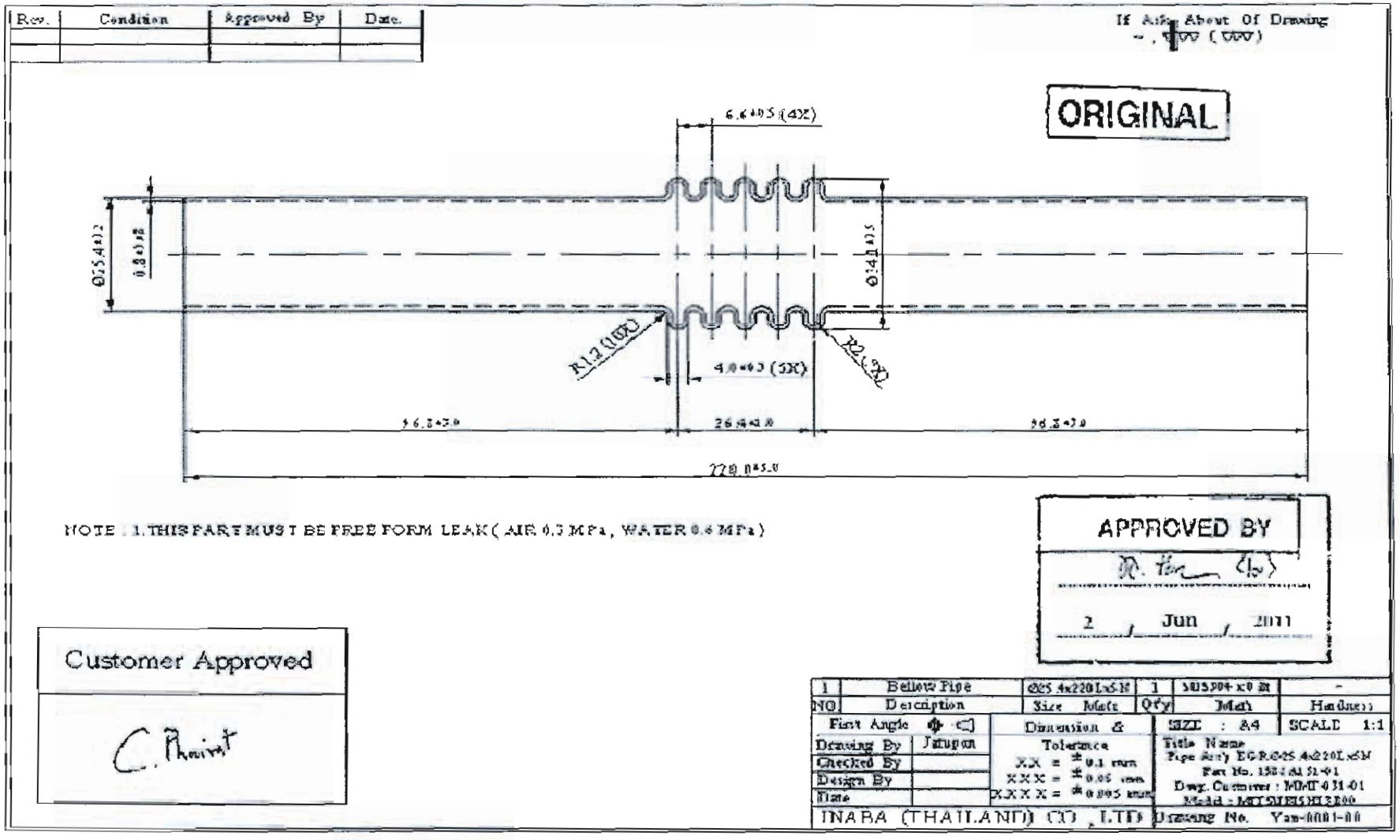
จัดทำการออกแบบกระบวนการผลิต (Design Process) และเอกสารที่ใช้ประกอบการทำงานช่วงเริ่มต้นการผลิต (Pre-Launch) เช่น Drawing แบบผลิตภัณฑ์หรือสินค้าของลูกค้า, Drawing แบบผลิตภัณฑ์หรือสินค้าของบริษัท ฯ กรณีศึกษา, แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต (Process Flow Chart), แผนควบคุมกระบวนการผลิต (Control Plan), การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบกระบวนการผลิต (FMEA), คู่มือการปฏิบัติงานช่วงเริ่มต้นการผลิต (Work Instruction), วิธีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Standard), วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์ (Packing Standard), แบบฟอร์มสำหรับบันทึกผลการทำงาน (Check Sheet) และอื่น ๆ เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 Drawing แบบผลิตภัณฑ์หรือสินค้าของลูกค้า ซึ่งรับมาจากลูกค้าที่แสดงจุดการใช้งานของผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีความต้องการให้จัดทำเป็นแบบผลิตภัณฑ์ของบริษัท ฯ กรณีศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 4-3

3.2 Drawing แบบผลิตภัณฑ์หรือสินค้าของบริษัท ฯ กรณีศึกษา ซึ่งมีข้อกำหนดมาจากความต้องการของลูกค้าให้จัดทำเป็นแบบผลิตภัณฑ์ของบริษัท ฯ กรณีศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 4-4

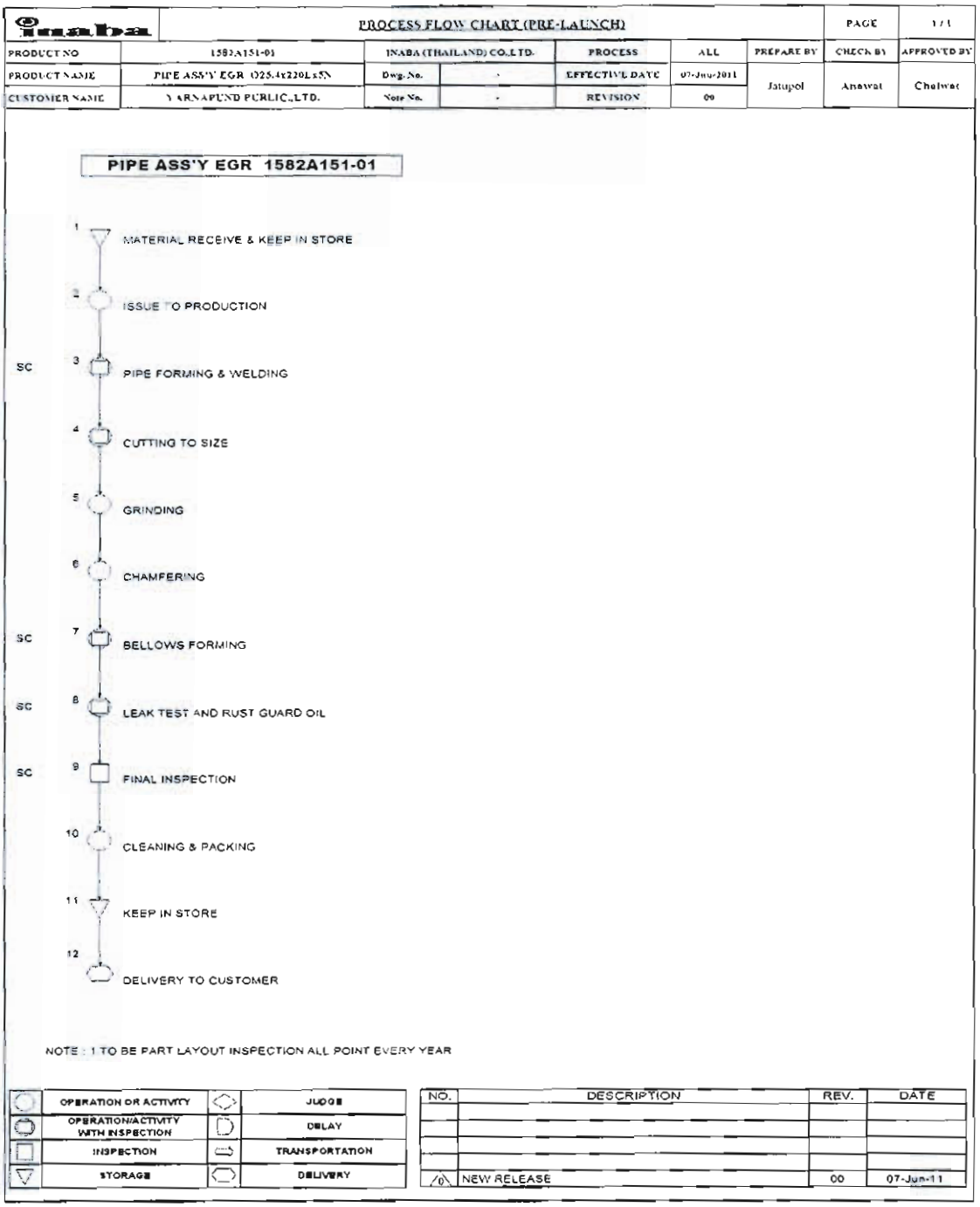


ภาพที่ 4-3 Drawing แบบผลิตภัณฑ์หรือสินค้าของบริษัทฯ กรณีศึกษา



ภาพที่ 4-4 Drawing แบบผลิตภัณฑ์หรือสินค้าของบริษัทฯ กรณีศึกษา

3.3 แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต (Process Flow Chart) ซึ่งได้มาจากทีมงาน New Model ดำเนินการจัดทำการออกแบบขั้นตอนหรือกระบวนการผลิต ในช่วงเริ่มต้นทดลองการผลิต (Pre-Launch) ดังแสดงในภาพที่ 4-5



ภาพที่ 4-5 แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต (Process Flow Chart)

3.4 แผนควบคุมกระบวนการทำงาน (Control Plan: QC Process Control Plan) ซึ่งได้มาจากทีมงาน New Model ได้กำหนดวิธีการควบคุมการทำงานในแต่ละขั้นตอนของการผลิตในช่วงเริ่มต้นทดลองการผลิต (Pre-Launch) ดังแสดงในภาพที่ 4-6

inaba	OC PROCESS CONTROL PLAN (PRE-LANUCH BUILD)					PAGE	1/2
PRODUCT NO	1582A151-01	INABA (THAILAND) CO.,LTD.	PROCESS	PIPE	PREPARE BY	CHECK BY	APPROVED BY
PRODUCT NAME	PIPE ASS'Y EGR Ø25.4 x 220L x SN	Dwg. No. -	EFFECTIVE DATE	07-Jun-2011	Jarupol	Anawat	Chaiwat
CUSTOMER NAME	YARNAPUND PUBLIC.,LTD.	Note No. -	REVISION	00			

NO.	PROCESS NAME	MACHINE & TOOLS	CHARACTERISTIC		METHODS					SECTION	REACTION PLAN
			NO.	DESCRIPTION	SPECIAL CLASS	PROCESS / SPECIFICATION	EQUIPMENT & INSTRUMENT	FREQUENCY INSPECTION	DOCUMENT CONTROL		
1	Material Received & Keep in Store (Coil Sheet)		1	Dimension	N	0.8t ± 0.08 x w = 78.1 ± 0.1	Visual Millsheet & Invoice	Each Coil	FM-QCD-18	QC	Inform Supplier
			2	Weight	N	As Label	Visual Check				
			3	Material	N	SUS304	Visual Millsheet & Invoice				
			4	Appearance	N	No Have Damage	Visual Check				
2	Issue to Production		1	Material	N	SUS304	Label Check	Each Coil	FM-PRO-01	Production	Inform Supplier
			2	Dimension	N	0.8t ± 0.08 x w = 78.1 ± 0.1	Label & Micrometer				
			3	Weight / Quantity	N	As Label	Label Check				
3	Pipe Forming and Cutting	PF-10	1	Appearance	N	As Check Sheet	Visual Check	S=3 , M=3 , E=3	FM-QCD-35 WI-PRO-76 Control Chart	Production & QC	Stop Process Inform Leader
			2	OD Diameter	SC	As Check Sheet	Vernier				
			3	Dimension	N	As Check Sheet	Vernier				
4	Grading		1	Appearance	N	No Have Damage	Visual Check	100%		Production	Stop Process Inform Leader
5	Chamfering		1	Appearance	N	No Have Damage	Visual Check	100%	WI-PRO-37	Production	Stop Process Inform Leader
6	Pipe Forming	BF-02,03,04	1	Appearance	N	As Check Sheet	Visual Check	S=3 , M=3 , E=3	FM-QCD-35 WI-PRO-18 WI-PRO-43 WI-PRO-71 Control Chart	Production & QC	Stop Process Inform Leader
			2	Thickness	N	As Check Sheet	Vernier				
			3	OD Diameter	SC	As Check Sheet	Vernier				
			4	OD Diameter	SC	As Check Sheet	Vernier				
			5	Dimension	N	As Check Sheet	Vernier				
			6	Dimension	SC	As Check Sheet	Vernier				
			7	Dimension	N	As Check Sheet	Measuring Tape				
			8	Dimension	N	As Check Sheet	Measuring Tape				
			9	Dimension	N	As Check Sheet	Measuring Tape				
			10	Dimension	N	As Check Sheet	Vernier				

REV NO.	DATE	DESCRIPTION	SIGN	REV NO.	DATE	DESCRIPTION	SIGN

ภาพที่ 4-6 แผนควบคุมกระบวนการทำงาน (Control Plan: QC Process Control Plan)

inaba	QC PROCESS CONTROL PLAN (PRE-LANUCH BUILD)					PAGE	2/2
PRODUCT NO	1582A151-01	INABA (THAILAND) CO.,LTD.		PROCESS	PIPE	PREPARE BY	CHECK BY	APPROVED BY
PRODUCT NAME	PIPE ASS'Y EGR Ø25.4 x 220L x 5N	Dwg. No.	-	EFFECTIVE DATE	07-Jun-2011	Jatupol	Anawat	Chaiwat
CUSTOMER NAME	YARNAPUND PUBLIC.,LTD.	Note No.	-	REVISION	00			

NO.	PROCESS NAME	MACHINE & TOOLS	CHARACTERISTIC		METHODS					SECTION	REACTION PLAN
			NO.	DESCRIPTION	SPECIAL CLASS	PROCESS / SPECIFICATION	EQUIPMENT & INSTRUMENT	FREQUENCY INSPECTION	DOCUMENT CONTROL		
6	Leak Test and Rust Guard Oil	Leak Test M/C	1	Air Float	SC	0.4 - 0.6 Mpa	Jig Test & Visual	100%	WI-PRO-40	Production	Stop Process Inform Leader
			2	Time	N	As W/I	Jig Test & Visual				
			3	Appearance	N	No Have Air Leak	Visual Check				
7	Final Inspection		1	Appearance	N	As Check Sheet	Visual Check	5 Pcs / Lot	FM-QCD-36	QC	Stop Process Inform Leader
			2	Thickness	N	As Check Sheet	Vernier				
			3	OD Diameter	SC	As Check Sheet	Vernier				
			4	OD Diameter	SC	As Check Sheet	Vernier				
			5	Dimension	N	As Check Sheet	Vernier				
			6	Dimension	SC	As Check Sheet	Vernier				
			7	Dimension	N	As Check Sheet	Measuring Tape				
			8	Dimension	N	As Check Sheet	Measuring Tape				
			9	Dimension	N	As Check Sheet	Measuring Tape				
			10	Dimension	N	As Check Sheet	Vernier				
8	Cleaning and Packing		1	Quantity Pcs / Box	N	Packing Standard	Visual Check	100%		PC	Inform Leader
			2	Appearance Check	N	No Dirty,Rust,Burr	Visual Check				
9	Keep in Store		1	Part No. / Name	N	-	Visual Check	Every Lot	FM-PRO-02	PC	-
			2	Quantity Pcs. / Box	N	-	Visual Check				
10	Delivery To Customer		1	Packing List	N	-	Visual Check	Every Lot	Invoice	Sale	-
			2	Information Delivery	N	-	Visual Check				

ภาพที่ 4-6 แผนควบคุมกระบวนการทำงาน (Control Plan: QC Process Control Plan) (ต่อ)

3.5 เกณฑ์การประเมินการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA)

ตารางที่ 4-4 ข้อแนะนำสำหรับเกณฑ์การประเมิน FMEA หัวข้อความรุนแรง (ค่า S)

ผลกระทบ	เกณฑ์การประเมินความรุนแรง กฎเกณฑ์ การจัดอันดับความรุนแรงของผลกระทบในกรณีที่ความล้มเหลวส่งผลให้เกิดความบกพร่องกับผู้บริโภค และ/หรือ โรงงานผู้ประกอบแล้ว ควรจะพิจารณาผู้บริโภคเป็นอันดับแรกก่อนเสมอ แต่ถ้าเกิดผลกระทบทั้งผู้บริโภคและโรงงาน ให้พิจารณาความรุนแรงที่สูงกว่า		อันดับ
	ความรุนแรงของผลกระทบ ที่มีต่อผู้ใช้ผลิตภัณฑ์	ความรุนแรงของผลกระทบ ที่มีต่อกระบวนการภายใน	
เกิดอันตรายโดยไม่มีการเตือน:	มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมายโดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า	มีผลกระทบต่อการเกิดอันตรายต่อพนักงาน (หรือเครื่องจักร) โดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า	10
เกิดอันตรายโดยมีการเตือน:	มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมายโดยมีการเตือนล่วงหน้า	มีผลกระทบต่อการเกิดอันตรายต่อพนักงาน (หรือเครื่องจักร) โดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า	9
ผลกระทบสูงมาก:	ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถใช้งานได้ (เนื่องจากสูญเสียหน้าที่หลัก)	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด(100%) อาจต้องทำลายหรือส่งเข้าซ่อมแซมที่แผนกซ่อมบำรุงโดยใช้เวลามากกว่า 1 ชั่วโมง	8
ผลกระทบสูง:	ผลิตภัณฑ์นำไปใช้งานได้แต่ระดับสมรรถนะลดลงจนทำให้ลูกค้าไม่พอใจมาก	อาจจะมีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์แบบคัดเลือก (Sorting) และผลิตภัณฑ์บางส่วน (น้อยกว่า100%) อาจถูกทำลาย หรือส่งเข้าซ่อมแซมที่แผนกซ่อมบำรุงระหว่างครึ่งถึงหนึ่งชั่วโมง	7
ผลกระทบปานกลาง:	ผลิตภัณฑ์นำไปใช้งานได้แต่ขาดความสะดวกสบายและทำให้ลูกค้าไม่พอใจ	ผลิตภัณฑ์บางส่วน (น้อยกว่า100%) อาจถูกทำลายและไม่ต้องตรวจสอบแบบคัดเลือก (Sorting) หรือส่งเข้าซ่อมแซมที่แผนกซ่อมบำรุงใช้เวลาต่ำกว่าครึ่งชั่วโมง	6
ผลกระทบต่ำ:	ผลิตภัณฑ์นำไปใช้งานได้ด้วยความสะดวกสบายแต่ระดับสมรรถนะลดลง	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (100%) อาจต้องได้รับการรีเวิร์ค หรือได้รับการซ่อมแซมนอกสายการผลิตที่ฝ่ายผลิต	5
ผลกระทบต่ำมาก:	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีนัก อาจมีเสียงดังบ้าง ลูกค้าส่วนใหญ่ (มากกว่า 75%) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่องได้	ผลิตภัณฑ์อาจได้รับการตรวจสอบแบบคัดเลือก (Sorting) โดยไม่มีผลิตภัณฑ์ที่ต้องถูกทำลายแต่บางส่วน (ต่ำกว่า 100%) อาจได้รับการรีเวิร์ค	4
ผลกระทบเล็กน้อย:	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีนัก อาจมีเสียงดังบ้าง ลูกค้าประมาณครึ่งหนึ่งสามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่องได้	ผลิตภัณฑ์บางส่วน (ต่ำกว่า 100%) อาจต้องได้รับการรีเวิร์คในสายการผลิต แต่นอกจุดปฏิบัติงานที่ต้องถูกทำลาย	3

ตารางที่ 4-4 ข้อแนะนำสำหรับเกณฑ์การประเมิน FMEA หัวข้อความรุนแรง (ค่า S) (ต่อ)

ผลกระทบ	เกณฑ์การประเมินความรุนแรง กฎเกณฑ์ การจัดอันดับความรุนแรงของผลกระทบในกรณีที่ความล้มเหลวส่งผลให้เกิดความบกพร่องกับผู้บริโภค และ/หรือ โรงงานผู้ประกอบแล้ว ควรจะพิจารณาผู้บริโภคเป็นอันดับแรกก่อนเสมอ แต่ถ้าเกิดผลกระทบทั้งผู้บริโภคและโรงงาน ให้พิจารณาความรุนแรงที่สูงกว่า		อันดับ
	ความรุนแรงของผลกระทบ ที่มีต่อผู้ใช้ผลิตภัณฑ์	ความรุนแรงของผลกระทบ ที่มีต่อกระบวนการภายใน	
เกือบไม่มีผลกระทบ:	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีนัก อาจมีเสียงดังบ้าง ลูกค้าส่วนน้อย (ต่ำกว่า 25%) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่องได้	ผลิตภัณฑ์บางส่วน (ต่ำกว่า 100%) อาจต้องได้รับการรีเวิร์คในสายการผลิตที่จุดปฏิบัติงานโดยไม่มีผลิตภัณฑ์ที่ต้องถูกทำลาย	2
ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบที่สังเกตเห็นได้	อาจมีความไม่สะดวกสบายเล็กน้อยต่อการปฏิบัติงานหรือตัวพนักงานหรือไม่มีผลกระทบใด ๆ	1

ตารางที่ 4-5 ข้อแนะนำสำหรับเกณฑ์การประเมิน FMEA หัวข้อโอกาสเกิดข้อบกพร่อง (ค่า O)

โอกาสเกิดขึ้น	PPM	อัตราข้อบกพร่องที่มีโอกาส	Ppk	อันดับ
สูงมาก: เกิดข้อบกพร่องเป็นประจำ	≥ 100000	≥ 100 ต่อทุก 1,000 ชิ้น	< 0.55	10
	50000	50 ต่อทุก 1,000 ชิ้น	> 0.55	9
สูง: เกิดข้อบกพร่องน้อย	20000	20 ต่อทุก 1,000 ชิ้น	> 0.78	8
	10000	10 ต่อทุก 1,000 ชิ้น	> 0.86	7
ปานกลาง: เกิดข้อบกพร่องเป็นครั้งคราว	5000	5 ต่อทุก 1,000 ชิ้น	> 0.94	6
	2000	2 ต่อทุก 1,000 ชิ้น	> 1.00	5
	1000	1 ต่อทุก 1,000 ชิ้น	> 1.10	4
ต่ำ: เกิดข้อบกพร่องค่อนข้างน้อย	500	0.5 ต่อทุก 1,000 ชิ้น	> 1.20	3
	100	0.1 ต่อทุก 1,000 ชิ้น	> 1.30	2
ห่างไกล: เกือบไม่มีโอกาสจะเกิดข้อบกพร่อง	≤ 10	< 0.01 ต่อทุก 1,000 ชิ้น	> 1.67	1

ตารางที่ 4-6 ข้อแนะนำสำหรับเกณฑ์การประเมิน FMEA หัวข้อการตรวจจับ (ค่า D)

ลักษณะการตรวจจับ	เกณฑ์	ประเภทการตรวจจับ			ช่วงข้อแนะนำสำหรับวิธีการตรวจจับ	การจัดอันดับ
		A	B	C		
เกือบเป็นไปไม่ได้	ไม่มีระบบการตรวจจับใด ๆ			×	ไม่สามารถตรวจจับหรือตรวจสอบได้	10
ห่างไกลมาก	มีระบบการควบคุมแต่ไม่สมารถตรวจจับข้อบกพร่องได้			×	การควบคุมกระทำได้โดยทางอ้อมหรือเป็นเพียงการสุ่มตรวจเท่านั้น	9
ห่างไกล	มีระบบควบคุม แต่มีโอกาสน้อยมากที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้			×	การควบคุมกระทำได้ด้วยการตรวจสอบด้วยตาเปล่า (Visual Inspection) เท่านั้น	8
ต่ำมาก	มีระบบควบคุม แต่มีโอกาสน้อยมากที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้			×	การควบคุมกระทำได้ด้วยการตรวจสอบด้วยตาเปล่าสองครั้ง (Double Visual Inspection) เท่านั้น	7
ต่ำ	มีระบบควบคุมและอาจจะตรวจจับข้อบกพร่องได้		×	×	การควบคุมกระทำได้ด้วยแผนภูมิ SPC	6
ปานกลาง	มีระบบควบคุมและอาจจะตรวจจับข้อบกพร่องได้		×		มีการควบคุมโดยใช้เครื่องมือวัด วัดชิ้นงานก่อนออกจากจุดปฏิบัติงาน หรือใช้เกจ แบบ GO NO GO ก่อนออกจากจุดปฏิบัติงาน	5
ค่อนข้างสูง	มีระบบควบคุมและมีโอกาสสูงที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้	×	×		มีการตรวจจับความผิดพลาดในกระบวนการถัดไป หรือมีการใช้เครื่องมือวัด วัดงานชิ้นแรกในขั้นตอนการปรับตั้ง (Set – Up)	
สูง	มีระบบควบคุมและมีโอกาสสูงที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้	×	×		มีการตรวจจับความผิดพลาดที่จุดปฏิบัติงาน หรือมีการตรวจจับความผิดพลาดในกระบวนการถัดไปโดยการตรวจสอบเพื่อการยอมรับ	3
สูงมาก	มีระบบควบคุมและเกือบจะมั่นใจได้ว่าสามารถตรวจจับข้อบกพร่องได้	×	×		มีการตรวจจับความผิดพลาดที่จุดปฏิบัติงานด้วยเครื่องมืออัตโนมัติ ชิ้นงานบกพร่องไม่สามารถผ่านไปได้	2
สูงมาก	มีระบบการควบคุม และมั่นใจได้ว่าสามารถตรวจจับข้อบกพร่องได้	×			ไม่มีโอกาสเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องเพราะใช้ Poka-Yoke ในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์/ กระบวนการ	1

หมายเหตุ: ประเภทการตรวจจับ A: ป้องกันข้อผิดพลาดหลงลืม, B: ใช้เกจ (Gauge),
C: ตรวจสอบด้วยมือ (Manual)

ลำดับความเสี่ยง (RPN)

การประเมินผล RISK PRIONITY NUMBER

RPN = S x O x D

ถ้าลำดับ RPN คูณกันแล้วได้ผลมากกว่าตั้งแต่ 70 ขึ้นไป ให้ทำการแก้ไข/ ปรับปรุงให้ลดลง

3.6 การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบที่เกิดขึ้นของกระบวนการผลิต (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA) (ช่วงเริ่มต้นทดลองการผลิต: Pre-Launch) ซึ่งได้มาจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตจากทีมงาน New Model ว่ามีขั้นตอนไหนบ้างที่มีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดผลกระทบกับการผลิต โดยจะต้องทำการหาวิธีการแก้ไข/ ปรับปรุงก่อนที่จะเริ่มต้นการผลิต ดังแสดงในภาพที่ 4-7

INABA (THAILAND) CO.,LTD

การวิเคราะห์แนวโน้มข้อบกพร่องและผลกระทบ

(PROCESS FMEA)

ชื่อกระบวนการ EGR PIPE | ผู้จัดทำเอกสาร Mr.Anawat Booncharoen | PFMEA Number FMEA 1106-001

ชื่อผลิตภัณฑ์ BELLOWS PIPE | ผู้อนุมัติ Mr.Chawat Limsakul | วัน/เดือน/ปี ที่เริ่มทำ PFM 24-Jun-2011

หมายเลขผลิตภัณฑ์ EGR PIPE Ø 25.4 (MMT-031-01) | วัน/เดือน/ปี ที่ได้รับการอนุมัติ 24-Jun-2011 | วัน/เดือน/ปี ที่ทบทวน PFI

ชื่อลูกค้า YARNAPUND PUBLIC CO.,LTD | คณะผู้จัดทำ APQP TEAM | หน้า 1 ของ 4 หน้า

หน้าที่ของกระบวนการข้อกำหนด	แนวโน้มของข้อบกพร่อง	แนวโน้มผลกระทบของข้อบกพร่อง	Class	S	สาเหตุของข้อบกพร่องที่คาดว่าจะเกิด	O	วิธีการป้องกันการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	วิธีการตรวจจับการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	D	RPN	แนวทางการปฏิบัติที่แนะนำ	ผู้รับผิดชอบและวันที่กำหนดให้แก้ไขเสร็จสิ้นตามเป้าหมาย	ผลการแก้ไข: การปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	S ev	O cc	D et	RPN
1. Material Receive	1.1 วัสดุดิบที่นำเข้ามาอยู่ใน	- ไม่สามารถนำไปใช้ใน	N	5	- Stainless Coil ที่จะมามี	2	- พบเจอรอยบุบ,รอย-	- ตรวจสอบด้วยสายตา	5	50							
- Stainless Coil	สภาพที่บางจุดทำให้ไม่สามารถ	กระบวนการเชื่อม และขึ้น			รอยบุบ,รอยกระแทกจาก		กระแทกจากการขนส่งจะ	และ ตรวจสอบขนาด-									
	นำมาใช้งานได้เช่น มีรอยบุบ,	รูปท่อได้			การขนส่ง		ทำการส่ง Claim ทันที	เบื้องต้นทุกCoil โดย QC									
	ขดแป็นคลื่น, สกปรก, สนิม																
	เป็นต้น		N	5	- Stainless Coil มีรอย	2	- พบเจอรอยบุบ,หรือ,	- ตรวจสอบด้วยสายตา	5	50							
	(กรณีสั่งซื้อ Matl. Master Coil)				บุบ,คลื่น,ครีบสูงเนื่องจาก		คลื่นจะทำการส่ง Claim	และ ตรวจสอบขนาด-									
					บริษัทผู้ผลิตมาจัดส่งไม่ดี		ทันที	เบื้องต้นทุกCoil โดย QC									
2.Issue To Production	2.1 เบิกวัสดุดิบมาใช้ผลิต	- ทำให้ผลิตงานไม่ตรงตาม	N	6	- วัสดุดิบมีลักษณะและ	1	- ดูจากใบ Label ที่ติด	- ตรวจสอบด้วยสายตา	8	48							
		ที่ต้องการ และเสียค่าใช้จ่าย			ขนาดที่ใกล้เคียงกันทั้งหมด		เกับวัสดุดิบนั้น ๆ หรือพื้น	ที่ Label บนวัสดุดิบ									
		เวลาในการผลิต			ซึ่งแยกด้วยตาเปล่าได้ยาก		บริเวณที่จัดเก็บ	และใบเบิกวัสดุดิบ พร้อม									
								เทียบทั้ง 2 อย่าง									
		- หยิบงานข้ามวัสดุดิบผิด	M	6	- นำไปใช้งานผิดประเภท	1	- ตรวจสอบจาก Label	- ตรวจสอบด้วยสายตา	8	48							
		นำไปใช้งาน					ที่ติดกับวัสดุดิบนั้น ๆ หรือ	ที่ Label บนวัสดุดิบ									
							บริเวณที่จัดเก็บ	และใบเบิกวัสดุดิบ พร้อม									
								เทียบทั้ง 2 อย่าง									
3.ขึ้นรูป Pipe Forming &	3.1 แนวเชื่อมไม่ดี แตก หรือ	- ทำให้ผลิตงานออกมาไม่ได้		7	พบว่า Stainless Coil มีรอย	5	- พบแนวเชื่อมรั่วไม่ดีมี	- ตรวจสอบด้วยสายตา	8	280							
Welding	Pipe มีรอยรั่ว, รอยบีบข่วน	ตามคุณภาพที่ต้องการ และไม่			บุบ,คลื่น,ครีบสูงทำให้แนว		รอยสะดุดหรือรอยรั่ว										
		สามารถนำไปขึ้นรูปใช้งานใน			เชื่อมของท่อไม่ดีและมีรอย		ให้ทำการหยุดเครื่องและ										
		กระบวนการ Bellow Forming			รั่ว มีโอกาสหลุดไปถึงลูกค้า		ปรับตั้งใหม่และส่งคืน										
		ได้สิ้นเปลืองวัสดุดิบและเสีย			ทำให้ Claim & Complain		Stainless Coil ให้กับผู้ผลิต										
					มีผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม												
				4	- ท่อเป็นรอยบีบข่วน	4	- ตรวจพบท่อเป็นรอยบีบ	- ตรวจสอบ 100 % โดย	4	64							
							ข่วนด้านในให้ทำการ	พนักงานเครื่องและหุ่น									
							ตรวจสอบและเปลี่ยน	ตรวจสอบโดย หน่วยงาน									
							O-Ring,Tablon	QC ทุกครั้งโยงหรือทุก Lot									

ภาพที่ 4-7 การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบที่เกิดขึ้นของกระบวนการผลิต (FMEA)

INABA (THAILAND) CO.,LTD.

การวิเคราะห์แนวโน้มข้อบกพร่องและผลกระทบ

(PROCESS FMEA)

ชื่อกระบวนการ EGR PIPE | ผู้จัดทำเอกสาร Mr.Anawat Boonchaiden | PFMEA Number FMEA 11(0)-001

ชื่อผลิตภัณฑ์ BELLOWS PIPE | ผู้อนุมัติ Mr.Chaiwat Lumrakul | วันเดือน/ปี ที่เริ่มทำ PFM 24-Jun-2011

หมายเลขผลิตภัณฑ์ EGR PIPE Ø 25.4 (NMT-031-01) | วันเดือน/ปี ที่ได้รับการอนุมัติ 24-Jun-2011 | วันเดือน/ปี ที่ทบทวน PFI -

ชื่อลูกค้า YARNAPUND PUBLIC CO.,LTD. | คณะผู้จัดทำ APQP TEAM | หน้า 2 ของ 4 หน้า

หน้าที่ของกระบวนการข้อกำหนด	แนวโน้มของข้อบกพร่อง	แนวโน้มผลกระทบของข้อบกพร่อง	C l a s s	S	สาเหตุของข้อบกพร่องที่คาดว่าจะเกิด	O	วิธีการป้องกันการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	วิธีการตรวจจับการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	D	RPN	แนวทางการปฏิบัติที่แนะนำ	ผู้รับผิดชอบและวันที่กำหนดให้แก้ไขเสร็จสิ้นตามเป้าหมาย	ผลการแก้ไข: การปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	S e v	O c c	D e t	RPN
	3.2 บริเวณแนวเชื่อมแนวเชื่อม	เวลาในการผลิตและลูกค้าไม่		3	- บริเวณแนวเชื่อมจะมี	4	- ให้ Argon เข้มกระบอก	- ตรวจสอบด้วยสายตา	3	36							
	ไม่มี สีไม่ขาวใส	ยอมรับ			สีดำ/เหลือง เกิดจาก Argon		ของเครื่องเชื่อมก่อนที่										
					มีน้อย ลูกค้าไม่ยอมรับและ		จะเริ่มทำงานและตรวจ										
					Claim & Complain		สอบจาก Pressure Gauge										
							ของ Argon										
	3.3 แนวเชื่อมไม่แข็งแรง	- มีสามารถนำไปใช้ใน	N	6	- Condition ในการเชื่อม	2	- นำชิ้นงานไปทดสอบ	- ตรวจสอบด้วยสายตา	4	48							
		กระบวนการ Bellow Forming			ไม่เหมาะสม		คุณภาพก่อนการผลิตจริง	และนำไปทดสอบแนว									
		ได้,สิ้นเปลือง วัสดุดิบและเสีย-					และปฏิบัติตาม WI ทุกครั้ง	เชื่อมโดยพนักงาน									
		เวลาในการผลิต						ประจำเครื่อง									
	3.4 OD ของท่อไม่ได้ตาม Spec	- คุณภาพไม่สามารถนำไปใช้	SC	6	- การ Setting M/C	2	- ปรับ/Check Parameter	- ตรวจสอบขนาดโดย	4	48							
	กำหนด	กระบวนการ Bellow Forming			&Parameter ในการเชื่อม-		ต่างๆที่มีผลทำให้งานได้	พนักงานประจำเครื่องจักร									
		ได้,สิ้นเปลือง วัสดุดิบและเสีย-			ไม่เหมาะสม		ตาม Spec ทุกครั้งที่เริ่มงาน	และสุ่มตรวจโดย QC									
		เวลาในการผลิต					และปฏิบัติตาม WI ทุกครั้ง										
4. Pipe Cutting to Size	4.1 ผิดความยาวของท่อไม่ได้	- ไม่สามารถนำไปใช้งานได้	N	4	- Set Stopper ในการตั้ง	2	- Check ระยะ Stopper	- ตรวจสอบขนาดโดย	4	32							
	ขนาดกำหนด	สิ้นเปลือง และสูญเสีย วัสดุดิบใน			ระยะความยาวผิดก่อนการ-		ในการปรับตั้งความยาว	พนักงานประจำเครื่องจักร									
		การผลิต			ทำงานไม่ได้ตาม Spec		ของงานชิ้นแรกให้ได้	และสุ่มตรวจโดย QC									
							ขนาดกำหนดก่อนปฏิบัติ										
							งานและตรวจสอบตาม										
							ระยะเวลาที่กำหนดไว้										
5,6. Pipe Chamfer & Grinding	5.1 ผิดมีความคมและมีครีบ	- ทำให้เกิดความเสียหายใน	N	4	- ห้องถ้ายังมีครีบสูงอยู่	2	- ทำการลับคมและครีบ	- ทำการตรวจสอบโดย	4	32							
	สูง	การขึ้นรูปท่อ Bellows			และมีความคม,พนักงานยัง		ของท่อ 100 % และทำตาม	พนักงานประจำเครื่อง									
		Forming ทำให้ O-Ring สึกหรอ					WI	และสุ่มตรวจโดย QC									

ภาพที่ 4-7 การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบที่เกิดขึ้นของกระบวนการผลิต (FMEA) (ต่อ)

INABA (THAILAND) CO., LTD.

การวิเคราะห์แนวโน้มข้อบกพร่องและผลกระทบ
(PROCESS FMEA)

ชื่อกระบวนการ: EGR PIPE | ผู้จัดทำรายการ: Mr.Anawat Booncharoen | PFMEA Number: FMEA 11/06-001
ชื่อผลิตภัณฑ์: BELLOWS PIPE | ผู้อนุมัติ: Mr.Chaiwat Limpraksil | วันเดือน/ปี ที่เริ่มทำ PFM: 24-Jun-2011
หมายเลขผลิตภัณฑ์: EGR PIPE Ø 25.4 (MMT-021-01) | วันเดือน/ปี ที่ได้รับการอนุมัติ: 24-Jun-2011 | วันเดือน/ปี ที่ทบทวน PFI:
ชื่อลูกค้า: YARNAPUND PUBLIC CO.,LTD. | คณะผู้จัดทำ: APQP TEAM | หน้า 3 ของ 4 หน้า

หน้าที่ของกระบวนการ ข้อกำหนด	แนวโน้มของข้อบกพร่อง	แนวโน้มผลกระทบของข้อบกพร่อง	C l a s s	S	สาเหตุของข้อบกพร่องที่คาดว่าจะเกิด	O	วิธีการป้องกันการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	วิธีการตรวจจับการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	D	RPN	แนวทางการปฏิบัติที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่กำหนดให้แก้ไขเสร็จสิ้นตามเป้าหมาย	ผลการแก้ไข: การปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	S ev	O cc	D et	RPN
7. Bellow Forming	7.1 ขนาดของ Bellow ไม่ได้ตาม Spec	- ชิ้นเปลือง วัตถุดิบ,มีของเสียมากและเสียเวลาในการผลิต หรือลูกค้า Complain หรือ Claim	SC	6	- พนักงานปรับ Parameter ในการผลิตไม่แน่นอนในการผลิต/ครั้ง	3	- ปรับ Parameter ตาม WI ที่กำหนดไว้เบื้องต้น และใช้ Check Sheet ในการตรวจสอบ	- ตรวจสอบขนาดโดยพนักงานประจำเครื่องจักรและสุ่มตรวจโดย QC	3	54							
			N	6	- ชุด O-Ring ชำรุดขณะปฏิบัติงาน	3	- กำหนด Tool Life ของชุด O-ring	- ตรวจสอบการเปลี่ยน O-Ring โดยพนักงานตามมาตรฐานใน WI	3	54							
			N	6	- เครื่องจักร,แม่พิมพ์,จิ๊ก อุปกรณ์ เกิดขัดข้องขณะปฏิบัติงาน	2	- มีการจัดทำตารางตรวจเช็คประจำวัน และบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ	- ตรวจตามตารางตรวจสภาพเครื่องจักรทุกครั้งก่อนการปฏิบัติงาน	4	48							
			SC	6	- เครื่องมือวัดและวิธีการวัดของพนักงานผิดพลาด	1	- กำหนดระยะเวลาในการสอบเทียบเครื่องมือวัดทุกชิ้น 1 ครั้ง/ปี และทดสอบหน่วยงาน (MSA) ทุกปี	- สุ่มตรวจสอบเครื่องมือวัดจากทุกหน่วยงาน และทดสอบความสามารถในการตรวจวัด	4	24							
	7.2 ชิ้นงานเกิดการแตก,ร้าว มีของเสียมากและเสียเวลาในการผลิต	- ใช้งานไม่ได้ชิ้นเปลือง วัตถุดิบ	N	6	- รอยเชื่อมที่มากเกินไป กระบวนการ Pipe Forming ท่อไปทดสอบแนวเชื่อม มีความแข็งแรงไม่พอจึงทำให้เสียระหว่างขึ้นรูป	2	- ในขณะขึ้นรูปท่อจะนำท่อไปทดสอบแนวเชื่อม ที่ Bellows Forming ทุกๆ ครั้งก่อนการผลิตจริง	- ควรสอบทันทีหรือ Bellows Forming 100%	4	48							
	7.3 ชิ้นงานมีรอยและเสียรูปที่บริเวณขึ้นรูป BELLOWS	- ใช้งานไม่ได้ชิ้นเปลือง วัตถุดิบ มีของเสียมากและเสียเวลาในการผลิต	N	5	- ชุด Insert สึกหรอทำให้ Insert Mold ประกบไม่สนิท เมื่อขึ้นรูปทำให้เกิดการขยายตามรูป Insert ที่ไม่สนิทกัน	2	- เปลี่ยน Insert ใหม่ - จัดทำ Limit Sample Parts - CAR DOCUMENT - Q-POINT DOCUMENT	- ตรวจสอบชิ้นงานเมื่อเริ่มงานโดยหน่วยงาน QC	3	30							

ภาพที่ 4-7 การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบที่เกิดขึ้นของกระบวนการผลิต (FMEA) (ต่อ)

INABA (THAILAND) CO ,LTD

การวิเคราะห์แนวโน้มข้อบกพร่องและผลกระทบ

(PROCESS FMEA)

ชื่อกระบวนการ EGR PIPE ผู้จัดทำเอกสาร Mr Anawat Booncharoen PFMEA Number FMEA 11/06-001

ชื่อผลิตภัณฑ์ BELLOWS PIPE ผู้อนุมัติ Mr.Chanvat Limmakul วันเดือน/ปี ที่เริ่มทำ PFM 24-Jun-2011

หมายเลขผลิตภัณฑ์ EGR PIPE Ø 25.4 (MMT-031-01) วันเดือน/ปี ที่ได้รับการอนุมัติ 24-Jun-2011 วันเดือน/ปี ที่ทบทวน PFI -

ชื่อลูกค้า YARNAPUND PUBLIC CO. LTD คณะผู้จัดทำ APQP TEAM หน้า 4 ของ 4 หน้า

หน้าที่ของกระบวนการข้อกำหนด	แนวโน้มของข้อบกพร่อง	แนวโน้มผลกระทบของข้อบกพร่อง	Class	S	สาเหตุของข้อบกพร่องศักยภาวะเกิด	O	วิธีการป้องกันการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	วิธีการตรวจจับการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	D	RPN	แนวทางการปฏิบัติที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่กำหนดให้แล้วเสร็จสิ้นตามเป้าหมาย	ผลการแก้ไข: การปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	Sev	Occ	Det	RPN
8 Leak Test	8.1 ชิ้นงานรั่ว, แตก	- ใช้งานไม่ได้,ลูกค้า Claim	SC	6	- แนวรอยเชื่อมเกิดการ-	2	- ใช้ Jig Test น้ำ ในการ	- ตรวจสอบโดยพนักงาน	3	36							
& Rust Guard Oil		สิ้นเปลืองวัตถุดิบและเสีย			เสียหายในระหว่าง Process		ตรวจสอบการรั่วของท่อ	ประจำเครื่อง 100%									
		เวลาในการผลิต			การเชื่อมท่อและการปั๊มขึ้น		และใช้สายตาตรวจสอบ										
					รูปท่อ		สภาพทั่วไป ต้องไม่มีรอย										
							รั่วหรือเสียหาย										
9. Final Inspection	9.1 ชิ้นงานไม่ได้ Spec และ	- ลูกค้า Claim	SC	6	- พบชิ้นงานที่ไม่ได้ Spec	2	- ใช้ Check Sheet ใน	- ตุ่มตรวจโดยหน่วย	5	60							
	Appearance ที่กำหนดไว้ตาม	สิ้นเปลืองวัตถุดิบและเสีย-			หลุดรอดมาจาก Process -		การบันทึกควบคุม	งาน QC									
	Dwg. หลุดรอดส่งไปถึงลูกค้า	เวลาในการผลิต			การผลิตก่อนหน้า		ขนาดของชิ้นงานและ										
							ให้เอกสารสนับสนุนของ										
							แผนก Q.C ตรวจสอบตาม										
							Inspection Standard										
8. Packing	8.1.ชิ้นงานสกปรก		N	2	8.1 ไม่ทำความสะอาดก่อน-	1	8.1 ทำความสะอาดชิ้นงาน		8	16							
					บรรจุลงกล่อง		ทุกชิ้นก่อนบรรจุลงกล่อง	ตรวจด้วยสายตา100%									
		- ลูกค้า Claim						โดยพนักงานบรรจุกล่อง									
	8.2 ชิ้นงาน Model อื่นปะปน	- สิ้นเปลืองวัตถุดิบและ	N	5	8.2 Human Error จากการ	1	8.2 บรรจุและดูจากใบ	(นับจำนวนให้ครบถ้วน	8	40							
	อยู่ในกล่องเดียวกัน	ระยะเวลาในการผลิต			จัดเรียง		Production Control Card	และตรวจดูความเรียบร้อย									
		- Re-Work ผลิตภัณฑ์						ลักษณะภายนอกก่อนการ									
	8.3 จำนวนบรรจุชิ้นงานไม่ครบ		N	3	8.3 Human Error จากการ	1	8.3 เพิ่มความระมัดระวัง	จัดเก็บทุกครั้ง)	8	24							
					นับจำนวน		ในการนับจำนวนบรรจุ										
9. Keep in Store	9.1 เก็บ,จัดวางกล่องผิดตำแหน่ง	9.1 ส่งผลให้เวลาขนส่งจะส่ง-	N	5	9.1 Human Error ในการ	1	9.1 ใช้ป้ายบ่งชี้ตาม Model	9.1 ตรวจด้วยสายตา100%	8	40							
		งานผิด Model ทำให้ Re-Work			ขนย้ายรวมถึงแต่ละ Model		- เพิ่ม พื้นที่ Store	โดยพนักงานบรรจุกล่อง									
		ผลิตภัณฑ์			เนื่องจากพื้นที่จัดเก็บน้อย		- จัดระบบ FIFO										
		- ลูกค้า Claim					- แยกพื้นที่จัดเก็บตามชนิด										
							ของ Mat'l , Parts										
10 Delivery	-	-			-		-	-									

ภาพที่ 4-7 การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบที่เกิดขึ้นของกระบวนการผลิต (FMEA) (ต่อ)

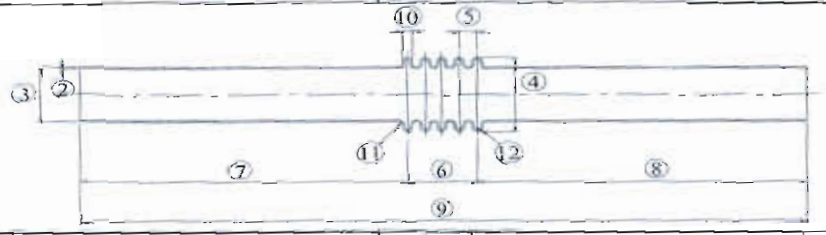
จากการการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบที่เกิดขึ้นของกระบวนการผลิต (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA) ช่วงเริ่มต้นทดลองการผลิต (Pre-Launch) จะพบว่าในขั้นตอนการเชื่อมขึ้นรูปท่อ (Pipe Forming & Welding) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินค่า RPN จะต้องมีค่าไม่เกิน 70 คะแนน จากการประเมินผลพบว่าค่า RPN มีค่าเท่ากับ 280 คะแนน เกินเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ ในเรื่องแนวเชื่อมไม่ดีแตก หรือ Pipe มีรอยรั่วทำให้เกิดโอกาสที่ของเสียจะหลุดไปถึงลูกค้ามีสูงจึงต้องมีการควบคุมการแก้ไข/ป้องกันต่อไปในขั้นตอนการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production) ดังแสดงในภาพที่ 4-7

3.7 วิธีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Standard) ซึ่งได้มาจากข้อกำหนดหรือความต้องการของลูกค้าที่ต้องการให้มีวิธีการตรวจสอบตรงตามวิธีการของลูกค้าและจัดทำเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ของบริษัท ฯ กรณีศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 4-8

INABA (THAILAND) CO., LTD

Inspection Standard

Part Name : Pipe Ass'y EGR Pipe Ø25.4 x 220L x 5N	Part No. : 1582A151-01	Dwg. Customer : MMT-031-01
Material Code : SUS304 x 0.8t	Model : Mitsubishi 3E00	Customer . Yarnapund Plublic Co.,Ltd,



1. Appearance & Physical		Rank
No Burr	Visual	N
No Dent	Visual	N
No Rust	Visual	N
No Crack	Visual	N
No Scratch	Visual	N
No Deform	Visual	N
No Leak	Leak Test M/C	SC

Check Item	Description	Rank	Specification	Tolerance	Measurement
2	Thickness	N	0.8	±0.08	Vernier
3	OD Diameter	SC	Ø25.4	±0.2	Vernier
4	OD Diameter	SC	Ø34.1	±0.5	Vernier
5	Pitch Dimension	N	6.6	±0.5	Vernier
6	Pitch Dimension	SC	26.4	±1.0	Vernier
7	Dimension	N	96.8	±3.0	Measuring Tape
8	Dimension	N	96.8	±3.0	Measuring Tape
9	Dimension	N	220	±3.0	Measuring Tape
10	Dimension	N	4	±0.3	Vernier
11	Dimension (10X)	N	R 1.2	±0.5	Profile
12	Dimension (5X)	N	R 2.0	±0.5	Profile

Note 1 Unit = mm

2 To Be Inspection Welding Line $\frac{(X + Y)}{2}$

หมายเหตุ 1 LEAK TEST (Air ≥ 0.3 Mpa , Water ≥ 0.6 Mpa)

YARNAPUND PLUBLIC CO.,LTD		
Checked by	Checked by	Approved by

INABA (THAILAND) CO.,LTD			
Production	QC	Checked by	Approved by
Mr.Wut S.	Mr.Nirut S.	Mr.Anawat B.	Mr.Chaiwat L.

X-X,Y-Y : Measurement Position

สถานะแก้ไข : 00 Effective Date : 24-Jun-2011 SD-ENG-48

ภาพที่ 4-8 วิธีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Standard)

3.8 วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์หรือมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ (Packing Standard) ซึ่งลูกค้าจะเป็นผู้กำหนดรูปแบบหรือมาตรฐานการบรรจุผลิตภัณฑ์หรือสินค้า ดังแสดงในภาพที่ 4-9

YARNAPUND PUBLIC CO.,LTD

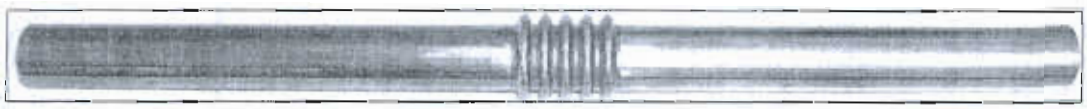
PACKING STANDARD (มาตรฐานการบรรจุ)

PART CODE .	MMT-031-01	DOCUMENT No	SD-ENG-44
PART NUMBER	1582A151-01	SUPPLIER	Inaba (Thailand) Co.,Ltd.
PART NAME :	Bellow Pipe (EGR Pipe)	FUNCTION : Engineering	REVISE No 0
MODEL	MITSUBISHI 3E00	DATE	28-Jun-2011
Q'TY/PACKAGE	100 Pcs		
PACKAGE DIMENSION(WxLxH cm)	26.6x61.5x17.0		
WEIGHT(Kgs)			

PART(Pc)	PACKAGE	NET WEIGHT
0.127	0.50	13.20

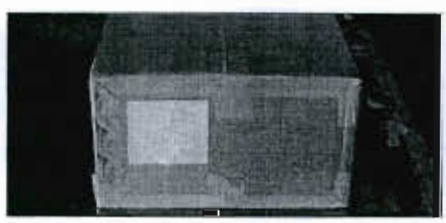
APPROVEO	CHECKED	DESIGN BY

รูปภาพของชิ้นส่วน (ILLUSTATION OF PART)



รูปภาพของภาชนะและลักษณะการบรรจุภัณฑ์

รูปภาพแสดงตำแหน่งติด TAG



ชนิดของภาชนะบรรจุ	☑ BOX	○ PALLET	○ BAG	○ SKID	○ Other:_____	
วัสดุที่ใช้ทำภาชนะ	○ Plastic	○ Steel	☑ Paper	○ Wood	○ Other:_____	

YARNAPUND PUBLIC CO.,LTD

PRODUCTION CONTROL		MATERIAL CONTROL		QUALITY ASSURANCE DEPARTMENT	
APPROVED	CHECKED	APPROVED	CHECKED	APPROVED	CHECKED

Flow : YNP → SUPPLIER → YNP

ภาพที่ 4-9 วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์หรือมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ (Packing Standard)

4. มีการจัดทำกิจกรรมวางแผนการผลิต (APQP Plan) (1 สัปดาห์)

ตารางที่ 4-7 มีการจัดทำกิจกรรมวางแผนการผลิต (APQP Plan) (ดิดตามผลการทำงาน)

ลำดับที่	W1						
	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							

รายละเอียด

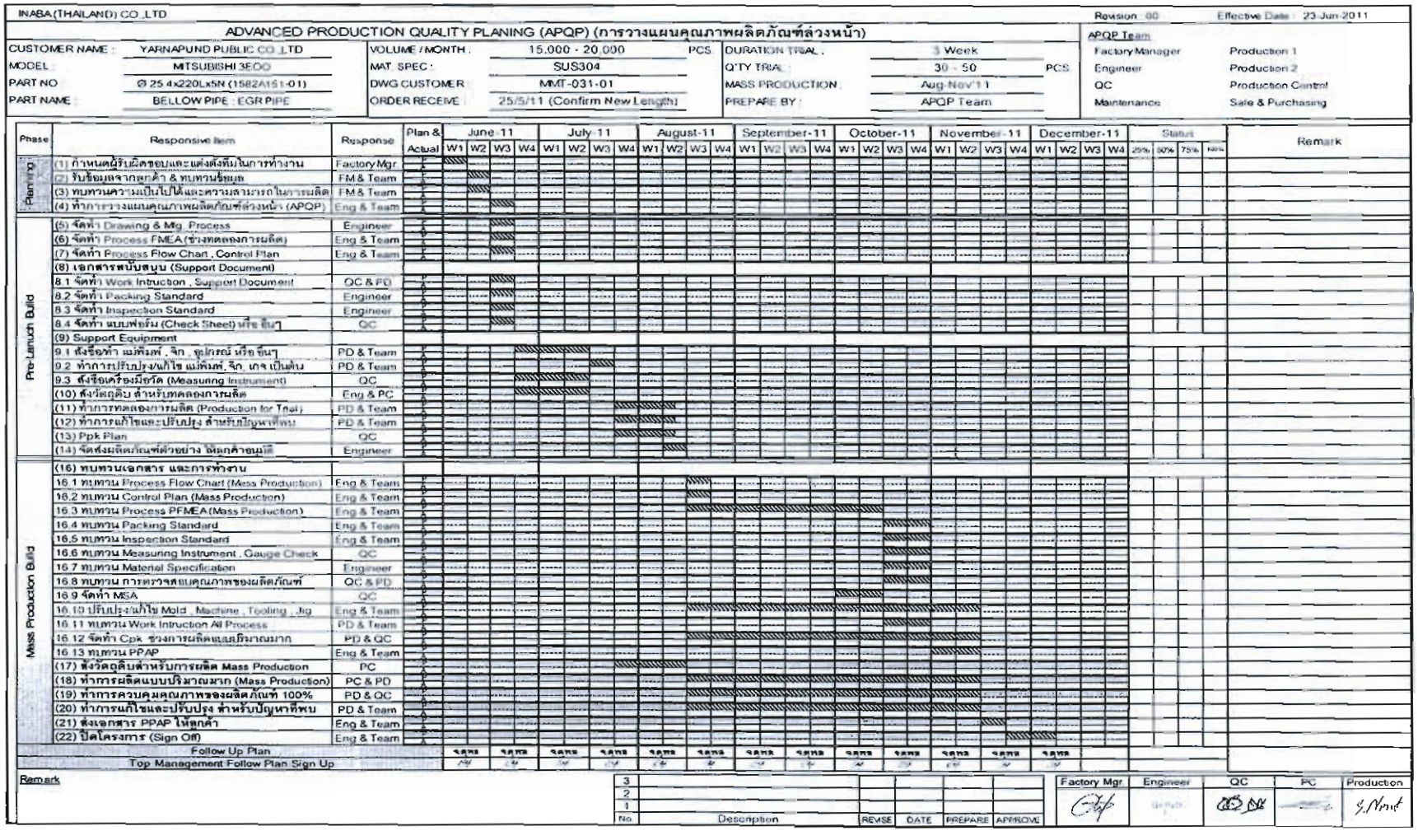
1. ประชุมจัดทำรายละเอียดในการทำงานแต่ละกิจกรรมลงในแผนและกำหนดระยะเวลา, กำหนดผู้รับผิดชอบในการทำงาน (5 วัน)

2. จัดทำแผนการทำงาน (APQP Plan) และกำหนดผู้รับผิดชอบในการทำงาน (2 วัน)

ผลลัพธ์จากการทำงาน

จากการทำงานพบว่าเป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้และในกิจกรรมลำดับที่ 1 สามารถลดการทำงานได้ 1 วัน ดังแสดงในตารางที่ 4-7 และมีรายละเอียดในการทำงานดังต่อไปนี้

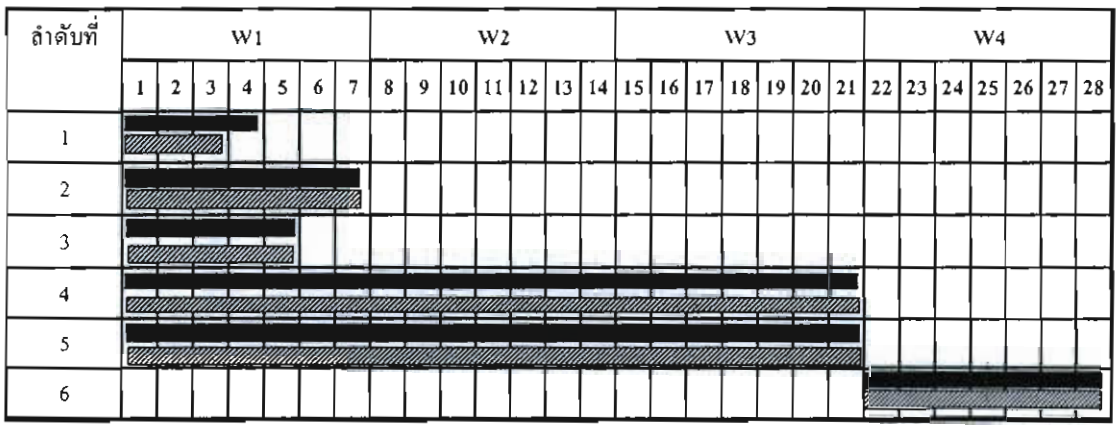
ทำการวางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (New Model) (การวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า: APQP Plan) โดยทำการวางแผนตั้งแต่เริ่มต้นของกระบวนการผลิตจนกระทั่งสิ้นสุดของกระบวนการผลิตและจัดทำเอกสารกระบวนการขออนุมัติชิ้นส่วนการผลิต (PPAP Document) ส่งให้ลูกค้า เพื่อทำการขออนุมัติใช้ผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (New Model) จากลูกค้า โดยมีรูปแบบการวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (APQP Plan) ดังแสดงในภาพที่ 4-10



ภาพที่ 4-10 การวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (APQP Plan)

5. ทำการสั่งซื้อ/ ทำ วัตถุดิบ, แม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์, เครื่องมือวัด, เกจ (4 สัปดาห์)

ตารางที่ 4-8 ทำการสั่งซื้อ/ ทำ วัตถุดิบ, แม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์ เป็นต้น (ติดตามผลการทำงาน)



รายละเอียด

1. ประชุมทีมงานเพื่อมอบหมายหน้าที่รับผิดชอบให้ผู้ที่เกี่ยวข้องดำเนินการ (4 วัน)
2. ทำการตรวจสอบความพร้อมของเครื่องจักร (7 วัน)
3. ทำการตรวจสอบความพร้อมของแม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์, เครื่องมือวัด, เกจ (ถ้ามี) (5 วัน)
4. ทำการสั่งซื้อ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต (21 วัน)
5. ทำการสั่งซื้อ/ ทำ แม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์, เครื่องมือวัด, เกจ (21 วัน)
6. ทำการปรับปรุง/ แก้ไข แม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์, เกจ (7 วัน)

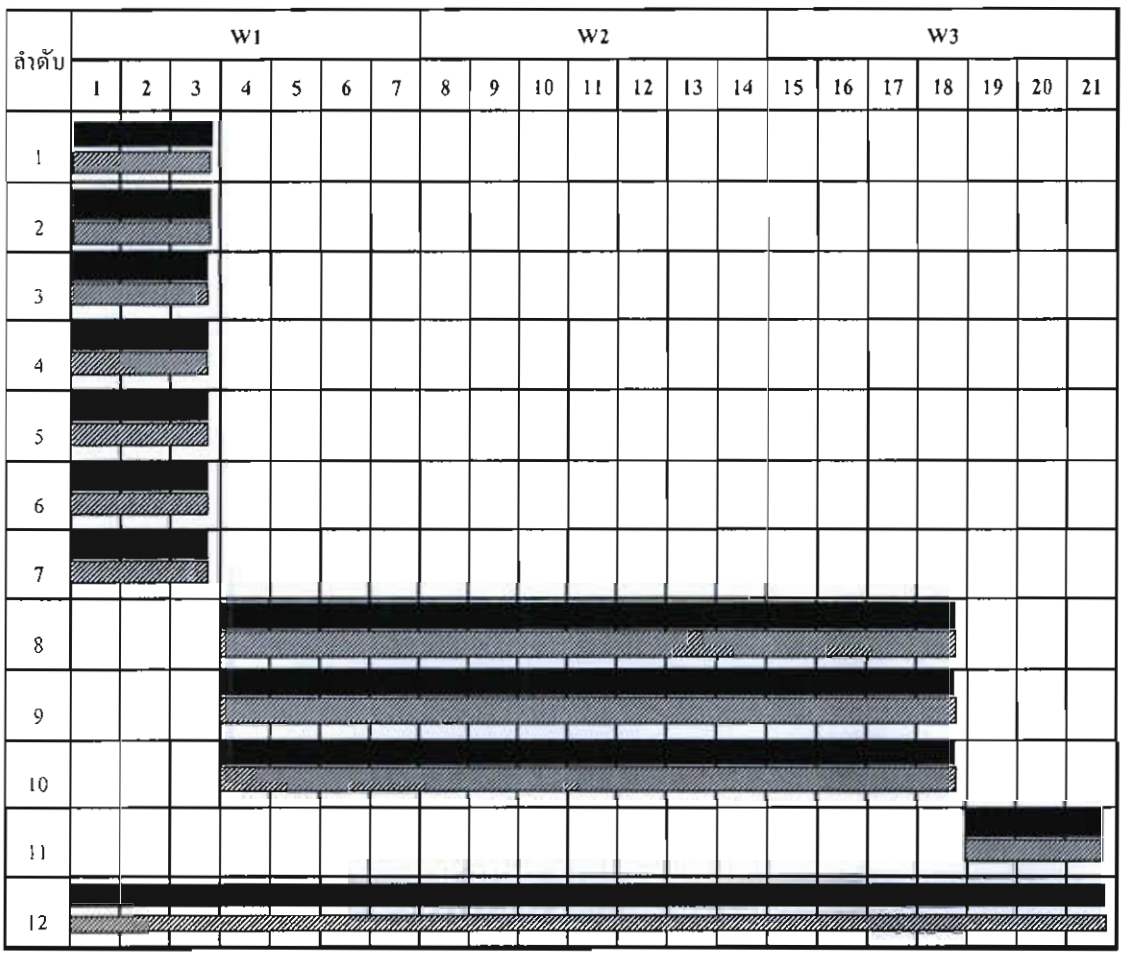
ผลลัพธ์จากการทำงาน

จากการทำงานพบว่าเป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้ และในกิจกรรมลำดับที่ 1 สามารถลดการทำงานได้ 1 วัน ดังแสดงในตารางที่ 4-8 และมีรายละเอียดในการทำงานดังต่อไปนี้

จัดเตรียมความพร้อมในการผลิต เช่น วัตถุดิบ (Material), เครื่องจักร (Machine), อุปกรณ์ (Equipment), จิ๊ก (Jig Fixture), เครื่องมือวัด (Instrument), บุคลากร (Human) และอื่น ๆ เป็นต้น โดยที่ระยะเวลาในการสั่งซื้อวัตถุดิบ (Material) จะใช้เวลาประมาณ 3-4 สัปดาห์ ส่วนการสั่งซื้อหรือสั่งทำแม่พิมพ์ (Mold), อุปกรณ์ (Equipment), จิ๊ก (Jig Fixture) หรือเกจวัดชิ้นงาน (Gauge Check) เป็นต้น จะใช้เวลาประมาณ 15-21 วัน และใช้ระยะเวลาในการปรับปรุง/ แก้ไขหรือซ่อมแซมปัญหาที่พบ ประมาณ 7 วัน หรือ 1 สัปดาห์

6. ทำการทดลองการผลิตและจัดส่งให้ลูกค้าอนุมัติใช้งาน (3 สัปดาห์)

ตารางที่ 4-9 ทำการทดลองการผลิตและจัดส่งให้ลูกค้าอนุมัติใช้งาน (ติดตามผลการทำงาน)



รายละเอียด

1. จัดเตรียมพนักงานในการผลิต ช่วงเริ่มต้นการผลิต (3 วัน)
2. จัดเตรียมวัตถุดิบใช้ในการผลิต ช่วงเริ่มต้นการผลิด (3 วัน)
3. จัดเตรียมพื้นที่สำหรับใช้ในการผลิต (3 วัน)
4. จัดเตรียมแม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์, เครื่องมือวัด, เกจ และอื่น ๆ สำหรับใช้ในการผลิต (3 วัน)
5. จัดเตรียมและปรับตั้งเครื่องจักรใช้ในการผลิต ช่วงเริ่มต้นการผลิต (3 วัน)
6. จัดเตรียมเอกสารต่าง ๆ สำหรับใช้ในการผลิต ช่วงเริ่มต้นการผลิต (3 วัน)
7. ฝึกอบรมพนักงาน (3 วัน)

8. ทำการทดลองการผลิต ช่วงเริ่มต้นการผลิต (15 วัน)

9. ตรวจสอบคุณภาพและจัดทำ Ppk สำหรับควบคุมการผลิต ช่วงเริ่มต้นการผลิต (15 วัน)

10. ทำการแก้ไข/ ปรับปรุง ปัญหาที่พบในการผลิต ช่วงเริ่มต้นการผลิต (15 วัน)

11. จัดทำเอกสารและส่งผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product) ให้ลูกค้า (3 วัน)

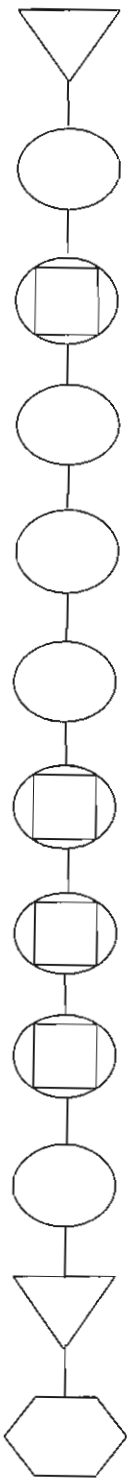
12. ทำการสั่งซื้อ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (21 วัน)

ผลลัพธ์จากการทำงาน

จากการทำงานพบว่าเป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้ ดังแสดงในตารางที่ 4-9 และมีรายละเอียดในการทำงานดังต่อไปนี้

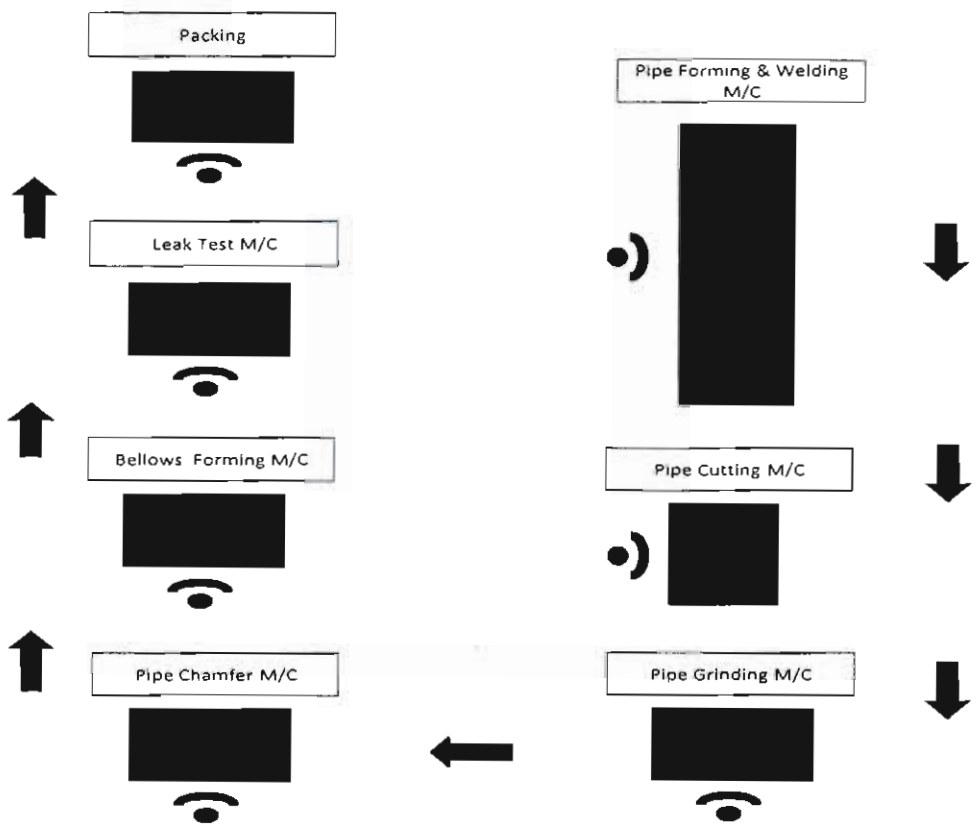
ทำการทดลอง (Trial New Model) การผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (New Model) จำนวนประมาณ 30-50 ชิ้น พร้อมทั้งดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (New Model) ทั้งหมดทุกชิ้น (100%) รวมทั้งทำการปรับปรุง/ แก้ไขปัญหาที่พบ และทำการตรวจสอบค่า Ppk ของกระบวนการผลิต เพื่อทำการวัดผลสมรรถนะของกระบวนการผลิตโดยให้มีค่า Ppk $\geq$ 1.67 ซึ่งได้มาจากความต้องการของลูกค้าหรือข้อกำหนดของ ISO/ TS16949 โดยทำการเลือกจุดหรือหัวข้อที่ทำการตรวจสอบหาค่า Ppk ซึ่งมีรายละเอียดตามหัวข้อการเลือกจุดหรือหัวข้อที่ทำการตรวจสอบหาค่า Ppk (ซึ่งเป็นจุดที่ลูกค้าต้องการให้ตรวจสอบ และเป็นจุดที่ใช้งาน)

6.1 แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต (Process Flow Chart) (ช่วงทดลองการผลิต: Trial New Model)



ภาพที่ 4-11 แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต (Process Flow Chart: ช่วงทดลองการผลิต)

จากผังแสดงกระบวนการผลิต สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N จะมีขั้นตอนหรือกระบวนการที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด 7 ขั้นตอน, ใช้พนักงานในการทำงานจำนวนทั้งหมด 7 คน, ใช้จำนวนเครื่องจักรในการผลิตงานทั้งหมด 7 เครื่อง และใช้เวลาในการทำงานแต่ละกระบวนการรวมทั้งหมด เป็นเวลา 690 วินาที ดังแสดงในภาพที่ 4-12 และแสดงในตารางที่ 4-10



ภาพที่ 4-12 ผังแสดงกระบวนการผลิต (Production Line Layout)

สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) ในช่วงเริ่มต้นทดลองการผลิต (Pre-Launch)

ตารางที่ 4-10 แสดงขั้นตอนการทำงาน, พนักงานและเวลาการทำงาน (ช่วงทดลองการผลิต)

ลำดับที่	ขั้นตอน (Process)	จำนวนพนักงาน (คน)	เวลาที่ใช้ในการทำงาน (วินาที)
1	Pipe Forming & Welding	1	420
2	Pipe Cutting to Size	1	10
3	Pipe Grinding	1	40
4	Pipe Chamfer	1	40
5	Bellows Forming	1	40
6	Leak Test	1	20
7	Packing	1	120
8	Total	7	690

6.2 เอกสารหรือแบบฟอร์ม ที่ใช้ในการควบคุมหรือบันทึกคุณภาพของผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) สำหรับ "ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe)" มีดังต่อไปนี้

6.2.1 การตรวจสอบในขั้นตอนการเชื่อมและขึ้นรูปท่อ (Pipe Forming & Welding) จะใช้แบบฟอร์ม ดังแสดงในภาพที่ 4-13

6.2.2 การตรวจสอบในระหว่างกระบวนการผลิต (In-Process Inspection) ของขั้นตอนการปั๊มขึ้นรูปท่อ (Bellows Forming) จะใช้แบบฟอร์ม ดังแสดงในภาพที่ 4-14

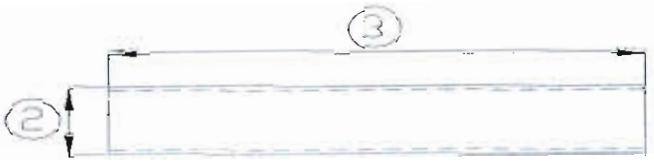
6.2.3 การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนสุดท้าย (Final Inspection: Out Going Inspection) จะใช้แบบฟอร์ม ดังแสดงในภาพที่ 4-15

inaba INSPECTION INPROCESS

REV NO	DOC NO.
00	ISSUE FORM:
	ID NO. :
	ISSUE DATE : 07-03-11
	RUN NO.:

CUST : YNP	MODEL : MITSUBISHI 3E00
PART NAME : PIPE ASS'Y EGR Ø 26.4 x 220L x 6N	ECN : -
PART NO. : 1682A161-01	MATERIAL : SUS304
DWG NO : MMT-031-01	INSP DATE :
PROCESS : PIPE WELDING & CUTTING	

SKETCH



ITEM	INSPECTION ITEM	RANK	INSP. METHOD AND TOOL	INSP. RATE	STANDARD STD.	STANDARD TOLE
	APPEARANCE			S=3, M=3, E=3		
	NO BURR	N	VISUAL		OK / NG	-
	NO DENT	N	VISUAL		OK / NG	-
1	NO RUST	N	VISUAL		OK / NG	-
	NO CRACK	N	VISUAL		OK / NG	-
	NO SCRATCH	N	VISUAL		OK / NG	-
	NO DEFORM	N	VISUAL		OK / NG	-
2	OD DIAMETER	SC	VERNIER		25.4	± 0.2
3	DIMENSION	N	VERNIER		248.0	± 1.0

RESULT

TIME :	TIME :	TIME :
LOT :	LOT :	LOT :
S	M	E

REV. NO	DESCRIPTION	DATE

JUDGEMENT

REMARK :
S = START
M = MIDDLE
E = END

JUDGEMENT : SYMBOLE
- ☐ ACCEPTED ○
- ☐ TEMPORARY ACCEPT. △
- ☐ REJECT X

CC :
- ☐ EN
- ☐ PD
- ☐ QC
- ☐ OTHER

OK POIN / TOTAL
..... / .....
PERCENTAGE
.....

RESULT BY INABA (THAILAND)

INSPECTOR	CHECKED	APPROVED

สถานะแก้ไข : 00

FM-QCD-35

ภาพที่ 4-13 แบบฟอร์มการตรวจสอบในขั้นตอนการเชื่อมและขึ้นรูปท่อ (Pipe Forming & Welding)

inaba INSPECTION INPROCESS

REV NO	DOC NO.
00	ISSUE FORM:
	ID NO.:
	ISSUE DATE.:
	RUN NO.:

ชื่อลูกค้า : YNP รุ่น : MITSUBISHI 3E00 RANK : -

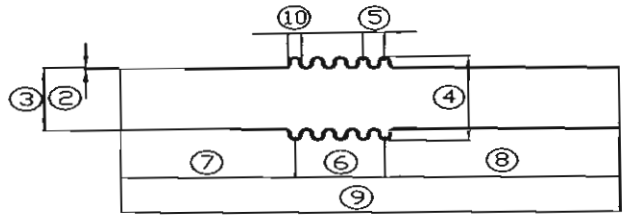
ชื่องานงาน : PIPE ASS'Y EGR Ø 25.4 x 220L x 5N ECN : -

เลขที่เขียนชิ้นงาน : 1682A151-01 วัตถุดิบ : SUS304

เลขที่เขียนแบบ : MMT-031-01 วันที่ตรวจสอบ :

ชื่อกระบวนการผลิต : BELLWS FORMING

SKETCH



REV. NO	DESCRIPTION	DATE

ลำดับ	หัวข้อการตรวจสอบ	ระดับการตรวจสอบ	เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบ	การกำกับการตรวจสอบ	มาตรฐาน	พิกัดความคลาดเคลื่อน
	ลักษณะภายนอก					
	ไม่มีครีบคม	N	สายตา	3	OK / NG	-
	ไม่มีรอยบุบ	N	สายตา	ชิ้น	OK / NG	-
1	ไม่มีสนิม	N	สายตา	/	OK / NG	-
	ไม่แตก	N	สายตา	ล็อต	OK / NG	-
	ไม่มีรอยยืดบวมเป็นรอยลึก	N	สายตา	S = 1	OK / NG	-
	ไม่เสียรูป	N	สายตา	M = 1	OK / NG	-
2	ความหนา	N	เวอร์เนียร์	E = 1	0.8	± 0.08
3	เส้นผ่าศูนย์กลาง	SC	เวอร์เนียร์		25.4	± 0.2
4	เส้นผ่าศูนย์กลาง	SC	เวอร์เนียร์		34.1	± 0.5
5	ระยะพิทช์	N	เวอร์เนียร์		6.6	± 0.5
6	ระยะพิทช์รวม	SC	เวอร์เนียร์		26.4	± 1.0
7	ระยะความยาว	N	ดิสับนเตอร		96.8	± 3.0
8	ระยะความยาว	N	ดิสับนเตอร		96.8	± 3.0
9	ความยาวชิ้นงาน	N	ดิสับนเตอร		220.0	± 3.0
10	ความหนา	N	เวอร์เนียร์		4.0	± 0.3

ผลการตรวจสอบ

เวลา :			เวลา :			เวลา :		
ล็อตที่ :			ล็อตที่ :			ล็อตที่ :		
1	2	3	1	2	3	1	2	3

ผลการตัดสินใจ

การตัดสินใจ : สัญลักษณ์

- ☐ ยอมรับ ○
- ☐ ยอมรับข้อตกลง △
- ☐ ไม่ยอมรับ X

CC :

- ☐ EN
- ☐ PD
- ☐ QC
- ☐ OTHER

OK POIN / TOTAL

.. .. / ....

เปอร์เซ็นต์ (%)

... ..

RESULT BY INABA (THAILAND)

INSPECTOR	CHECKED	APPROVED

เหตุผล :

S = ช่วงเริ่มต้นผลิต ต่อ ล็อต

M = ช่วงกลางการผลิต ต่อ ล็อต

E = ช่วงท้ายการผลิต ต่อ ล็อต

สถานะแก้ไข : 00

FM-QCD-35

ภาพที่ 4-14 แบบฟอร์มการตรวจสอบในระหว่างกระบวนการผลิต (In-Process Inspection)

inaba INSPECTION FINAL

REV NO	DOC NO.
00	ISSUE FORM : 02-06-11
	ID NO.
	ISSUE DATE : 02-06-11
	RUN NO. :

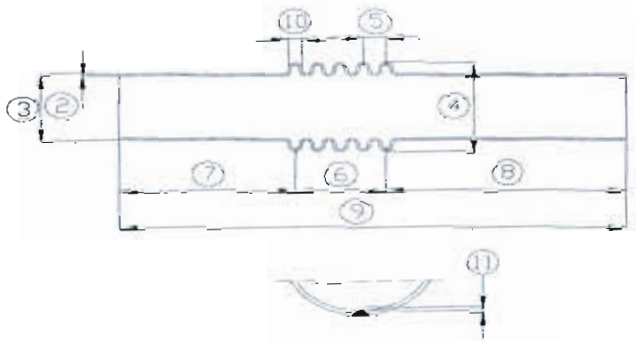
CUST. : YANAPUND PUBLIC CO.,LTD. MODEL : MITSUBISHI 3E00 RANK : -

PART NAME : PIPE ASS'Y EGR Ø 25.4 x 220L x 5N MATERIAL : SUS304

PART NO. : 1562A161-01 LOT NO. :

DWG NO. : MMT-031-01 INSP. DATE :

SKETCH



ITEM	INSPECTION ITEM	RANK	INSP. METHOD AND TOOL	STANDARD STD	STANDARD TOLE	RESULT 1	2	3	4	5	$\bar{X}$	R	JUDGE MENT
1	APPEARANCE												
	NO BURR	N	VISUAL	OK / NG	-								
	NO DENT	N	VISUAL	OK / NG	-								
	NO RUST	N	VISUAL	OK / NG	-								
	NO CRACK	N	VISUAL	OK / NG	-								
	NO SCRATCH	N	VISUAL	OK / NG	-								
	NO DEFORM	N	VISUAL	OK / NG	-								
	NO LEAK	SC	LEAK TEST M/C	OK / NG	-								
2	THICKNESS	N	VERNIER	0.8	± 0.08								
3	OD DIAMETER	SC	VERNIER	25.4	± 0.2								
4	OD DIAMETER	SC	VERNIER	34.1	± 0.5								
5	PITCH DIMENSION	N	VERNIER	6.6	± 0.5								
6	PITCH DIMENSION	SC	VERNIER	26.4	± 1.0								
7	DIMENSION	N	MEASURING TAPE	93.8	± 3.0								
8	DIMENSION	N	MEASURING TAPE	96.8	± 3.0								
9	DIMENSION	N	MEASURING TAPE	220.0	± 3.0								
10	DIMENSION	N	VERNIER	4.0	± 0.3								
11	WELDING LINE	N	MICROSCROPE	0.2	MAX								

REV. NO	DESCRIPTION	DATE

REMARK :

JUDGMENT : SYMBOL
- ☐ ACCEPTED ○
- ☐ TEMPORARY ACCEPTED : △
- ☐ REJECTED X
- ☐ TEMPORARY SAMPLE ☐

CC :
- ☐ EN
- ☐ PD
- ☐ QC
- ☐ OTHER

OK POIN / TOTAL ... .

PERCENTAGE .. ..

RESULT BY INABA (THAILAND)

INSPECTOR	CHECKED	APPROVED

สถานะแก้ไข : 00

FM-QCD-36

ภาพที่ 4-15 แบบฟอร์มการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนสุดท้าย (Final Inspection)

6.3 การเลือกจุดหรือหัวข้อที่ทำการตรวจสอบหาค่า Ppk ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (ซึ่งเป็นจุดที่ลูกค้าต้องการให้ตรวจสอบ หรือเป็นจุดที่ควบคุมพิเศษ: SC)

- จุดตรวจสอบที่ 3 หัวข้อ Pipe O.D มาตรฐาน Ø 25.4 ± 0.2
- จุดตรวจสอบที่ 4 หัวข้อ Bellow O.D มาตรฐาน Ø 34.1 ± 0.5
- จุดตรวจสอบที่ 6 หัวข้อ Pitch Dimension มาตรฐาน 26.4 ± 1.0
- จุดตรวจสอบที่ 9 หัวข้อ Total Length มาตรฐาน 220.0 ± 3.0

(ไม่ได้ควบคุม)

จากการเก็บข้อมูลการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) จำนวน 30-50 ชิ้น เพื่อหาค่า Ppk ของกระบวนการผลิตจะได้ผลลัพธ์ ดังแสดงในตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 แสดงผลการตรวจสอบค่า Ppk ของกระบวนการผลิต (มาตรฐานค่า Ppk ≥ 1.67)

ลำดับ	จุด ตรวจสอบ	หัวข้อ	มาตรฐาน	ผลการตรวจสอบ (ค่า Ppk)	ผล การพิจารณา
1	3	PIPE O.D	Ø25.4 ± 0.2	1.73	ผ่าน
2	4	BELLOW O.D	Ø34.1 ± 0.5	1.76	ผ่าน
3	6	PITCH DIMENSION	Ø 26.4 ± 1.0	1.70	ผ่าน
4	9	TOTAL LENGTH	220.0 ± 3.0	2.20	ผ่าน

จากผลการตรวจสอบหาค่า Ppk เพื่อทำการวัดผลสมรรถนะของกระบวนการผลิตในช่วงเริ่มต้นทดลองการผลิตจะพบว่ากระบวนการอยู่ภายใต้การควบคุมและเป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้ คือสามารถทำได้อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้คือค่า Ppk ≥ 1.67 ดังแสดงในตารางที่ 4-11 และภาพที่ 4-16 ผลการตรวจสอบหาค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต (Ppk)

6.3.1 การตรวจสอบหาค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตตอนเริ่มต้นของกระบวนการผลิต (Ppk)

INABA (THAILAND) CO.,LTD PAGE : 1 / 1

Ppk Inspection Data

Prepare Date						04-Aug-2011	
Report By						Checked By	Approved By
Part No	1582A151-01 (MMT-031-01)			Lot No	-		
Part Name	PIPE (EGR PIPE Ø25.4 x 220L x 5N)			Quantity	30 Pcs		

No	3	4	6	9
Item	PIPE O.D	BELLOW O.D	PITCH	TOTAL LENGTH
Standard	Ø25.4 ± 0.2	Ø34.1 ± 0.5	26.4 ± 1.0	220.0 ± 5.0
Upper	25.60	34.60	27.4	225.0
Lower	25.20	33.60	25.4	217.0
Measurement	VERNIER	VERNIER	VERNIER	TAPE
1	25.45	34.02	26.46	221.0
2	25.35	34.13	26.41	219.0
3	25.42	34.10	26.39	220.0
4	25.45	34.11	26.47	220.0
5	25.36	34.00	26.34	221.0
6	25.37	34.15	26.27	220.0
7	25.39	34.14	26.42	220.0
8	25.44	34.22	26.45	221.0
9	25.43	34.12	26.37	220.0
10	25.39	34.13	26.41	219.0
11	25.41	33.90	26.28	220.0
12	25.44	34.01	26.35	220.0
13	25.39	34.03	26.46	220.0
14	25.44	34.05	26.42	220.0
15	25.45	34.13	26.44	220.0
16	25.38	34.19	26.49	220.0
17	25.39	34.22	26.42	220.0
18	25.41	34.30	26.37	220.0
19	25.36	34.21	26.33	220.0
20	25.43	34.22	26.38	220.0
21	25.39	34.17	25.40	220.0
22	25.44	34.15	26.40	220.0
23	25.45	34.28	26.41	220.0
24	25.34	34.10	26.36	219.0
25	25.42	34.05	26.44	220.0
26	25.39	34.25	26.45	219.0
27	25.45	34.00	26.42	220.0
28	25.43	34.13	26.36	219.0
29	25.47	34.01	26.47	220.0
30	25.46	34.10	26.41	220.0
Average	25.42	34.12	26.37	219.93
Max	25.48	34.30	26.49	221.00
Min	25.34	33.90	25.40	219.00
R	0.14	0.40	1.09	2.00
σn-1	0.04	0.09	0.19	0.52
x + 3σ	25.52	34.40	26.94	221.50
x - 3σ	25.31	33.84	25.80	218.37
Cp	1.83	1.78	1.75	1.92
Ppk	1.69	1.71	1.70	1.88
Judgment	◎	◎	◎	◎

Target 「Ppk」 ≧ 1.67 Judgment ◎ 「Ppk」 ≧ 1.33 Judgment ○ 「Ppk」 ≧ 1.00 Judgment

<Comment>

ภาพที่ 4-16 ผลการตรวจสอบหาค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต (Ppk)

6.3.2 ทำการจัดส่งผลิตภัณฑ์หรือสินค้าตัวอย่าง (Sample Product) พร้อมผลการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Data) ส่งให้ลูกค้าทำการอนุมัติ

inaba INSPECTION FINAL

REV NO	DOC NO : QC/FM-031
08	ISSUE FORM : 05-004-01
	ID NO. 3855
	ISSUE DATE : 28-01-10
	RUN NO. FM-031

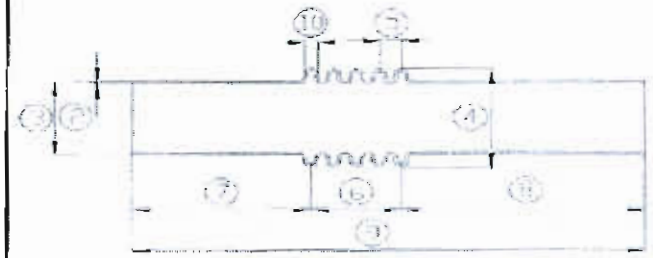
CUST : HANAFUNG RUBBER CO. LTD. | MODEL : MITSUBISHI 3E00 | RANK : -

PART NAME : PIPE ASS'Y FOR Ø 25.4 x 270L x 5N | MATERIAL : SUS304

PART NO. : 1552A151-01 | LOT NO. : 1103-007-65

DWG NO. : MMT-031-01 | INSP. DATE : 7-2-11

SKETCH



REV NO	DESCRIPTION	DATE
04	MOVE INSPECTION ITEM 11,12	29-09-10
05	ADD INSPECTION ITEM 13,14	12-10-09
06	ADD SPECIAL CLASS POINT N AND SC	13-10-09
08	ITEM 3 CHANGE TOL FROM ± 0.3 TO ± 0.2	02-11-09

ITEM	INSPECTION ITEM	RANK	INSP METHOD AND TOOL	STANDARD STD	STANDARD TOLE	RESULT 1	2	3	4	5	$\bar{X}$	R	JUDGEMENT
1	APPEARANCE												
	NO BURR	N	VISUAL	OK/NG	-	OK	OK	OK	OK	OK			O
	NO DENT	N	VISUAL	OK/NG		OK	OK	OK	OK	OK			O
	NO RUST	N	VISUAL	OK/NG	-	OK	OK	OK	OK	OK			O
	NO CRACK	N	VISUAL	OK/NG	-	OK	OK	OK	OK	OK			O
	NO SCRATCH	N	VISUAL	OK/NG	-	OK	OK	OK	OK	OK			O
	NO DEFORM	N	VISUAL	OK/NG	-	OK	OK	OK	OK	OK			O
	NO LEAK	SC	LEAK TEST M/C	OK/NG	-	OK	OK	OK	OK	OK			O
2	THICKNESS	N	VERNIER	0.8	± 0.05	0.74	0.78	0.75	0.78	0.73	0.76	0.05	O
3	OD DIAMETER	SC	VERNIER	25.4	± 0.2	25.54	25.53	25.43	25.46	25.57	25.51	0.14	O
4	OD DIAMETER	SC	VERNIER	34.1	± 0.5	34.09	34.15	34.00	34.08	34.91	34.11	0.21	O
5	PITCH DIMENSION	N	VERNIER	6.6	± 0.5	6.65	6.57	6.78	6.69	6.77	6.76	0.20	O
6	PITCH DIMENSION	SC	VERNIER	26.4	± 1.0	26.46	26.27	26.39	26.63	26.80	26.51	0.53	O
7	DIMENSION	N	MEASURING TAPE	98.8	± 3.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	0	O
8	DIMENSION	N	MEASURING TAPE	98.8	± 3.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	0	O
9	DIMENSION	N	MEASURING TAPE	200.0	± 3.0	330.0	330.0	330.0	335.0	330.0	331.0	5	O
10	DIMENSION	N	VERNIER	4.0	± 0.3	4.08	3.93	3.94	3.98	3.98	3.98	0.15	O

REMARK :

JUDGMENT : SYMBOL
- ☐ ACCEPTED : ○
- ☐ TEMPORARILY ACCEPTED : △
- ☐ REJECTED : X
- ☐ TEMPORARY SAMPLE : ☐

CC :
- ☐ EN
- ☐ PD
- ☐ QC
- ☐ OTHER

OK POINT/TOTAL : 16/16

PERCENTAGE : 100 %.

RESULT BY INABA (THAILAND)

INSPECTOR	CHECKED	APPROVED
Toonsak		

สถานะแก้ไข : 01

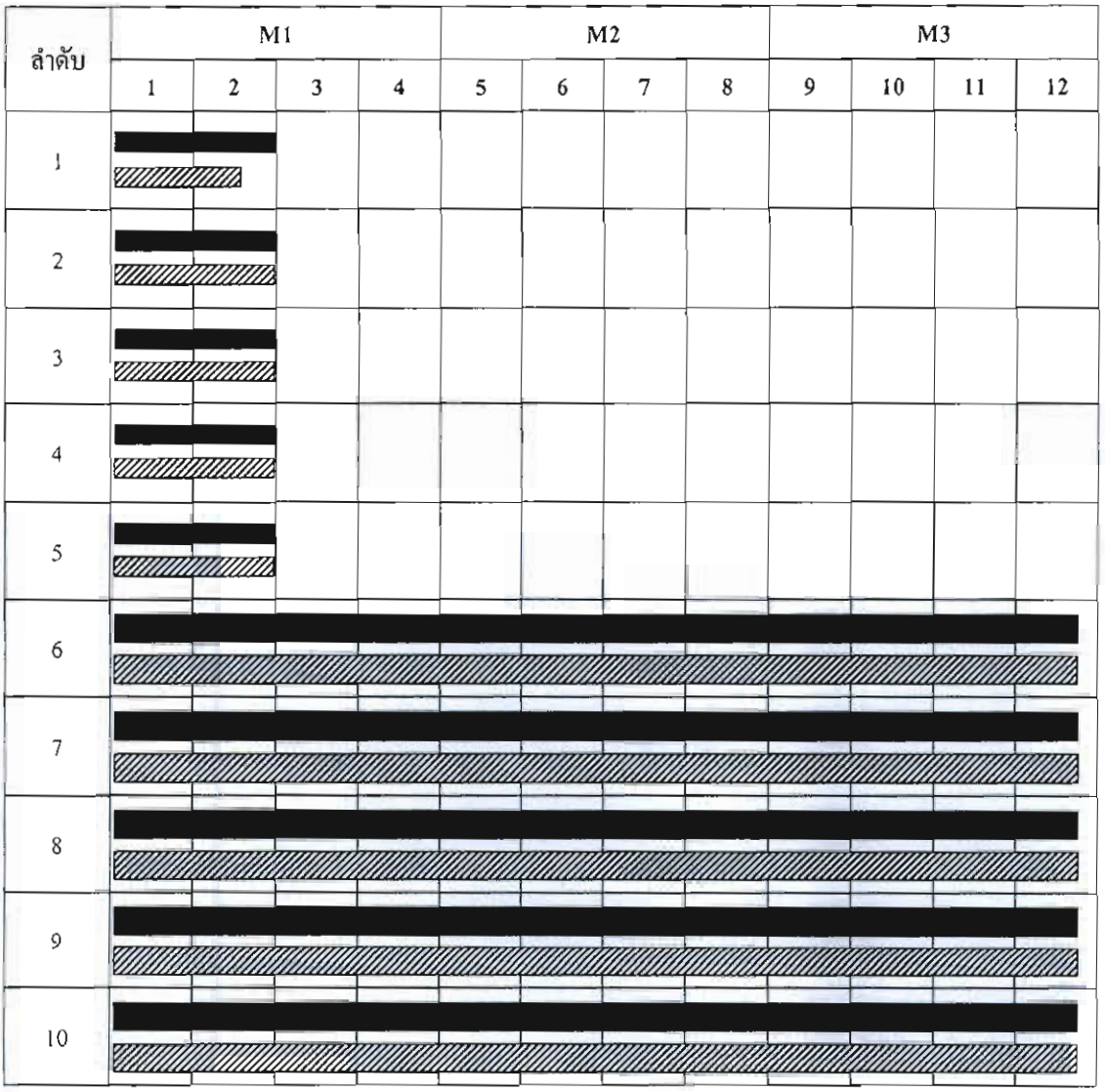
FM-QCD-39

118

ภาพที่ 4-17 ผลการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Data)

7. ทำการผลิตแบบปริมาณมากและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (12 สัปดาห์)

ตารางที่ 4-12 ทำการผลิตแบบปริมาณมากและควบคุมคุณภาพ (ติดตามผลการทำงาน)



รายละเอียด

1. จัดเตรียมพนักงานในการผลิต ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (14 วัน)
2. จัดเตรียมวัตถุดิบใช้ในการผลิต ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (14 วัน)
3. จัดเตรียมแม่พิมพ์, จิ๊ก, อุปกรณ์, เครื่องมือวัด, เกจ และอื่น ๆ สำหรับใช้ในการผลิต (14 วัน)
4. จัดเตรียมและปรับตั้งเครื่องจักรใช้ในการผลิต ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (14 วัน)

5. ฝึกอบรมพนักงาน ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (7 วัน หรือ 1 สัปดาห์)

6. ทำการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production) (12 สัปดาห์)

7. ตรวจสอบคุณภาพและจัดทำ Cpk ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (12 สัปดาห์)

8. ทำการแก้ไข/ ปรับปรุง ปัญหาที่พบในการผลิต ช่วงเริ่มต้นการผลิต (12 สัปดาห์)

9. ทำการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 100% (12 สัปดาห์)

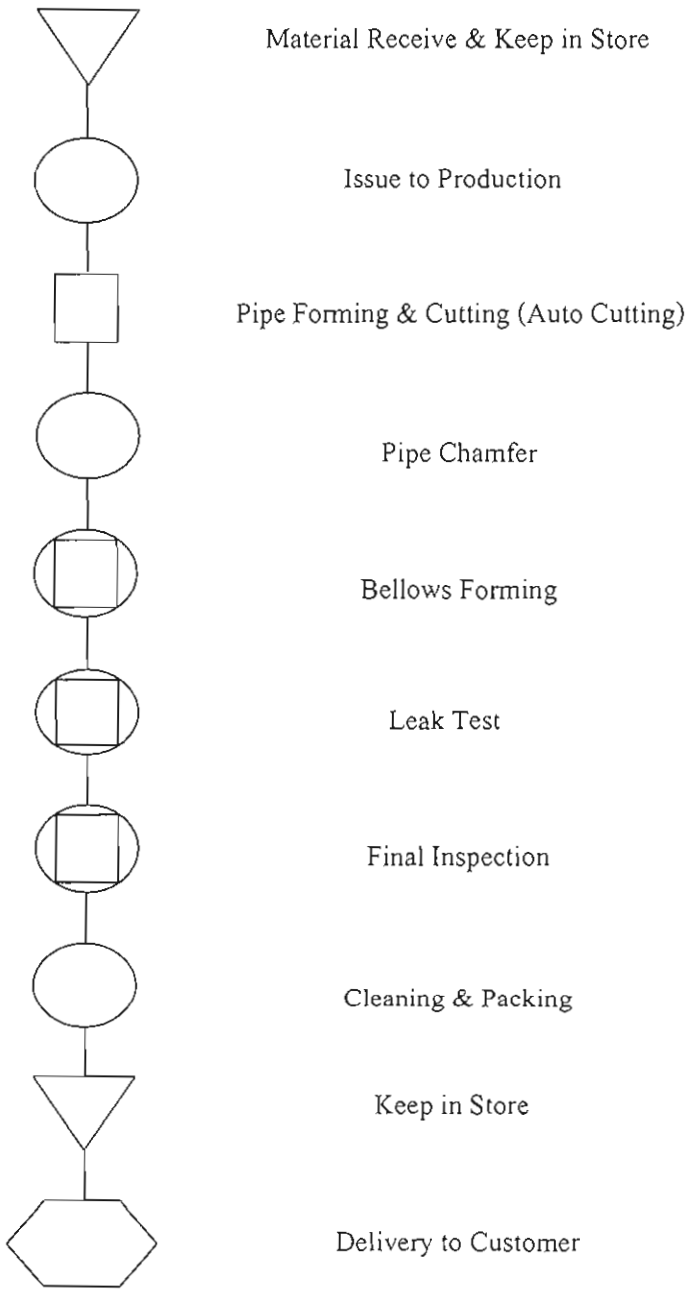
10. นำสถิติมาใช้ในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น MSA, FMEA, SPC, QC 7 Tools เป็นต้น (12 สัปดาห์)

ผลลัพธ์จากการทำงาน

จากการทำงานพบว่าเป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้และในกิจกรรมลำดับที่ 1 สามารถลดการทำงานได้ 4 วัน (ทำงาน 10 วัน) ดังแสดงในตารางที่ 4-12 และมีรายละเอียดในการทำงานดังต่อไปนี้

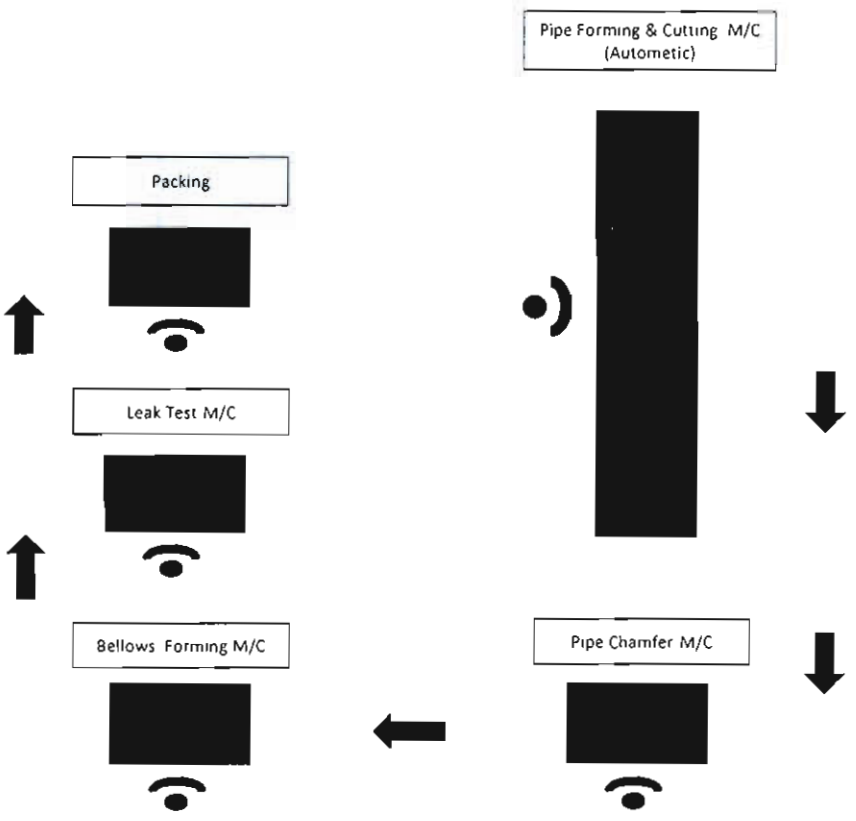
ทำการผลิตผลิตภัณฑ์แบบปริมาณมาก (Mass Production) และทำการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ภายในระยะเวลา 3 เดือนแรกของการผลิต (First Stage Control) การควบคุมปริมาณของเสีย (NG) ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต โดยทางบริษัท ฯ กรณีศึกษากำหนดให้มีเป้าหมายของเสียรวมทั้งหมดไม่เกิน 3% (Target NG Not Over 3%) รวมทั้งทำการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือสินค้าทั้งหมดทุกชิ้น (100%) เพื่อทำการตรวจสอบค่า Cpk ทำการวัดผลขีดความสามารถของกระบวนการผลิต (มาตรฐานค่า Cpk $\geq$ 1.33) โดยทำการเลือกจุดหรือหัวข้อที่ทำการตรวจสอบหาค่า Cpk การเลือกจุดหรือหัวข้อที่ทำการตรวจสอบหาค่า Cpk (ซึ่งเป็นจุดที่ลูกค้าต้องการให้ตรวจสอบ และเป็นจุดที่ใช้งาน) เพื่อรับประกันว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมและไม่ให้มีคำร้องเรียนจากลูกค้า (Customer Complain) หรือค่าปรับ/ ชดเชยของผลิตภัณฑ์ที่พบจากลูกค้า (Customer Claim) รวมไปถึงทำการปรับปรุง/ แก้ไข กระบวนการทำงานโดยนำสถิติมาใช้ในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น MSA, FMEA, SPC, QC 7 Tools เป็นต้น

7.1 แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต (Process Flow Chart) (ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก: Mass Production)



ภาพที่ 4-18 แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต (Process Flow Chart: การผลิตแบบปริมาณมาก

จากผังแสดงกระบวนการผลิต สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N ในช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production) จะมีขั้นตอนที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด 5 ขั้นตอนจำนวนเครื่องจักรทั้งหมด 5 เครื่อง, ใช้พนักงานในการทำงานจำนวนทั้งหมด 5 คน และใช้เวลาในการทำงานแต่ละกระบวนการรวมทั้งหมด เป็นเวลา 250 วินาที โดยในช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production) จะมีการปรับปรุง/ เพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อมและขึ้นรูปท่อ (Pipe Forming & Cutting) โดยสามารถให้ทำงานพร้อม ๆ กันได้ ทั้งการเชื่อมขึ้นรูปท่อและการตัดท่อตามความยาวที่กำหนดไว้โดยอัตโนมัติ เพื่อเป็นการลดขั้นตอนการทำงานลงและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน เช่น การลดจำนวนพนักงาน, การลดเวลาในการทำงาน รวมไปถึงการยกเลิกกระบวนการหรือขั้นตอนการขัดท่อ (Grinding) ออกจากการทำงาน เนื่องจากไม่ต้องขัดท่อให้เกิดความเงาและลดครีบที่เกิดจากการตัดท่อ โดยการใช้เครื่องตัดท่ออัตโนมัติ (ซึ่งได้ทำการขออนุมัติและแจ้งให้ลูกค้าทราบแล้ว) ดังแสดงในภาพที่ 4-19 และแสดงในตารางที่ 4-13



ภาพที่ 4-19 ผังแสดงกระบวนการผลิตท่อส่งน้ำมันของเครื่องยนต์ (Production Line Lay Out) ในช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production)

ตารางที่ 4-13 แสดงขั้นตอนการทำงาน, พนักงานและเวลาการทำงาน (ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก)

ลำดับที่	ขั้นตอน (Process)	จำนวนพนักงาน (คน)	เวลาที่ใช้ในการทำงาน (วินาที)
1	Pipe Forming & Cutting (Auto)	1	30
2	Pipe Chamfer	1	40
3	Bellows Forming	1	40
4	Leak Test	1	20
5	Packing	1	120
6	Total	5	250

เอกสารหรือแบบฟอร์มที่ใช้ในการควบคุมหรือบันทึกคุณภาพของ "ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N" ใช้เหมือนกับในช่วงทดลองการผลิต (Trial New Model)

สำหรับการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production) จะเริ่มต้นตั้งแต่เดือน กันยายน 2554 ถึง เดือนพฤศจิกายน 2554 โดยที่จะทำการจัดเก็บข้อมูลและตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดทุกชิ้น (100%) ภายในระยะเวลา 3 เดือนแรกของการผลิต (First Stage Control) โดยไม่ให้มีคำร้องเรียน จากลูกค้า (Customer Complain) หรือได้รับค่าปรับ/ ชดเชยของผลิตภัณฑ์ที่พบจากลูกค้า (Customer Claim) และทำการตรวจสอบและควบคุมค่า Cpk ของกระบวนการผลิต โดยให้มีค่า Cpk $\geq$ 1.33

ตารางที่ 4-14 แสดงผลการตรวจสอบค่า Cpk และการร้องเรียนด้านคุณภาพจากลูกค้า

ลำดับ	จุดตรวจสอบ	หัวข้อ	มาตรฐาน	ผลการตรวจสอบ (ค่า Cpk)			ผลการพิจารณา
				กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	
1	3	Pipe O.D	Ø25.4 ± 0.2	1.39	1.35	1.36	ผ่าน
2	4	Bellow O.D	Ø34.1 ± 0.5	1.35	1.34	1.35	ผ่าน
3	6	Pitch Dimension	Ø 26.4 ± 1.0	1.43	1.57	1.59	ผ่าน
4	9	Total Length	220.0 ± 3.0	2.29	2.27	2.62	ผ่าน
5	การร้องเรียนจากลูกค้าในด้านคุณภาพ			ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ผ่าน

จากผลการตรวจสอบหาค่า Cpk เพื่อทำการวัดผลขีดความสามารถของกระบวนการผลิตในช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production) จะพบว่ากระบวนการอยู่ภายใต้การควบคุมและเป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้ คือสามารถทำได้อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้คือค่า Cpk ≥ 1.33ดังแสดงในตารางที่ 4-14 และรูปที่ 4-20,4-21,4-22 ผลการตรวจสอบหาค่าขีดความสามารถของกระบวนการผลิต (Cpk)

7.1.1 ผลการตรวจสอบค่าขีดความสามารถของกระบวนการผลิต (Cpk) เดือนกันยายน ปี 2554

INABA (THAILAND) CO. LTD PAGE : 1 / 1

Cp & Cpk Inspection Data

Prepare Date						1-30-Sep-2011	
Part No.	1582A151-01 (MMT-031-01)		Lot No.	001 - 150	Report By	Checked By	Approved By
Part Name	PIPE (EGR PIPE Ø25.4 x 220L x 5N)		Quantity	30 PCS.			

No	3	4	6	9			
Item	PIPE O.D	BELLOW O.D	PITCH	TOTAL LENGTH			
Standard	Ø25.4 ± 0.2	Ø34.1 ± 0.5	26.4 ± 1.0	220.0 ± 3.0			
Upper	25.60	34.60	27.40	223.0			
Lower	25.20	33.60	25.40	217.0			
Measurement	VERNIER	VERNIER	VERNIER	TAPE			
1	25.53	34.02	26.46	220.0			
2	25.41	34.13	26.87	220.0			
3	25.35	34.10	26.39	221.0			
4	25.42	34.11	26.35	220.0			
5	25.38	34.00	26.42	220.0			
6	25.42	34.05	26.44	221.0			
7	25.37	34.14	26.76	220.0			
8	25.38	34.06	26.45	220.0			
9	25.32	34.02	26.48	221.0			
10	25.42	34.08	26.63	221.0			
11	25.44	33.90	26.21	221.0			
12	25.40	33.97	26.78	220.0			
13	25.43	34.03	26.56	220.0			
14	25.35	34.05	26.42	220.0			
15	25.51	34.13	26.44	221.0			
16	25.41	34.04	25.95	220.0			
17	25.41	34.22	25.98	220.0			
18	25.41	34.30	26.08	220.0			
19	25.39	34.21	26.11	221.0			
20	25.43	34.25	26.44	221.0			
21	25.35	34.02	26.67	221.0			
22	25.39	34.06	26.40	221.0			
23	25.35	34.28	26.42	220.0			
24	25.35	34.10	26.62	220.0			
25	25.42	34.05	26.41	220.0			
26	25.31	34.08	26.35	220.0			
27	25.41	34.50	26.45	221.0			
28	25.39	33.99	26.70	220.0			
29	25.42	34.01	25.92	220.0			
30	25.38	34.02	26.46	220.0			
Average	25.39	34.09	26.42	220.37			
Max	25.53	34.50	26.87	221.00			
Min	25.21	33.90	25.92	220.00			
R	0.32	0.60	0.95	1.00			
σn-1	0.09	0.12	0.24	0.49			
x + 3σ	25.53	34.46	27.14	221.84			
x - 3σ	25.25	33.73	25.71	218.90			
Cp	1.45	1.37	1.40	2.04			
Cpk	1.39	1.35	1.43	2.29			
Judgment	◎	◎	◎	◎			

Target 「Cpk」 ≧ 1.33 Judgment ◎ 「Cpk」 ≧ 1.00 Judgment ○ 「Cpk」 ≧ 0.67 Judgment △

<Comment>

ภาพที่ 4-20 ผลการตรวจสอบค่าขีดความสามารถของกระบวนการผลิต (Cpk) เดือนกันยายน ปี 2554

7.1.2 ผลการตรวจสอบค่าขีดความสามารถของกระบวนการผลิต (Cpk) เดือนตุลาคม ปี 2554

INABA (THAILAND) CO.,LTD — PAGE 1 / 1

Cp & Cpk Inspection Data

Prepare Date						3-31-Oct-2011	
Part No.	1582A151-01 (MMT-031-01)		Lot No.	151 - 350	Report By	Checked By	Approved By
Part Name	PIPE (EGR PIPE O25.4 x 220L x 5N)		Quantity	30 PCS			
No	3	4	6	9			
Item	PIPE O.D	BELLOW O.D	PITCH	TOTAL LENGTH			
Standard	O25.4 ± 0.2	O34.1 ± 0.5	26.4 ± 1.0	220.0 ± 3.0			
Upper	25.60	34.60	27.40	223.0			
Lower	25.20	33.60	25.40	217.0			
Measurement	VERNIER	VERNIER	VERNIER	TAPE			
1	25.40	34.15	26.37	220.0			
2	25.38	34.01	26.42	220.0			
3	25.42	34.15	26.55	221.0			
4	25.42	33.98	26.65	220.0			
5	25.43	34.16	26.55	221.0			
6	25.52	34.25	26.21	220.0			
7	25.35	34.22	26.12	221.0			
8	25.41	34.02	26.16	221.0			
9	25.57	34.06	26.45	221.0			
10	25.42	34.03	26.22	220.0			
11	25.45	34.28	26.43	221.0			
12	25.36	34.32	26.44	220.0			
13	25.40	34.08	26.56	220.0			
14	25.53	34.06	26.67	220.0			
15	25.44	34.31	26.38	221.0			
16	25.34	34.03	26.43	220.0			
17	25.36	34.31	26.63	221.0			
18	25.53	34.26	26.76	220.0			
19	25.43	33.96	26.86	220.0			
20	25.38	34.02	26.72	220.0			
21	25.55	34.10	26.39	221.0			
22	25.50	34.31	26.35	221.0			
23	25.41	34.00	26.38	220.0			
24	25.48	33.97	26.81	220.0			
25	25.43	34.07	26.42	221.0			
26	25.35	34.01	26.14	220.0			
27	25.32	34.02	26.19	221.0			
28	25.38	34.00	26.28	220.0			
29	25.42	34.00	26.23	221.0			
30	25.34	34.05	26.21	220.0			
Average	25.38	34.10	26.45	220.43			
Max	25.48	34.32	26.86	221.00			
Min	25.30	33.67	26.12	220.00			
R	0.18	0.45	0.75	1.00			
σn-1	0.06	0.12	0.22	0.50			
x̄ + 3σ	25.52	34.48	27.11	221.95			
x̄ - 3σ	25.25	33.73	25.78	218.92			
Cp	1.47	1.33	1.50	1.98			
Cpk	1.35	1.34	1.57	2.27			
Judgment	◎	◎	◎	◎			

Target ⌈Cpk⌋ ≧ 1.33 Judgment ◎ ⌈Cpk⌋ ≧ 1.00 Judgment ○ ⌈Cpk⌋ ≧ 0.67 Judgment △

«Comment»

ภาพที่ 4-21 ผลการตรวจสอบค่าขีดความสามารถของกระบวนการผลิต (Cpk) เดือนตุลาคม ปี 2554

7.1.3 ผลการตรวจสอบค่าขีดความสามารถของกระบวนการผลิต (Cpk) เดือนพฤศจิกายน ปี 2554

INABA (THAILAND) CO.,LTD. PAGE 1 / 1

Cp & Cpk Inspection Data

Prepare Date					1-30-Nov-2011	
Part No.	1582A151-01 (MMT-051-01)		Lot No.	551 - 550	Report By	Checked By	Approved By
Part Name	PIPE (EGR PIPE O25.4 x 220L x SN)		Quantity	30 PCS.		S.Nimit	

No	3	4	6	9
Item	PIPE O.D	BELLOW O.D	PITCH	TOTAL LENGTH
Standard	O25.4 ± 0.2	O34.1 ± 0.5	26.4 ± 1.0	220.0 ± 3.0
Upper	25.60	34.60	27.40	223.0
Lower	25.20	33.60	25.40	217.0
Measurement	VERNIER	VERNIER	VERNIER	TAPE
1	25.36	34.02	26.45	221.0
2	25.38	34.05	26.47	220.0
3	25.42	34.11	26.41	220.0
4	25.42	34.08	26.52	221.0
5	25.48	34.02	26.53	221.0
6	25.46	34.00	26.51	220.0
7	25.42	33.97	26.62	220.0
8	25.54	33.88	26.58	220.0
9	25.32	34.18	26.25	220.0
10	25.36	34.35	26.32	220.0
11	25.45	34.21	26.15	220.0
12	25.44	34.05	26.17	220.0
13	25.40	34.09	26.26	221.0
14	25.38	34.34	26.57	220.0
15	25.39	34.27	26.28	220.0
16	25.44	34.34	26.42	220.0
17	25.46	34.25	26.23	220.0
18	25.35	34.31	26.76	220.0
19	25.33	34.12	26.56	220.0
20	25.43	34.15	26.65	220.0
21	25.42	34.27	26.24	220.0
22	25.46	34.31	26.35	220.0
23	25.43	34.06	26.32	220.0
24	25.35	34.10	26.21	221.0
25	25.42	33.95	26.16	220.0
26	25.31	34.00	26.12	220.0
27	25.47	34.17	26.15	221.0
28	25.43	34.03	26.33	220.0
29	25.43	34.11	26.33	220.0
30	25.47	34.02	26.61	220.0
Average	25.41	34.13	26.39	220.20
Max	25.48	34.35	26.83	221.00
Min	25.31	33.88	26.12	220.00
R	0.17	0.47	0.71	1.00
σn-1	0.05	0.13	0.21	0.41
x + 3σ	25.58	34.52	27.02	221.42
x - 3σ	25.25	33.74	25.77	218.98
Cp	1.32	1.28	1.60	2.46
Cpk	1.36	1.35	1.59	2.82
Judgment	◎	◎	◎	◎

Target 「Cpk」 ≧ 1.33 Judgment ◎ 「Cpk」 ≧ 1.00 Judgment ○ 「Cpk」 ≧ 0.67 Judgment △

<Comment>

ภาพที่ 4-22 ผลการตรวจสอบค่าขีดความสามารถของกระบวนการผลิต เดือนพฤศจิกายน ปี 2554

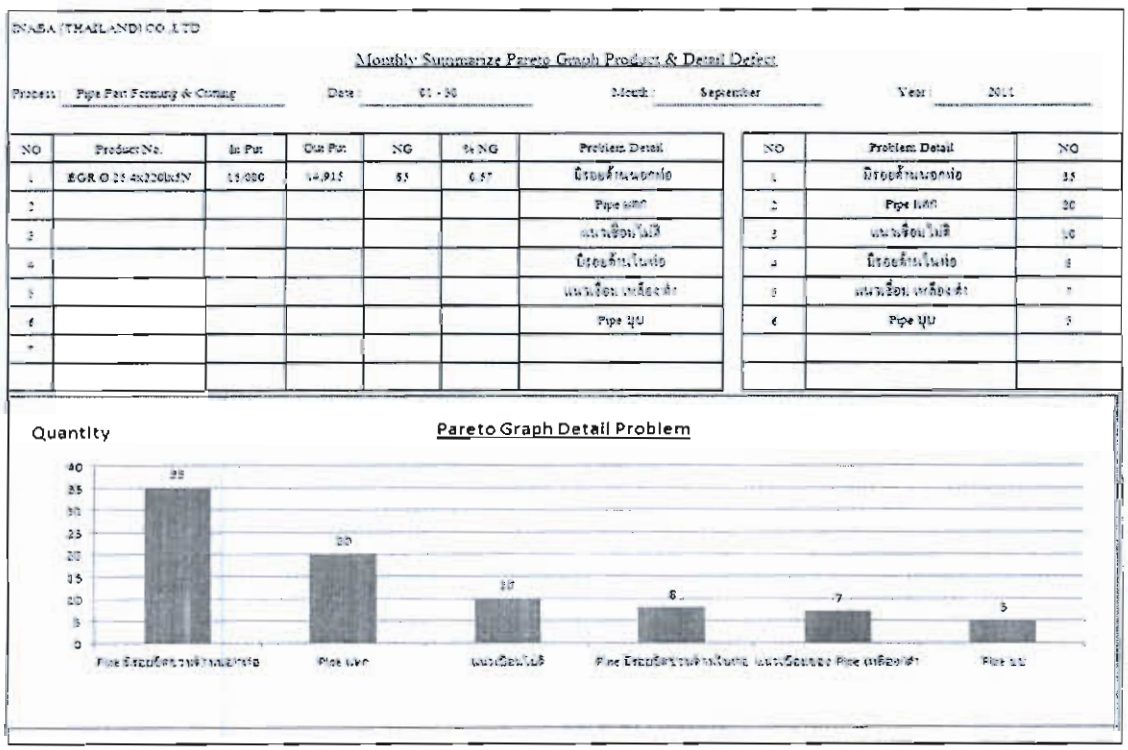
7.2 การควบคุมปริมาณของเสีย (NG) ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต

การควบคุมปริมาณของเสีย (NG) ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตช่วงระยะเวลาในการดำเนินงานตั้งแต่เดือน กันยายน 2554 ถึง เดือน พฤศจิกายน 2554 โดยทางบริษัท ฯ กรณีศึกษา ได้กำหนดเป้าหมาย (Target) ของเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตรวมทั้งหมดไม่เกิน 3% โดยทำการกำหนดเป้าหมายของเสียของแต่ละกระบวนการผลิดและมีรายละเอียดในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

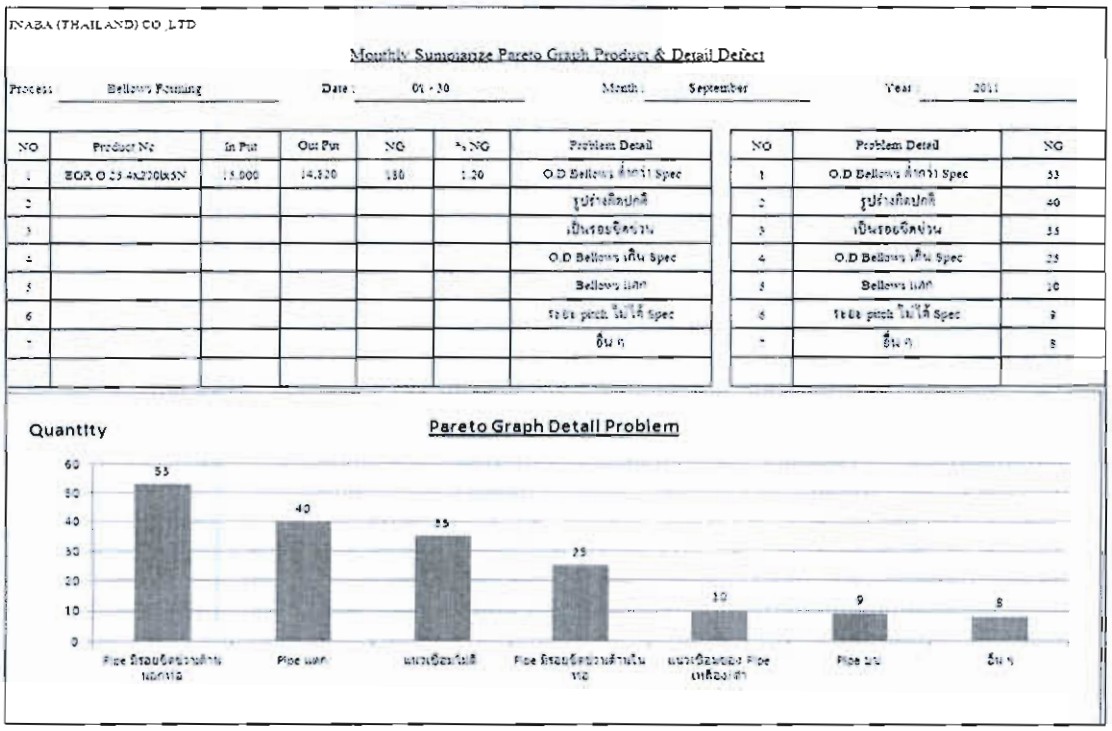
1) กระบวนการ Pipe Forming & Cutting กำหนดให้มีเป้าหมายของเสียไม่เกิน 1.5%

2) กระบวนการ Bellows Forming กำหนดให้มีเป้าหมายของเสียไม่เกิน 1.5%

7.2.1 การควบคุมปริมาณของเสีย (NG) ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต เดือนกันยายน ประจำปี 2554 สำหรับผลิตภัณฑ์ "ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N"



ภาพที่ 4-23 การสรุปข้อมูลของเสีย เดือนกันยายน ประจำปี 2554 ขั้นตอน Pipe Forming & Cutting


INABA (THAILAND) CO ,LTD

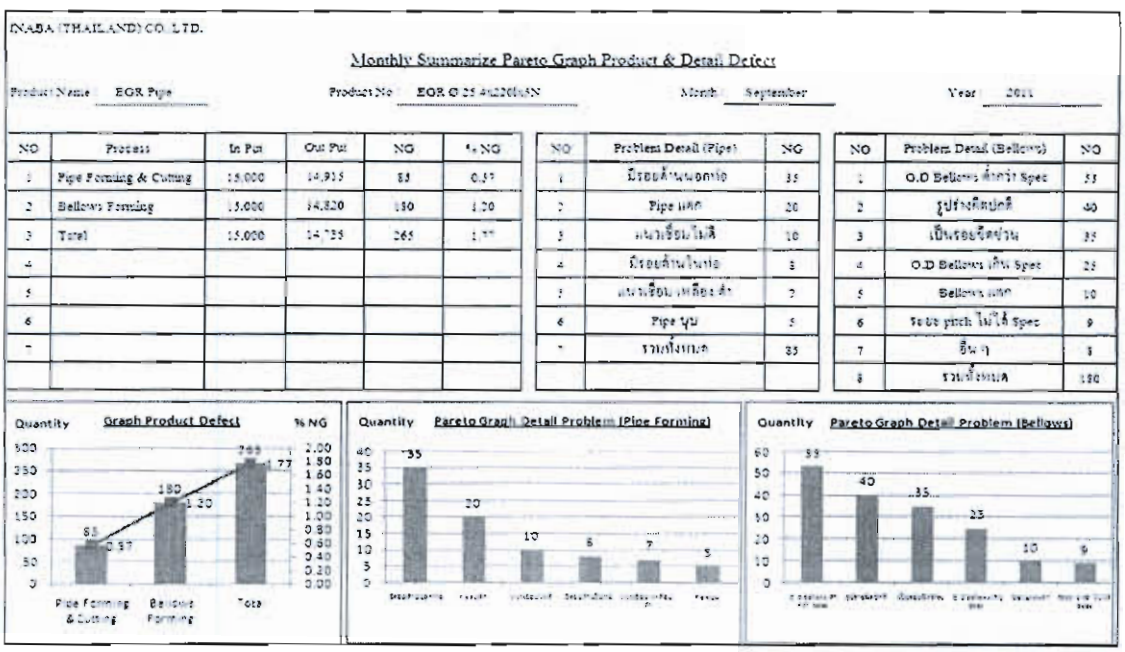
Monthly Summarize Pareto Graph Product & Detail Defect

Process : Bellows Forming Date : 01 - 30 Month : September Year : 2011

NO	Product No	In Put	Out Put	NG	% NG	Problem Detail
1	EGR G 25 4x220Bx5N	15,000	14,820	180	1.20	O.D Bellows ต่ำกว่า Spec
2						รูปร่างผิดปกติ
3						เป็นรอยจีบข่วน
4						O.D Bellows เกิน Spec
5						Bellows แหก
6						ระยะ pitch ไม่ได้ Spec
-						อื่นๆ

NO	Problem Detail	NG
1	O.D Bellows ต่ำกว่า Spec	53
2	รูปร่างผิดปกติ	40
3	เป็นรอยจีบข่วน	35
4	O.D Bellows เกิน Spec	25
5	Bellows แหก	10
6	ระยะ pitch ไม่ได้ Spec	9
-	อื่นๆ	8

ภาพที่ 4-24 การสรุปข้อมูลของเสีย เดือนกันยายน ประจำ ปี 2554 ขั้นตอน Bellows Forming


INABA (THAILAND) CO. LTD.

Monthly Summarize Pareto Graph Product & Detail Defect

Product Name : EGR Pipe Product No : EGR G 25 4x220Bx5N Month : September Year : 2011

NO	Process	In Put	Out Put	NG	% NG
1	Pipe Forming & Cutting	15,000	14,915	85	0.57
2	Bellows Forming	15,000	14,820	180	1.20
3	Total	15,000	14,735	265	1.77
4					
5					
6					
-					

NO	Problem Detail (Pipe)	NG
1	มีรอยด้านนอกท่อ	35
2	Pipe แหก	20
3	แนวเชื่อมไม่ดี	10
4	มีรอยด้านในท่อ	8
5	แนวเชื่อม เหลือยื่น	7
6	Pipe บุบ	5
-	รวมทั้งหมด	85

NO	Problem Detail (Bellows)	NO
1	O.D Bellows ต่ำกว่า Spec	53
2	รูปร่างผิดปกติ	40
3	เป็นรอยจีบข่วน	35
4	O.D Bellows เกิน Spec	25
5	Bellows แหก	10
6	ระยะ pitch ไม่ได้ Spec	9
7	อื่นๆ	8
8	รวมทั้งหมด	180

ภาพที่ 4-25 การสรุปข้อมูลของเสีย "ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย" เดือนกันยายน ปี 2554

ตารางที่ 4-15 การควบคุมของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เดือนกันยายน ประจำปี 2554

ลำดับที่	กระบวนการ	เป้าหมายของเสียไม่เกิน 3%	กันยายน 2554		
			จำนวนผลิต	ของเสีย	% ของเสีย
1	Pipe Forming & Cutting	1.5%	15,000	85	0.57
2	Bellows Forming	1.5%	15,000	180	1.20
3	รวมทั้งหมด	3.0%	15,000	265	1.77

จากผลการควบคุมปริมาณของเสีย (NG) ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตช่วงระยะเวลาในการดำเนินงานเดือนมิถุนายน ประจำปี 2554 พบว่าปริมาณของเสีย (NG) ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต จำนวน 265 ชิ้น จากจำนวนการผลิตทั้งหมดจำนวน 15,000 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเสียเท่ากับ 1.77% ซึ่งผลลัพธ์เป็นไปตามเป้าหมาย (Target) ที่กำหนดไว้ (เป้าหมายของเสียไม่เกิน 3%) และเป้าหมายของเสียที่เกิดจากกระบวนการ Pipe Forming & Cutting และ Bellows Forming ซึ่งผลลัพธ์เป็นไปตามเป้าหมาย (Target) ที่กำหนดไว้ (เป้าหมายของเสียไม่เกิน 1.5%) ดังแสดงในตารางที่ 4-15

7.2.2 การควบคุมปริมาณของเสีย (NG) ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต เดือนตุลาคม ประจำปี 2554 สำหรับ "ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N"

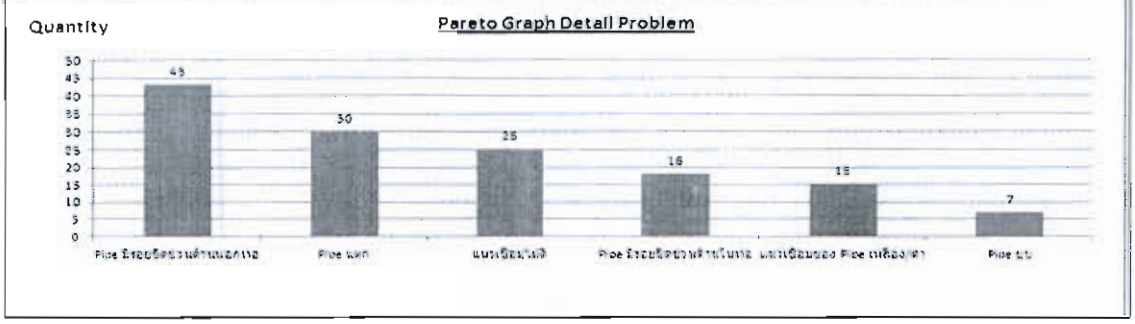
INABA (THAILAND) CO.,LTD.

Monthly Summarize Pareto Graph Product & Detail Defect

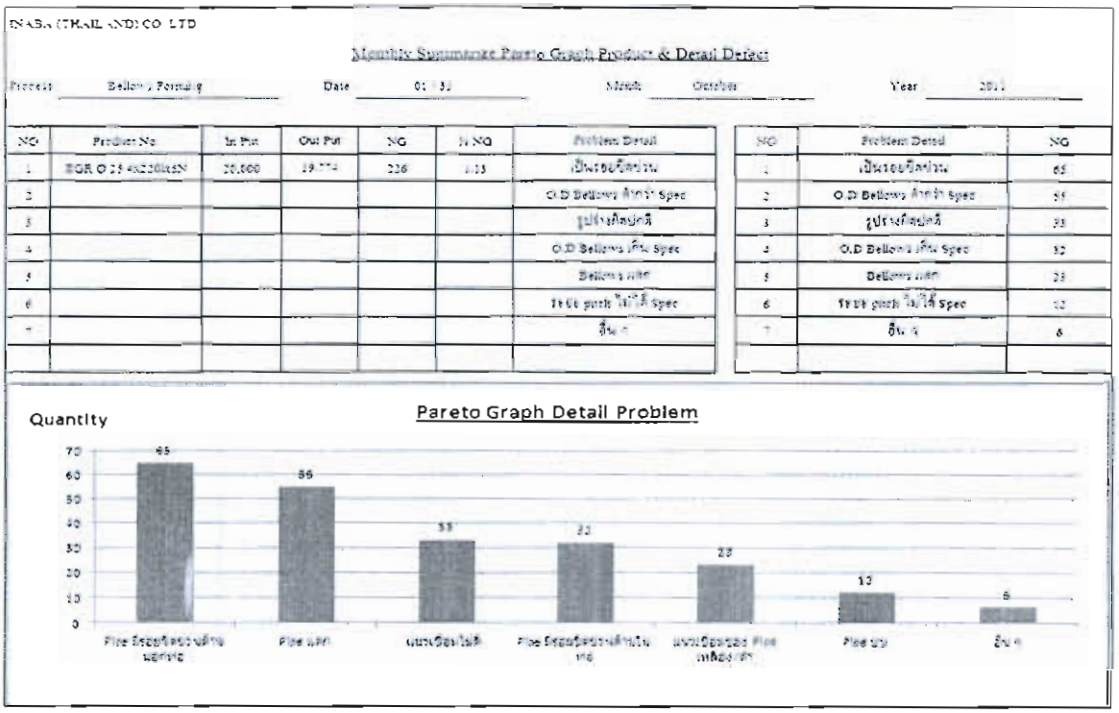
Process : Pipe Part Forming & Cutting Date : 01 - 31 Month : October Year : 2011

NO	Product No.	In Put	Out Put	NG	% NG	Problem Detail
1	EGR Ø 25.4x220Lx5N	20,000	19,862	138	0.69	มีรอยด้านนอกท่อ
2						Pipe แหก
3						แนวเชื่อมไม่ดี
4						มีรอยด้านในท่อ
5						แนวเชื่อม เหลื่อมต่ำ
6						Pipe บุบ
7						

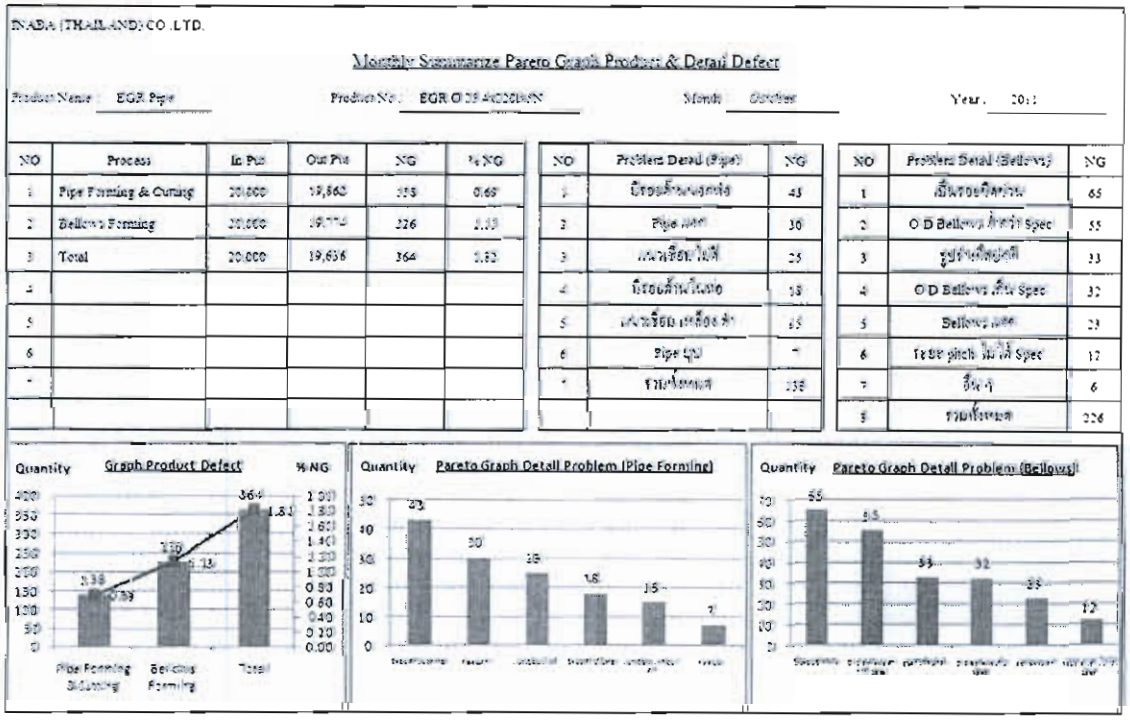
NO	Problem Detail	NG
1	มีรอยด้านนอกท่อ	43
2	Pipe แหก	30
3	แนวเชื่อมไม่ดี	25
4	มีรอยด้านในท่อ	18
5	แนวเชื่อม เหลื่อมต่ำ	15
6	Pipe บุบ	7



ภาพที่ 4-26 การสรุปข้อมูลของเสีย เดือนตุลาคม ประจำปี 2554 ขั้นตอน Pipe Forming & Cutting



ภาพที่ 4-27 การสรุปข้อมูลของเสีย เดือนตุลาคม ประจำปี 2554 ขั้นตอน Bellows Forming



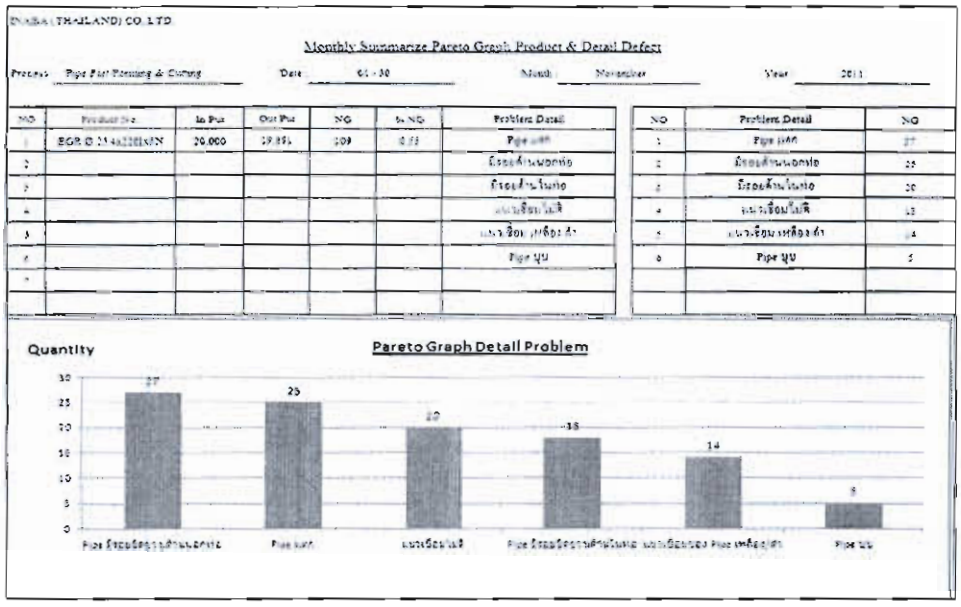
ภาพที่ 4-28 การสรุปข้อมูลของเสีย "ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย" เดือน ตุลาคม ปี 2554

ตารางที่ 4-16 การควบคุมของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เดือนตุลาคม ประจำปี 2554

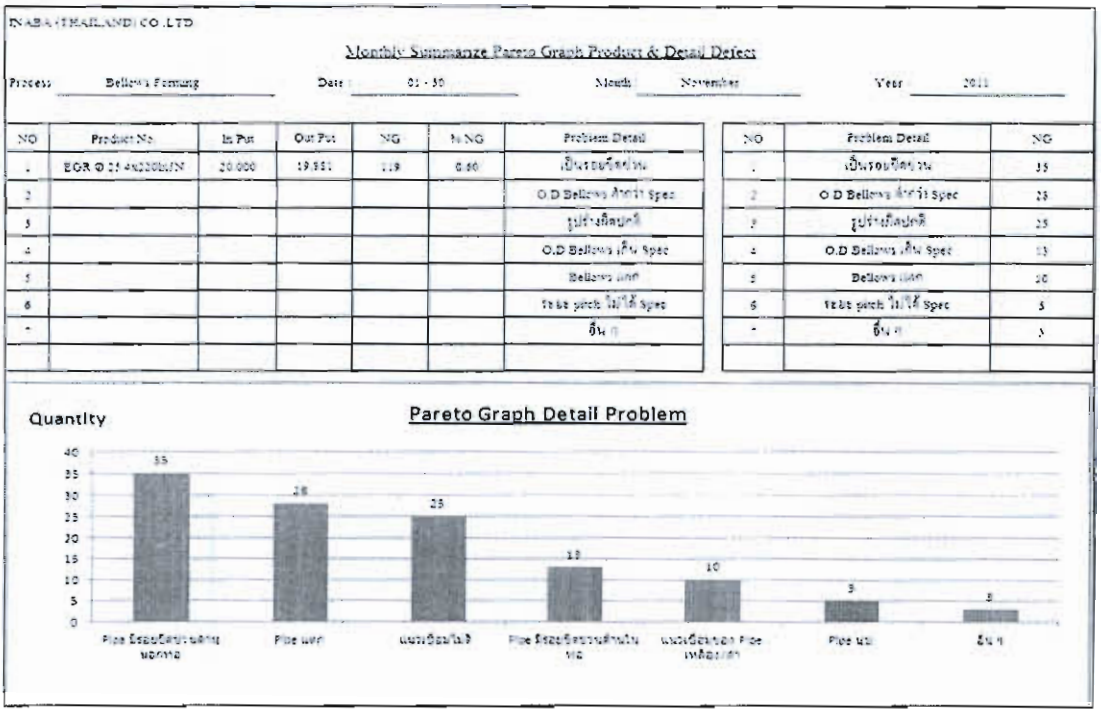
ลำดับที่	กระบวนการ	เป้าหมายของเสียไม่เกิน 3%	ตุลาคม 2554		
			จำนวนผลิต	ของเสีย	% ของเสีย
1	Pipe Forming & Cutting	1.5%	20,000	138	0.69
2	Bellows Forming	1.5%	20,000	226	1.13
3	รวมทั้งหมด	3.0%	20,000	364	1.82

จากผลการควบคุมปริมาณของเสีย (NG) ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต ช่วงระยะเวลาในการดำเนินงานเดือน ตุลาคม ประจำปี 2554 พบว่าปริมาณของเสีย (NG) ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต จำนวน 364 ชิ้น จากจำนวนการผลิตทั้งหมดจำนวน 20,000 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเสียเท่ากับ 1.82 ซึ่งผลลัพธ์เป็นไปตามเป้าหมาย (Target) ที่กำหนดไว้ (เป้าหมายของเสียไม่เกิน 3%) และเป้าหมายของเสียที่เกิดจากกระบวนการ Pipe Forming & Cutting และ Bellows Forming ซึ่งผลลัพธ์เป็นไปตามเป้าหมาย (Target) ที่กำหนดไว้ (เป้าหมายของเสียไม่เกิน 1.5%) ดังแสดงในตารางที่ 4-16

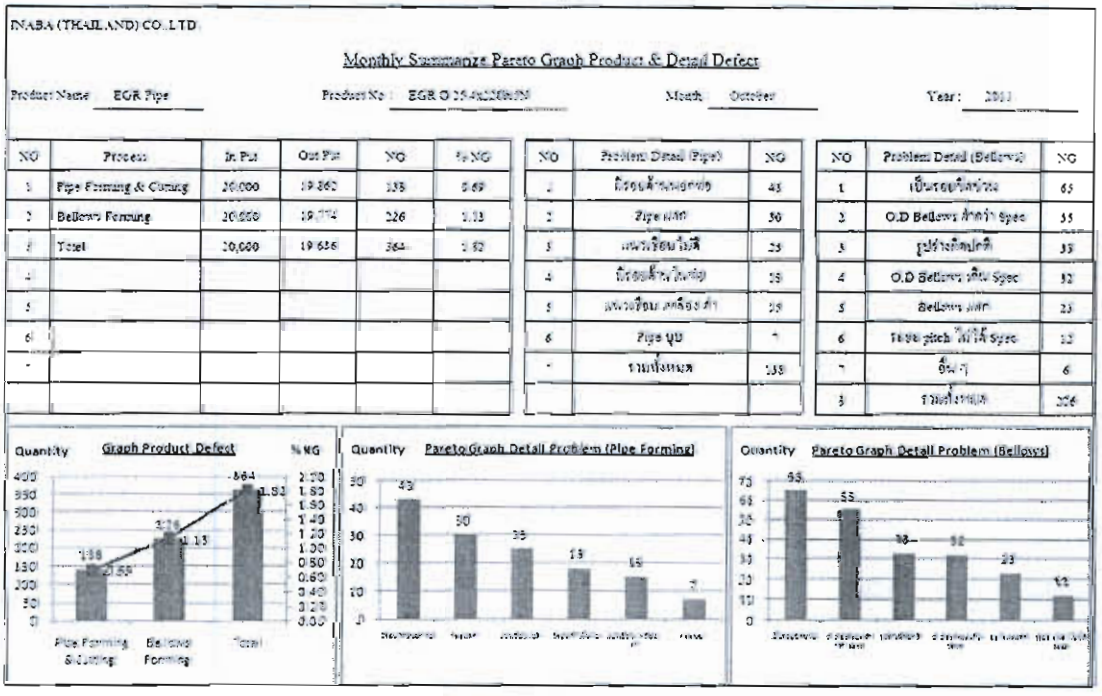
7.2.3 การควบคุมปริมาณของเสีย (NG) ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต เดือนพฤศจิกายนประจำปี 2554 สำหรับ "ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N"



ภาพที่ 4-29 การสรุปข้อมูลของเสีย เดือนพฤศจิกายน ปี 2554 ขั้นตอน Pipe Forming & Cutting



ภาพที่ 4-30 การสรุปข้อมูลของเสีย เดือนพฤศจิกายน ประจำปี 2554 ขั้นตอน Bellows Forming



ภาพที่ 4-31 สรุปข้อมูลของเสีย "ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย" เดือนพฤศจิกายน ปี 2554

ตารางที่ 4-17 การควบคุมของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเดือนพฤศจิกายน ประจำปี 2554

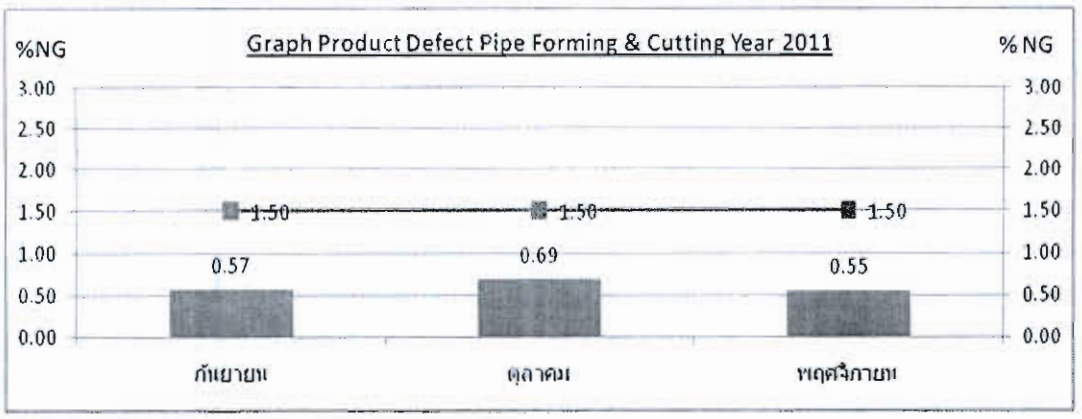
ลำดับที่	กระบวนการ	เป้าหมายของเสียไม่เกิน 3%	พฤศจิกายน 2554		
			จำนวนผลิต	ของเสีย	% ของเสีย
1	Pipe Forming & Cutting	1.5%	20,000	109	0.55
2	Bellows Forming	1.5%	20,000	119	0.60
3	รวมทั้งหมด	3.0%	20,000	228	1.14

จากผลการควบคุมปริมาณของเสีย (NG) ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต ช่วงระยะเวลาในการดำเนินงานเดือนพฤศจิกายน ประจำปี 2554 พบว่าปริมาณของเสีย (NG) ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต จำนวน 228 ชิ้น จากจำนวนการผลิตทั้งหมดจำนวน 20,000 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเสียเท่ากับ 1.14 ซึ่งผลลัพธ์เป็นไปตามเป้าหมาย (Target) ที่กำหนดไว้ (เป้าหมายของเสียไม่เกิน 3%) และเป้าหมายของเสียที่เกิดจากกระบวนการ Pipe Forming & Cutting และ Bellows Forming ซึ่งผลลัพธ์เป็นไปตามเป้าหมาย (Target) ที่กำหนดไว้ (เป้าหมายของเสียไม่เกิน 1.5%) ดังแสดงในตารางที่ 4-17

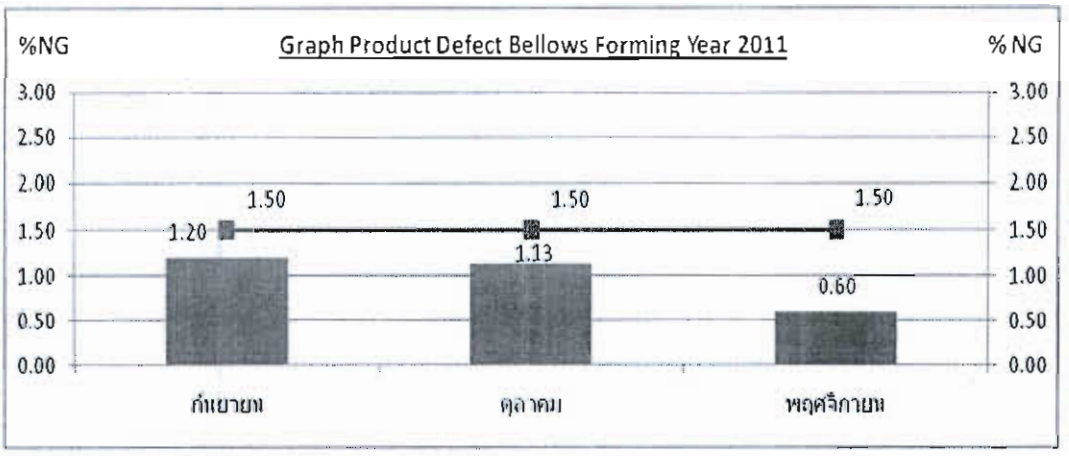
7.2.4 สรุปผลการควบคุมเปอร์เซ็นต์ของเสีย (%NG) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตช่วงเดือนกันยายน 2554 ถึง เดือนพฤศจิกายน 2554 สำหรับ "ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N" ดังแสดงในตารางที่ 4-18

ตารางที่ 4-18 การควบคุมเปอร์เซ็นต์ของเสีย (%NG) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ประจำปี 2554

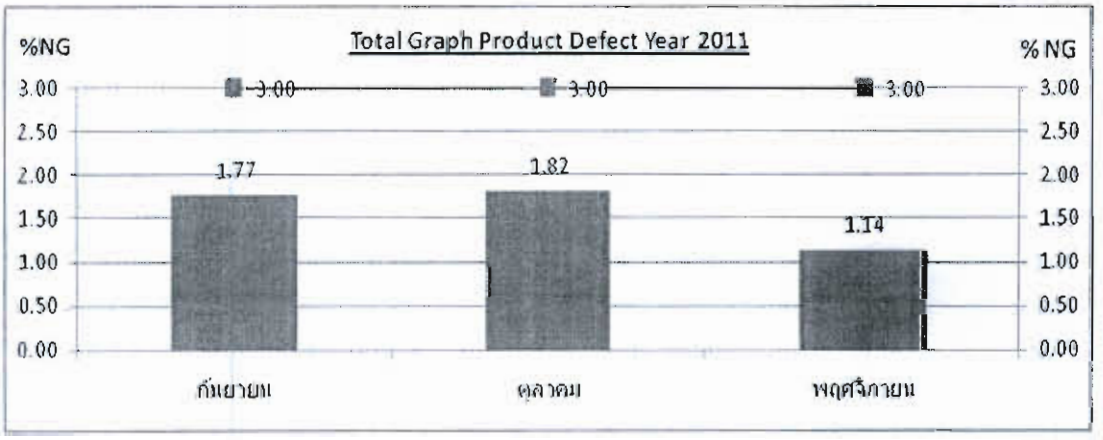
ลำดับที่	กระบวนการ	เป้าหมายของเสียไม่เกิน 3%	กันยายน 2554	ตุลาคม 2554	พฤศจิกายน 2554
1	Pipe Forming & Cutting	1.5%	0.57	0.69	0.55
2	Bellows Forming	1.5%	1.20	1.13	0.60
3	รวมทั้งหมด	3 0%	1.77	1.82	1.14



ภาพที่ 4-32 กราฟสรุปผลเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอน Pipe Forming & Cutting ปี 2554



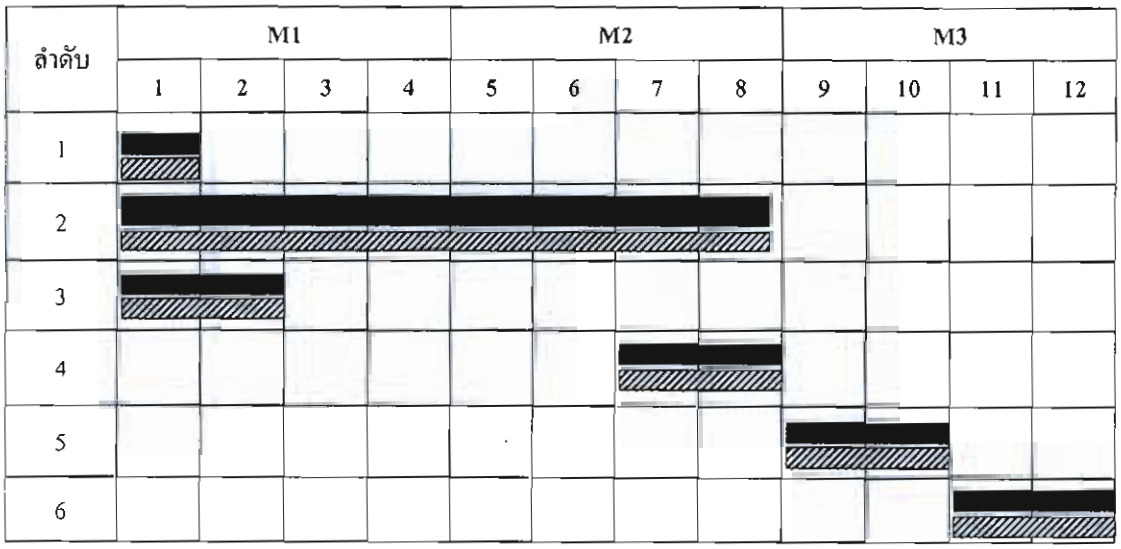
ภาพที่ 4-33 กราฟสรุปผลเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอน Bellows Forming ปี 2554



ภาพที่ 4-34 กราฟสรุปผลเปอร์เซ็นต์ของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ปี 2554

8. มีการจัดทำเอกสารประกอบการทำงาน (12 สัปดาห์)

ตารางที่ 4-19 การจัดทำเอกสารประกอบการทำงาน (ติดตามผลการทำงาน)



รายละเอียด

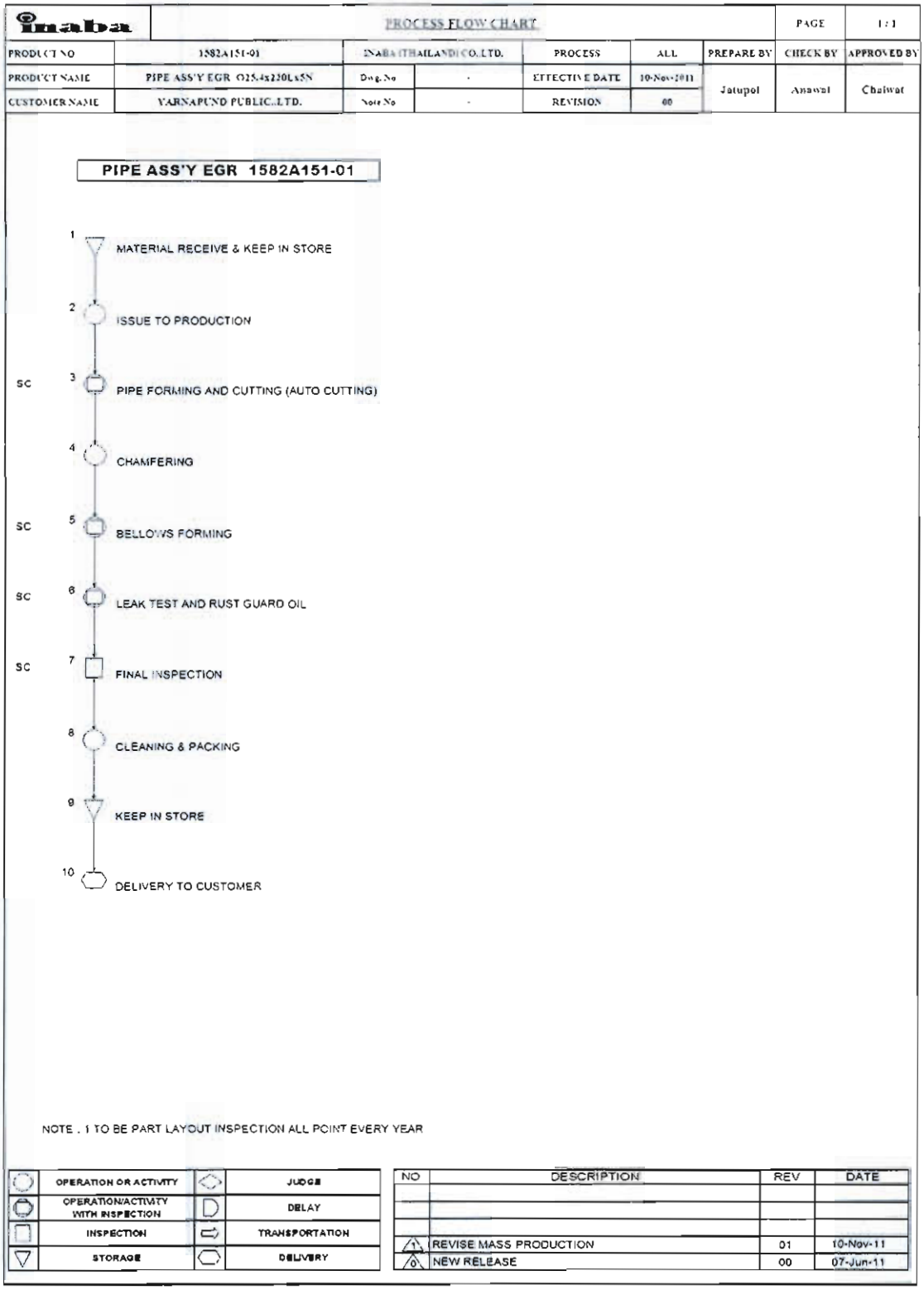
1. จัดทำ Process Flow Chart, Control Plan ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (7 วัน)
2. จัดทำ FMEA ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (8 สัปดาห์)
3. จัดเตรียมเอกสารต่าง ๆ ที่สำหรับใช้ในการผลิต ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (14 วัน)
4. จัดทำการวิเคราะห์ระบบการวัด MSA (14 วัน)
5. ทบทวนเอกสารต่าง ๆ ที่สำหรับใช้ในการผลิต ทั้งหมด (14 วัน)
6. ทบทวนเอกสารประกอบใน PPAP ทั้งหมด (14 วัน)

ผลลัพธ์จากการทำงาน

จากการทำงานพบว่าเป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้ ดังแสดงในตารางที่ 4-19 และมีรายละเอียดในการทำงานดังต่อไปนี้

การจัดทำเอกสารประกอบการทำงาน ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production) มีดังต่อไปนี้

8.1 แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิตช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Process Flow Chart: Mass Production) ซึ่งได้มาจากการปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงานของกระบวนการผลิตในช่วงเริ่มต้นทดลองการผลิต ดังแสดงในภาพที่ 4-35



Inaba	PROCESS FLOW CHART					PAGE	1 / 1
PRODUCT NO	1582A151-01	INABA (THAILAND) CO.,LTD.		PROCESS	ALL	PREPARE BY	CHECK BY	APPROVED BY
PRODUCT NAME	PIPE ASS'Y EGR O25.4x220Lx5N	Dwg.No	-	EFFECTIVE DATE	10-Nov-2011	Jatupol	Anawat	Chaiwat
CUSTOMER NAME	YARNAPUND PUBLIC.,LTD.	Note No	-	REVISION	00			

PIPE ASS'Y EGR 1582A151-01

	1	MATERIAL RECEIVE & KEEP IN STORE
	2	ISSUE TO PRODUCTION
SC	3	PIPE FORMING AND CUTTING (AUTO CUTTING)
	4	CHAMFERING
SC	5	BELLOWS FORMING
SC	6	LEAK TEST AND RUST GUARD OIL
SC	7	FINAL INSPECTION
	8	CLEANING & PACKING
	9	KEEP IN STORE
	10	DELIVERY TO CUSTOMER

NOTE . 1 TO BE PART LAYOUT INSPECTION ALL POINT EVERY YEAR

○	OPERATION OR ACTIVITY	◇	JUDGE
⬡	OPERATION/ACTIVITY WITH INSPECTION	D	DELAY
□	INSPECTION	⇨	TRANSPORTATION
▽	STORAGE	⬭	DELIVERY

NO	DESCRIPTION	REV	DATE
1	REVISE MASS PRODUCTION	01	10-Nov-11
0	NEW RELEASE	00	07-Jun-11

ภาพที่ 4-35 แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิตช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Process Flow Chart: Mass Production)

8.2 แผนควบคุมกระบวนการทำงานช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Control Plan: Mass Production) ซึ่งได้มาจากการปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงานของกระบวนการผลิตและวิธีการทำงานในช่วงเริ่มต้นทดลองการผลิต ดังแสดงในภาพที่ 4-36

inaba	OC PROCESS CONTROL PLAN					PAGE	1 / 2
PRODUCT NO	1582A151-01	INABA (THAILAND) CO.,LTD.	PROCESS	PIPE	PREPARE BY	CHECK BY	APPROVED BY
PRODUCT NAME	PIPE ASS'Y EGR Ø25.4 x 220L x SN	Dwg. No. -	EFFECTIVE DATE	19-Aug-2011	Jatupol	Anawat	Chalwat
CUSTOMER NAME	YARNAPUND PUBLIC.,LTD.	Note No. -	REVISION	01			

NO.	PROCESS NAME	MACHINE & TOOLS	CHARACTERISTIC		METHODS					SECTION	REACTION PLAN
			NO.	DESCRIPTION	SPECIAL CLASS	PROCESS / SPECIFICATION	EQUIPMENT & INSTRUMENT	FREQUENCY INSPECTION	DOCUMENT CONTROL		
1	Material Received & Keep in Store (Coil Sheet)		1	Dimension	N	0.8t ± 0.08 x w = 78.1 ± 0.1	Visual Millsheet & Invoice	Each Coil	FM-QCD-18	QC	Inform Supplier
			2	Weight	N	As Label	Visual Check				
			3	Material	N	SUS304	Visual Millsheet & Invoice				
			4	Appearance	N	No Have Damage	Visual Check				
2	Issue to Production		1	Material	N	SUS304	Label Check	Each Coil	FM-PRO-01	Production	Inform Supplier
			2	Dimension	N	0.8t ± 0.08 x w = 78.1 ± 0.1	Label & Micrometer				
			3	Weight / Quantity	N	As Label	Label Check				
3	Pipe Forming and Cutting (Auto Cutting)	PF-10	1	Appearance	N	As Check Sheet	Visual Check	S=3 , M=3 , E=3	FM-QCD-35 WI-PRO-76 Control Chart	Production & QC	Stop Process Inform Leader
			2	OD Diameter	SC	25.4 ± 0.2	Vernier				
			3	Dimension	N	248.0 ± 1.0	Vernier				
4	Chamfering		1	Appearance	N	No Have Damage No Have Burr, Crack	Visual Check	100%	-	Production	Stop Process Inform Leader
5	Bellows Forming	BF-02,03,04	1	Appearance	N	No Damage, Scratch, Burr	Visual Check	S=3 , M=3 , E=3	FM-QCD-35 WI-PRO-18 WI-PRO-43 WI-PRO-71 Control Chart	Production & QC	Stop Process Inform Leader
			2	Thickness	N	0.8 ± 0.08	Vernier				
			3	OD Diameter	SC	25.4 ± 0.2	Vernier				
			4	OD Diameter	SC	34.1 ± 0.5	Vernier				
			5	Dimension	N	6.6 ± 0.5	Vernier				
			6	Dimension	SC	26.4 ± 1.0	Vernier				
			7	Dimension	N	96.8 ± 3.0	Measuring Tape				
			8	Dimension	N	96.8 ± 3.0	Measuring Tape				
			9	Dimension	N	220 ± 3.0	Measuring Tape				
			10	Dimension	N	4.0 ± 0.3	Vernier				

REV NO.	DATE	DESCRIPTION	SIGN	REV NO.	DATE	DESCRIPTION	SIGN

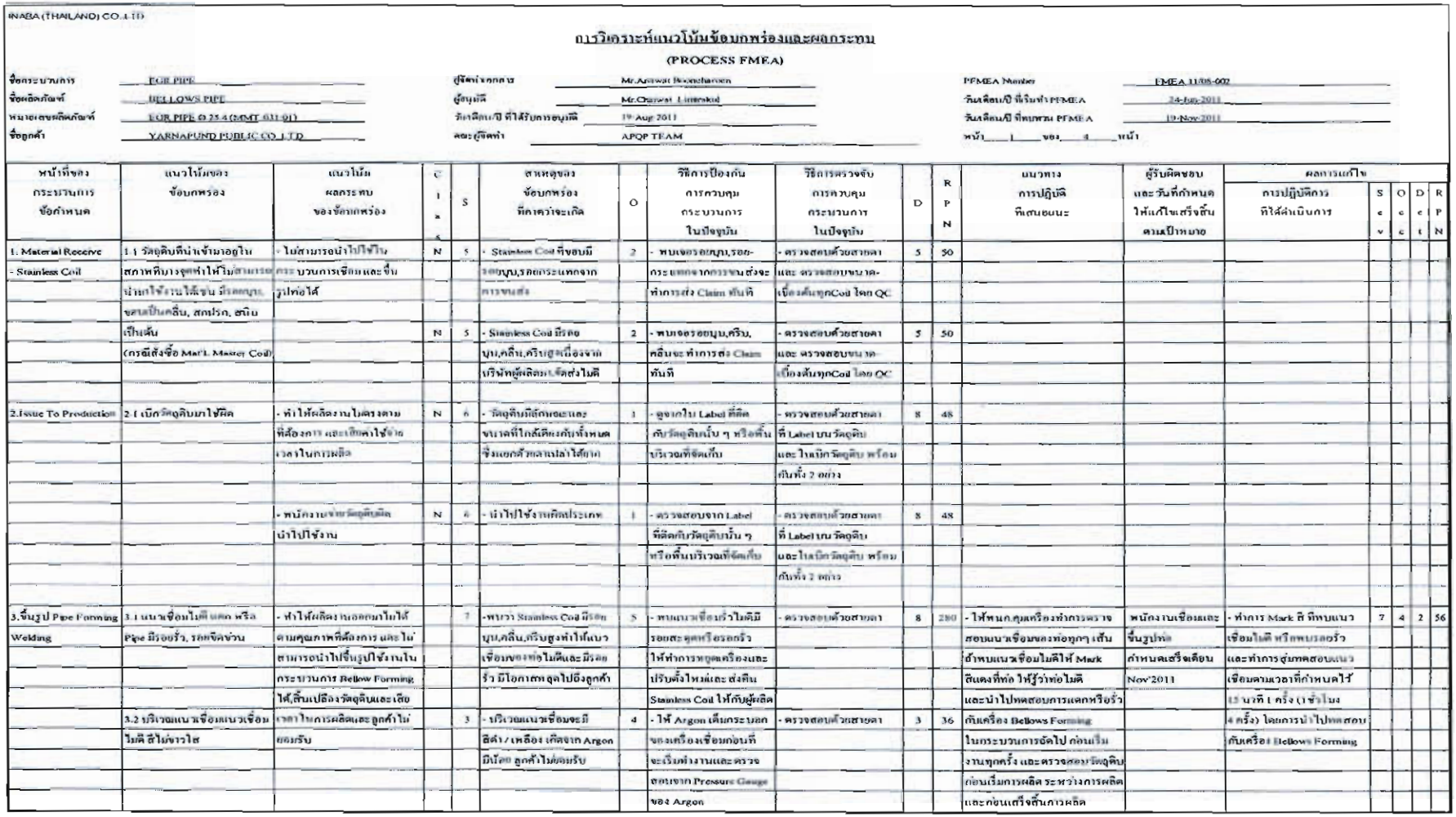
ภาพที่ 4-36 แผนควบคุมกระบวนการทำงานช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Control Plan: Mass Production)

inaba	QC PROCESS CONTROL PLAN					PAGE	2 / 2
PRODUCT NO	1582A151-01	INABA (THAILAND) CO.,LTD.		PROCESS	PIPE	PREPARE BY	CHECK BY	APPROVED BY
PRODUCT NAME	PIPE ASS'Y EGR Ø25.4 x 220L x SN	Dwg. No.	-	EFFECTIVE DATE	19-Aug-2011	Jatupol	Anawat	Chaiwat
CUSTOMER NAME	VARNAPUND PUBLIC.,LTD.	Note No.	-	REVISION	01			

NO.	PROCESS NAME	MACHINE & TOOLS	CHARACTERISTIC		METHODS					SECTION	REACTION PLAN
			NO.	DESCRIPTION	SPECIAL CLASS	PROCESS / SPECIFICATION	EQUIPMENT & INSTRUMENT	FREQUENCY INSPECTION	DOCUMENT CONTROL		
6	Leak Test and Rust Guard Oil	Leak Test M/C	1	Air Float	SC	0.4 - 0.6 Mpa	Jig Test & Visual	100%	WI-PRO-40	Production	Stop Process Inform Leader
			2	Time	N	As W/I	Jig Test & Visual				
			3	Appearance	N	No Have Air Leak	Visual Check				
7	Final Inspection		1	Appearance	N	No Damage, Scratch, Burr	Visual Check	5 Pcs. / Lot	FM-QCD-36	QC	Stop Process Inform Leader
			2	Thickness	N	0.8 ± 0.08	Vernier				
			3	OD Diameter	SC	25.4 ± 0.2	Vernier				
			4	OD Diameter	SC	34.1 ± 0.5	Vernier				
			5	Dimension	N	6.6 ± 0.5	Vernier				
			6	Dimension	SC	26.4 ± 1.0	Vernier				
			7	Dimension	N	96.8 ± 3.0	Measuring Tape				
			8	Dimension	N	96.8 ± 3.0	Measuring Tape				
			9	Dimension	N	220 ± 3.0	Measuring Tape				
			10	Dimension	N	4.0 ± 0.3	Vernier				
8	Cleaning and Packing		1	Quantity Pcs / Box	N	Packing Standard	Visual Check	100%		PC	Inform Leader
			2	Appearance Check	N	No Dirty, Rust, Burr, Scratch	Visual Check				
9	Keep in Store		1	Part No. / Name	N	-	Visual Check	Every Lot	FM-PRO-02	PC	-
			2	Quantity Pcs. / Box	N	-	Visual Check				
10	Delivery To Customer		1	Packing List	N	-	Visual Check	Every Lot	Invoice	Sale	-
			2	Information Delivery	N	-	Visual Check				

ภาพที่ 4-36 แผนควบคุมกระบวนการทำงานช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Control Plan: Mass Production) (ต่อ)

8.3 การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบที่เกิดขึ้นของกระบวนการผลิต (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA) (การผลิตแบบปริมาณมาก: Mass Production) ซึ่งได้มาจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตในช่วงเริ่มต้นทดลองการผลิต โดยทีมงาน New Model ว่ามีขั้นตอนไหนบ้างที่มีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดผลกระทบกับการผลิต และทำการแก้ไข/ ปรับปรุง ดังแสดงในภาพที่ 4-37



INABA (THAILAND) CO.,LTD

การวิเคราะห์แนวโน้มข้อบกพร่องและผลกระทบ

(PROCESS FMEA)

ชื่อกระบวนการ: EGR PIPE | ผู้จัดทำจากสาย: Mr.Anawat Booncharoen | PFMEA Number: FMEA 11/08-002
ชื่อผลิตภัณฑ์: BELLOWS PIPE | ผู้อนุมัติ: Mr.Chawat Limsakid | วันเดือน/ปี ที่เริ่มทำ PFMEA: 24-Jun-2011
หมายเลขผลิตภัณฑ์: EGR PIPE Ø 25.4 (24MT-031-01) | วันเดือน/ปี ที่ได้รับการอนุมัติ: 19 Aug 2011 | วันเดือน/ปี ที่ทบทวน PFMEA: 19-Nov-2011
ชื่อลูกค้า: YARNAPUND PUBLIC CO.,LTD | คณะผู้จัดทำ: APQP TEAM | หน้า 1 ของ 4 หน้า

หน้าที่ของกระบวนการข้อกำหนด	แนวโน้มของข้อบกพร่อง	แนวโน้มผลกระทบของข้อบกพร่อง	Class	S	สาเหตุของข้อบกพร่องที่คาดว่าจะเกิด	O	วิธีการป้องกันการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	วิธีการตรวจจับการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	D	RPN	แนวทางการปฏิบัติที่เสนอแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่กำหนดให้แก้ไขเสร็จสิ้นตามเป้าหมาย	ผลการแก้ไข: การปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	S ev	O cc	D et	RPN
1. Material Receive - Stainless Coil	1.1 วัสดุดิบที่นำเข้ามาอยู่ในสภาพที่บางจุดทำให้ไม่สามารถนำมาใช้งานได้ เช่น มีรอยบุบ, รอยสนิม, สกปรก, สนิม เป็นคลื่น, เป็นเส้น (กรณีสั่งซื้อ Mat'l. Master Coil)	- ไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการเชื่อมและขึ้นรูปท่อได้	N	5	- Stainless Coil ที่ขอซื้อมีรอยบุบ,รอยกระแทกจากการขนส่ง - Stainless Coil มีรอยบุบ,ครีบ,คลื่น,ครีบสูงเนื่องจากเบรคผู้ผลิตส่งไม่ดี	2	- พบจุดรอยบุบ,ครีบ, คลื่นจะทำการส่ง Claim ทันที	- ตรวจสอบด้วยสายตา และ ตรวจสอบขนาดเบื้องต้นทุกCoil โดย QC	5	50							
			N	5	- Stainless Coil มีรอยบุบ,ครีบ, คลื่นจะทำการส่ง Claim ทันที	2	- พบจุดรอยบุบ,ครีบ, คลื่นจะทำการส่ง Claim ทันที	- ตรวจสอบด้วยสายตา และ ตรวจสอบขนาดเบื้องต้นทุกCoil โดย QC	5	50							
2.Issue To Production	2.1 เบิกวัสดุดิบมาใช้ผิดที่	- ทำให้ผลิตงานไม่ตรงตามที่ต้องการ และเสียเวลาในการผลิต	N	6	- วัสดุดิบมีสิ่งแปลกปลอมและขนาดที่ใกล้เคียงกับที่กำหนด ซึ่งแยกด้วยตาเปล่าได้ยาก	1	- ดูจากใบ Label ที่ติดกับวัสดุดิบนั้น ๆ หรือพื้นที่บริเวณที่จัดเก็บ	- ตรวจสอบด้วยสายตา ที่ Label บนวัสดุดิบ และในเบิกวัสดุดิบ พร้อมกันทั้ง 2 อย่าง	8	48							
		- หนังงานจากวัสดุดิบผิดประเภทนำไปใช้งาน	N	6	- นำไปใช้งานผิดประเภท	1	- ตรวจสอบจาก Label ที่ติดกับวัสดุดิบนั้น ๆ หรือพื้นที่บริเวณที่จัดเก็บ	- ตรวจสอบด้วยสายตา ที่ Label บนวัสดุดิบ และในเบิกวัสดุดิบ พร้อมกันทั้ง 2 อย่าง	8	48							
3.ขึ้นรูป Pipe Forming Welding	3.1 แนวเชื่อมไม่ติด และ หรือ Pipe มีรอยร้าว, รอยขีดข่วน	- ทำให้ผลิตงานออกมาไม่ได้ตามคุณภาพที่ต้องการ และไม่สามารถนำไปขึ้นรูปใช้งานในกระบวนการ Bellow Forming ได้,สิ้นเปลืองวัสดุดิบและเสียเวลา		7	-พบว่า Stainless Coil มีรอยบุบ,คลื่น,ครีบสูงทำให้แนวเชื่อมของท่อไม่ติดและมีรอยร้าว มีโอกาสหลุดไปถึงลูกค้า	5	- พบแนวเชื่อมร้าวไม่ติดมีรอยละลุดหรือรอยร้าว ให้ทำการหยุดเครื่องและปรับตั้งใหม่และส่งคืน Stainless Coil ให้กับผู้ผลิต	- ตรวจสอบด้วยสายตา	8	280	- ให้หนักคุมเครื่องทำการตรวจสอบแนวเชื่อมของท่อทุกๆ เส้น - ทำพบแนวเชื่อมไม่ดีให้ Mark สีแดงที่ท่อ ให้รู้ว่าท่อไม่ดี และนำไปทดสอบการแตกหรือร้าว กับเครื่อง Bellows Forming	หนังงานเชื่อมและขึ้นรูปท่อ	- ทำการ Mark สี พบแนวเชื่อมไม่ดี หรือพบรอยร้าว และทำการสุ่มทดสอบแนวเชื่อมตามเวลาที่กำหนดไว้ 15 นาที 1 ครั้ง (1 ชั่วโมง 4 ครั้ง) โดยการนำไปทดสอบกับเครื่อง Bellows Forming	7	4	2	56
	3.2 บริเวณแนวเชื่อมแนวเชื่อมไม่ดี สีไม่ขาวใส	เวลาในการผลิตและลูกค้าไม่ยอมรับ		3	- บริเวณแนวเชื่อมจะมีสีดำ / เหลือง เกิดจาก Argon มีโอกาสหลุดไปถึงลูกค้า	4	- ให้ Argon เดินระบบก่อนที่จะเริ่มทำงานและตรวจสอบจาก Pressure Gauge ของ Argon	- ตรวจสอบด้วยสายตา	3	36	ในกระบวนการจัดไป ก่อนเริ่มงานทุกครั้ง และตรวจสอบวัสดุดิบก่อนเริ่มการผลิต ระหว่างการผลิตและก่อนเสร็จสิ้นการผลิต						

ภาพที่ 4-37 การวิเคราะห์ความล้มเหลวของกระบวนการผลิต (FMEA) ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production: FMEA)

INABA (THAILAND) CO.,LTD

ตารวิเคราะห์แนวโน้มข้อบกพร่องและผลกระทบ

(PROCESS FMEA)

ชื่อกระบวนการ	EGR PIPE	ผู้จัดทำเอกสาร	Mr.Anawat Booncharoen	PFMEA Number	FMEA 11/08-002
ชื่อผลิตภัณฑ์	BELLOWS PIPE	ผู้อนุมัติ	Mr.Chawat Limtrakul	วัน/เดือน/ปี ที่เริ่มทำ PFMEA	24-Jun-2011
หมายเลขผลิตภัณฑ์	EGR PIPE Ø 25.4 (MMT-031-01)	วัน/เดือน/ปี ที่ได้รับการอนุมัติ	19-Aug-2011	วัน/เดือน/ปี ที่ทบทวน PFMEA	19-Nov-2011
ชื่อลูกค้า	YARNAPUND PUBLIC CO.,LTD	คณะผู้จัดทำ	APQP TEAM	หน้า 2 ของ 4 หน้า	

หน้าที่ของกระบวนการข้อกำหนด	แนวโน้มของข้อบกพร่อง	แนวโน้มผลกระทบของข้อบกพร่อง	C l a s s	S	สาเหตุของข้อบกพร่องที่คาดว่าจะเกิด	O	วิธีการป้องกันการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	วิธีการตรวจจับการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	D	RPN	แนวทางการปฏิบัติที่แนะนำ	ผู้รับผิดชอบและวันที่กำหนดให้แก้ไขเสร็จสิ้นตามเป้าหมาย	ผลการแก้ไข: การปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	S e v	O c c	D e t	RPN
				4	- ท่อเป็นรอยขีดข่วน	4	- ถ้าพบท่อเป็นรอยขีด	- ตรวจสอบ 100 % โดย	4	64							
							ข่วนต้นในให้ทำการ	พนก.คุมเครื่องและ ตู่ม									
							ตรวจสอบ และเปลี่ยน	ตรวจสอบโดย หน้างาน									
							O-Ring,Tablon	QCทุกชั่วโมงหรือทุก Lot									
	3.2 แนวเชื่อมไม่แข็งแรง	- ไม่สามารถนำไปใช้ใน	N	6	- Condition ในการเชื่อม	2	- นำชิ้นงานไปทดสอบ	- ตรวจสอบด้วยสายตา	4	48							
		กระบวนการ Bellow Forming			ไม่เหมาะสม		คุณภาพก่อนการผลิตจริง	และนำไปทดสอบแนว									
		ได้,สิ้นเปลืองวัตถุดิบและ					และปฏิบัติตาม WI ทุกครั้ง	เชื่อมโดยพนักงาน									
		เสียเวลาในการผลิต						ประจำเครื่อง									
	3.3 OD.ของท่อไม่ได้ตาม Spec	- คุณภาพไม่สามารถนำไปใช้	SC	6	- การ Setting M/C	2	- ปรับ Check Parameter	- ตรวจสอบขนาดโดย	4	48							
	กำหนด	กระบวนการ Bellow Forming			&Parameter ในการเชื่อม		ต่างๆที่มีผลทำให้งานได้	พนักงานประจำเครื่องจักร									
		ได้,สิ้นเปลืองวัตถุดิบและ			ไม่เหมาะสม		ตาม Spec ทุกครั้งที่	และตู่มตรวจโดย QC									
		เสียเวลาในการผลิต					เริ่มงานและปฏิบัติตาม										
							WI ทุกครั้ง										
4. Pipe Cutting to Size	4.1 ผิดความยาวของท่อไม่ได้	- ไม่สามารถนำไปใช้งานได้	N	4	- Set Stopper ในการตั้ง	2	- Check ระยะ Stopper	- ตรวจสอบขนาดโดย	4	32							
	ขนาดกำหนด	สิ้นเปลืองและ สูญเสีย			ระยะความยาวผิดพลาด		ในการปรับตั้งความยาว	พนักงานประจำเครื่องจักร									
		วัตถุดิบในการผลิต			การทำงานไม่ได้ตาม Spec		ของงานชิ้นแรกให้ได้	และตู่มตรวจโดย QC									
							ขนาดกำหนดก่อนปฏิบัติ										
							งานและตรวจสอบตาม										
							ระยะเวลาที่กำหนดไว้										
5,6. Pipe Chamfer & Grinding	5.1 ท่อมีความคมและมีครีบ	- ทำให้เกิดความเสียหายใน	N	4	- ทำแล้วยังมีครีบสูงอยู่	2	- ทำการลับคมและครีบ	- ทำการตรวจสอบโดย	4	32							
	สูง	การปั๊มขึ้นรูปท่อ Bellows			และมีความคม, พนักงานอื่น		ของท่อ 100 % และ	พนักงานประจำเครื่อง									
		Forming ทำให้ O-Ring					ทำตาม WI	และตู่มตรวจโดย QC									

ภาพที่ 4-37 การวิเคราะห์ความล้มเหลวของกระบวนการผลิต (FMEA) ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production: FMEA) (ต่อ)

INASA (THAILAND) CO.,LTD

การวิเคราะห์แนวโน้มข้อบกพร่องและผลกระทบ

(PROCESS FMEA)

ชื่อกระบวนการ	EGR PIPE	ผู้จัดทำเอกสาร	Mr.Anawat Booncharoen	PFMEA Number	FMEA 11/08-002
ชื่อผลิตภัณฑ์	BELLOWS PIPE	ผู้อนุมัติ	Mr.Charwat Lumtrakul	วัน/เดือน/ปี ที่เริ่มทำ PFMEA	24-Jun-2011
หมายเลขผลิตภัณฑ์	EGR PIPE Ø25.4 (MMT-011-01)	วัน/เดือน/ปี ที่ได้รับการอนุมัติ	19-Aug-2011	วัน/เดือน/ปี ที่ทบทวน PFMEA	19-Nov-2011
ชื่อลูกค้า	YARNAPIND PUBLIC CO.,LTD.	คณะผู้จัดทำ	APQP TEAM	หน้า 2 ของ 4 หน้า	

หน้าที่ของกระบวนการข้อกำหนด	แนวโน้มของข้อบกพร่อง	แนวโน้มผลกระทบของข้อบกพร่อง	C l a s s	S	สาเหตุของข้อบกพร่องที่คาดว่าจะเกิด	O	วิธีการป้องกันการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	วิธีการตรวจจับการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	D	RPN	แนวทางการปฏิบัติที่แนะนำ	ผู้รับผิดชอบและวันที่กำหนดให้แก้ไขเสร็จสิ้นตามเป้าหมาย	ผลการแก้ไข: การปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	Sev	Oct	Det	RPN
				4	- ท่อเป็นรอยชีดข่วน	4	- ตั้งพบท่อเป็นรอยชีด	- ตรวจสอบ 100 % โดย	4	64							
							ข่วนต้องไม่ให้ทำการ	พนักงานเครื่องและ สุ่ม									
							ตรวจสอบและเปลี่ยน	ตรวจสอบโดย หน่วยงาน									
							O-Ring,Tubbin	QCทุกชั่วโมงหรือทุก Lot									
	3.2 แนวเชื่อมไม่แข็งแรง	- มีความร้อนนำไปใช้ใน	N	6	- Condition ในการเชื่อม	2	- นำชิ้นงานไปทดสอบ	- ตรวจสอบด้วยสายตา	4	48							
		กระบวนการ Bellow Forming			ไม่เหมาะสม		คุณภาพก่อนการผลิตจริง	และนำไปทดสอบแนว									
		ได้,ชิ้นเปลือง วัตถุดิบและ					และปฏิบัติตาม WI ทุกครั้ง	เชื่อมโดยพนักงาน									
		เสียเวลาในการผลิต						ประจำเครื่อง									
	3.3 OD.ของท่อไม่ได้ตาม Spec	- ทุบเสาหไม่สามารถนำไปใช้	SC	6	- การ Setting M/C	2	- ปรับ/Check Parameter	- ตรวจสอบขนาดโดย	4	48							
	กำหนด	กระบวนการ Bellow Forming			&Parameter ในการเชื่อม		ต่างๆที่มีผลทำให้งานได้	พนักงานประจำเครื่องจัก									
		ได้,ชิ้นเปลือง วัตถุดิบและ			ไม่เหมาะสม		ตาม Spec ทุกครั้งที่	และสุ่มตรวจโดย QC									
		เสียเวลาในการผลิต					เริ่มงานและปฏิบัติตาม										
							WI ทุกครั้ง										
4. Pipe Cutting to Size	4.1 ผิดความยาวของท่อไม่ได้	- ไม่สามารถนำไปใช้งานได้,	N	4	- Set Stopper ในการตั้ง	2	- Check ระยะ Stopper	- ตรวจสอบขนาดโดย	4	32							
	ขนาดกำหนด	สิ้นเปลืองและสูญเสีย			ระยะความยาวผิดพลาด		ในการปรับตั้งความยาว	หนักงานประจำเครื่องจัก									
		วัตถุดิบในการผลิต			การทำงานไม่ได้ตาม Spec		ของงานชิ้นแรกให้ได้	และสุ่มตรวจโดย QC									
							ขนาดกำหนดก่อนปฏิบัติ										
							งานและตรวจสอบตาม										
							ระยะเวลาที่กำหนดไว้										
5,6. Pipe Chamfer & Grinding	5.1 ท่อมีความคมและมีครีบ	- ทำให้เกิดความเสียหายใน	N	4	- ทำแล้วยังมีครีบสูงอยู่	2	- ทำการลับคมและครีบ	- ทำการตรวจสอบโดย	4	32							
	สูง	การปั๊มขึ้นรูปท่อ Bellows			และมีความคม, พนักงานลืม		ของท่อ 100 % และ	พนักงานประจำเครื่อง									
		Forming ทำให้ O-Ring					ทำตาม WI	และสุ่มตรวจโดย QC									

ภาพที่ 4-37 การวิเคราะห์ความล้มเหลวของกระบวนการผลิต (FMEA) ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production: FMEA) (ต่อ)

INABA (THAILAND) CO. LTD

การวิเคราะห์แนวโน้มข้อบกพร่องและผลกระทบ

(PROCESS FMEA)

ชื่อกระบวนการ	EGR PIPE	ผู้จัดทำเอกสาร	Mr.Anawat Bencharee	PFMEA Number	FMEA 11/08-002
ชื่อผลิตภัณฑ์	BELLOWS PIPE	ผู้อนุมัติ	Mr.Chawat Lamrakul	วันเดือน/ปี ที่เริ่มทำ PFMEA	24-Jun-2011
หมายเลขผลิตภัณฑ์	EGR PIPE @ 2.5 A (NMT-011-011)	วันเดือน/ปี ที่ได้รับการอนุมัติ	19-Aug-2011	วันเดือน/ปี ที่ทบทวน PFMEA	19-Nov-2011
ชื่อลูกค้า	YARNAPUND PUBLIC CO.,LTD.	คณะผู้จัดทำ	APQP TEAM	หน้า 4 ของ 4 หน้า	

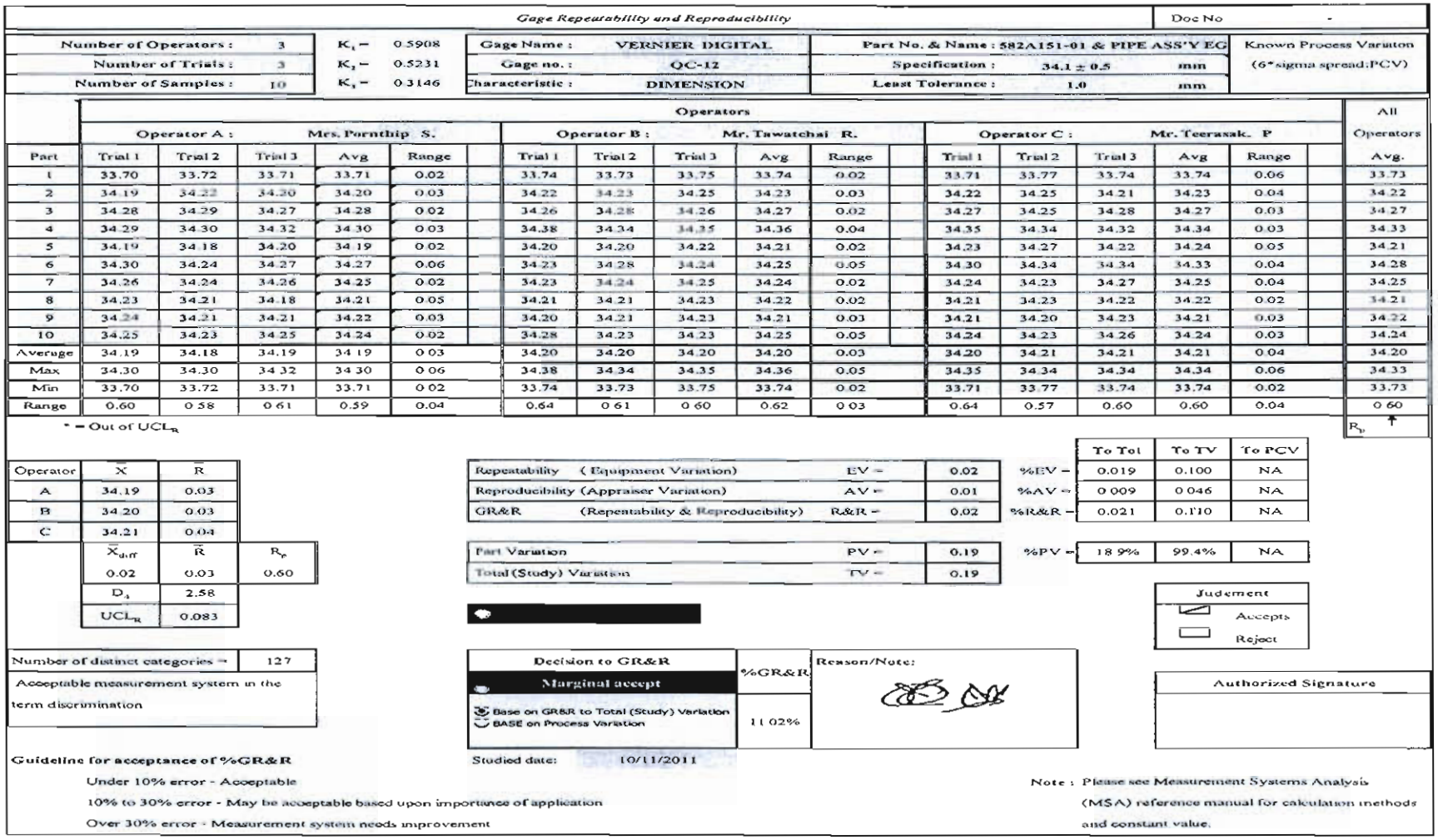
หน้าที่ของกระบวนการข้อกำหนด	แนวโน้มของข้อบกพร่อง	ผลกระทบของข้อบกพร่อง	S	O	สาเหตุของข้อบกพร่องที่คาดว่าจะเกิด	O	วิธีการป้องกันการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	วิธีการตรวจจับการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	D	RPN	แนวทางการปฏิบัติที่แสดงแนะ	ผู้รับผิดชอบและวันที่กำหนดให้แก้ไขเสร็จสิ้นตามเป้าหมาย	ผลการแก้ไข: การปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	S ev	O cc	D ee	RPN
8. Leak Test	8.1 ชิ้นงานรั่ว, แตก	- ใช้งานไม่ได้ ลูกค้า Claim	SC	6	- แนวรอยเชื่อมติดการ-	2	- ใช้ Jig Test น้ำ ในการ	- ตรวจสอบโดยพนักงาน	3	36							
& Rust Guard Oil		สิ้นเปลืองวัสดุดิบและเสีย			เสียหายในระหว่าง Process		ตรวจสอบการรั่วของท่อ	ประจำเครื่อง 100%									
		เวลาในการผลิต			การเชื่อมก่อนและการปั๊มขึ้น		และใช้สายตาตรวจสอบ										
					รูปท่อ		สภาพทั่วไป ต้องไม่มีรอย										
							รั่วหรือเสียหาย										
9. Final Inspection	9.1 ชิ้นงานไม่ได้ Spec และ	- ลูกค้า Claim	SC	6	- พบชิ้นงานที่ไม่ได้ Spec	2	- ใช้ Check Sheet ใน	- ตรวจโดยหน่วย	5	60							
	Appearance ที่กำหนดไว้ตาม	สิ้นเปลืองวัสดุดิบและเสีย-			หลุดรั่วมาจาก Process -		การเก็บที่การควบคุม	งาน QC									
	Drg. หลุดรอดส่งไปถึงลูกค้า	เวลาในการผลิต			การผลิตก่อนหน้า		ขณะตรวจชิ้นงานและ										
							ให้แยกสิ่งตรวจสอบของ										
							แผนก Q.C. ตรวจสอบตาม										
							Inspection Standard										
8. Packing	8.1 ชิ้นงานสกปรก		N	2	8.1 ไม่ทำความสะอาดก่อน-	1	8.1 ทำความสะอาดชิ้นงาน		8	16							
					บรรจุลงกล่อง		ทุกขั้นก่อนบรรจุลงกล่อง	ตรวจด้วยสายตา 100%									
		- ลูกค้า Claim						โดยพนักงานบรรจุกล่อง									
	8.2 ชิ้นงาน Model ที่นำประกอบ	- สิ้นเปลืองวัสดุดิบและ	N	5	8.2 Human Error จากการ	1	8.2 บรรจุและสุ่มจากใบ	(นับจำนวนให้ครบถ้วน	8	40							
	อยู่ในกล่องเดียวกัน	ระยะเวลาในการผลิต			จัดเรียง		Production Control Card	และตรวจดูความเรียบร้อย									
		- Re-Work ผลิตภัณฑ์						ลักษณะภายนอกก่อนการ									
	8.3 จำนวนบรรจุชิ้นงานไม่ครบ		N	3	8.3 Human Error จากการ	1	8.3 เพิ่มความระมัดระวัง	จัดเก็บทุกครั้ง)	8	24							
					นับจำนวน		ในการนับจำนวนบรรจุ										
9. Keep In Store	9.1 เก็บรักษางานผิดพลาด	9.1 ส่งผลให้เวลาทบส่งจะส่ง	N	5	9.1 Human Error ในการ	1	9.1 ใช้ป้ายบ่งชี้ตาม Model	9.1 ตรวจด้วยสายตา 100%	8	40							
	ที่แน่นอน	งานผิด Model ทำให้ Re-Work			จับเอาเวียวผิดรุ่นและ Model		- เพิ่ม พื้นที่ จัด	โดยพนักงานบรรจุกล่อง									
		ผลิตภัณฑ์			เนื่องจากพื้นที่จัดเก็บน้อย		- จัดระบบ FIFO										
		- ลูกค้า Claim					- แยกพื้นที่จัดเก็บตามชนิด										
							ของ Mat'L , Parts										
10. Delivery	-	-			-		-	-									

ภาพที่ 4-37 การวิเคราะห์ความล้มเหลวของกระบวนการผลิต (FMEA) ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production: FMEA) (ต่อ)

จากการปรับปรุง/ แก้ไข ขั้นตอนการเชื่อมขึ้นรูปท่อ (Pipe Forming & Welding) จากเดิม RPN มีค่าเท่ากับ 280 คะแนน ซึ่งมีการแก้ไข/ ป้องกัน ดังนี้ มีการทดลองปรับค่ากระแสไฟฟ้าของเครื่องเชื่อม TIG เพื่อหาค่าที่เหมาะสม และนำไปทดสอบดูว่าแนวเชื่อมแตกหรือไม่ เพื่อนำไปใช้เป็นมาตรฐานในการทำงานและให้พนักงานคุมเครื่องทำการตรวจสอบแนวเชื่อมของท่อทุก ๆ เส้น ถ้าพบแนวเชื่อมไม่ดีให้ทำการ Mark สีแดงที่บริเวณท่อ เพื่อให้รู้ว่าท่อไม่ดีและนำแนวเชื่อมที่ได้ไปทดสอบดูความแข็งแรงของแนวเชื่อม เพื่อป้องกันท่อรั่วและทำการสุ่มทดสอบแนวเชื่อมตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ 15 นาที 1 ครั้ง (1ชั่วโมง 4 ครั้ง) โดยนำไปทดสอบการรั่วกับเครื่อง Bellows Forming หรือ Hydro Forming M/C ซึ่งเครื่องสามารถตรวจสอบการรั่วของท่อได้ เพื่อช่วยทำให้ลดโอกาสที่ท่อจะแตกและรั่วลงได้ และมีการนำไปทดสอบกับเครื่องทดสอบรอยรั่ว (Leak Test) ทำให้ค่า RPN หลังจากมีการปรับปรุง/ แก้ไข มีค่าลดลงเท่ากับ 56 คะแนน ตามตารางข้อแนะนำสำหรับเกณฑ์การประเมิน FMEA ที่ 4-4, 4-5, 4-6 การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบที่เกิดขึ้นของกระบวนการผลิต (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA) (ในช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก: Mass Production) ดังแสดงในภาพที่ 4-37

8.4 การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis: MSA) ใช้เพื่อตรวจสอบหรือทดสอบความสามารถของพนักงานในการใช้เครื่องมือวัดและการตรวจสอบคุณลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นการรับประกันได้ว่าพนักงานมีความรู้และความสามารถในการทำงาน

8.4.1 ผลการทดสอบความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดของพนักงาน (Measuring Instrument Inspection Check) ดังแสดงในภาพที่ 4-38



Gage Repeatability and Reproducibility

Doc No -

Number of Operators :	3	K_1 =	0.5908	Gage Name :	VERNIER DIGITAL	Part No. & Name : 582A151-01 & PIPE ASS'Y EG
Number of Trials :	3	K_2 =	0.5231	Gage no. :	QC-12	Specification : 34.1 ± 0.5 mm
Number of Samples :	10	K_3 =	0.3146	Characteristic :	DIMENSION	Least Tolerance : 1.0 mm

Known Process Variation (6*sigma spread:PCV)

	Operators																All Operators
	Operator A : Mrs. Pornthip S.					Operator B : Mr. Tawatchai R.					Operator C : Mr. Teeraxak. P						
Part	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Avg	Range	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Avg	Range	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Avg	Range		Avg.
1	33.70	33.72	33.71	33.71	0.02	33.74	33.73	33.75	33.74	0.02	33.71	33.77	33.74	33.74	0.06		33.73
2	34.19	34.22	34.20	34.20	0.03	34.22	34.23	34.25	34.23	0.03	34.22	34.25	34.21	34.23	0.04		34.22
3	34.28	34.29	34.27	34.28	0.02	34.26	34.28	34.26	34.27	0.02	34.27	34.25	34.28	34.27	0.03		34.27
4	34.29	34.30	34.32	34.30	0.03	34.38	34.34	34.35	34.36	0.04	34.35	34.34	34.32	34.34	0.03		34.33
5	34.19	34.18	34.20	34.19	0.02	34.20	34.20	34.22	34.21	0.02	34.23	34.27	34.22	34.24	0.05		34.21
6	34.30	34.24	34.27	34.27	0.06	34.23	34.28	34.24	34.25	0.05	34.30	34.34	34.34	34.33	0.04		34.28
7	34.26	34.24	34.26	34.25	0.02	34.23	34.24	34.25	34.24	0.02	34.24	34.23	34.27	34.25	0.04		34.25
8	34.23	34.21	34.18	34.21	0.05	34.21	34.21	34.23	34.22	0.02	34.21	34.23	34.22	34.22	0.02		34.21
9	34.24	34.21	34.21	34.22	0.03	34.20	34.21	34.23	34.21	0.03	34.21	34.20	34.23	34.21	0.03		34.22
10	34.25	34.23	34.25	34.24	0.02	34.28	34.23	34.23	34.25	0.05	34.24	34.23	34.26	34.24	0.03		34.24
Average	34.19	34.18	34.19	34.19	0.03	34.20	34.20	34.20	34.20	0.03	34.20	34.21	34.21	34.21	0.04		34.20
Max	34.30	34.30	34.32	34.30	0.06	34.38	34.34	34.35	34.36	0.05	34.35	34.34	34.34	34.34	0.06		34.33
Min	33.70	33.72	33.71	33.71	0.02	33.74	33.73	33.75	33.74	0.02	33.71	33.77	33.74	33.74	0.02		33.73
Range	0.60	0.58	0.61	0.59	0.04	0.64	0.61	0.60	0.62	0.03	0.64	0.57	0.60	0.60	0.04		0.60
																R_p ↑	

* = Out of UCL_R

Operator	$\bar{X}$	$\bar{R}$
A	34.19	0.03
B	34.20	0.03
C	34.21	0.04

$\bar{X}_{diff}$	$\bar{R}$	R_p
0.02	0.03	0.60
D_4	2.58	
UCL_R	0.083	

			To Tol	To TV	To PCV
Repeatability (Equipment Variation)	EV =	0.02	%EV =	0.019	0.100	NA
Reproducibility (Appraiser Variation)	AV =	0.01	%AV =	0.009	0.046	NA
GR&R (Repeatability & Reproducibility)	R&R =	0.02	%R&R =	0.021	0.110	NA
Part Variation	PV =	0.19	%PV =	18.9%	99.4%	NA
Total (Study) Variation	TV =	0.19				

[redacted]

Judgement: Accepts / Reject

Number of distinct categories =	127
Acceptable measurement system in the term discrimination	

Decision to GR&R	%GR&R
Marginal accept	
Base on GR&R to Total (Study) Variation / BASE on Process Variation	11.02%

Reason/Note:

Authorized Signature

Studied date: 10/11/2011

Guideline for acceptance of %GR&R

Under 10% error - Acceptable

10% to 30% error - May be acceptable based upon importance of application

Over 30% error - Measurement system needs improvement

Note : Please see Measurement Systems Analysis (MSA) reference manual for calculation methods and constant value.

ภาพที่ 4-38 ผลการทดสอบความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดของพนักงาน (MSA)

8.4.2 ผลการทดสอบคุณลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์ (Appearance Check, Attribute)

ผลการทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ (Appearance Check,Attribute)

PART NAME : EGR PIPE (Ø25.4 x 220L x 5N) PART NO : 1582A151-01 (MMT-031-01) DATE : 10-11-11

INSPECTION ITEM : Appearance Check (Burr,Deform,Other) TOOLING CHECK : Visual Check

สิ่งตัวอย่างที่	คุณภาพงานแท้จริง	MR. PIYAWAT		MRS. PRONTHIP		MR. PRAJUAB	
		1	2	1	2	1	2
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
11	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
21	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
22	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
23	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
24	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
25	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
26	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
27	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
28	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
29	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
30	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
31	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
32	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
33	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
34	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
35	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
36	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
37	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
38	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
39	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
40	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
41	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
42	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
43	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
44	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
45	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
46	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
47	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
48	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
49	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
50	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
51	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
52	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
53	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
54	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
55	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
56	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
57	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
58	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
59	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
60	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
61	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
62	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
63	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
64	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
65	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
66	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
67	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
68	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
69	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
70	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
71	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
72	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

ภาพที่ 4-39 ผลการทดสอบคุณลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์ (MSA)

ผลการทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ (Appearance Check,Attribute)

PART NAME : EGR PIPE (Ø25.4 x 220L x 5N) PART NO : 1582A151-01 (MMT-031-01) DATE : 10-11-11

INSPECTION ITEM : Appearance Check (Burr,Deform,Other) TOOLING CHECK : Visual Check

สิ่งตัวอย่างที่	คุณภาพงาน (แท้จริง)	MR. PIYAWAT		MRS. PRONTHIP		MR. PRAJUAB	
		1	2	1	2	1	2
*1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
*4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
*5	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
*6	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
**	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
*8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
*9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
80	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
81	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
82	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
83	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
84	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
85	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
86	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
87	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
88	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
89	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
90	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
91	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
92	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
93	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
94	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
95	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
96	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
97	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
98	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
99	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
100	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

ผลการตัดสิน

ผู้ตรวจคนที่ 1		ผู้ตรวจคนที่ 2		ผู้ตรวจคนที่ 3	
■	ผ่าน	■	ผ่าน	■	ผ่าน
□	ไม่ผ่าน	□	ไม่ผ่าน	□	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ

1) นำชิ้นงานที่เป็นมาตรฐานในการตรวจสอบลักษณะ ภายนอกออกชิ้นงาน (Appearance Check) ให้ผู้ทดสอบดูเป็นตัวอย่าง จำนวน 10 ชิ้น
2) นำชิ้นงานระดับชิ้นงานที่จะทำการตรวจสอบ ใส่ถาดหรือเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ไว้
3) ให้ผู้ทดสอบที่ในส่วนของ Production และ QC มาทำการทดสอบ โดยเลือกคนที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องในการตรวจสอบคุณภาพออกชิ้นงาน
4) ถ้าไม่ผ่านการทดสอบ ให้ทำการปรับแก้ไขใหม่และอ้างอิง Limit Sample ให้ผู้ทดสอบได้ตรวจสอบ
5) ถ้าผ่าน ให้บันทึกผล ลงใน Skill Chart และทำการทดสอบซ้ำทุก 6 เดือน หรือ 1 ปี เพื่อทบทวนความสามารถ
6) จำนวนที่ใช้ในการทดสอบ 100 ชิ้น เนื่องจากใช้เวลาในการทดสอบนานและค่าแรงบุคลากรในการตรวจสอบเป็นเวลา 30 นาที

REPORTED BY.	APPROVED BY.
MR. NIRUT	MR. ANAWAT

ภาพที่ 4-39 ผลการทดสอบคุณลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์ (MSA) (ต่อ)

8.5 ส่วนบันทึก (Check Sheet) หรือเอกสาร เช่น วิธีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Standard) และคู่มือการปฏิบัติงานและเอกสารอื่น ๆ จะใช้เหมือนกับการผลิตช่วงเริ่มต้นการผลิต (Pre-Launch)

9. จัดทำเอกสาร PPAP ส่งให้ลูกค้า (1 สัปดาห์)

ตารางที่ 4-20 จัดทำเอกสาร PPAP ส่งให้ลูกค้า (ติดตามผลการทำงาน)

ลำดับที่	W1						
	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							

รายละเอียด

1. รวบรวมและจัดทำเอกสารประกอบใน PPAP ทั้งหมด (5 วัน)
2. จัดส่งเอกสาร PPAP ให้ลูกค้า (2 วัน)

ผลลัพธ์จากการทำงาน

จากการทำงานพบว่าเป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้ ดังแสดงในตารางที่ 4-20 และมีรายละเอียดในการทำงานดังต่อไปนี้

ทบทวนและจัดทำเอกสาร PPAP ส่งให้ลูกค้า หลังจากที่มีการจัดทำการผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าใหม่ (New Model) "โครงการการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N" เสร็จสิ้นทุกขั้นตอนแล้ว ให้จัดทำเอกสารกระบวนการขออนุมัติชิ้นส่วนการผลิต (Production Part Approval Process: PPAP Document) ทำการจัดส่งให้ลูกค้าอนุมัติใช้งาน ซึ่งจะประกอบไปด้วยเอกสารดังต่อไปนี้ (ซึ่งมีรายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก)

9.1 การวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (APQP Plan)

9.2 แผนผังโครงสร้างองค์กร (Organization Chart)

9.3 แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต (Process Flow Chart)

9.4 แผนควบคุมกระบวนการทำงาน (Control Plan: QC Process Control Plan)

9.5 การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบที่เกิดขึ้นของกระบวนการผลิต (FMEA)

9.6 การควบคุมกระบวนการทางสถิติค่า Cpk ≥ 1.33 (กรณีที่ลูกค้าร้องขอ: SPC)

9.7 การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis: MSA)

9.8 การรับรองการยอมรับชิ้นส่วนในการผลิต (Part Submission Warrant: PSW)

9.9 วิธีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Standard)

9.10 วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์ (Packing Standard)

9.11 ใบรับรองคุณสมบัติของวัตถุดิบ (Mill Sheet: Material Certificate)

9.12 แบบผลิตภัณฑ์หรือสินค้าของลูกค้า (Drawing)

9.13 แบบผลิตภัณฑ์หรือสินค้าของบริษัท ฯ กรณีศึกษา (Drawing)

9.14 การตรวจสอบขนาด ทุก ๆ จุดที่อยู่ในแบบสินค้า (Lay Out Inspection)

9.15 รายชื่อของผู้ผลิตที่ต้องการจะติดต่อ (Supplier Contact List)

9.16 ผลการทดสอบคุณสมบัติของวัตถุดิบ (Material Test Report)

9.17 บันทึกผลการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Data) หรือเอกสารอื่น ๆ เป็นต้น

10. ปิดโครงการ (Sign Off) (2 สัปดาห์)

ตารางที่ 4-21 ปิดโครงการ (Sign Off) (ติดตามผลการทำงาน)

ลำดับ	W1							W2						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1														
2														

รายละเอียด

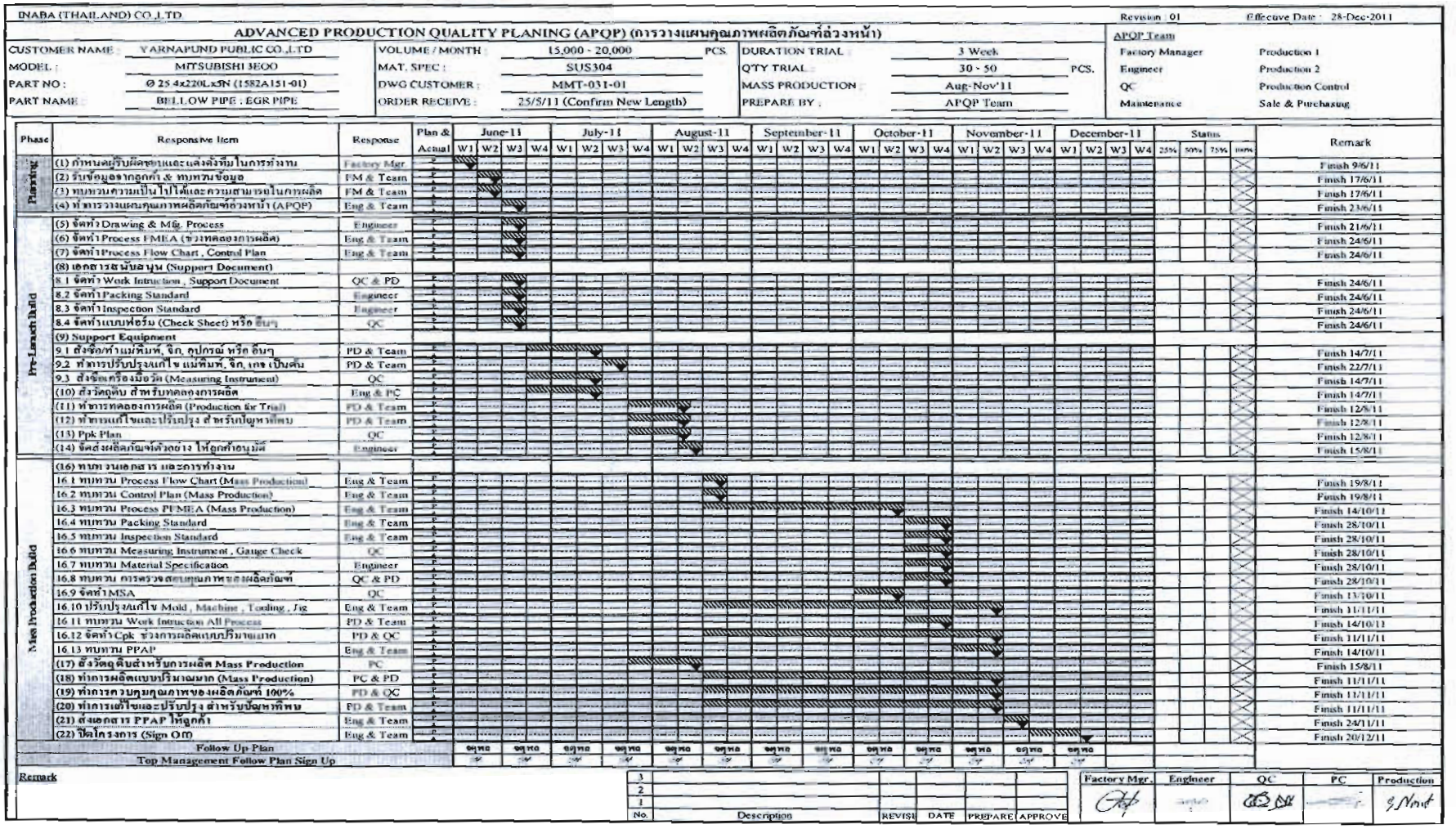
1. รอลูกค้าทำการพิจารณาอนุมัติ (โดยปกติทางลูกค้าจะมีระยะเวลาในการพิจารณาอนุมัติประมาณ 1-2 สัปดาห์) (2 สัปดาห์)

2. ทีมงานทำการปิดโครงการ หลังจากที่ลูกค้าอนุมัติเสร็จเรียบร้อยแล้ว (2 วัน)

ผลลัพธ์จากการทำงาน

จากการทำงานพบว่าไม่เป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้ โดยรอลูกค้าทำการพิจารณาอนุมัติใช้เวลา 2 สัปดาห์ แต่ในช่วงที่รอลูกค้าทำการพิจารณาอนุมัติ บางครั้งไม่สามารถกำหนดระยะเวลาจากลูกค้าได้ แต่โดยปกติแล้วจะใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์

ทำการสรุปผลการดำเนินงานทั้งหมด หลังจากที่ลูกค้าทำการอนุมัติเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทีมทำงานจึงได้ทำการปิดโครงการ "การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949 สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N" ในแบบฟอร์มการวางแผนการผลิต (APQP Plan) (ปิดโครงการ: Sign Off Project) ดังแสดงในภาพที่ 4-40



ภาพที่ 4-40 การวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (APQP Plan: Mass Product)

สรุปผลการทำงาน

จากผลการทำงานในช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production) ตั้งแต่เดือน กันยายน 2554 ถึง เดือน พฤศจิกายน 2554 จะมีการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุกชิ้น (100%) พบว่าในช่วงเวลาดังกล่าวไม่มีการร้องเรียนจากลูกค้าในด้านคุณภาพและมีการควบคุมดัชนีวัดผลขีดความสามารถของกระบวนการผลิต (Process Capability Index: Cpk) จากการเก็บข้อมูลพบว่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ (มาตรฐานค่า Cpk $\geq$ 1.33) เพื่อรับประกันว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม ซึ่งเป็นการรับประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์และทำให้ลูกค้ามั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่นำไปใช้งานมีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังแสดงในตารางที่ 4-14

จากการควบคุมของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ในช่วงเดือน กันยายน – พฤศจิกายน 2554 พบว่าเปอร์เซ็นต์ของเสีย (%NG) ของกระบวนการ Pipe Forming & Cutting ฃและ Bellows Forming มีค่าไม่เกิน 1.5% และผลรวมทั้งหมดมีค่าไม่เกิน 3.0% ทำให้บรรลุผลตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ (ซึ่งทางบริษัท ฯ กรณีศึกษาจะมีการปรับปรุงพัฒนาและลดเป้าหมายของเสียในการผลิตลงอย่างต่อเนื่อง) ดังแสดงในตารางที่ 4-18

จากการวางแผนและควบคุมระยะเวลาของโครงการ "การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949 สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N" พบว่าการดำเนินงานสำเร็จลุล่วงเป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้ ดังแสดงในภาพที่ 4-40

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาโครงการ "การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949 สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N" ซึ่งลูกค้าต้องการให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โตยจะต้องได้รับรองมาตรฐานระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 เป็นอย่างน้อย ส่วนการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) เป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนดจากลูกค้าหรือทำตามระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 การทำงานสามารถแยกได้เป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949 จะเป็นการกำหนดรูปแบบขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงานเพื่อนำไปสู่การนำไปปฏิบัติงานสำหรับผลิตภัณฑ์รุ่นหรือชนิดต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้

ส่วนที่ 2 กรณีศึกษาสำหรับผลิตภัณฑ์ ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N

สรุปผลการดำเนินงาน

เพื่อให้ชัดเจนถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับปรุง ดังกล่าวมาจากข้อมูลที่ได้ข้างต้นทาง ผู้วิจัยจึงขอทำการสรุป ผลเป็นข้อ ๆ ดังต่อไปนี้

1. การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949

1.1 จากผลการศึกษาพบว่าการวางแผนระยะเวลาในการจัดทำโครงการ "การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) จากเดิมก่อนได้รับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 ใช้เวลาในการทำงาน 28 สัปดาห์ และหลังจากบริษัท ฯ กรณีศึกษาจัดทำและได้รับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 ทำให้ใช้เวลาในการทำงานเพียง 25 สัปดาห์และได้นำผลที่ได้จากการออกแบบ ไปทดลองใช้กับผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N พบว่าสามารถทำงานได้ตามแผนที่กำหนดไว้คือ 25 สัปดาห์ ทำให้สามารถลดการทำงานลงได้ 3 สัปดาห์ (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลง 10.71%)

1.2 การเปรียบเทียบการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ก่อนได้การรับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 มีขั้นตอนการทำงานทั้งหมด 5 ขั้นตอน หลังจาก บริษัท ฯ กรณีศึกษาได้รับการระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 มีขั้นตอนการทำงานทั้งหมด 10 ขั้นตอน ซึ่งตรงตามความต้องการของลูกค้าและระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949

ตารางที่ 5-1 การเปรียบเทียบการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ก่อนและหลัง ได้การรับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949

การผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ก่อนได้การรับรองระบบ ISO/ TS 16949	การผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) หลังได้การรับรองระบบ ISO/ TS 16949
1. กำหนดผู้รับผิดชอบในการทำงานและแต่งตั้งทีมทำงานผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) โดยมาจากแต่ละหน่วยงาน	1. กำหนดผู้รับผิดชอบในการทำงานและแต่งตั้งทีมทำงานผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) โดยมาจากแต่ละหน่วยงาน
	2. มีการทบทวนความพร้อมและความสามารถในการทำงาน เช่น บุคคลากร, เครื่องจักร, วัตถุดิบ, อุปกรณ์และแม่พิมพ์เป็นต้น เพียงพอ หรือ ไม่
2. มีกิจกรรมการวางแผนผลิตและติดตามผลการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model)	3. มีการจัดทำกิจกรรมการวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้าช่วงเริ่มต้นการผลิต (APQP Plan: Pre-Launch)
	4. จัดทำเอกสารประกอบการทำงานช่วงเริ่มต้นการผลิต เช่น วิธีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Standard), วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์ (Packing Standard), Control Plan, การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบกระบวนการผลิต (FMEA), Process Flow Chart, คู่มือการปฏิบัติงานช่วงเริ่มต้นการผลิต (Work Instruction) เป็นต้น
3. ทำการสั่งซื้อ/ ทำ อุปกรณ์, แม่พิมพ์, จิ๊ก, วัตถุดิบ, เครื่องจักร, เครื่องมือวัด และอื่น ๆ	5. ทำการสั่งซื้อ/ ทำ อุปกรณ์, แม่พิมพ์, จิ๊ก, วัตถุดิบ, เครื่องจักร, เครื่องมือวัด และอื่น ๆ
4. ทำการทดลองการผลิต, จัดทำเอกสารประกอบการทำงานและจัดส่งผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product) ให้ลูกค้าทำการอนุมัติใช้งาน	6. ทำการทดลองการผลิตและจัดส่งผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product) ให้ลูกค้าทำการอนุมัติ

ตารางที่ 5-11 การเปรียบเทียบการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ก่อนและหลัง ได้การรับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 (ต่อ)

การผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ก่อนได้การรับรองระบบ ISO/ TS 16949	การผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) หลังได้การรับรองระบบ ISO/ TS 16949
5. ทำการผลิตแบบปริมาณมาก	7. ทำการผลิตแบบปริมาณมากและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงทำการปรับปรุง/ แก้ไขกระบวนการทำงานและนำสถิติมาใช้ในการทำงาน
	8. มีการจัดทำเอกสารประกอบการทำงาน ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก
	9. จัดทำเอกสาร PPAP ส่งให้ลูกค้า
	10. ปิดโครงการ (Sign Off)

1.3 ผลลัพธ์จากการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) หลังจากที่ได้รับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 5-2 ผลลัพธ์การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) หลังได้การรับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949

การผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) หลังได้การรับรองระบบ ISO/TS 16949	ผลลัพธ์จากการทำงาน
1. กำหนดผู้รับผิดชอบในการทำงานและแต่งตั้งทีมทำงานผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) โดยมาจากแต่ละหน่วยงาน (ข้อกำหนดที่ 7.3.1.1 เรื่อง การมุ่งใช้แนวความคิดจากหลายฝ่าย)	1. กำหนดให้ Engineer เป็นผู้รับผิดชอบในการทำงานและติดตามผลการทำงาน รวมไปถึงแต่งตั้งทีมทำงานโดยมีตัวแทนที่มาจากแต่ละหน่วยงาน ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถและสามารถตัดสินใจได้
2. มีการทบทวนความพร้อมและความสามารถในการทำงาน เช่น บุคคลากร, เครื่องจักร, วัตถุดิบ, อุปกรณ์และแม่พิมพ์เป็นต้น เพียงพอ หรือไม่ (ข้อกำหนดที่ 7.2.2.2 เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตขององค์กร), (7.3.1.1 เรื่อง การมุ่งใช้แนวความคิดจากหลายฝ่าย)	2. ใบรายงานการศึกษาความเป็นไปได้และทบทวนความสามารถในการผลิต (Feasibility New Model) ว่าสามารถทำการผลิตงานได้หรือไม่

ตารางที่ 5-2 ผลลัพธ์การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) หลังได้การรับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/TS 16949 (ต่อ)

การผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) หลังได้การรับรองระบบ ISO/TS 16949	ผลลัพธ์จากการทำงาน
3. จัดทำเอกสารประกอบการทำงานช่วงเริ่มต้นการผลิต (Pre-Launch) เช่น วิธีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Standard), วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์ (Packing Standard), แผนควบคุมกระบวนการผลิต (Control Plan), การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบกระบวนการผลิต (FMEA), แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต (Process Flow Chart), คู่มือการปฏิบัติงานช่วงเริ่มต้นการผลิต (Work Instruction) เป็นต้น (ข้อกำหนดที่ 7.5.1.1 เรื่อง แผนควบคุม: Control Plan) , (7.3.1 เรื่อง การออกแบบและการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือสินค้า), (7.3.1.1 เรื่อง การมุ่งใช้แนวความคิดจากหลายฝ่าย)	3. มาตรฐานการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Standard), วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์ (Packing Standard), Drawing ลูกค้า, Drawing บริษัท, แผนควบคุมกระบวนการผลิต (Control Plan), แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต (Process Flow Chart), ดัชนีวัดผลสมรรถนะของกระบวนการผลิต (Ppk), การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบกระบวนการผลิต (FMEA), การวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (APQP Plan), ใบตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Data), คู่มือการปฏิบัติงาน (Work Instruction) ช่วงเริ่มต้นการผลิต (Pre-Launch)
4. มีกิจกรรมการวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้าช่วงเริ่มต้นการผลิต (APQP Plan: Pre-Launch) (ข้อกำหนดที่ 7.1 เรื่อง การวางแผนกระบวนการทำให้เกิดผลิตภัณฑ์)	4. แผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้าช่วงเริ่มต้นการผลิต (APQP Plan) ของการทำงานการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ตั้งแต่รับคำสั่งซื้อจากลูกค้าจนถึงส่งผลิตภัณฑ์และเอกสารให้ลูกค้า กระบวนการขออนุมัติชิ้นส่วนการผลิต (Production Part Approval Process: PPAP)
5. ทำการสั่งซื้อ/ ทำ อุปกรณ์, แม่พิมพ์, จิ๊ก, วัตถุดิบ, เครื่องจักร, เครื่องมือวัด และอื่น ๆ	5. การได้รับ อุปกรณ์, แม่พิมพ์, จิ๊ก, เครื่องจักรวัตถุดิบ, เครื่องมือวัด และอื่น ๆ ที่ได้สั่งซื้อ/ ทำไว้
6. ทำการทดลองการผลิตและจัดส่งผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product) ให้ลูกค้าทำการอนุมัติ (ข้อกำหนดที่ 7.3.1.1 เรื่อง การมุ่งใช้แนวความคิดจากหลายฝ่าย), (7.3.3.1 เรื่อง ผลลัพธ์ที่ได้จากการออกแบบผลิตภัณฑ์)	6. ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง (Sample Product), ใบตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ช่วงเริ่มต้นกระบวนการผลิต (Inspection Data), ใบแจ้งการอนุมัติให้ใช้งานจากลูกค้า (ถ้ามี)

ตารางที่ 5-2 ผลลัพธ์การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) หลังได้การรับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/TS 16949 (ต่อ)

การผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) หลังได้การรับรองระบบ ISO/TS 16949	ผลลัพธ์จากการทำงาน
7. ทำการผลิตแบบปริมาณมากและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ 3 เดือน แรกของการผลิต รวมไปถึงการปรับปรุง/ แก้ไข กระบวนการทำงานและนำสถิติมาใช้ในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น MSA, FMEA, SPC, QC 7 Tools เป็นต้น (ข้อกำหนดที่ 8.2.3.1 เรื่อง การเฝ้าติดตามและวัดกระบวนการผลิต), (8.1.1 เรื่อง การระบุการใช้เครื่องมือทางสถิติ), (8.1.2 เรื่อง ความรู้ในหลักการทางสถิติเบื้องต้น), (7.3.1.1 เรื่อง การมุ่งใช้แนวความคิดจากหลายฝ่าย), (7.3.3.1 เรื่อง ผลลัพธ์ที่ได้จากการออกแบบผลิตภัณฑ์)	7. ผลิตภัณฑ์ (Product), ดัชนีวัดผลชี้ความสามารถของกระบวนการผลิตช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Cpk), การควบคุมส่วนสูญเสียและของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต (Control Loss & NG), การควบคุมการร้องเรียนจากลูกค้า (Customer Claim), การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ 3 เดือนของการผลิตแบบปริมาณมาก, การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (SPC), การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบกระบวนการผลิต (FMEA), เครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 ชนิด (QC 7 Tools) เป็นต้น
8. มีการจัดทำเอกสารประกอบการทำงาน (ข้อกำหนดที่ 7.6.1 เรื่อง การวิเคราะห์ระบบการวัด: MSA), (ข้อกำหนดที่ 7.5.1.2 เรื่อง เอกสารวิธีการปฏิบัติงาน: WI), (ข้อกำหนดที่ 7.5.1.1 เรื่อง แผนควบคุม: Control Plan)	8. Drawing ลูกค้า, Drawing บริษัท, Inspection Standard, Packing Standard, Control Plan, Process Flow Chart, ข้อมูล Cpk , FMEA, คุณภาพของผลิตภัณฑ์ช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Inspection Data), คู่มือการปฏิบัติงานช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Work Instruction), การวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA), กระบวนการขออนุมัติชิ้นส่วนการผลิต (PPAP)
9. ทบทวนและจัดทำเอกสาร PPAP ส่งให้ลูกค้า (ข้อกำหนดที่ 7.3.6.3 เรื่อง กระบวนการอนุมัติผลิตภัณฑ์: PPAP), (ข้อกำหนดที่ 8.2.4.1 เรื่อง การตรวจสอบทุกมิติและการทวนสอบการทำงาน: Layout Inspection and Functional Testing), (ข้อกำหนดที่ 7.6.1 เรื่อง การวิเคราะห์ระบบการวัด: MSA), (ข้อกำหนดที่ 7.5.1.2 เรื่อง เอกสารวิธีการปฏิบัติงาน: WI), (ข้อกำหนดที่ 7.5.1.1 เรื่อง แผนควบคุม: Control Plan)	9. กระบวนการขออนุมัติชิ้นส่วนการผลิต (PPAP), การรับรองการยอมรับชิ้นส่วนในการผลิต (PSW), Drawing ลูกค้า, Drawing บริษัท, วิธีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Standard), วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์ (Packing Standard), แผนควบคุมกระบวนการผลิต (Control Plan), แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต (Process Flow Chart), ดัชนีชี้วัดชี้ความสามารถของกระบวนการผลิต (Cpk), การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบกระบวนการผลิต (FMEA), การวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (APQP), การวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA), ใบตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Inspection Data), การตรวจสอบขนาด (Specification) ทุก ๆ จุดที่อยู่ในแบบสินค้า (Lay Out Inspection), ใบรับรองคุณสมบัติของวัตถุดิบ (Mill Sheet Material Certificate), ผลการทดสอบ คุณสมบัติของวัตถุดิบ (Material Test Report), ผังโครงสร้างองค์กร (Organization Chart), รายชื่อของผู้ผลิตที่ต้องการจะติดต่อ (Supplier Contact List)
10. ปิดโครงการ (Sign Off) (ข้อกำหนดที่ 7.2.2.2 เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตขององค์กร)	10. ใบรายงานการศึกษาความเป็นไปได้และทบทวนความสามารถในการผลิต (Feasibility New Model), การวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (APQP Plan)

2. **กรณีศึกษาสำหรับผลิตภัณฑ์ ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N** ซึ่งมีรายละเอียด ดังแสดงในตารางที่ 5-1

2.1 สามารถลดขั้นตอนการผลิต (Process Flow Chart) จากเดิม 7 ขั้นตอน (ในช่วงเริ่มต้นการผลิต) เหลือเพียง 5 ขั้นตอน (ในช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก) ทำให้สามารถลดกระบวนการผลิตลงได้ 2 ขั้นตอน สำหรับผลิตภัณฑ์ ท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N

2.2 จำนวนพนักงานที่ใช้ในการผลิตลดลงจากเดิม 7 คน ลดลงเหลือเพียง 5 คน ทำให้สามารถลดจำนวนพนักงานในการทำงานลงได้ 2 คน

2.3 มีการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตและปรับเปลี่ยนเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตจากเดิม 7 เครื่อง ลดลงเหลือเพียง 5 เครื่อง ทำให้สามารถลดเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตลงได้ 2 เครื่อง

2.4 เวลาที่ใช้ในการผลิตลดลงจากเดิมใช้เวลา 690 วินาที ลดลงเหลือเพียง 250 วินาที ทำให้สามารถลดเวลาที่ใช้ในการผลิตลง 440 วินาที (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลง 63.77%)

2.5 ปริมาณการผลิตที่ทำได้ในกระบวนการ Pipe Forming & Cutting จากเดิมทำได้ 700 ชิ้น/ วัน เพิ่มขึ้นเป็น 900 ชิ้น/วัน ทำให้ได้ปริมาณงานเพิ่มขึ้น 200 ชิ้น/วัน (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้น 28.57%)

2.6 การควบคุมของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต บริษัท ฯ กรณีศึกษา กำหนดเป้าหมายการควบคุมของเสียรวมจะต้องไม่เกิน 3.0% (%NG) โดยแยกเป็นเป้าหมายของกระบวนการ Pipe Forming & Cutting ของเสียจะต้องไม่เกิน 1.5%, กระบวนการ Bellows Forming ของเสียจะต้องไม่เกิน 1.5% จากการดำเนินงานพบว่าของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้ และจะทำการปรับเพิ่มเป้าหมายให้เพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี เพื่อทำการปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

2.7 การร้องเรียนหรือขอแลกเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ (Complain and Claim) จากลูกค้าเป็นการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ในช่วงการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production) ตั้งแต่เดือนกันยายน - พฤศจิกายน 2554 พบว่าไม่มีการร้องเรียนหรือขอแลกเปลี่ยนผลิตภัณฑ์จากลูกค้า

2.8 การลดปริมาณส่วนสูญเสีย (Scrap) ที่เกิดจากกระบวนการตัดท่อตามขนาดที่ต้องการ (Pipe Cutting to Size) โดยในระยะเวลา 1 ปี สามารถลดลงได้ 300 Kg. หรือ คิดเป็นจำนวนเงิน 46,200 บาท (1 วัน ลดลง 1 Kg.; 1 เดือน ทำงาน 25 วัน = 25 Kg.; 1 ปี ลดลง 300 Kg.; ราคาวัตถุดิบ (Stainless Steel) 1 Kg. = 154 บาท)

ตารางที่ 5-3 การเปรียบเทียบผลการทำงานการ ก่อนและหลังการปรับปรุง

รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	หมายเหตุ
1. ระยะเวลาในการจัดทำโครงการ การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N	28 สัปดาห์	25 สัปดาห์	เวลาลดลง 3 สัปดาห์ (คิดเป็นเปอร์เซ็นที่ลดลง 10.71%)
2. จำนวนขั้นตอนหรือกระบวนการผลิต	7 ขั้นตอน	5 ขั้นตอน	จำนวนกระบวนการผลิตลดลง 2 ขั้นตอน
3. จำนวนพนักงานที่ใช้ในการทำงาน	7 คน	5 คน	พนักงานลดลง 2 คน
4. จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในการทำงาน	7 เครื่อง	5 เครื่อง	เครื่องจักรลดลง 2 เครื่อง
5. เวลาที่ใช้ในการทำงาน	690 วินาที	250 วินาที	เวลาลดลง 440 วินาที (คิดเป็น %ที่ลดลง 63.77%)
6. ปริมาณงานที่ทำได้			
- Pipe Forming & Cutting	700 ชิ้น	900 ชิ้น	ปริมาณงานเพิ่มขึ้น 200 ชิ้น (คิดเป็น %ที่เพิ่มขึ้น 28.57%)
- Pipe Chamfer	700 ชิ้น	700 ชิ้น	-
- Bellows Forming	700 ชิ้น	700 ชิ้น	-
- Leak Test	1,400 ชิ้น	1,400 ชิ้น	-
7. ปริมาณงานส่วนสูญเสีย (Scrap) ของ Pipe Cutting to Size (1 เส้น 30 mm; 1 วัน 70 เส้น; 2,100 mm) (1 mm. = 0.48 g; 2,100 x 0.48 = 1.0 Kg)	-	2,100 mm. (1 Kg.)	ปริมาณงานส่วนสูญเสีย (Scrap) ลดลง 2,100 mm. (1 Kg.) (ถ้าผลิตงาน 25 วัน จะทำให้ลดได้ 25 Kg.
8. การควบคุมของเสีย (NG) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เป้าหมายการควบคุมของเสียรวมจะต้องไม่เกิน 3.0%	3.0%	1.77%, 1.82%, 1.14%	(ของเสียเดือน กันยายน 2554: 1.77%, ตุลาคม 2554: 1.82%, พฤศจิกายน 2554: 1.14%) เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

อภิปรายผลการดำเนินงาน

ระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS16949 เป็นระบบการทำงานที่ดีที่สุดในขณะนี้ สำหรับผู้ประกอบกิจการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ที่ได้รับความนิยมจากผู้ประกอบการทั้งภายในและภายนอกประเทศ ซึ่งมุ่งเน้นการทำงานเป็นไปตามระบบหรือข้อกำหนดที่กำหนดไว้ โดยมีสถาบันที่ตรวจและให้การรับรองระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949 หรือที่คนในวงการเรียกกันสั้น ๆ ว่า "CB" (Certification Body) เป็นผู้ตรวจประเมินผลการทำงาน โดยจะมีการสุ่มตรวจติดตามผลการทำงานปีละ 1-2 ครั้ง (ขึ้นอยู่กับแต่ละบริษัท) และทุก ๆ 3 ปี จะมีการตรวจประเมินใหม่ทั้งระบบ จึงเป็นการรับประกันได้ว่า บริษัท ฯ กรณีศึกษามีการทำงานที่เป็นไปตามระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS16949 และในแต่ละปีจะมีลูกค้าเข้ามาทำการตรวจสอบการทำงานของบริษัท ฯ กรณีศึกษา เพื่อตรวจติดตามว่ายังคงรักษามาตรฐานการทำงานตามที่ลูกค้ากำหนดอยู่หรือไม่หรือทำตามระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS16949 อยู่หรือไม่ แต่ในทางปฏิบัตินั้นอาจจะมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ทำให้โครงการ "การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ ISO/ TS 16949 สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N" ทำงานได้ไม่เต็มที่เพราะว่ามีเหตุผลดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลที่ได้รับมาจากลูกค้ามีข้อมูลและรายละเอียดไม่เพียงพอในการทำงาน เช่น รายละเอียดในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์, ค่าพิกัดความเผื่อ (Tolerance) ที่อยู่ใน Drawing บางจุดไม่ชัดเจน, รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ ที่ใช้ในการทำงานมีไม่ครบ เป็นต้น

2. ระยะเวลาในการทำโครงการ "การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N" พบปัญหาจากการวางแผนผลิตที่กำหนดไว้ บางครั้งมีงานเร่งด่วนทำให้การทำงานต้องเลื่อนออกไป เนื่องจากเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตไม่ว่าง

3. ระยะเวลาในการสั่งซื้อ/ ทำ อุปกรณ์, เครื่องมือ (Tooling) , จิ๊ก (Jig Fixture), แม่พิมพ์ (Mold) และอื่น ๆ สำหรับใช้ในการทำการทดลองผลิตและการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Production) มีระยะเวลาในการสั่ง 3 สัปดาห์ และซ่อมแซมแก้ไข มีระยะเวลาในการสั่ง 1 สัปดาห์ ทำให้การควบคุมผู้ผลิตที่จะให้จัดส่งตามระยะเวลาที่กำหนด ค่อนข้างยากลำบาก เนื่องจากการผลิต/ ทำแม่พิมพ์ (Mold) หรือ เครื่องมือ (Tooling) บางชนิดมีความยากในการผลิต/ ทำ จึงทำให้ระยะเวลาในการทำงานเลื่อนออกไป

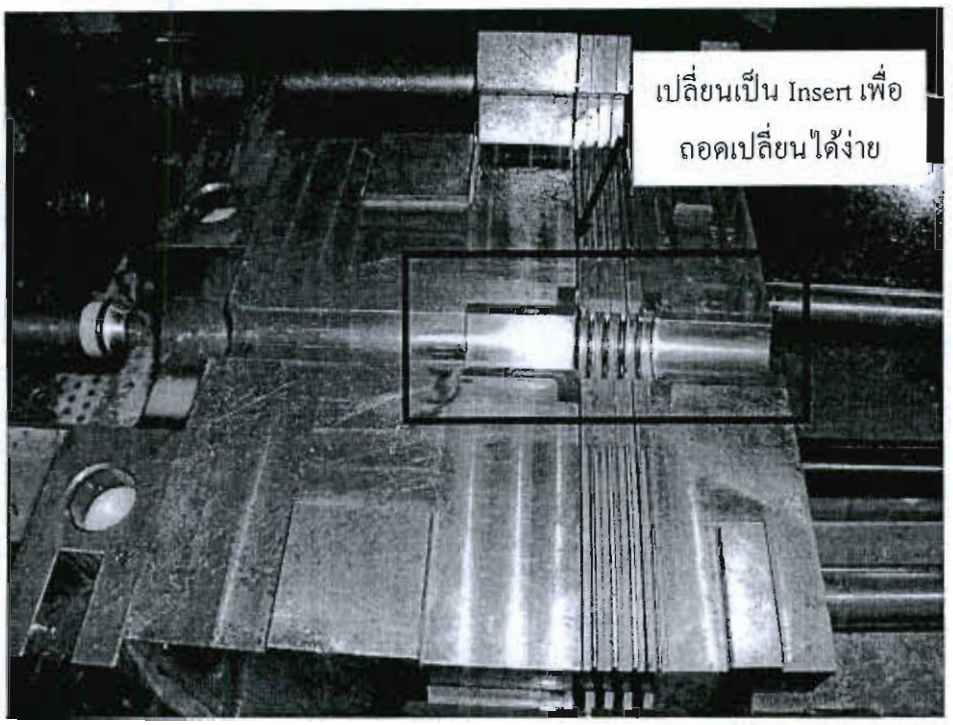
4. ความสามารถในการทำงาน (Skill) ของพนักงานยังมีไม่เพียงพอ เนื่องจากเป็นงานที่ยังไม่เคยทำมาก่อนจึงขาดทักษะในการทำงาน ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการทำงานและทำการฝึกอบรมจากวิทยากรทั้งภายในและภายนอก บริษัท ฯ กรณีศึกษา

5. การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) พบปัญหาเกิดจากความเข้าใจในการทำงานมีไม่เพียงพอในการจัดทำ APQP, FMEA, MSA, SPC, PPAP ทำให้การทำงานได้ผลลัพธ์ออกมาไม่ค่อยดีเท่าที่ควร ควรจะทำการฝึกอบรมพนักงานและทีมงานให้มีความเข้าใจในการทำงานมากยิ่งขึ้น

6. ความร่วมมือในการทำงานการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) พบปัญหาจากพนักงานบางคนที่ไม่เข้าใจการเปลี่ยนแปลงการทำงาน ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องปกติ วิธีการแก้ไขทำได้โดยต้องทำความเข้าใจและอาศัยระยะเวลาในการพิสูจน์ระบบการทำงานที่ให้พนักงานเหล่านั้นทำและมีการติดตามผลการทำงาน โดยมีการตั้งเป้าหมายของการทำงาน (KPI Target) และมอบรางวัล สำหรับพนักงานที่ทำงานได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ เพื่อเป็นกำลังใจและแรงจูงใจในการทำงาน

7. ในทางปฏิบัติ อาจมีปัจจัยหรืออุปสรรคอื่น ๆ อยู่มากที่ทำให้การทำงานได้ไม่เต็มที่ ส่งผลต่อกระบวนการทำงานที่ไม่เหมือนกับที่คิดไว้ เช่น พนักงานมีการเข้าและออกงานบ่อยมาก ทำให้ขาดทักษะในการทำงานและจะต้องมีการเริ่มต้นการฝึกอบรม (Training) กันใหม่ บางจุดหรือบางสถานีการทำงานและความต้องการผลิตภัณฑ์จากลูกค้ามีค่าไม่คงที่เปลี่ยนแปลงบ่อย ๆ ทำให้วางแผนการผลิตไม่คงที่ การเปลี่ยนรุ่นของการผลิตบ่อย ๆ ทำให้เสียเวลาและเกิดของเสียในกระบวนการผลิตจำนวนมาก การเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานทำให้ได้ผลลัพธ์ออกมาไม่ดีอย่างที่ต้องการ เป็นต้น

8. การสึกหรอของแม่พิมพ์ (Mold) เนื่องจากตอนนี้มีการใช้งานปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานประมาณ 30,000 ชิ้น พบว่าแม่พิมพ์ (Mold) เกิดการสึกหรอทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ ถ้าเปลี่ยนจะต้องทำการเปลี่ยนแม่พิมพ์ (Mold) ทั้งชุด ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูงใช้เวลาในการเปลี่ยนค่อนข้างนานและมีหลายขั้นตอน (ต้องถอดออกทั้งหมดทุกชิ้น) จึงต้องมีการปรับปรุง/แก้ไข โดยการใส่ Insert เข้าไปในแม่พิมพ์ (Mold) ซึ่งมีราคาที่ถูกกว่าใช้เวลาในการเปลี่ยนน้อยกว่าและง่ายต่อการเปลี่ยน ทำให้สามารถช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำงานลงได้ ดังแสดงในภาพที่ 5-1



ภาพที่ 5-1 การใส่ Insert เข้าไปในแม่พิมพ์ (Mold)

ดังนั้นควรมีการปรับปรุง/แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เหล่านี้ ถ้าข้อบกพร่องเหล่านี้ได้รับการปรับปรุง/แก้ไขหมด ก็จะส่งผลให้การทำงานโครงการ "การออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) สำหรับท่อไหลย้อนกลับเผาไหม้ไอเสีย (EGR Pipe) รุ่น: Ø25.4x220Lx5N" สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีกว่าผลที่ได้จากการทำงานในครั้งนี้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจะให้ผู้ที่ติดต่อประสานงานกับลูกค้าและตัวแทนทีมทำงาน ขอรายละเอียดในการทำงานกับทางลูกค้าทั้งหมด โดยจัดทำเป็นรายละเอียดหรือข้อมูลที่ต้องใช้ในการทำงาน (Check List)

2. ควรจะทำการกำหนดเวลาในการทำงานให้ชัดเจนและทำตามแผนที่กำหนดไว้ ถ้ามีงานเร่งด่วนทำให้การทำงานต้องเลื่อนออกไป เนื่องจากไม่สามารถควบคุมได้ ดังนั้นควรจะแจ้งปัญหาให้ผู้บริหารทราบหรืออาจจะหาเวลาทำงานในช่วงวันหยุดหรือเปลี่ยนไปทำงานกะกลางคืนแทน

3. ควรจะจัดทำและกำหนดระยะเวลาในการสั่งซื้อ/ ทำ อุปกรณ์, เครื่องมือ (Tooling), จิ๊ก (Jig Fixture), แม่พิมพ์ (Mold) และอื่น ๆ รวมถึงการแก้ไข/ ปรับปรุง กับทางผู้ผลิต โดยการแบ่งกลุ่มชนิดของงานที่ทำและกำหนดความยาก-ง่ายในการทำงาน เพื่อลดเวลาในการทำงานลง

4. ควรจะจัดทำแผนฝึกอบรมที่ใช้ในการทำงานและทำการฝึกอบรมจากวิทยากรทั้งภายในและภายนอก บริษัท ฯ กรณีศึกษา รวมทั้งจัดทำการทดสอบความสามารถของพนักงาน และจัดทำบันทึกความสามารถในการทำงานของพนักงาน (Skill Chart) เพื่อจะได้รู้ว่าพนักงานคนไหนทำอะไรได้บ้าง

5. ควรจะทำการฝึกอบรมพนักงานและทีมงาน ให้มีความรู้และเข้าใจในการทำงานตามระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS 16949

6. ทำความเข้าใจและอาศัยระยะเวลาในการพิสูจน์ ให้เห็นว่าการทำงานที่มีขั้นตอนเป็นระบบและให้พนักงานเหล่านั้นทำ และมีการติดตามผลการทำงาน โดยมีการตั้งเป้าหมายของการทำงาน (KPI Target) และมอบรางวัล สำหรับพนักงานที่ทำงานได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ เพื่อเป็นกำลังใจและแรงจูงใจในการทำงาน

7. ในการรับพนักงานใหม่ ควรมีการพิจารณาคุณสมบัติของพนักงานในตำแหน่งดังกล่าวให้มีความเหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมายตลอดจนระบบการเพิ่มเติมความรู้ความชำนาญให้กับพนักงานเช่น การฝึกอบรมหน้างาน ควรพิจารณาถึงวิธีการในการประเมินผลที่สามารถวัดผลการทำงานของพนักงานได้ ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของงานที่พนักงานปฏิบัติและควรสร้างแรงจูงใจ เพื่อให้พนักงานมีความรู้สึกและทัศนคติที่ดีต่อการปฏิบัติงานในส่วนที่ตนเองรับผิดชอบอย่างเต็มที่

8. ทำการปรับปรุง/ แก้ไข โดยการเพิ่มหรือใส่ Insert เข้าไปในแม่พิมพ์ (Mold) ซึ่งมีราคาที่ถูกกว่าใช้เวลาในการเปลี่ยนน้อยกว่าและง่ายต่อการเปลี่ยน ทำให้สามารถช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำงานลงได้ เนื่องจากถ้าเปลี่ยนจะต้องทำการเปลี่ยนแม่พิมพ์ (Mold) ทั้งชุด ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูงใช้เวลาในการเปลี่ยนค่อนข้างนานและมีหลายขั้นตอน (ต้องถอดออกทั้งหมดทุกชิ้น)

9. การทำงานการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ผู้บริหารจำเป็นจะต้องเน้นที่บุคลากรเป็นหลัก ให้อำนาจ หน้าที่รับผิดชอบในการทำงาน ให้ความเป็นอิสระในแนวความคิด เพื่อการปรับปรุง พัฒนา ในการทำงาน และสนับสนุน ให้การฝึกอบรมแก่พนักงาน โดยให้พนักงาน มีส่วนร่วม ในการนำเสนอแนะข้อคิดเห็น ต่าง ๆ และจัดตั้งทีมงาน เพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ อย่างต่อเนื่อง สิ่งที่ขาดไม่ได้คือการสนับสนุน และความมุ่งมั่นของผู้บริหารสูงสุด

10. เมื่อมีคำสั่งจากลูกค้าทั้งรายใหม่และปัจจุบันให้จัดทำผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) หรือพัฒนาปรับเปลี่ยนรูปแบบของผลิตภัณฑ์ ที่ผลิตในปัจจุบัน ให้ดำเนินการจัดทำตามขั้นตอนการออกแบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Model) ที่ได้ออกแบบหรือกำหนดไว้ (โดยขยายผลใช้งานกับการผลิตรุ่นอื่น ๆ ด้วย)

บรรณานุกรม

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2548). *การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ*. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), หน้า 135-173, 249-252.

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2542). *การวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA)*. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), หน้า 19 – 113.

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2545). *สถิติสำหรับงานวิศวกรรมเล่ม 2*. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), หน้า 261 – 290, 367 – 407.

นาวี โพธิ์มา. (2551). *การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีน ในกระบวนการผลิตสายไฟในรถยนต์*. งานนิพนธ์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

บรรหาญ ลิลา. (2553). *การควบคุมคุณภาพ (Quality Control)*. เอกสารประกอบการเรียน วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

บรรหาญ ลิลา. (2553). *การวางแผนควบคุมการผลิต (Production Planning and Control)*. บริษัท สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด, หน้า 274-284.

รสลิน ตันเต็มทรัพย์. (2552). *การลดของเสียในสายประกอบเบรกมือ*. งานนิพนธ์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

Kachen Impro Consultant. (2553). *กระบวนการขออนุมัติชิ้นส่วนการผลิต (PPAP)*. เอกสารประกอบการฝึกอบรม การจัดทำระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS16949: 2009.

Kachen Impro Consultant. (2553). *การวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (APQP)*. เอกสารประกอบการฝึกอบรม การจัดทำระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS16949: 2009.

Kachen Impro Consultant. (2553). *การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบของกระบวนการผลิต (FMEA)*. เอกสารประกอบการฝึกอบรม การจัดทำระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS16949: 2009.

Kachen Impro Consultant. (2553). *การวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA)*, เอกสารประกอบการฝึกอบรม การจัดทำระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS16949: 2009.

Kachen Impro Consultant. (2553). *ความสามารถของกระบวนการ (SPC)*. เอกสารประกอบการฝึกอบรม การจัดทำระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS16949: 2009.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Kachen Impro Consultant. (2553). *แผนการสุ่มตัวอย่าง (Acceptance Sampling Plans).* เอกสารประกอบการฝึกอบรม การจัดทำระบบบริหารคุณภาพ ISO/ TS16949: 2009.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

PPAP DOCUMENT

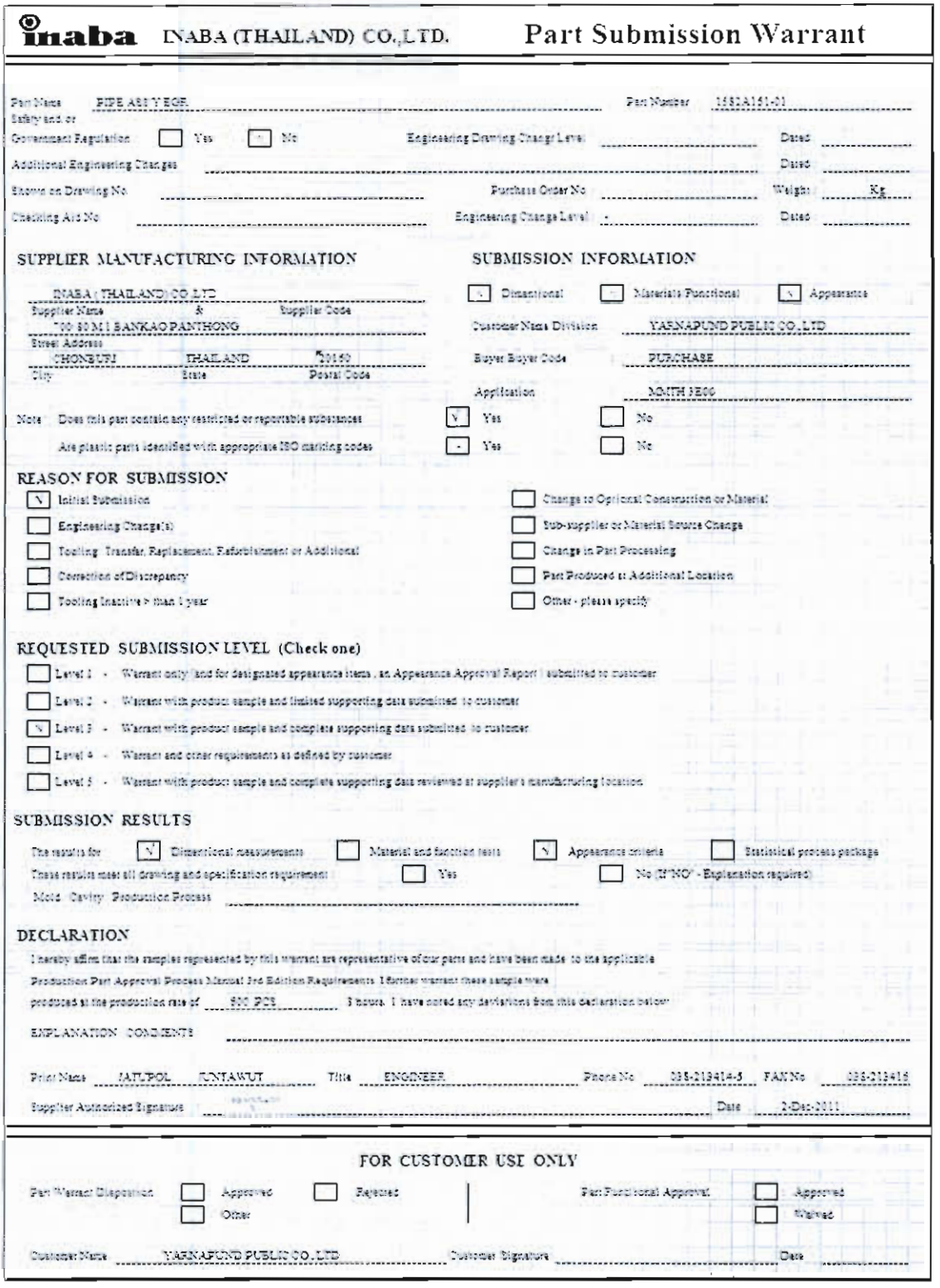
EGR PIPE

Ø 25.4x220x5N

(1582A151-01)

PPAP Ducument

1. Part Submission Warrant (PSW)
2. Drawing แบบผลิตภัณฑ์หรือสินค้าของลูกค้า
3. Drawing แบบผลิตภัณฑ์หรือสินค้าของของบริษัท ฯ กรณีศึกษา
4. Inspection Standard
5. Packaging Standard
6. Organization Chart
7. Supplier Contact List
8. Mill Sheet & Certificate
9. Quality Inspection Rrcord (Ppk) & (Cp & Cpk)
10. Process Flow Chart
11. Control Plan / QC Process Control Plan
12. Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)
13. Measurement System Analysis (MSA)
14. Material Test Report
15. Lay Out Inspection (IF)
16. Initial Sample Parts & Inspection Data
17. Advanced Product Quality Planning (APQP)



INABA (THAILAND) CO.,LTD. **Part Submission Warrant**

Part Name: PIPE ASS'Y EGR — Part Number: 1582A151-01
Safety and or Government Regulation: ☐ Yes ☐ No — Engineering Drawing Change Level: — Dated:
Additional Engineering Changes: — Dated:
Shown on Drawing No: — Purchase Order No: — Weight: Kg
Checking Aid No: — Engineering Change Level: - — Dated:

SUPPLIER MANUFACTURING INFORMATION

Supplier Name: INABA (THAILAND) CO.,LTD. — Supplier Code:
Street Address: 700 M.1 BANKAO PANTHONG
City: CHONBURI — State: THAILAND — Postal Code: 20150
Supplier Name Division: — Supplier Buyer Code:

SUBMISSION INFORMATION

☒ Dimensional ☐ Materials Functional ☒ Appearance
Customer Name Division: YARNAPUND PUBLIC CO.,LTD
Buyer Buyer Code: PURCHASE
Application: NORTH 3E00

Note: Does this part contain any restricted or reportable substances: ☒ Yes ☐ No
Are plastic parts identified with appropriate ISO marking codes: ☐ Yes ☐ No

REASON FOR SUBMISSION

☒ Initial Submission
☐ Engineering Change(s)
☐ Tooling: Transfer, Replacement, Refurbishment or Additional
☐ Correction of Discrepancy
☐ Tooling Inactive > than 1 year
☐ Change to Optional Construction or Material
☐ Sub-supplier or Material Source Change
☐ Change in Part Processing
☐ Part Produced in Additional Location
☐ Other - please specify

REQUESTED SUBMISSION LEVEL (Check one)

☐ Level 1 - Warrant only and for designated appearance items, an Appearance Approval Report submitted to customer
☐ Level 2 - Warrant with product sample and limited supporting data submitted to customer
☒ Level 3 - Warrant with product sample and complete supporting data submitted to customer
☐ Level 4 - Warrant and other requirements as defined by customer
☐ Level 5 - Warrant with product sample and complete supporting data reviewed at supplier's manufacturing location

SUBMISSION RESULTS

The results for: ☒ Dimensional measurements ☐ Material and function tests ☒ Appearance criteria ☐ Statistical process package
These results meet all drawing and specification requirement: ☐ Yes ☐ No (If 'NO' - Explanation required)
Mold Cavity Production Process:

DECLARATION

I hereby affirm that the samples represented by this warrant are representative of our parts and have been made to the applicable Production Part Approval Process Manual 2nd Edition Requirements. I further warrant these samples were produced at the production rate of 500 PCS 8 hours. I have noted any deviations from this declaration below:

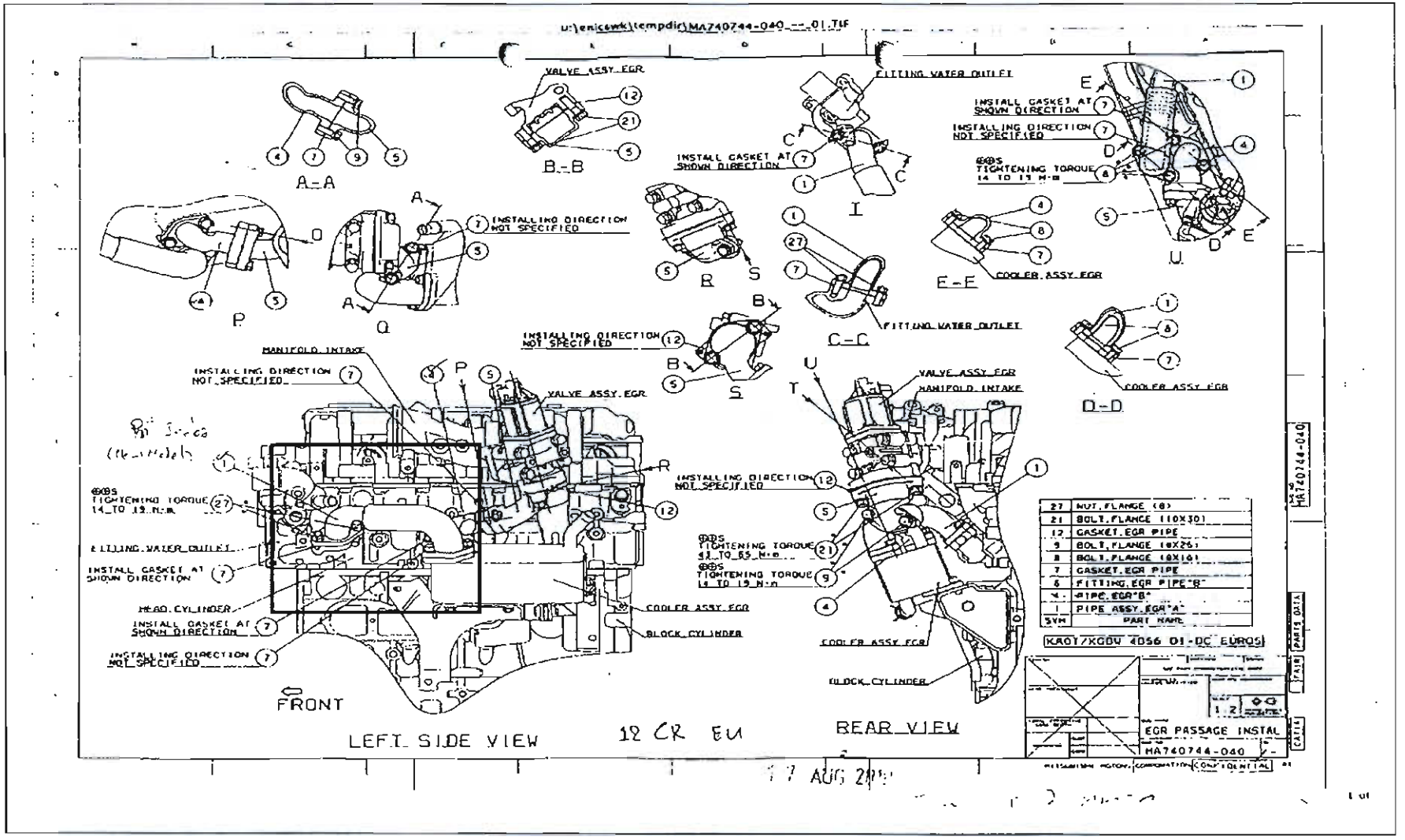
EXPLANATION / COMMENTS:

Print Name: JATUPOL TUNTAWUT — Title: ENGINEER — Phone No: 038-213414-5 — FAX No: 038-213415
Supplier Authorized Signature: — Date: 2-Dec-2011

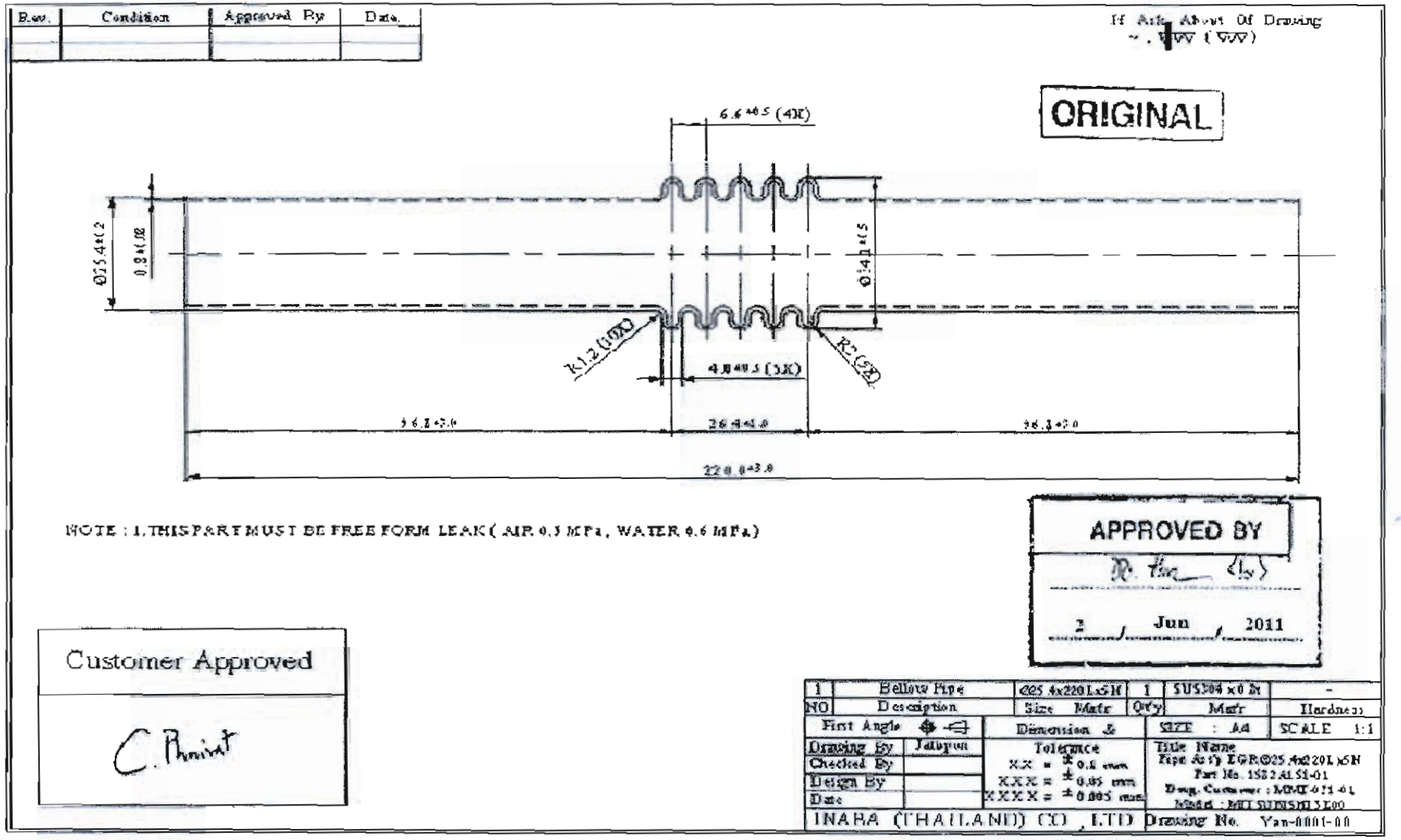
FOR CUSTOMER USE ONLY

Part Warrant Disposition: ☐ Approved ☐ Rejected ☐ Other
Part Functional Approval: ☐ Approved ☐ Waived
Customer Name: YARNAPUND PUBLIC CO.,LTD — Customer Signature: — Date:

ภาพภาคผนวก ก-1 Part Submission Warrant (PSW) (การรับรองการยอมรับชิ้นส่วนในการผลิต)



ภาพภาคผนวก ก-2 Drawing แบบผลิตภัณฑ์หรือสินค้าของลูกค้า

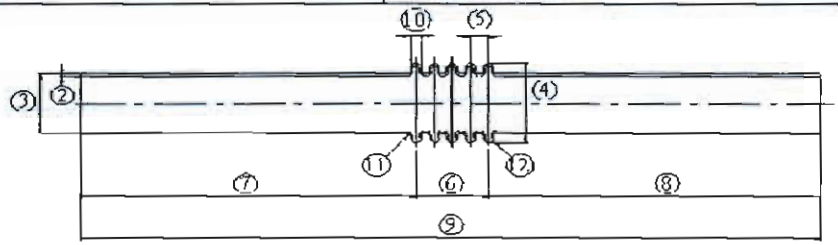


ภาพภาคผนวก ก-3 Drawing แบบผลิตภัณฑ์หรือสินค้าของบริษัทฯ กรณีศึกษา

INABA (THAILAND) CO., LTD

Inspection Standard

Part Name : Pipe Assy Exit Pipe [illegible]	Part No. : [illegible]	Dwg. Customer : MR11-4851-401
Material Code : SUS304 x 0.8t	Model : Mitsubishi 3E60	Customer : Yarnapund Public Co.,Ltd.



1. Appearance & Physical		Rank
No Dirt	Visual	N
No Dent	Visual	N
No Rust	Visual	N
No Crack	Visual	N
No Scratch	Visual	N
No Deform	Visual	N
No Leak	Leak Test M/C	SC

Check Item	Description	Rank	Specification	Tolerance	Measurement
2	Thickness	N	0.8	±0.08	Vernier
3	OD Diameter	SC	Ø25.4	±0.2	Vernier
4	OD.Diameter	SC	Ø54.1	±0.3	Vernier
5	Pitch Dimension	N	6.6	±0.3	Vernier
6	Pitch Dimension	SC	26.4	±1.0	Vernier
7	Dimension	N	96.3	±3.0	Measuring Tape
8	Dimension	N	96.5	±3.0	Measuring Tape
9	Dimension	N	220	±3.0	Measuring Tape
10	Dimension	N	3	±0.3	Vernier
11	Dimension (10X)	N	R 1.2	±0.5	Profile
12	Dimension (5X)	N	R 2.0	±0.5	Profile

Note : 1. Unit = mm.

2. To Be Inspection Welding Line $\frac{(X - Y)}{2}$

[illegible]

YARNAPUND PLUBLIC CO.,LTD			INABA (THAILAND) CO.,LTD			
Checked by	Checked by	Approved by	Production	QC	Checked by	Approved by
			Mr.Wut S.	Mr.Nuni S.	Mr.Anawat B	Mr Chaiwat L

X-X, Y-Y : Measurement Position

สถานะแก้ไข : 00 Effective Date : 01-Jun-2011 SD-ENG-48

ภาพภาคผนวก ก-4 Inspection Standard (วิธีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ง

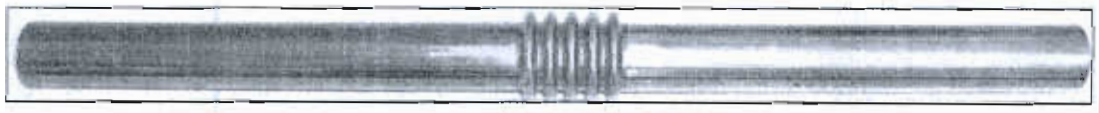
YARNAPUND PUBLIC CO.,LTD

PACKING STANDARD (มาตรฐานการบรรจุ)

PART COOE :	MMT-031-01	DOCUMENT No.	SD-ENG-44
PART NUMBER :	1582A151-01	SUPPLIER :	Inaba (Thailand) Co.,Ltd.
PART NAME	Bellow Pipe (EGR Pipe)	FUNCTION :	Engineering REVISE No 0
MODEL :	MITSUBISHI 3E00	DATE :	28-Jun-2011
Q'TY/PACKAGE :	100 Pcs		
PACKAGE DIMENSION(WxLxH cm.)	26.6x61.5x17.0		
WEIGHT(Kgs.)			

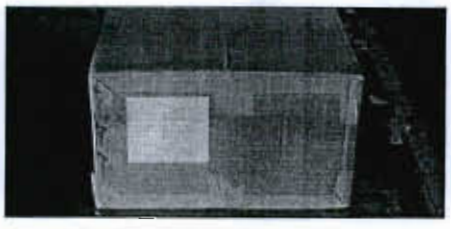
PART(Pc.)	PACKAGE	NET WEIGHT	APPROVED	CHECKED	DESIGN BY
0.127	0.50	13.20			

รูปภาพของชิ้นส่วน (ILLUSTATION OF PART)



รูปภาพของภาชนะและลักษณะการบรรจุภัณฑ์

รูปภาพแสดงตำแหน่งติด TAG



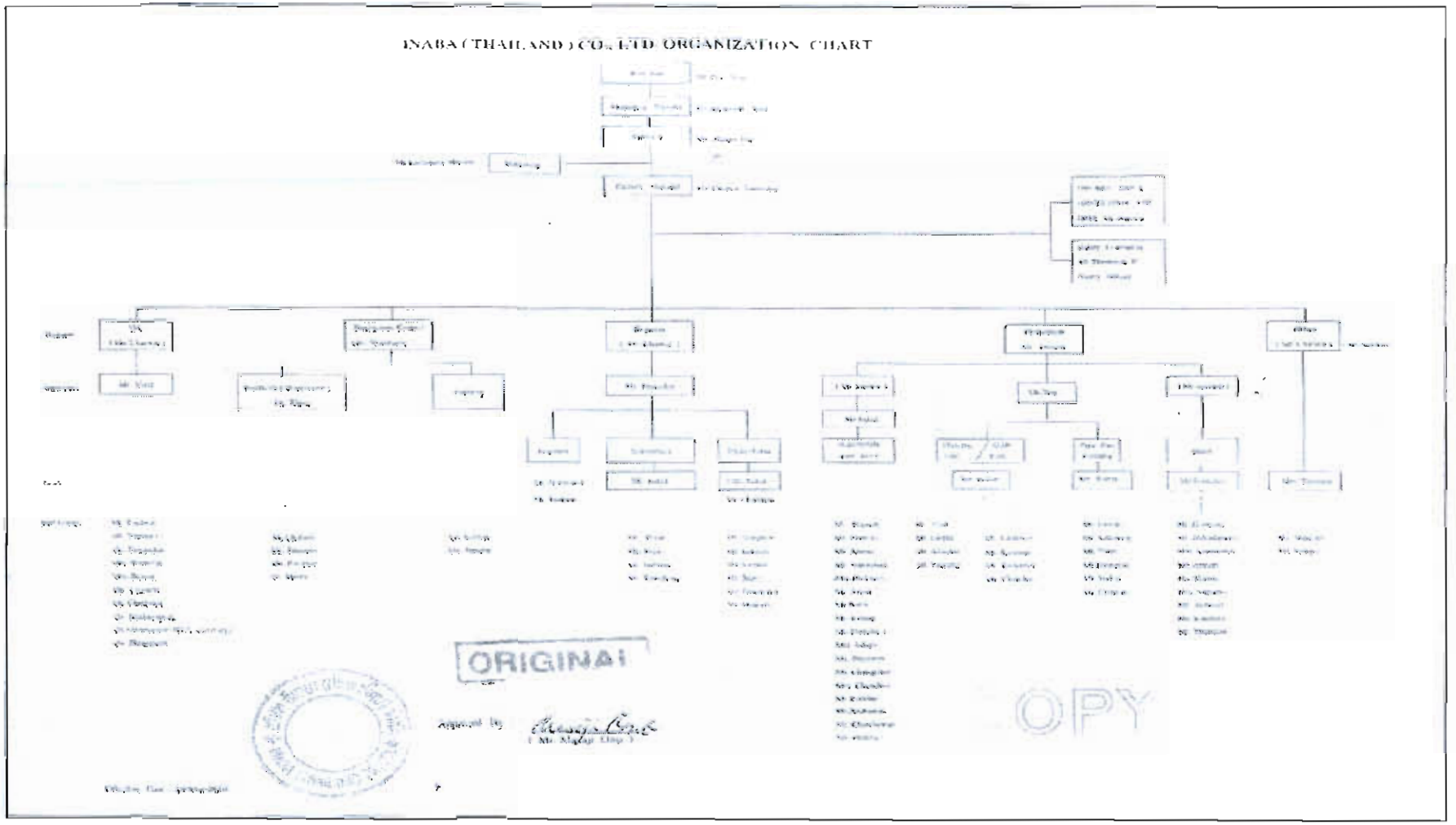
ชนิดของภาชนะบรรจุ	☑ BOX	○ PALLET	○ BAG	○ SKID	○ Other:_____
วัสดุที่ใช้ทำภาชนะ	○ Plastic	○ Steel	☑ Paper	○ Wood	○ Other:_____

YARNAPUND PUBLIC CO.,LTD

PRODUCTION CONTROL		MATERIAL CONTROL		QUALITY ASSURANCE DEPARTMENT	
APPROVED	CHECKED	APPROVED	CHECKED	APPROVED	CHECKED

Flow : YNP → SUPPLIER → YNP

ภาพภาคผนวก ก-5 Packaging Standard (วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์หรือมาตรฐานบรรจุภัณฑ์)



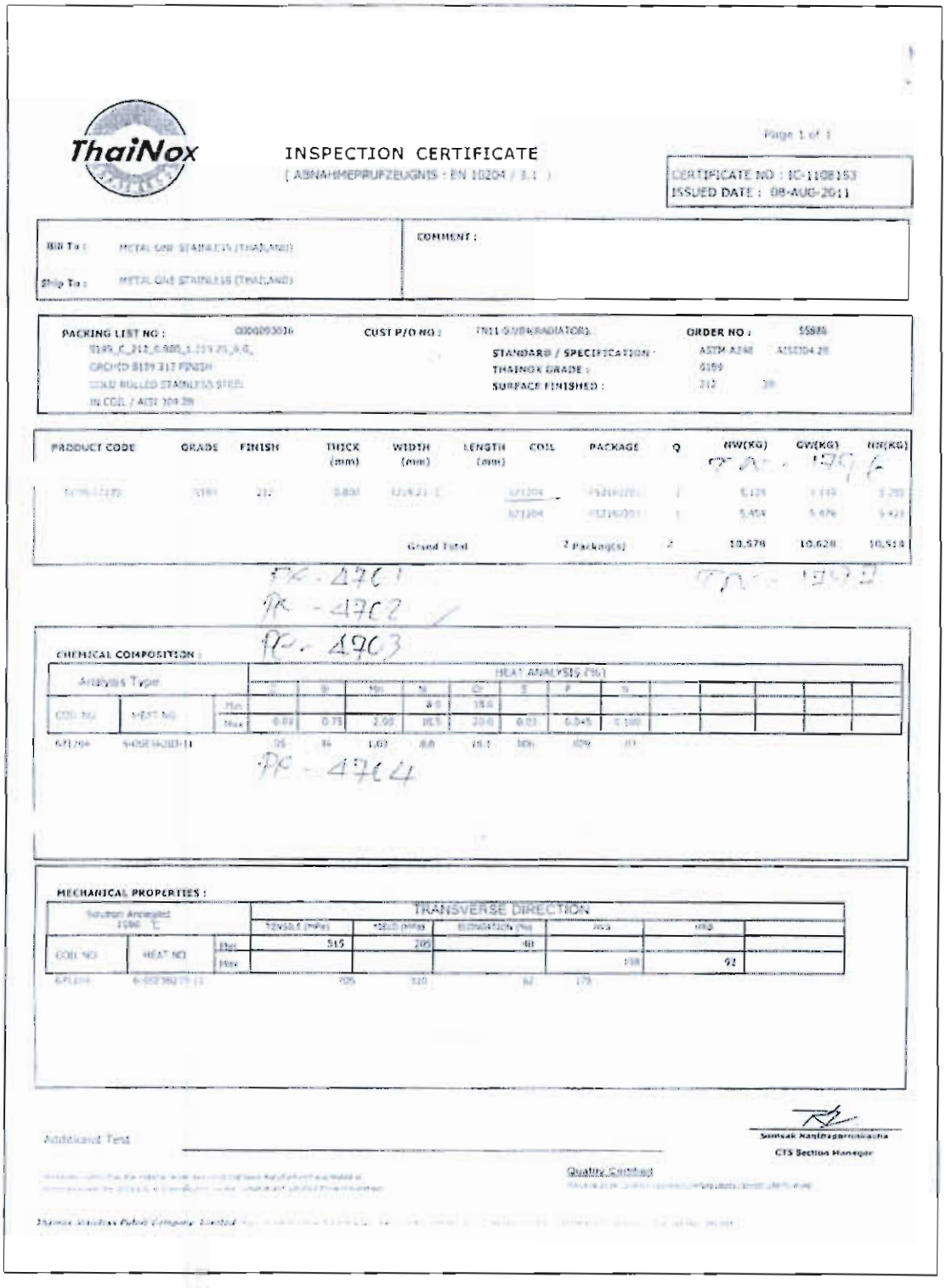
ภาพภาคผนวก ก-6 Organization (ผังโครงสร้างองค์กร)

SUPPLIER QUILITY APQP PROJECT CONTACT LIST

INABA (THAILAND) CO.,LTD.	Manufacturing Address 700 80 M.1 Bankao Panthong , Chonburi 20160 Tel : 038-213414-5 Fax : 038-213416

Contact	Name of Title	Mailing Address and E-Mail Address	Contact Number
Factory Manager	Mr.Chaiwat Limtrakul	Chaiwat@inabathai.com	081-3986175
Production Control Mgr.	Ms.Watcharin Thongwong	Watcharin@inabathai.com	081-9965779
QA Sec Manager	Mr.Anawat Booncharoen	anawat@inabathai.com	081-6838131
QA Sec Manager	Mr.Nirut Siwilad	nirut@inabathai.com	081-6838131
Accounting	Ms.Tassanee Sangpeam	tassanee@inabathai.com	038-213414-5
Sale Purchasing	Ms.Masinee Kamala	masinee@inabathai.com	038-213414-5
Engineer	Mr.Theerachart Danchawong	theerachart@inabathai.com	038-213414-5
Engineer	Mr.Jatupon Juntawut	jatupon@inabathai.com	038-213414-5
Engineer	Mr.Noppadol Chunhawijitra	noppadol@inabathai.com	038-213414-5
Production Sup.	Mr. Wut Chongklin	wut@inabathai.com	038-213414-5

ภาพภาคผนวก ก-7 Supplier Contact Lits (รายชื่อของผู้ผลิตที่ต้องการจะติดต่อ)



ThaiNox

INSPECTION CERTIFICATE

(ABNAHMEPRUFZEUGNIS : EN 10204 / 3.1)

Page 1 of 1

CERTIFICATE NO : IC-1108153
ISSUED DATE : 08-AUG-2011

Bill To : METAL ONE STAINLESS (THAILAND)

Ship To : METAL ONE STAINLESS (THAILAND)

COMMENT :

PACKING LIST NO : 0000093036 CUST P/O NO : TN11 SUBRADIATOR1 ORDER NO : 55806

STANDARD / SPECIFICATION : ASTM A240 A/SS304 2B

THAINOX GRADE : 6189

SURFACE FINISHED : 2B

IN COIL / AISI 304 2B

PRODUCT CODE	GRADE	FINISH	THICK (mm)	WIDTH (mm)	LENGTH (mm)	COIL	PACKAGE	Q	NW(KG)	GW(KG)	NW(KG)
[illegible]	6189	2B	0.800	1219.20		671204	[illegible]	1	5,124	5,248	5,094
						671204	[illegible]	1	5,454	5,476	5,424
					Grand Total		2 Package(s)	2	10,578	10,628	10,518

PK-4701
PK-4702
PK-4703

CHEMICAL COMPOSITION :

Analysis Type			HEAT ANALYSIS (%)												
			C	Si	Mn	P	Cr	Ni	Mo	N					
COIL NO	HEAT NO	Min					18.0								
		Max	0.07	0.75	2.00	0.045	20.0	10.5	0.045	0.100					
671204	540E1630311		05	36	1.03	0.0	19.1	10.0	029	01					

PK-4704

MECHANICAL PROPERTIES :

Solution Annealed 1080 °C			TRANSVERSE DIRECTION					
			TENSILE (MPa)	YIELD (MPa)	ELONGATION (%)	HV5	HRB	
COIL NO	HEAT NO	Min	515	205	40			
		Max				210	92	
671204	540E1630311		605	320	52	175		

Additional Test

Somsak Kanitpongpimtha
CTS Section Manager

Quality Certified

Thainox Stainless Public Company Limited

ภาพภาคผนวก ก-8 Mill Sheet & Certificate (ใบรับรองคุณสมบัติของวัตถุดิบ)

INABA (THAILAND) CO. LTD PAGE 1 1

Ppk Inspection Data

Prepare Date	04-Aug-2011					
Part No	1552A151-01 (MMT-031-01)		Lot No.		Report By	Checked By	Approved By
Part Name	PIPE (EGR PIPE Ø25.4 x 220L x 5N)		Quantity	30 Pcs.			

No	3	4	6	9
Item	PIPE O.D	BELLOW O.D	PITCH	TOTAL LENGTH
Standard	Ø25.4 ± 0.2	Ø34.1 ± 0.5	26.4 ± 1.0	220.0 ± 3.0
Upper	25.60	34.60	27.4	223.0
Lower	25.20	33.60	25.4	217.0
Measurement	VERNIER	VERNIER	VERNIER	TAPE
1	25.45	34.02	26.46	221.0
2	25.38	34.13	26.41	219.0
3	25.42	34.10	26.39	220.0
4	25.45	34.11	26.47	220.0
5	25.36	34.00	26.34	221.0
6	25.37	34.15	26.27	220.0
7	25.39	34.14	26.42	220.0
8	25.44	34.22	26.45	221.0
9	25.48	34.12	26.37	220.0
10	25.39	34.13	26.41	219.0
11	25.41	33.90	26.25	220.0
12	25.44	34.01	26.35	220.0
13	25.39	34.03	26.46	220.0
14	25.44	34.05	26.42	220.0
15	25.45	34.13	26.44	220.0
16	25.38	34.19	26.49	220.0
17	25.39	34.22	26.42	220.0
18	25.41	34.30	26.37	220.0
19	25.36	34.21	26.33	220.0
20	25.43	34.22	26.38	220.0
21	25.39	34.17	25.40	220.0
22	25.44	34.15	26.40	220.0
23	25.45	34.28	26.41	220.0
24	25.34	34.18	26.36	219.0
25	25.42	34.05	26.44	220.0
26	25.39	34.25	26.43	220.0
27	25.45	34.00	26.42	220.0
28	25.43	34.11	26.36	219.0
29	25.47	34.01	26.47	220.0
30	25.46	34.10	26.40	220.0
Average	25.42	34.12	26.37	209.93
Max	25.48	34.30	26.49	221.00
Min	25.34	33.90	25.40	219.00
R	0.14	0.40	1.09	2.00
σn-1	0.04	0.09	0.19	0.52
x̄ + 3σ	25.52	34.40	26.94	221.50
x̄ - 3σ	25.31	33.84	25.80	208.37
Cp	1.33	1.78	1.75	1.92
Ppk	1.69	1.73	1.70	1.88
Judgment	◎	◎	◎	◎

Target 「Ppk」 ≧ 1.67 Judgment ◎ 「Ppk」 ≧ 1.33 Judgment ○ 「Ppk」 ≧ 1.00 Judgment

<Comment>

ภาพภาคผนวก ก-9 Quality Inspection Record (Ppk) & (Cp & Cpk)

INABA (THAILAND) CO.,LTD PAGE . 1 / 1

Cp & Cpk Inspection Data

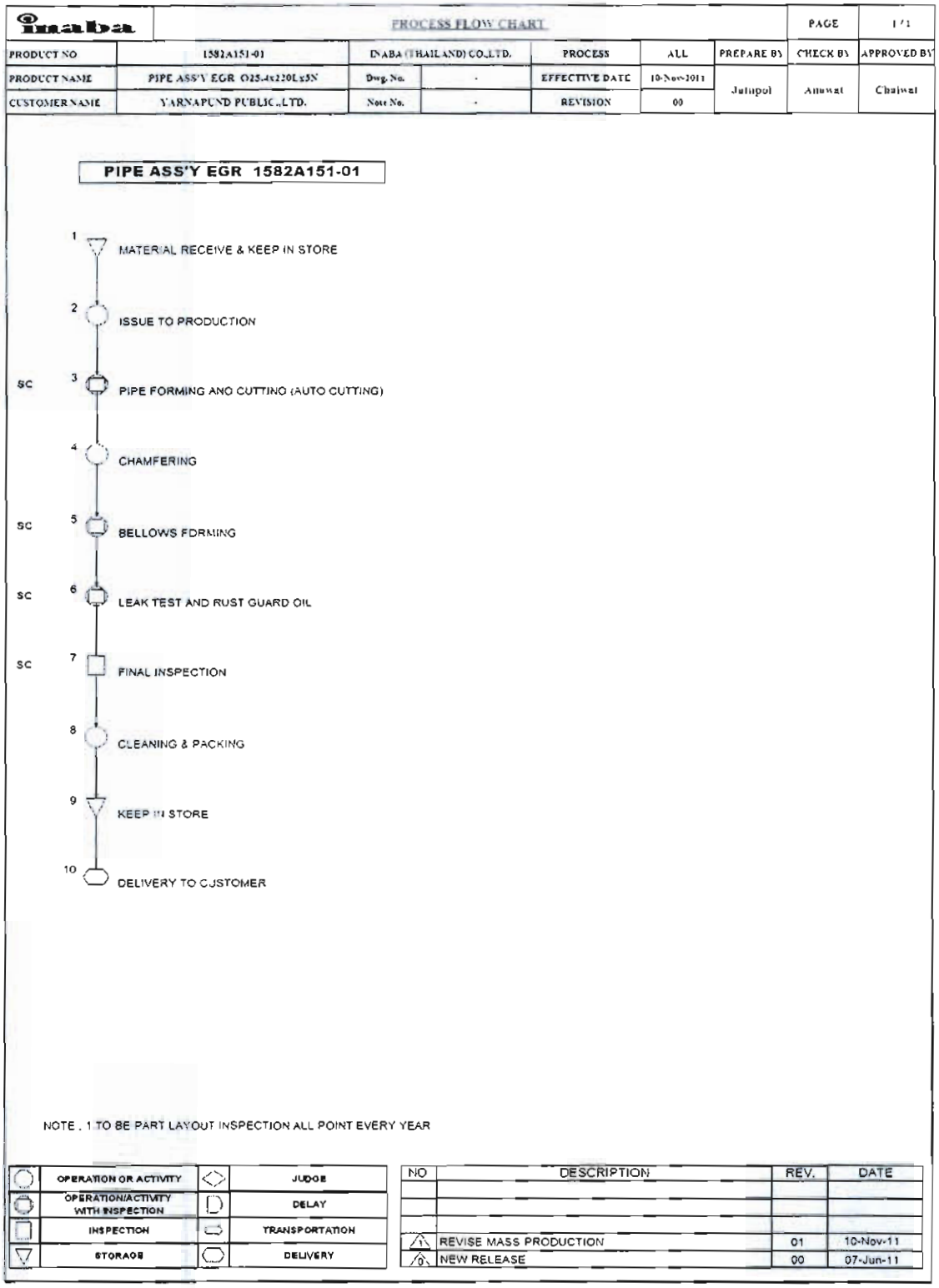
				Prepare Date	1-30-Sep-2011	
Part No.	1552A151-01 (MMT-031-01)	Lot No.	001 - 150	Report By	Checked By	Approved By
Part Name	PIPE (EGR PIPE Ø25.4 x 220L x SN)	Quantity	30 PCS.			

No	3	4	6	9
Item	PIPE O.D	BELLOW O.D	PITCH	TOTAL LENGTH
Standard	Ø25.4 ± 0.2	Ø34.1 ± 0.5	26.4 ± 1.0	220.0 ± 3.0
Upper	25.60	34.60	27.40	223.0
Lower	25.20	33.60	25.40	217.0
Measurement	VERNIER	VERNIER	VERNIER	TAPE
1	25.53	34.02	26.46	220.0
2	25.41	34.13	26.87	220.0
3	25.35	34.10	26.39	221.0
4	25.42	34.11	26.35	220.0
5	25.38	34.00	26.42	220.0
6	25.42	34.05	26.44	221.0
7	25.37	34.14	26.76	220.0
8	25.38	34.06	26.45	220.0
9	25.32	34.02	26.48	221.0
10	25.42	34.08	26.63	221.0
11	25.44	33.90	26.23	221.0
12	25.40	33.97	26.75	220.0
13	25.43	34.03	26.56	220.0
14	25.35	34.05	26.42	220.0
15	25.31	34.13	26.44	221.0
16	25.41	34.04	25.95	220.0
17	25.41	34.22	25.98	220.0
18	25.41	34.30	26.08	220.0
19	25.39	34.21	26.11	221.0
20	25.44	34.25	26.44	221.0
21	25.35	34.02	26.67	221.0
22	25.38	34.06	26.40	221.0
23	25.33	34.25	26.42	220.0
24	25.35	34.10	26.62	220.0
25	25.42	34.05	26.41	220.0
26	25.31	34.03	26.35	220.0
27	25.41	34.50	26.45	221.0
28	25.39	33.95	26.72	220.0
29	25.32	34.01	25.92	220.0
30	25.35	34.02	26.46	220.0
Average	25.39	34.09	26.42	220.37
Max	25.53	34.50	26.87	221.00
Min	25.31	33.90	25.92	220.00
R	0.22	0.60	0.95	1.00
σn-1	0.05	0.12	0.24	0.49
x̄ + 3σ	25.53	34.46	27.14	221.84
x̄ - 3σ	25.25	33.73	25.71	218.90
Cp	1.46	1.37	1.40	3.04
Cpk	1.39	1.35	1.43	2.29
Judgment	◎	◎	◎	◎

Target ⌈Cpk⌋ ≧ 1.33 Judgment ◎ ⌈Cpk⌋ ≧ 1.00 Judgment ○ ⌈Cpk⌋ ≧ 0.67 Judgment △

<Comment>

ภาพภาคผนวก ก-9 Quality Inspection Record (Ppk) & (Cp & Cpk) (ต่อ)



Inaba	PROCESS FLOW CHART					PAGE	1 / 1
PRODUCT NO	1582A151-01	INABA (THAILAND) CO.,LTD.	PROCESS	ALL	PREPARE BY	CHECK BY	APPROVED BY
PRODUCT NAME	PIPE ASS'Y EGR O25.4x220Lx5N	Dwg. No. -	EFFECTIVE DATE	10-Nov-2011	Jutipol	Anuwat	Chaiwat
CUSTOMER NAME	YARNAPUND PUBLIC.,LTD.	Note No. -	REVISION	00			

PIPE ASS'Y EGR 1582A151-01

	1	MATERIAL RECEIVE & KEEP IN STORE
	2	ISSUE TO PRODUCTION
SC	3	PIPE FORMING AND CUTTING (AUTO CUTTING)
	4	CHAMFERING
SC	5	BELLOWS FORMING
SC	6	LEAK TEST AND RUST GUARD OIL
SC	7	FINAL INSPECTION
	8	CLEANING & PACKING
	9	KEEP IN STORE
	10	DELIVERY TO CUSTOMER

NOTE . 1.TO BE PART LAYOUT INSPECTION ALL POINT EVERY YEAR

OPERATION OR ACTIVITY		JUDGE	
OPERATION/ACTIVITY WITH INSPECTION		DELAY	
INSPECTION		TRANSPORTATION	
STORAGE		DELIVERY	

NO	DESCRIPTION	REV.	DATE
1	REVISE MASS PRODUCTION	01	10-Nov-11
0	NEW RELEASE	00	07-Jun-11

ภาพภาคผนวก ก-10 Process Flow Chart (แผนภูมิการไหลในกระบวนการผลิต)

inaba

QC PROCESS CONTROL PLAN

PRODUCT NO	1592a151-01	INABA (THAILAND) CO.,LTD.		PROCESS	PIPE	PREPARE BY	PAGE
PRODUCT NAME	PIPE ASSY EGR Ø25.4 x 220L x 5N	Dwg. No.	-	EFFECTIVE DATE	10-Nov-2011		CHECK BY
CUSTOMER NAME	YARNAPUND PUBLIC.,LTD.	Note No.	-	REVISION	00	Jarupol	Anawat

NO.	PROCESS NAME	MACHINE & TOOLS	CHARACTERISTIC NO.	CHARACTERISTIC DESCRIPTION	SPECIAL CLASS	METHODS PROCESS / SPECIFICATION	METHODS EQUIPMENT & INSTRUMENT	METHODS FREQUENCY INSPECTION	METHODS DOCUMENT CONTROL	SECTION	REACTION PLAN
1	Material Received & Keep in store (Coil Sheet)		1	Dimension	M	0.8t _ 0.08 x w = 78.1 _ 0.1	Visual Millsheet & Invoice	Each Coil	FM QCD 16	QC	Inform Supplier
			2	Weight	M	As Label	Visual Check				
			3	Material	M	SUS304	Visual Millsheet & Invoice				
			4	Appearance	M	No Have Damage	Visual Check				
2	Issue to Production		1	Material	M	SUS304	Label Check	Each Coil	FM-PRO-01	Production	Inform Supplier
			2	Dimension	M	0.8t = 0.08 x w = 78.1 = 0.1	Label & Micrometer				
			3	Weight Quantity	M	As Label	Label Check				
3	Pipe Forming and Curling (Auto Curling)	PF-10	1	Appearance	M	As Check Sheet	Visual Check	S=3 , M=3 , E=3	FM-QCD-35 WI-PRO-16 Control Chart	Production & QC	Stop Process Inform Leader
			2	OD Diameter	SC	25.4 = 0.2	Vernier				
			3	Dimension	M	248.0 = 1.0	Vernier				
4	Cleansing		1	Appearance	M	No Have Damage No Have Burr, Crack	Visual Check	100%	-	Production	Stop Process Inform Leader
5	Bellows Forming	BF-02,03,04	1	Appearance	M	No Damage, Scratch, Burr	Visual Check	S=3 , M=3 , E=3	FM-QCD-35 WI-PRO-16 WI-PRO-41 WI-PRO-13 Control Chart	Production & QC	Stop Process Inform Leader
			2	Thickness	M	0.8 = 0.08	Vernier				
			3	OD Diameter	SC	23.1 = 0.2	Vernier				
			4	OD Diameter	SC	31.2 = 0.3	Vernier				
			5	Dimension	M	6.6 = 0.3	Vernier				
			6	Dimension	SC	26.4 = 1.0	Vernier				
			7	Dimension	M	96.5 = 3.0	Measuring Tape				
			8	Dimension	M	96.5 = 3.0	Measuring Tape				
			9	Dimension	M	220 = 3.0	Measuring Tape				
			10	Dimension	M	4.0 _ 0.2	Vernier				

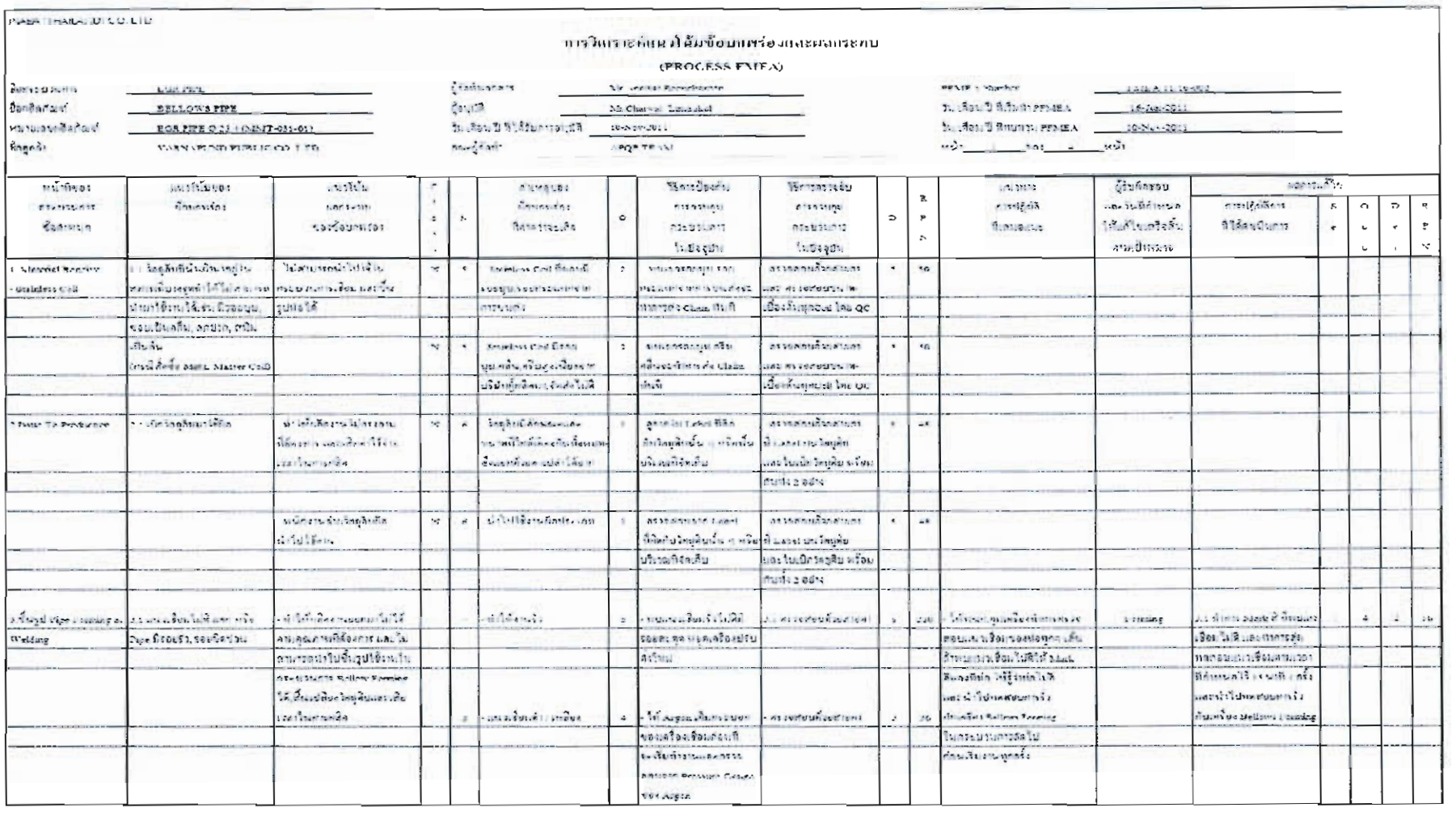
REV NO.	DATE	DESCRIPTION	SIGN	REV NO.	DATE	DESCRIPTION	SIGN

ภาพภาคผนวก ก-11 Control Plan (แผนควบคุมกระบวนการทำงาน)

inaba	QC PROCESS CONTROL PLAN					PAGE	2 / 2
PRODUCT NO	1582A151-01	INABA (THAILAND) CO.,LTD.		PROCESS	PIPE	PREPARE BY	CHECK BY	APPROVED BY
PRODUCT NAME	PIPE ASSY EGR Ø15.4 x 220L x 5N	Dwg. No.	-	EFFECTIVE DATE	07-Jun-2011	Jarupol	Anawat	Chaiwat
CUSTOMER NAME	YARNAPUND PUBLIC.,LTD.	Note No.	-	REVISION	00			

NO.	PROCESS NAME	MACHINE & TOOLS	CHARACTERISTIC		METHODS					SECTION	REACTION PLAN
			NO.	DESCRIPTION	SPECIAL CLASS	PROCESS / SPECIFICATION	EQUIPMENT & INSTRUMENT	FREQUENCY INSPECTION	DOCUMENT CONTROL		
6	Leak Test and Rust Guard Oil	Leak Test M/C	1	Air Flow	SC	0.4 - 0.6 Mpa	Jig Test & Visual	100%	WI-PRO-10	Production	Stop Process Inform Leader
			2	Time	N	As WI	Jig Test & Visual				
			3	Appearance	N	No Have Air Leak	Visual Check				
7	Final Inspection		1	Appearance	N	No Damage, Scratch, Burr	Visual Check	5 Pcs. Lot	FM-QCD-36	QC	Stop Process Inform Leader
			2	Thickness	N	0.8 ± 0.05	Vernier				
			3	OD Diameter	SC	25.1 ± 0.2	Vernier				
			4	OD Diameter	SC	34.1 ± 0.5	Vernier				
			5	Dimension	N	8.6 ± 0.5	Vernier				
			6	Dimension	SC	26.4 ± 1.0	Vernier				
			7	Dimension	N	96.8 ± 3.0	Measuring Tape				
			8	Dimension	N	96.8 ± 3.0	Measuring Tape				
			9	Dimension	N	220 ± 5.0	Measuring Tape				
			10	Dimension	N	4.0 ± 0.3	Vernier				
8	Cleaning and Packing		1	Quantity Pcs. / Box	N	Packing Standard	Visual Check	100%		PC	Inform Leader
			2	Appearance Check	N	No Dirty, Rust, Burr, Scratch	Visual Check				
9	Keep in Store		1	Part No. Name	N		Visual Check	Every Lot	FM-PRO-02	PC	-
			2	Quantity Pcs. / Box	N	-	Visual Check				
10	Delivery To Customer		1	Packing List	N	-	Visual Check	Every Lot	Invoice	Sale	-
			2	Information Delivery	N	-	Visual Check				

ภาพภาคผนวก ก-11 Control Plan (แผนควบคุมกระบวนการทำงาน) (ต่อ)



การวิเคราะห์ผลกระทบของข้อบกพร่องของกระบวนการ

(PROCESS FMEA)

ชื่อระบบงาน	Liquid Line	ผู้รับผิดชอบหลัก	Mr. Jeerasak Ratanachaisuwan	FMEA Number	FMEA-LL-15-002
ชื่อผลิตภัณฑ์	BELLOWS PIPE	ผู้จัดทำ	Mr.Chanwit Tuwasakul	วัน, เดือน, ปี ที่เริ่มทำ FMEA	16/Aug/2011
หมายเลขชิ้นส่วน	EGR PIPE D.22 (1N3N77-031-011)	วัน, เดือน, ปี ที่ใช้งานจริง	10-Nov-2011	วัน, เดือน, ปี ที่ทบทวน FMEA	10-Nov-2011
ที่อยู่ลูกค้า	YAMAHA MOTOR PHILIPPINES, INC.	ชื่อผู้ติดต่อ	PQE TEAM	หน้า ___ จาก ___ หน้า	

หน้าที่ของกระบวนการ/ชื่อกระบวนการ	แบบวิธีมาตรฐานที่ควบคุม	เครื่องมือ และการจับยึด หรืออุปกรณ์	ความรุนแรง	ระดับ	ลักษณะของข้อบกพร่องที่อาจจะเกิด	ระดับ	ปัจจัยป้องกันการเกิดในกระบวนการ ในปัจจุบัน	ปัจจัยการตรวจจับการเกิดในกระบวนการ ในปัจจุบัน	ระดับ	RPN	แผนการดำเนินงานที่แนะนำ	ผู้รับผิดชอบและวันที่คาดว่าจะได้ทำเสร็จ ตามที่กำหนด	ผลการดำเนินงาน: ดำเนินการที่ได้ดำเนินการ	ผลการดำเนินงาน: ระดับ	ผลการดำเนินงาน: ระดับ	ผลการดำเนินงาน: ระดับ	ผลการดำเนินงาน: RPN
1. Material Receiving - Stainless coil	1.1 วัตถุดิบที่นำเข้ามาจากผู้ขาย ตามเงื่อนไขของคุณที่ได้ตกลงกันไว้	ไม่สามารถนำไปใช้งานได้ เนื่องจากมีรอยขีดข่วน และเป็นรูปทรงไม่ได้	10	6	Stainless Coil มีรอยขีดข่วนของผิวและรูปทรงไม่ได้	2	ตรวจสอบวัตถุดิบก่อนนำเข้าสู่กระบวนการผลิต	ตรวจสอบด้วยสายตา และ ตรวจสอบขนาดตามแบบ	4	48							
	ทำการใช้งานไม่ได้ เช่น มีรอยขีดข่วน, รูปทรงไม่ได้				การขนส่ง		ตามการตรวจ Check ที่ปกติ	เมื่อมีการขนส่งมาถึง โดย QC									
	ของเสียเกิดขึ้น, ลดปริมาณ, หยุดผลิต																
	เสียเงิน (กรณีสั่งซื้อ ออก L Master Coil)		10	4	Stainless Coil มีรอยขีดข่วน บุบ หลุด หรือคุณสมบัติของเนื้อเหล็กไม่ได้	3	มีการตรวจสอบวัตถุดิบก่อนนำเข้าการทำงานตาม Check Sheet	ตรวจสอบด้วยสายตา และ ตรวจสอบขนาดตามแบบ	4	120							
					บริษัทผู้ผลิตมีการจัดส่งไม่ดี		เหมือน	เมื่อมีการขนส่งมาถึง โดย QC									
2. Power Tie Production	2.1 เตรียมวัตถุดิบมาใช้งาน	ไม่สามารถนำไปใช้งานได้ และเสียเวลาในการผลิต	10	6	วัตถุดิบมีรอยขีดข่วน หรือมีรอยบุบ หรือมีรอยหลุดร่อน	3	ดูจากใบ Label ที่ติดวัตถุดิบนั้น ๆ หรือที่บริเวณที่จัดเก็บ	ตรวจสอบด้วยสายตา ที่ Label และวัตถุดิบ และในบริเวณวัตถุดิบ หรือ ตรวจ 2 ครั้ง	5	180							
			10	6	นำไปใช้งานผิดประเภท	3	ตรวจสอบจาก Label ที่ติดกับวัตถุดิบนั้น ๆ หรือที่บริเวณที่จัดเก็บ	ตรวจสอบด้วยสายตา ที่ Label และวัตถุดิบ และในบริเวณวัตถุดิบ หรือ ตรวจ 2 ครั้ง	5	180							
3. ขึ้นรูป Pipe / welding	3.1 นำมาขึ้นรูปให้ได้ตามแบบ	- ทำให้ได้ขนาดไม่ได้			- ทำให้ขาดได้	2	- ขนาดของเส้นเรียวไม่ได้	3.1 ตรวจสอบด้วยสายตา	5	240	- ให้ควบคุมเครื่องจักรตามแบบ	Engineering	3.1 ปรับการ setting ที่เครื่องจักร		4	2	16
Welding	Type ที่ถูกต้อง, รอยเชื่อมงาน	ความคุณภาพที่ต้องการ และไม่					รอยตะเข็บ ของเครื่องปรับ				ตรวจสอบรอยต่อทุกครั้ง		เชื่อมไม่ดี และการรั่ว				
		ตามรอยเข้าใบขึ้นรูปใช้งานไม่					ตำแหน่ง				ตำแหน่งเชื่อมไม่ดีให้ปรับแก้		ทดลองแก้เชื่อมตามเวลา				
		กระบวนการ Welding Process ที่ดี, สิ่งแวดล้อม วัตถุดิบและเสียเวลาในการผลิต		3	- แนวเชื่อมคด / เชื่อม	4	- ใช้ Jig ยึดแนวเชื่อมตามแบบ	- ตรวจสอบด้วยสายตา	3	36	สิ่งแวดล้อม เช่น รู้ระหว่างไม่ได้ และ นำไปทดสอบการรั่ว ด้วยเครื่อง Welding Testing		ปรับแก้แนวเชื่อมตามแบบ ทันทีหลังจาก Welding				
							ของเครื่องเชื่อมต้องปรับ				ในกระบวนการต่อไป						
							จะเริ่มทำงานเครื่องกระบวนการ Pressure Gauge ของ Argon				ทำงานเรียบร้อยทุกครั้ง						

ภาพภาคผนวก ก-12 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FABA (THAILAND) CO. LTD.

การวิเคราะห์แนวโน้มข้อบกพร่องและผลกระทบ

(PROCESS FMEA)

ชื่อกระบวนการ	EGR PIPE	ผู้รับผิดชอบ	Mr.Anawat Boonkhuwong	FMEA Number	FMEA-EGR-001
ชื่อผลิตภัณฑ์	BELLOWS PIPE	ผู้จัดทำ	Mr.Chaiwat Laowakul	วันที่เริ่มต้น FMEA	16-Nov-20
หมายเลขผลิตภัณฑ์	EGR PIPE D 25.4 (I-D-17-001-01)	วันที่เริ่มต้นการจัดทำ	16-Nov-20	วันที่ทบทวน FMEA	16-Nov-20
ลูกค้า	VARNAFUND PUBLIC CO.,LTD.	คณะผู้จัดทำ	APUP TEAM	หน้า 2	จาก 4 หน้า

หน้าที่ของกระบวนการ/ส่วนประกอบ	ความไม่เหมาะสมของข้อบกพร่อง	ผลกระทบของข้อบกพร่อง	S	C	ข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้น	O	วิธีการป้องกันการเกิดรูปแบบข้อบกพร่อง	วิธีการตรวจจับข้อบกพร่อง	D	RPN	การปฏิบัติที่แนะนำ	ผู้รับผิดชอบและวันที่ให้แล้วเสร็จตามเป้าหมาย	ผลการดำเนินการ				
														S	O	D	RPN
					- ท่อเป็นรอยบิดงอ	4	- ก้านขยายท่อเป็นรอยบิด	- ตรวจสอบ OD ด้วย ไดอะ	2	64							
							ปรับเข้าไปใช้งานผิด	ระหว่าง ดูแลเครื่องและผู้									
							ตรวจสอบ และเปลี่ยน	ตรวจสอบไดอะ ทุกวันตาม									
							O-Ring Taken	QCทุกชั่วโมงเครื่องหยุด Loc									
	3.2 ผนังท่อไม่เรียบสม่ำเสมอ	- ปริมาณการนำไปใช้งาน	N	6	- Condition ในการเชื่อม	3	- นำชิ้นงานไปทดสอบ	- ตรวจสอบพื้นผิวภายนอก	4	48							
		กระบวนการ Bellow Forming			ไม่เหมาะสม		ดูแลการตั้งค่าเครื่องให้	และทำไปทดสอบแรงดัน									
		ให้ชิ้นงานมีรอยขีดข่วนและเสีย-					และปฏิบัติตาม WI ทุกครั้ง	เชื่อม โดยแบ่งตาม									
		เวลาในการผลิต						ประเภทเครื่อง									
	3.3 OD ของท่อไม่ได้ตาม Spec	- ชุดงานไม่สามารถนำไปใช้	SC	6	- การ Swing Mic	2	- ปรับ Check Parameter	- ตรวจสอบขนาดไดอะ	4	48							
	ด้านนอก	กระบวนการ Bellow Forming			& Parameter ในการเชื่อม-		ตรวจเช็คและทำให้งานได้	หน้างานบนเครื่องจักร									
		ให้ชิ้นงานมีรอยขีดข่วนและเสีย-			ไม่เหมาะสม		ตาม Spec ทุกครั้งที่เริ่มงาน	และผู้ตรวจโดย QC									
		เวลาในการผลิต					และปฏิบัติตาม WI ทุกครั้ง										
4. Pipe Cutting to Size	4.1 ตัดความยาวของท่อไม่ได้	- ไม่สามารถนำไปใช้งานได้	N	4	- Set Stopper ในการตัด	2	- Check Value Stopper	- ตรวจสอบขนาดไดอะ	4	32							
	ขนาดตามแบบ	ต้องเสียเวลาดูและปรับใหม่ในขั้น			ระยะความยาวไม่ตรงตาม		ในการปรับตั้งตรวจเอาร	หน้างานประจำเครื่องจักร									
		การผลิต			ที่กำหนดไม่ได้ตาม Spec		ของงานชิ้นแรกไม่ได้	และผู้ตรวจโดย QC									
							ขนาดตามแบบก่อนปฏิบัติ										
							งานและตรวจสอบตาม										
							ระยะเวลาที่กำหนดไว้										
5,6 Pipe Chamfer & Grinding	5.1 ท่อมีความคมและมีเศษ	- ทำให้เกิดความเสียหายในขั้น	SC	6	- ทำแท่งยังมีเศษขี้เหล็กอยู่	2	- ทำการดับคมและเศษขี้เหล็ก	- ทำการตรวจสอบโดย	4	32							
	ที่ 4	การขึ้นรูปท่อ Bellows			และมีความคมบริเวณที่เชื่อม		ของท่อ ออก ด้วยแท่งหิน	หน้าประจำเครื่อง									
		Forming ทำให้ O-Ring มีความ					WI	และผู้ตรวจโดย QC									

ภาพภาคผนวก ก-12 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) (ต่อ)

INABA THAILAND CO.,LTD

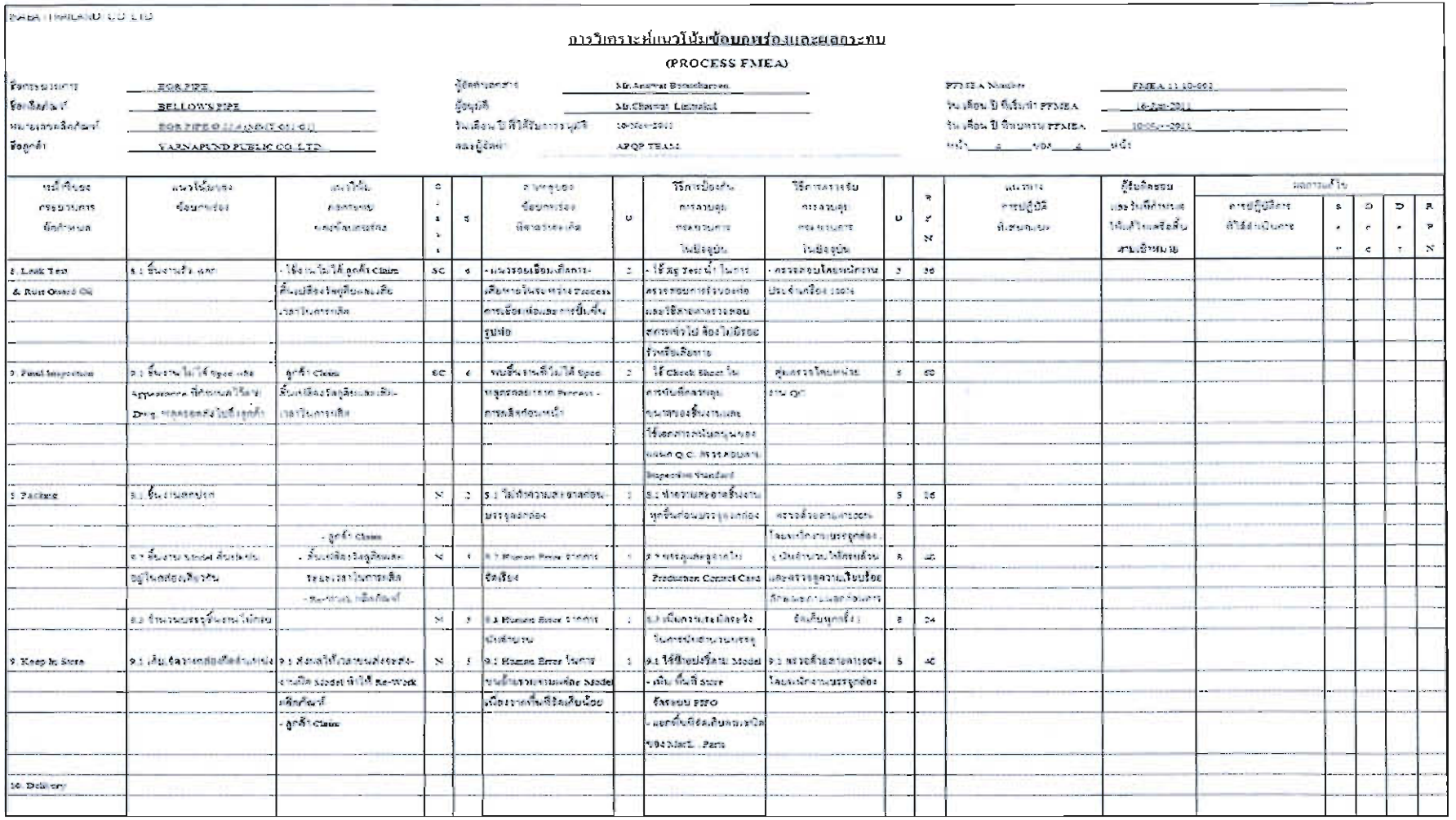
การวิเคราะห์แนวโน้มข้อบกพร่องและผลกระทบ

(PROCESS FMEA)

ชื่อกระบวนการ	SUS PIPE	ผู้จัดทำเอกสาร	Mr. Supoj Buasakorn	FMEA Number	FMEA-11-19-002
ชื่อผลิตภัณฑ์	BELLOWS PIPE	ผู้อนุมัติ	Mr. Chanvit Lamsakul	วัน เดือน ปี ที่เริ่ม FMEA	14-Jun-2019
หมายเลขชิ้นส่วน	SUS PIPE Ø 22.4 (MM.) 633-001	วัน เดือน ปี ที่ได้รับการอนุมัติ	(dd/mm/yy)	วัน เดือน ปี ที่ทบทวน FMEA	dd/mm/yyyy
ชื่อลูกค้า	YAMAHA MOTOR (THAILAND) CO.,LTD	ทีมผู้จัดทำ	APQP TEAM	หน้า 4 จาก 6 หน้า	

หน้าที่ของกระบวนการ ข้อกำหนด	แนวโน้มของข้อบกพร่อง	ผลกระทบของข้อบกพร่อง	C l a s s	S e v	สาเหตุของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้	O c c	วิธีการป้องกันการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	วิธีการตรวจจับการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	D e t	R P N	แผนงานการปฏิบัติที่ตามมา	ผู้รับผิดชอบและวันที่กำหนดให้แล้วเสร็จตามเป้าหมาย	ผลการแก้ไข				
													การปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	S e v	O c c	D e t	R P N
1 Rolling Forming	1.1 ระยะเกลียว Rolling ไม่ได้-	- ลื่นเปลี่ยงวัสดุดิบ มีของเสีย	SC	6	- ปรับความเร็ว Parameter	1	- ปรับ Parameter ตาม	- ตรวจสอบกระบวนการโดย	3	54							
	ตาม Spec	ในการผลิตไม่เป็นไปตามใน			ในการผลิตไม่เป็นไปตามใน		ขนาดที่กำหนดไว้ เมื่อเริ่มต้น	ระยะความประจำเครื่องจักร									
		หรือลูกค้า Complain หรือ			การผลิต ครั้ง		และใช้ Check Sheet ใน	และตรวจโดย QC									
		Claim					การตรวจสอบ										
			N	6	- ชุด O-Ring ชำรุดหรือ	1	- ทำการ Tool Life	- ตรวจสอบการเปลี่ยน	3	54							
					ปฏิบัติงาน		ของชุด O-ring	O Ring โดยแผนก									
								ตามมาตรฐานใน WI									
			N	6	- เครื่องจักร แม่พิมพ์ ชิ้น	1	- มีการซ่อมบำรุงรักษา	- ตรวจเช็คสภาพการ	2	48							
					อุปกรณ์ เกิดชำรุดขณะ		เครื่องประจำวัน และบำรุง	ตรวจสอบเครื่องจักร									
					ปฏิบัติงาน		รักษาอย่างสม่ำเสมอ	ทุกครั้งก่อนการปฏิบัติงาน									
			SC	6	- เครื่องมือวัดและวิธีการวัด	1	- ทำการสอบเทียบ	- ชุดตรวจสอบเครื่องมือ	3	27							
					ของเครื่องมือวัดผิดพลาด		สอบเทียบเครื่องมือวัดทุก	วัดของทุกขนาดงาน และ									
							ครั้ง , ครั้งปี และทดสอบ	และทดสอบงานตามการ									
							ความสามารถ (GR&R) ทุกปี	ในกระดาษ									
	1.2 ขึ้นงานเกิดการแตกร้าว	- ใช้งาน ไม่ได้ลื่นเปลี่ยงวัสดุดิบ	N	6	- รอยเชื่อมมีรอยร้าว	1	- ในขณะขึ้นรูปต้องทำ	- ตรวจสอบด้วยเครื่อง	2	24							
		มีของเสียมากและเสียเวลาใน			กระบวนการ Pipe Forming		การไปทดสอบแรงดัน	Bellows Forming									
		การผลิต			มีความหนืดแรงไม่พอจึงทำ		ทั้ง Bellows Forming ทุกๆ	100%									
					ให้แตกออกจากขึ้นรูป		หรือก่อนการเคลือบสี										
	1.3 ขึ้นงานมีรอยและเสียรูป	- ใช้งาน ไม่ได้ลื่นเปลี่ยงวัสดุดิบ	N	5	- ชุด Insert ที่ตรวจสภาพไม่	2	- เปลี่ยน Insert ใหม่	- ตรวจสอบขึ้นงานเมื่อ	3	30							
	ที่บริเวณขึ้นรูป BELLOWS	มีของเสียมากและเสียเวลาใน			ดี Insert ประกบไม่พอดีกัน		- จัดทำ Limit Sample Part	เริ่มปฏิบัติงานโดยหัว-									
		การผลิต			เมื่อขึ้นรูปทำให้เกิดการแตก		- CAR DOCUMENT	งานประจำเครื่องจักรและ									
					ของรูป Insert ที่ไม่ได้ดันต้น		- QP(UN) DOCUMENT	Operator ขึ้นงานก่อนเริ่ม-									
								งานโดยหน่วยงาน QC									

ภาพภาคผนวก ก-12 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) (ต่อ)



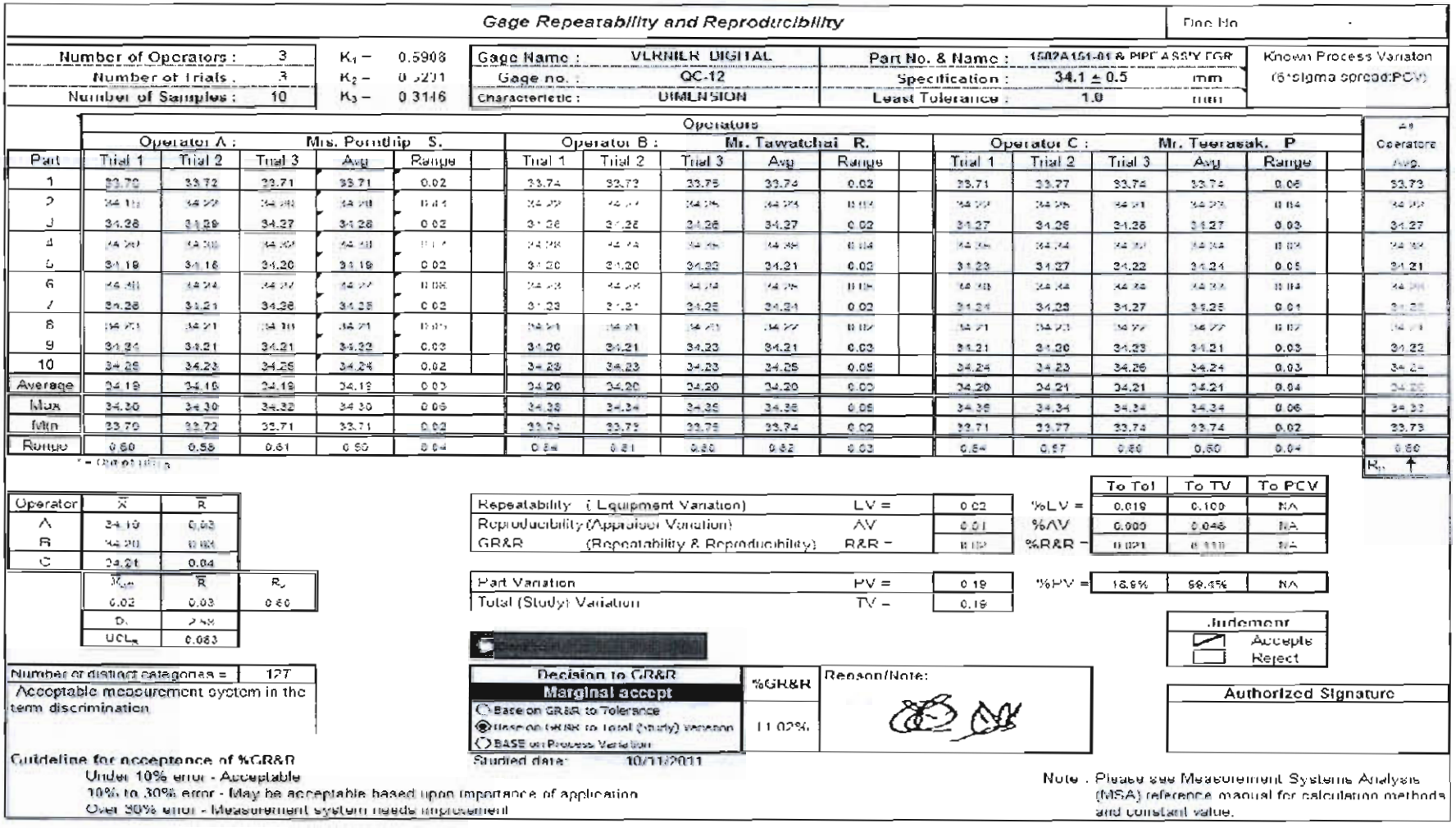
การวิเคราะห์แนวโน้มข้อบกพร่องและผลกระทบ

(PROCESS FMEA)

หัวข้อ/ชื่อ	BELLOWS PIPE	ผู้จัดทำ	Mr.Anawat Boonchanon	FMEA Number	FMEA-11-10-001
หมายเลขชิ้นส่วน	FOR PIPE O / A (NOT CUT)	ผู้อนุมัติ	Mr.Chainat Laemsiri	วันเดือน ปี ที่เริ่มทำ FMEA	16-Dec-2011
ชื่อลูกค้า	YARNAPUND PUBLIC CO. LTD	ทีมผู้จัดทำ	APQP TEAM	วันเดือน ปี ที่ทบทวน FMEA	10-Dec-2011

ขั้นตอนกระบวนการ/ผลิตภัณฑ์	ผลกระทบต่อลูกค้า	ผลกระทบ/ความล้มเหลว	O	S	สาเหตุของข้อบกพร่อง/ความล้มเหลว	D	วิธีการป้องกันการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	วิธีการตรวจจับการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน	D	RPN	ผลการดำเนินการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมาย	ผู้รับผิดชอบและวันที่คาดว่าจะแล้วเสร็จ	ผลการดำเนินการ	S	O	D	RPN
8. Leak Test	8.1 ชิ้นงานมีรอย	- ได้รับการร้องเรียนจากลูกค้า Claim	5C	6	- ผนวกรอยเชื่อมเกิดการ-	2	- ใช้สารละลาย Test น้ำ ในการ	- ตรวจสอบโดยพนักงาน	3	36							
& Rust Oiled Oil		คืน,ปฏิเสธโดยที่ยอมรับ			เสียหายในระหว่างกระบวน Process		ตรวจสอบการรั่วซึมของท่อ	ประจำแต่ละ Lot ผ่าน									
		เวลาในการผลิต			การเชื่อมต่อและการขึ้นขึ้น		และใช้ผ้าแห้งตรวจสอบ										
					รูปทรง		สภาพน้ำไม่ ต้องไม่มีรอย										
							รั่วหรือเสียหาย										
9. Final Inspection	9.1 ชิ้นงาน ไม่ได้ Spec และ	ลูกค้า Claim	6C	6	- พบชิ้นงานที่ไม่ได้ Spec	2	ใช้ Check Sheet ใน	ตรวจสอบโดยพนักงาน	5	60							
	Appearance ที่ส่งมอบให้ลูก	ต้องแก้ไขและใช้งานและเสีย-			กระบวนการผลิต Process -		การรับชิ้นงานจากขั้น	ตาม QC.									
	Dmg. จากการส่งไปยังลูกค้า	เวลาในการผลิต			การผลิตก่อนหน้า		ขนาดของชิ้นงานและ										
							ใช้เอกสารในกระบวนการ										
							และแผน Q.C. ที่กำหนดมา										
							Inspection Standard										
5. Failure	5.1 ชิ้นงานแตกบุบ		N	2	5.1 ไม่ทำความสะอาดก่อน	1	5.1 ทำความสะอาดชิ้นงาน		5	10							
		มาตรวัดก่อน					ทุกขั้นก่อนมาตรวัดก่อน	ตรวจด้วยสายตาและ									
								โดยพนักงานมาตรวัดก่อน									
	5.2 ชิ้นงาน Scratch สีหลุดลอก	- ลูกค้า Claim	N	4	5.2 Human Error จากการ	1	5.2 ตรวจสอบคุณภาพ	ตรวจสอบด้วยสายตา	5	40							
	อยู่ในสต๊อกเพิ่มขึ้น	- ชิ้นงานมีรอยขีดข่วนและ						และตรวจสอบความเรียบร้อย									
		ระยะเวลาในการผลิต			ขีดเขียน		Production Control Card										
		- พนักงานขาด เครื่องมือ						ก่อนและหลังการผลิต									
	5.3 จำนวนมาตรวัดน้อยกว่าที่กำหนด		N	3	5.3 Human Error จากการ	1	5.3 เพิ่มความระมัดระวัง	ตรวจเช็คทุกครั้ง	8	24							
			นับจำนวน				ในการนับจำนวนมาตรวัด										
9. Keep in Store	9.1 เก็บชิ้นงานสูญหายหรือจำนวนน้อย	9.1 ต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนของชิ้น-	N	5	9.1 Human Error ในการ	1	9.1 ใช้ป้ายประจำ Model	9.1 ตรวจสอบจากการนับ	5	40							
		งานที่ Model ต้องใช้ Re-Work			ขนย้ายจากสถานที่เก็บ Model		- เช็ค ชิ้นงานใน Store	โดยพนักงานมาตรวัดก่อน									
		หรือทิ้งไปเลย			เพื่อนำชิ้นงานไปใช้งานเสียน้อย		ตัวระบบ FIFO										
		- ลูกค้า Claim					- แยกชิ้นงานที่ชำรุดเสียหายออกไป										
							ของ Mat'l. Parts										
10. Delivery																	

ภาพภาคผนวก ก-12 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) (ต่อ)



Gage Repeatability and Reproducibility

Doc No. -

Number of Operators :	3	K_1 =	0.5908	Gage Name :	VERNIER DIGITAL	Part No. & Name :	1502A151-01 & PIPE ASSY FOR
Number of Trials :	3	K_2 =	0.3211	Gage no. :	QC-12	Specification :	34.1 ± 0.5 mm
Number of Samples :	10	K_3 =	0.3146	Characteristic :	DIMENSION	Least Tolerance :	1.0 mm

Known Process Variation (6*sigma spread:PCV)

	Operators															All Operators
	Operator A : Mrs. Pornthip S.					Operator B : Mr. Tawatchai R.					Operator C : Mr. Teerasak. P					
Part	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Avg	Range	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Avg	Range	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Avg	Range	Operators Avg.
1	33.70	33.72	33.71	33.71	0.02	33.74	33.73	33.75	33.74	0.02	33.71	33.77	33.74	33.74	0.06	33.73
2	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3	34.28	34.29	34.27	34.28	0.02	34.26	34.25	34.26	34.27	0.02	34.27	34.26	34.26	34.27	0.03	34.27
4	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
5	34.19	34.18	34.20	34.19	0.02	34.20	34.20	34.22	34.21	0.02	34.23	34.27	34.22	34.24	0.05	34.21
6	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
7	34.26	34.21	34.26	34.25	0.02	34.23	34.21	34.25	34.24	0.02	34.24	34.23	34.27	34.25	0.04	34.25
8	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
9	34.24	34.21	34.21	34.22	0.03	34.20	34.21	34.23	34.21	0.03	34.21	34.20	34.23	34.21	0.03	34.22
10	34.26	34.23	34.26	34.24	0.03	34.23	34.23	34.23	34.25	0.05	34.24	34.23	34.26	34.24	0.03	34.24
Average	34.19	34.19	34.19	34.19	0.03	34.20	34.20	34.20	34.20	0.03	34.20	34.21	34.21	34.21	0.04	[illegible]
Max	34.30	34.30	34.32	34.30	0.06	34.35	34.34	34.35	34.35	0.05	34.35	34.34	34.34	34.34	0.06	34.33
Min	33.70	33.72	33.71	33.71	0.02	33.74	33.73	33.75	33.74	0.02	33.71	33.77	33.74	33.74	0.02	33.73
Range	0.60	0.58	0.61	0.60	0.04	0.61	0.61	0.60	0.62	0.03	0.64	0.57	0.60	0.60	0.04	0.60
																R_p

* = (Max-Min)

Operator	$\bar{X}$	$\bar{R}$
A	34.19	0.03
B	34.20	0.03
C	34.24	0.04

$\bar{X}_{diff}$	$\bar{R}$	R_p
0.02	0.03	0.60
D_4	2.58	
UCL_R	0.083	

			To Tol	To TV	To PCV
Repeatability (Equipment Variation)	LV =	0.02	%LV =	0.019	0.109	NA
Reproducibility (Appraiser Variation)	AV	0.01	%AV	0.009	0.048	NA
GR&R (Repeatability & Reproducibility)	R&R =	0.02	%R&R =	0.021	0.113	NA
Part Variation	PV =	0.19	%PV =	18.6%	99.4%	NA
Total (Study) Variation	TV =	0.19				

Judgement: ☐ Accepte ☐ Reject

Number of distinct categories = 127

Acceptable measurement system in the term discrimination

Decision to GR&R	%GR&R
Marginal accept	
○ Base on GR&R to Tolerance	
◉ Base on GR&R to Total (study) Variation	11.02%
○ BASE on Process Variation	

Reason/Note:

Authorized Signature

Studied date: 10/11/2011

Guideline for acceptence of %GR&R
Under 10% error - Acceptable
10% to 30% error - May be acceptable based upon importance of application
Over 30% error - Measurement system needs improvement

Note : Please see Measurement Systems Analysis (MSA) reference manual for calculation methods and constant value.

ภาพภาคผนวก ก-13 ผลการตรวจสอบความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดของพนักงาน (Measuring Cheek)

ผลการทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ (Appearance Check,Attribute)

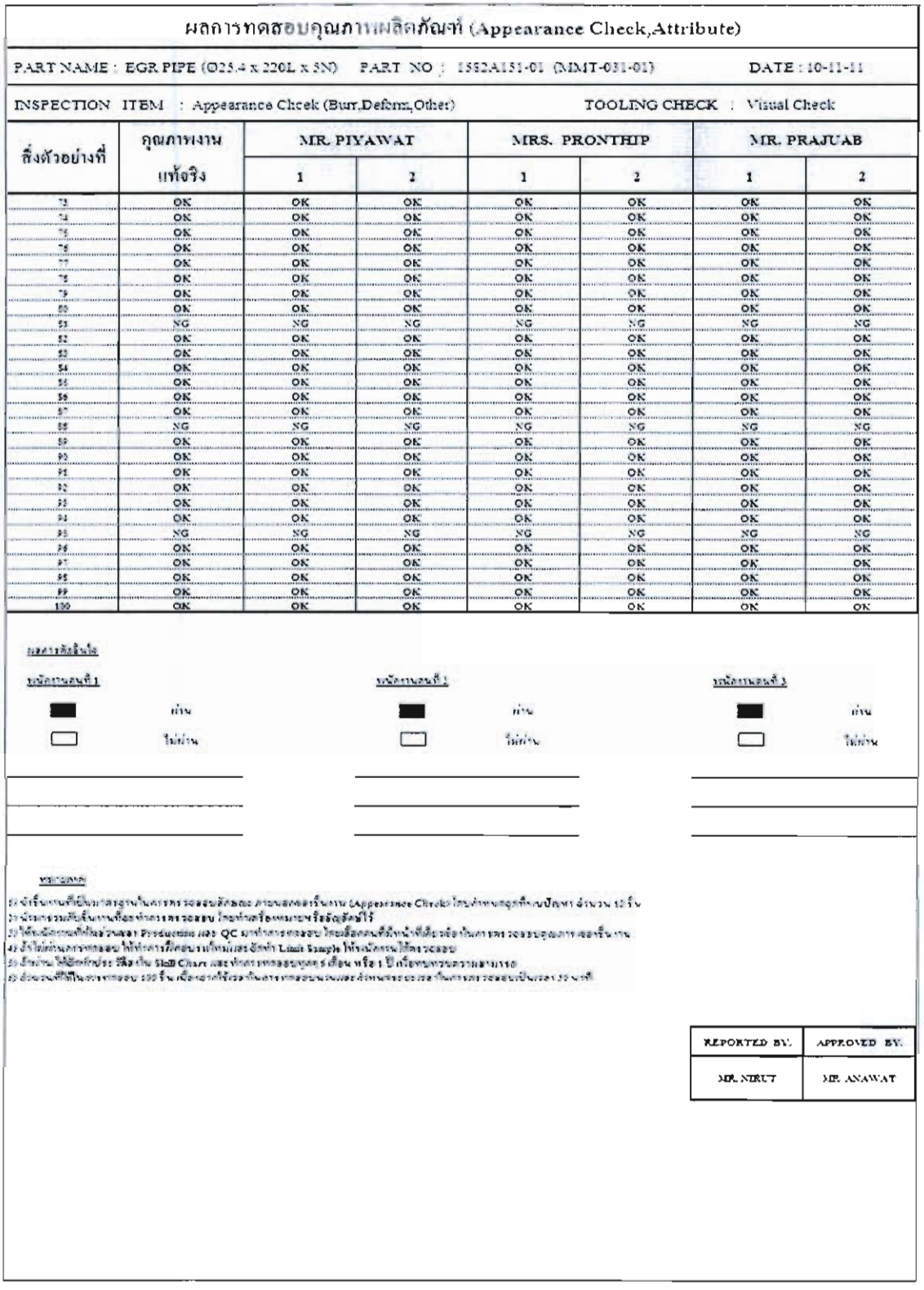
PART NAME : EGR PIPE (Ø25 x 220L x SW) PART NO : 1532A151-01 (MMT-031-01) DATE : 10-11-11

INSPECTION ITEM : Appearance Check (Burr,Deform,Other) TOOLING CHECK : Visual Check

สิ่งตัวอย่างที่	คุณภาพงานแท้จริง	MR. PIYAWAT		MRS. PRONTHIP		MR. PRAJUAB	
		1	2	1	2	1	2
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
11	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
21	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
22	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
23	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
24	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
25	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
26	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
27	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
28	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
29	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
30	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
31	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
32	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
33	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
34	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
35	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
36	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
37	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
38	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
39	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
40	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
41	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
42	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
43	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
44	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
45	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
46	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
47	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
48	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
49	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
50	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
51	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
52	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
53	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
54	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
55	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
56	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
57	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
58	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
59	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
60	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
61	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
62	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
63	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
64	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
65	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
66	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
67	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
68	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
69	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
70	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
71	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
72	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

ภาพภาคผนวก ก-14 ผลการตรวจสอบคุณลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์

(Appearance Check, Attribute)



ผลการทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ (Appearance Check,Attribute)

PART NAME : EGR PIPE (Ø25.4 x 220L x SN) PART NO : 1552A151-01 (MMT-031-01) DATE : 10-11-11

INSPECTION ITEM : Appearance Check (Burr,Deform,Other) TOOLING CHECK : Visual Check

สิ่งตัวอย่างที่	คุณภาพงาน แท้จริง	MR. PIYAWAT		MRS. PRONTHIP		MR. PRAJUAB	
		1	2	1	2	1	2
73	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
74	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
75	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
76	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
77	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
78	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
79	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
80	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
81	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
82	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
83	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
84	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
85	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
86	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
87	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
88	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
89	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
90	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
91	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
92	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
93	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
94	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
95	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
96	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
97	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
98	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
99	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
100	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

REPORTED BY.	APPROVED BY.
MR. NIRUT	MR. ANAWAT

ภาพภาคผนวก ก-14 ผลการตรวจสอบคุณลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์ (Appearance Check, Attribute) (ต่อ)

SGS

Test Report 1335524 Date : 15-Aug-2011 Page 1 of 3

Client : Nastoa (Thailand) Co.,Ltd.
Bangpoo Industrial Estate 55S Soi 9 ,Moo 4 T. Praksa, A.Muang Samutprakarn 10280
Thailand

The following sample(s) was/were submitted and identified by/on behalf of the client as:

Sample Description	:	Pipe grade 304
Sample No.	:	1358505
Sample Condition	:	As per attached photograph
Sample Receiving Date	:	12-Jun-2007
Testing Period	:	12-Jun-2007 to 15-Jun-2007
Test Requested		In accordance with the ELV Directive 2000/53/EC and its amendment directives
Test Method	:	(1) With reference to EPA Method 3050B for Lead Content. Analysis was performed by ICP-OES. (2) With reference to EPA Method 3050B for Cadmium Content Analysis was performed by ICP-OES. (3) With reference to wet decomposition method for Mercury Content Analysis was performed by ICP-OES. (4) With reference to EPA Method 3060A & 7196A for Hexavalent Chromium. Analysis was performed by UV/Vis Spectrometry.
Test Results	:	Please refer to next page.

Signed for and on behalf of
SGS (Thailand) Limited

Pompana Lirathpong
Hardlines Testing Manager

1037083 This Test Report is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at www.sgs.com. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdictional issues defined therein. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested. This test report cannot be reproduced, except in full, without prior written permission of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this report is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

Laboratory Services 41/23 Soi Ramkhamhaeng 39 Ramkhamhaeng Road Klongtoeynua Wangthonglang Bangkok 10120
t +66(0)2 683 05 41 294 74 85-90 f +66(0)2 294 74 81 683 07 48 www.sgs.com

ภาพภาคผนวก ก-15 Material Test Report (ผลการทดสอบคุณสมบัติของวัตถุดิบ)

SGS

Test Report 1335524 Date : 15-Aug-2011 Page 2 of 3

TEST RESULTS

Test results by chemical method (Unit: mg/kg)

Test Item (s):	Method (Refer to)	Result (1)	MDL	ELV Limit
Lead (Pb)	(1)	n.d.	2	1000
Cadmium (Cd)	(2)	n.d.	2	100
Mercury (Hg)	(3)	n.d.	2	1000
Hexavalent Chromium (CrVI)	(4)*	n.d.	2	1000

Test Part Description
Result (1) metal

Note :
(1) mg/kg = ppm
(2) n.d. = Not Detected
(3) MDL = Method Detection Limit
(4) " * " Test method for hexavalent chromium is requested by the client and would not comply with certain OEMs or automotive assemblers requirements.

1037083 *This Test Report is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at www.sgs.com. Attention is drawn to the limitations of liability, indemnification and jurisdictional issues defined therein. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested. This test report cannot be reproduced, except in full, without prior written permission of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this report is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.*

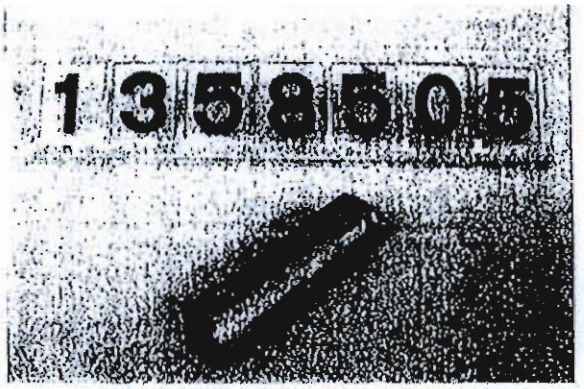
SGS (Thailand) Ltd. | Laboratory Services 41/23 Soi Rama III 59 Rama III Road Chongnonsee Yannawa Bangkok 10120
t +66 (0)2 683 05 41 291 74 85-90 f +66 (0)2 291 74 81 683 07 58 www.sgs.com
Member of the SGS Group

ภาพภาคผนวก ก-15 Material Test Report (ผลการทดสอบคุณสมบัติของวัตถุดิบ) (ต่อ)

SGS

Test Report 1335524 Date : 15-Aug- Page 3 of 3

SAMPLE PICTURE



End of Report

1037083 This Test Report is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf or available on request and accessible at www.sgs.com. Attention is drawn to the limitations of liability, indemnification and jurisdictional issues defined therein. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested. This test report cannot be reproduced, except in full, without prior written permission of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this report is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

SGS (Thailand) Limited | Laboratory Services 41/23 Soi Rama III 59 Rama III Road Chongnonsee Yannawa Bangkok 10120
t (66-2) 683 05 41 291 74 85-90 f (66-2) 291 74 81 683 07 58 www.sgs.com

Member of the SGS Group

ภาพภาคผนวก ก-15 Material Test Report (ผลการทดสอบคุณสมบัติของวัตถุดิบ) (ต่อ)

ศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดสำหรับอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
CALIBRATION CENTER FOR INDUSTRY, FACULTY OF ENGINEERING, BURAPHA UNIVERSITY
Saensook, Muang, Chonburi 20131, Tel. 0 3839 3913 - 4, 0 3839 3916, 0 3810 2222 Ext. 3229 Fax. 0 3839 3915 , www.cib-buu.com

Cert No. CIB11-T062
Page 1 of 2

CERTIFICATE OF MEASUREMENT

BELLOW PIPE

Customer Name	: Inaba (Thailand) Co.,Ltd.	Job No.	: MP11-050
Customer Address	: 700/80 Moo 1 Tumbol Bankao	Received Date	: 10 Nov 2011
	Amphur Panthong, Chonburi 20160	Calibrated Date	: 15 Nov 2011
Instrument Description	: Bellow Pipe	Issued Date	: 16 Nov 2011
Manufacturer	: -	Issued By	: Dimensional
Part Number	: 1582A151-01		Metrology Laboratory, CIB
Drawing Number	: Fan-0001-00	Measuring Method	
Range	: -	Method	: Direct Measurement
Resolution	: -	Reference to	: -

Measuring Instrument Used :

Standards Description	Manufacturer	Code Number	Serial Number
Profile Projector	Mitutoyo	302-919E	940130

Traceability

The calibration is traceable to SI units by reference to national measurement standards

- National Institute of Metrology (Thailand) (NIMT), through the Certificate No.DM-0025/08.

Environmental Conditions :

The calibration was performed at an ambient temperature of (20 ±2) °C with relative humidity at (55 ±15) %

Uncertainty of Measurement :

The estimated uncertainty of measurement is at a confidence level of approximately 95 % (coverage factor, k=2).

Checked By : Mr. Wissarut Kongsagul
Person in charge

Approved By : Asst. Prof.Thaerawat Somsirikamjanakoon
Authorized Signatory

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the Director of Calibration Center for Industry, Burapha University (CIB).

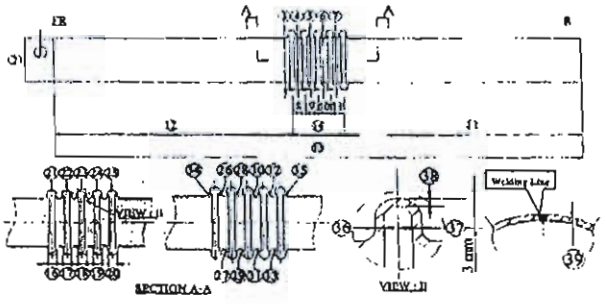
FR-REP-01 CMM-02

ภาพภาคผนวก ก-16 Lay Out Inspection (การตรวจสอบขนาด ทุก ๆ จุดที่อยู่ในแบบสินค้า)

Calibration Center for Industry (Burapha University)
Faculty of Engineering, Burapha University. Saensook, Muang, Chonburi 20131

Cert No. CIB11-T062
Page 2 of 2

RESULT OF MEASUREMENT



Measurement Value

Unit : mm

Item No.	Nominal Value	Measured Value	Item No.	Nominal Value	Measured Value
1	0.80	0.825	21	2.00	1.698
2	25.40	25.436	22	2.00	1.564
3	34.10	34.448	23	2.00	1.559
4	34.10	34.387	24	2.00	1.644
5	34.10	34.177	25	2.00	1.691
6	34.10	33.978	26	1.20	1.376
7	34.10	33.869	27	1.20	1.316
8	6.60	6.841	28	1.20	1.093
9	6.60	6.631	29	1.20	1.069
10	6.60	6.642	30	1.20	1.001
11	6.60	6.519	31	1.20	1.120
12	96.80	96.435	32	1.20	1.085
13	96.80	96.582	33	1.20	1.315
14	26.40	26.523	34	1.20	1.111
15	220.00	219.540	35	1.20	1.123
16	4.00	3.983	36	0.80	0.688
17	4.00	3.930	37	0.80	0.762
18	4.00	3.955	38	0.80	0.724
19	4.00	3.956	39	0.20	0.131
20	4.00	4.039	Uncertainty of Measurement		0.0127
Uncertainty of Measurement		0.0127			

End of Certificate

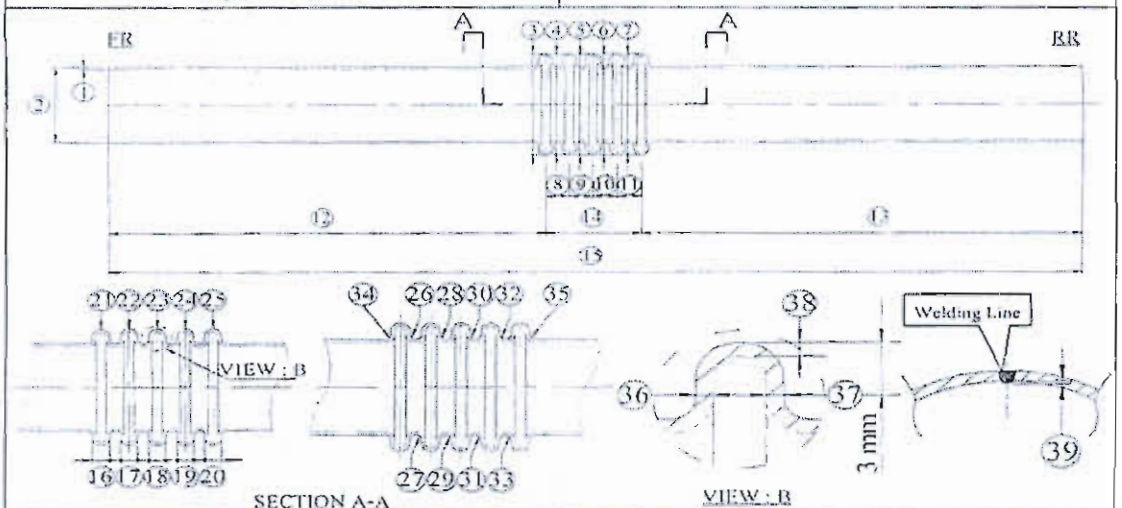
FR-REP-01-CMM-02

ภาพภาคผนวก ก-16 Lay Out Inspection (การตรวจสอบขนาด ทุก ๆ จุดที่อยู่ในแบบสินค้า) (ต่อ)

INABA (THAILAND) CO.,LTD

Part Layout Inspection

Part Name : Bellow Pipe Ø 25.4 x 220L x 5N	Part No. : 1382A151-01
Dwg No. : Yan-0001-00	Customer : Yamapand (Public) Co.,Ltd.



No	Description	Specification	Measure	Judge	No	Description	Specification	Measure	Judge
1	Thickness	0.8 ±0.08	0.825	O	28	Radius	1.2 ±0.5	1.093	O
2	Diameter Pipe	Ø 25.4 ±0.2	25.436	O	29	Radius	1.2 ±0.5	1.069	O
3	Diameter	Ø 34.1 ±0.5	34.448	O	30	Radius	1.2 ±0.5	1.001	O
4	Diameter	Ø 34.1 ±0.5	34.389	O	31	Radius	1.2 ±0.5	1.120	O
5	Diameter	Ø 34.1 ±0.5	34.199	O	32	Radius	1.2 ±0.5	1.083	O
6	Diameter	Ø 34.1 ±0.5	33.998	O	33	Radius	1.2 ±0.5	1.316	O
7	Diameter	Ø 34.1 ±0.5	33.869	O	34	Radius	1.2 ±0.5	1.111	O
8	Pitch	6.6 ±0.5	6.841	O	35	Radius	1.2 ±0.5	1.123	O
9	Pitch	6.6 ±0.5	6.531	O	36	Wall Thickness	0.8 $^{0}_{-1/16}$	0.688	O
10	Pitch	6.6 ±0.5	6.642	O	37	Wall Thickness	0.8 $^{0}_{-1/16}$	0.962	O
11	Pitch	6.6 ±0.5	6.519	O	38	Wall Thickness	0.8 $^{0}_{-1/16}$	0.924	O
12	Length	96.8 ±3.0	96.435	O	39	Welding Line	≤0.2 Not Over	0.131	O
13	Length	96.8 ±3.0	96.582	O					
14	Bellow Length	26.4 ±1.0	26.523	O					
15	Total Length	220 ±3.0	219.540	O					
16	Con Thickness	4.0 ±0.3	3.983	O					
17	Con Thickness	4.0 ±0.3	3.930	O					
18	Con Thickness	4.0 ±0.3	3.957	O					
19	Con Thickness	4.0 ±0.3	3.956	O					
20	Con Thickness	4.0 ±0.3	4.039	O					
21	Radius	2.0 ±0.5	1.696	O					
22	Radius	2.0 ±0.5	1.564	O					
23	Radius	2.0 ±0.5	1.559	O					
24	Radius	2.0 ±0.5	1.644	O					
25	Radius	2.0 ±0.5	1.691	O					
26	Radius	1.2 ±0.5	1.376	O					
27	Radius	1.2 ±0.5	1.216	O					

JUDGMENT: ☑ OK ☐ NG

REMARK : OD No. 2 - 7 To Be Inspection Welding Line

INABA (THAILAND) Co.,Ltd.		
Prepare By	Checked By	Approved By

DATE

INSPECTION NO

ภาพภาคผนวก ก-16 Lay Out Inspection (การตรวจสอบขนาด ทุก ๆ จุดที่อยู่ในแบบสินค้า) (ต่อ)

inaba INSPECTION FINAL

REV. NO	ISSUE DATE
02	23-09-19

CUST : YAMADA PUBLIC CO LTD. MODEL : MITSUBISHI 3F00

PART NAME : PIPE ASS'Y EGR Ø 25.4 x 220L x 5R

PART NO : 1582A151-01

DWG NO. MMT-031-01

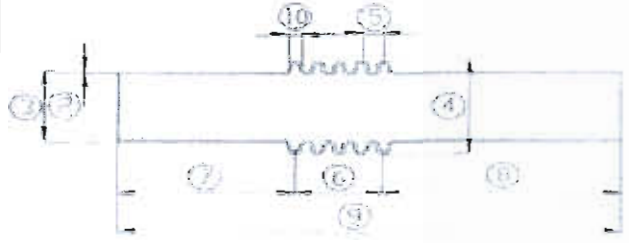
RANK :

MATERIAL : SUS304

LOT NO. : 1/62 - 067 - 085

INSP. DATE : 7 - 8 - 11

SKETCH



ITEM	INSPECTION ITEM	RANK	INSP. METHOD AND TOOL	STANDARD STD.	STANDARD TOLE	RESULT 1	2	3	4	5	$\bar{X}$	R	JUDGEMENT
1	APPEARANCE												
	NO BURR	N	VISUAL	OK / NG	-	O_K	O_K	O_K	O_K	O_K			O
	NO DENT	N	VISUAL	OK / NG		O_K	O_K	O_K	O_K	O_K			O
	NO RUST	N	VISUAL	OK / NG	-	O_K	O_K	O_K	O_K	O_K			O
	NO CRACK	N	VISUAL	OK / NG	-	O_K	O_K	O_K	O_K	O_K			O
	NO SCRATCH	N	VISUAL	OK / NG	-	O_K	O_K	O_K	O_K	O_K			O
	NO DEFORM	N	VISUAL	OK / NG	-	O_K	O_K	O_K	O_K	O_K			O
	NO LEAK	SC	LEAK TEST M/C	OK / NG	-	O_K	O_K	O_K	O_K	O_K			O
2	THICKNESS	N	VERNIER	0.8	± 0.05	0.74	0.73	0.75	0.78	0.73	0.74	0.07	O
3	OD DIAMETER	SC	VERNIER	25.4	± 0.2	25.54	25.53	25.43	25.46	25.57	25.51	0.14	O
4	OD DIAMETER	SC	VERNIER	34.1	± 0.5	34.09	34.15	34.00	34.08	34.91	34.11	0.81	O
5	PITCH DIMENSION	N	VERNIER	6.8	± 0.5	6.65	6.72	6.78	6.69	6.97	6.76	0.32	O
6	PITCH DIMENSION	SC	VERNIER	96.4	± 1.0	96.86	96.78	96.89	96.68	96.80	96.72	0.53	O
7	DIMENSION	N	MEASURING TAPE	98.8	± 2.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	0	O
8	DIMENSION	N	MEASURING TAPE	98.8	± 2.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0	0	O
9	DIMENSION	N	MEASURING TAPE	220.0	± 3.0	930.0	930.0	930.0	930.0	930.0	930.0	0	O
10	DIMENSION	N	VERNIER	4.0	± 0.3	4.08	3.93	3.94	3.98	3.98	3.98	0.15	O

REV. NO	DESCRIPTION	DATE
01	MODE INSPECTION ITEM 11.0	[illegible]
02	ADD INSPECTION ITEM 11.0	12.12.17
03	ADD SPECIAL CLASS POINT 9 AND 10	13.12.17
04	ITEM 1 CHANGE NO. FROM 1.93 TO 1.03	27.12.17

REMARK :

JUDGMENT : SYMBOL

- ☐ ACCEPTED : ○
- ☐ TEMPORARY ACCEPTED : △
- ☐ REJECTED : X
- ☐ TEMPORARY SAMPLE : □

CC :

- ☐ EN
- ☐ PD
- ☐ QC
- ☐ OTHER

OK PCS / TOTAL : 16 / 16

PERCENTAGE : 100 %

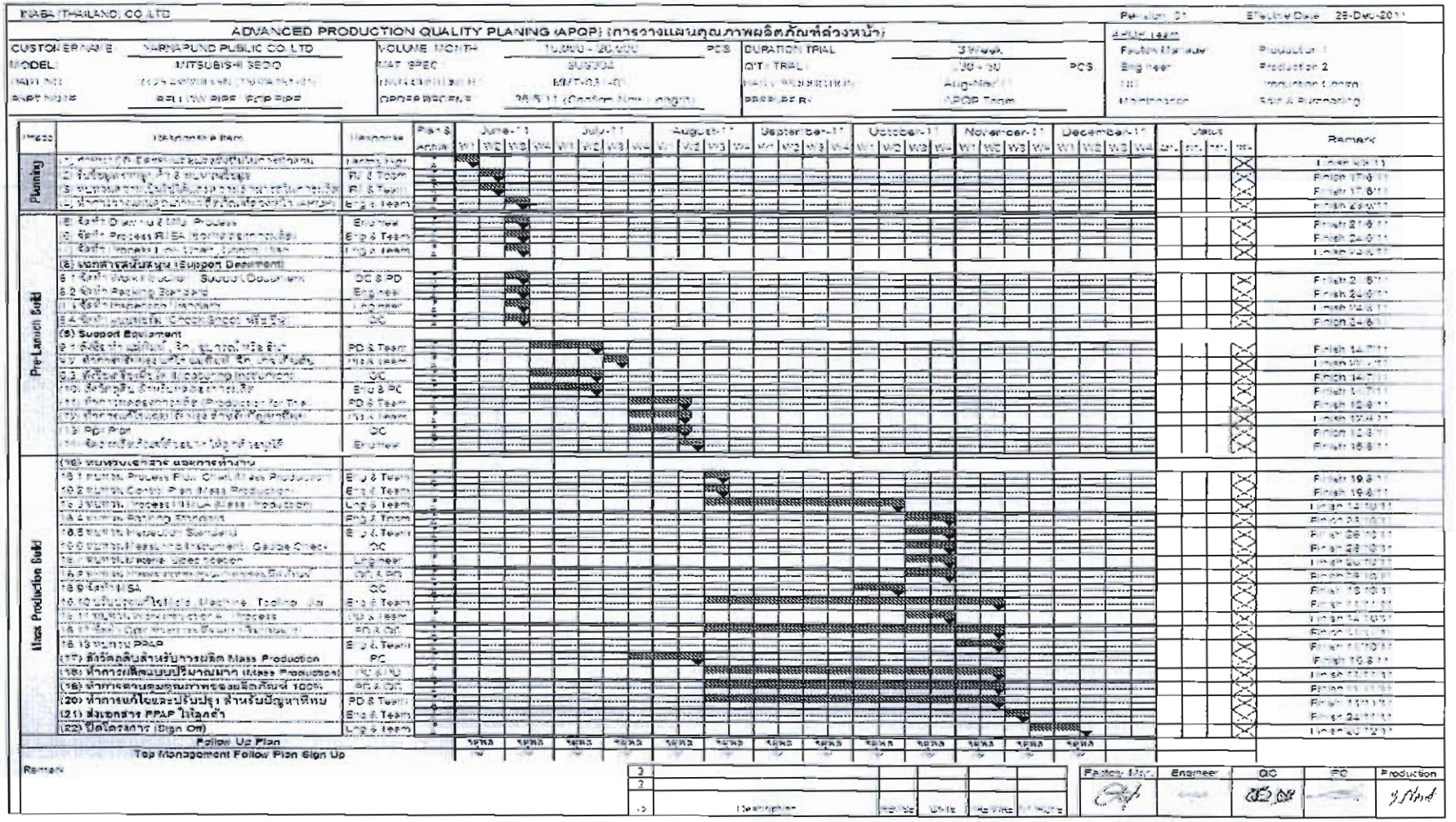
RESULT BY INABA (THAILAND)

INSPECTOR	CHECKED	APPROVED
Teerasak		

สถานะแก้ไข : 01

FM-QCD-36

ภาพภาคผนวก ก-17 Inspection Data (ใบบันทึกผลการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์)



ภาพภาคผนวก ก-18 Advanced Product Quality Planning (APQP Plan)