

การเพิ่มผลผลิตในกระบวนการประกอบแผงวงจรล่องแปลงสัญญาณภายนอกอาคาร

นายปถมพล พิกุลทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและเพิ่มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นเพิ่มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)

are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

PRODUCTIVITY IMPROVEMENT OF ASSEMBLY PROCESS OF OUTDOOR SIGNAL  
CONVERTER PRINTED CIRCUIT BOARDS

MR. PATHOMPON PIKULTHONG

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineer

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเพิ่มผลผลิตในกระบวนการประกอบแผงวงจรล่อง  
แปลงสัญญาณภายนอกอาคาร

โดย

นายปถมพล พิกุลทอง

สาขาวิชา

วิศวกรรมอุตสาหการ

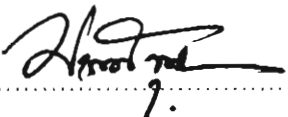
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก


ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประมวล สุธีจารุวัฒน์


คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารบัณฑิต

  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศนिरองศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุตินา)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประมวล สุธีจารุวัฒน์)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสวงศ์ โรจนโรวรรณ)

  
..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญวา ธรรมพิทักษ์กุล)

ปตมพล พิกุลทอง : การเพิ่มผลผลิตในกระบวนการประกอบแผงวงจรล่องแปลงสัญญาณ  
ภายนอกอาคาร. (PRODUCTIVITY IMPROVEMENT OF ASSEMBLY PROCESS OF  
OUTDOOR SIGNAL CONVERTER PRINTED CIRCUIT BOARDS)

อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร. ประมวล สุธีจารุวัฒน์, 224 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตในกระบวนการประกอบแผงวงจรล่องแปลง  
สัญญาณภายนอกอาคารโดยมุ่งเน้นการลดรอบเวลาการผลิตในสถานงานผ่านคลิ่นน้ำตะกั่ว ซึ่งมี  
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 9 ปัจจัย จากการศึกษาด้วยวิธีการวิเคราะห์ความไวและการออกแบบ  
การทดลองเพื่อหาผลกระทบหลักและผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยพบว่า ปัจจัยหลักที่จะนำไปทำ  
การปรับปรุงการผลิตคือ เวลารอคอยฟิวเจอร์ เวลาการผลิตตามธรรมชาติ เวลาการปรับตั้ง  
พารามิเตอร์ ปัจจัยที่มีผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยคือ เวลารอคอยฟิวเจอร์กับปัจจัยเวลาการผลิต  
ตามธรรมชาติ จากปัจจัยทั้งหมดนี้สามารถทำการปรับปรุงโดยทำการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ใน  
เครื่องให้มีความเร็วสายพาน 60 เซนติเมตรต่อนาที ความเร็วหัวพ่นน้ำยาประสาน 40 เซนติเมตร  
ต่อวินาที ความเร็วเครื่องจ่ายลม 80 เฮิร์ตซ์ เพื่อช่วยให้ชิ้นงานผ่านเครื่องคลิ่นน้ำตะกั่วได้เร็วขึ้น  
ในการใช้ประโยชน์เครื่องคลิ่นน้ำตะกั่วได้สูงสุดต้องทำการปรับปรุงโดยการเพิ่มจำนวนอุปกรณ์จับ  
ยึดชิ้นงานเข้าเครื่องคลิ่นน้ำตะกั่วจากเดิม 5 ชิ้นเป็น 12 ชิ้น และลดเวลาการปรับตั้งเครื่องให้  
น้อยลงด้วยการเพิ่มคอมพิวเตอร์ 1 ชุดที่สถานงาน จากการปรับปรุงทั้ง 3 ปัจจัยนี้สามารถลดรอบ  
เวลาการผลิตลงจาก 528.56 วินาทีต่อชิ้น เป็น 324.97 วินาทีต่อชิ้น หรือคิดเป็น 38.52% มี  
ผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 143 ชิ้นต่อวัน เป็น 232 ชิ้นต่อวัน เพิ่มขึ้น 89 ชิ้นต่อวัน ทำให้สามารถผลิต  
แผงวงจรล่องแปลงสัญญาณตามยอดคำสั่งซื้อของลูกค้าได้ โดยใช้เงินลงทุนในการปรับปรุง  
ทั้งหมด 121,500 บาท ซึ่งผลการปรับปรุงคิดเป็นต้นทุนการผลิตที่ลดได้เท่ากับ 95,544.80 บาท  
ต่อเดือน สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 1.27 เดือนเท่านั้น

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....  
สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....  
ปีการศึกษา.....2554.....

ลายมือชื่อนิสิต.....  
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

# # 5171423021 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : PRODUCTIVITY / CYCLE TIME / WAVESOLDERING

PATHOMPON PIKULTHONG : PRODUCTIVITY IMPROVEMENT OF ASSEMBLY  
PROCESS OF OUTDOOR SIGNAL CONVERTER PRINTED.

ADVISOR : ASST.PROF.PRAMUAL SUTEECHARUWAT, Ph.D., 224 pp.

The purpose of this research is to increase productivity in assembly process of Outdoor Signal Converter Printed Circuit Boards focusing on the reduction of manufacturing cycle time at the soldering wave station which is relevant to nine crucial concerning factors. According to the study of Sensitivity Analysis and Experiments Design, the results showed that three core effect factors, which should be considered in order to improve the production, are fixture waiting time, natural process time and setting time for wave parameters. There are two interaction effect factors which are the fixture waiting time and the natural process time. On account of all these factors, they could help to improve the speed of soldering wave machine by setting the wave machine parameters in the conveyor speed 60 centimeter per Minute. Solder Nozzle Speed 40 centimeter per second and Flux pump 80 hertz. To maximize the benefit of soldering wave machine, it is necessary to improved by increasing the fixture quantities from 5 pieces to 12 pieces and reducing the setup time derived from adding one set of computer at the soldering wave station. As a result of these three improvement methods, these could deduct the current production cycle time from 528.56 second per piece to 324.97 second per piece or 38.52% reduction. This could contribute to the increase of production output from 143 pieces per day to 232 pieces per day (Increasing 89 pieces per day). The investment cost of these improvements is around 121,500 Baht while the production cost decreases to 95,544.80 Baht per Month. All in all, the payback period is only 1.27 months.

Department : Industrial Engineering ..... Student's Signature .....  
Field of Study : Industrial Engineering ..... Advisor's Signature .....  
Academic Year : 2011 .....



## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.ประมวล สุทธิจารุวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งเสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อมอบความรู้และแบ่งปันประสบการณ์ในด้านต่างๆ อันเป็นประโยชน์ยิ่งแก่ผู้วิจัย ซึ่งไม่สามารถจะหาเรียนรู้ได้จากตำราใดๆ รวมทั้งให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์และสำเร็จลุล่วงลงได้

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ปารเมศ ชูติมา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.นภัสสงวงศ์ โจรจนโรวรรณ และ ผศ.ดร.บุญวา ธรรมพิทักษ์กุล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะและตรวจสอบความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ ดร.ชมพูนุช เกษมเศรษฐ์ และ คุณวรา สนั่นน้ำหนัก ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้านให้คำปรึกษาและคอยแนะนำแหล่งความรู้เพิ่มเติมที่ต้องใช้ ตลอดระยะเวลาการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ อธิการทางภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ที่คอยให้ความช่วยเหลือคำแนะนำต่างๆ และขอขอบคุณพี่ๆ อธิการของบัณฑิตวิทยาลัยทุกท่านที่ช่วยตรวจสอบรูปเล่มให้มีความสมบูรณ์

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ พนักงานทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้ความร่วมมือด้วยดีตลอดการทำวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ขอขอบคุณบุคคลในครอบครัวทุกท่าน และคุณพรเพ็ญ ภูติพันธ์ทรัพย์ ที่ได้ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจในการทำวิจัยมาโดยตลอดจนสำเร็จการศึกษา

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 แนวทางการวิจัย.....	3
1.5 แผนการศึกษา.....	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
บทที่ 2 ข้อมูลบริษัทกรณีศึกษา.....	8
2.1 บทนำ.....	8
2.2 ประวัติความเป็นมาของบริษัทกรณีศึกษาและประเภทของผลิตภัณฑ์.....	8
2.3 ปัญหาของบริษัทกรณีศึกษา.....	13
2.4 สรุป.....	21
บทที่ 3 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	22
3.1 บทนำ.....	22
3.2 การคำนวณกำลังการผลิต.....	22
3.3 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์.....	23
3.4 การออกแบบจำลอง.....	26
3.5 การปรับตั้งที่รวดเร็ว.....	26
3.5 สรุป.....	27

	หน้า
บทที่ 4 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์.....	28
4.1 บทนำ.....	28
4.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในแบบจำลอง.....	28
4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	30
4.4 การสร้างแบบจำลองการผลิต.....	43
4.5 การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง.....	46
4.6 สรุป.....	50
บทที่ 5 ทดสอบหาปัจจัยที่ใช้ลดรอบเวลาการผลิต.....	52
5.1 บทนำ.....	52
5.2 ทดสอบหาปัจจัยที่ใช้ลดรอบเวลาการผลิต.....	52
5.3 สรุป.....	56
บทที่ 6 การปรับปรุงรอบเวลาการผลิต.....	57
6.1 บทนำ.....	57
6.2 การปรับปรุงเวลาการผลิตตามธรรมชาติ.....	57
6.3 การปรับปรุงเวลารอคอยฟีกเจอร์.....	64
6.4 การปรับปรุงเวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์.....	66
6.5 สรุป.....	68
บทที่ 7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	69
รายการอ้างอิง.....	74
ภาคผนวก.....	77
ภาคผนวก ก ข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลอง.....	78
ภาคผนวก ข รายละเอียดของขั้นตอนการสร้างแบบจำลองปัจจัยต่างๆ.....	190
ภาคผนวก ค ข้อมูลรอบเวลาการผลิตจากผลของแบบจำลองสถานการณ์.....	199
ภาคผนวก ง ข้อมูลผลการปรับปรุงการผลิต.....	217
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	224



## สารบัญญัตราจ

ตารางที่		หน้า
4.10	สรุปรข้อมูลนำเข้าในแต่ละปีจัจัยของรอบเวลาการผลิตที่สถานีนงานคลื่อนน้ำตะกั่ว ..	43
4.2	ผลการทดสอบข้อมูลในสายการผลิตกับแบบจำลองสถานการณ์.....	50
5.1	ผลการจำลองสถานการณ์การทดลองปรับปรุงทั้ง 4 ปีจัจัย.....	54
5.2	สรุปรผลการทดสอบความไวและการออกแบบการทดลอง.....	56
6.1	ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง.....	59
6.2	จำนวนแบบการทดลองค่าพารามิเตอร์ของทั้ง 3 องค์ประกอบ.....	60
6.3	ผลการทดลองของแต่ละค่าพารามิเตอร์.....	60
6.4	ผลการทดลองของแต่ละค่าพารามิเตอร์.....	66
6.5	สรุปรผลการปรับปรุงทั้ง 3 ปีจัจัย.....	67
ก.1	ข้อมูลนำเข้าของเวลาการผลิตตามธรรมชาติ หน่วย: วินาที/ ชัน	79
ก.2	ข้อมูลนำเข้าของเวลารอคอยฟีกเจอร์ หน่วย: วินาที/ ชัน	81
ก.3	ข้อมูลนำเข้าของเวลาแก้ไขหัวพ่นน้ำยาประสาน หน่วย: นาที/ ครั้ง	93
ก.4	ข้อมูลนำเข้าของเวลาแก้ไขคราบตะกั่ว หน่วย: นาที/ ครั้ง	101
ก.5	ข้อมูลนำเข้าของเวลาเตรียมปรับตั้ง หน่วย: นาที/ ครั้ง	107
ก.6	ข้อมูลนำเข้าของเวลารอคอยการปรับตั้งพารามิเตอร์ หน่วย: นาที/ ครั้ง	115
ก.7	ข้อมูลนำเข้าของเวลาตรวจคุณภาพตะกั่วพารามิเตอร์ หน่วย: นาที/ ครั้ง	123
ก.8	ข้อมูลนำเข้าของเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วไม่เต็ม หน่วย: นาที/ ครั้ง	131
ก.9	ข้อมูลนำเข้าของเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วทอดสะพาน หน่วย: นาที/ ครั้ง	138
ก.10	ข้อมูลรอบเวลาการผลิตก่อนปรับปรุง หน่วย: วินาที/ ชัน	140
ค.1	ข้อมูลรอบเวลาการผลิตจากแบบจำลองสถานการณ์ หน่วย : วินาที/ ชัน	200
ง.1	เวลาการผลิตตามธรรมชาติหลังทำการปรับปรุง หน่วย: วินาที	218
ง.2	เวลารอคอยฟีกเจอร์หลังทำการปรับปรุง หน่วย: วินาที	220
ง.3	เวลาการปรับตั้งเครื่อง หน่วย: นาที	222

## สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ยอดขายเครื่องรับส่งสัญญาณดาวเทียมในตลาดโลกในปี พ.ศ. 2547 - 2553 .....	1
2.1	ปริมาณการผลิตของแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์ .....	10
2.2	มูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตทั้งหมด .....	10
2.3	ผลิตภัณฑ์ของกลุ่มโทรคมนาคม .....	11
2.4	แผนภูมิการไหลของผลิตภัณฑ์กลุ่มโทรคมนาคม .....	12
2.5	แผนผังสายการผลิตของผลิตภัณฑ์กลุ่มโทรคมนาคม .....	13
2.6	ผลการคำนวณภาระงานของแต่ละกระบวนการผลิตในปี พ.ศ. 2553 .....	14
2.7	ภาระงานของกระบวนการวางขึ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 1 ในปี พ.ศ. 2553 .....	15
2.8	รอบเวลาการผลิตผลิตภัณฑ์ IDU32E1 ของกระบวนการวางขึ้นส่วนด้วยมือ ช่วงที่ 1 .....	16
2.9	ขั้นตอนการทำงานของสถานีงานผ่านคลื่นน้ำตะกั่ว .....	17
2.10	ปัจจัยของเวลาการมาถึงของชิ้นงานที่พบในการผลิตปี พ.ศ. 2552 .....	18
2.11	ปัจจัยของเวลาปรับตั้งการผลิตที่พบในการผลิตปี พ.ศ. 2552 .....	19
2.12	ปัจจัยของเวลาจากสภาพพร้อมใช้งานของสถานีที่พบในการผลิตปี พ.ศ. 2552 ...	19
2.13	ปัจจัยของเวลาในการแก้ไขชิ้นงานใหม่ที่พบในการผลิตปี พ.ศ. 2552 .....	20
3.1	ขั้นตอนพื้นฐานในการทำการศึกษผ่านการจำลองสถานการณ์ของ Harry Perros .....	25
4.1	ผลการทดสอบภาวะสมบูรณ์ที่ดีของเวลาการผลิตตามธรรมชาติ .....	31
4.2	ผลการทดสอบภาวะสมบูรณ์ที่ดีของเวลารอคอยฟิกเจอร์ .....	32
4.3	ผลการทดสอบภาวะสมบูรณ์ที่ดีของเวลาแก้ไขหัวพ่นน้ำยาประสาน .....	34
4.4	ผลการทดสอบภาวะสมบูรณ์ที่ดีของเวลาแก้ไขคราบตะกั่ว .....	35
4.5	ผลการทดสอบภาวะสมบูรณ์ที่ดีของเวลาเตรียมปรับตั้ง .....	37
4.6	ผลการทดสอบภาวะสมบูรณ์ที่ดีของเวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์ .....	38
4.7	ผลการทดสอบภาวะสมบูรณ์ที่ดีของเวลาตรวจคุณภาพค่าตะกั่ว .....	39
4.8	ผลการทดสอบภาวะสมบูรณ์ที่ดีของเวลาแก้ไขปัญหาตะกั่วไม่เต็ม .....	41
4.9	ผลการทดสอบภาวะสมบูรณ์ที่ดีของเวลาแก้ปัญหาตะกั่วทอดสะพาน .....	42

ภาพที่	หน้า
4.10	แบบจำลองการผลิตผลิตภัณฑ์แผงวงจรล่องแปลงสัญญาณภายนอกอาคาร ในสถานีงานเครื่องคลื่นน้ำตะกั่ว ..... 44
4.11	กราฟค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ระหว่างรอบเวลาการผลิตกับเวลาในการจำลอง..... 45
4.12	ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิของรอบเวลาการผลิตจากการผลิตจริง ..... 47
4.13	ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิของรอบเวลาการผลิตจริงและแบบจำลอง ..... 48
4.14	ผลการทดสอบความสม่ำเสมอของความแปรปรวนของการผลิตจริงและ แบบจำลอง ..... 49
4.15	ผลการทดสอบค่ามัธยฐานของการผลิตจริงและแบบจำลอง ..... 49
5.1	กราฟผลการวิเคราะห์ความไวของแต่ละปัจจัย ..... 53
5.2	ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อรอบเวลาการผลิตด้วยมินิแท็บโปรแกรม ..... 55
6.1	ข้อกำหนดของการทำงานของสถานีงานผ่านคลื่นน้ำตะกั่ว..... 58
6.2	ผลการวิเคราะห์ผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยของการจ่ายน้ำยาประสาน..... 61
6.3	ผลการวิเคราะห์ค่าที่เหมาะสมของปริมาณน้ำยาประสานด้วยมินิแท็บโปรแกรม.. 62
6.4	ผลการทดสอบสัดส่วนของเสียจากการผลิต ..... 63
6.5	รอบเวลาการผลิตของการปรับปรุงการเพิ่มจำนวนฟีกเจอร์จากแบบจำลอง สถานการณ์..... 64
6.6	รอบเวลาการผลิตหลังปรับปรุงเวลารอคอยฟีกเจอร์..... 65
6.7	รอบเวลาการผลิตหลังปรับปรุงเวลารอคอยการปรับตั้งพารามิเตอร์..... 66
ข.1	ขั้นตอนการระบุชื่อไฟล์ที่ต้องการสร้างในแบบจำลอง..... 191
ข.2	ขั้นตอนการกำหนดเวลาการผลิตในแบบจำลอง..... 192
ข.3	ขั้นตอนการกำหนดจำนวนรอบการจำลองการผลิต..... 192
ข.4	ขั้นตอนการเขียนองค์ประกอบต่างๆในแบบจำลองการผลิต..... 193
ข.5	รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาดำเนินการผลิตตามธรรมชาติ..... 193
ข.6	รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาการมาถึงของอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน..... 194
ข.7	รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาดำเนินการแก้ไขหัวพ่นน้ำยาประสานโดย เฉลี่ยของเวลาในกระบวนการผลิต..... 194
ข.8	รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาดำเนินการโดยเฉลี่ยก่อนเครื่องคลื่นน้ำ ตะกั่วเกิดขัดข้องจากหัวพ่นน้ำยาประสานในเครื่องผลิตปรกติของเวลาใน กระบวนการผลิต..... 195

ภาพที่		หน้า
ข.9	รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาดำเนินการแก้ไขคราบขี้ตะกั่วในหม้อต้ม ตะกั่วโดยเฉลี่ย ของเวลาในกระบวนการผลิต.....	195
ข.10	รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาดำเนินการโดยเฉลี่ยก่อนเครื่องคลื่นน้ำ ตะกั่วเกิดขัดข้องเกิดคราบขี้ตะกั่วในหม้อต้มตะกั่วของเวลาในกระบวนการผลิต	196
ข.11	รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาดำเนินการเตรียมการปรับตั้ง.....	196
ข.12	รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาดำเนินการปรับตั้งพารามิเตอร์.....	197
ข.13	รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาดำเนินการตรวจคุณภาพตะกั่วพารามิเตอร์	197
ข.14	รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วไม่เต็ม.....	198
ข.15	รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วทอดสะพาน.....	198

# บทที่ 1

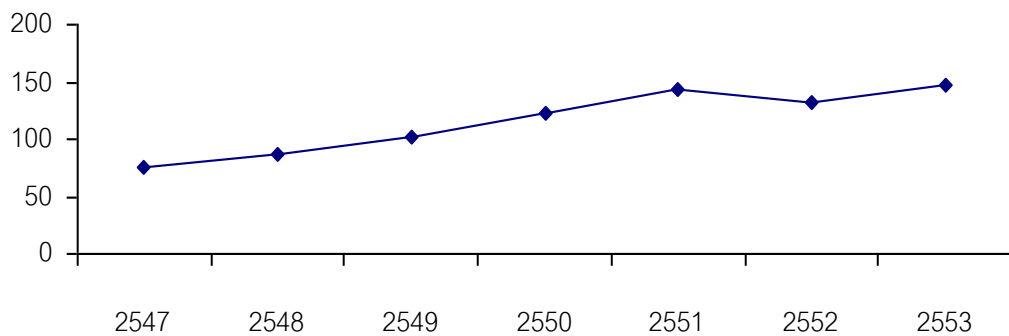
## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ความต้องการใช้เทคโนโลยีได้เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีเกี่ยวกับการสื่อสารที่เน้นความสะดวกและรวดเร็ว ดังเห็นได้จากรายงานของไอดีซี (International Data Corporation) เกี่ยวกับสถานะเศรษฐกิจและความต้องการใช้เทคโนโลยีการสื่อสารในปี พ.ศ. 2547 – 2553 พบว่าผลิตภัณฑ์เครื่องรับส่งสัญญาณดาวเทียมมีแนวโน้มเติบโตขึ้น ดังรูปที่ 1.1

#### ยอดจำหน่ายเครื่องรับส่งสัญญาณดาวเทียมทั่วโลก

(หน่วย : ล้านหน่วย)



รูปที่ 1.1 ยอดขายเครื่องรับส่งสัญญาณดาวเทียมในตลาดโลกในปี พ.ศ. 2547 – 2553

จากยอดขายเครื่องรับส่งสัญญาณดาวเทียมในตลาดโลกปี พ.ศ. 2547 – 2553 พบว่าในปี พ.ศ. 2547 – 2551 มีอัตราการเติบโตอย่างต่อเนื่อง ยกเว้นยอดขายในปี พ.ศ. 2552 ตกลงไปเพราะการถดถอยของเศรษฐกิจโลก<sup>1</sup> ไอดีซีคาดว่าในปี พ.ศ. 2557 ยอดขายของเครื่องรับส่งสัญญาณดาวเทียมเพิ่มขึ้นเป็น 193.9 ล้านหน่วย เนื่องจากผู้ผลิตเครื่องรับส่งสัญญาณดาวเทียมได้มีการออกผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ อย่างต่อเนื่อง ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้รวมเอาคุณสมบัติต่างๆ ที่มีความหลากหลายและดีกว่ารุ่นก่อนๆ เอาไว้ด้วย

<sup>1</sup> Sheana Tambourgi, Irene Casanova, et al., *Global Risks 2009 A Global Risk Network Report*, (Switzerland: World Economic Forum, 2009): p. 5.

จากข้อมูลนี้ทำให้บริษัทที่ดำเนินธุรกิจผลิตภัณฑ์เครื่องรับส่งสัญญาณดาวเทียมต่างเริ่มทำการสำรวจความพร้อมในการรองรับความต้องการของผู้บริโภค บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทหนึ่งี่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับเครื่องรับส่งสัญญาณดาวเทียม โดยให้บริการด้านการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในอุปกรณ์เครื่องรับส่งสัญญาณดาวเทียม แล้วส่งมอบให้แก่ลูกค้าที่เป็นผู้ผลิตขั้นสุดท้ายเพื่อประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ปัจจุบันบริษัทประสบปัญหามีกำลังการผลิตไม่เพียงพอในการรองรับปริมาณความต้องการสินค้า ดังจะเห็นได้จากผลการคำนวณกำลังการผลิตที่แสดงอยู่ในบทที่ 2 ของงานวิจัยนี้ พบว่ากระบวนการประกอบชิ้นส่วนลงบนแผงวงจรที่สถานีงานเครื่องคลื่นน้ำตะกั่ว (Wave soldering) เป็นจุดคอขวด (Bottleneck) ของกระบวนการผลิต ดังนั้นเพื่อให้สามารถรองรับปริมาณการผลิต จำเป็นต้องลดรอบเวลาการผลิตให้ต่ำลงโดยยังคงรักษาคุณภาพการผลิตตามที่ลูกค้ากำหนด

ในการศึกษาการลดรอบเวลาการผลิตให้ต่ำลง ผู้วิจัยได้อาศัยความสัมพันธ์รอบเวลาการผลิตของ วอลเลซ เจ ฮีธ และ มาร์ค แอล สเปียร์แมน ที่ระบุว่ารอบเวลาการผลิตประกอบไปด้วยองค์ประกอบดังนี้ เวลาการผลิตตามธรรมชาติ (ไม่รวมเวลาที่ไม่มีประสิทธิภาพ) เวลาจากสภาพพร้อมใช้งานของสถานีงาน เวลาในการแก้ไขชิ้นงานใหม่ เวลามาถึงของชิ้นงาน เวลาในแถวคอย เวลาการปรับตั้ง เวลาเบรคของกระบวนการ เวลาการเคลื่อนย้ายเบรค เวลาสอดคล้องของวัตถุดิบกับการผลิต เมื่อทำการศึกษายการผลิตพบว่า กระบวนการผลิตของสถานีงานเครื่องคลื่นน้ำตะกั่วเป็นการผลิตแบบต่อเนื่องบนสายพานลำเลียง โดยแผงวงจรที่ทำการประกอบชิ้นส่วนจะถูกใส่ลงในอุปกรณ์จับยึดหนึ่งชิ้นต่ออุปกรณ์จับยึด ดังนั้นองค์ประกอบรอบเวลาการผลิตที่จะนำมาใช้พิจารณาในการปรับปรุงครั้งนี้จึงมีเพียง เวลาการผลิตตามธรรมชาติ เวลามาถึงของชิ้นงาน เวลาการปรับตั้ง เวลาจากสภาพพร้อมใช้งานของสถานีงาน และ เวลาในการแก้ไขชิ้นงานใหม่ โดยแต่ละองค์ประกอบมีปัจจัยต่างๆ ดังนี้

- 1) ปัจจัยของเวลาการผลิตตามธรรมชาติ คือ ความเร็วของสายพานเครื่องคลื่นน้ำตะกั่ว
- 2) ปัจจัยของเวลาการมาถึงของชิ้นงานคือ เวลารอคอยฟิกเจอร์
- 3) ปัจจัยของเวลาปรับตั้งการผลิต คือ เวลารอคอยเตรียมปรับตั้ง เวลารอคอยการปรับตั้งพารามิเตอร์ และเวลารอคอยตรวจคุณภาพค่าพารามิเตอร์ตะกั่ว
- 4) ปัจจัยของเวลาจากสภาพพร้อมใช้งานของสถานี คือ เวลารอคอยแก้ไขหัว

พ่นน้ำยาประสาน และเวลารอคอยแก้ไขคราบตะกั่ว

- 5) ปัจจัยของเวลาในการแก้ไขชิ้นงานใหม่ คือ เวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วไม่เต็ม และเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วทอดสะพาน

ดังนั้นในการปรับปรุงจึงต้องทำการทดสอบหาค่าที่เหมาะสมของทั้ง 9 ปัจจัย เพื่อให้ได้รอบเวลาการผลิตที่ต่ำสุด แต่เนื่องจากสถานีงานเครื่องคลีนน้ำตะกั่วมีความจำเป็นต้องใช้ทำการผลิตตลอดเวลาเพื่อให้ตอบสนองต่อปริมาณความต้องการสินค้าให้มากที่สุด ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เครื่องมือการจำลองสถานการณ์ช่วยในการวิเคราะห์ปัจจัยที่ต้องทำการปรับปรุง เพื่อเพิ่มผลผลิตในสถานีงานเครื่องคลีนน้ำตะกั่วให้สามารถรองรับปริมาณความต้องการสินค้าที่สูงขึ้นได้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเพิ่มผลผลิตในกระบวนการประกอบแผงวงจรกล่องแปลงสัญญาณภายนอกอาคารโดยมุ่งเน้นการลดรอบเวลาการผลิตในสถานีงานผ่านคลีนน้ำตะกั่ว

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. การปรับปรุงจะดำเนินการคัดเลือกเฉพาะปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตผลิตภัณฑ์กล่องแปลงสัญญาณภายนอกอาคารในสถานีงานผ่านคลีนน้ำตะกั่วเท่านั้น
2. การศึกษานี้จะมุ่งลดรอบเวลาการผลิตเฉพาะปัจจัยที่เกิดจาก 5 องค์ประกอบ คือ ปัจจัยของเวลาการผลิตตามธรรมชาติ ปัจจัยของเวลาการมาถึงของชิ้นงาน ปัจจัยของเวลาปรับตั้งการผลิต ปัจจัยของเวลาในการแก้ไขชิ้นงานใหม่ ปัจจัยของเวลาในการแก้ไขชิ้นงานใหม่

## 1.4 แนวทางการวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการปรับปรุงการผลิต
2. รวบรวมข้อมูลของกระบวนการผลิตและสร้างแบบจำลองระบบการผลิต

3. ออกแบบการทดลองปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อรอบเวลาการผลิต
4. ปรับปรุงปัจจัยที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 และสรุปผลการวิจัย
5. จัดทำเล่มวิทยานิพนธ์

## 1.5 แผนการศึกษา

### 1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการปรับปรุงการผลิต

วัตถุประสงค์	เพื่อให้ได้แนวทางการปรับปรุงเพิ่มผลผลิตในกระบวนการประกอบแผงวงจรล่องแปลงสัญญาณภายนอกอาคาร
ลักษณะกิจกรรม	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ค้นหางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อวิทยานิพนธ์จากคำสำคัญในงานวิจัยที่ผ่านมา</li> <li>2) ศึกษาแนวทางการปรับปรุงในงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเขียนบทที่ 3 เรื่องทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องลงในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้</li> <li>3) เขียนแนวทางการปรับปรุงของงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้</li> </ol>
ระยะเวลา	10 สัปดาห์
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	ได้แนวทางการปรับปรุงจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2. รวบรวมข้อมูลของกระบวนการผลิตและสร้างแบบจำลองระบบการผลิต

วัตถุประสงค์	เพื่อให้เข้าใจกระบวนการผลิตและได้แบบจำลองการผลิตที่สามารถใช้ศึกษาทำการปรับปรุงแทนการทดลองในสายการผลิต
ลักษณะกิจกรรม	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) รวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิต ผังสายการผลิต รอบเวลาการผลิตของแต่ละสถานีงาน ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการปรับปรุงรอบเวลาการผลิตของสถานีงานผ่านคลื่นน้ำตะกั่ว</li> </ol>



- 2) ทดสอบค่าสถิติจำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอที่จะใช้เป็นตัวแทนของประชากรเพื่อนำไปวิเคราะห์หารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบที่ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5% ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ด้วยตัวสถิติการแจกแจงที่
- 3) วิเคราะห์หารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าไปในแบบจำลอง โดยการทดสอบสมมติฐานภาวะสภาวะรูปสถิติภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95%
- 4) เขียนแบบจำลองการผลิตของสถานงานผ่านคลื่นน้ำตะกั่ว และนำรูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบมาใช้ในโปรแกรมโกลด์ ซิม ซึ่งเป็นโปรแกรมจำลองสถานการณ์ที่มีใช้ในบริษัทกรณีศึกษา ทดลองใช้แบบจำลองและหาเวลาที่เข้าสู่สภาวะคงตัวของระบบ เพื่อตัดข้อมูลที่มีความผันแปรออกไปจากการทดลองใช้แบบจำลองทำการผลิตที่ 1 สัปดาห์ ด้วยจำนวนรอบการทดลองที่ 1 รอบ แล้วนำค่าที่ได้มาวาดกราฟค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ และหาขนาดของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือทางสถิติมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5% ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ด้วยตัวสถิติการแจกแจงที่
- 5) ทดสอบความน่าเชื่อถือทางสถิติของแบบจำลองจากการทดสอบสมมติฐานภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ของรูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล ความแปรปรวนของข้อมูล และค่ากลางของข้อมูล

ระยะเวลา

9 สัปดาห์

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

แบบจำลองการผลิตที่สามารถใช้แทนการทดลองในสายการผลิตจริง

### 3. ออกแบบการทดลองปัจจัยที่ส่งผลต่อรอบเวลาการผลิต

วัตถุประสงค์	เพื่อให้ได้ปัจจัยและวิธีการปรับปรุงลดรอบเวลาการผลิตของ สถานีนงานผ่านคลื่นน้ำตะกั่ว
ลักษณะกิจกรรม	1) ทดสอบหาปัจจัยที่ใช้ลดรอบเวลาการผลิตในแบบจำลอง สถานการณ์ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความไวที่ละปัจจัย เพื่อตัด ปัจจัยที่ส่งผลต่อรอบการผลิตน้อยออกไป จากนั้นจึงนำ ปัจจัยที่เหลือไปทำการออกแบบการทดลองหาผลกระทบ ร่วมระหว่างปัจจัย  2) นำปัจจัยที่ได้จากขั้นตอนที่ 1) มาทำการกำหนดวิธีการ ปรับปรุงลดรอบเวลาการผลิต
ระยะเวลา	1 สัปดาห์
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	ปัจจัยและวิธีการปรับปรุงลดรอบเวลาการผลิตของ สถานีนงานผ่านคลื่นน้ำตะกั่ว

### 4. ปรับปรุงปัจจัยที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 และสรุปผลการวิจัย

วัตถุประสงค์	เพื่อให้ทราบผลลัพธ์จากการปรับปรุงปัจจัยที่ได้จากการศึกษา ในครั้งนี้ (ขั้นตอนที่ 3)
ลักษณะกิจกรรม	1) ปรับปรุงปัจจัยเวลาการผลิตตามธรรมชาติ โดยทดลองใน สายการผลิตหาค่าที่เหมาะสมระหว่าง การจ่ายน้ำยา ประสานซึ่งเป็นตัวควบคุมคุณภาพของชิ้นงานกับความเร็ว สายพานที่มีผลต่อรอบเวลาการผลิตตามธรรมชาติ และ ยืนยันว่าค่าความเร็วสายพานใหม่มีสัดส่วนของเสียไม่ แตกต่างจากก่อนปรับปรุง ด้วยการทดสอบสมมติฐาน ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95%  2) ปรับปรุงปัจจัยเวลารอคอยฟีกเจอร์ โดยทดสอบหาจำนวน ฟีกเจอร์ขั้นต่ำในแบบจำลองแล้วนำไปทำการทดลองใน

สายการผลิตแล้วทำการบันทึกผล

3) ปรับปรุงปัจจัยเวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์ โดยติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง จากนั้นทำการบันทึกผลรอบเวลาในการประมวลผลค่าพารามิเตอร์เครื่องคลื่นน้ำตะกั่วใหม่

4) สรุปผลการวิจัย

ระยะเวลา

3 สัปดาห์

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ผลลัพธ์ของการปรับปรุงแต่ละปัจจัย

#### 5. จัดทำเล่มวิทยานิพนธ์

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ได้เล่มวิทยานิพนธ์ที่พร้อมส่งต่อบัณฑิตวิทยาลัยเก็บเป็นฐานข้อมูลในการปรับปรุงของงานวิจัยอื่นต่อไป

ลักษณะกิจกรรม

1) นำทุกขั้นตอนในแผนการศึกษามาทำการเรียบเรียงเขียนเป็นหนังสือ

2) จัดรูปแบบและตรวจสอบความถูกต้องของวิทยานิพนธ์ตามแบบฟอร์มที่บัณฑิตวิทยาลัยกำหนด

ระยะเวลา

4 สัปดาห์

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

เล่มวิทยานิพนธ์ที่มีเนื้อหาสมบูรณ์และรูปแบบที่ถูกต้องพร้อมส่งต่อบัณฑิตวิทยาลัย

#### 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถผลิตแผงวงจรกล่องแปลงสัญญาณได้ตามยอดคำสั่งผลิตของลูกค้า
2. สามารถนำแนวทางการปรับปรุงจากงานวิจัยนี้ ไปใช้ปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มอื่นๆ ในกระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 1 ได้ต่อไปในอนาคต

## บทที่ 2

### ข้อมูลบริษัทกรณีศึกษา

#### 2.1 บทนำ

จากรายงานผลการสำรวจวิจัยของไอดีซี (International Data Corporation) ที่รายงานความต้องการใช้เทคโนโลยีที่เพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทที่ทำการผลิตผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับเทคโนโลยีการสื่อสารเช่นกัน ดังนั้นบริษัทจึงต้องมีการเตรียมแผนกำลังการผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการ โดยในบทนี้ได้อธิบายถึงประวัติความเป็นมาของบริษัทกรณีศึกษาเพื่อให้เข้าใจถึงสภาพทั่วไปของบริษัท และอธิบายถึงสภาพปัญหาที่พบในบริษัทกรณีศึกษา

#### 2.2 ประวัติความเป็นมาของบริษัทกรณีศึกษาและประเภทของผลิตภัณฑ์

โรงงานผลิตผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ (Original Equipment Manufacturers: OEMs) และกลุ่มที่ให้บริการด้านการผลิต (Electronic Manufacturing Services: EMSs หรือ Contract Electronic Manufacturers: CEMs)<sup>1</sup> โดยบริษัทในกลุ่มที่ให้บริการด้านการผลิต คือบริษัทที่ให้บริการออกแบบและทดสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ให้บริการผลิตแผงวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ และให้บริการหลังการขาย (การรับซ่อมตัวผลิตภัณฑ์ที่มีความเสียหายด้วยเหตุของทางด้านอายุการใช้งานหรือ ความเสียหายอันเกิดจากสาเหตุอื่นๆ) แก่กลุ่มบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ ทำให้บริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ไม่จำเป็นต้องมีสายการผลิตเป็นของตัวเอง สามารถลดต้นทุนการผลิตในส่วนของต้นทุนคงที่ (Fixed cost) เหลือแต่ต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) ซึ่งเป็นสิ่งที่แต่ละบริษัทจะต้องนำเสนอลูกค้าเพื่อให้เกิดความพอใจในราคาตัวผลิตภัณฑ์

บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทในกลุ่มที่ให้บริการด้านการผลิตที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทย โดยให้บริการด้านการประกอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อส่งออก 100% ได้รับการส่งเสริมการลงทุนจากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (Board of Investment: BOI) ทำให้ไม่ต้อง

---

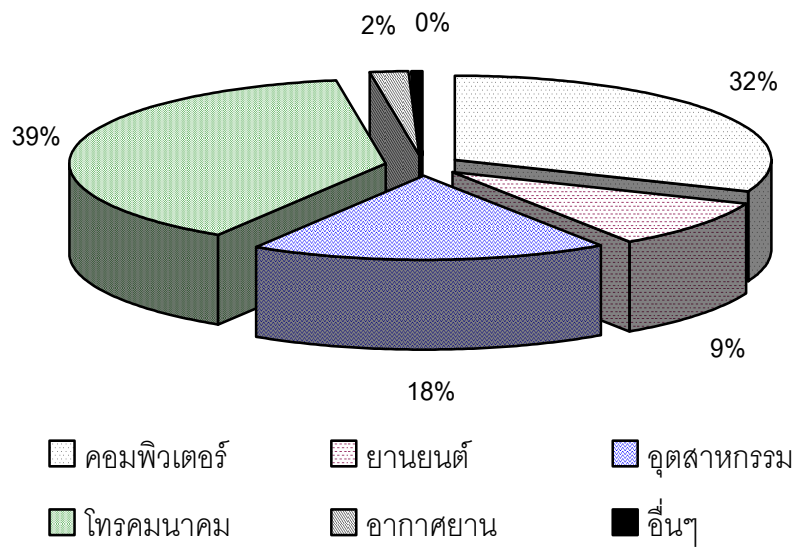
<sup>1</sup> GlobalSpec The Engineering Search Engine, [Electronic Manufacturing Services \(EMS\)](http://www.globalspec.com/LearnMore/Electrical_Electronic_Manufacturing/Electronic_Manufacturing_Services_EMS) [ออนไลน์], from [www.globalspec.com/LearnMore/Electrical\\_Electronic\\_Manufacturing/Electronic\\_Manufacturing\\_Services\\_EMS](http://www.globalspec.com/LearnMore/Electrical_Electronic_Manufacturing/Electronic_Manufacturing_Services_EMS) [2010, January 7]

เสี่ยภาชีนาเข้าวัดอุทิศ เริ่มก่อตั้งและดำเนินการผลิตในประเทศไทยเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2531 ที่อาคารคลองตัน เขตพระโขนง มีพนักงานประมาณ 150 คน ต่อมาในช่วงเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2535 บริษัทย้ายที่ทำการผลิตไปที่แห่งใหม่เพื่อขยายกำลังการผลิตให้สามารถรองรับอัตราการเจริญเติบโตของธุรกิจ ที่ตั้งแห่งใหม่อยู่ในเขตจังหวัดปทุมธานีบนพื้นที่ 40 ไร่ ปัจจุบันมีพนักงานประมาณ 1,800 คน ดำเนินการผลิตตลอด 24 ชั่วโมง แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ผลัด ผลัดละ 8 ชั่วโมง สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้มากกว่า 20,000 ชิ้นต่อวัน ภายใต้มาตรฐานอุตสาหกรรมระดับโลกดังนี้ ISO 9000 ISO9002 ISO14001 OHSAS18001 ISO/TS 16949 TL9000 AS9100

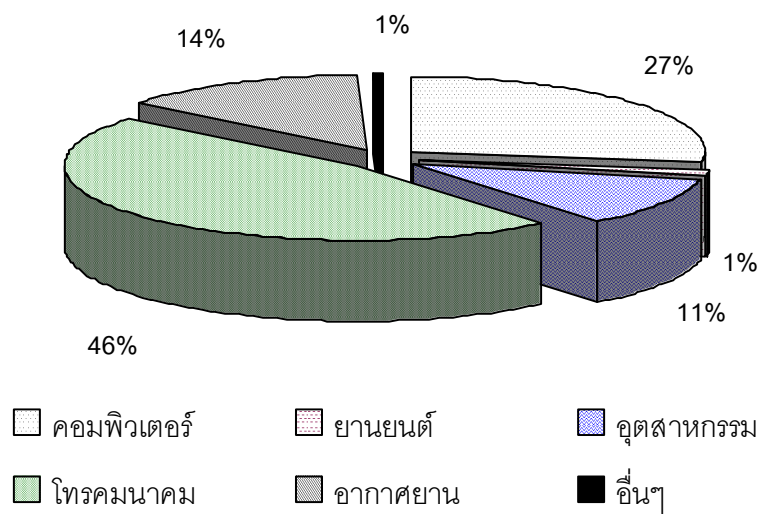
ผลิตภัณฑ์ที่บริษัทรับเข้ามาทำการผลิต แล้วส่งกลับไปให้ลูกค้าเพื่อประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปและจัดจำหน่ายต่อไป มีทั้งหมด 6 กลุ่ม คือ

- 1) กลุ่มคอมพิวเตอร์และหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง (Computer & Storage) โดยรับจ้างประกอบแผงวงจรที่ใช้ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องโทรสารและเครื่องเก็บสำรองข้อมูล
- 2) กลุ่มยานยนต์ (Automotive) เป็นการรับจ้างประกอบแผงวงจรที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ในรถยนต์ที่ใช้ระบบการควบคุมโดยไฟฟ้า
- 3) กลุ่มอุตสาหกรรมโรงงาน (Industrial and Semiconductor) เป็นการรับจ้างประกอบแผงวงจรที่ใช้ใน เครื่องจักร ลิฟต์ และบันไดเลื่อน เป็นต้น
- 4) กลุ่มโทรคมนาคม (Telecommunication) เป็นการรับจ้างประกอบแผงวงจร เครื่องรับส่งสัญญาณดาวเทียมและแผงวงจรที่เป็นส่วนประกอบในระบบแม่ข่าย
- 5) กลุ่มอากาศยาน (Aerospace) เป็นการรับจ้างประกอบแผงวงจรที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ บนเครื่องบิน
- 6) กลุ่มอื่นๆ (Other) เป็นการรับจ้างประกอบแผงวงจรที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ

โดยผลิตภัณฑ์ของทั้ง 6 กลุ่มนี้มีสัดส่วนปริมาณการผลิต และสัดส่วนมูลค่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวรูปที่ 2.1 และรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1 ปริมาณการผลิตของแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์



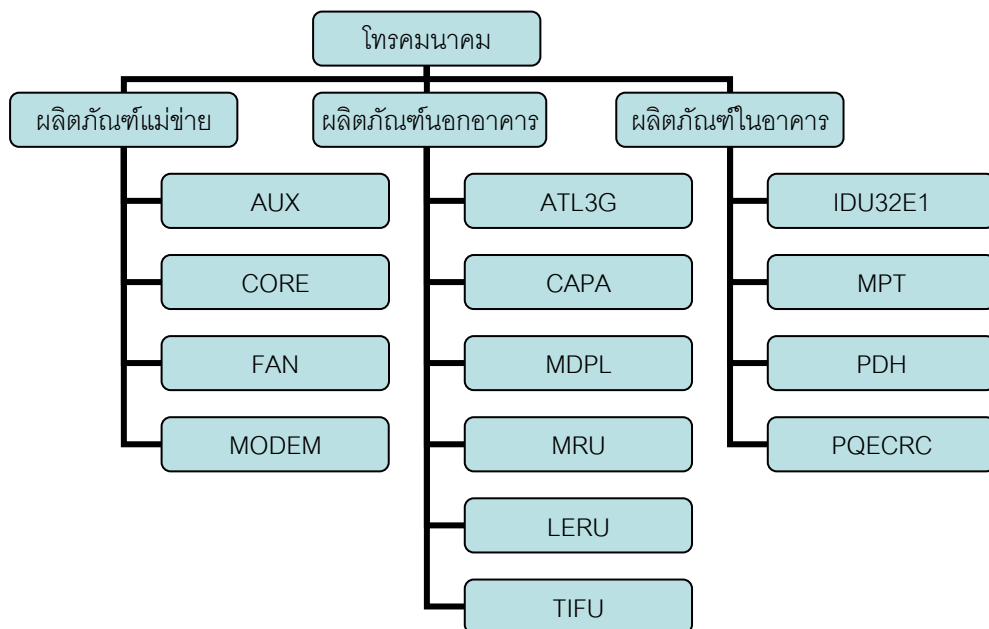
รูปที่ 2.2 มูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตทั้งหมด

รูปที่ 2.1 และรูปที่ 2.2 แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์กลุ่มโทรคมนาคมมีสัดส่วนปริมาณการผลิตที่สูงถึง 39% และสัดส่วนมูลค่าผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าถึง 46% จากทั้ง 6 กลุ่มผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีมูลค่าเท่ากับ 112.83 ล้านบาท หรือคิดเป็น 3,780.02 ล้านบาท (อัตราแลกเปลี่ยน 1 เหรียญสหรัฐ = 33.00 บาท ณ วันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2452) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกทำการศึกษาปัญหาของผลิตภัณฑ์กลุ่มโทรคมนาคม

ผลิตภัณฑ์ของกลุ่มโทรคมนาคมมีทั้งหมด 14 ผลิตภัณฑ์ สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มผลิตภัณฑ์แม่ข่าย กลุ่มผลิตภัณฑ์นอกอาคาร และกลุ่มผลิตภัณฑ์ในอาคาร โดยในแต่ละกลุ่มจะมีผลิตภัณฑ์ต่างๆ ดังรูปที่ 2.3

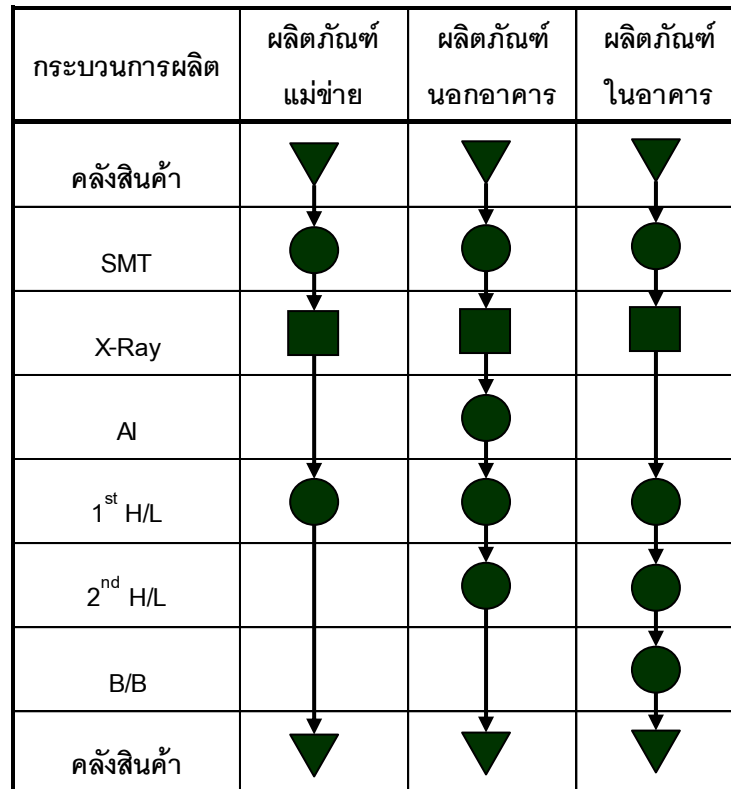
ผลิตภัณฑ์ของกลุ่มโทรคมนาคมมีกระบวนการผลิตดังนี้

- 1) กระบวนการวางชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์บนผิวหน้าแผงวงจร (SMT)
- 2) กระบวนการตรวจสอบคุณภาพตะกั่วได้ชิ้นส่วนด้วยรังสีเอ็กซ์ (X-Ray)
- 3) กระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยเครื่องอัตโนมัติ (AI)
- 4) กระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 1 (1<sup>st</sup> H/L)
- 5) กระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 2 (2<sup>nd</sup> H/L)
- 6) กระบวนการประกอบชิ้นงานสำเร็จรูป (B/B)



รูปที่ 2.3 ผลิตภัณฑ์ของกลุ่มโทรคมนาคม

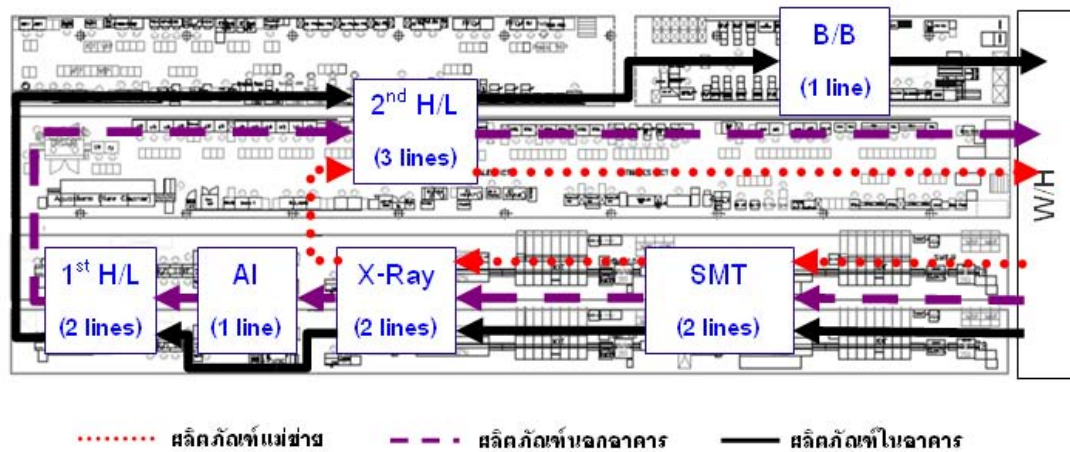
จากการศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 กลุ่มใน 6 กระบวนการนี้พบว่าสามารถเขียนเป็นแผนภูมิการไหลของผลิตภัณฑ์กลุ่มโทรคมนาคมได้ดังรูปที่ 2.4 สัญลักษณ์รูปสามเหลี่ยมแทนวัตถุดิบและสินค้าสำเร็จรูปในคลัง รูปวงกลมแทนกระบวนการประกอบ และรูปสี่เหลี่ยมแทนกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ



รูปที่ 2.4 แผนภูมิการไหลของผลิตภัณฑ์กลุ่มโทรคมนาคม

จากแผนภูมิการไหลของผลิตภัณฑ์กลุ่มโทรคมนาคมทั้ง 3 กลุ่ม พบว่ามีการใช้กระบวนการผลิตร่วมกัน ยกเว้นกระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยเครื่องอัตโนมัติ (AI) ของกลุ่มผลิตภัณฑ์นอกอาคาร สามารถแสดงแผนผังการผลิตได้ดังรูปที่ 2.5





รูปที่ 2.5 แผนผังสายการผลิตของผลิตภัณฑ์กลุ่มโทรคมนาคม

### 2.3 ปัญหาของบริษัทกรณีศึกษา

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์กลุ่มโทรคมนาคมประสบปัญหาที่กำลังการผลิตไม่เพียงพอในการรองรับปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ในช่วงเดือนเมษายน – ธันวาคม พ.ศ. 2553 ดังเห็นได้จากผลการคำนวณกำลังการผลิตในสมการที่ (1) เพื่อหาจุดที่เป็นคอขวดของสายการผลิตตามแนวทางของ ชัยนนท์ ศรีสุภินานนท์ (2552) ซึ่งแสดงผลการคำนวณในกราฟรูปที่ 2.6

$$\% \text{ อัตราการใช้ประโยชน์} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij} D_i}{\#M / C_j \times Hr_j \times \%OEE} \times 100\% \quad (1)$$

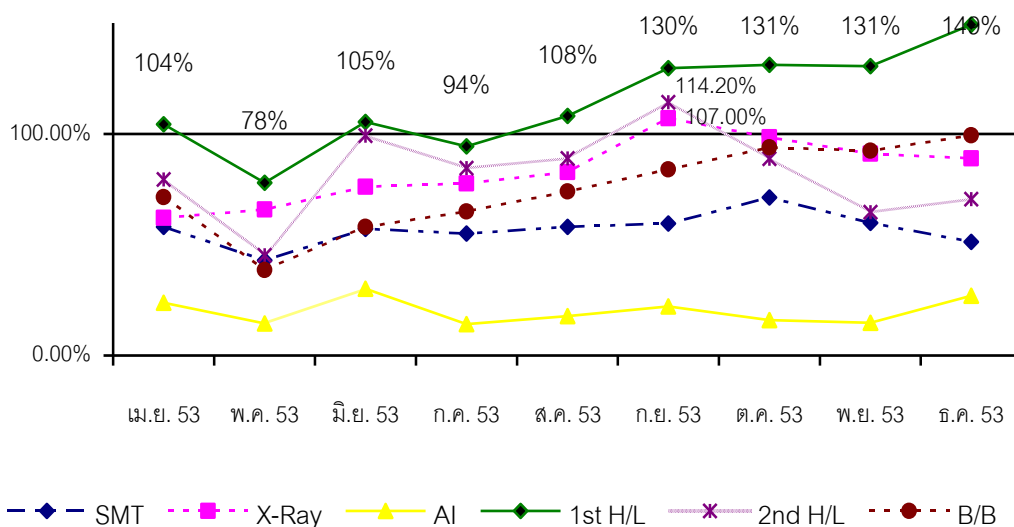
โดยที่  $t_{ij}$  คือ รอบเวลาการผลิตผลิตภัณฑ์  $i$  ในกระบวนการผลิต  $j$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ )

$D_i$  คือ ปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์  $i$

$\#M / C_j$  คือ จำนวนสถานีงานของกระบวนการผลิต  $j$

$Hr_j$  คือ ชั่วโมงการทำงานของกระบวนการผลิต  $j$

$\%OEE$  คือ เปอร์เซนต์ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต  $j$

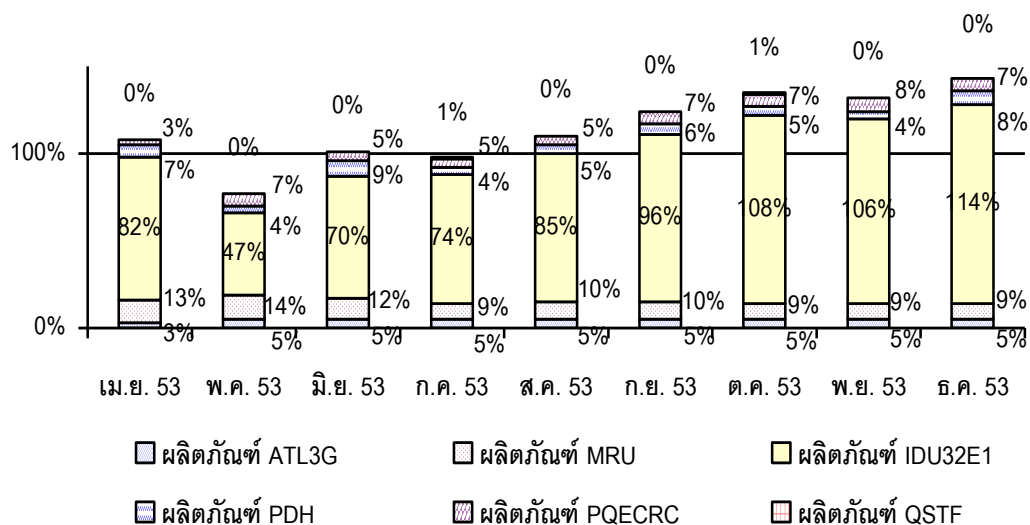


รูปที่ 2.6 ผลการคำนวณภาระงานของแต่ละกระบวนการผลิตในปี พ.ศ. 2553

จากกราฟรูปที่ 2.6 พบว่ากระบวนการที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ภาระงานสูงกว่า 100% จะไม่สามารถรองรับปริมาณความต้องการผลิตภักณ์ในช่วงเวลาดังกล่าวได้ ซึ่งมี 3 กระบวนการ คือ กระบวนการตรวจสอบคุณภาพตะกั่วได้ขึ้นส่วนด้วยรังสีเอ็กซ์ กระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือ ช่วงที่ 1 และกระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 2

ในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพตะกั่วได้ขึ้นส่วนด้วยรังสีเอ็กซ์ และกระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 2 ไม่สามารถรองรับปริมาณความต้องการผลิตภักณ์ได้ในช่วงเดือนกันยายน พ.ศ. 2553 เพียงเดือนเดียวเท่านั้นซึ่งมีความต้องการกำลังการผลิตสูงกว่ากำลังการผลิตที่มีเพียง 7% และ 14.2% ตามลำดับ การแก้ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยการ ทำการผลิตล่วงหน้าบางส่วนก่อนในช่วงเดือนกรกฎาคม - สิงหาคม ด้วยกำลังการผลิตที่เหลืออยู่ในแต่ละเดือน (การผลิตไม่สามารถทำการผลิตล่วงหน้าได้เกิน 1 ไตรมาส เพราะจะทำให้ไม่สามารถขายผลิตภักณ์ได้ เนื่องจากผลิตภักณ์อิเล็กทรอนิกส์มีวงจรชีวิตที่สั้น) ส่วนกระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 1 จะไม่สามารถรองรับปริมาณความต้องการผลิตภักณ์ได้ตั้งแต่ช่วงเดือนสิงหาคม - กันยายน พ.ศ. 2553 ซึ่งไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ด้วยวิธีการข้างต้นได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษากำลังการผลิตเฉพาะในส่วนของการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 1 เพื่อหาจุดที่เป็นคอขวดของระบบการผลิตและปรับปรุงแก้ไขให้สามารถรองรับปริมาณความต้องการผลิตภักณ์ครั้งนี้ได้

จากการศึกษากำลังการผลิตเฉพาะในส่วนของการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 1 เพื่อหาจุดที่เป็นข้อจำกัดของระบบการผลิตได้ผลดังกราฟรูปที่ 2.7

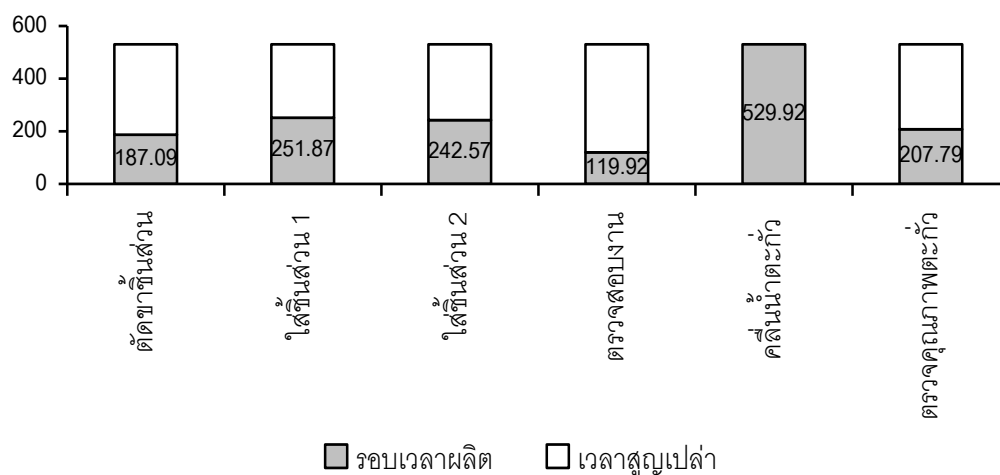


รูปที่ 2.7 ภาระงานของกระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 1 ในปี พ.ศ. 2553

จากรูปที่ 2.7 พบว่า กระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 1 มีผลิตภัณฑ์ที่ต้องทำการผลิตทั้งหมด 6 ผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์กล่องแปลงสัญญาณภายนอกอาคาร (IDU32E1) มีอัตราความต้องการใช้สายการผลิตมากที่สุดในทุกๆ เดือน ดังนั้นเพื่อทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สามารถรองรับปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ได้ตั้งแต่ช่วงเดือนสิงหาคม - กันยายน พ.ศ. 2553 ผู้วิจัยจึงทำการศึกษารอบเวลาการผลิตผลิตภัณฑ์ IDU32E1 ของกระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยสถานีงานต่างๆ ดังนี้

- 1) สถานีงานตัดขาชิ้นส่วนให้ได้ขนาดที่กำหนด
- 2) สถานีงานใส่ชิ้นส่วนบนแผ่นวงจร 1
- 3) สถานีงานใส่ชิ้นส่วนบนแผ่นวงจร 2
- 4) สถานีงานตรวจสอบงาน
- 5) สถานีงานผ่านคลื่นน้ำตะกั่ว
- 6) สถานีงานตรวจสอบคุณภาพตะกั่ว

ผลการศึกษารอบเวลาการผลิตของทั้ง 6 สถานีงานนี้ พบว่ากระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 1 มีการทำงานที่ไม่สมดุลกันในแต่ละสถานีงาน โดยมีสถานีงานผ่านคลื่อน้ำตะกั่ว เป็นสถานีงานที่มีรอบเวลาการผลิตนานที่สุดดังรูปที่ 2.8

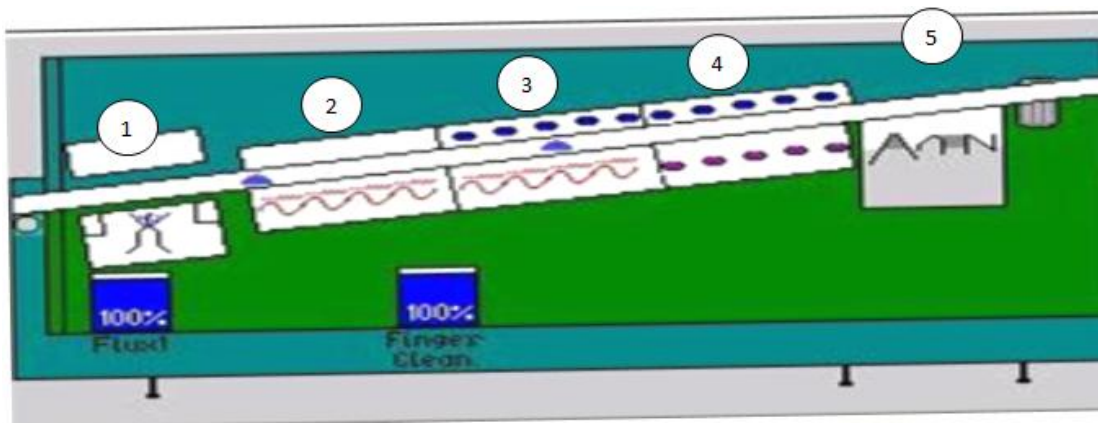


รูปที่ 2.8 รอบเวลาการผลิตผลิตภัณฑ์ IDU32E1 ของกระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 1

เพื่อให้รอบเวลาการผลิตในกระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 1 ลดลงจึงทำการจัดสมดุลการผลิตใหม่ โดยทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานของสถานีงานผ่านคลื่อน้ำตะกั่ว ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

- 1) พ่นน้ำยาประสานลงบนแผงวงจร
- 2) ปรับระดับอุณหภูมิช่วงที่ 1
- 3) ปรับระดับอุณหภูมิช่วงที่ 2
- 4) ปรับระดับอุณหภูมิช่วงที่ 3
- 5) เชื่อมวงจรด้วยคลื่อน้ำตะกั่ว

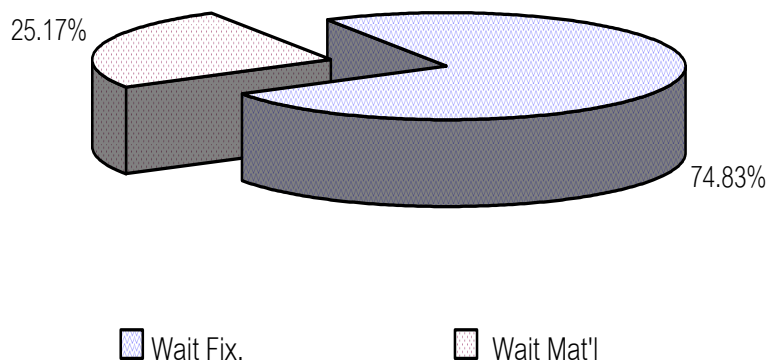
ขั้นตอนการทำงานทั้ง 5 นี้สามารถแสดงขั้นตอนการทำงานได้ดังรูปที่ 2.9 โดยมีหมายเลขขั้นตอนการทำงานระบุไว้ในแต่ละส่วนของเครื่องคลื่อน้ำตะกั่ว



รูปที่ 2.9 ขั้นตอนการทำงานของสถานีงานผ่านคลื่นน้ำตะกั่ว

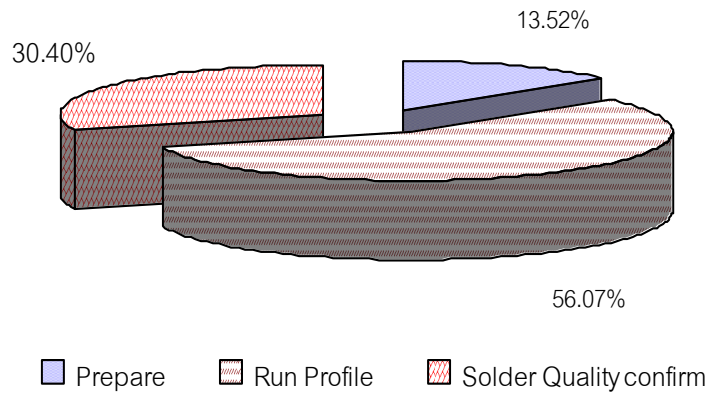
จากรูปที่ 2.9 สังเกตได้ว่าการทำงานของทั้ง 5 ขั้นตอนของสถานีงานผ่านคลื่นน้ำตะกั่ว ไม่สามารถกระจายงานให้สถานีงานก่อนหน้าได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีใช้งานในส่วนนี้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยในการศึกษานี้จะใช้ความสัมพันธ์ของรอบเวลาการผลิตของวอลเลซ เจ ฮีพ และ มาร์ค แอล สเปียร์แมน (Wallace J. Hopp and Mark L. Spearman, 2008) โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานตามบทความในวิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนาเรื่องการลดรอบเวลาการผลิตของกระบวนการประกอบแผงวงจรกล่องแปลงสัญญาณภายนอกอาคารในสถานีงานผ่านคลื่นน้ำตะกั่ว ระบุไว้ว่ารอบเวลาการผลิตเกิดจากองค์ประกอบต่อไปนี้ เวลาการผลิตตามธรรมชาติ เวลาจากสภาพพร้อมใช้งานของสถานีงาน เวลาในการแก้ไขชิ้นงานใหม่ เวลามาถึงของชิ้นงาน เวลาในแถวคอย เวลาการปรับตั้ง เวลาแบทช์ของกระบวนการ เวลาการเคลื่อนย้ายแบทช์ เวลาสอดคล้องของวัตถุดิบ

จากการศึกษากระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 1 พบว่ามีการผลิตอย่างต่อเนื่องบนสายพานลำเลียง โดยแผงวงจรที่ทำการประกอบชิ้นส่วนจะถูกใส่ลงในอุปกรณ์จับยึด 1 ชิ้นต่ออุปกรณ์จับยึด ดังนั้นในการปรับปรุงครั้งนี้จึงอาศัยแนวทางของ วอลเลซ เจ ฮีพ และ มาร์ค แอล สเปียร์แมน ทำการหาองค์ประกอบรอบเวลาการผลิตที่จะนำมาใช้พิจารณาในการปรับปรุงครั้งนี้คือ เวลามาถึงของชิ้นงาน เวลาการปรับตั้ง เวลาการผลิตตามธรรมชาติ เวลาจากสภาพพร้อมใช้งานของสถานีงาน และเวลาในการแก้ไขชิ้นงานใหม่ ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีปัจจัยต่างๆ ดังรูปที่ 2.10 - รูปที่ 2.13 โดยในการปรับปรุงนี้จะเลือกเฉพาะปัจจัยที่สามารถนำมาทำการปรับปรุงได้และต้องครอบคลุมไม่น้อยกว่า 80% ของแต่ละองค์ประกอบ



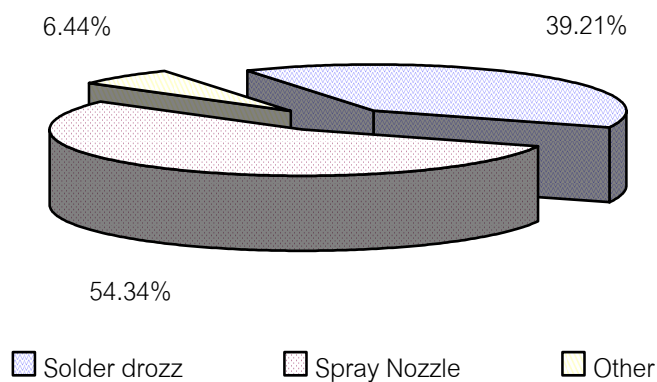
รูปที่ 2.10 ปัจจัยของเวลาการมาถึงของชิ้นงานที่พบในการผลิตปี พ.ศ. 2552

ปัจจัยของเวลาการมาถึงของชิ้นงานที่พบในการผลิตปี พ.ศ. 2552 มี 2 ปัจจัย คือ เวลารอคอยอุปกรณ์จับยึด และเวลารอคอยวัตถุดิบ ในการทำวิจัยนี้เลือกศึกษาเฉพาะปัจจัย เวลารอคอยอุปกรณ์จับยึดเพราะปัจจัยเวลารอคอยวัตถุดิบ ทางบริษัทกำลังดำเนินการปรับปรุงอยู่ เวลารอคอยอุปกรณ์จับยึดเกิดจาก อุปกรณ์จับยึดหนึ่งชิ้นสามารถบรรจุชิ้นงานได้เพียงชิ้นเดียว เท่านั้น ซึ่งมีลักษณะการทำงานคือ สถานีงานเตรียมชิ้นงานจะนำชิ้นงานที่เตรียมไว้มาใส่ลงใน อุปกรณ์จับยึดแล้วส่งต่อไปยังสถานีงานถัดไป ส่วนสถานีงานใส่ชิ้นส่วนบนแผ่นวงจร 1 สถานีงาน ใส่ชิ้นส่วนบนแผ่นวงจร 2 สถานีงานตรวจสอบงาน สถานีงานผ่านคลื่นน้ำตะกั่ว ก็จะได้รับชิ้นงาน พร้อมฟีกเจอร์มาจากสถานีงานก่อนหน้าเพื่อดำเนินการต่อ เมื่อถึงสถานีงานตรวจสอบคุณภาพ ตะกั่ว จึงนำชิ้นงานออกจากอุปกรณ์จับยึดมาทำการตรวจสอบแล้วส่งต่อไปให้กับกระบวนการผลิต ด้วยมือช่วงที่ 2 ต่อไป ส่วนอุปกรณ์จับยึดจะทำการส่งคืนไปยังสถานีงานเตรียมชิ้นงานโดย พนักงานของสถานีงานเตรียมชิ้นงานเพื่อดำเนินการต่อไปจึงทำให้เกิดเวลารอคอยอุปกรณ์จับยึด สำหรับเวลารอคอยวัตถุดิบในงานวิจัยนี้จะไม่นำมาพิจารณาเนื่องจากมีทีมงานที่เกี่ยวข้องโดยตรง ได้ดำเนินการอยู่แล้วในขณะที่ทำการศึกษานี้



รูปที่ 2.11 ปัจจัยของเวลาปรับตั้งการผลิตที่พบในการผลิตปี พ.ศ. 2552

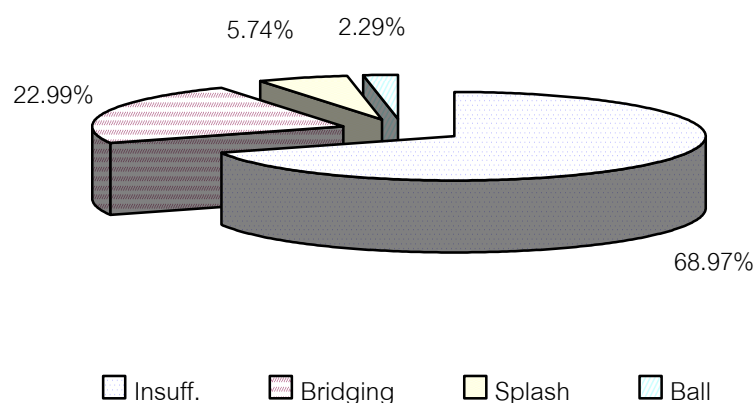
ปัจจัยของเวลาปรับตั้งการผลิตที่พบในการผลิตปี พ.ศ. 2552 ดังรูปที่ 2.11 มี 3 ปัจจัยคือ เวลารอคอยเตรียมปรับตั้ง เวลารอคอยการปรับตั้งพารามิเตอร์ และเวลารอคอยตรวจคุณภาพค่าพารามิเตอร์ตะกั่ว ซึ่งเกิดจากการรอการทำงานของพนักงานทั้ง 3 ฝ่ายคือ พนักงานฝ่ายช่างจะทำการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์เครื่อง ตรวจสอบคุณภาพน้ำยาประสาน และคุณภาพน้ำตะกั่วในหม้อต้ม ให้ได้ตามค่าที่กำหนดในเอกสารมาตรฐานการทำงาน จากนั้นพนักงานฝ่ายผลิตจะทำการผลิตชิ้นงานตัวอย่างเพื่อส่งให้พนักงานฝ่ายตรวจคุณภาพ เพื่อตรวจสอบคุณภาพรอยเชื่อมของชิ้นงาน ถ้าหากชิ้นงานไม่ได้คุณภาพก็จะสั่งให้ทำการแก้ไขใหม่ อีกครั้ง



รูปที่ 2.12 ปัจจัยของเวลาจากสภาพพร้อมใช้งานของสถานีที่พบในการผลิตปี พ.ศ. 2552

ปัจจัยของเวลาจากสภาพพร้อมใช้งานของสถานีที่พบในการผลิตปี พ.ศ. 2552 ดังรูปที่ 2.12 มี 3 ปัจจัยคือ เวลารอคอยแก้ไขเครื่องหยุดดำเนินการจากหัวพ่นน้ำยาประสาน

คราบตะกั่วในหม้อต้ม และปัญหาอื่นๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะสนใจเฉพาะ 2 อาการแรกเนื่องจากมีสัดส่วนที่ครอบคลุมเวลาเครื่องหยุดดำเนินการมากถึง 90%



รูปที่ 2.13 ปัจจัยของเวลาในการแก้ไขชิ้นงานใหม่ที่พบในการผลิตปี พ.ศ. 2552

ปัจจัยของเวลาจากสภาพพร้อมใช้งานของสถานีที่พบในการผลิตปี พ.ศ. 2552 ดังรูปที่ 2.13 คือ เวลารอคอยแก้ไขปัญหาคุณภาพต่างๆ ที่เกิดขึ้นในสถานีนงานนี้ ได้แก่ ปัญหาคุณภาพตะกั่วไม่เต็มรูชิ้นงาน ปัญหาคุณภาพตะกั่วทอดสะพาน และปัญหาคุณภาพอื่นๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะสนใจเฉพาะ 2 อาการแรกเนื่องจากมีสัดส่วนที่ครอบคลุมเวลาเครื่องหยุดดำเนินการมากถึง 90%

จากผลการศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการประกอบแผงวงจรกล่องแปลงสัญญาณภายนอกอาคารเป็นจุดคอขวดที่ต้องทำการเพิ่มผลผลิต โดยมุ่งเน้นการลดรอบเวลาการผลิตในสถานีนงานผ่านคลื่นน้ำตะกั่ว ซึ่งมีปัจจัยที่ต้องทำการปรับปรุงอยู่ 9 ปัจจัยคือ ปัจจัยความเร็วของสายพานเครื่องคลื่นน้ำตะกั่ว ปัจจัยจำนวนอุปกรณ์จับยึด ปัจจัยเวลาเตรียมปรับตั้ง ปัจจัยเวลาปรับตั้งพารามิเตอร์ ปัจจัยเวลาตรวจคุณภาพค่าพารามิเตอร์ตะกั่ว ปัจจัยเวลาแก้ไขหัวพ่นน้ำยาประสาน ปัจจัยเวลาแก้ไขคราบตะกั่ว ปัจจัยเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วไม่เต็ม ปัจจัยเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วทอดสะพาน



## 2.4 สรุป

บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทให้บริการด้านการผลิตประกอบแผงวงจรส่งต่อไปกับบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ มีผลิตภัณฑ์ที่ดำเนินการผลิตอยู่ 6 กลุ่มผลิตภัณฑ์ คือ กลุ่มคอมพิวเตอร์ และหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง กลุ่มยานยนต์ กลุ่มอุตสาหกรรมโรงงาน กลุ่มโทรคมนาคม กลุ่มอากาศยาน และกลุ่มอื่นๆ โดยมีสัดส่วนปริมาณการผลิตและสัดส่วนมูลค่าผลิตภัณฑ์กลุ่มโทรคมนาคมสูงที่สุด ผลิตภัณฑ์ของกลุ่มโทรคมนาคมมีทั้งหมด 14 ผลิตภัณฑ์ สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มผลิตภัณฑ์แม่ข่าย กลุ่มผลิตภัณฑ์นอกอาคาร และกลุ่มผลิตภัณฑ์ในอาคาร มีกระบวนการผลิต 6 กระบวนการคือ กระบวนการวางชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์บนผิวหน้าแผงวงจร กระบวนการตรวจสอบคุณภาพตะกั่วได้ชิ้นส่วนด้วยรังสีเอ็กซ์ กระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยเครื่องอัตโนมัติ กระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 1 กระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 2 และ กระบวนการประกอบชิ้นงานสำเร็จรูป จากการศึกษากำล้างการผลิตเพื่อหาจุดที่เป็นคอขวดของสายการผลิตตามแนวทางของ ชัยนนท์ ศรีสุภินานนท์ (2552) พบว่าในช่วงเดือนเมษายน – ธันวาคม พ.ศ. 2553 ผลิตภัณฑ์กลุ่มโทรคมนาคมประสบปัญหากำล้างการผลิตไม่เพียงพอกับปริมาณความต้องการในกระบวนการประกอบแผงวงจรต้องแปลงสัญญาณภายนอกอาคารของสถานีงานผ่านคลื่นน้ำตะกั่ว และจากการศึกษารอบเวลาการผลิตตามแนวทางของ วอลเลซ เจ ฮีธพ และ มาร์ค แอล สเปียร์แมน (Wallace J. Hopp and Mark L. Spearman, 2008) พบว่ามีปัจจัยที่ต้องทำการปรับปรุงเพื่อให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นอยู่ 9 ปัจจัยคือ ปัจจัยความเร็วของสายพาน เครื่องคลื่นน้ำตะกั่ว ปัจจัยจำนวนอุปกรณ์จับยึด ปัจจัยเวลาเตรียมปรับตั้ง ปัจจัยเวลาปรับตั้งพารามิเตอร์ ปัจจัยเวลาตรวจคุณภาพค่าพารามิเตอร์ตะกั่ว ปัจจัยเวลาแก้ไขหัวพ่นน้ำยาประสาน ปัจจัยเวลาแก้ไขคราบตะกั่ว ปัจจัยเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วไม่เต็ม ปัจจัยเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วทอดสะพาน

### บทที่ 3

## ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 3.1 บทนำ

จากขั้นตอนดำเนินการในแนวทางการวิจัยปรับปรุงเพิ่มผลผลิตนี้ มีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คือ 1. การคำนวณกำลังการผลิตเพื่อหาจุดคอขวดในการผลิต 2. การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ช่วยในการหาปัจจัยที่ต้องทำการปรับปรุง 3. การออกแบบการทดลองเพื่อค้นหาค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีผลกระทบหลักและผลกระทบร่วม และ 4. การปรับตั้งที่รวดเร็วเพื่อลดเวลาสูญเสียจากการปรับตั้งการผลิต

### 3.2 การคำนวณกำลังการผลิต

ในการศึกษาหาจุดที่เป็นคอขวดของสายการผลิตอาศัยแนวทางของ ชัยนนท์ ศรีสุภินา นนท์ (2552) ระบุว่า การหาลำดับการผลิตต้องพิจารณารวมถึงเรื่องเวลาที่ถูกใช้ไปในการผลิต อาทิเช่น การติดตั้งเครื่องจักร การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การทำกิจส่วนตัวของพนักงาน การปรับแต่งเครื่องจักร การเตรียมวัสดุ และการเผื่อของเสีย เป็นต้น และได้พิจารณารวมถึงการหยุดซ่อมตามกำหนดการปกติไว้ด้วยแล้ว โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขว่าจะมีปัจจัยการผลิตสำหรับป้อนการผลิตอย่างเพียงพอต่อเนื่องตลอดเวลา ซึ่งในการพิจารณาลำดับการผลิตว่าสามารถรองรับปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าได้หรือไม่นั้น ทำได้โดยพิจารณาจากอัตราการใช้ประโยชน์จากทรัพยากร (Utilization) ซึ่งเป็นการประเมินเปรียบเทียบกำลังการผลิตกับปริมาณความต้องการใช้งานดังสมการ (1)

$$\begin{aligned} \% \text{ อัตราการใช้ประโยชน์} &= \frac{\text{ผลผลิต}}{\text{ปัจจัยการผลิต}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{เวลาดำเนินการทั้งหมด}}{\text{เวลาที่มีทั้งหมด}} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\therefore \% \text{ อัตราการใช้ประโยชน์} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij} D_i}{\#M / C_j \times Hr_j \times \%OEE} \times 100\% \quad (1)$$

โดยที่  $t_{ij}$  คือ รอบเวลาการผลิตผลิตภัณฑ์  $i$  ในกระบวนการผลิต  $j$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ )

$D_i$  คือ ปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์  $i$

$\#M/C_j$  คือ จำนวนสถานีงานของกระบวนการผลิต  $j$

$Hr_j$  คือ ชั่วโมงการทำงานของกระบวนการผลิต  $j$

%OEE คือ เปอร์เซนต์ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต  $j$

ในการศึกษาความสัมพันธ์รอบเวลาการผลิตอาศัยแนวทางของ วอลเลซ เจ ฮีพ และ มาร์ค แอล สเปียร์แมน (Wallace J. Hopp and Mark L. Spearman, 2008) ซึ่งระบุว่ารอบเวลาการผลิตประกอบไปด้วยองค์ประกอบดังนี้ เวลาการผลิตตามธรรมชาติ (ไม่รวมเวลาที่ไม่มีประสิทธิภาพ) เวลาจากสภาพพร้อมใช้งานของสถานีงาน เวลาในการแก้ไขชิ้นงานใหม่ เวลามาถึงของชิ้นงาน เวลาในแถวคอย เวลาการปรับตั้ง เวลาเบรคของกระบวนการ เวลาการเคลื่อนย้ายเบรค เวลาสอดคล้องของวัตถุดิบกับการผลิต จากการศึกษาสายการผลิตพบว่า องค์ประกอบรอบเวลาการผลิตที่จะนำมาใช้พิจารณาในการปรับปรุงมีดังนี้ เวลาการผลิตตามธรรมชาติ เวลามาถึงของชิ้นงาน เวลาการปรับตั้ง เวลาจากสภาพพร้อมใช้งานของสถานีงาน และเวลาในการแก้ไขชิ้นงานใหม่

### 3.3 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

ในการปรับปรุงปัจจัยเวลารอคอยฟีกเจอร์ ต้องทำการหาปริมาณพาเลตที่เหมาะสม จึงได้ทำการศึกษาผลงานวิจัยของ สถาพร พลแสน (2545) ที่ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์มาประยุกต์ในการวิเคราะห์หาปริมาณงานต่อพาเลตกับอัตราการใช้งานเครื่องจักร โดยกำหนดให้มีพาเลตคงที่เท่ากับ 4 ชั้น ผลการวิเคราะห์พบว่าความสามารถในการเพิ่มกำลังการผลิตและอัตราการใช้งานเครื่องจักรแปรตามกันกับปริมาณงานต่อพาเลต ปริมาณงานต่อพาเลตที่ 31 ชั้นทำให้ได้กำลังการผลิตเพิ่มขึ้น 11% แต่งานวิจัยนี้ไม่ได้ทำการทดสอบหาปริมาณพาเลตที่เหมาะสมกับอัตราการใช้งานเครื่องจักรในกรณีที่ชิ้นงานมีขนาดใหญ่ซึ่งมีปริมาณงานต่อพาเลตได้เพียงชั้นเดียวดังเช่นบริษัทกรณีศึกษา

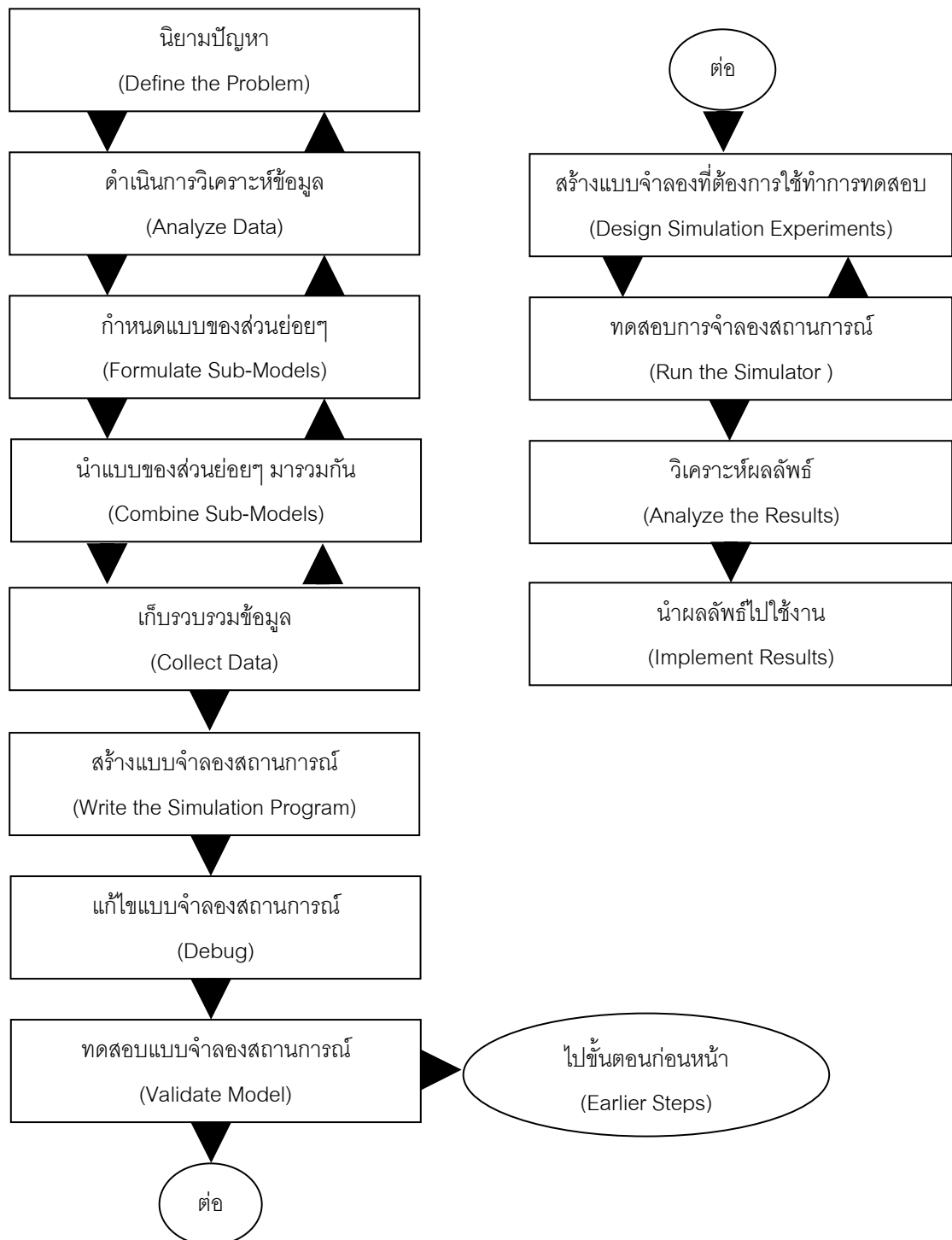
ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ได้ดำเนินการตามขั้นตอนพื้นฐานของ แฮร์รี เพอร์รอส (Harry Perros, 2003) ดังรูปที่ 3.1 และทำการทดสอบค่าสถิติจำนวนข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอที่จะใช้เป็นตัวแทนของประชากรหรือไม่ โดยพิจารณาจากการกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนและช่วงความเชื่อมั่นที่ยอมรับได้ และคำนวณด้วยตัวสถิติการแจกแจงที่ ดังสมการ (2) เพื่อนำไปวิเคราะห์หารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบเป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลอง

$$t_{\frac{\alpha}{2};n-1} = \frac{(\bar{x} - \mu)}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$\bar{x} - \mu = t_{\frac{\alpha}{2};n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$\varepsilon = \frac{t_{\frac{\alpha}{2};n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}}{\bar{x}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ (\%r.p.)} = \frac{t_{\frac{\alpha}{2};n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}}{\bar{x}} \times 100 \% \quad (2)$$



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนพื้นฐานในการทำการศึกษผ่านการจำลองสถานการณ์

### 3.4 การออกแบบการทดลอง

เพื่อให้ได้ผลลัพธ์การปรับปรุงปัจจัยเวลาการผลิตตามธรรมชาติ จำเป็นต้องหาค่าที่เหมาะสมระหว่างการจ่ายน้ำยาประสานซึ่งเป็นตัวควบคุมคุณภาพของชิ้นงานกับความเร็วสายพานที่มีผลต่อรอบเวลาการผลิตตามธรรมชาติ จึงทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า งานวิจัยของ สุรพล สุบรรเจิดพร (2542) ได้ทำการหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการเชื่อมตีบุก – ตะกั่วบนแผ่นวงจรมพิมพ์ เพื่อลดจุดบกพร่องของรอยเชื่อม พร้อมพัฒนากระบวนการให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นจากก่อนการปรับปรุง โดยอาศัยหลักการออกแบบและวิเคราะห์การทดลองใน 4 ปัจจัย คือ ความเร็วสายพาน อุณหภูมิในส่วนการอบความร้อน ค่าความถี่เฉพาะของฟลักซ์ และลักษณะการไหลของโลหะบัดกรี โดยมุ่งเน้นผลทางด้านคุณภาพที่สอดคล้องในเรื่องจำนวนการเกิดจุดบกพร่องของรอยเชื่อม ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนจุดบกพร่อง ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ ลักษณะการไหลของโลหะบัดกรี และความเร็วสายพาน ซึ่งงานวิจัยของ สุรพล สุบรรเจิดพร ไม่ได้นำปัจจัยอัตราจ่ายน้ำยาประสานมาพิจารณา ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงต้องทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมในปัจจัยนี้

### 3.5 การปรับตั้งที่รวดเร็ว

ในการปรับปรุงปัจจัยเวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่ากับการผลิต ควรใช้เวลาให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ จึงทำการศึกษารายงานขั้นตอนในการปรับปรุงการปรับตั้งที่รวดเร็วของ นิพนธ์ บัวแก้ว (2547) ที่ระบุไว้ดังนี้

- 1) สร้างมาตรฐานการทำงานของวิธีการทั้งหมดที่ทำในการปรับตั้งเครื่องจักร โดยเขียนเอกสารแสดงขั้นตอนของกิจกรรมที่ต้องทำในการปรับตั้งขึ้นมาก่อน
- 2) แยกกิจกรรมที่ต้องทำออกเป็นการปรับตั้งภายนอกและการปรับตั้งภายใน การปรับตั้งภายนอก คือกิจกรรมที่สามารถทำได้ในขณะที่เครื่องจักรยังทำงานอยู่ เช่น การเตรียมวัสดุเพื่อการทดสอบ การจัดพื้นที่ เป็นต้น การปรับตั้งภายใน คือกิจกรรมที่สามารถทำได้ก็ต่อเมื่อเครื่องจักรหยุดทำงานเท่านั้น เช่น การเปลี่ยนแม่พิมพ์ การตั้งระยะในเครื่อง เป็นต้น
- 3) วิเคราะห์และหาวิธีในการนำการปรับตั้งภายในให้กลายมาเป็นการปรับตั้งภายนอก

- 4) หาวิธีลดเวลาในการปรับตั้งภายใน
- 5) หาวิธีลดเวลาในการปรับตั้งภายนอก
- 6) นำวิธีการในข้อ 4) และ 5) ไปทดลองปฏิบัติ
- 7) บันทึกผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง
- 8) สรุปผลลัพธ์ที่ได้ ถ้าผลลัพธ์เป็นไปตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ให้จัดทำเอกสารวิธีการใหม่ให้เป็นมาตรฐาน และจัดอบรมให้พนักงานดำเนินการตามวิธีการใหม่ แต่ถ้าผลลัพธ์ไม่เป็นไปตามที่ตั้งเป้าหมายให้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและดำเนินการแก้ไข
- 9) ดำเนินการซ้ำจากข้อ 2) – 8) ให้เป็นการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องตลอดไป

### 3.6 สรุป

จากขั้นตอนดำเนินการในแนวทางการวิจัยปรับปรุงเพิ่มผลผลิตนี้ มีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คือ 1. การคำนวณกำลังการผลิต อาศัยแนวทางของ ชัยนนท์ ศรีสุภินานนท์ (2552) ที่ทำการประเมินเปรียบเทียบกำลังการผลิตกับปริมาณความต้องการใช้งานจากทรัพยากร เพื่อหาจุดที่เป็นคอขวดของการผลิต และในการปรับปรุงจุดที่เป็นคอขวดนี้ต้องทำการลดรอบเวลาการผลิต ดังนั้นจึงอาศัยแนวทางของ วอลเลซ เจ ฮีพ และ มาร์ค แอล สเปียร์แมน (Wallace J. Hopp and Mark L. Spearman, 2008) ในการระบุหาปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อรอบเวลาการผลิต 2. การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ อาศัยแนวทางงานวิจัยของ สถาพร พลแสน (2545) และขั้นตอนการสร้างแบบจำลองของ แฮร์รี เพอร์อส (Harry Perros, 2003) ในการทดสอบหาปัจจัยที่ส่งผลต่อรอบเวลาการผลิตและทำการทดสอบหาปริมาณพาเลตที่เหมาะสมกับอัตราการใช้งานเครื่องจักร 3. การออกแบบการทดลองเพื่อค้นหาค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีผลกระทบหลักและผลกระทบร่วม ได้อาศัยแนวทางงานวิจัยของ สุรพล สุบรรเจิดพร (2542) ในการหาค่าที่เหมาะสมระหว่าง การจ่ายน้ำยาประสานซึ่งเป็นตัวควบคุมคุณภาพของชิ้นงานกับความเร็วสายพานที่มีผลต่อการปรับปรุงปัจจัยเวลาการผลิตตามธรรมชาติ และ 4. การปรับตั้งที่รวดเร็วเพื่อลดเวลาสูญเสียเปล่าจากการปรับตั้งการผลิต โดยทำการกำจัดงานที่ไม่มีคุณค่าออกจากการผลิตตามขั้นตอนในการปรับปรุงการปรับตั้งที่รวดเร็วของ นิพนธ์ บัวแก้ว (2547) เพื่อให้ใช้เวลาในการปรับตั้งพารามิเตอร์น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

## บทที่ 4

### การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

#### 4.1 บทนำ

งานวิจัยนี้ได้นำวิธีการจำลองสถานการณ์มาประยุกต์ใช้ในการทดสอบหาปัจจัยที่จะนำไปปรับปรุงเพิ่มผลผลิตในสถานงานเครื่องคลี่น้ำตะกั่ว เพื่อไม่ให้กระทบต่อเวลาที่ใช้ทำการผลิตในสายการผลิตซึ่งต้องเร่งรีบผลิตสินค้าให้สามารถรองรับปริมาณความต้องการสินค้ามากที่สุด ดังนั้นในบทนี้จึงได้อธิบายถึงขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อนำไปใช้ทดสอบปัจจัยแทนการทดสอบในสายการผลิตซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ 1. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในแบบจำลอง 2. การเก็บรวบรวมข้อมูล 3. การสร้างแบบจำลองการผลิต และ 4. การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

#### 4.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในแบบจำลอง

##### 4.2.1 ปัจจัยของเวลาการผลิตตามธรรมชาติ

เครื่องคลี่น้ำตะกั่วทำงานโดยใช้สายพานลำเลียงชิ้นงานผ่านส่วนต่างๆ ของเครื่องคือ เคลือบน้ำยาประสาน อบแผ่นลายวงจร และเชื่อมตะกั่ว ดังนั้นเวลาการผลิตตามธรรมชาติของเครื่องคลี่น้ำตะกั่วจึงเกิดจากการกำหนดค่าความเร็วมาตรฐานการผลิตที่เหมาะสม โดยการปรับระดับความเร็วของสายพานลำเลียงในตัวเครื่องนั้น ต้องปรับค่าให้สอดคล้องกับค่าองค์ประกอบตัวอื่นๆ ในแต่ละส่วนของเครื่องคลี่น้ำตะกั่ว เพราะจะส่งผลต่อปริมาณน้ำยาประสานที่ตกลงบนแผงวงจรซึ่งมีผลต่อคุณภาพของรอยเชื่อมบนแผงวงจร โดยค่าปริมาณน้ำยาประสานที่ตกบนแผงวงจรที่เหมาะสมของปริษัทรณีศึกษาคือค่าที่อยู่ในช่วง 24.30 – 34.80 มก./10 ตร.ซม. ซึ่งค่าความเร็วของสายพานลำเลียงที่เป็นไปได้ ในการทำให้ปริมาณน้ำยาประสานตกบนแผงวงจรตามค่าที่กำหนดคือ ความเร็วในช่วง 50 - 70 ซม./นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตซึ่งต้องทำการออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าความเร็วสายพานที่เหมาะสม

##### 4.2.2 ปัจจัยของเวลารอคอยฟีกเจอร์

ปัจจุบันมีฟีกเจอร์ ใช้งานเพียง 5 ชั้นในสายการผลิต โดยฟีกเจอร์ 1 ชั้นสามารถบรรจุชิ้นงานได้เพียงชั้นเดียวเท่านั้น ซึ่งมีลักษณะการทำงานคือ สถานีงานเตรียมชิ้นงานจะนำชิ้นงานที่เตรียมไว้มาใส่ลงในฟีกเจอร์แล้วส่งต่อไปยังสถานีงานถัดไป ส่วนสถานีงานใส่ชิ้นส่วนบนแผ่นวงจร 1 สถานีงานใส่ชิ้นส่วนบนแผ่นวงจร 2 สถานีงานตรวจสอบงาน สถานีงานผ่านคลี่น้ำตะกั่ว ก็จะรับ



ชิ้นงานพร้อมฟีกเจอร์มาจากสถานีงานก่อนหน้าเพื่อดำเนินการต่อ และเมื่อถึงสถานีงานตรวจสอบคุณภาพตะกั่ว จะนำชิ้นงานออกจากฟีกเจอร์มาทำการตรวจสอบแล้วส่งต่อไปให้กับกระบวนการผลิตด้วยมือช่วงที่ 2 ต่อไป ส่วนฟีกเจอร์จะทำการส่งคืนไปยังสถานีงานเตรียมชิ้นงานโดยพนักงานของสถานีงานเตรียมชิ้นงานเพื่อดำเนินการต่อไป

#### 4.2.3 ปัจจัยของเวลาปรับตั้งการผลิต

มีลักษณะการทำงานคือ พนักงานฝ่ายช่าง จะทำการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์เครื่องตรวจสอบคุณภาพน้ำยาประสาน และคุณภาพน้ำตะกั่วในหม้อต้ม ให้ได้ตามที่ฝ่ายวิศวกรรมกำหนดค่าไว้ในเอกสารมาตรฐานการทำงาน จากนั้นจะเริ่มทำการทดสอบค่าโปรไฟล์ของเครื่องคลื่นน้ำตะกั่วของการฉีดน้ำยาประสาน และการทำงานของโซนการปรับอุณหภูมิชิ้นงานก่อนถึงหม้อต้มตะกั่วเป็นไปตามค่ามาตรฐานการทำงาน จากนั้นพนักงานฝ่ายผลิตจะทำการผลิตชิ้นงานตัวอย่างเพื่อส่งให้พนักงานฝ่ายตรวจคุณภาพเพื่อตรวจสอบคุณภาพรอยเชื่อมของชิ้นงาน ถ้าหากชิ้นงานไม่ได้คุณภาพก็จะสั่งให้ทำการแก้ไขใหม่และส่งตัวอย่างกลับมาตรวจสอบใหม่อีกครั้ง ซึ่งเมื่อผ่านแล้วก็จะให้ทำการผลิตได้ จากขั้นตอนที่กล่าวมาทำให้เกิดเวลาสูญเสียคือ เวลารอคอยเตรียมปรับตั้ง เวลารอคอยการปรับตั้งพารามิเตอร์ และเวลารอคอยตรวจคุณภาพค่าพารามิเตอร์ตะกั่ว

#### 4.2.4 ปัจจัยของเวลาจากสภาพพร้อมใช้งานของสถานี

สภาพความพร้อมใช้งานเวลาที่เครื่องสามารถทำการผลิตได้ เป็นเวลาที่หักออกจากเวลาเครื่องหยุดดำเนินการจากอาการต่างๆ ดังนี้ เวลารอคอยแก้ไขหัวพ่นน้ำยาประสาน เวลารอคอยแก้ไขคราบตะกั่ว และเวลารอคอยจากการแก้ไขปัญหาอื่นๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะสนใจเฉพาะ 2 อาการแรกเนื่องจากมีสัดส่วนที่ครอบคลุมเวลาเครื่องหยุดดำเนินการมากถึง 90%

#### 4.2.5 ปัจจัยของเวลาในการแก้ไขชิ้นงานใหม่

ในการผลิตย่อมต้องมีโอกาสเกิดของเสียขึ้นเป็นธรรมดา ดังนั้นจึงควรควบคุมให้เกิดขึ้นน้อยที่สุดและใช้เวลาในการแก้ไขให้เร็วที่สุด ซึ่งในการศึกษานี้มีโอกาสเกิดของเสียคือรอยเชื่อมบนแผงวงจรมีปัญหาคุณภาพตะกั่วขึ้นไม่เต็มรู และปัญหาคุณภาพตะกั่วทอดสะพาน

### 4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เนื่องจากการสร้างแบบจำลองสถานการณ์นี้ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Gold Sim ซึ่งโปรแกรมนี้ต้องการข้อมูลนำเข้าเป็นรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติและค่าพารามิเตอร์ของข้อมูล ดังนั้นเพื่อให้แบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นมีความใกล้เคียงกับค่าจากการผลิต ในการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าเพื่อหารูปแบบการกระจายตัวทางสถิติได้ใช้วิธีการทดสอบสมมติฐานภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปมินิแท็บ (Minitab) พบว่าผลการทดสอบแต่ละปัจจัยมีดังนี้

#### 4.3.1 เวลาการผลิตตามธรรมชาติของเครื่องคลี่น้ำตะกั่ว

การเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นได้ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่าง จำนวน 110 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 119.92 วินาทีต่อชิ้น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.89 วินาทีต่อชิ้น และเพื่อให้แน่ใจได้ว่าค่าสถิติที่เก็บมาสามารถใช้เป็นตัวแทนของประชากรได้ จึงทำการทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับไม่เกิน 5% ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ด้วยตัวสถิติการแจกแจงที่ ดังสมการ

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ (\%r.p.)} &= \frac{t_{\frac{\alpha}{2}; n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}}{\bar{x}} \times 100\% \\ &= \frac{(2.273)(0.89 / \sqrt{110})}{119.92} \times 100\% \\ &= 0.16\% \end{aligned}$$

ผลการทดสอบพบว่าค่าสถิติของข้อมูลตัวอย่าง จำนวน 110 ตัวอย่าง มีค่าคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.16% ซึ่งต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ที่ 5% ดังนั้นจึงถือได้ว่าค่าสถิตินี้สามารถใช้เป็นตัวแทนของประชากรได้ทำการทดสอบภาวะสารุสนทิตีของเวลาการผลิตตามธรรมชาติ

$H_0$ : ข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้  
(การกระจายตัว ปกติ, เลขชี้กำลัง, ไนบูลล์, แกมมา)

$H_a$ : ข้อมูลไม่มีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้

Distribution Identification for t0 Wave									
Distribution ID Plot for t0 Wave									
Descriptive Statistics									
N	N*	Mean	StDev	Median	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis	
110	0	119.917	0.887618	119.915	117.03	122.52	-0.266003	1.12475	
Goodness of Fit Test									
Distribution		AD	P						
Normal		0.416	0.326						
Exponential		49.751	<0.003						
Weibull		1.721	<0.010						
Gamma		0.409	>0.250						
ML Estimates of Distribution Parameters									
Distribution	Location	Shape	Scale	Threshold					
Normal*	119.91691		0.88762						
Exponential			119.91691						
Weibull		136.98899	120.34796						
Gamma		18393.81920	0.00652						
* Scale: Adjusted ML estimate									

รูปที่ 4.1 ผลการทดสอบภาวะสสารูปสนิทธิของเวลาการผลิตตามธรรมชาติ

ผลจากการทดสอบภาวะสสารูปสนิทธิดังรูปที่ 4.1 พบว่าเวลาการผลิตตามธรรมชาติสามารถใช้รูปแบบการกระจายตัวปกติด้วยพารามิเตอร์ ค่าเฉลี่ย ( $\mu$ ) เท่ากับ 119.92 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) เท่ากับ 0.89 เป็นข้อมูลนำเข้าไปในแบบจำลองสถานการณ์ด้วยค่าความน่าจะเป็นที่ 0.326 ซึ่งสูงกว่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบที่ 0.05

#### 4.3.2 เวลารอคอยฟีกเจอร์

ข้อมูลในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 พบว่ามีจำนวน 22,645 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 197.95 วินาทีต่อชิ้น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 27.39 วินาทีต่อชิ้น เมื่อทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับไม่เกิน 5% ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ด้วยตัวสถิติการแจกแจงที่ ดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ (\%r.p.)} = \frac{t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$= \frac{(2.242)(27.39 / \sqrt{22,645})}{197.95} \times 100\%$$

$$= 0.21\%$$

ผลการทดสอบพบว่าค่าสถิติของข้อมูลตัวอย่าง จำนวน 22,645 ตัวอย่าง มีค่าคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.21% ซึ่งต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ที่ 5% ดังนั้นจึงถือว่าคุณสมบัตินี้สามารถใช้เป็นตัวแทนของประชากรได้ เมื่อทำการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิเวลารอคอยฟักเจอร์รี่ได้ผลดังรูปที่ 4.2

$H_0$ : ข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้  
(การกระจายตัว ปกติ, เลขชี้กำลัง, ไวบูลล์, แกมมา)

$H_a$ : ข้อมูลไม่มีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้

ผลจากการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิดังรูปที่ 4.2 พบว่าเวลารอคอยฟักเจอร์รี่สามารถใช้รูปแบบการกระจายตัวปกติ ด้วยพารามิเตอร์ ค่าเฉลี่ย ( $\mu$ ) เท่ากับ 198.47 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) เท่ากับ 27.38 เป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองสถานการณ์ด้วยค่าความน่าจะเป็นที่ 0.105 ซึ่งสูงกว่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบที่ 0.05

Distribution Identification for Arrive								
Distribution ID Plot for Arrive								
Descriptive Statistics								
N	N*	Mean	StDev	Median	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis
22648	0	197.396	24.5889	197.37	100.52	293.77	0.0262875	-0.0059609
Goodness of Fit Test								
Distribution	AD	P						
Normal	0.623	0.105						
Exponential	8015.855	<0.003						
Weibull	117.266	<0.010						
Gamma	11.594	<0.005						
ML Estimates of Distribution Parameters								
Distribution	Location	Shape	Scale	Threshold				
Normal*	197.39555		24.58888					
Exponential			197.39555					
Weibull		8.57997	208.25536					
Gamma		63.21304	3.12270					
* Scale: Adjusted ML estimate								

รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิของเวลารอคอยฟักเจอร์รี่

### 4.3.3 เวลาแก้ไขหัวพ่นน้ำยาประสาน

ข้อมูลในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 พบว่ามีจำนวน 2,376 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.68 นาทีต่อครั้ง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.36 นาทีต่อครั้ง เมื่อทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับไม่เกิน 5% ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ด้วยตัวสถิติการแจกแจงที่ ดังสมการ

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ (\%r.p.)} &= \frac{t_{\frac{\alpha}{2}; n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}}{\bar{x}} \times 100\% \\ &= \frac{(2.243)(1.36 / \sqrt{2,376})}{20.68} \times 100\% \\ &= 0.30\% \end{aligned}$$

ผลการทดสอบพบว่าค่าสถิติของข้อมูลตัวอย่างจำนวน 2,376 ตัวอย่างมีค่าคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.30% ซึ่งต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ที่ 5% ดังนั้นจึงถือได้ว่าค่าสถิตินี้สามารถใช้เป็นตัวแทนของประชากรได้ เมื่อทดสอบภาวะสารูปสนิทธิของเวลาแก้ไขหัวพ่นน้ำยาประสานได้ผลดังรูปที่ 4.3

$H_0$ : ข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้  
(การกระจายตัว ปกติ, เลขชี้กำลัง, ไวนูลล์, แกมมา)

$H_a$ : ข้อมูลไม่มีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้

Distribution Identification for Clean Nozzle								
Distribution ID Plot for Clean Nozzle								
Descriptive Statistics								
N	N*	Mean	StDev	Median	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis
2376	0	21.8605	1.46592	21.819	17.187	26.706	0.0960360	-0.0649690
Goodness of Fit Test								
Distribution	AD	P						
Normal	0.580	0.131						
Exponential	952.206	<0.003						
Weibull	22.275	<0.010						
Gamma	0.174	>0.250						
ML Estimates of Distribution Parameters								
Distribution	Location	Shape	Scale	Threshold				
Normal*	21.86050		1.46592					
Exponential			21.86050					
Weibull		15.36216	22.55050					
Gamma		222.13185	0.09841					
* Scale: Adjusted ML estimate								

รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิของเวลาแก้ไขหัวพ่นน้ำยาประสาน

ผลจากการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิดังรูปที่ 4.3 พบว่าเวลาแก้ไขหัวพ่นน้ำยาประสานสามารถให้รูปแบบการกระจายตัวแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ แอลฟา ( $\alpha$ ) เท่ากับ 222.13 เบต้า ( $\beta$ ) เท่ากับ 0.10 ค่าเฉลี่ย ( $\alpha\beta$ ) เท่ากับ 22.21 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sqrt{\alpha\beta^2}$ ) เท่ากับ 1.49 เป็นข้อมูลนำเข้าไปในแบบจำลองสถานการณ์ด้วยความน่าจะเป็นมากกว่า 0.250 ซึ่งสูงกว่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบที่ 0.05

#### 4.3.4 เวลาแก้ไขคราบตะกั่ว

ข้อมูลในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 พบว่ามีจำนวน 1,188 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48.75 นาทีต่อครั้ง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.15 นาทีต่อครั้ง เมื่อทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับไม่เกิน 5% ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ด้วยตัวสถิติการแจกแจงที่ ดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ (\%r.p.)} = \frac{t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$= \frac{(2.244)(1.15/\sqrt{1,188})}{48.75} \times 100\%$$

$$= 0.15\%$$

ผลจากการทดสอบพบว่า ค่าสถิติของข้อมูลตัวอย่าง จำนวน 1,188 ตัวอย่าง มีค่าคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.15% ซึ่งต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ที่ 5% ดังนั้นจึงถือว่าคุณค่าสถิตินี้สามารถใช้เป็นตัวแทนของประชากรได้ เมื่อทดสอบภาวะสารูปสนธิ์ของเวลาแก้ไขคราบตะกั่วได้ผลดังรูปที่ 4.4

$H_0$ : ข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้  
(การกระจายตัว ปกติ, เลขชี้กำลัง, ไวบูลล์, แกมมา)

$H_a$ : ข้อมูลไม่มีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้

Distribution Identification for Drozz cleaning								
Distribution ID Plot for Drozz cleaning								
Descriptive Statistics								
N	N*	Mean	StDev	Median	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis
1188	0	48.6482	1.16905	48.692	45.304	53.052	0.149785	0.140992
Goodness of Fit Test								
Distribution	AD	P						
Normal	0.502	0.206						
Exponential	519.844	<0.003						
Weibull	17.080	<0.010						
Gamma	0.448	>0.250						
ML Estimates of Distribution Parameters								
Distribution	Location	Shape	Scale	Threshold				
Normal*	48.64818		1.16905					
Exponential			48.64818					
Weibull		40.50498	49.22476					
Gamma		1735.90002	0.02802					
* Scale: Adjusted ML estimate								

รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบภาวะสารูปสนธิ์ของเวลาแก้ไขคราบตะกั่ว

ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิที่ด้งรูปที่ 4.4 พบว่าเวลาแก้ไขคราบตะกั่วสามารถใ้รูปแบบการกระจายตัวแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ แอลฟา ( $\alpha$ ) เท่ากับ 1735.90 เบต้า ( $\beta$ ) เท่ากับ 0.03 ค่าเฉลี่ย ( $\alpha\beta$ ) เท่ากับ 52.08 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sqrt{\alpha\beta^2}$ ) เท่ากับ 1.25 เป็นข้อมูลนำ้เข้าในแบบจำลองสถานการณ์ด้ด้ด้วยค่าความน่าจะเป็นมากกว่า 0.250 ซึ่งสูงกว่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบที่ 0.05

#### 4.3.5 เวลาเตรียมปรับตั้ง

ข้อมูลในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 พบว่ามีจำนวน 1,188 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.64 นาทีต่อครั้ง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59 นาทีต่อครั้ง เมื่อทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับไม่เกิน 5% ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ด้วยตัวสถิติการแจกแจงที่ ดังสมการ

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ (\%r.p.)} &= \frac{t_{\frac{\alpha}{2}; n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}}{\bar{x}} \times 100\% \\ &= \frac{(2.244)(0.59/\sqrt{1,188})}{3.64} \times 100\% \\ &= 1.06\% \end{aligned}$$

ผลจากการทดสอบพบว่า ค่าสถิติของข้อมูลตัวอย่างจำนวน 1,188 ตัวอย่างมีค่าคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.06% ซึ่งต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ที่ 5% ดังนั้นจึงถือว่าค่าสถิตินี้สามารถใช้เป็นตัวแทนของประชากรได้ เมื่อทดสอบภาวะสารูปสนิที่ด้งรูปที่ 4.5

$H_0$ : ข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้  
(การกระจายตัว ปกติ, เลขชี้กำลัง, ไวนูลล์, แกมมา)

$H_a$ : ข้อมูลไม่มีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้

ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิที่ด้งรูปที่ 4.5 พบว่าเวลาเวลาเตรียมปรับตั้งสามารถใ้รูปแบบการกระจายแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ แอลฟา ( $\alpha$ ) เท่ากับ 38.18 เบต้า ( $\beta$ ) เท่ากับ 0.03 ค่าเฉลี่ย ( $\alpha\beta$ ) เท่ากับ 1.15 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sqrt{\alpha\beta^2}$ ) เท่ากับ 0.19 เป็นข้อมูลนำ้เข้าในแบบจำลองสถานการณ์ด้ด้ด้วยค่าความน่าจะเป็นมากกว่า 0.250 ซึ่งสูงกว่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบที่ 0.05



Distribution Identification for Tech time								
Distribution ID Plot for Tech time								
Descriptive Statistics								
N	N*	Mean	StDev	Median	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis
1188	0	3.63502	0.585280	3.611	1.943	5.571	0.204335	-0.0870170
Goodness of Fit Test								
Distribution		AD		P				
Normal		0.728		0.057				
Exponential		386.928		<0.003				
Weibull		6.910		<0.010				
Gamma		0.433		>0.250				
ML Estimates of Distribution Parameters								
Distribution	Location	Shape	Scale	Threshold				
Normal*	3.63502		0.58528					
Exponential			3.63502					
Weibull		6.57245	3.88573					
Gamma		38.18143	0.09520					
* Scale: Adjusted ML estimate								

รูปที่ 4.5 ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทิตีของเวลาเตรียมปรับตั้ง

#### 4.3.6 เวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์

ข้อมูลในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 พบว่ามีจำนวน 1,188 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.81 นาทีต่อครั้ง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.03 นาทีต่อครั้ง เมื่อทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับไม่เกิน 5% ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ด้วยตัวสถิติการแจกแจงที่ ดังสมการ

$$\begin{aligned}
 \text{เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ (\%r.p.)} &= \frac{t_{\frac{\alpha}{2}; n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}}{\bar{x}} \times 100\% \\
 &= \frac{(2.244)(2.03/\sqrt{1,188})}{10.81} \times 100\% \\
 &= 1.22\%
 \end{aligned}$$

ผลจากการทดสอบพบว่า ค่าสถิติของข้อมูลตัวอย่าง จำนวน 1,188 ตัวอย่าง มีค่าคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.22% ซึ่งต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ที่ 5% ดังนั้นจึงถือว่าคุณค่าสถิตินี้สามารถใช้เป็นตัวแทนของประชากรได้ เมื่อทำการทดสอบภาวะสารูปสนิทิตีของเวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์ ได้ผลดังรูปที่ 4.6

$H_0$ : ข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้  
(การกระจายตัว ปกติ, เลขชี้กำลัง, ไวบูลล์, แกมมา)

$H_a$ : ข้อมูลไม่มีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้

Distribution Identification for Parameter								
Distribution ID Plot for Parameter								
Descriptive Statistics								
N	N*	Mean	StDev	Median	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis
1083	0	10.8053	2.03086	10.718	5.2856	18.473	0.211477	-0.0919311
Goodness of Fit Test								
Distribution	AD	P						
Normal	0.726	0.058						
Exponential	330.582	<0.003						
Weibull	5.052	<0.010						
Gamma	0.575	0.152						
ML Estimates of Distribution Parameters								
Distribution	Location	Shape	Scale	Threshold				
Normal*	10.80526		2.03086					
Exponential			10.80526					
Weibull		5.67700	11.64945					
Gamma		27.82054	0.38839					
* Scale: Adjusted ML estimate								

รูปที่ 4.6 ผลการทดสอบภาวะสารูปสนธิของเวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์

ผลของการทดสอบภาวะสารูปสนธิดังรูปที่ 4.6 พบว่าเวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์สามารถใช้รูปแบบการกระจายแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ แอลฟา ( $\alpha$ ) เท่ากับ 27.82 เบต้า ( $\beta$ ) เท่ากับ 0.39 ค่าเฉลี่ย ( $\alpha\beta$ ) เท่ากับ 10.85 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sqrt{\alpha\beta^2}$ ) เท่ากับ 2.06 เป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองสถานการณ์ได้ด้วยค่าความน่าจะเป็นที่ 0.152 ซึ่งสูงกว่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบที่ 0.05

#### 4.3.7 เวลาตรวจคุณภาพค่าพารามิเตอร์ตะกั่ว

ข้อมูลในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 พบว่ามีจำนวน 1,188 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.86 นาทีต่อครั้ง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.43 นาทีต่อครั้ง เมื่อทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับไม่เกิน 5% ภายใต้วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ด้วยตัวสถิติการแจกแจงที่ ดังสมการ

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ (\%r.p.)} &= \frac{t_{\frac{\alpha}{2}; n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}}{\bar{x}} \times 100\% \\ &= \frac{(2.244)(1.43/\sqrt{1,188})}{6.86} \times 100\% \\ &= 1.36\% \end{aligned}$$

ผลการทดสอบพบว่า ค่าสถิติของข้อมูลตัวอย่าง จำนวน 1,188 ตัวอย่าง มีค่าคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.36% ซึ่งต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ที่ 5% ดังนั้นจึงถือว่าคุณสมบัตินี้สามารถใช้เป็นตัวแทนของประชากรได้ เมื่อทำการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิของเวลาตรวจคุณภาพค่าพารามิเตอร์ตะกั่วได้ผลดังรูปที่ 4.7

$H_0$ : ข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้  
(การกระจายตัว ปกติ, เลขชี้กำลัง, ไวบูลล์, แกมมา)

$H_a$ : ข้อมูลไม่มีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้

Distribution Identification for Solder Q										
Distribution ID Plot for Solder Q										
Descriptive Statistics										
N	N*	Mean	StDev	Median	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis		
1188	0	6.85939	1.42859	6.7955	2.275	12.161	0.216740	0.122318		
Goodness of Fit Test										
Distribution		AD		P						
Normal		0.717		0.061						
Exponential		345.558		<0.003						
Weibull		5.149		<0.010						
Gamma		0.706		0.069						
ML Estimates of Distribution Parameters										
Distribution	Location		Shape	Scale	Threshold					
Normal*	6.85939			1.42859						
Exponential				6.85939						
Weibull			5.12430	7.43846						
Gamma			22.34359	0.30700						
* Scale: Adjusted ML estimate										

รูปที่ 4.7 ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิของเวลาตรวจคุณภาพค่าตะกั่ว

ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิที่ด้งรูปที่ 4.7 พบว่าเวลาตรวจคุณภาพค่าพารามิเตอร์ ตะกั่วสามารถใช้รูปแบบการกระจายแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ แอลฟา ( $\alpha$ ) เท่ากับ 22.34 เบต้า ( $\beta$ ) เท่ากับ 0.31 ค่าเฉลี่ย ( $\alpha\beta$ ) เท่ากับ 6.93 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sqrt{\alpha\beta^2}$ ) เท่ากับ 1.47 เป็น ข้อมูลนำเข้าไปในแบบจำลองสถานการณ์ได้ด้วยค่าความน่าจะเป็นที่ 0.069 ซึ่งสูงกว่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบที่ 0.05

#### 4.3.8 เวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วไม่เต็ม

ข้อมูลในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 พบว่ามีจำนวน 363 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.62 นาทีต่อครั้ง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.76 นาทีต่อครั้ง เมื่อทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับไม่เกิน 5% ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ด้วยตัวสถิติการ แจกแจงที่ ดังสมการ

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ (\%r.p.)} &= \frac{t_{\frac{\alpha}{2}; n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}}{\bar{x}} \times 100\% \\ &= \frac{(2.251)(2.03/\sqrt{363})}{26.62} \times 100\% \\ &= 3.00\% \end{aligned}$$

ผลการทดสอบพบว่าค่าสถิติข้อมูลตัวอย่าง จำนวน 363 ตัวอย่าง มีค่าคลาดเคลื่อน เท่ากับ 3% ซึ่งต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ที่ 5% ดังนั้นจึงถือว่าค่าสถิตินี้สามารถใช้เป็นตัวแทนของ ประชากรได้ เมื่อทำการทดสอบภาวะสารูปสนิที่ด้งรูปที่ 4.8 พบว่าเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วไม่เต็ม ได้ผลด้งรูปที่ 4.8

$H_0$ : ข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้  
(การกระจายตัว ปกติ, เลขชี้กำลัง, ไวบูลส์, แกมมา)

$H_a$ : ข้อมูลไม่มีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้

ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิที่ด้งรูปที่ 4.8 พบว่าเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่ว ไม่เต็มสามารถใช้รูปแบบการกระจายปกติ ด้วยพารามิเตอร์ ค่าเฉลี่ย ( $\mu$ ) เท่ากับ 26.62 และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) เท่ากับ 6.76 เป็นข้อมูลนำเข้าไปในแบบจำลองสถานการณ์ได้ด้วยค่าความ น่าจะเป็นที่ 0.236 ซึ่งสูงกว่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบที่ 0.05

Distribution Identification for Insuff								
Distribution ID Plot for Insuff								
Descriptive Statistics								
N	N*	Mean	StDev	Median	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis
363	0	26.6189	6.76128	26.633	8.635	44.298	0.150283	-0.249690
Goodness of Fit Test								
Distribution	AD	P						
Normal	0.477	0.236						
Exponential	93.241	<0.003						
Weibull	1.100	<0.010						
Gamma	0.585	0.143						
ML Estimates of Distribution Parameters								
Distribution	Location	Shape	Scale	Threshold				
Normal*	26.61888		6.76128					
Exponential			26.61888					
Weibull		4.31713	29.21700					
Gamma		14.61520	1.82131					
* Scale: Adjusted ML estimate								

รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิของเวลาแก้ไขปัญหาคะกั่วไม่เต็ม

#### 4.3.9 เวลาแก้ไขปัญหาคคุณภาพตะกั่วทอดสะพาน

ข้อมูลในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 พบว่ามีจำนวน 121 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 72.98 นาทีต่อครั้ง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.08 นาทีต่อครั้ง เมื่อทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับไม่เกิน 5% ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ด้วยตัวสถิติการแจกแจงที่ ดังสมการ

$$\begin{aligned}
 \text{เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ (\% r.p.)} &= \frac{t_{\frac{\alpha}{2}; n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}}{\bar{x}} \times 100\% \\
 &= \frac{(2.270)(6.08 / \sqrt{121})}{72.93} \times 100\% \\
 &= 1.72\%
 \end{aligned}$$

ผลการทดสอบพบว่าค่าสถิติข้อมูลตัวอย่างจำนวน 121 ตัวอย่างมีค่าคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.72% ซึ่งต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ที่ 5% ดังนั้นจึงถือได้ว่าค่าสถิตินี้สามารถใช้เป็นตัวแทนของ

ประชากรได้ เมื่อทำการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิของเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วทอดสะพาน  
ได้ผลดังรูปที่ 4.9

$H_0$ : ข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้  
(การกระจายตัว ปกติ, เลขชี้กำลัง, ไวบูลล์, แกมมา)

$H_a$ : ข้อมูลไม่มีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้

Distribution Identification for Bridging										
Distribution ID Plot for Bridging										
Descriptive Statistics										
N	N*	Mean	StDev	Median	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis		
121	0	72.9767	6.08128	71.866	60.648	90.874	0.572626	0.195511		
Goodness of Fit Test										
Distribution		AD		P						
Normal		0.789		0.040						
Exponential		47.038		<0.003						
Weibull		2.798		<0.010						
Gamma		0.527		0.197						
ML Estimates of Distribution Parameters										
Distribution	Location		Shape		Scale		Threshold			
Normal*	72.97665				6.08128					
Exponential					72.97665					
Weibull			11.63516		75.86165					
Gamma			148.52799		0.49133					
* Scale: Adjusted ML estimate										

รูปที่ 4.9 ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิของเวลาแก้ไขปัญหาตะกั่วทอดสะพาน

ผลจากการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิดังรูปที่ 4.9 พบว่าเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพ  
ตะกั่วทอดสะพานสามารถใช้รูปแบบการกระจายแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ แอลฟา ( $\alpha$ ) เท่ากับ  
148.53 เบต้า ( $\beta$ ) เท่ากับ 0.49 ค่าเฉลี่ย ( $\alpha\beta$ ) เท่ากับ 72.78 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sqrt{\alpha\beta^2}$ )  
เท่ากับ 5.97 เป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองสถานการณ์ได้ด้วยค่าความน่าจะเป็นที่ 0.197 ซึ่งสูงกว่า  
ระดับนัยสำคัญของการทดสอบที่ 0.05 ผลจากการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิของข้อมูลนำเข้าทั้ง  
9 ปัจจัย สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.1

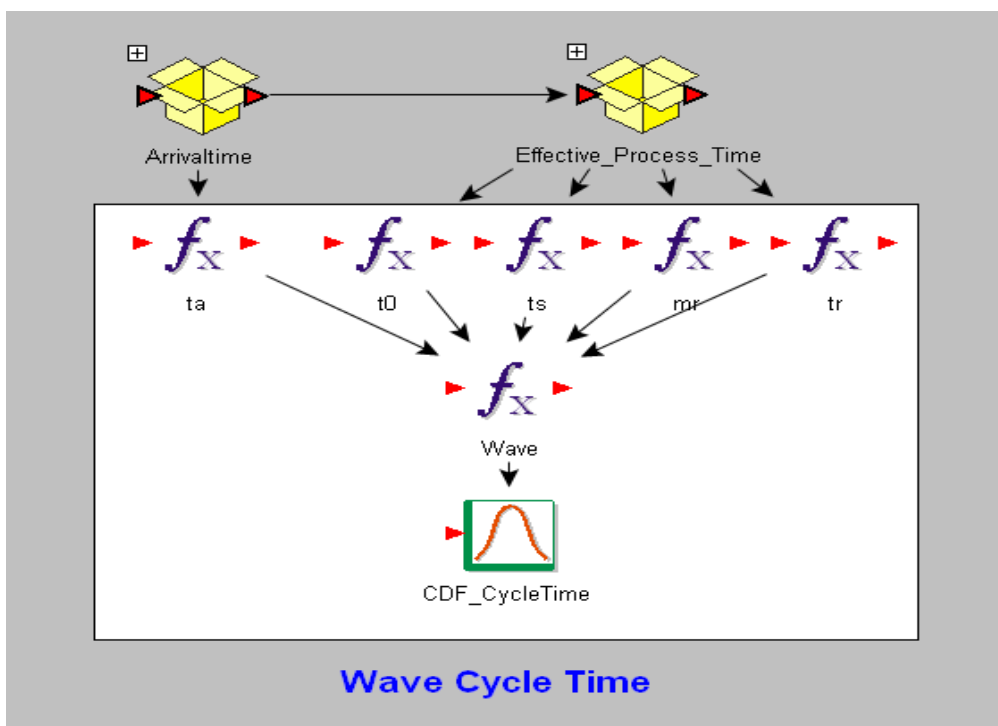
ตารางที่ 4.10 สรุปข้อมูลนำเข้าในแต่ละปัจจัยของรอบเวลาการผลิตที่สถานีงานคลื่นน้ำตะกั่ว

ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	รูปแบบการกระจายตัว	ค่าพารามิเตอร์
เวลาการผลิตตามธรรมชาติ	แบบปกติ	$\mu = 119.92, \sigma = 0.89$
เวลารอคอยฟีกเจอร์	แบบปกติ	$\mu = 198.47, \sigma = 27.38$
เวลาแก้ไขหัวพ่นน้ำยาประสาน	แบบแกมมา	$\alpha\beta = 22.21, \sqrt{\alpha\beta^2} = 1.49$
เวลาแก้ไขคราบตะกั่ว	แบบแกมมา	$\alpha\beta = 52.08, \sqrt{\alpha\beta^2} = 1.25$
เวลาเตรียมปรับตั้ง	แบบแกมมา	$\alpha\beta = 1.15, \sqrt{\alpha\beta^2} = 0.19$
เวลารอคอยการปรับตั้ง	แบบแกมมา	$\alpha\beta = 10.85, \sqrt{\alpha\beta^2} = 2.06$
พารามิเตอร์		
เวลาตรวจคุณภาพตะกั่ว	แบบแกมมา	$\alpha\beta = 6.93, \sqrt{\alpha\beta^2} = 1.47$
พารามิเตอร์		
เวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่ว ไม่เต็ม	แบบปกติ	$\mu = 26.62, \sigma = 6.76$
เวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่ว ทอดสะพาน	แบบแกมมา	$\alpha\beta = 72.78, \sqrt{\alpha\beta^2} = 5.97$

#### 4.4 การสร้างแบบจำลองการผลิต

จากการศึกษาขั้นตอนการผลิตแผงวงจรกล่องแปลงสัญญาณภายนอกอาคารในสถานีงานเครื่องคลื่นน้ำตะกั่วของกระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 1 และรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติและค่าพารามิเตอร์ของข้อมูลในตารางที่ 4.1 สามารถเขียนแบบจำลองได้ดังรูปที่ 4.10<sup>†</sup>

<sup>†</sup> รายละเอียดขั้นตอนการสร้างแบบจำลองปัจจัยต่างๆ อยู่ในภาคผนวก ข. หน้า 190



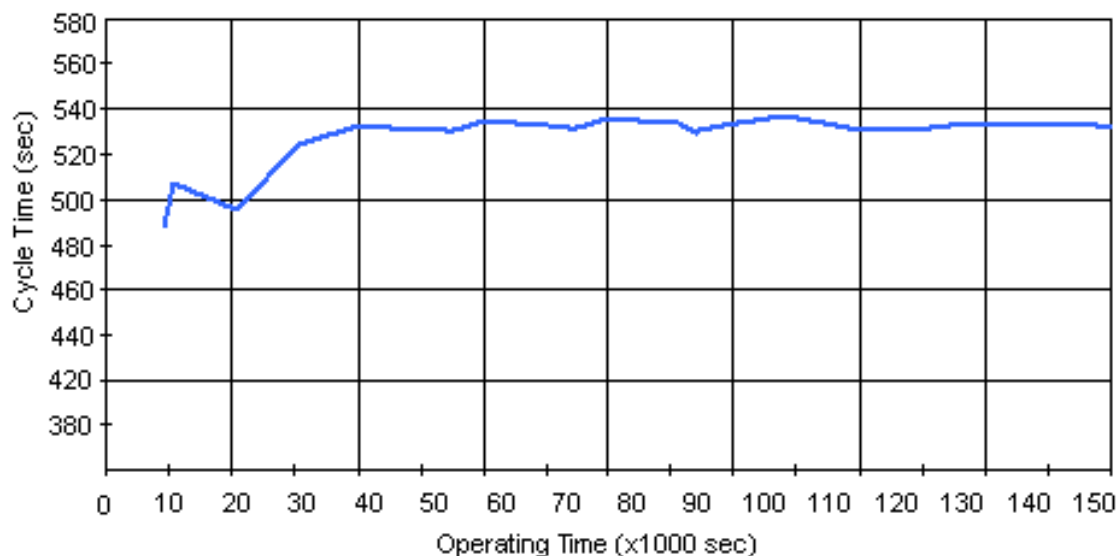
รูปที่ 4.10 แบบจำลองการผลิตผลิตภัณฑ์แผงวงจรกล่องแปลงสัญญาณภายนอกอาคาร  
ในสถานีงานเครื่องคลื่นน้ำตะกั่ว

แบบจำลองนี้เขียนขึ้นภายใต้สมมติฐานที่ว่า พนักงานในแต่ละกะการทำงานของ  
สถานีงานเดียวกันมีความสามารถในการทำงานเท่ากัน มีลำดับของเอ็นทีดีในแถวคอยแบบมาถึงก่อน  
ให้บริการก่อน มีชั่วโมงการทำงาน 7 ชั่วโมงต่อกะ 3 กะต่อวัน

เนื่องจากแบบจำลองที่สร้างขึ้นเลียนแบบกระบวนการผลิตที่มีระบบการทำงานที่ผล  
ของการดำเนินงานก่อนหน้ามีส่วนเกี่ยวข้องกับช่วงเวลาถัดมา (Non-Terminating System) ดังนั้น  
จะต้องทำการทดสอบแบบจำลองเพื่อหาเวลาที่เข้าสู่สภาวะคงตัวของระบบ (Steady State) และหา  
ขนาดของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือทางสถิติ

1. การหาเวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของการเก็บข้อมูลใน  
แบบจำลอง เนื่องจากข้อมูลที่ได้ในช่วงแรกมีความผันแปรที่ไม่แน่นอนซึ่งเรียกช่วงนี้ว่าช่วงเริ่มต้น  
(Warm-up Period) ดังนั้นจึงไม่ควรนำข้อมูลส่วนนั้นมาวิเคราะห์ระบบ เพราะจะทำให้ได้ข้อมูลที่  
คลาดเคลื่อนได้ ซึ่งในการทดสอบหาช่วงเริ่มต้นของแบบจำลองจึงทำการทดสอบ 1 รอบ ด้วยเวลาการ  
ผลิตในแบบจำลองเท่ากับการผลิตในสายการผลิต 1 สัปดาห์ นำผลไปวาดกราฟค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่  
(Moving Average) ระหว่างรอบเวลาการผลิตกับเวลาในการจำลอง





รูปที่ 4.11 กราฟค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ระหว่างรอบเวลาการผลิตกับเวลาในการจำลอง

จากกราฟรูปที่ 4.11 พบว่า ณ เวลา 40,000 วินาที เวลาการผลิตในระบบจะเริ่มเข้าสู่สภาวะคงตัว ดังนั้นช่วงเริ่มต้น (Warm-up Period) คือ เวลาเริ่มต้นถึง 40,000 วินาที

2. จำนวนรอบที่ใช้ทำการทดสอบในแบบจำลองสถานการณ์กำหนดไว้ที่ระดับ 1,000 รอบ มีค่าเฉลี่ยของรอบเวลาการผลิตเท่ากับ 527.14 วินาทีต่อชิ้น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 32.38 วินาทีต่อชิ้น ซึ่งได้ทำการทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับไม่เกิน 5% ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ด้วยตัวสถิติการแจกแจงที ดังสมการ

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ (\%r.p.)} &= \frac{t_{\alpha/2; n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}}{\bar{x}} \times 100\% \\ &= \frac{(2.245)(32.38/\sqrt{1000})}{527.14} \times 100\% \\ &= 0.44\% \end{aligned}$$

ผลการทดสอบพบว่าค่าสถิติของข้อมูลในแบบจำลองสถานการณ์จำนวน 1,000 รอบ มีค่าคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.44% ซึ่งต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ที่ 5% ดังนั้นจึงถือว่าค่าสถิตินี้สามารถใช้เป็นตัวแทนของประชากรได้

#### 4.5 การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ในการประเมินผลของแบบจำลองสถานการณ์เพื่อใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลจากสถานการณ์จริง อาศัยการทดสอบสมมติฐานทางสถิติของ 3 ส่วนคือ รูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล ความแปรปรวนของข้อมูล และค่ากลางของข้อมูล

##### 4.5.1 ทดสอบภาวะสารูปสนิทธิของรูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล

ข้อมูลรอบเวลาการผลิตจากการผลิตในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 พบว่ามีข้อมูลจำนวน 22,645 ตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 528.56 วินาทีต่อชิ้น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 32.74 วินาทีต่อชิ้น เมื่อทำการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิของรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติได้ผลดังรูปที่ 4.12

$H_0$ : ข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้  
(การกระจายตัว ปกติ, เลขชี้กำลัง, ไวบูลล์, แกมมา)

$H_a$ : ข้อมูลไม่มีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้

ผลจากการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิดังรูปที่ 4.12 พบว่ารอบเวลาการผลิตจากการผลิตจริงสามารถใช้รูปแบบการกระจายปกติ ด้วยพารามิเตอร์ ค่าเฉลี่ย ( $\mu$ ) เท่ากับ 528.56 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) เท่ากับ 32.75 เป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองสถานการณ์ได้ด้วยค่าความน่าจะเป็นที่ 0.203 ซึ่งสูงกว่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบที่ 0.05

Distribution Identification for CT Act								
Distribution ID Plot for CT Act								
Descriptive Statistics								
N	N*	Mean	StDev	Median	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis
22645	0	528.561	32.7497	528.161	396.84	656.75	0.0738178	0.0727002
Goodness of Fit Test								
Distribution		AD		P				
Normal		0.505		0.203				
Exponential		8844.380		<0.003				
Weibull		165.617		<0.010				
Gamma		6.534		<0.005				
ML Estimates of Distribution Parameters								
Distribution	Location		Shape		Scale	Threshold		
Normal*	528.56131				32.74972			
Exponential					528.56131			
Weibull			16.49452		544.02433			
Gamma			259.94715		2.03334			
* Scale: Adjusted ML estimate								

รูปที่ 4.12 ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิของรอบเวลาการผลิตจากการผลิตจริง

ข้อมูลรอบเวลาการผลิตจากแบบจำลองสถานการณ์ มีข้อมูลจำนวน 1,000 ตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยของรอบเวลาการผลิตเท่ากับ 527.14 วินาทีต่อชิ้น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 32.38 วินาทีต่อชิ้น เมื่อทำการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิของรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติได้ผลดังรูปที่ 4.13

$H_0$ : ข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้  
(การกระจายตัว ปกติ, เลขชี้กำลัง, ไวบูลล์, แกมมา)

$H_a$ : ข้อมูลไม่มีรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติตามที่คาดไว้

Distribution Identification for CT sim										
Distribution ID Plot for CT sim										
Descriptive Statistics										
N	N*	Mean	StDev	Median	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis		
1000	0	527.142	32.3810	526.475	452.8	607.53	0.0900021	-0.339470		
Goodness of Fit Test										
Distribution		AD		P						
Normal		0.573		0.136						
Exponential		405.236		<0.003						
Weibull		9.000		<0.010						
Gamma		0.543		0.182						
ML Estimates of Distribution Parameters										
Distribution		Location		Shape		Scale		Threshold		
Normal*		527.14220				32.38099				
Exponential						527.14220				
Weibull				17.01377		542.47896				
Gamma				265.10438		1.98843				
* Scale: Adjusted ML estimate										

รูปที่ 4.13 ผลการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิของรอบเวลาการผลิตจริงและแบบจำลอง

ผลจากการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิดังรูปที่ 4.13 พบว่ารอบเวลาการผลิตจากการผลิตจริงสามารถใช้รูปแบบการกระจายปกติ ด้วยพารามิเตอร์ ค่าเฉลี่ย ( $\mu$ ) เท่ากับ 527.14 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) เท่ากับ 32.38 เป็นข้อมูลนำเข้าไปในแบบจำลองสถานการณ์ได้ด้วยค่าความน่าจะเป็นที่ 0.136 ซึ่งสูงกว่าระดับนัยสำคัญของการทดสอบที่ 0.05

จากผลจากการทดสอบภาวะสารูปสนิทธิของข้อมูลรอบเวลาการผลิต จากการผลิตจริงและแบบจำลองสถานการณ์ดังรูปที่ 4.12 และรูปที่ 4.13 พบว่าสามารถใช้รูปแบบการกระจายปกติได้เหมือนกัน

#### 4.5.2 ทำการทดสอบความสม่ำเสมอของความแปรปรวนข้อมูล

จากข้อมูลค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการผลิต และแบบจำลองสถานการณ์ เมื่อทำการทดสอบความสม่ำเสมอของความแปรปรวน โดยวิธีสถิติทดสอบเอฟ (F-test) และการทดสอบของเลวีเน (Levene 's) ทำการทดสอบความถูกต้องของสมมติฐานได้ผลดังรูปที่ 4.14

$$H_0: \sigma_1 = \sigma_2$$

$$H_a: \sigma_1 \neq \sigma_2$$

Test for Equal Variances: CT Act, CT sim				
95% Bonferroni confidence intervals for standard deviations				
	N	Lower	StDev	Upper
CT Act	22645	31.4665	32.9849	34.6514
CT sim	1000	30.8326	32.3810	34.0870
F-Test (Normal Distribution)				
Test statistic = 1.04, p-value = 0.552				
Levene's Test (Any Continuous Distribution)				
Test statistic = 0.00, p-value = 0.944				

รูปที่ 4.14 ผลการทดสอบความสม่ำเสมอของความแปรปรวนของการผลิตจริงและแบบจำลอง

ผลจากการทดสอบความถูกต้องของสมมติฐานดังรูปที่ 4.14 พบว่าความแปรปรวนจากการผลิตจริงและแบบจำลองสถานการณ์ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบที่ 95%

#### 4.5.3 ทำการทดสอบค่ามัธยฐานของข้อมูล

จากข้อมูลค่ามัธยฐานของการผลิตและแบบจำลองสถานการณ์ เมื่อทำการทดสอบผลรวมแบบลำดับที่ เพื่อดูว่าข้อมูล 2 กลุ่มนั้นมาจากประชากร 2 กลุ่มที่มีค่ามัธยฐานเท่ากันหรือไม่ โดยการทดสอบของแมนน์-วิทนีย์ (Mann-Whitney) ทำการทดสอบความถูกต้องของสมมติฐานได้ผลดังรูปที่ 4.15

$H_0$ : ตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มาจากประชากรที่มีค่ามัธยฐานเท่ากัน

$H_a$ : ตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ไม่ได้มาจากประชากรที่มีค่ามัธยฐานเท่ากัน

Mann-Whitney Test and CI: CT Act, CT sim	
	N Median
CT Act	22645 528.96
CT sim	1000 526.48
Point estimate for ETA1-ETA2 is 1.94	
95.0 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0.20,4.08)	
W = 268107399.5	
Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0.0754	
The test is significant at 0.0754 (adjusted for ties)	

รูปที่ 4.15 ผลการทดสอบค่ามัธยฐานของการผลิตจริงและแบบจำลอง

ผลจากการทดสอบความถูกต้องของสมมติฐานดังรูปที่ 4.15 พบว่าค่ามัธยฐานจากการผลิตและแบบจำลองสถานการณ์ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ 95%

#### 4.5.4 สรุปผลการทดสอบ

จากผลจากการทดสอบความถูกต้องของสมมติฐานเมื่อนำข้อมูลมาเขียนลงในแบบจำลองโปรแกรมโกลด์ซิม และประเมินผลของแบบจำลองสถานการณ์โดยทดสอบสมมติฐานทางสถิติของรูปแบบการกระจายตัวข้อมูลได้ผลดังตารางที่ 4.2 เมื่อทำการทดสอบสมมติฐานทางสถิติของความแปรปรวนข้อมูล และค่ากลางข้อมูล พบว่าที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ 95% สามารถนำแบบจำลองสถานการณ์ไปทำการทดสอบปัจจัยแทนการทดสอบในสายการผลิตได้

**ตารางที่ 4.2** ผลการทดสอบข้อมูลในสายการผลิตกับแบบจำลองสถานการณ์

	สายการผลิต	แบบจำลอง
รูปแบบการกระจายตัวข้อมูล	แบบปกติ	แบบปกติ
ค่าพารามิเตอร์	$\mu = 528.56, \sigma = 32.75$	$\mu = 527.14, \sigma = 32.38$

#### 4.6 สรุป

แบบจำลองสถานการณ์นี้ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปโกลด์ซิม (Gold Sim) ซึ่งต้องการใช้ข้อมูลนำเข้าเป็นรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติและค่าพารามิเตอร์ของข้อมูล ดังนั้นเพื่อให้แบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นมีความใกล้เคียงกับค่าจากการผลิต ในการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าเพื่อหาตัวแทนรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติได้ใช้วิธี การทดสอบสมมติฐานภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปมินิแท็บ (Minitab) ได้ผลดังนี้ เวลาการผลิตตามธรรมชาติสามารถใช้ข้อมูลนำเข้ารูปแบบการกระจายตัวปกติ ด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย 119.92 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.89 เวลารอคอยฟักเจอร์สามารถใช้ข้อมูลนำเข้ารูปแบบการกระจายตัวปกติด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย 198.47 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 27.38 เวลาแก้ไขหัวพ่นน้ำยาประสานสามารถใช้ข้อมูลนำเข้ารูปแบบการกระจายตัวแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย 22.21 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.49 เวลาแก้ไขคราบตะกั่วสามารถใช้ข้อมูลนำเข้ารูปแบบการกระจายตัวแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย 52.08 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.25 เวลาเตรียมปรับตั้งสามารถใช้ข้อมูลนำเข้ารูปแบบการกระจายแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย 1.15 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.19 เวลาในการปรับตั้งพารามิเตอร์สามารถใช้ข้อมูลนำเข้ารูปแบบการกระจายแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย 10.85 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.06 เวลาตรวจคุณภาพค่าพารามิเตอร์ตะกั่วสามารถใช้

ข้อมูลนำเข้ารูปแบบการกระจายแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย 6.93 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.47 เวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วไม่ได้ไม่สามารถใช้ข้อมูลนำเข้ารูปแบบการกระจายปกติ ด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย 26.62 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.76 และเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วทอดสะพานสามารถใช้ข้อมูลนำเข้ารูปแบบการกระจายแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย 72.78 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.97 สามารถนำมาเขียนแบบจำลองภายใต้สมมติฐานที่ว่า พนักงานในแต่ละกะการทำงานของสถานีนงานเดียวกันมีความสามารถในการทำงานเท่ากัน มีลำดับในแถวคอยแบบมาถึงก่อนให้บริการก่อน มีชั่วโมงการทำงาน 7 ชั่วโมงต่อกะ ทำงาน 3 กะต่อวัน และทำการทดสอบแบบจำลองเพื่อหาเวลาที่เข้าสู่สภาวะคงตัวของระบบ ด้วยกราฟค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ระหว่างรอบเวลาการผลิตกับเวลาในการจำลอง พบว่าเวลาการผลิตในระบบจะเริ่มเข้าสู่สภาวะคงตัวเมื่อเวลาในการจำลองผ่านไป 40,000 วินาที ดังนั้นในการพิจารณารอบเวลาการผลิตจากแบบจำลองจึงควรใช้ที่เวลาในการจำลองผ่าน 40,000 วินาทีไปแล้วเท่านั้น จากนั้นทำการหาขนาดของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือทางสถิติ โดยทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับไม่เกิน 5% ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ด้วยตัวสถิติการแจกแจงที ผลการทดสอบพบว่าค่าสถิติของข้อมูลในแบบจำลองสถานการณ์จำนวน 1,000 รอบสามารถใช้เป็นตัวแทนของประชากรได้ เมื่อได้แบบจำลองแล้วจึงทำการประเมินผลของแบบจำลองสถานการณ์เพื่อใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลสถานการณ์การผลิต โดยทดสอบสมมติฐานทางสถิติของ 3 ส่วนคือ รูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล ความแปรปรวนของข้อมูล และค่ากลางของข้อมูล พบว่าที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ 95% ค่าจากการผลิตและแบบจำลองสถานการณ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงสามารถนำแบบจำลองสถานการณ์ไปทำการทดสอบปัจจัยแทนการทดสอบในสายการผลิตได้

## บทที่ 5

### ทดสอบหาปัจจัยที่ใช้ลดรอบเวลาการผลิต

#### 5.1 บทนำ

จากการศึกษารอบเวลาการผลิตในบทที่ 2 พบว่าปัจจัยที่ต้องทำการปรับปรุงเพื่อให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นมีอยู่ 9 ปัจจัย ซึ่งผู้วิจัยต้องการทราบว่าจำเป็นต้องทำการปรับปรุงทั้ง 9 ปัจจัยหรือไม่ และแนวทางการปรับปรุงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อรอบเวลาการผลิต จึงได้ออกแบบการศึกษาดังนี้ 1. ทดสอบหาปัจจัยที่ใช้ลดรอบเวลาการผลิต ซึ่งจะกล่าวถึงในบทนี้ 2. การปรับปรุงปัจจัยที่ใช้ลดรอบเวลาการผลิต จะอยู่ในบทที่ 6

#### 5.2 ทดสอบหาปัจจัยที่ใช้ลดรอบเวลาการผลิต

เนื่องจากปัจจัยนำเข้าทั้งหมดมี 9 ปัจจัย ทำให้การออกแบบการทดลองเพื่อหาผลกระทบหลัก (Main Effects) และผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัย (Interactions) มีจำนวนวิธีปฏิบัติทั้งหมดที่เป็นไปได้คือ  $2^9 = 512$  แบบการทดลอง โดยการทดสอบแบบการทดลองหนึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ถ้าหากต้องการทดลองทั้งหมด 512 แบบ ต้องใช้เวลาประมาณ 512 ชั่วโมงหรือ 2.5 เดือน (8 ชั่วโมงต่อวัน x 26 วันต่อเดือน) ซึ่งจะใช้เวลาเกินกว่าที่แผนการศึกษา กำหนดไว้

##### 5.2.1 วัตถุประสงค์ของการทดสอบหาปัจจัยที่ใช้ลดรอบเวลาการผลิต

เพื่อกรองปัจจัยที่มีผลกระทบน้อยหรือไม่มีผลกระทบออกไป และนำปัจจัยที่มีผลกระทบมากมาทำการควบคุมให้เปลี่ยนแปลงอยู่ในตำแหน่งและช่วงใดช่วงหนึ่งที่มีผลเสียต่อกระบวนการน้อยที่สุด

##### 5.2.2 วิธีการทดสอบหาปัจจัยที่ใช้ลดรอบเวลาการผลิต

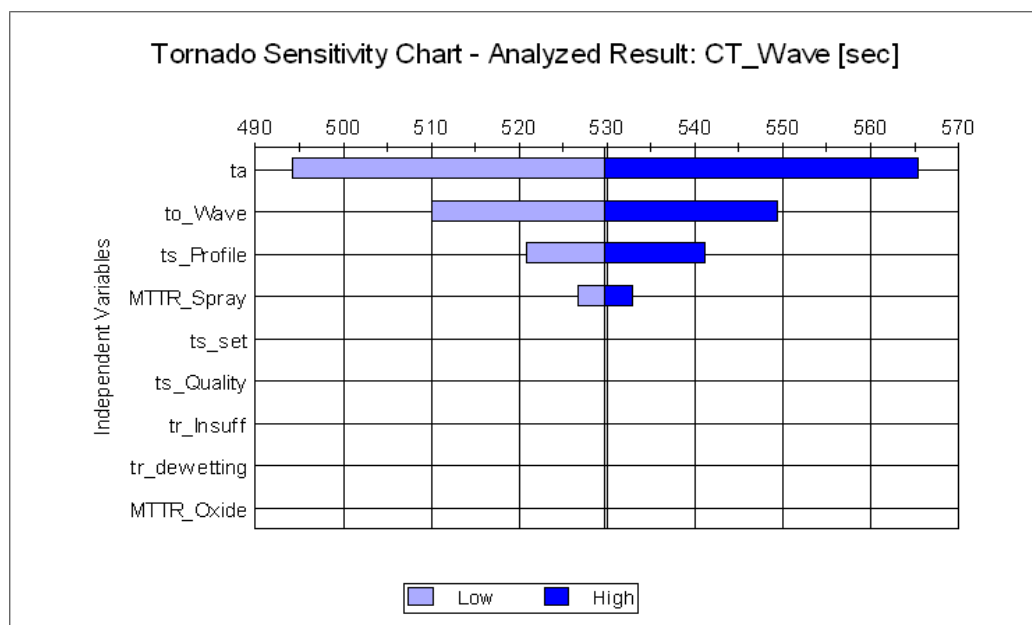
1) ใช้วิธีวิเคราะห์ความไวที่ละปัจจัย คัดเลือกเฉพาะปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตมากที่สุด ก่อนนำปัจจัยที่ได้ไปทำการออกแบบการทดลองเพื่อหาผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยต่อไป ในการปรับเปลี่ยนค่าของแต่ละปัจจัยสามารถใช้คำสั่งวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ของโปรแกรมโกลด์ ซิม (Gold Sim) ช่วยทำการวิเคราะห์โดยกำหนดระดับการเปลี่ยนแปลงของแต่ละปัจจัยเป็นเปอร์เซ็นต์ลงไป



2) นำปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ความไวในขั้นตอนที่ 1 มาดำเนินการออกแบบการทดลองเพื่อหาผลกระทบหลักและผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัย โดยการกำหนดค่าให้แต่ละปัจจัยที่ทำการทดสอบเป็น 0 และ 1 โดย 0 หมายถึง ไม่ปรับเปลี่ยนค่าของปัจจัย 1 หมายถึง ทำการปรับเปลี่ยนค่าของปัจจัยให้ลดลงจากเดิม

### 5.2.3 ผลการทดสอบหาปัจจัยที่ใช้ลดรอบเวลาการผลิต

ผลการวิเคราะห์ความไวในขั้นตอนที่ 1 ให้ผลการวิเคราะห์ดังกราฟรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 กราฟผลการวิเคราะห์ความไวของแต่ละปัจจัย

จากรูปที่ 5.1 ผลการทดสอบความไวของแต่ละปัจจัย พบว่ามีเพียง 4 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อรอบเวลาการผลิตคือ เวลารอคอยฟักเจอร์ เวลารอบการผลิตตามธรรมชาติ เวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์ และเวลาแก้ไขหัวพ่นน้ำยาประสาน

เมื่อนำปัจจัยทั้ง 4 มาออกแบบการทดลองเพื่อหาผลกระทบหลักและผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยได้ทั้งหมด  $2^4 = 16$  แบบการทดลอง ผลของการทดสอบด้วยแบบจำลองให้ผลดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการจำลองสถานการณ์การทดลองปรับปรุงทั้ง 4 ปัจจัย

เวลารอคอยฟีกเจอร์	เวลาการผลิตตามธรรมชาติ	เวลาแก้ไขหัวพ่นน้ำยาประสาน	เวลารอคอยการปรับตั้งพารามิเตอร์	รอบเวลาการผลิต (วินาที)
0	0	0	0	529.87
0	1	1	1	519.65
1	0	0	0	437.43
1	1	1	0	428.37
1	1	0	1	421.49
0	0	1	1	527.97
0	1	0	1	519.65
1	0	1	1	436.50
0	0	1	0	528.62
0	1	1	0	521.52
1	1	1	1	417.49
1	0	1	0	437.43
0	0	0	1	528.17
1	1	0	0	428.37
1	0	0	1	436.50
0	1	0	0	521.52

เมื่อนำผลการจำลองที่ได้ไปทำการวิเคราะห์โดยมินิแท๊ปโปรแกรมภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ให้ผลดังรูปที่ 5.2 พบว่าปัจจัยหลักที่นำไปทำการปรับปรุงการผลิตคือ

- 1) เวลารอคอยฟีกเจอร์
- 2) เวลาการผลิตตามธรรมชาติ
- 3) เวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์

Factorial Fit: Cycle time versus fixture, t0, spray nozzle, setup						
Estimated Effects and Coefficients for Cycle time (coded units)						
Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P	
Constant		477.53	0.1844	2590.02	0.000	
fixture	-94.17	-47.09	0.1844	-255.39	0.002	
t0	-10.55	-5.28	0.1844	-28.62	0.022	
spray nozzle	-0.68	-0.34	0.1844	-1.85	0.316	
setup	-3.21	-1.61	0.1844	-8.72	0.073	
fixture*t0	-2.48	-1.24	0.1844	-6.73	0.046	
fixture*spray nozzle	-0.32	-0.16	0.1844	-0.86	0.546	
fixture*setup	-1.69	-0.85	0.1844	-4.59	0.137	
t0*spray nozzle	-0.32	-0.16	0.1844	-0.86	0.546	
t0*setup	-2.16	-1.08	0.1844	-5.86	0.108	
spray nozzle*setup	-0.37	-0.18	0.1844	-1.00	0.500	
fixture*t0*spray nozzle	-0.68	-0.34	0.1844	-1.85	0.316	
fixture*t0*setup	-1.81	-0.91	0.1844	-4.92	0.128	
fixture*spray nozzle*setup	-0.63	-0.32	0.1844	-1.71	0.337	
t0*spray nozzle*setup	-0.63	-0.32	0.1844	-1.71	0.337	
S = 0.7375      PRESS = 139.24						
R-Sq = 100.00%    R-Sq(pred) = 99.61%    R-Sq(adj) = 99.98%						
Analysis of Variance for Cycle time (coded units)						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	4	35963.5	35963.5	8990.87	16530.18	0.006
2-Way Interactions	6	56.1	56.1	9.35	17.19	0.183
3-Way Interactions	4	18.2	18.2	4.55	8.37	0.253
Residual Error	1	0.5	0.5	0.54		
Total	15	36038.3				

รูปที่ 5.2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อรอบเวลาการผลิตด้วยมินิแท็บโปรแกรม

#### 5.2.4 วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบหาปัจจัยที่ใช้ลดรอบเวลาการผลิต

จากการทดสอบปัจจัยนำเข้าทั้ง 9 ปัจจัยในแบบจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความไว และการออกแบบการทดลองเพื่อหาผลกระทบหลักและผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัย ซึ่งสรุปผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 5.2 พบว่าปัจจัยหลักที่ต้องนำไปทำการปรับปรุงการผลิตคือ ปัจจัยเวลารอคอยฟีกเจอร์ ปัจจัยเวลาการผลิตตามธรรมชาติ และปัจจัยเวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์

ตารางที่ 5.2 สรุปผลการทดสอบความไวและการออกแบบการทดลอง

ปัจจัยที่ทำการทดสอบ	ปัจจัยที่ได้จากการทดสอบความไว	ปัจจัยที่ได้จากการออกแบบการทดลอง
ปัจจัยเวลาการผลิตตามธรรมชาติ	ผ่าน	ผ่าน
ปัจจัยเวลารอคอยฟักเจอร์	ผ่าน	ผ่าน
ปัจจัยเวลาเตรียมปรับตั้ง	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
ปัจจัยเวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์	ผ่าน	ผ่าน
ปัจจัยเวลาตรวจค่าพารามิเตอร์ตะกั่ว	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
ปัจจัยของเวลาแก้ไขหัวพ่นน้ำยาประสาน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
ปัจจัยของเวลาแก้ไขคราบตะกั่ว	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
ปัจจัยเวลาแก้ไขปัญหาตะกั่วไม่เต็ม	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
ปัจจัยเวลาแก้ไขปัญหาตะกั่วทอดสะพาน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

### 5.3 สรุป

จากการศึกษารอบเวลาการผลิตในบทที่ 2 พบว่าปัจจัยที่ต้องทำการปรับปรุงเพื่อให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นมีอยู่ 9 ปัจจัย ทำให้การออกแบบการทดลองเพื่อหาผลกระทบหลัก (Main Effects) และผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัย (Interactions) มีจำนวนวิธีปฏิบัติทั้งหมดที่เป็นไปได้คือ  $2^9 = 512$  แบบการทดลอง โดยการทดสอบแบบการทดลองหนึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ถ้าหากต้องการทดลองทั้งหมด 512 แบบ ต้องใช้เวลาประมาณ 512 ชั่วโมงหรือ 2.5 เดือน (8 ชั่วโมงต่อวัน x 26 วันต่อเดือน) ซึ่งจะใช้เวลาเกินกว่าที่แผนการศึกษาที่กำหนดไว้ ดังนั้นเพื่อกรองปัจจัยที่มีผลกระทบน้อยหรือไม่มีผลกระทบออกไป และนำปัจจัยที่มีเหลือมาทำการควบคุมให้อยู่ในตำแหน่งและช่วงใดช่วงหนึ่งที่มีผลเสียต่อกระบวนการน้อยที่สุด จึงได้ทำการวิเคราะห์ความไวที่ละปัจจัย คัดเลือกเฉพาะปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อรอบการผลิตมากที่สุด และนำปัจจัยที่ได้มาดำเนินการออกแบบการทดลองเพื่อหาผลกระทบหลักและผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัย พบว่าปัจจัยหลักที่ต้องนำไปทำการปรับปรุงการผลิตคือ ปัจจัยเวลารอคอยฟักเจอร์ ปัจจัยเวลาการผลิตตามธรรมชาติ และปัจจัยเวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์

## บทที่ 6

### การปรับปรุงรอบเวลาการผลิต

#### 6.1 บทนำ

ในบทนี้เป็นการนำปัจจัยที่ได้จากบทที่ 5 มาดำเนินการปรับปรุงรอบเวลาการผลิตซึ่งมีปัจจัยที่ต้องนำมาดำเนินการดังนี้ ปัจจัยเวลาการผลิตตามธรรมชาติ ปัจจัยเวลารอคอยฟิวเจอร์ และปัจจัยเวลาดำเนินการปรับตั้งเครื่องคลื่นน้ำตะกั่ว ในการปรับปรุงปัจจัยทั้ง 3 นั้น มีปัจจัยร่วมของเวลารอคอยฟิวเจอร์กับเวลาการผลิตตามธรรมชาติร่วมด้วย จึงควรทำการปรับปรุงเวลาการผลิตตามธรรมชาติก่อน เพราะการเพิ่มความเร็วในการผลิตจะส่งผลต่อเวลารอคอยฟิวเจอร์ให้สั้นลง ดังนั้นในบทนี้จึงดำเนินการปรับปรุงรอบเวลาการผลิตดังนี้ 1. ปรับปรุงปัจจัยเวลาการผลิตตามธรรมชาติ 2. ปรับปรุงปัจจัยเวลารอคอยฟิวเจอร์ และ 3. ปรับปรุงปัจจัยเวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์

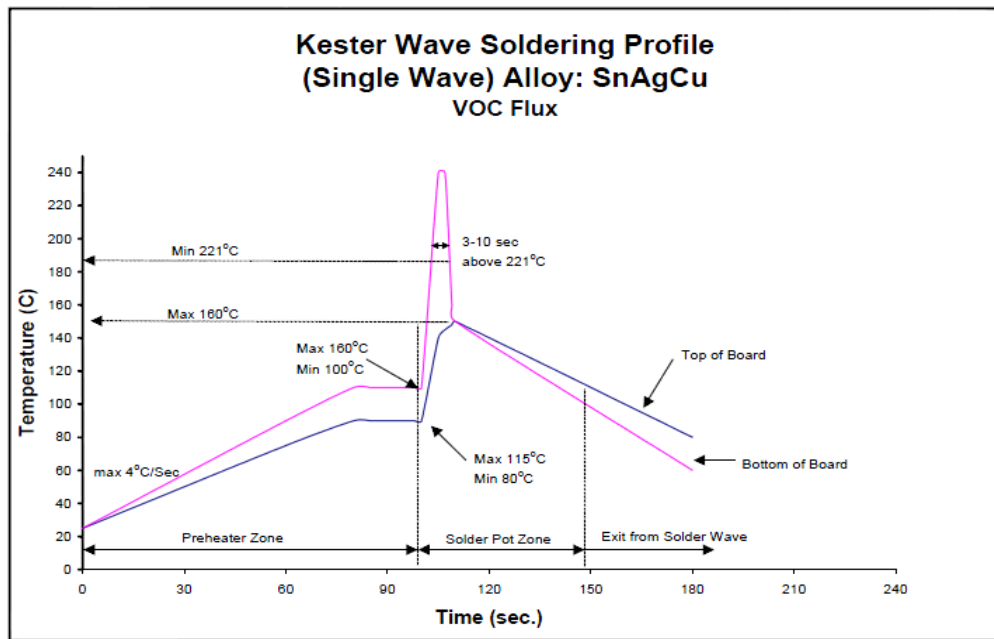
#### 6.2 การปรับปรุงเวลาการผลิตตามธรรมชาติ

##### 6.2.1 เงื่อนไขการปรับปรุงเวลาการผลิตตามธรรมชาติ

ในการทำงานของเครื่องคลื่นน้ำตะกั่วจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ ส่วนของการจ่ายน้ำยาประสาน ส่วนของการปรับอุณหภูมิ และส่วนของคลื่นน้ำตะกั่ว ซึ่งในแต่ละส่วนจะมีข้อกำหนดที่ต้องปฏิบัติตามดังนี้

ส่วนของการจ่ายน้ำยาประสาน จะเป็นตัวควบคุมปริมาณน้ำยาประสานที่ตกลงบนแผงวงจร ให้ได้ตามค่ามาตรฐานที่กำหนดขึ้นในแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยการปรับค่าความเร็วสายพานลำเลียง ความเร็วของการเคลื่อนที่ของหัวพ่นน้ำยาประสาน และความเร็วรอบของเครื่องจ่ายลมให้หัวพ่นน้ำยาประสาน

ส่วนของการปรับอุณหภูมิ จะเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิของแผงวงจรให้มีระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมในขณะที่ผ่านคลื่นน้ำตะกั่วในหม้อต้มตะกั่ว เพื่อไม่ให้แผงวงจรเกิดช็อกความร้อน (Thermal Shock) ซึ่งส่วนของ การปรับอุณหภูมินี้มีให้ปรับระดับอุณหภูมิได้ 3 ช่วง โดยแต่ละช่วงจะต้องสอดคล้องกับค่ามาตรฐานสากลอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (IPC — Association Connecting Electronics Industries) ดังรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 ข้อกำหนดของการทำงานของสถานีงานผ่านคลื่นน้ำตะกั่ว<sup>1</sup>

ส่วนของคลื่นน้ำตะกั่ว จะเป็นตัวควบคุมปริมาณตะกั่วของแผงวงจรโดยการปรับค่าความสูงของระดับคลื่นน้ำตะกั่วให้ต่อเนื่อง ซึ่งในการปรับตั้งนั้นจะกระทำตามลำดับดังนี้ ปรับตั้งส่วนของกระจายน้ำยาประสาน ปรับตั้งส่วนของปรับอุณหภูมิ และปรับตั้งส่วนของคลื่นน้ำตะกั่ว

การลดรอบเวลาการผลิตตามธรรมชาติ คือการปรับระดับความเร็วของสายพานลำเลียงในตัวเครื่อง ซึ่งอยู่ในส่วนของกระจายน้ำยาประสาน ดังนั้นการปรับระดับความเร็วของสายพานต้องปรับค่าให้สอดคล้องกับค่าองค์ประกอบตัวอื่นๆ ของส่วนการกระจายน้ำยาประสานด้วย โดยมีองค์ประกอบที่ต้องพิจารณาอยู่ 3 องค์ประกอบคือ

1. ความเร็วในการลำเลียงชิ้นงานผ่านเครื่องคลื่นน้ำตะกั่วด้วยสายพานลำเลียง
2. ความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัวพ่นน้ำยาประสาน

<sup>1</sup> IPC — Association Connecting Electronics Industries, IPC Standard IPC-A-610D, Acceptability of Electronic Assemblies [ออนไลน์], from <http://www.ipc.org/ContentPage.aspx?pageid=Standards> [2010, January 7]

3. ความเร็วรอบของเครื่องจ่ายลมให้กับส่วนควบคุมปริมาณการจ่ายน้ำยา  
ประสานไปตกบนแผงวงจร

เงื่อนไขในการปรับเปลี่ยนค่าองค์ประกอบทั้ง 3 คือต้องควบคุมปริมาณน้ำยา  
ประสานตกลงบนแผงวงจรให้ได้ตามค่ามาตรฐานที่กำหนด เพื่อให้น้ำตะกั่วขึ้นมาเต็มรูที่ใส่ชิ้นส่วน  
อิเล็กทรอนิกส์บนแผงวงจร และทำให้เกิดข้อบกพร่องของการผลิตน้อยที่สุด ซึ่งในการผลิตนี้  
ปริมาณของน้ำยาประสานตกบนแผงวงจรถูกกำหนดให้อยู่ในช่วง 24.30 – 34.80 มก./10 ตร.ซม.  
ปัจจุบันอยู่ที่ระดับ 30.41 มก./10 ตร.ซม. โดยมีการปรับตั้งค่าแต่ละองค์ประกอบดังนี้ ความเร็ว  
สายพาน 50 ซม./นาที ความเร็วหัวพ่นน้ำยาประสาน 30 ซม./วินาที และความเร็วรอบเครื่องจ่าย  
ลม 60 เฮิร์ตซ์

#### 6.2.2 วิธีการปรับปรุงเวลาการผลิตตามธรรมชาติ

ทำการออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าความเร็วทั้ง 3 องค์ประกอบใหม่ โดยกำหนด  
ขอบเขตค่าพารามิเตอร์ของแต่ละองค์ประกอบดังตารางที่ 6.1 ซึ่งเป็นค่าที่ได้มาจากข้อมูลในอดีตของ  
การผลิตผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ สามารถออกแบบการทดลองได้ 8 แบบการทดลอง ดังตารางที่ 6.2 ในการ  
เก็บข้อมูลการทดลองของแต่ละแบบการทดลองจะเก็บเพียง 3 ค่าเท่านั้น สาเหตุที่เก็บมา 3 ค่า  
เนื่องจากสายการผลิตมีเวลาให้ทำการทดลองเพียง 8 ชั่วโมงเท่านั้น ซึ่งจะต้องทำการทดลองให้ครบ  
ทั้ง 8 แบบการทดลอง เมื่อได้ข้อมูลเรียบร้อยแล้วจึงทำการวิเคราะห์โดยมินิแท็บโปรแกรมเพื่อหาค่าที่  
ดีที่สุดจากการทดลอง และนำค่าที่ได้มาทำการทดสอบให้แน่ใจว่า การปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ใหม่นี้  
มีสัดส่วนของเสียไม่แตกต่างจากก่อนการปรับตั้งใหม่โดยการทดสอบสมมติฐานประชากรทั้ง 2 กลุ่ม  
มีสัดส่วนของเสียเท่ากัน

ตารางที่ 6.1 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง

องค์ประกอบ	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ความเร็วสายพาน (ซม./นาที)	60	70
ความเร็วหัวพ่นน้ำยาประสาน (ซม./วินาที)	20	40
ความเร็วรอบเครื่องจ่ายลม (เฮิร์ตซ์)	60	80

ตารางที่ 6.2 จำนวนแบบการทดลองค่าพารามิเตอร์ของทั้ง 3 องค์ประกอบ

การทดลองที่	สายพาน (ชม./นาที)	หัวพ่นน้ำยา (ชม./วินาที)	เครื่องจ่ายลม (เฮิร์ตซ์)
1	60	20	60
2	70	20	60
3	60	40	60
4	70	40	60
5	60	20	80
6	70	20	80
7	60	40	80
8	70	40	80

### 6.2.3 ผลการปรับปรุงเวลาการผลิตตามธรรมชาติ

จากการออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าเวลาการผลิตตามธรรมชาติใหม่ของแต่ละองค์ประกอบในตารางที่ 6.2 ให้ผลการทดลองดังตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 ผลการทดลองของแต่ละค่าพารามิเตอร์

การทดลองที่	ค่าปริมาณน้ำยา (มก./10 ตร.ชม.)			
	1	2	3	ค่าเฉลี่ย
1	24.93	24.80	24.95	24.89
2	10.34	11.02	10.43	10.60
3	25.23	24.91	25.12	25.09
4	13.07	13.30	13.68	13.35
5	20.98	21.47	21.41	21.29
6	15.20	15.58	15.01	15.26
7	26.38	26.57	26.18	26.38
8	18.85	19.25	18.22	18.77



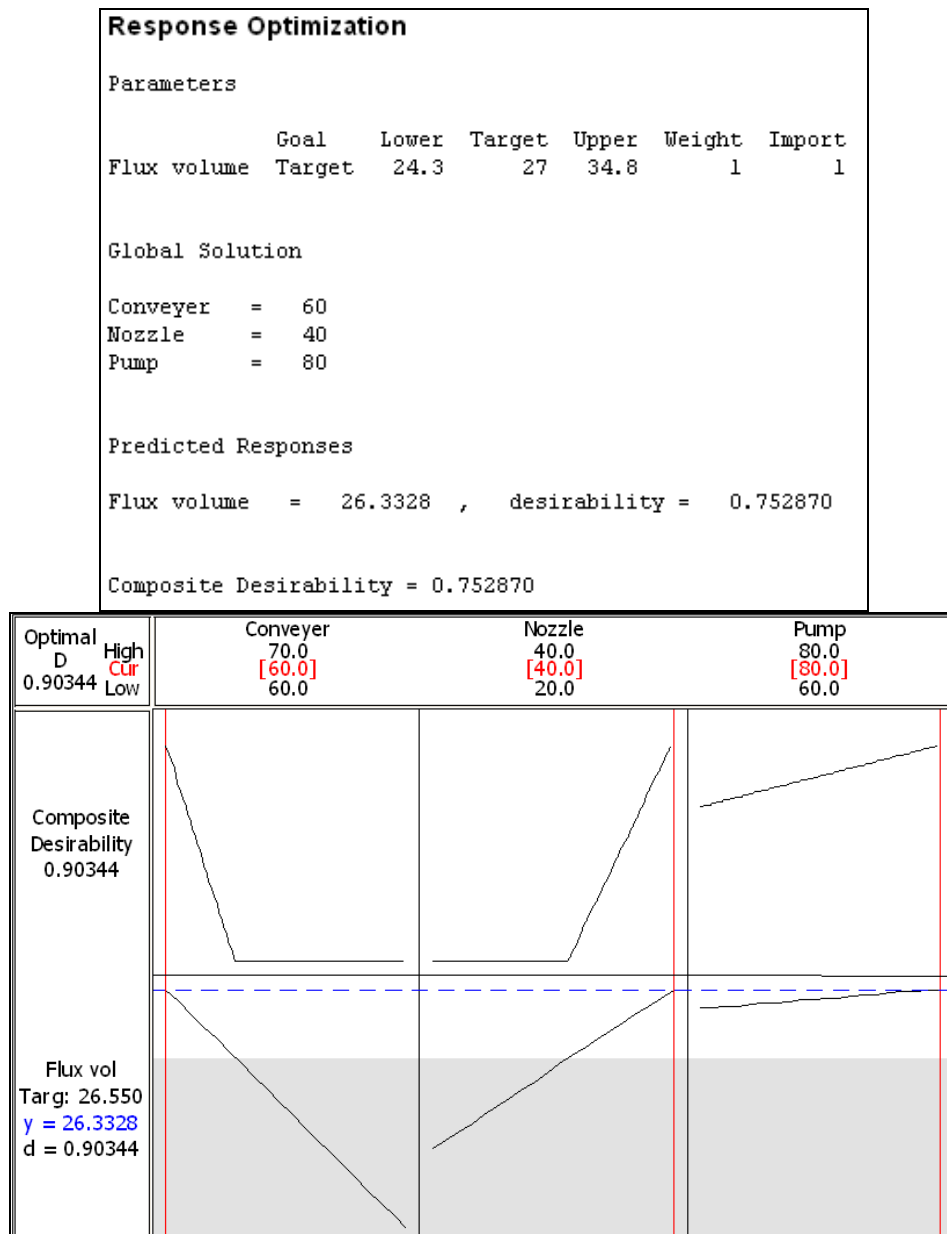
#### 6.2.4 วิเคราะห์และสรุปผลการปรับปรุงเวลาการผลิตตามธรรมชาติ

นำผลการทดลองที่ได้จากตารางที่ 6.3 มาทำการวิเคราะห์โดยมินิแท็บโปรแกรม เพื่อหาผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยของการจ่ายน้ำยาประสานดังรูปที่ 6.2 พบว่าปัจจัยความเร็วสายพาน ความเร็วหัวพ่นน้ำยาประสาน และความเร็วรอบเครื่องจ่ายลม มีผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยทั้ง 3 ของการจ่ายน้ำยาประสาน จึงต้องทำการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดระหว่างรอบเวลาการผลิต และปริมาณน้ำยาประสานที่ส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน

<b>Factorial Fit: Flux volume versus Conveyer, Nozzle, Pump</b>						
Estimated Effects and Coefficients for Flux volume (coded units)						
Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P	
Constant		19.421	0.03925	494.83	0.000	
Conveyer	-9.969	-4.984	0.03925	-127.00	0.000	
Nozzle	2.866	1.433	0.03925	36.52	0.000	
Pump	1.918	0.959	0.03925	24.43	0.000	
Conveyer*Nozzle	0.120	0.060	0.03925	1.52	0.136	
Conveyer*Pump	3.253	1.626	0.03925	41.44	0.000	
Nozzle*Pump	1.503	0.751	0.03925	19.15	0.000	
Conveyer*Nozzle*Pump	-0.952	-0.476	0.03925	-12.13	0.000	
S = 0.271909    R-Sq = 99.80%    R-Sq(adj) = 99.77%						
Analysis of Variance for Flux volume (coded units)						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	3	1335.24	1335.24	445.079	6019.90	0.000
2-Way Interactions	3	154.25	154.25	51.418	695.45	0.000
3-Way Interactions	1	10.88	10.88	10.878	147.12	0.000
Residual Error	40	2.96	2.96	0.074		
Pure Error	40	2.96	2.96	0.074		
Total	47	1503.33				
Unusual Observations for Flux volume						
Obs	StdOrder	Flux volume	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
20	20	13.6800	13.0683	0.1110	0.6117	2.46R
24	24	18.2200	18.7900	0.1110	-0.5700	-2.30R
28	28	12.3500	13.0683	0.1110	-0.7183	-2.89R
R denotes an observation with a large standardized residual.						

รูปที่ 6.2 ผลการวิเคราะห์ผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยของการจ่ายน้ำยาประสาน

จากค่าการจ่ายน้ำยาประสานสูงสุดในการทดลองอยู่ที่ 26.38 มก./10 ตร.ซม. เพื่อให้มั่นใจว่าได้ค่าการจ่ายน้ำยาประสานสูงสุด ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหาค่าที่เหมาะสมของปริมาณน้ำยาประสานในมินิแท็บโปรแกรมดังรูปที่ 6.3 โดยให้ค่าเป้าหมายการจ่ายน้ำยาประสานที่ 27 มก./10 ตร.ซม. ค่าต่ำสุดที่ 24.3 มก./10 ตร.ซม. ค่าสูงสุดที่ 34.8 มก./10 ตร.ซม. ตามค่าที่โรงงานกำหนด



รูปที่ 6.3 ผลการวิเคราะห์ค่าที่เหมาะสมของปริมาณน้ำยาประสานด้วยมินิแท็บโปรแกรม

จากผลการวิเคราะห์โดยมินิแท๊ปโปรแกรมรูปที่ 6.3 พบว่าที่ความเร็วสายพาน 60 ซม./นาที ความเร็วหัวพ่นน้ำยาประสาน 40 ซม./วินาที ความเร็วรอบเครื่องจ่ายลม 80 เฮิร์ตซ์ จะให้ค่าปริมาณของน้ำยาประสานตบบนแผงวงจรมากที่สุดเท่ากับ 26.33 มก./10 ตร.ซม.

เนื่องจากการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ใหม่จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพการผลิต ดังนั้นผู้วิจัยจึงทดสอบให้แน่ใจว่า การปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ใหม่มีสัดส่วนของเสียไม่แตกต่างจากก่อนการปรับตั้งใหม่ จึงทำการนำข้อมูลสัดส่วนของเสียมาทดสอบสมมติฐานดังนี้

$H_0$ : ประชากรทั้ง 2 กลุ่มมีสัดส่วนของเสียเท่ากัน

$H_a$ : ประชากรทั้ง 2 กลุ่มมีสัดส่วนของเสียไม่เท่ากัน

Test and CI for Two Proportions			
Sample	X	N	Sample p
1	424	22645	0.018724
2	217	10158	0.021362
Difference = p (1) - p (2)			
Estimate for difference: -0.00263869			
95% CI for difference: (-0.00595877, 0.000681380)			
Test for difference = 0 (vs not = 0): Z = -1.56 P-Value = 0.119			
Fisher's exact test: P-Value = 0.111			

รูปที่ 6.4 ผลการทดสอบสัดส่วนของเสียจากการผลิต

ผลการทดสอบมินิแท๊ปรูปที่ 6.4 พบว่าค่าสัดส่วนของเสียจากการปรับตั้งใหม่ไม่แตกต่างจากก่อนการปรับตั้ง

ดังนั้นในการลดรอบเวลาการผลิตโดยการปรับปรุงเวลาการผลิตตามธรรมชาติ ควรทำการปรับค่าความเร็วสายพานไว้ที่ 60 ซม./นาที ความเร็วหัวพ่นน้ำยาประสาน 40 ซม./วินาที ความเร็วรอบเครื่องจ่ายลม 80 เฮิร์ตซ์ ทำให้ค่าปริมาณของน้ำยาประสานตบบนแผงวงจรมากที่สุดเท่ากับ 26.33 มก./10 ตร.ซม. ซึ่งอยู่ในช่วงที่เงื่อนไขกำหนดไว้โดยมีค่าสัดส่วนของเสีย

จากการปรับตั้งใหม่ไม่แตกต่างจากก่อนการปรับปรุง ทำให้รอบเวลาการผลิตใหม่ลดลงจาก 528.56 วินาทีต่อชิ้นเป็น 468.87 วินาทีต่อชิ้น ลดลงจากเดิม 11.29%

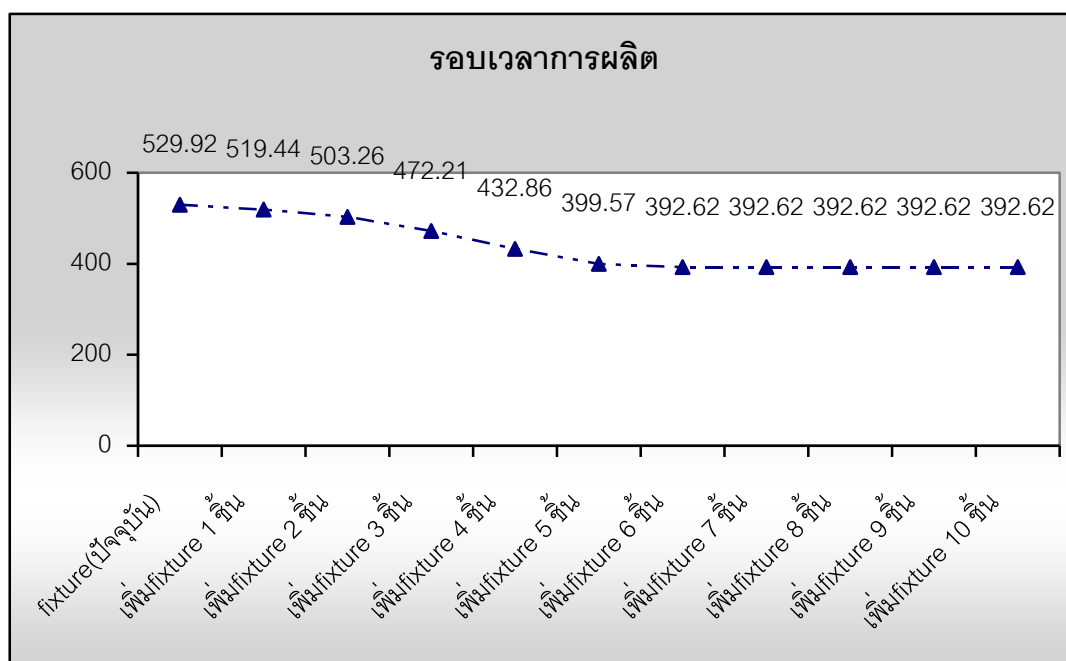
### 6.3 การปรับปรุงเวลารอคอยฟิกเจอร์

#### 6.3.1 เงื่อนไขการปรับปรุงเวลารอคอยฟิกเจอร์

พื้นที่ในสายการผลิตสามารถรองรับจำนวนฟิกเจอร์ได้ไม่เกิน 15 ชิ้นเท่านั้น

#### 6.3.2 วิธีการปรับปรุงเวลารอคอยฟิกเจอร์

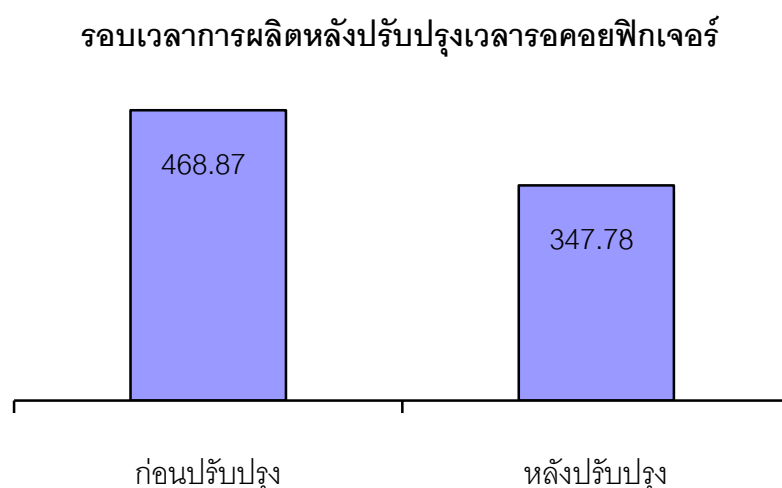
การปรับปรุงสามารถทำได้โดยการเพิ่มจำนวนฟิกเจอร์เข้าไปในระบบ ปัจจุบันมีฟิกเจอร์ใช้เพียง 5 ชิ้น จึงทำการจำลองหาจำนวนฟิกเจอร์ด้วยการทดสอบเพิ่มจำนวนฟิกเจอร์เข้าไปในระบบทีละชิ้น และนำข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองมาเขียนลงในกราฟเพื่อดูรอบเวลาการผลิตที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อทดสอบจนเพิ่มถึง 15 ชิ้นแล้วจึงเปรียบเทียบหารอบเวลาการผลิตที่ต่ำที่สุด แล้วจึงนำไปทำการสั่งซื้อมาทำการทดสอบกับสายการผลิต ซึ่งผลจากการทดสอบด้วยแบบจำลองพบว่าจะต้องดำเนินการสั่งซื้อฟิกเจอร์เพิ่มเข้าไปในระบบจำนวน 7 ชิ้น ดังรูปที่ 6.5



รูปที่ 6.5 รอบเวลาการผลิตของการปรับปรุงการเพิ่มจำนวนฟิกเจอร์จากแบบจำลองสถานการณ์

### 6.3.3 ผลการปรับปรุงเวลารอคอยฟักเจอร์

เมื่อนำผลจากการปรับปรุงเวลาการผลิตตามธรรมชาติ มาทำการปรับปรุงรอบเวลาการผลิตในสายการผลิตโดยการเพิ่มจำนวนฟักเจอร์จากเดิม 5 ชั้นเป็น 12 ชั้น ให้ผลการปรับปรุงดังรูปที่ 6.6



รูปที่ 6.6 รอบเวลาการผลิตหลังปรับปรุงเวลารอคอยฟักเจอร์

### 6.3.4 วิเคราะห์และสรุปผลการปรับปรุงเวลารอคอยฟักเจอร์

จากการลงทุนเพิ่มจำนวนฟักเจอร์จากเดิม 5 ชั้นเป็น 12 ชั้น มูลค่าลงทุนเท่ากับ 105,000 บาท สามารถลดเวลาการผลิตจาก 468.87 วินาทีต่อชิ้นเป็น 347.78 วินาทีต่อชิ้น ลดลงจากเดิม 25.83% ทำให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 161 ชิ้นต่อวัน เป็น 217 ชิ้นต่อวัน เพิ่มขึ้น 56 ชิ้นต่อวัน เมื่อพิจารณาเทียบกับต้นทุนการผลิตที่ 41.29 บาทต่อชิ้น สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 2,312.24 บาทต่อวัน (41.29 บาทต่อชิ้น x 56 ชิ้นต่อวัน) ในแต่ละเดือนทำการผลิต 26 วัน ลดได้ 60,118.24 บาทต่อเดือน สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 1.75 เดือนเท่านั้น (105,000 บาท / 60,118.24 บาทต่อเดือน)

## 6.4 การปรับปรุงเวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์

### 6.4.1 วิธีการปรับปรุงเวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์

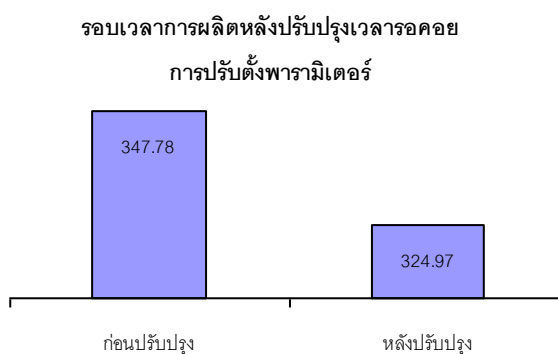
การปรับปรุงเวลาดำเนินการปรับตั้งเครื่องคลื่นน้ำตะกั่ว สามารถดำเนินการโดยใช้วิธีการปรับตั้งที่รวดเร็ว ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนการปฏิบัติงานได้ดังตารางที่ 6.4 โดยขั้นตอนงานที่ 4 เป็นขั้นตอนงานที่สามารถลดเวลาการดำเนินการได้คือ ก่อนการปรับปรุง พนักงานที่ทำการตรวจค่าพารามิเตอร์ต้องสูญเสียเวลาในการนำเครื่องทดสอบค่าพารามิเตอร์ไปประมวลผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ประจำห้องช่างเครื่อง ทำให้เสียเวลาในการรอคอยถึง 6.98 นาที ดังนั้นในการปรับปรุงจึงทำการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องที่สายการผลิต และเก็บผลการทดลองมาเปรียบเทียบกับก่อนปรับปรุง

ตารางที่ 6.4 ขั้นตอนการดำเนินการปรับตั้งเครื่องคลื่นน้ำตะกั่ว

ขั้นตอนการดำเนินการ	ประเภทงาน	เวลาที่ใช้(นาที)
1) ช่างเตรียมงาน	งานภายนอก	1.84
2) ตรวจสอบค่าน้ำยาและพารามิเตอร์	งานภายใน	0.96
3) วัดค่าพารามิเตอร์ของเครื่อง	งานภายใน	6.39
4) ตรวจค่าพารามิเตอร์ของเครื่อง	งานภายใน	6.98

### 6.4.2 ผลการปรับปรุงเวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์

หลังจากการปรับปรุงเวลาการผลิตตามธรรมชาติและเวลารอคอยฟีกเจอร์ จึงทำการปรับปรุงเวลาปรับตั้งด้วยการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องที่สายการผลิตให้ผลการปรับปรุงดังรูปที่ 6.7



รูปที่ 6.7 รอบเวลาการผลิตหลังปรับปรุงเวลารอคอยการปรับตั้งพารามิเตอร์

### 6.4.3 วิเคราะห์และสรุปผลการปรับปรุงเวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์

จากการลงทุนติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง มูลค่าลงทุนเท่ากับ 16,500 บาท สามารถลดเวลาการผลิตจาก 347.78 วินาทีต่อชิ้น เป็น 324.97 วินาทีต่อชิ้น ลดลง 6.83% ทำให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 217 ชิ้นต่อวัน เป็น 232 ชิ้นต่อวัน เพิ่มขึ้น 15 ชิ้นต่อวัน เมื่อพิจารณาเทียบกับต้นทุนการผลิตที่ 41.29 บาทต่อชิ้น สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 619.35 บาทต่อวัน (41.29 บาทต่อชิ้น x 15 ชิ้นต่อวัน) ในแต่ละเดือนทำการผลิต 26 วัน ลดได้ 16,103.10 บาทต่อเดือน สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 1.02 เดือนเท่านั้น (16,500 บาท/16,103.10 บาทต่อเดือน)

ผลการปรับปรุงปัจจัยทั้ง 3 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6.5 เมื่อพิจารณาผลผลิตหลังการปรับปรุงพบว่า มีผลผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 143 ชิ้นต่อวัน เป็น 232 ชิ้นต่อวัน เพิ่มขึ้น 89 ชิ้นต่อวัน พิจารณาเทียบกับต้นทุนการผลิตที่ 41.29 บาทต่อชิ้น สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 3,674.81 บาทต่อวัน (41.29 บาทต่อชิ้น x 89 ชิ้นต่อวัน) ในแต่ละเดือนทำการผลิต 26 วัน ลดได้ 95,545.06 บาทต่อเดือน สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 1.27 เดือน (121,500 บาท/95,545.06 บาทต่อเดือน)

ตารางที่ 6.5 สรุปผลการปรับปรุงทั้ง 3 ปัจจัย

	รอบเวลา การผลิต (วินาที/ชิ้น)	ผลผลิตเพิ่มขึ้น เทียบกับก่อน ปรับปรุง (ชิ้น)	มูลค่าการ ลงทุน (บาท)
ก่อนปรับปรุง	528.56	-	-
ปรับปรุงปัจจัยเวลาการผลิตตามธรรมชาติ	468.87	18	-
ปรับปรุงปัจจัยเวลารอคอยฟีกเจอร์	347.78	74	105,000
ปรับปรุงปัจจัยเวลาดำเนินการปรับตั้ง	324.97	89	16,500

## 6.4 สรุป

การปรับปรุงปัจจัยเวลาการผลิตตามธรรมชาติ ปัจจัยเวลารอคอยฟักเจอร์ และ ปัจจัยเวลาดำเนินการปรับตั้งเครื่องคลื่นน้ำตะกั่ว มีขั้นตอนดังนี้ 1. ดำเนินการปรับปรุงปัจจัยเวลาการผลิตตามธรรมชาติ โดยหาค่าความเร็วของสายพานลำเลียงใหม่ ซึ่งอยู่ในส่วนการจ่ายน้ำยาประสานของเครื่องคลื่นน้ำตะกั่ว ทำให้ต้องทำการทดลองหาค่าที่เหมาะสมระหว่าง ปัจจัยความเร็วสายพาน ปัจจัยความเร็วหัวพ่นน้ำยาประสาน และปัจจัยความเร็วรอบเครื่องจ่ายลม ให้พ่นน้ำยาประสานตกกลงบนแผงวงจรมีปริมาณได้ตามค่ามาตรฐานที่กำหนดช่วง 24.30 – 34.80 มก./10 ตร.ซม. ผลการทดลองพบว่าต้องทำการปรับตั้งความเร็วสายพาน 60 ซม./นาที ความเร็วหัวพ่นน้ำยาประสาน 40 ซม./วินาที และความเร็วรอบเครื่องจ่ายลม 80 เฮิร์ตซ์ มีปริมาณน้ำยาประสานตกบนแผงวงจรเท่ากับ 26.33 มก./10 ตร.ซม. เมื่อพิจารณาค่าสัดส่วนของเสียจากการปรับตั้งใหม่ก็พบว่าไม่แตกต่างจากก่อนการปรับปรุง การปรับปรุงนี้ทำให้รอบเวลาการผลิตลดลงจาก 528.56 วินาทีต่อชิ้น เป็น 468.87 วินาทีต่อชิ้น หรือลดลงจากเดิม 11.29% 2. ดำเนินการปรับปรุงปัจจัยเวลารอคอยฟักเจอร์ด้วยการเพิ่มจำนวนฟักเจอร์ โดยเพิ่มจากปัจจุบันที่มีอยู่ 5 ชิ้น เป็น 12 ชิ้น มูลค่าลงทุนเท่ากับ 105,000 บาท สามารถลดเวลาการผลิตจาก 468.87 วินาทีต่อชิ้น เป็น 347.78 วินาทีต่อชิ้น หรือลดลงจากเดิม 25.83% และ 3. ดำเนินการปรับปรุงปัจจัยเวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์ โดยใช้แนวทางของการปรับตั้งที่รวดเร็ว ทำการแบ่งขั้นตอนการปฏิบัติงานปรับตั้งพารามิเตอร์ พบว่าพนักงานที่ทำการตรวจค่าพารามิเตอร์ ต้องสูญเสียเวลาในการนำเครื่องทดสอบค่าพารามิเตอร์ไปประมวลผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ประจำห้องช่างเครื่อง ทำให้เสียเวลาในการรอคอยถึง 6.98 นาที ดังนั้นในการปรับปรุงจึงทำการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องที่สายการผลิต มูลค่าลงทุนเท่ากับ 16,500 บาท สามารถลดเวลาการผลิตจาก 347.78 วินาทีต่อชิ้น เป็น 324.97 วินาทีต่อชิ้น ลดลง 6.83% เมื่อพิจารณาผลผลิตหลังการปรับปรุงพบว่า มีผลผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 143 ชิ้นต่อวัน เป็น 232 ชิ้นต่อวัน เพิ่มขึ้น 89 ชิ้นต่อวัน เมื่อพิจารณาเทียบกับต้นทุนการผลิตที่ 41.29 บาทต่อชิ้น สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 3,674.81 บาทต่อวัน (41.29 บาทต่อชิ้น x 89 ชิ้นต่อวัน) ในแต่ละเดือนทำการผลิต 26 วัน ลดได้ 95,545.06 บาทต่อเดือน สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 1.27 เดือน (121,500 บาท/95,545.06 บาทต่อเดือน)



## บทที่ 7

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากรายงานผลการสำรวจวิจัยของไอดีซี (International Data Corporation) ระบุว่าสภาวะเศรษฐกิจและความต้องการใช้เทคโนโลยีในปี พ.ศ. 2547 – 2553 เครื่องรับส่งสัญญาณดาวเทียม เป็นผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เริ่มมีความต้องการใช้มากขึ้นในตลาดโลก ทำให้บริษัทในกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีการวางแผนกำลังการผลิตเพิ่มขึ้น บริษัททรนศึกษาเป็นบริษัทในกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ให้บริการด้านการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ส่งมอบให้แก่ลูกค้าที่เป็นผู้ผลิตขั้นสุดท้ายเพื่อประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป บริษัทมีผลิตภัณฑ์ที่ดำเนินการผลิตอยู่ 6 กลุ่ม คือ กลุ่มคอมพิวเตอร์และหน่วยเก็บข้อมูลสำรอง กลุ่มยานยนต์ กลุ่มอุตสาหกรรมโรงงาน กลุ่มโทรคมนาคม กลุ่มอากาศยาน และกลุ่มอื่นๆ โดยมีสัดส่วนปริมาณการผลิตและสัดส่วนมูลค่าผลิตภัณฑ์กลุ่มโทรคมนาคมสูงที่สุด ผลิตภัณฑ์ของกลุ่มโทรคมนาคมมีทั้งหมด 14 ผลิตภัณฑ์ สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มผลิตภัณฑ์แม่ข่าย กลุ่มผลิตภัณฑ์นอกอาคาร และกลุ่มผลิตภัณฑ์ในอาคาร มีกระบวนการผลิต 6 กระบวนการคือ กระบวนการวางขึ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์บนผิวหน้าแผงวงจร กระบวนการตรวจสอบคุณภาพตะกั่วได้ขึ้นส่วนด้วยรังสีเอ็กซ์ กระบวนการวางขึ้นส่วนด้วยเครื่องอัตโนมัติ กระบวนการวางขึ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 1 กระบวนการวางขึ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 2 และ กระบวนการประกอบชิ้นงานสำเร็จรูป จากการศึกษากำลังการผลิตเพื่อหาจุดที่เป็นคอขวดของสายการผลิตตามแนวทางของ ชัยนนท์ ศรีสุภินานนท์ พบว่าในปัจจุบันผลิตภัณฑ์กลุ่มโทรคมนาคมประสบปัญหา มีกำลังการผลิตไม่เพียงพอกับปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ในช่วงเดือนเมษายน – ธันวาคม พ.ศ. 2553 ในกระบวนการประกอบแผงวงจรกล่องแปลงสัญญาณภายนอกอาคารของสถานีงานผ่านคลื่นน้ำเตงั่ว จึงดำเนินการปรับปรุงดังนี้

ขั้นตอนที่ 1. ทำการศึกษาองค์ประกอบรอบเวลาการผลิตของสถานีงานผ่านคลื่นน้ำเตงั่ว ตามแนวทางของ วอลเลซ เจ ฮีล และ มาร์ค แอล สเปียร์แมน พบว่ามีปัจจัยที่ต้องทำการปรับปรุงอยู่ 9 ปัจจัยคือ ปัจจัยความเร็วของสายพานเครื่องคลื่นน้ำเตงั่ว ปัจจัยจำนวนอุปกรณ์จับยึด ปัจจัยเวลาเตรียมปรับตั้ง ปัจจัยเวลาปรับตั้งพารามิเตอร์ ปัจจัยเวลาตรวจคุณภาพค่าพารามิเตอร์ตะกั่ว ปัจจัยเวลาแก้ไขหัวพ่นน้ำยาประสาน ปัจจัยเวลาแก้ไขคราบตะกั่ว ปัจจัยเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วไม่เต็ม ปัจจัยเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วทอดสะพาน

ขั้นตอนที่ 2. การทดสอบปัจจัยที่ส่งผลต่อรอบเวลาการผลิต อาศัยเทคนิคของการออกแบบการทดลอง กรองปัจจัยที่มีผลกระทบน้อยหรือไม่มีผลกระทบออกไป เพราะปัจจัย

บางตัวไม่อาจควบคุมได้ และถึงแม้จะเป็นเหตุให้เกิดผลกระทบต่อกระบวนการ แต่จำเป็นต้องละเอียดหรือปล่อยให้ตัวแปรเหล่านี้เป็นไปตามธรรมชาติของมัน งานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการสร้างแบบจำลองช่วยหาปัจจัยที่ต้องทำการปรับปรุง เนื่องจากสายการผลิตจำเป็นต้องทำการผลิตอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้ทันต่อความต้องการของลูกค้า โดยโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้สร้างแบบจำลองของงานวิจัยนี้คือ โปรแกรมโกลด์ ซิม เป็นโปรแกรมที่มีใช้ในบริษัทกรณีศึกษาซึ่งต้องการใช้ข้อมูลนำเข้าเป็น รูปแบบการกระจายตัวทางสถิติและค่าพารามิเตอร์ของข้อมูล ดังนั้นเพื่อให้แบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นมีความใกล้เคียงกับค่าจากการผลิต ในการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าเพื่อหาตัวแทนรูปแบบการกระจายตัวทางสถิติได้ใช้วิธีการทดสอบสมมติฐานภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปมินิแท็บให้ผลดังนี้ เวลาการผลิตตามธรรมชาติสามารถใช้ข้อมูลนำเข้ารูปแบบการกระจายตัวปกติ ด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย 119.92 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.89 เวลารอคอยฟีกเจอร์สามารถใช้ข้อมูลนำเข้ารูปแบบการกระจายตัวปกติด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย 198.47 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 27.38 เวลาแก้ไขหัวพ่นน้ำยาประสานสามารถใช้ข้อมูลนำเข้ารูปแบบการกระจายตัวแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย 22.21 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.49 เวลาแก้ไขความตึงตัวสามารถใช้ข้อมูลนำเข้ารูปแบบการกระจายตัวแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย 52.08 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.25 เวลาเตรียมปรับตั้งสามารถใช้ข้อมูลนำเข้ารูปแบบการกระจายแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย 1.15 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.19 เวลาในการปรับตั้งพารามิเตอร์สามารถใช้ข้อมูลนำเข้ารูปแบบการกระจายแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย 10.85 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.06 เวลาตรวจคุณภาพค่าพารามิเตอร์ตะกั่วสามารถใช้ข้อมูลนำเข้ารูปแบบการกระจายแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย 6.93 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.47 เวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วไม่เต็มสามารถใช้ข้อมูลนำเข้ารูปแบบการกระจายปกติ ด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย 26.62 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.76 และเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วทอดสะพานสามารถใช้ข้อมูลนำเข้ารูปแบบการกระจายแกมมา ด้วยพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ย 72.78 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.97 สามารถนำมาเขียนแบบจำลองภายใต้สมมติฐานที่ว่า พนักงานในแต่ละกะการทำงานของสถานงานเดียวกันมีความสามารถในการทำงานเท่ากัน มีลำดับในแถวคอยแบบมาถึงก่อนให้บริการก่อน มีชั่วโมงการทำงาน 7 ชั่วโมงต่อกะ ทำงาน 3 กะต่อวัน และทำการทดสอบแบบจำลองเพื่อหาเวลาที่เข้าสู่สภาวะคงตัวของระบบ ด้วยกราฟค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ระหว่างรอบเวลาการผลิตกับเวลาในการจำลองพบว่าเวลาการผลิตในระบบจะเริ่มเข้าสู่สภาวะคงตัวเมื่อเวลาในการจำลองผ่านไป 40,000 วินาที ดังนั้นในการพิจารณารอบเวลาการผลิตจากแบบจำลองจึงควรใช้ที่เวลาในการจำลองผ่าน 40,000 วินาทีไปแล้วเท่านั้น จากนั้นทำการหาขนาดของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือทางสถิติโดย

ทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับไม่เกิน 5% ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ด้วยตัวสถิติการแจกแจงที่ ผลการทดสอบพบว่าค่าสถิติของข้อมูลในแบบจำลองสถานการณ์จำนวน 1,000 รอบสามารถใช้เป็นตัวแทนของประชากรได้ เพื่อให้แน่ใจว่าแบบจำลองที่ได้สามารถใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลสถานการณ์การผลิตได้ จึงทำการทดสอบสมมติฐานทางสถิติของผลการจำลองเทียบกับข้อมูลสถานการณ์การผลิตใน 3 ส่วนคือ รูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล ความแปรปรวนของข้อมูล และค่ากลางของข้อมูล พบว่าที่ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ 95% ค่าจากการผลิตและแบบจำลองสถานการณ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงสามารถนำแบบจำลองสถานการณ์ไปทำการทดสอบปัจจัยแทนการทดสอบในสายการผลิตได้

ขั้นตอนที่ 3. การปรับปรุงปัจจัย เนื่องจากปัจจัยที่ต้องทำการปรับปรุงมีอยู่ทั้งหมด 9 ปัจจัย ทำให้การออกแบบการทดลองเพื่อหาผลกระทบหลัก และผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยมีจำนวนวิธีปฏิบัติทั้งหมดที่เป็นไปได้คือ  $2^9 = 512$  แบบการทดลอง โดยการทดสอบแบบการทดลองหนึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ถ้าหากต้องการทดลองทั้งหมด 512 แบบ ต้องใช้เวลาประมาณ 512 ชั่วโมงหรือ 2.5 เดือน (8 ชั่วโมงต่อวัน x 26 วันต่อเดือน) ซึ่งจะใช้เวลาเกินกว่าที่แผนการศึกษากำหนดไว้ ดังนั้นเพื่อกรองปัจจัยที่มีผลกระทบน้อยหรือไม่มีผลกระทบออกไป และนำปัจจัยที่มีเหลือมาทำการควบคุมให้อยู่ในตำแหน่งและช่วงใดช่วงหนึ่งที่มีผลเสียต่อกระบวนการน้อยที่สุด จึงได้ทำการวิเคราะห์ความไวที่ละปัจจัย คัดเลือกเฉพาะปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อรอบการผลิตมากที่สุด และนำปัจจัยที่ได้มาดำเนินการออกแบบการทดลอง เพื่อหาผลกระทบหลัก และผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัย ผลการทดสอบพบว่าปัจจัยหลักที่ต้องนำไปทำการปรับปรุงการผลิตคือ ปัจจัยเวลารอคอยฟีกเจอร์ ปัจจัยเวลาการผลิตตามธรรมชาติ และปัจจัยเวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์

ในการปรับปรุงปัจจัยเวลาการผลิตตามธรรมชาติ ปัจจัยเวลารอคอยฟีกเจอร์ และปัจจัยเวลาดำเนินการปรับตั้งเครื่องคลื่นน้ำตะกั่ว มีขั้นตอนดังนี้ 1. ดำเนินการปรับปรุงปัจจัยเวลาการผลิตตามธรรมชาติ โดยหาค่าความเร็วของสายพานลำเลียงใหม่ ซึ่งอยู่ในส่วนการจ่ายน้ำยาประสานของเครื่องคลื่นน้ำตะกั่ว ทำให้ต้องทำการทดลองหาค่าที่เหมาะสมระหว่างปัจจัยความเร็วสายพาน ปัจจัยความเร็วหัวพ่นน้ำยาประสาน และปัจจัยความเร็วรอบเครื่องจ่ายลม ให้พ่นน้ำยาประสานตกลงบนแผงวงจรมีปริมาณได้ตามค่ามาตรฐานที่กำหนดช่วง 24.30 – 34.80 mg./10cm<sup>2</sup> ผลการทดลองพบว่าต้องทำการปรับตั้งความเร็วสายพาน 60 cm./min. ความเร็วหัวพ่นน้ำยาประสาน 40 cm./sec. และความเร็วรอบเครื่องจ่ายลม 80 Hz มีปริมาณน้ำยาประสานตกบนแผงวงจรเท่ากับ 26.33 mg./10 cm<sup>2</sup> เมื่อพิจารณาค่าสัดส่วนของเสียจากการ

ปรับตั้งใหม่ก็พบว่าไม่แตกต่างจากก่อนการปรับปรุง ผลจากการปรับปรุงนี้ทำให้รอบเวลาการผลิตลดลงจาก 528.56 วินาทีต่อชิ้น เป็น 468.87 วินาทีต่อชิ้น หรือลดลงจากเดิม 11.29%

2. ดำเนินการปรับปรุงปัจจัยเวลารอคอยฟีกเจอร์ด้วยการเพิ่มจำนวนฟีกเจอร์ โดยเพิ่มจากปัจจุบันที่มีอยู่ 5 ชิ้นเป็น 12 ชิ้น มูลค่าลงทุนเท่ากับ 105,000 บาท สามารถลดเวลาการผลิตจาก 468.87 วินาทีต่อชิ้นเป็น 347.78 วินาทีต่อชิ้น หรือลดลงจากเดิม 25.83% และ 3. ดำเนินการปรับปรุงปัจจัยเวลาการปรับตั้งพารามิเตอร์ โดยใช้แนวทางของการปรับตั้งที่รวดเร็ว ทำการแบ่งขั้นตอนการปฏิบัติงานปรับตั้งพารามิเตอร์ พบว่าพนักงานที่ทำการตรวจค่าพารามิเตอร์ ต้องสูญเสียเวลาในการนำเครื่องทดสอบค่าพารามิเตอร์ไปประมวลผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ประจำห้องช่างเครื่อง ทำให้เสียเวลาในการรอคอยถึง 6.98 นาที ดังนั้นในการปรับปรุงจึงทำการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องที่สายการผลิต มูลค่าลงทุนเท่ากับ 16,500 บาท สามารถลดเวลาการผลิตจาก 347.78 วินาทีต่อชิ้น เป็น 324.97 วินาทีต่อชิ้น ลดลง 6.83% เมื่อพิจารณาผลผลิตหลังการปรับปรุงพบว่า มีผลผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 143 ชิ้นต่อวัน เป็น 232 ชิ้นต่อวัน เพิ่มขึ้น 89 ชิ้นต่อวัน ทำให้สามารถผลิตแผงวงจรกล่องแปลงสัญญาณตามยอดคำสั่งซื้อของลูกค้าได้ โดยใช้เงินลงทุนในการปรับปรุงทั้งหมด 121,500 บาท เมื่อพิจารณาเทียบกับต้นทุนการผลิตที่ 41.29 บาทต่อชิ้น สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 3,674.81 บาทต่อวัน ( $41.29 \text{ บาทต่อชิ้น} \times 89 \text{ ชิ้นต่อวัน}$ ) ในแต่ละเดือนทำการผลิต 26 วัน ลดได้ 95,545.06 บาทต่อเดือน ดังนั้นในการปรับปรุงนี้สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 1.27 เดือนเท่านั้น ( $121,500 \text{ บาท} / 95,545.06 \text{ บาทต่อเดือน}$ )

### ข้อเสนอแนะ

1) ในงานวิจัยนี้ได้ทำการควบคุมให้มีวัตถุดิบพร้อมทำการผลิตตลอดเวลา ซึ่งถ้านำแนวทางของงานวิจัยครั้งนี้ไปใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ควรพิจารณาการเผื่อเวลาความล่าช้าในการส่งมอบวัตถุดิบด้วย โดยทำการศึกษาจากข้อมูลเวลาการส่งมอบวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ในอดีตแล้วทำการกำหนดเวลาเผื่อภายใต้ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% เพื่อให้มั่นใจได้ว่าจะส่งมอบได้ตามเวลาที่กำหนด

2) ในการเลือกใช้การออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลมีข้อดีคือได้แบบการทดลองที่ครอบคลุมผลกระทบหลัก และผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยทั้งหมด แต่ก็มีข้อเสียคือใช้เวลาในการทดลองมาก ใช้วัตถุดิบในการทดลองมาก ส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายมาก ดังนั้นในขั้นตอนการออกแบบขนาดของการทดลอง ควรพิจารณาความเหมาะสมระหว่างความแม่นยำของข้อมูลกับเวลาและค่าใช้จ่ายด้วย

3) การปรับปรุงการผลิตโดยใช้เครื่องมือการจำลองสถานการณ์ ผู้วิจัยจำเป็นต้องมีพื้นฐานทางด้านสถิติเป็นอย่างดีเพื่อให้ได้ข้อมูลนำเข้าที่มีความน่าเชื่อถือทางสถิติ นอกจากนี้ต้องมีความรู้ความเข้าใจในรูปแบบการใช้งาน และข้อจำกัดของโปรแกรมที่ใช้ทำการสร้างแบบจำลองด้วย ในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ โกลด์ซิมส์ (Gold Sim) ซึ่งสามารถใช้ทำการจำลองกระบวนการของสายการผลิตที่มีข้อมูลนำเข้าทั้งที่เป็นข้อมูลแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องในเหตุการณ์เดียวกัน มีฟังก์ชันการป้อนกลับข้อมูลซึ่งทำให้ผู้วิจัยสามารถใช้ฟังก์ชันนี้ ในการควบคุมการทำงานของเหตุการณ์ก่อนหน้าได้ เช่น ต้องการให้สถานีนางต้นทางหยุดทำงานทันทีเมื่อสถานีนางปลายทางพบปัญหาคุณภาพการผลิต เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถใส่สูตรการคำนวณลงไปแบบจำลองได้ ซึ่งเหมาะสำหรับการจำลองสถานการณ์ที่ต้องการใช้การคำนวณร่วมกับค่าที่มีความผันแปรทางสถิติ มีฟังก์ชันช่วยในการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) และฟังก์ชันหาค่าเหมาะสม (Optimization Analysis) ของข้อมูลที่ต้องการทำการศึกษา แต่อย่างไรก็ตามโปรแกรมโกลด์ซิมส์เวอร์ชันที่ใช้อยู่นี้ ยังไม่มีฟังก์ชันการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล ดังนั้นผู้ดำเนินการต้องทำการหาขนาดและรูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลก่อนนำเข้าข้อมูลมาทำการจำลองสถานการณ์อีก ถึงแม้ว่าโปรแกรมโกลด์ซิมส์เวอร์ชันที่ใช้จะมีฟังก์ชันช่วยในการวิเคราะห์ความไวของข้อมูล และฟังก์ชันหาค่าเหมาะสมของข้อมูลที่ต้องการทำการศึกษาแต่ก็ยังไม่สามารถประเมินปัจจัยที่เกิดไม่บ่อยแต่ส่งผลกระทบได้ ซึ่งผู้วิจัยจะต้องใช้ความรู้ความเข้าใจในสถานการณ์ที่จำลองขึ้น และทำการทดสอบค่าผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองภายใต้สถานการณ์ต่างๆ เอง นอกจากนี้โปรแกรมโกลด์ซิมส์เวอร์ชันที่ใช้ยังไม่มีฟังก์ชันการนำเสนอผลงานในรูปแบบภาพเคลื่อนไหว ซึ่งถ้านำผลงานไปเสนอต่อผู้ที่ไม่มีความรู้ความเข้าใจในแบบจำลองก็ไม่สามารถเห็นภาพตามที่ผู้วิจัยต้องการนำเสนอได้

4) งานวิจัยครั้งต่อไปควรทำการศึกษาการเพิ่มผลผลิตในกระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 2 ซึ่งเป็นจุดคอขวดอันดับ 2 รองจากกระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 1 เพื่อให้บริษัทสามารถรองรับปริมาณการผลิตที่มีแนวโน้มสูงขึ้นในอนาคตได้

## รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรุงพล โชติสุวรรณ. การจัดสมดุลสายการผลิตแบบหลายชนิดโดยใช้การจำลอง: กรณีศึกษาสายการผลิตอุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

ชัยนนท์ ศรีสุภินานนท์. การออกแบบผังโรงงานฉบับปรับปรุง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ ฯ: โอกรูปเพรส, 2552.

นิพนธ์ บัวแก้ว. รู้จักระบบการผลิตแบบลีน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ ฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2547.

ปถมพล พิภูทอง. การลดรอบเวลาการผลิตของกระบวนการประกอบแผงวงจรกล่องแปลงสัญญาณภายนอกอาคารในสถานีนงานผ่านคลื่นน้ำตะกั่ว. รองศาสตราจารย์ในบทความวิศวกรรมสาร ฉบับวิจัยและพัฒนา วันที่ 26 กรกฎาคม 2554. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

ภีระ ศรีอำพันธ์. การนำระบบทฤษฎีข้อจำกัดมาใช้ในการวางแผนและควบคุมการผลิตโรงงานกระจกนิรภัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2546.

มณฑา อุดลย์บดี. การประยุกต์หลักการของทฤษฎีข้อจำกัดเพื่อปรับปรุงขั้นตอนการวางแผนการผลิตวงจรรวม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

รังสรรค์ กระจ่าย. การปรับปรุงกระบวนการโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์โรงงานผลิตแผงวงจรไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

รุ่งเรือง โรจน์รุจิพงศ์. การศึกษาผลกระทบของจำนวนแพลเลตต่อต้นทุนของการประกอบแผงวงจรไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

วรพล วีระวงศ์. การวิเคราะห์สายการผลิตชุดหัวอ่าน - เขียนสำเร็จด้วยวิธีการจำลองการทำงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

สฤษฎี วรวิบูล. การลดการสูญเสียวัตถุดิบในสายการผลิตของผลิตภัณฑ์แผงวงจรรวม (ไอซี).

วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สถาพร พลแสน. การใช้แบบจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตหัวอ่าน

คอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะ  
วิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สุชาดา วราสินธุ์. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล: กรณีศึกษาโรงงานนครปฐม

ไทยพลาสติก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะ  
วิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,  
2543.

สุรพล สุบรรเจิดพร. การหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการเชื่อมตึ๊ก-ตะกั่วบนแผ่นวงจรพิมพ์ด้วย

เครื่องเชื่อมอัตโนมัติโดยวิธีการออกแบบการทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต,  
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย, 2542.

ภาษาอังกฤษ

Chakravorty, S.S. An evaluation of the DBR control mechanism in a job shop  
environment. Omega 29 : 335-342.

Duclos L.K., and Spencer M.S. The impact of a constraint buffer in a flow shop.  
International Journal Production Economics 42 : 175-185.

Electronics Circuits. การผลิต PCBA แบบ Automation. [Online].2010. Available from:  
<http://sumcircuit.blogspot.com/2009/12/pcba-automation.html> [2010, January 7]

Eliyahu M. Goldratt and Jeff Cox. THE GOAL: A Process of on going Improvement.  
Revised Edition Copyright. New York: North River Press, 1986.

Erakii.org. All Rights Reserved. PCBA SMD. [Online].2010. Available from:  
<http://www.erakii.org/en/diy/electronics/595-pcba-smd>

Foundation for Thailand Productivity Institute. Productivity Concept. [Online].2010.

Available from:

[http://youth.ftpi.or.th/index.php?option=com\\_content&task=view&id=36&Itemid=42#Concept](http://youth.ftpi.or.th/index.php?option=com_content&task=view&id=36&Itemid=42#Concept) [2010, February 1]

- GlobalSpec The Engineering Search Engine. Electronic Manufacturing Services (EMS). [Online].2010. Available from:  
[http://www.globalspec.com/LearnMore/Electrical\\_Electronic\\_Manufacturing/Electronic\\_Manufacturing\\_Services\\_EMS](http://www.globalspec.com/LearnMore/Electrical_Electronic_Manufacturing/Electronic_Manufacturing_Services_EMS) [2010,January 7]
- Hopp J and Mark Spearman L. FACTORY PHYSICS. Third Edition. New York: McGraw-Hill, 2008.
- Harry Perros.. Computer Simulation Techniques: The definitive introduction. Computer Science Department NC State University Raleigh, NC: All rights reserved, 2003.
- Kanyanat Arunvipas. Simulation study of order release policies for double bottleneck systems. Master of Engineering Thesis, Industrial Engineer Engineering Asian Institute of Technology School of Engineering and Technology Thailand, 2006.
- Kasemset C. Simulation-based Tool for Theory of Constraints (TOC) Implementation. Master of Engineering Thesis, Industrial Engineer Engineering Asian Institute of Technology School of Engineering and Technology Thailand, 2005.
- Kaung Za. The Application of Theory of Constraints to a toy factory. Master of Engineering Thesis, Industrial Engineer Engineering Asian Institute of Technology School of Engineering and Technology Thailand, 2003.
- Kelton D. W., Sadowski R. P., and Sadowski D. A. Simulation with Arena. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 2002.
- Sutai Jirawatthanakitkul. Application of Theory of Constraints and Simulation in Determining Operating Configuration. Master of Engineering Thesis, Industrial Engineer Engineering Asian Institute of Technology School of Engineering and Technology Thailand, 1999.
- Wallace J. Hopp and Mark L. Spearman. FACTORY PHYSICS. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2008.



ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

ข้อมูลนำเข้าเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองการทำงานในสถานงานเครื่องคลื่นน้ำตะกั่ว  
ของกระบวนการวางชิ้นส่วนด้วยมือช่วงที่ 1

ตารางที่ ก.1: ข้อมูลนำเข้าของเวลาการผลิตตามธรรมชาติ หน่วย: วินาที/ชิ้น

ครั้งที่	รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		
	ผลิตตาม	ครั้งที่	ผลิตตาม	ครั้งที่	ผลิตตาม	ครั้งที่	ผลิตตาม	ครั้งที่	ผลิตตาม	ครั้งที่	
	ธรรมชาติ		ธรรมชาติ		ธรรมชาติ		ธรรมชาติ		ธรรมชาติ		
1	119.21	21	119.78	41	119.05	61	121.46	81	120.9	111	120.52
2	120.31	22	117.32	42	119.91	62	119.57	82	119.5	112	119.66
3	119.17	23	120.04	43	120.77	63	120.17	83	119.77	113	120.4
4	120.93	24	119.58	44	121.29	64	119.61	84	120.78	114	119.56
5	119.47	25	120.38	45	120.01	65	119.51	85	122.52	115	120.72
6	119.78	26	120.67	46	121.43	66	117.72	86	119.24	116	119.33
7	120.12	27	120.79	47	119.09	67	120.2	87	119.93	117	120.38
8	120.26	28	119.41	48	121.85	68	119.61	88	119.41	118	119.14
9	118.7	29	120.11	49	118.79	69	119.28	89	120.27	119	119.05
10	119.87	30	119.91	50	120.9	70	118.68	90	119.49	120	120.03
11	120.8	31	120.28	51	119.89	71	119.95	91	118.54		
12	119.24	32	119.4	52	119.54	72	120.99	92	121.06		
13	119.86	33	119.33	53	120.28	73	119.82	93	120.55		

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการผลิตตาม ธรรมชาติ	ครั้งที่	รอบเวลาการผลิตตาม ธรรมชาติ	ครั้งที่	รอบเวลาการผลิตตาม ธรรมชาติ	ครั้งที่	รอบเวลาการผลิตตาม ธรรมชาติ	ครั้งที่	รอบเวลาการผลิตตาม ธรรมชาติ
14	120.95	34	119.95	54	118.44	74	120.83	94	119.32
15	120.24	35	118.28	55	120.89	75	119.96	95	120.28
16	120.26	36	119.5	56	119.23	76	119.92	96	117.03
17	120.65	37	119.89	57	121.46	77	120.89	97	120.27
18	120.09	38	119.03	58	119.31	78	119.39	98	119.34
19	120.77	39	119.13	59	120.67	79	121.5	99	120.51
20	118.71	40	118.87	60	119.81	80	120.42	100	120.23

ตารางที่ ก.2: ข้อมูลนำเข้าของเวลารอคอยฟีกเจอร์ หน่วย: วินาที/ ชิ้น

ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์
1	218.1	11	172.12	21	163.2	31	170.01	41	194.44	51	156.05
2	209.94	12	217.48	22	207.56	32	181.05	42	208.48	52	204.54
3	230.95	13	209.43	23	207.21	33	162.27	43	183.12	53	233.17
4	186.33	14	161.28	24	236.9	34	182.72	44	220.08	54	199.18
5	205.47	15	204.73	25	189.67	35	222.86	45	144.27	55	219.28
6	249.67	16	195.75	26	215.39	36	213.05	46	160.91	56	204.6
7	211.34	17	190.89	27	157.06	37	151.16	47	197.24	57	193.7
8	219.4	18	231.73	28	218.31	38	223.56	48	154.35	58	208.37
9	205.77	19	194.29	29	212.96	39	231.6	49	164.82	59	190.37
10	175.63	20	214.33	30	174.68	40	213.02	50	177.44	60	184.52

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์
61	196.88	71	207.49	81	184.21	91	192.36	101	182.86	111	206.41
62	233.53	72	142.62	82	185.05	92	178.19	102	243.6	112	186.22
63	216.69	73	206.47	83	181.29	93	216.71	103	181.26	113	158.93
64	160.77	74	205.46	84	160.81	94	154.58	104	150.49	114	175.31
65	251.71	75	177.58	85	211.17	95	192.74	105	240.48	115	183.86
66	231.11	76	204.51	86	149.53	96	241.66	106	186.1	116	190.44
67	176.31	77	212.61	87	140.52	97	183.41	107	188.87	117	171.47
68	218.07	78	178.74	88	189.52	98	192.9	108	202.12	118	201.86
69	215.09	79	221.83	89	198.74	99	223.8	109	194.74	119	182.43
70	213.26	80	206.4	90	195.08	100	120.26	110	166.21	120	194.63

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์
121	212.75	131	207.04	141	162.28	151	213.66	161	222.92	171	222.33
122	174.51	132	186.36	142	180.67	152	225.02	162	215.44	172	161.23
123	207.13	133	163.58	143	199.72	153	189.33	163	188.21	173	168.51
124	182.29	134	217.34	144	186.03	154	180.8	164	208.56	174	206.17
125	203.33	135	195.87	145	198.08	155	179.98	165	158.22	175	206.29
126	164.32	136	176.67	146	164.51	156	215.74	166	190.63	176	198.73
127	230.73	137	186	147	200.26	157	197.99	167	190.97	177	177.82
128	201.37	138	215.67	148	169.89	158	202.67	168	254.45	178	179.97
129	187.88	139	192.03	149	217.65	159	191.21	169	143.2	179	226.92
130	164.43	140	161.97	150	146.2	160	184.94	170	197.87	180	177.81

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์
181	255.89	191	222.78	201	221.31	211	225.05	221	161.41	231	241.52
182	155.8	192	204.71	202	229.62	212	216.27	222	221.33	232	201.39
183	180.7	193	158.3	203	186.41	213	221.6	223	184.12	233	207.01
184	171.78	194	218.34	204	214.17	214	219.53	224	223.39	234	163.98
185	183.68	195	188.75	205	201.47	215	208.66	225	184.32	235	216.99
186	220.63	196	210.13	206	143.32	216	173.1	226	213.22	236	201.6
187	201.46	197	223.43	207	179.4	217	212.25	227	243.56	237	200.18
188	201.44	198	192.23	208	221.77	218	205.83	228	202.73	238	192.85
189	137.55	199	214.56	209	177.33	219	217.35	229	218.23	239	182.97
190	187.64	200	170.21	210	231.53	220	189.71	230	176.08	240	197.75



ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์
241	200.55	251	214.43	261	198.11	271	167.79	281	149.43	291	256.05
242	189	252	212.85	262	225.98	272	186.46	282	171.21	292	181.72
243	176.72	253	229.91	263	215.12	273	235.35	283	168.17	293	212.1
244	211.29	254	218.08	264	193.94	274	174.78	284	186.85	294	209.28
245	198.64	255	216.26	265	217.02	275	170.24	285	196.74	295	196.3
246	211.66	256	208.57	266	195.25	276	209.85	286	177.2	296	191.41
247	231.78	257	179.08	267	223.45	277	155.86	287	225.27	297	201.71
248	168.54	258	232.24	268	169.1	278	221.86	288	179.38	298	148.2
249	199.72	259	204.44	269	207.43	279	215.46	289	213.91	299	205.7
250	194.97	260	238.33	270	200.51	280	176.42	290	192.55	300	198.22

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์
301	188.05	311	183.81	321	240.23	331	175.34	341	180.57	351	189.67
302	150.52	312	218.02	322	190.58	332	200.73	342	204.96	352	200.92
303	192.57	313	204.06	323	189.68	333	162.61	343	224.14	353	227.67
304	200.54	314	260.58	324	194.71	334	219.15	344	181.37	354	171.25
305	102.83	315	226.62	325	234.84	335	207.38	345	184.06	355	229.23
306	190.36	316	200.06	326	172.77	336	194.4	346	201.01	356	199.4
307	185.86	317	211.6	327	202.89	337	201	347	195.53	357	225.51
308	169.98	318	203.5	328	223.08	338	182.63	348	198.2	358	192.18
309	205.72	319	210.18	329	211.73	339	208.33	349	146.16	359	178.01
310	207.8	320	185.79	330	232.71	340	194.12	350	247.79	360	185.27

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์
361	219.14	371	176.95	381	245.95	391	205.03	401	223.85	411	234.09
362	200.37	372	224.87	382	212.59	392	180.08	402	153.01	412	231.79
363	148.14	373	243.99	383	171.96	393	162.79	403	195.18	413	201.66
364	180.17	374	219.21	384	197.34	394	223.41	404	200.74	414	208.42
365	214.8	375	177.84	385	184.99	395	209.17	405	171.84	415	196.7
366	205.35	376	216.58	386	197.19	396	211.83	406	218.21	416	182.65
367	205.47	377	170.69	387	226.69	397	220.1	407	207.8	417	160.47
368	210.03	378	211.69	388	201.9	398	193.21	408	218.72	418	223.7
369	208.59	379	251.82	389	175.52	399	171.98	409	230.98	419	188.34
370	194.43	380	213.64	390	208.83	400	220.51	410	178.54	420	195.08

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์
214.48	431	169.88	441	205.03	451	223.85	461	234.09	471	169.88
206.81	432	215.37	442	180.08	452	153.01	462	231.79	472	215.37
171.55	433	208.05	443	162.79	453	195.18	463	201.66	473	208.05
235.5	434	205.44	444	223.41	454	200.74	464	208.42	474	205.44
131.35	435	196.95	445	209.17	455	171.84	465	196.7	475	196.95
178.12	436	195.78	446	211.83	456	218.21	466	182.65	476	195.78
196.54	437	166.52	447	220.1	457	207.8	467	160.47	477	166.52
225.76	438	224.84	448	193.21	458	218.72	468	223.7	478	224.84
189.79	439	186.43	449	171.98	459	230.98	469	188.34	479	186.43
199.56	440	190.06	450	220.51	460	178.54	470	195.08	480	190.06

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์
481	184.15	491	163.98	501	182.81	511	173.26	521	155.99	531	170.28
482	201.48	492	202.48	502	219.16	512	205.88	522	209.43	532	226.66
483	204.66	493	254.67	503	184.76	513	188.3	523	166.88	533	192.25
484	201.4	494	183.66	504	169.94	514	185.12	524	208.47	534	171.41
485	212.28	495	157.91	505	197.14	515	202.01	525	228.21	535	199.16
486	198.5	496	178.91	506	171.53	516	179.1	526	188.97	536	179.65
487	138.31	497	143.19	507	206.53	517	233.84	527	173.62	537	209.61
488	138.78	498	180.74	508	209.99	518	232.61	528	236.84	538	194
489	195.46	499	226.24	509	212.02	519	235.71	529	178.62	539	211.57
490	236.1	500	197.72	510	191.06	520	254.42	530	151.58	540	264.58

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์
541	252.14	551	168.91	561	188.15	571	236.47	581	227.62	591	166.42
542	161.74	552	204.28	562	198.67	572	238.52	582	176.3	592	156.92
543	191.83	553	190.05	563	186.04	573	164.54	583	193.59	593	217.16
544	210.07	554	175.44	564	244.74	574	222.84	584	202.73	594	234.02
545	163.37	555	209.63	565	187.11	575	173.11	585	200.13	595	232.49
546	156.85	556	203.8	566	192.1	576	219.66	586	238.71	596	165.02
547	196.73	557	198.44	567	206.8	577	155.67	587	231.91	597	223.1
548	182.45	558	236.09	568	166.91	578	213.51	588	171.46	598	172.7
549	198.78	559	181.07	569	218.54	579	213.15	589	232.99	599	210.15
550	211.66	560	194.37	570	205.95	580	203.6	590	200.53	600	190.93

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์
601	207.84	611	218.54	621	208.97	631	203.64	641	206.28	651	191.33
602	213.98	612	193.53	622	208.74	632	220.1	642	188.85	652	191.45
603	192.07	613	197.78	623	214.37	633	134.05	643	192.93	653	167.45
604	185.1	614	189.62	624	181.69	634	218.64	644	173.97	654	181.87
605	180.41	615	171.06	625	177.58	635	193.2	645	207.28	655	228.94
606	226.12	616	144.5	626	182.91	636	192.07	646	245.02	656	197.72
607	225.74	617	217.53	627	214	637	210.43	647	245.78	657	223.26
608	141.12	618	171.87	628	215.29	638	205.15	648	176.95	658	183.13
609	146.19	619	189.88	629	199.19	639	165.87	649	201.39	659	203.99
610	184.28	620	190.63	630	171.25	640	203.96	650	194.92	660	221.81

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอย ฟีกเจอร์
661	211.92	671	202.48	681	222.12	691	183.36	701	177.06	711	169.95
662	175.95	672	176.05	682	184.87	692	201.14	702	128.14	712	200.66
663	186.53	673	162.58	683	224.02	693	226.37	703	205.94	713	198.38
664	185.09	674	145.3	684	213.79	694	195.2	704	169.72	714	205.63
665	169.43	675	201.35	685	196.6	695	185.5	705	219.15	715	198.22
666	132.72	676	202.97	686	166.61	696	203.88	706	199.82	716	253.54
667	195.83	677	201.36	687	213.31	697	183.64	707	201.16	717	209.71
668	197.99	678	216.66	688	159.58	698	234.52	708	232.02	718	149.57
669	194.45	679	221.13	689	207.68	699	219.38	709	191.44	719	175.75
670	205.18	680	205.18	690	194.08	700	228.74	710	206.91	720	216.72



ตารางที่ ก.3: ข้อมูลนำเข้าของเวลาแก้ไขหัวพ่นน้ำยาประสาน หน่วย: นาที/ ครั้ง

ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข	
	หัวพ่นน้ำยา	ครั้งที่	หัวพ่นน้ำยา	ครั้งที่	หัวพ่นน้ำยา	ครั้งที่	หัวพ่นน้ำยา	ครั้งที่	หัวพ่นน้ำยา	ครั้งที่	หัวพ่นน้ำยา	ครั้งที่
	ประสาน		ประสาน		ประสาน		ประสาน		ประสาน		ประสาน	
1	22.81	11	22.1	21	22.1	31	22.29	41	24.66	51	23.18	
2	20.36	12	22.15	22	22.15	32	20.55	42	21.33	52	23.76	
3	20.45	13	20.47	23	20.47	33	22.8	43	22.95	53	21.71	
4	22.51	14	20.17	24	20.17	34	22.04	44	21.37	54	20.88	
5	21.09	15	22.6	25	22.6	35	24	45	22.72	55	24.19	
6	22.74	16	19.5	26	19.5	36	22.83	46	21.65	56	20.64	
7	21.69	17	21.36	27	21.36	37	22.64	47	22.78	57	21.97	
8	20.92	18	20.14	28	20.14	38	22.65	48	24.41	58	20.75	
9	19.68	19	22.15	29	22.15	39	22.63	49	22.28	59	21.48	
10	24.61	20	23.31	30	23.31	40	22.72	50	21.45	60	23.46	

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		
	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	
	ประธาน		ประธาน		ประธาน		ประธาน		ประธาน		
61	22.89	71	22.55	81	22.55	91	23.09	101	21.26	111	20.76
62	22.31	72	22.67	82	22.67	92	23.61	102	21.45	112	20.11
63	21.75	73	22.1	83	22.1	93	24.34	103	22.19	113	22.21
64	23.2	74	24.27	84	24.27	94	20.99	104	24.11	114	23.32
65	21.05	75	21.73	85	21.73	95	22.64	105	21.54	115	20.42
66	22.96	76	21.59	86	21.59	96	22.68	106	20.93	116	21.7
67	24.24	77	22.53	87	22.53	97	20.58	107	18.28	117	21.29
68	20.33	78	20.99	88	20.99	98	22.92	108	19.79	118	22.39
69	21.76	79	21.09	89	25.86	99	22.1	109	22.36	119	23.7
70	21.9	80	22.87	90	21.72	100	22.29	110	22.07	120	22.68

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		
	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	
	ประธาน		ประธาน		ประธาน		ประธาน		ประธาน		
121	21.51	131	22.52	141	21.17	151	19.88	161	23.8	171	23.77
122	20.15	132	21.81	142	20.6	152	23.56	162	22.73	172	22.48
123	20.93	133	22.15	143	20.13	153	21.88	163	23.52	173	19.94
124	21.1	134	23.13	144	22.84	154	20.57	164	21.67	174	23.85
125	26.06	135	21.39	145	23.24	155	23.58	165	21.41	175	23.22
126	21.59	136	21.78	146	17.19	156	21.47	166	20.83	176	24.8
127	23.21	137	19.39	147	21.37	157	21.26	167	24.49	177	22.59
128	22.61	138	20.89	148	21.43	158	20.69	168	20.35	178	22.39
129	23.66	139	22.73	149	20.44	159	20.85	169	22.25	179	21.22
130	21.24	140	21.7	150	20.51	160	19.9	170	21.14	180	20.59

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		
	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	
	ประธาน		ประธาน		ประธาน		ประธาน		ประธาน		
181	21.68	191	19.96	201	23	211	21.7	221	22.52	231	21.7
182	21.76	192	22.15	202	20.22	212	19.56	222	21.81	232	19.56
183	21.99	193	21.36	203	23.74	213	22.06	223	22.15	233	22.06
184	20.94	194	24.19	204	20.44	214	23.33	224	23.13	234	23.33
185	19.38	195	22.46	205	21.27	215	21.5	225	21.39	235	21.5
186	21.03	196	25.49	206	21.77	216	22.62	226	22.39	236	22.62
187	20.73	197	22.55	207	23.13	217	17.22	227	21.22	237	17.22
188	22.46	198	19.31	208	23.12	218	21.35	228	20.59	238	21.35
189	20.04	199	19.94	209	21.63	219	20.52	229	23.22	239	20.52
190	21.26	200	21.69	210	21.77	220	22.17	230	24.8	240	22.17

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		
	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	
	ประธาน		ประธาน		ประธาน		ประธาน		ประธาน		
241	22.09	251	23.22	261	22.45	271	21.78	281	22.45	291	21.37
242	23.27	252	21.93	262	21.64	272	19.39	282	21.64	292	22.97
243	21.52	253	22.98	263	21.53	273	20.89	283	21.53	293	21.31
244	21.02	254	18.95	264	21.21	274	22.73	284	20.62	294	22.55
245	18.33	255	20.98	265	22.59	275	20.65	285	23.07	295	22.26
246	20.15	256	22.85	266	21.46	276	22.54	286	18.67	296	20.76
247	22.31	257	21.96	267	22.7	277	22.61	287	22.55	297	23.31
248	22.97	258	23.37	268	19.91	278	21.68	288	20.77	298	22.21
249	21.31	259	22.76	269	24.23	279	23.54	289	21	299	20.15
250	19.94	260	22.32	270	19.8	280	23.1	290	22.81	300	21.63

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		
	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	
	ประธาน		ประธาน		ประธาน		ประธาน		ประธาน		
301	19.78	311	21.33	321	21.12	331	23.14	341	19	351	19.1
302	20.13	312	20.57	322	21.77	332	21.98	342	19.85	352	19.81
303	21.04	313	22.04	323	21.66	333	20.72	343	20.65	353	20.25
304	21.31	314	20.47	324	22.69	334	22.3	344	20.47	354	21.7
305	21.75	315	24.27	325	20.58	335	21.74	345	22.94	355	20.1
306	18.25	316	23.57	326	22.33	336	23.96	346	21.06	356	20.22
307	23.69	317	22.17	327	22.04	337	21.88	347	22.54	357	21.87
308	20.83	318	22.51	328	23.02	338	19.74	348	20.57	358	21.12
309	19.85	319	21.41	329	21.32	339	22.01	349	20.48	359	22.45
310	24.26	320	25.29	330	17.49	340	21.69	350	19.26	360	23.58

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		รอบเวลาแก้ไข		
	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	หัวพันน้ำยา	ครั้งที่	
	ประธาน		ประธาน		ประธาน		ประธาน		ประธาน		
361	22.59	371	19.1	381	21.16	391	23.85	401	20.44	411	23.53
362	20.5	372	23.77	382	20.5	392	21.21	402	23.93	412	22.68
363	21.5	373	22.48	383	21.5	393	22.55	403	21.89	413	20.51
364	21.61	374	20.8	384	23.07	394	23.54	404	21.61	414	21.52
365	20.25	375	21.54	385	20.08	395	20.44	405	21.6	415	23.04
366	20.23	376	24.62	386	22.63	396	20.88	406	23.12	416	20.03
367	23.12	377	22.64	387	19.94	397	23.46	407	22.26	417	21.69
368	20.27	378	22.7	388	21.22	398	21.78	408	19.24	418	24.35
369	24.03	379	24.93	389	21.25	399	24.89	409	22.5	419	22.53
370	20.51	380	20.14	390	22.49	400	18.93	410	21.14	420	21.08

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไขหัวพ่น น้ำยาประสาน	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไขหัวพ่น น้ำยาประสาน	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไขหัวพ่น น้ำยาประสาน	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไขหัวพ่น น้ำยาประสาน	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไขหัวพ่น น้ำยาประสาน
421	19.44	431	24.26	441	18.13	451	23.67	461	20.40
422	20.66	432	21.73	442	23.11	452	21.05	462	24.00
423	20.74	433	21.35	443	22.68	453	20.96	463	21.60
424	18.67	434	21.26	444	25.48	454	21.34	464	19.88
425	21.91	435	21.84	445	20.96	455	21.12	465	20.90
426	21.81	436	20.05	446	23.19	456	21.76	466	20.13
427	21.93	437	22.09	447	19.58	457	24.38		
428	18.74	438	24.15	448	24.17	458	20.56		
429	22.07	439	22.13	449	21.05	459	19.75		
430	23.56	440	21.82	450	22.77	460	19.53		



ตารางที่ ก.4: ข้อมูลนำเข้าของเวลาแก้ไขครบตะกั่ว หน่วย: นาที/ ครั้ง

ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข ครบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข ครบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข ครบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข ครบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข ครบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข ครบตะกั่ว
1	49.24	11	48.02	21	48.59	31	49.64	41	48.82	51	46.36
2	49.39	12	47.55	22	49.51	32	49.05	42	50.86	52	47.94
3	45.63	13	46.83	23	48.27	33	48.75	43	49.4	53	48.18
4	52.11	14	48.78	24	49.01	34	47.04	44	47.66	54	48
5	49.54	15	48.29	25	47.01	35	49.74	45	47.54	55	50.06
6	47.93	16	48.65	26	48.77	36	47	46	48.94	56	48.59
7	48.94	17	48.97	27	50.61	37	48.61	47	49.5	57	47.35
8	48.51	18	49.89	28	47.95	38	48.39	48	51.06	58	49.71
9	47.69	19	52.06	29	49.21	39	49.46	49	48.12	59	50.69
10	49.64	20	50.97	30	47.58	40	48.55	50	49.87	60	49.03

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว
61	50.27	71	48.33	81	48.08	91	48.09	101	49.61	111	47.62
62	47.6	72	48.6	82	48.79	92	47.8	102	50.46	112	47.84
63	47.81	73	48.46	83	48.1	93	46.84	103	47.21	113	47.67
64	49.33	74	48.74	84	48.35	94	48.3	104	49.79	114	47.63
65	51.18	75	48.65	85	47.27	95	48.97	105	49.01	115	49.9
66	47.53	76	47.84	86	48.21	96	46.97	106	46.7	116	49.48
67	49.03	77	49.89	87	48.48	97	47.23	107	48.61	117	49.24
68	47.17	78	48.65	88	46.33	98	47.67	108	47.45	118	48.42
69	46.5	79	46.88	89	48.27	99	48.68	109	48.05	119	46.41
70	47.46	80	48.86	90	52.32	100	48.41	110	49.12	120	46.23

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว
121	47.6	131	48.64	141	46.34	151	50.57	161	50.57	171	50.03
122	48.98	132	47.95	142	51.56	152	48.38	162	47.38	172	49.76
123	49.26	133	47.23	143	48.56	153	48.97	163	47.99	173	50.2
124	48.27	134	47.83	144	48.73	154	50.69	164	47.16	174	48.54
125	48.31	135	47.74	145	48.78	155	48.69	165	48.61	175	49.25
126	49.8	136	46.8	146	49.34	156	50.58	166	50.54	176	48.42
127	49.08	137	48.81	147	47.18	157	48.24	167	47.83	177	48.48
128	49.34	138	48.94	148	49.08	158	49.33	168	48.2	178	52.59
129	49.31	139	48.78	149	49.1	159	48.34	169	48.63	179	47.46
130	47.26	140	48.39	150	48.69	160	48.91	170	50.18	180	47.82

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว
181	47.21	191	47.08	201	48	211	46.84	221	47.49	231	47.58
182	49.14	192	50.05	202	49.14	212	48.6	222	48.44	232	50.94
183	47.05	193	48.65	203	48.52	213	48.31	223	46.11	233	48.85
184	49.4	194	50.97	204	47.1	214	48.87	224	49.58	234	48.8
185	47.79	195	48.18	205	50.13	215	48.96	225	48.75	235	47.31
186	48.31	196	46.62	206	49.28	216	49.13	226	48.86	236	48.74
187	51.1	197	48.76	207	48.98	217	47.32	227	49.04	237	47.18
188	47.35	198	48.6	208	49.36	218	48.31	228	48.41	238	48.23
189	48.25	199	51.12	209	49.31	219	47.6	229	48.24	239	48.09
190	47.6	200	49.54	210	49.38	220	49.05	230	48.77	240	51.87

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว
241	49.51	251	48.95	261	46.84	271	48.03	281	48.22	291	49.62
242	49.17	252	49.28	262	48.79	272	49.66	282	48.56	292	49.42
243	48.33	253	47.8	263	48.62	273	49.91	283	48.96	293	50.46
244	46	254	48.74	264	49.72	274	49.32	284	48.99	294	48
245	48.09	255	50.23	265	49	275	48.37	285	49.16	295	46.29
246	50.38	256	49.19	266	47.95	276	48.98	286	48.03	296	48.1
247	46.68	257	49.28	267	46.94	277	47.39	287	49.31	297	47.35
248	48.23	258	47.71	268	46.98	278	49.5	288	48.06	298	49.84
249	51.95	259	48.26	269	49.92	279	45.78	289	48.01	299	47.45
250	49.6	260	47.97	270	49.05	280	49.29	290	46.55	300	47.26

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว	ครั้งที่	รอบเวลาแก้ไข คราบตะกั่ว
301	48.99	311	47.41	321	48.1	331	49.32	341	48.8	351	48.74
302	48.03	312	47.13	322	48.91	332	47.44	342	46.72	352	49.84
303	47.76	313	49.33	323	48.66	333	48.36	343	48.74	353	48.68
304	48	314	45.89	324	48.05	334	47.51	344	47.1	354	49.8
305	48.32	315	51.31	325	47.47	335	49.32	345	47.37	355	48.04
306	48.78	316	48.56	326	47.88	336	49.48	346	49.74	356	49.15
307	48.15	317	48.09	327	47.34	337	49.41	347	48.73	357	49.41
308	48.15	318	50.09	328	49.77	338	46.99	348	50.01	358	48.07
309	48.54	319	50.55	329	48.08	339	49.11	349	47.87	359	
310	50.19	320	48.58	330	48.36	340	47.78	350	50.04	360	

ตารางที่ ก.5: ข้อมูลนำเข้าของเวลาเตรียมปรับตั้ง หน่วย: นาที/ ครั้ง

ครั้งที่	รอบเวลาเตรียมปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียมปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียมปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียมปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียมปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียมปรับตั้ง
1	3.79	11	4.37	21	4.48	31	3.64	41	3.68	51	4.08
2	3.21	12	3.32	22	3.46	32	4.13	42	3.45	52	3.08
3	3.03	13	3.6	23	3.67	33	3.4	43	4.01	53	4.84
4	3.01	14	3.88	24	3.7	34	3.15	44	4.68	54	3.84
5	4.54	15	3.28	25	4.42	35	3.36	45	2.85	55	4.85
6	4.8	16	4.24	26	3.19	36	3.26	46	2.61	56	4.3
7	3.41	17	4.06	27	3.84	37	2.99	47	3.85	57	3.88
8	2.8	18	3.79	28	3.25	38	4.76	48	4.05	58	4.04
9	3.94	19	3.58	29	2.84	39	3.51	49	3.31	59	3.57
10	2.95	20	4.25	30	2.78	40	3.42	50	4.24	60	4.23

ตารางที่ ก.5 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง
61	4.17	71	3.98	81	3.29	91	3.02	101	4.12	111	4.43
62	4.42	72	3.06	82	3.52	92	2.90	102	3.00	112	4.05
63	4.24	73	3.64	83	3.36	93	3.77	103	3.11	113	2.60
64	3.76	74	2.59	84	4.43	94	3.83	104	4.38	114	3.54
65	3.75	75	3.66	85	4.23	95	3.56	105	4.06	115	4.75
66	4.66	76	3.94	86	4.34	96	3.11	106	4.87	116	3.43
67	4.5	77	4.04	87	2.54	97	4.86	107	3.95	117	2.58
68	3.9	78	3.19	88	4.24	98	2.66	108	2.94	118	2.00
69	5.14	79	3.99	89	4.13	99	2.41	109	3.28	119	4.81
70	3.51	80	3.12	90	4.89	100	4.73	110	4.02	120	3.60



ตารางที่ ก.5 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง
121	4.06	131	3.71	141	2.87	151	3.02	161	2.63	171	2.82
122	4.18	132	3.4	142	2.12	152	3.94	162	2.84	172	3.76
123	4.96	133	2.68	143	3.71	153	3.38	163	2.77	173	3.57
124	3.61	134	3.78	144	2.91	154	3.37	164	3.06	174	2.72
125	3.98	135	2.81	145	3.3	155	2.97	165	4.11	175	3.52
126	3.29	136	3.87	146	2.9	156	4.29	166	2.37	176	3.99
127	3.11	137	3.74	147	3.59	157	3.3	167	4.71	177	3.68
128	3.32	138	2.87	148	3.64	158	3.78	168	2.94	178	4.53
129	3.76	139	4.02	149	3.5	159	4.69	169	2.91	179	3.58
130	3.9	140	3.3	150	3.41	160	3.17	170	3.01	180	2.8

ตารางที่ ก.5 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง
181	3.53	191	4.72	201	3.98	211	4.84	221	4.58	231	3.32
182	3.62	192	4.66	202	3.12	212	4.46	222	3.24	232	3.45
183	3.22	193	4.99	203	3.52	213	2.54	223	3.49	233	3.59
184	3.39	194	3.44	204	4.16	214	3.61	224	3.62	234	3.67
185	3.81	195	3.82	205	3.13	215	3.64	225	3.59	235	4.23
186	4.66	196	3.91	206	3.52	216	3.73	226	3.37	236	3.4
187	5.07	197	3.25	207	3.26	217	2.78	227	3.39	237	4.15
188	4.27	198	3.44	208	2.68	218	4.19	228	3.03	238	3.91
189	3.24	199	3.94	209	3.07	219	2.69	229	3.07	239	3.96
190	4.36	200	3.34	210	4.79	220	4.3	230	3.34	240	4.73

ตารางที่ ก.5 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง
241	3.16	251	3.69	261	3.4	271	3.84	281	3.49	291	3.28
242	3.52	252	3.11	262	3.61	272	4.42	282	3.38	292	3.42
243	3.7	253	4.89	263	4.41	273	3	283	4.04	293	3.54
244	3.2	254	3.48	264	3.09	274	3.73	284	2.66	294	3.03
245	3.2	255	4.12	265	3.54	275	3.13	285	2.81	295	3.35
246	3.63	256	4.03	266	2.54	276	3.4	286	2.93	296	3.15
247	3.61	257	3.58	267	3.53	277	3.7	287	4.33	297	2.59
248	3.84	258	3.44	268	3.52	278	3.7	288	2.64	298	3.75
249	3.44	259	4.24	269	2.55	279	4.21	289	2.5	299	3.28
250	3.02	260	4.16	270	3.76	280	3.63	290	3.42	300	3.83

ตารางที่ ก.5 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง
301	3.96	311	2.23	321	3.51	331	3.47	341	3.59	351	3.11
302	3.89	312	4.1	322	3.35	332	3.69	342	2.7	352	3.95
303	3.27	313	2.91	323	3.88	333	3.73	343	3.67	353	2.86
304	4.22	314	2.78	324	4.31	334	3.57	344	3.7	354	3.13
305	5.16	315	4.22	325	4.68	335	3.6	345	4.57	355	4.48
306	3.28	316	2.93	326	3.4	336	3.45	346	3.38	356	3.59
307	3.92	317	3.49	327	3.01	337	3.66	347	4.03	357	3.6
308	3.27	318	3.82	328	4.19	338	4.12	348	3.52	358	4.84
309	3.5	319	2.63	329	3.38	339	3.16	349	2.67	359	3.61
310	4.32	320	4.17	330	4.12	340	3.09	350	3.31	360	3.39

ตารางที่ ก.5 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียม ปรับตั้ง
361	4.21	371	3.88	381	2.98	391	4.42	401	3.44	411	3.66
362	4.77	372	3.67	382	4.2	392	3.56	402	3.46	412	3.34
363	3.04	373	2.84	383	3.61	393	4.24	403	3.46	413	3.47
364	4.55	374	3.51	384	3.27	394	3.43	404	2.85	414	3.75
365	3.19	375	2.55	385	4.05	395	3.79	405	3.48	415	3.39
366	3.31	376	3.41	386	3.48	396	3.51	406	4.41	416	3.49
367	2.74	377	3.88	387	3.24	397	4.28	407	3.39	417	3.28
368	3.45	378	3.77	388	3.56	398	3.67	408	3.48	418	3.21
369	3.23	379	3.74	389	2.92	399	3.55	409	3.03	419	3.75
370	3.02	380	3.81	390	4.05	400	4.01	410	4.79	420	4.28

ตารางที่ ก.5 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาเตรียมปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียมปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียมปรับตั้ง	ครั้งที่	รอบเวลาเตรียมปรับตั้ง
421	4.22	431	4.3	441	2.78	451	3.57
422	3.81	432	3.92	442	3.88	452	3.66
423	4.75	433	3.44	443	3.03	453	4.43
424	3.83	434	3.02	444	4.25	454	3.37
425	5.24	435	4.24	445	4.09	455	3.43
426	4.24	436	3.99	446	3.95	456	3.99
427	3.9	437	3.88	447	3.88	457	4.05
428	4.3	438	4.8	448	3.71	458	3.63
429	3.45	439	3.85	449	3.32		
430	3.55	440	3.57	450	3.47		

ตารางที่ ก.6: ข้อมูลนำเข้าของเวลารอคอยการปรับตั้งพารามิเตอร์ หน่วย: นาที/ ครั้ง

ครั้งที่	รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย	
	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	พารามิเตอร์
	พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์	
1	8.59	11	13.13	21	11.52	31	11.62	41	10.42	51	9.7	
2	8.61	12	9.54	22	8.14	32	15.06	42	12.66	52	13.26	
3	13.28	13	9.19	23	12.09	33	9.1	43	9.62	53	9.99	
4	9.12	14	11.48	24	10.34	34	9.82	44	8.5	54	8.03	
5	6.87	15	11.21	25	10.68	35	11.15	45	10.6	55	8.65	
6	9.46	16	10.62	26	10.42	36	12.89	46	7.71	56	7.59	
7	11.03	17	11.79	27	13.47	37	11.05	47	12.01	57	12.85	
8	13.01	18	9.66	28	13.97	38	7.71	48	10.16	58	10.28	
9	11.18	19	10.77	29	9.87	39	12	49	12.13	59	14.39	
10	8.27	20	10.99	30	7.39	40	13.34	50	10.76	60	10.8	

ตารางที่ ก.6 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย	
	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	ครั้งที่
	พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์	
61	12.3	71	10.33	81	8.83	91	12.46	101	10.26	111	7.75	
62	14.42	72	9.86	82	10.16	92	10.95	102	8.74	112	11.95	
63	14.66	73	12.23	83	15.88	93	8.16	103	9.46	113	12.01	
64	10.05	74	11.59	84	11.82	94	11.96	104	8.62	114	6.95	
65	8.51	75	14	85	9.89	95	12.96	105	11.76	115	9.19	
66	10.05	76	11.09	86	12.33	96	12.93	106	12.37	116	7.84	
67	11.9	77	7.25	87	11.39	97	11.91	107	12.8	117	12.53	
68	12.01	78	13.04	88	9.36	98	10.55	108	10.1	118	8.73	
69	9.38	79	13.34	89	9.95	99	14.46	109	13.35	119	13.37	
70	8.36	80	11.25	90	12.26	100	9.3	110	10.5	120	8.67	



ตารางที่ ก.6 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย	
	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	ครั้งที่
	พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์	
121	11.12	131	11.33	141	8.1	151	12.82	161	8.72	171	8.94	
122	8.86	132	9.54	142	12.61	152	12.19	162	12.64	172	11.12	
123	11.82	133	8.27	143	9.31	153	8.87	163	7.51	173	10.84	
124	14.01	134	11.05	144	12.33	154	12.11	164	10.94	174	12.89	
125	9.48	135	12.34	145	8.88	155	10.55	165	12.41	175	11.59	
126	7.23	136	11.05	146	8.28	156	12.85	166	12.28	176	10.03	
127	8.49	137	12.95	147	13.46	157	8.46	167	11.11	177	12.46	
128	9.76	138	11.06	148	12.48	158	10.29	168	12.36	178	12.08	
129	10.2	139	10.93	149	7.13	159	11.09	169	12.7	179	14.06	
130	11.71	140	11.02	150	13.2	160	12.24	170	9.18	180	11.44	

ตารางที่ ก.6 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลารอคอย		ครั้งที่	รอบเวลารอคอย		ครั้งที่	รอบเวลารอคอย		ครั้งที่	รอบเวลารอคอย		ครั้งที่	รอบเวลารอคอย			
	การปรับตั้ง	พารามิเตอร์		การปรับตั้ง	พารามิเตอร์		การปรับตั้ง	พารามิเตอร์		การปรับตั้ง	พารามิเตอร์		การปรับตั้ง	พารามิเตอร์		
181	10.65		191	9.95		201	12.7		211	9.77		221	10.83		231	14.32
182	9.82		192	7.14		202	11.91		212	11.4		222	14.59		232	12.38
183	7.23		193	11.47		203	12.23		213	6.55		223	9.67		233	9.8
184	9.08		194	10.29		204	8.77		214	7		224	14.13		234	9.46
185	8.77		195	12.21		205	7.82		215	10.23		225	12.07		235	14.83
186	8.79		196	9.76		206	11.09		216	7.96		226	10.73		236	8.05
187	10.92		197	10.58		207	13.6		217	12.04		227	8.26		237	10.16
188	13.82		198	10.59		208	10.73		218	11.67		228	13.31		238	15.8
189	10.58		199	11.79		209	10.42		219	9.01		229	11.74		239	13.93
190	10.79		200	10.63		210	9.13		220	11.95		230	7.45		240	12.52

ตารางที่ ก.6 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลารอคอย		ครั้งที่	รอบเวลารอคอย		ครั้งที่	รอบเวลารอคอย		ครั้งที่	รอบเวลารอคอย		ครั้งที่	รอบเวลารอคอย			
	การปรับตั้ง	พารามิเตอร์		การปรับตั้ง	พารามิเตอร์		การปรับตั้ง	พารามิเตอร์		การปรับตั้ง	พารามิเตอร์		การปรับตั้ง	พารามิเตอร์		
241	12.93		251	9.02		261	11.66		271	11.79		281	9.31		291	10.48
242	12.57		252	9.04		262	9.49		272	9.72		282	10.09		292	11.58
243	9.51		253	8.44		263	9.55		273	11.7		283	12.94		293	14.17
244	8.88		254	8.45		264	9.66		274	8.7		284	12.94		294	13.39
245	13.24		255	10.52		265	9.29		275	8.38		285	7.72		295	8.28
246	12.8		256	15.44		266	10.41		276	10.2		286	11.08		296	8.36
247	11.77		257	8.19		267	10.99		277	15.78		287	10.23		297	13.54
248	10.49		258	11.04		268	9.8		278	11.8		288	10.12		298	9.96
249	13.14		259	9.02		269	9.6		279	11.16		289	10.36		299	9.38
250	9.68		260	11.31		270	9.66		280	10.57		290	10.36		300	9.97

ตารางที่ ก.6 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลารอคอย		ครั้งที่	รอบเวลารอคอย		ครั้งที่	รอบเวลารอคอย		ครั้งที่	รอบเวลารอคอย		ครั้งที่	รอบเวลารอคอย			
	การปรับตั้ง	พารามิเตอร์		การปรับตั้ง	พารามิเตอร์		การปรับตั้ง	พารามิเตอร์		การปรับตั้ง	พารามิเตอร์		การปรับตั้ง	พารามิเตอร์		
301	9.16		311	11.26		321	11.42		331	11.19		341	10.65		351	11.04
302	8.39		312	10.54		322	14.58		332	10.25		342	8.71		352	11.52
303	13.05		313	9.26		323	9.23		333	11.65		343	8.22		353	9.8
304	13.05		314	12.25		324	11.71		334	13.94		344	10.48		354	11.45
305	12.62		315	11.76		325	12.74		335	8.64		345	10.53		355	9.38
306	11.6		316	12.45		326	12.32		336	14.2		346	9.87		356	10.02
307	14.6		317	16.71		327	8.41		337	11.15		347	10.94		357	10.26
308	11.09		318	12.57		328	9.79		338	10.49		348	8.03		358	9.78
309	7.48		319	12.57		329	7.05		339	13.81		349	9.33		359	13.18
310	12.33		320	10.13		330	14.9		340	11.86		350	11.83		360	9.66

ตารางที่ ก.6 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย		รอบเวลารอคอย	
	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	ครั้งที่	การปรับตั้ง	ครั้งที่
	พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์	
361	8.42	371	11.7	381	10.91	391	8.57	401	11.08	411	10.01	
362	7.4	372	9.55	382	11.26	392	10.51	402	10.99	412	11.85	
363	9.25	373	9.53	383	12.54	393	9.77	403	7.45	413	14.74	
364	9.63	374	8.66	384	7.47	394	14.5	404	7.33	414	9.28	
365	13.56	375	8.25	385	13.34	395	9.68	405	12.72	415	13.94	
366	7.22	376	10.42	386	8.84	396	10.45	406	12.57	416	9.76	
367	12.43	377	12.12	387	12.94	397	10.6	407	11.61	417	11.84	
368	11.29	378	7.95	388	11.25	398	6.99	408	8.92	418	12.33	
369	13.54	379	14.34	389	10.93	399	13.54	409	12.77	419	11.62	
370	11.73	380	11.76	390	12.11	400	9.2	410	10.69	420	10.57	

ตารางที่ ก.6 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลารอคอยการปรับตั้ง พารามิเตอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอยการปรับตั้ง พารามิเตอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอยการปรับตั้ง พารามิเตอร์	ครั้งที่	รอบเวลารอคอยการปรับตั้ง พารามิเตอร์
421	11.06	431	9.00	441	10.28	451	9.98
422	11.17	432	9.81	442	9.89	452	10.97
423	11.58	433	8.77	443	13.61	453	10.93
424	10.74	434	9.54	444	13.44	454	14.34
425	11.9	435	9.09	445	13.41	455	10.8
426	14.04	436	11.28	446	12.36	456	10.78
427	9.4	437	13.21	447	13.13	457	10.58
428	8.95	438	14.26	448	13.21	458	9.68
429	10.23	439	11.79	449	11.11		
430	10.08	440	10.88	450	10.05		

ตารางที่ ก.7: ข้อมูลนำเข้าของเวลาตรวจคุณภาพตะกั่วพารามิเตอร์ หน่วย: นาที/ ครั้ง

ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ	
	คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์
1	8.64	11	6.42	21	8.03	31	4.47	41	7.02	51	8.07			
2	4.69	12	6.15	22	5.58	32	5.83	42	8.79	52	7.20			
3	6.32	13	11.20	23	9.05	33	4.93	43	5.99	53	7.55			
4	6.15	14	6.28	24	9.12	34	4.93	44	7.61	54	5.27			
5	5.48	15	7.19	25	8.07	35	5.79	45	8.20	55	5.95			
6	4.77	16	7.98	26	6.06	36	6.08	46	8.07	56	9.17			
7	7.56	17	4.79	27	7.36	37	6.71	47	8.89	57	5.77			
8	7.62	18	7.19	28	4.34	38	6.57	48	9.34	58	5.50			
9	5.55	19	9.03	29	7.10	39	8.27	49	7.64	59	7.56			
10	6.40	20	6.34	30	10.29	40	7.39	50	8.52	60	8.08			

ตารางที่ ก.7 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ	
	คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์
61	8.95	71	10.07	81	6.87	91	6.97	101	5.08	111	7.67			
62	4.99	72	6.64	82	8.70	92	5.34	102	6.17	112	3.93			
63	5.97	73	7.12	83	5.91	93	3.62	103	6.10	113	8.47			
64	8.25	74	5.52	84	5.37	94	6.73	104	8.05	114	8.60			
65	6.61	75	6.60	85	6.57	95	5.46	105	6.75	115	6.50			
66	6.19	76	7.04	86	8.25	96	7.18	106	5.23	116	8.43			
67	5.97	77	6.45	87	8.38	97	6.15	107	5.97	117	8.35			
68	8.75	78	6.94	88	7.70	98	4.59	108	8.45	118	7.09			
69	6.11	79	7.59	89	3.88	99	7.61	109	7.41	119	8.00			
70	4.90	80	7.47	90	5.09	100	7.11	110	5.64	120	4.79			



ตารางที่ ก.7 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ	
	คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์
121	7.04	131	5.92	141	5.32	151	7.89	161	7.96	171	6.35			
122	8.12	132	6.85	142	7.46	152	6.77	162	8.45	172	6.61			
123	7.21	133	6.91	143	6.75	153	6.61	163	7.14	173	7.59			
124	10.33	134	4.45	144	6.46	154	4.89	164	7.42	174	7.93			
125	8.16	135	8.06	145	6.91	155	7.03	165	9.27	175	5.23			
126	5.85	136	6.49	146	4.98	156	5.78	166	7.65	176	5.62			
127	5.82	137	5.50	147	10.46	157	7.39	167	7.59	177	6.32			
128	5.60	138	7.10	148	4.82	158	7.46	168	5.31	178	3.81			
129	7.10	139	8.02	149	7.21	159	7.45	169	4.20	179	6.16			
130	5.57	140	6.66	150	5.11	160	5.75	170	6.99	180	4.79			

ตารางที่ ก.7 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ	
	คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์
181	7.21	191	8.71	201	5.81	211	7.85	221	8.48	231	4.54			
182	5.12	192	8.20	202	7.77	212	7.70	222	6.75	232	8.50			
183	7.91	193	6.29	203	6.19	213	5.47	223	5.21	233	7.56			
184	4.91	194	7.16	204	5.26	214	6.34	224	8.39	234	6.23			
185	4.73	195	7.83	205	10.59	215	9.30	225	7.74	235	4.59			
186	7.12	196	8.77	206	7.86	216	7.33	226	8.26	236	5.78			
187	5.82	197	6.61	207	6.62	217	6.81	227	5.27	237	5.96			
188	8.55	198	6.83	208	5.41	218	9.05	228	5.57	238	7.41			
189	7.80	199	8.63	209	7.30	219	6.27	229	8.47	239	6.98			
190	5.67	200	7.03	210	9.06	220	6.57	230	4.77	240	6.27			

ตารางที่ ก.7 (ต่อ)

เวลาตรวจ		เวลาตรวจ		เวลาตรวจ		เวลาตรวจ		เวลาตรวจ		เวลาตรวจ	
ครั้งที่	คุณภาพตะกั่ว	ครั้งที่	คุณภาพตะกั่ว	ครั้งที่	คุณภาพตะกั่ว	ครั้งที่	คุณภาพตะกั่ว	ครั้งที่	คุณภาพตะกั่ว	ครั้งที่	คุณภาพตะกั่ว
	พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์		พารามิเตอร์
241	5.31	251	5.27	261	6.39	271	7.09	281	8.10	291	6.59
242	6.24	252	6.99	262	9.21	272	8.66	282	9.62	292	5.32
243	8.42	253	9.25	263	7.46	273	8.17	283	7.98	293	6.47
244	7.42	254	8.52	264	5.64	274	6.39	284	5.49	294	7.97
245	6.20	255	9.90	265	5.83	275	7.50	285	7.47	295	7.98
246	7.62	256	7.64	266	6.88	276	8.63	286	7.17	296	5.45
247	8.18	257	7.57	267	7.68	277	5.42	287	7.95	297	4.98
248	8.35	258	4.13	268	6.34	278	8.59	288	7.67	298	6.62
249	6.06	259	7.76	269	6.19	279	5.57	289	5.56	299	9.37
250	7.72	260	6.33	270	4.24	280	6.30	290	6.82	300	2.71

ตารางที่ ก.7 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ		ครั้งที่	เวลาตรวจ	
	คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์		คุณภาพตะกั่ว	พารามิเตอร์
301	7.17	311	8.29	321	6.42	331	5.90	341	6.24	351	6.01			
302	6.71	312	6.76	322	7.10	332	7.74	342	7.24	352	6.58			
303	6.63	313	5.69	323	6.43	333	2.28	343	8.03	353	9.60			
304	5.17	314	7.58	324	8.52	334	8.82	344	6.42	354	11.01			
305	5.84	315	4.55	325	7.57	335	5.68	345	8.03	355	7.08			
306	6.49	316	8.21	326	7.16	336	7.31	346	9.35	356	3.92			
307	7.40	317	7.57	327	7.40	337	7.78	347	7.95	357	6.99			
308	6.17	318	8.34	328	6.95	338	6.78	348	7.08	358	5.28			
309	7.35	319	5.77	329	5.62	339	8.14	349	9.61	359	3.30			
310	8.30	320	6.53	330	6.11	340	6.24	350	5.61	360	7.61			

ตารางที่ ก.7 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลาตรวจ คุณภาพตะกั่ว พารามิเตอร์	ครั้งที่	เวลาตรวจ คุณภาพตะกั่ว พารามิเตอร์	ครั้งที่	เวลาตรวจ คุณภาพตะกั่ว พารามิเตอร์	ครั้งที่	เวลาตรวจ คุณภาพตะกั่ว พารามิเตอร์	ครั้งที่	เวลาตรวจ คุณภาพตะกั่ว พารามิเตอร์	ครั้งที่	เวลาตรวจ คุณภาพตะกั่ว พารามิเตอร์	ครั้งที่	เวลาตรวจ คุณภาพตะกั่ว พารามิเตอร์
361	5.16	371	9.40	381	3.31	391	6.71	401	9.12	411	7.39		
362	5.31	372	7.12	382	6.84	392	7.40	402	6.48	412	7.45		
363	5.92	373	7.48	383	8.22	393	7.64	403	6.16	413	6.38		
364	6.16	374	6.04	384	5.50	394	6.17	404	5.57	414	6.51		
365	6.72	375	6.45	385	6.31	395	7.65	405	5.80	415	5.80		
366	6.26	376	7.69	386	8.95	396	7.88	406	5.41	416	7.23		
367	4.47	377	6.18	387	8.28	397	7.01	407	6.71	417	5.93		
368	6.22	378	5.36	388	3.60	398	5.23	408	5.56	418	7.10		
369	3.78	379	6.80	389	9.29	399	4.83	409	7.58	419	7.52		
370	7.51	380	7.93	390	8.56	400	5.33	410	6.30	420	6.84		

ตารางที่ ก.7 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลาตรวจคุณภาพตะกั่ว พารามิเตอร์	ครั้งที่	เวลาตรวจคุณภาพตะกั่ว พารามิเตอร์	ครั้งที่	เวลาตรวจคุณภาพตะกั่ว พารามิเตอร์	ครั้งที่	เวลาตรวจคุณภาพตะกั่ว พารามิเตอร์
421	6.89	431	5.66	441	6.76	451	6.76
422	7.14	432	6.66	442	8.15	452	6.49
423	7.82	433	8.66	443	5.93	453	4.07
424	5.13	434	3.31	444	8.97	454	6.83
425	7.56	435	6.14	445	6.48	455	6.63
426	8.00	436	7.64	446	9.61	456	7.09
427	8.02	437	10.27	447	7.54	457	5.12
428	5.48	438	6.89	448	9.23	458	7.80
429	3.45	439	6.13	449	8.16		
430	5.97	440	6.42	450	5.64		

ตารางที่ ก.8: ข้อมูลนำเข้าของเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วไม่เต็ม หน่วย: นาที/ ครั้ง

ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่ เต็ม		ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่ เต็ม		ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่ เต็ม		ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่ เต็ม		เวลาที่ ปัญหาคุณภาพ ตะกั่วไม่เต็ม
	ครั้งที่	คุณภาพตะกั่วไม่ เต็ม		ครั้งที่	คุณภาพตะกั่วไม่ เต็ม		ครั้งที่	คุณภาพตะกั่วไม่ เต็ม		ครั้งที่	คุณภาพตะกั่วไม่ เต็ม	
1	31.01	11	20.24	21	18.14	31	20.26	41	35.23	51	28.59	
2	23.35	12	23.09	22	30.80	32	19.71	42	28.98	52	30.49	
3	19.36	13	29.06	23	20.22	33	27.04	43	25.00	53	20.79	
4	32.60	14	39.00	24	18.09	34	12.18	44	18.17	54	14.91	
5	36.05	15	16.02	25	22.03	35	28.97	45	29.38	55	31.60	
6	24.87	16	25.32	26	30.50	36	27.07	46	8.64	56	36.38	
7	29.72	17	15.69	27	23.13	37	28.10	47	38.07	57	24.27	
8	37.42	18	19.35	28	42.16	38	41.40	48	34.18	58	27.02	
9	28.23	19	27.57	29	26.74	39	23.47	49	34.31	59	30.99	
10	23.59	20	20.54	30	36.09	40	39.39	50	39.31	60	27.58	

ตารางที่ ก.8 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่		เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่		เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่		เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่		เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่		เวลาที่ ปัญหาคุณภาพ ตะกั่วไม่เต็ม
	เต็ม	ครั้งที่	เต็ม	ครั้งที่	เต็ม	ครั้งที่	เต็ม	ครั้งที่	เต็ม	ครั้งที่	
61	24.01	71	29.23	81	28.28	91	17.11	101	35.72	111	17.96
62	24.68	72	26.43	82	19.24	92	19.91	102	20.52	112	19.82
63	16.92	73	24.74	83	21.99	93	13.08	103	18.94	113	26.63
64	30.03	74	33.13	84	24.83	94	17.14	104	18.98	114	40.81
65	26.10	75	16.77	85	25.34	95	29.72	105	16.14	115	23.06
66	24.46	76	20.01	86	23.80	96	35.15	106	34.60	116	28.60
67	33.39	77	36.41	87	32.65	97	25.21	107	40.35	117	41.80
68	25.35	78	29.01	88	28.15	98	29.20	108	25.34	118	29.11
69	26.89	79	39.98	89	31.00	99	26.67	109	18.87	119	39.55
70	20.63	80	15.75	90	11.40	100	21.20	110	31.42	120	31.25



ตารางที่ ก.8 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา		ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา		ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา		ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา		ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา	
	คุณภาพต่ำกว่า	เต็ม		คุณภาพต่ำกว่า	เต็ม		คุณภาพต่ำกว่า	เต็ม		คุณภาพต่ำกว่า	เต็ม		คุณภาพต่ำกว่า	เต็ม
121	20.88	131	21.29	141	21.96	151	31.63	161	23.48	171	35.37			
122	30.69	132	37.82	142	36.71	152	17.37	162	31.26	172	27.42			
123	23.37	133	27.45	143	22.38	153	27.45	163	44.30	173	30.18			
124	24.08	134	31.00	144	25.22	154	20.06	164	38.47	174	29.99			
125	19.81	135	19.89	145	20.22	155	19.43	165	30.73	175	17.61			
126	25.11	136	24.85	146	22.84	156	19.59	166	31.70	176	28.46			
127	30.68	137	30.88	147	32.18	157	21.90	167	26.71	177	21.45			
128	26.42	138	22.17	148	22.44	158	32.68	168	34.43	178	21.36			
129	14.80	139	37.29	149	26.20	159	18.24	169	15.11	179	29.28			
130	27.31	140	24.70	150	31.91	160	26.31	170	26.75	180	26.65			

ตารางที่ ก.8 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่		เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่		เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่		เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่		เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่		ครั้งที่	ปัญหาคุณภาพ ตะกั่วไม่เต็ม
	เต็ม	ครั้งที่	เต็ม	ครั้งที่	เต็ม	ครั้งที่	เต็ม	ครั้งที่	เต็ม	ครั้งที่		
181	27.79	191	32.43	201	22.84	211	23.39	221	25.05	231	16.57	
182	29.84	192	30.83	202	11.76	212	18.62	222	35.36	232	16.00	
183	34.11	193	25.36	203	30.02	213	22.98	223	21.76	233	25.37	
184	34.34	194	26.17	204	32.70	214	29.65	224	35.67	234	28.82	
185	23.77	195	32.63	205	16.10	215	17.28	225	26.50	235	28.84	
186	30.33	196	34.53	206	23.52	216	19.98	226	25.10	236	29.95	
187	33.77	197	23.95	207	35.85	217	32.10	227	18.93	237	17.60	
188	29.10	198	27.53	208	31.09	218	29.87	228	25.86	238	27.74	
189	36.64	199	28.73	209	24.04	219	37.13	229	34.48	239	25.15	
190	27.15	200	27.57	210	39.50	220	35.11	230	32.54	240	18.82	

ตารางที่ ก.8 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่		ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่		ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่		ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่		เวลาที่ ปัญหาคุณภาพ ตะกั่วไม่เต็ม
	เต็ม			เต็ม			เต็ม			เต็ม		
241	21.93	251	38.99	261	17.01	271	23.15	281	22.58	291	25.55	
242	24.07	252	23.23	262	42.84	272	40.07	282	27.29	292	25.01	
243	28.21	253	29.14	263	27.87	273	33.41	283	19.94	293	38.42	
244	24.41	254	28.40	264	27.33	274	27.31	284	27.18	294	26.74	
245	31.21	255	19.04	265	22.43	275	25.12	285	19.70	295	21.07	
246	29.92	256	30.81	266	36.39	276	24.62	286	31.99	296	24.66	
247	29.74	257	28.89	267	10.18	277	42.10	287	17.19	297	31.50	
248	30.14	258	23.80	268	30.41	278	12.81	288	19.16	298	22.30	
249	23.32	259	29.53	269	27.07	279	31.54	289	31.90	299	40.83	
250	32.47	260	24.43	270	18.92	280	25.81	290	12.24	300	19.77	

ตารางที่ ก.8 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่		ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่		ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่		ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่วไม่		เวลาที่ ปัญหาคุณภาพ ตะกั่วไม่เต็ม
	เต็ม			เต็ม			เต็ม			เต็ม		
301	22.85	311	26.19	321	23.40	331	27.56	341	28.00	351	17.44	
302	24.08	312	34.41	322	17.79	332	27.33	342	41.54	352	29.90	
303	27.20	313	29.69	323	28.27	333	31.38	343	21.93	353	25.25	
304	18.08	314	24.10	324	29.67	334	23.00	344	32.18	354	19.02	
305	30.73	315	24.91	325	12.84	335	37.28	345	18.34	355	21.31	
306	28.92	316	20.85	326	38.93	336	13.05	346	20.80	356	38.22	
307	23.89	317	22.77	327	23.35	337	29.90	347	22.12	357	26.32	
308	28.13	318	21.91	328	33.89	338	29.15	348	24.16	358	23.43	
309	23.65	319	21.23	329	28.29	339	25.48	349	18.80	359	36.03	
310	24.63	320	31.80	330	16.97	340	22.39	350	29.76	360	22.78	

ตารางที่ ก.8 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วไม่เต็ม
361	30.77
362	20.83
363	40.90

ตารางที่ ก.9: ข้อมูลนำเข้าของเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วทอดสะพาน หน่วย: นาที/ ครั้ง

ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่ว ทอดสะพาน		เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่ว ทอดสะพาน		เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่ว ทอดสะพาน		เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่ว ทอดสะพาน		เวลาแก้ไขปัญหา คุณภาพตะกั่ว ทอดสะพาน		เวลาที่ ปัญหาคุณภาพ ตะกั่ว ทอดสะพาน
	ครั้งที่	คุณภาพตะกั่ว ทอดสะพาน	ครั้งที่	คุณภาพตะกั่ว ทอดสะพาน	ครั้งที่	คุณภาพตะกั่ว ทอดสะพาน	ครั้งที่	คุณภาพตะกั่ว ทอดสะพาน	ครั้งที่	คุณภาพตะกั่ว ทอดสะพาน	
1	70.36	11	70.14	21	75.08	31	69.14	41	71.87	51	79.86
2	69.04	12	63.44	22	85.05	32	74.03	42	85.62	52	87.07
3	68.15	13	77.02	23	67.05	33	82.34	43	87.55	53	70.14
4	75.90	14	72.05	24	72.16	34	76.53	44	70.00	54	70.08
5	65.01	15	79.88	25	67.48	35	73.38	45	70.79	55	64.56
6	70.34	16	74.58	26	74.02	36	73.91	46	63.57	56	73.25
7	66.58	17	79.43	27	70.86	37	65.19	47	84.24	57	71.22
8	81.84	18	69.99	28	60.65	38	80.27	48	66.07	58	77.17
9	76.65	19	65.49	29	72.55	39	62.78	49	72.98	59	70.72
10	68.04	20	76.69	30	68.98	40	75.69	50	73.10	60	70.75

ตารางที่ ก.9 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลาแก้ไขปัญหา		เวลาแก้ไขปัญหา		เวลาแก้ไขปัญหา		เวลาแก้ไขปัญหา		เวลาแก้ไขปัญหา		เวลาแก้ไขปัญหา	
	ครั้งที่	คุณภาพตะกั่ว	ครั้งที่	คุณภาพตะกั่ว	ครั้งที่	คุณภาพตะกั่ว	ครั้งที่	คุณภาพตะกั่ว	ครั้งที่	คุณภาพตะกั่ว	ครั้งที่	คุณภาพตะกั่ว
	ทอดสะพาน		ทอดสะพาน		ทอดสะพาน		ทอดสะพาน		ทอดสะพาน		ทอดสะพาน	
61	76.61	71	81.25	81	68.65	91	75.19	101	76.85	111	71.81	
62	75.52	72	77.82	82	65.17	92	66.25	102	75.33	112	68.26	
63	71.26	73	67.97	83	69.41	93	63.74	103	71.80	113	69.72	
64	73.44	74	69.73	84	61.91	94	67.07	104	80.88	114	77.08	
65	79.74	75	70.92	85	73.45	95	66.16	105	72.99	115	67.29	
66	67.92	76	90.87	86	81.74	96	63.11	106	78.29	116	80.33	
67	66.49	77	76.12	87	71.68	97	70.58	107	71.47	117	71.27	
68	76.76	78	82.95	88	74.94	98	66.17	108	80.36	118	89.54	
69	72.30	79	69.97	89	77.26	99	78.61	109	71.90	119	68.17	
70	73.33	80	71.59	90	71.11	100	68.67	110	78.73	120	76.46	
										121	69.91	

ตารางที่ ก.10: ข้อมูลรอบเวลาการผลิตก่อนปรับปรุง หน่วย: วินาที/ ชิ้น

ครั้งที่	รอบเวลาการผลิตก่อนปรับปรุง		รอบเวลาการผลิตก่อนปรับปรุง		รอบเวลาการผลิตก่อนปรับปรุง		รอบเวลาการผลิตก่อนปรับปรุง		รอบเวลาการผลิตก่อนปรับปรุง		
	ครั้งที่	ผลิตก่อนปรับปรุง	ครั้งที่	ผลิตก่อนปรับปรุง	ครั้งที่	ผลิตก่อนปรับปรุง	ครั้งที่	ผลิตก่อนปรับปรุง	ครั้งที่	ผลิตก่อนปรับปรุง	
1	545.84	11	492.28	21	535.88	31	571.50	41	518.77	51	540.78
2	437.19	12	545.82	22	561.04	32	561.59	42	525.38	52	551.65
3	551.82	13	476.14	23	544.94	33	551.43	43	571.82	53	520.62
4	525.33	14	484.16	24	638.76	34	574.38	44	531.26	54	480.52
5	565.48	15	530.95	25	503.01	35	506.53	45	539.61	55	518.68
6	620.36	16	545.26	26	597.04	36	523.54	46	561.54	56	510.34
7	546.01	17	486.12	27	538.07	37	513.68	47	564.88	57	530.41
8	485.09	18	577.11	28	536.22	38	500.56	48	519.02	58	528.18
9	587.81	19	528.75	29	539.08	39	570.55	49	495.77	59	551.07
10	526.18	20	507.04	30	585.44	40	549.00	50	542.13	60	588.92



ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
61	521.98	71	526.69	81	515.01	91	559.72	101	521.41	111	556.37
62	501.48	72	520.83	82	499.54	92	517.65	102	505.50	112	509.57
63	518.48	73	500.85	83	534.51	93	537.42	103	522.39	113	550.47
64	580.11	74	546.66	84	496.15	94	501.43	104	499.03	114	585.22
65	564.91	75	496.38	85	521.96	95	533.23	105	503.20	115	538.51
66	577.22	76	488.07	86	574.83	96	487.88	106	549.21	116	578.90
67	510.13	77	581.93	87	513.50	97	515.66	107	556.97	117	513.89
68	526.32	78	525.97	88	497.93	98	523.58	108	502.21	118	540.69
69	516.91	79	553.37	89	515.92	99	549.25	109	533.48	119	545.66
70	561.27	80	535.13	90	531.29	100	537.42	110	526.91	120	463.63

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

	รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ	
ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่
	ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง	
121	512.19	131	578.66	141	522.65	151	508.66	161	468.34	171	464.97	
122	594.02	132	544.62	142	567.53	152	625.43	162	530.65	172	515.13	
123	470.48	133	490.14	143	527.71	153	533.88	163	508.72	173	568.83	
124	575.43	134	479.68	144	586.81	154	557.97	164	502.29	174	530.25	
125	442.40	135	512.20	145	543.26	155	566.35	165	518.61	175	539.28	
126	507.86	136	503.24	146	497.19	156	549.51	166	534.09	176	526.76	
127	540.10	137	535.67	147	548.93	157	524.80	167	537.80	177	487.36	
128	577.88	138	533.17	148	580.74	158	471.62	168	581.53	178	517.74	
129	494.78	139	495.91	149	488.01	159	531.19	169	546.26	179	478.69	
130	544.40	140	547.62	150	554.29	160	539.41	170	475.12	180	567.97	

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
181	575.58	191	524.19	201	536.90	211	522.09	221	524.16	231	527.33
182	545.54	192	547.61	202	537.76	212	508.95	222	462.32	232	545.01
183	514.55	193	496.04	203	588.68	213	516.97	223	519.60	233	521.86
184	584.07	194	499.84	204	546.42	214	550.31	224	484.73	234	541.61
185	498.34	195	555.19	205	502.30	215	523.52	225	535.61	235	559.21
186	572.05	196	524.86	206	514.42	216	582.36	226	536.31	236	575.98
187	541.78	197	476.86	207	511.37	217	484.88	227	521.52	237	524.51
188	576.59	198	544.45	208	567.01	218	464.90	228	463.97	238	577.93
189	493.90	199	522.49	209	477.92	219	575.89	229	547.22	239	532.13
190	521.94	200	572.89	210	556.83	220	538.32	230	553.00	240	564.47

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
241	540.44	251	494.47	261	536.21	271	551.07	281	528.37	291	557.74
242	520.19	252	558.16	262	526.76	272	512.87	282	524.98	292	536.26
243	571.50	253	507.56	263	537.68	273	483.44	283	509.06	293	487.55
244	515.95	254	517.00	264	562.13	274	501.67	284	537.86	294	518.72
245	521.16	255	523.85	265	515.79	275	594.24	285	504.03	295	567.70
246	496.28	256	514.92	266	511.77	276	526.94	286	583.96	296	515.28
247	485.38	257	530.10	267	516.70	277	541.55	287	532.80	297	552.02
248	526.73	258	461.85	268	575.70	278	535.95	288	538.17	298	474.13
249	535.06	259	523.91	269	616.89	279	556.79	289	539.31	299	506.05
250	482.16	260	502.65	270	519.87	280	584.44	290	544.51	300	502.46

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

	รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ	
ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่
	ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง	
301	513.83	311	507.66	321	486.62	331	494.08	341	521.25	351	510.51	
302	525.69	312	576.28	322	596.35	332	510.65	342	599.20	352	537.16	
303	507.54	313	580.23	323	579.59	333	571.37	343	557.12	353	492.78	
304	523.85	314	491.83	324	542.65	334	531.47	344	497.56	354	510.71	
305	559.93	315	488.76	325	511.52	335	508.42	345	605.13	355	473.77	
306	502.50	316	518.67	326	496.14	336	549.04	346	524.28	356	498.07	
307	496.18	317	527.00	327	524.60	337	527.33	347	555.17	357	540.03	
308	490.37	318	509.89	328	547.53	338	503.47	348	551.84	358	556.94	
309	580.08	319	514.95	329	536.71	339	515.50	349	531.06	359	557.33	
310	501.68	320	517.43	330	489.48	340	550.09	350	525.15	360	510.62	

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
361	490.11	371	493.74	381	542.42	391	580.47	401	535.45	411	542.50
362	485.11	372	566.81	382	514.26	392	500.50	402	535.86	412	513.96
363	562.80	373	572.58	383	580.91	393	562.35	403	546.78	413	514.23
364	520.69	374	471.65	384	536.40	394	483.86	404	509.96	414	544.11
365	580.25	375	550.63	385	534.51	395	558.68	405	561.64	415	496.56
366	562.76	376	501.86	386	534.95	396	507.72	406	444.00	416	532.18
367	524.65	377	486.65	387	540.24	397	526.41	407	539.81	417	577.60
368	490.68	378	545.02	388	510.41	398	559.73	408	553.66	418	564.84
369	576.79	379	520.65	389	561.92	399	545.65	409	571.74	419	536.96
370	565.71	380	487.07	390	508.29	400	562.61	410	548.59	420	504.40

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

	รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ	
ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่
	ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง	
421	538.81	431	538.20	441	514.88	451	526.37	461	477.41	471	497.85	
422	519.99	432	535.14	442	554.27	452	523.47	462	566.72	472	533.92	
423	532.53	433	582.38	443	521.59	453	575.66	463	492.57	473	506.15	
424	496.80	434	552.44	444	538.14	454	508.26	464	515.91	474	538.46	
425	578.98	435	500.94	445	545.17	455	539.45	465	592.27	475	531.06	
426	514.93	436	536.95	446	535.60	456	508.69	466	551.35	476	502.67	
427	551.28	437	505.14	447	574.81	457	545.51	467	533.95	477	497.57	
428	537.84	438	541.87	448	494.58	458	569.62	468	560.79	478	545.34	
429	514.69	439	548.88	449	491.47	459	542.12	469	489.81	479	537.46	
430	502.14	440	492.55	450	462.17	460	490.34	470	522.61	480	496.09	

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

	รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ	
ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่
	ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง	
481	540.10	491	551.55	501	536.79	511	548.86	521	544.42	531	574.87	
482	548.10	492	516.39	502	539.35	512	567.69	522	550.49	532	520.32	
483	556.50	493	538.24	503	493.76	513	540.05	523	526.23	533	530.47	
484	554.75	494	523.70	504	486.73	514	492.34	524	585.66	534	547.17	
485	558.05	495	553.48	505	563.81	515	464.93	525	577.16	535	565.31	
486	520.35	496	506.48	506	537.61	516	528.06	526	536.89	536	498.85	
487	500.32	497	563.46	507	490.07	517	477.30	527	570.77	537	591.32	
488	595.00	498	543.18	508	484.87	518	501.56	528	520.74	538	507.11	
489	468.47	499	527.22	509	483.25	519	474.07	529	527.59	539	571.97	
490	503.18	500	482.05	510	527.88	520	515.07	530	506.46	540	521.91	



ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

	รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ	
ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่
	ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง	
541	527.60	551	537.88	561	497.66	571	566.70	581	541.37	591	551.78	
542	486.78	552	557.26	562	497.80	572	583.01	582	511.05	592	494.40	
543	536.89	553	509.18	563	540.42	573	523.05	583	491.37	593	540.99	
544	546.19	554	492.70	564	504.52	574	572.37	584	502.57	594	538.83	
545	485.20	555	465.78	565	543.57	575	480.75	585	497.38	595	510.99	
546	492.49	556	527.34	566	493.11	576	477.84	586	548.47	596	497.69	
547	548.52	557	516.06	567	504.64	577	542.86	587	544.04	597	542.85	
548	499.78	558	502.59	568	524.52	578	515.60	588	498.56	598	526.65	
549	510.69	559	522.40	569	455.54	579	494.36	589	514.21	599	543.77	
550	525.90	560	543.78	570	500.98	580	499.19	590	543.15	600	522.06	

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

	รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ	
ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่
	ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง	
601	565.91	611	529.13	621	569.28	631	500.07	641	545.14	651	493.69	
602	519.61	612	609.24	622	513.57	632	540.13	642	524.97	652	521.79	
603	537.79	613	557.99	623	585.00	633	527.42	643	564.51	653	558.59	
604	571.62	614	490.93	624	529.13	634	540.45	644	539.30	654	540.90	
605	522.72	615	542.20	625	545.36	635	549.03	645	559.00	655	542.51	
606	546.04	616	542.27	626	522.55	636	490.68	646	555.79	656	571.57	
607	561.00	617	497.81	627	546.80	637	514.66	647	558.63	657	536.83	
608	539.48	618	507.12	628	554.56	638	485.69	648	521.65	658	544.46	
609	511.35	619	547.83	629	489.66	639	498.14	649	524.16	659	514.94	
610	567.78	620	527.98	630	504.49	640	484.54	650	585.33	660	524.30	

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
661	551.43	671	526.60	681	506.34	691	532.01	701	548.80	711	557.47
662	536.24	672	570.30	682	540.68	692	513.82	702	512.40	712	497.73
663	545.47	673	545.52	683	552.97	693	592.10	703	477.32	713	566.42
664	554.06	674	535.08	684	531.24	694	546.44	704	518.68	714	573.98
665	527.91	675	620.46	685	514.44	695	482.66	705	532.49	715	482.00
666	493.76	676	494.27	686	535.62	696	568.00	706	538.97	716	541.00
667	536.03	677	537.28	687	523.47	697	505.16	707	553.19	717	560.98
668	534.23	678	533.66	688	499.53	698	540.39	708	535.51	718	535.23
669	609.38	679	542.12	689	433.67	699	568.33	709	493.23	719	584.90
670	470.99	680	494.35	690	540.95	700	551.99	710	589.00	720	571.45

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
721	536.55	731	540.67	741	497.06	751	439.04	761	532.94	771	463.03
722	555.52	732	570.53	742	542.90	752	511.36	762	534.29	772	524.22
723	542.69	733	550.19	743	554.01	753	511.87	763	454.62	773	580.01
724	536.66	734	517.15	744	548.70	754	513.34	764	529.43	774	567.93
725	496.78	735	567.42	745	507.05	755	520.91	765	487.74	775	576.87
726	511.13	736	499.67	746	539.59	756	548.38	766	533.90	776	526.12
727	551.99	737	574.73	747	556.92	757	570.15	767	533.78	777	538.57
728	582.16	738	520.98	748	554.69	758	573.98	768	535.18	778	527.46
729	524.40	739	495.46	749	525.99	759	521.30	769	495.58	779	498.87
730	571.84	740	506.56	750	510.05	760	565.37	770	520.32	780	489.06

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
841	530.38	851	564.69	861	505.85	871	501.09	881	545.97	891	516.90
842	503.01	852	527.38	862	514.55	872	512.61	882	534.91	892	555.90
843	540.93	853	468.05	863	563.58	873	542.14	883	537.22	893	556.21
844	545.67	854	572.66	864	534.94	874	577.11	884	530.33	894	507.67
845	542.67	855	513.11	865	518.25	875	517.49	885	590.66	895	529.84
846	570.34	856	556.11	866	525.52	876	558.59	886	540.23	896	577.63
847	505.55	857	581.55	867	483.87	877	559.08	887	568.77	897	577.45
848	488.85	858	512.20	868	554.24	878	535.66	888	520.77	898	501.12
849	566.54	859	616.78	869	526.49	879	499.78	889	537.28	899	492.45
850	525.28	860	586.52	870	482.78	880	525.79	890	521.15	900	502.08

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

	รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		
ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน
	ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง
901	533.60	911	528.54	921	534.20	931	548.73	941	503.79	951	490.95
902	496.22	912	549.52	922	639.61	932	532.86	942	535.65	952	556.05
903	545.08	913	517.19	923	501.25	933	584.00	943	529.06	953	506.94
904	482.68	914	559.03	924	620.01	934	522.37	944	472.56	954	511.52
905	564.70	915	523.17	925	526.23	935	534.89	945	551.71	955	496.13
906	491.07	916	548.12	926	577.04	936	567.58	946	556.56	956	495.29
907	548.28	917	491.15	927	561.29	937	610.79	947	500.83	957	552.03
908	517.93	918	551.40	928	545.29	938	536.95	948	508.87	958	478.85
909	485.25	919	559.65	929	471.87	939	519.14	949	509.55	959	558.02
910	473.38	920	550.86	930	523.87	940	479.72	950	508.51	960	545.98

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
961	564.41	971	473.53	981	546.42	991	481.74	1001	532.90	1011	560.26
962	505.30	972	506.46	982	554.83	992	545.81	1002	521.47	1012	596.35
963	552.43	973	566.68	983	530.20	993	539.14	1003	569.22	1013	531.90
964	545.42	974	486.10	984	474.42	994	533.82	1004	517.87	1014	569.32
965	491.70	975	543.35	985	528.66	995	536.08	1005	500.17	1015	526.54
966	511.92	976	546.77	986	587.56	996	538.92	1006	513.94	1016	525.01
967	541.25	977	542.54	987	506.16	997	517.05	1007	524.86	1017	579.36
968	572.44	978	503.78	988	528.87	998	540.68	1008	566.30	1018	510.25
969	480.44	979	540.73	989	507.75	999	521.95	1009	523.53	1019	522.89
970	503.59	980	550.14	990	507.02	1000	516.35	1010	490.94	1020	528.55

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
1021	524.19	1031	558.93	1041	510.50	1051	529.46	1061	544.31	1071	519.20
1022	587.50	1032	527.51	1042	492.31	1052	510.98	1062	546.41	1072	447.01
1023	588.34	1033	569.09	1043	515.86	1053	507.94	1063	521.19	1073	510.35
1024	572.74	1034	497.34	1044	498.23	1054	547.99	1064	548.81	1074	492.45
1025	481.91	1035	573.69	1045	587.19	1055	518.32	1065	495.31	1075	546.93
1026	556.00	1036	523.71	1046	596.65	1056	536.32	1066	565.46	1076	524.61
1027	516.24	1037	481.99	1047	480.13	1057	550.37	1067	511.97	1077	501.92
1028	549.73	1038	582.79	1048	570.69	1058	525.34	1068	580.86	1078	470.78
1029	555.87	1039	554.71	1049	524.55	1059	478.95	1069	540.13	1079	543.84
1030	523.83	1040	469.27	1050	486.32	1060	506.71	1070	588.53	1080	535.03



ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
1081	538.78	1091	474.98	1101	495.83	1111	516.44	1121	559.42	1131	501.77
1082	557.14	1092	471.82	1102	553.41	1112	587.49	1122	485.87	1132	517.86
1083	493.49	1093	506.13	1103	500.11	1113	541.78	1123	529.46	1133	480.86
1084	536.87	1094	585.22	1104	574.87	1114	460.76	1124	546.25	1134	543.86
1085	574.61	1095	552.44	1105	524.58	1115	541.19	1125	561.72	1135	527.63
1086	547.48	1096	550.84	1106	543.69	1116	555.07	1126	545.76	1136	528.18
1087	511.12	1097	499.05	1107	505.89	1117	463.08	1127	534.59	1137	522.27
1088	536.84	1098	512.34	1108	524.14	1118	509.60	1128	569.88	1138	512.72
1089	602.91	1099	513.05	1109	534.47	1119	523.16	1129	559.68	1139	508.12
1090	511.95	1100	570.56	1110	555.89	1120	524.58	1130	528.07	1140	507.81

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
1141	538.97	1151	494.74	1161	489.63	1171	466.57	1181	562.13	1191	503.42
1142	519.19	1152	525.10	1162	523.23	1172	502.93	1182	527.59	1192	525.70
1143	506.76	1153	575.15	1163	512.60	1173	524.90	1183	582.45	1193	488.75
1144	502.05	1154	495.60	1164	532.20	1174	573.93	1184	474.60	1194	559.84
1145	574.38	1155	605.85	1165	544.03	1175	529.25	1185	538.21	1195	587.71
1146	523.21	1156	486.66	1166	501.25	1176	495.74	1186	551.09	1196	538.60
1147	502.92	1157	533.11	1167	571.71	1177	487.21	1187	485.57	1197	522.53
1148	545.83	1158	461.18	1168	519.37	1178	522.40	1188	546.72	1198	554.43
1149	557.49	1159	519.83	1169	568.97	1179	541.46	1189	489.66	1199	506.26
1150	549.86	1160	570.76	1170	539.64	1180	508.65	1190	519.76	1200	498.75

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
1201	508.48	1211	534.77	1221	501.02	1231	547.31	1241	503.35	1251	509.85
1202	557.06	1212	518.15	1222	514.00	1232	563.38	1242	520.15	1252	524.34
1203	569.52	1213	521.97	1223	509.90	1233	467.45	1243	541.95	1253	554.95
1204	452.14	1214	539.03	1224	554.54	1234	502.17	1244	582.82	1254	526.24
1205	596.90	1215	504.88	1225	553.48	1235	588.21	1245	585.59	1255	475.45
1206	593.43	1216	506.65	1226	592.52	1236	518.98	1246	558.62	1256	526.32
1207	517.73	1217	621.96	1227	528.08	1237	510.38	1247	410.56	1257	521.15
1208	550.18	1218	556.12	1228	506.37	1238	536.98	1248	512.36	1258	564.51
1209	525.75	1219	570.77	1229	532.65	1239	501.64	1249	544.39	1259	558.18
1210	524.49	1220	561.93	1230	512.50	1240	458.52	1250	551.65	1260	501.16

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
1261	541.60	1271	554.76	1281	516.34	1291	500.41	1301	498.19	1311	540.71
1262	515.44	1272	494.06	1282	487.82	1292	562.18	1302	564.24	1312	517.72
1263	523.07	1273	502.80	1283	515.65	1293	507.14	1303	542.85	1313	531.57
1264	596.00	1274	601.43	1284	543.19	1294	569.99	1304	506.72	1314	519.04
1265	512.28	1275	531.92	1285	519.60	1295	462.66	1305	498.06	1315	562.44
1266	565.94	1276	490.03	1286	546.91	1296	465.05	1306	564.24	1316	544.37
1267	539.21	1277	495.34	1287	496.73	1297	585.21	1307	533.55	1317	600.89
1268	575.67	1278	583.63	1288	472.63	1298	487.65	1308	518.37	1318	558.88
1269	469.61	1279	588.36	1289	514.33	1299	525.43	1309	507.17	1319	533.54
1270	494.08	1280	474.26	1290	532.74	1300	551.54	1310	543.61	1320	547.18

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
1321	590.75	1331	562.72	1341	464.37	1351	519.77	1361	494.65	1371	570.60
1322	493.65	1332	519.00	1342	518.21	1352	533.88	1362	549.86	1372	518.05
1323	524.85	1333	510.83	1343	519.07	1353	602.97	1363	517.43	1373	482.86
1324	486.21	1334	534.44	1344	508.26	1354	544.39	1364	494.18	1374	537.06
1325	557.73	1335	534.49	1345	542.53	1355	536.32	1365	568.53	1375	566.85
1326	542.45	1336	518.29	1346	498.60	1356	517.66	1366	491.48	1376	518.74
1327	531.48	1337	522.92	1347	543.35	1357	541.20	1367	525.02	1377	495.26
1328	525.10	1338	561.39	1348	495.23	1358	505.12	1368	533.43	1378	524.61
1329	531.54	1339	499.40	1349	547.94	1359	558.92	1369	517.50	1379	535.55
1330	550.83	1340	533.56	1350	486.73	1360	531.45	1370	497.00	1380	546.88

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
1381	525.97	1391	538.38	1401	520.06	1411	549.52	1421	609.66	1431	517.24
1382	522.35	1392	562.49	1402	536.10	1412	533.36	1422	492.33	1432	528.73
1383	561.25	1393	549.83	1403	531.89	1413	630.65	1423	492.01	1433	497.96
1384	568.57	1394	543.46	1404	515.49	1414	544.34	1424	544.28	1434	502.90
1385	581.53	1395	541.00	1405	520.50	1415	534.69	1425	551.56	1435	497.95
1386	476.37	1396	589.66	1406	533.64	1416	546.59	1426	476.71	1436	544.66
1387	515.16	1397	509.97	1407	516.25	1417	471.89	1427	509.90	1437	573.71
1388	541.28	1398	512.69	1408	553.57	1418	533.46	1428	529.59	1438	533.90
1389	563.43	1399	513.71	1409	542.22	1419	496.93	1429	536.43	1439	619.45
1390	548.08	1400	519.35	1410	551.19	1420	542.81	1430	507.24	1440	540.17

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

	รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ	
ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ผลิตก่อน
	ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง	ปรับปรุง
1441	532.72	1451	576.58	1461	506.88	1471	610.73	1481	558.01	1491	559.36	
1442	503.65	1452	527.79	1462	472.90	1472	490.99	1482	501.75	1492	518.62	
1443	478.75	1453	536.96	1463	567.71	1473	580.45	1483	568.47	1493	538.85	
1444	537.76	1454	548.91	1464	565.04	1474	508.94	1484	483.46	1494	571.70	
1445	544.86	1455	529.37	1465	488.10	1475	552.83	1485	525.70	1495	503.25	
1446	483.62	1456	489.44	1466	539.33	1476	430.65	1486	539.96	1496	552.34	
1447	617.15	1457	529.63	1467	517.73	1477	542.85	1487	516.07	1497	485.56	
1448	536.06	1458	506.61	1468	569.75	1478	515.88	1488	586.92	1498	542.09	
1449	530.69	1459	558.84	1469	534.23	1479	477.75	1489	546.25	1499	546.88	
1450	526.47	1460	493.62	1470	463.92	1480	599.41	1490	559.95	1500	509.25	

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

	รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		
ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน
	ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง
1501	545.49	1511	501.47	1521	536.98	1531	590.42	1541	530.64	1551	555.85
1502	507.16	1512	550.44	1522	542.87	1532	525.37	1542	503.84	1552	523.45
1503	524.05	1513	524.81	1523	506.36	1533	555.41	1543	631.50	1553	576.80
1504	572.06	1514	580.80	1524	481.01	1534	542.40	1544	541.43	1554	499.63
1505	516.49	1515	509.16	1525	532.40	1535	614.31	1545	505.86	1555	520.70
1506	521.58	1516	572.36	1526	597.54	1536	530.59	1546	513.13	1556	570.72
1507	564.97	1517	540.52	1527	516.50	1537	455.97	1547	541.14	1557	582.28
1508	498.22	1518	575.43	1528	540.25	1538	491.12	1548	482.67	1558	593.44
1509	522.74	1519	556.65	1529	515.20	1539	462.71	1549	520.05	1559	534.66
1510	500.36	1520	544.76	1530	609.85	1540	551.85	1550	540.44	1560	550.75



ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
1561	479.68	1571	568.16	1581	574.43	1591	546.21	1601	501.37	1611	544.71
1562	541.35	1572	547.57	1582	499.85	1592	563.67	1602	521.21	1612	471.06
1563	583.09	1573	511.13	1583	510.44	1593	508.41	1603	529.03	1613	547.78
1564	497.15	1574	549.68	1584	498.17	1594	528.87	1604	495.79	1614	503.20
1565	564.92	1575	471.52	1585	532.97	1595	518.82	1605	497.16	1615	481.53
1566	554.34	1576	534.34	1586	526.22	1596	536.53	1606	497.07	1616	530.63
1567	533.49	1577	598.07	1587	529.52	1597	578.87	1607	558.29	1617	511.20
1568	537.20	1578	535.90	1588	581.38	1598	487.25	1608	523.82	1618	520.48
1569	500.10	1579	591.85	1589	552.99	1599	475.14	1609	551.21	1619	505.95
1570	535.38	1580	549.12	1590	533.98	1600	502.75	1610	582.95	1620	459.10

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
1621	442.74	1631	501.60	1641	506.34	1651	575.25	1661	569.41	1671	575.36
1622	536.65	1632	522.12	1642	531.56	1652	547.64	1662	519.85	1672	511.58
1623	549.87	1633	554.44	1643	503.39	1653	567.23	1663	523.05	1673	465.39
1624	519.33	1634	511.80	1644	544.79	1654	537.35	1664	544.18	1674	528.42
1625	540.76	1635	473.04	1645	468.52	1655	529.46	1665	568.76	1675	531.57
1626	509.77	1636	520.21	1646	534.76	1656	569.51	1666	542.45	1676	493.86
1627	450.23	1637	495.11	1647	533.69	1657	564.03	1667	481.60	1677	582.75
1628	578.06	1638	507.96	1648	497.75	1658	512.43	1668	545.49	1678	490.86
1629	583.32	1639	547.47	1649	552.93	1659	534.47	1669	551.07	1679	538.60
1630	513.36	1640	570.45	1650	512.88	1660	570.09	1670	542.49	1680	531.00

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
1681	487.84	1691	550.77	1701	512.06	1711	520.73	1721	532.14	1731	518.73
1682	504.57	1692	556.21	1702	543.12	1712	594.70	1722	507.33	1732	526.53
1683	490.39	1693	545.06	1703	518.47	1713	562.29	1723	521.02	1733	516.81
1684	528.54	1694	484.03	1704	516.90	1714	500.05	1724	579.42	1734	531.25
1685	537.96	1695	517.56	1705	559.87	1715	584.56	1725	585.88	1735	562.99
1686	531.96	1696	493.93	1706	538.03	1716	547.04	1726	555.42	1736	551.61
1687	546.06	1697	550.09	1707	528.60	1717	523.84	1727	506.30	1737	514.46
1688	509.43	1698	563.13	1708	551.51	1718	488.92	1728	492.44	1738	538.78
1689	507.88	1699	491.38	1709	488.26	1719	523.68	1729	534.17	1739	469.04
1690	544.06	1700	458.04	1710	565.15	1720	536.43	1730	516.46	1740	489.59

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
1741	555.79	1751	529.38	1761	556.67	1771	502.89	1781	513.55	1791	539.56
1742	556.47	1752	505.24	1762	513.22	1772	526.88	1782	554.13	1792	526.88
1743	518.16	1753	477.55	1763	491.17	1773	563.11	1783	562.87	1793	547.67
1744	561.23	1754	531.44	1764	527.71	1774	618.86	1784	527.62	1794	528.74
1745	523.58	1755	525.22	1765	585.12	1775	542.18	1785	480.19	1795	484.44
1746	557.74	1756	484.17	1766	520.34	1776	499.61	1786	570.81	1796	635.22
1747	578.31	1757	488.12	1767	488.31	1777	529.05	1787	573.17	1797	476.72
1748	563.94	1758	494.14	1768	545.83	1778	560.95	1788	529.20	1798	499.08
1749	460.99	1759	510.69	1769	511.28	1779	550.20	1789	487.13	1799	489.40
1750	570.10	1760	580.01	1770	585.39	1780	566.58	1790	497.01	1800	549.40

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

	รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ	
ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ครั้งที่	ผลิตก่อน	ผลิตก่อน
	ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง		ปรับปรุง	ปรับปรุง
1801	605.45	1811	541.93	1821	456.35	1831	548.31	1841	500.15	1851	557.83	
1802	535.25	1812	542.87	1822	587.81	1832	538.84	1842	562.45	1852	566.00	
1803	516.97	1813	539.56	1823	573.81	1833	546.02	1843	512.21	1853	534.48	
1804	533.06	1814	514.88	1824	552.93	1834	573.01	1844	584.19	1854	562.15	
1805	515.67	1815	518.54	1825	570.13	1835	537.75	1845	441.19	1855	520.34	
1806	503.70	1816	584.45	1826	531.77	1836	499.65	1846	563.48	1856	577.93	
1807	522.93	1817	529.93	1827	524.98	1837	536.66	1847	529.74	1857	508.71	
1808	514.18	1818	572.12	1828	473.88	1838	473.16	1848	546.91	1858	542.33	
1809	501.71	1819	522.20	1829	535.80	1839	514.69	1849	554.21	1859	537.91	
1810	571.63	1820	555.78	1830	523.56	1840	514.73	1850	531.23	1860	556.43	

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
1861	600.66	1871	550.61	1881	498.09	1891	522.94	1901	504.84	1911	508.69
1862	546.04	1872	463.11	1882	580.70	1892	523.01	1902	481.17	1912	557.31
1863	494.30	1873	480.87	1883	516.96	1893	575.50	1903	564.53	1913	569.69
1864	527.47	1874	512.19	1884	504.09	1894	502.83	1904	528.55	1914	557.63
1865	499.12	1875	524.13	1885	539.68	1895	548.68	1905	522.22	1915	530.78
1866	482.17	1876	514.17	1886	537.36	1896	534.56	1906	518.60	1916	590.35
1867	520.58	1877	506.85	1887	524.92	1897	534.82	1907	551.18	1917	511.58
1868	492.39	1878	495.91	1888	540.64	1898	510.46	1908	582.19	1918	530.22
1869	494.64	1879	528.38	1889	497.96	1899	568.30	1909	567.31	1919	539.24
1870	582.68	1880	511.23	1890	522.56	1900	550.68	1910	519.44	1920	548.16

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
1921	534.90	1931	490.22	1941	519.85	1951	516.03	1961	495.96	1971	485.95
1922	501.42	1932	551.24	1942	538.06	1952	531.84	1962	510.13	1972	541.15
1923	490.05	1933	534.47	1943	536.23	1953	512.39	1963	496.84	1973	505.59
1924	492.98	1934	504.17	1944	566.57	1954	574.35	1964	511.70	1974	543.11
1925	548.22	1935	472.30	1945	535.40	1955	558.76	1965	527.97	1975	596.18
1926	568.36	1936	531.37	1946	534.67	1956	463.56	1966	523.10	1976	476.56
1927	517.88	1937	509.62	1947	532.46	1957	506.69	1967	524.33	1977	556.58
1928	543.68	1938	529.08	1948	550.46	1958	501.21	1968	527.22	1978	542.99
1929	544.55	1939	489.56	1949	601.97	1959	537.72	1969	576.45	1979	551.02
1930	517.98	1940	581.13	1950	525.06	1960	521.29	1970	523.40	1980	539.12

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
1981	519.36	1991	541.73	2001	514.14	2011	498.24	2021	473.14	2031	566.30
1982	510.68	1992	474.30	2002	573.39	2012	532.57	2022	585.57	2032	491.42
1983	510.99	1993	542.60	2003	526.48	2013	531.78	2023	520.90	2033	555.02
1984	505.68	1994	552.74	2004	570.42	2014	561.08	2024	477.60	2034	541.38
1985	535.78	1995	513.85	2005	489.56	2015	484.13	2025	562.08	2035	510.95
1986	530.77	1996	517.13	2006	556.79	2016	534.67	2026	494.54	2036	570.78
1987	558.20	1997	566.02	2007	540.60	2017	476.36	2027	585.42	2037	505.30
1988	524.22	1998	534.30	2008	455.21	2018	544.03	2028	556.60	2038	538.89
1989	535.85	1999	503.24	2009	507.94	2019	479.55	2029	541.57	2039	564.59
1990	523.41	2000	520.41	2010	569.00	2020	566.55	2030	511.32	2040	537.84



ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
2041	522.85	2051	548.26	2061	494.40	2071	541.80	2081	595.30	2091	558.50
2042	509.64	2052	539.42	2062	561.62	2072	508.93	2082	541.48	2092	549.80
2043	493.93	2053	504.36	2063	619.62	2073	565.61	2083	471.35	2093	508.29
2044	541.13	2054	539.16	2064	572.17	2074	474.37	2084	545.58	2094	533.57
2045	512.02	2055	555.77	2065	524.01	2075	617.74	2085	530.08	2095	455.17
2046	530.70	2056	514.42	2066	522.70	2076	505.20	2086	497.32	2096	573.05
2047	582.00	2057	564.38	2067	546.77	2077	488.30	2087	494.87	2097	581.85
2048	539.39	2058	585.19	2068	503.49	2078	507.33	2088	582.32	2098	529.76
2049	491.44	2059	543.93	2069	458.69	2079	508.12	2089	579.31	2099	500.78
2050	476.15	2060	508.01	2070	555.01	2080	523.41	2090	568.73	2100	573.64

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
2101	530.41	2111	550.27	2121	548.79	2131	567.66	2141	531.33	2151	485.31
2102	613.11	2112	557.90	2122	552.44	2132	501.46	2142	473.81	2152	557.41
2103	487.31	2113	477.12	2123	504.47	2133	516.03	2143	542.10	2153	505.62
2104	534.40	2114	511.51	2124	516.86	2134	568.90	2144	511.65	2154	538.37
2105	492.20	2115	524.66	2125	518.73	2135	610.20	2145	566.58	2155	518.19
2106	541.32	2116	581.10	2126	545.17	2136	525.69	2146	546.56	2156	514.47
2107	551.63	2117	543.12	2127	484.80	2137	557.93	2147	571.62	2157	514.24
2108	553.75	2118	584.66	2128	512.19	2138	535.47	2148	574.71	2158	621.50
2109	534.27	2119	536.24	2129	479.94	2139	583.93	2149	520.94	2159	579.72
2110	499.79	2120	501.98	2130	573.74	2140	499.97	2150	497.32	2160	490.85

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
2161	524.46	2171	582.16	2181	524.37	2191	536.11	2201	515.61	2211	527.82
2162	526.93	2172	552.08	2182	510.87	2192	533.51	2202	577.26	2212	546.67
2163	543.04	2173	555.19	2183	517.86	2193	511.81	2203	482.90	2213	481.34
2164	555.03	2174	510.97	2184	539.83	2194	554.84	2204	516.67	2214	485.73
2165	517.94	2175	519.02	2185	545.38	2195	554.72	2205	574.94	2215	540.41
2166	548.84	2176	579.71	2186	532.07	2196	474.06	2206	496.40	2216	516.37
2167	491.86	2177	530.66	2187	595.41	2197	587.55	2207	489.06	2217	539.39
2168	499.88	2178	547.72	2188	531.41	2198	495.95	2208	538.88	2218	521.11
2169	524.37	2179	501.74	2189	518.74	2199	560.22	2209	548.22	2219	512.02
2170	506.54	2180	505.20	2190	542.18	2200	536.05	2210	459.77	2220	539.44

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
2221	456.53	2231	487.33	2241	507.86	2251	519.38	2261	528.65	2271	560.16
2222	547.13	2232	586.51	2242	515.03	2252	579.15	2262	557.02	2272	522.25
2223	555.98	2233	545.08	2243	510.63	2253	565.44	2263	501.54	2273	538.53
2224	575.94	2234	536.20	2244	574.85	2254	479.25	2264	512.18	2274	458.20
2225	530.62	2235	577.83	2245	490.40	2255	490.09	2265	489.56	2275	514.80
2226	477.52	2236	481.75	2246	519.09	2256	495.26	2266	464.35	2276	509.63
2227	625.39	2237	490.69	2247	489.73	2257	541.31	2267	487.26	2277	516.47
2228	472.26	2238	514.69	2248	520.93	2258	542.07	2268	531.46	2278	535.04
2229	544.24	2239	571.74	2249	571.81	2259	573.44	2269	526.81	2279	576.96
2230	520.29	2240	511.19	2250	491.08	2260	483.05	2270	501.40	2280	482.29

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
2281	487.99	2291	515.75	2301	514.74	2311	526.78	2321	563.03	2331	538.98
2282	556.81	2292	486.89	2302	531.80	2312	463.23	2322	572.02	2332	463.91
2283	529.94	2293	552.86	2303	508.96	2313	514.37	2323	558.56	2333	532.10
2284	531.36	2294	570.36	2304	577.86	2314	573.23	2324	486.87	2334	507.67
2285	578.25	2295	499.45	2305	512.71	2315	585.67	2325	493.49	2335	525.20
2286	509.53	2296	548.13	2306	547.81	2316	503.89	2326	608.91	2336	521.82
2287	601.26	2297	499.80	2307	553.53	2317	532.67	2327	570.79	2337	519.66
2288	531.61	2298	510.92	2308	523.60	2318	553.23	2328	572.40	2338	572.53
2289	557.72	2299	546.17	2309	609.45	2319	469.64	2329	515.24	2339	528.13
2290	539.89	2300	493.80	2310	494.28	2320	567.97	2330	603.13	2340	554.55

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
2341	515.37	2351	515.48	2361	466.79	2371	537.52	2381	493.27	2391	544.41
2342	590.31	2352	507.28	2362	531.72	2372	550.46	2382	527.47	2392	566.61
2343	515.63	2353	533.22	2363	512.48	2373	539.95	2383	527.08	2393	490.09
2344	525.37	2354	523.52	2364	512.40	2374	537.23	2384	497.68	2394	518.16
2345	525.44	2355	520.64	2365	503.02	2375	522.13	2385	567.17	2395	575.49
2346	517.63	2356	508.66	2366	523.53	2376	524.78	2386	498.95	2396	511.32
2347	509.21	2357	495.81	2367	530.17	2377	504.28	2387	567.50	2397	499.61
2348	485.82	2358	503.13	2368	533.33	2378	543.86	2388	506.60	2398	594.29
2349	530.12	2359	511.06	2369	546.00	2379	501.33	2389	465.32	2399	549.29
2350	461.02	2360	538.58	2370	530.05	2380	512.83	2390	528.39	2400	534.80

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
2401	545.73	2411	517.75	2421	518.24	2431	543.05	2441	544.90	2451	480.95
2402	549.51	2412	481.24	2422	558.32	2432	481.95	2442	607.34	2452	540.97
2403	521.42	2413	469.84	2423	570.08	2433	584.38	2443	524.58	2453	557.49
2404	547.21	2414	526.52	2424	549.65	2434	508.88	2444	602.02	2454	564.48
2405	590.89	2415	612.98	2425	504.31	2435	586.90	2445	577.52	2455	547.82
2406	535.24	2416	597.27	2426	523.00	2436	543.81	2446	514.65	2456	532.92
2407	540.94	2417	589.44	2427	549.41	2437	543.68	2447	551.82	2457	576.55
2408	558.29	2418	499.00	2428	468.13	2438	551.03	2448	576.23	2458	531.19
2409	512.53	2419	548.50	2429	529.22	2439	563.97	2449	492.68	2459	516.26
2410	614.18	2420	570.09	2430	530.15	2440	559.36	2450	521.19	2460	568.86

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
2461	519.53	2471	518.25	2481	523.10	2491	552.90	2501	474.66	2511	504.52
2462	520.07	2472	512.04	2482	550.67	2492	539.45	2502	530.54	2512	504.63
2463	555.31	2473	506.33	2483	558.51	2493	547.80	2503	538.61	2513	546.18
2464	545.02	2474	525.42	2484	529.41	2494	504.66	2504	540.04	2514	570.94
2465	532.87	2475	520.93	2485	463.63	2495	546.01	2505	496.62	2515	555.40
2466	514.90	2476	547.98	2486	549.31	2496	518.40	2506	565.62	2516	521.29
2467	523.31	2477	598.34	2487	510.19	2497	556.11	2507	500.47	2517	561.93
2468	573.52	2478	471.93	2488	604.90	2498	547.79	2508	560.54	2518	516.16
2469	511.78	2479	504.98	2489	584.30	2499	490.90	2509	516.77	2519	551.61
2470	514.22	2480	516.24	2490	558.67	2500	527.92	2510	541.55	2520	533.22



ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
2521	555.18	2531	532.42	2541	505.21	2551	560.00	2561	503.50	2571	553.22
2522	501.14	2532	510.74	2542	481.02	2552	497.89	2562	546.08	2572	481.92
2523	507.01	2533	527.92	2543	559.27	2553	496.56	2563	545.54	2573	523.87
2524	519.86	2534	508.67	2544	529.90	2554	497.00	2564	537.47	2574	542.26
2525	561.73	2535	562.49	2545	544.64	2555	535.31	2565	525.06	2575	576.22
2526	542.90	2536	529.07	2546	508.21	2556	538.48	2566	470.44	2576	532.53
2527	560.85	2537	533.79	2547	498.53	2557	549.80	2567	491.52	2577	491.79
2528	458.45	2538	544.19	2548	532.64	2558	552.04	2568	536.30	2578	521.20
2529	495.52	2539	503.55	2549	538.47	2559	580.81	2569	527.48	2579	509.23
2530	531.13	2540	512.86	2550	487.39	2560	521.55	2570	517.04	2580	519.37

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
2581	507.39	2591	508.06	2601	558.01	2611	505.27	2621	575.31	2631	549.47
2582	527.05	2592	481.07	2602	554.96	2612	561.72	2622	511.66	2632	510.77
2583	481.64	2593	483.47	2603	490.52	2613	542.99	2623	571.61	2633	443.90
2584	524.71	2594	536.75	2604	603.07	2614	490.08	2624	492.19	2634	515.59
2585	449.40	2595	532.23	2605	549.23	2615	532.17	2625	478.27	2635	499.08
2586	551.94	2596	572.37	2606	512.13	2616	525.90	2626	462.97	2636	488.45
2587	534.76	2597	531.17	2607	485.13	2617	559.05	2627	542.53	2637	473.28
2588	553.79	2598	545.48	2608	567.81	2618	541.78	2628	482.03	2638	559.52
2589	490.54	2599	523.16	2609	549.10	2619	470.73	2629	550.37	2639	535.43
2590	551.37	2600	539.89	2610	527.72	2620	535.60	2630	543.45	2640	555.83

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
2641	520.95	2651	565.68	2661	561.50	2671	598.80	2681	492.43	2691	548.59
2642	513.53	2652	515.83	2662	547.05	2672	543.54	2682	544.75	2692	437.25
2643	581.52	2653	537.46	2663	557.39	2673	541.48	2683	561.00	2693	516.15
2644	542.79	2654	525.05	2664	522.59	2674	555.08	2684	564.32	2694	540.19
2645	540.50	2655	545.02	2665	562.34	2675	548.57	2685	546.56	2695	574.83
2646	582.65	2656	522.48	2666	552.39	2676	466.45	2686	521.69	2696	463.60
2647	522.31	2657	587.06	2667	454.42	2677	524.51	2687	542.37	2697	590.56
2648	484.03	2658	525.71	2668	500.77	2678	508.32	2688	524.15	2698	494.53
2649	559.48	2659	510.32	2669	539.87	2679	505.20	2689	486.64	2699	486.01
2650	532.59	2660	529.28	2670	476.88	2680	551.43	2690	506.72	2700	536.59

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
2701	585.51	2711	597.30	2721	579.51	2731	512.49	2741	521.38	2751	534.88
2702	538.53	2712	513.09	2722	519.79	2732	520.09	2742	512.13	2752	547.66
2703	553.71	2713	518.81	2723	494.13	2733	504.35	2743	513.81	2753	548.35
2704	565.49	2714	515.86	2724	545.57	2734	513.77	2744	527.94	2754	656.75
2705	495.72	2715	512.41	2725	476.68	2735	505.14	2745	524.92	2755	526.87
2706	494.74	2716	570.72	2726	540.08	2736	472.61	2746	510.61	2756	511.73
2707	529.36	2717	502.58	2727	520.63	2737	543.63	2747	538.72	2757	530.99
2708	528.46	2718	506.07	2728	521.00	2738	562.09	2748	508.70	2758	510.15
2709	528.99	2719	538.77	2729	510.29	2739	521.25	2749	561.62	2759	571.06
2710	515.33	2720	502.28	2730	546.05	2740	529.95	2750	504.08	2760	562.15

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
2761	516.62	2771	565.14	2781	540.46	2791	482.16	2801	529.22	2811	490.22
2762	473.64	2772	515.04	2782	504.96	2792	511.89	2802	516.70	2812	554.30
2763	542.82	2773	496.75	2783	506.18	2793	539.92	2803	560.62	2813	530.04
2764	506.76	2774	550.57	2784	545.95	2794	503.07	2804	519.77	2814	554.42
2765	574.46	2775	544.56	2785	526.94	2795	534.22	2805	525.64	2815	513.42
2766	591.84	2776	563.59	2786	556.26	2796	487.68	2806	541.50	2816	567.69
2767	484.72	2777	541.02	2787	500.95	2797	518.87	2807	504.34	2817	531.21
2768	464.35	2778	534.42	2788	574.21	2798	545.91	2808	504.63	2818	486.83
2769	567.65	2779	534.91	2789	568.15	2799	505.79	2809	583.19	2819	567.38
2770	571.36	2780	534.10	2790	513.42	2800	396.84	2810	504.78	2820	602.64

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
2821	553.72	2831	503.00	2841	558.13	2851	518.28	2861	518.01	2871	521.81
2822	528.34	2832	558.21	2842	552.01	2852	503.78	2862	528.01	2872	519.12
2823	523.42	2833	511.62	2843	547.23	2853	502.72	2863	471.69	2873	569.96
2824	427.13	2834	587.21	2844	516.79	2854	522.85	2864	481.68	2874	538.65
2825	481.07	2835	527.44	2845	572.13	2855	580.96	2865	468.98	2875	544.74
2826	527.67	2836	514.81	2846	473.04	2856	460.44	2866	501.41	2876	518.79
2827	516.64	2837	484.27	2847	483.00	2857	597.42	2867	489.80	2877	500.74
2828	499.32	2838	496.56	2848	587.09	2858	467.08	2868	578.81	2878	479.35
2829	507.28	2839	558.54	2849	527.35	2859	529.27	2869	535.17	2879	582.24
2830	566.43	2840	522.71	2850	517.80	2860	531.06	2870	532.14	2880	471.15

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
2881	522.83	2891	514.26	2901	497.71	2911	560.90	2921	522.52	2931	536.77
2882	544.36	2892	560.43	2902	577.98	2912	540.19	2922	525.33	2932	513.01
2883	530.44	2893	440.02	2903	537.47	2913	573.06	2923	584.51	2933	559.84
2884	513.72	2894	544.18	2904	472.73	2914	489.24	2924	517.86	2934	501.74
2885	524.79	2895	544.25	2905	506.61	2915	557.43	2925	514.34	2935	549.65
2886	498.62	2896	558.48	2906	542.60	2916	556.39	2926	533.23	2936	554.42
2887	518.28	2897	499.74	2907	521.50	2917	560.13	2927	542.07	2937	486.87
2888	531.53	2898	520.06	2908	535.77	2918	515.05	2928	545.64	2938	526.31
2889	569.70	2899	519.19	2909	510.05	2919	517.52	2929	538.23	2939	515.55
2890	528.59	2900	497.78	2910	508.82	2920	581.70	2930	520.59	2940	468.56

ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตก่อน ปรับปรุง
2941	477.65	2951	516.56	2961	513.17	2971	560.90	2981	522.26	2991	568.15
2942	528.87	2952	501.75	2962	586.66	2972	540.19	2982	457.78	2992	498.38
2943	519.43	2953	529.77	2963	549.89	2973	573.06	2983	528.00	2993	523.63
2944	552.65	2954	558.51	2964	502.42	2974	489.24	2984	582.50	2994	512.60
2945	501.63	2955	531.35	2965	502.46	2975	557.43	2985	530.18	2995	495.70
2946	561.41	2956	600.66	2966	517.39	2976	556.39	2986	586.89	2996	544.06
2947	499.29	2957	493.15	2967	499.99	2977	560.13	2987	518.29	2997	574.47
2948	540.62	2958	518.03	2968	624.29	2978	515.05	2988	591.70	2998	491.78
2949	495.97	2959	510.45	2969	484.18	2979	517.52	2989	558.40	2999	526.33
2950	514.16	2960	508.69	2970	570.57	2980	581.70	2990	516.83	3000	543.68



ตารางที่ ก.10 (ต่อ)

---

ครั้งที่	รอบเวลาการผลิตก่อนปรับปรุง
3001	536.96
3002	494.64
3003	559.01
3004	520.57
3005	555.96
3006	581.74
3007	522.02
3008	540.44

---

ภาคผนวก ข

รายละเอียดของขั้นตอนการสร้างแบบจำลองปัจจัยต่างๆ

รายละเอียดขั้นตอนการสร้างแบบจำลองปัจจัยต่างๆ ของการผลิตแผงวงจรล่อง  
แปลงสัญญาณภายนอกอาคาร ในสถานงานเครื่องคลื่นน้ำทะเลแก้วมีดังนี้

1. สร้างแบบจำลององค์ประกอบต่างๆของการผลิตลงในโกลท์ ซิมส์
2. กำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆให้กับแต่ละองค์ประกอบ

### 1. สร้างแบบจำลององค์ประกอบต่างๆของการผลิตลงในโกลท์ ซิมส์

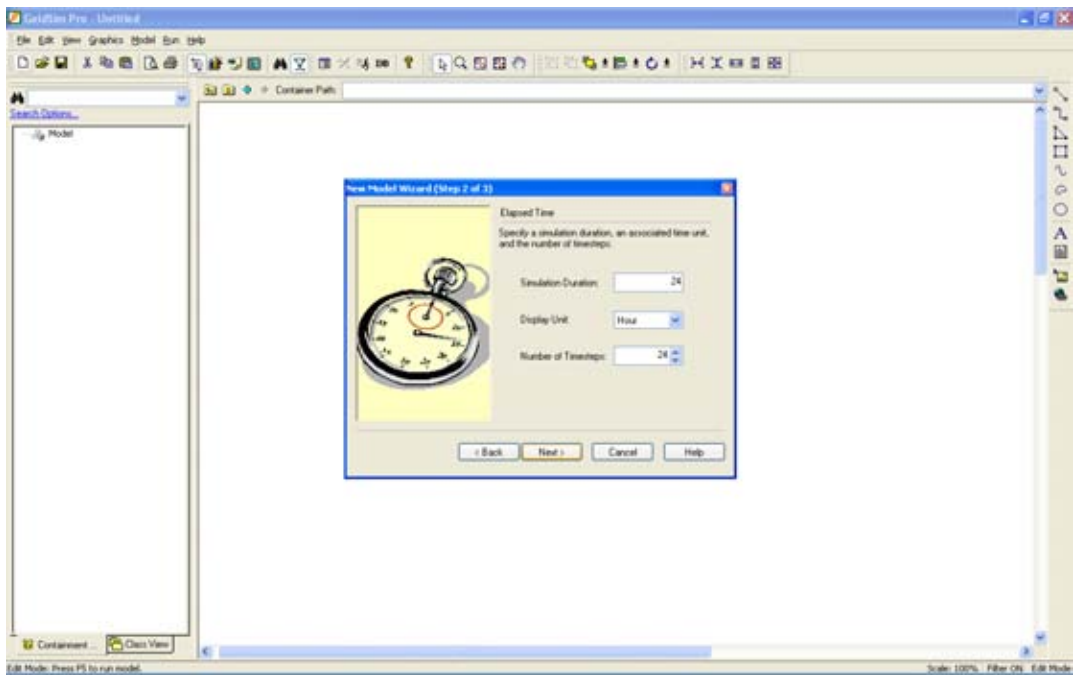
การสร้างแบบจำลองลงในโปรแกรมโกลท์ ซิมส์ เริ่มต้นโดยการสร้างชื่อไฟล์ที่  
ต้องการจำลองพร้อมระบุขอบเขตของการจำลองเบื้องต้นให้กับโปรแกรมได้รับทราบก่อน ซึ่งในการ  
จำลองครั้งนี้จะใช้ชื่อไฟล์คือ การลดรอบเวลาการผลิตของผลิตภัณฑ์กล่องแปลงสัญญาณ  
ภายนอกอาคาร ซึ่งดำเนินการ 24 ชั่วโมง ทำการจำลองซ้ำ 1,000 รอบ ซึ่งมีขั้นตอนการใส่ข้อมูลลงใน  
โปรแกรมโกลท์ ซิมส์ 4 ขั้นตอน คือ

- 1) ดำเนินการระบุชื่อไฟล์ให้กับแบบจำลองที่ต้องการสร้าง
- 2) กำหนดช่วงเวลาการผลิตในแบบจำลอง
- 3) กำหนดจำนวนรอบการจำลองการผลิต
- 4) เขียนองค์ประกอบต่างๆในแบบจำลองการผลิต

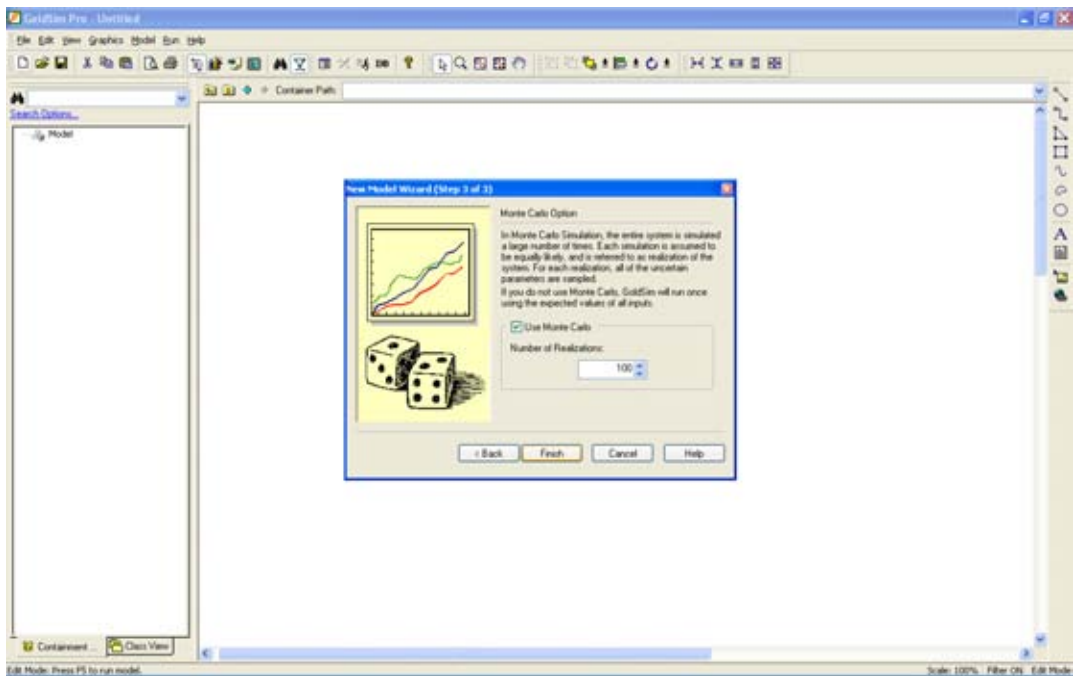
จากขั้นตอนทั้ง 4 สามารถดำเนินการได้ดังรูปที่ ข.1 - รูปที่ ข.4



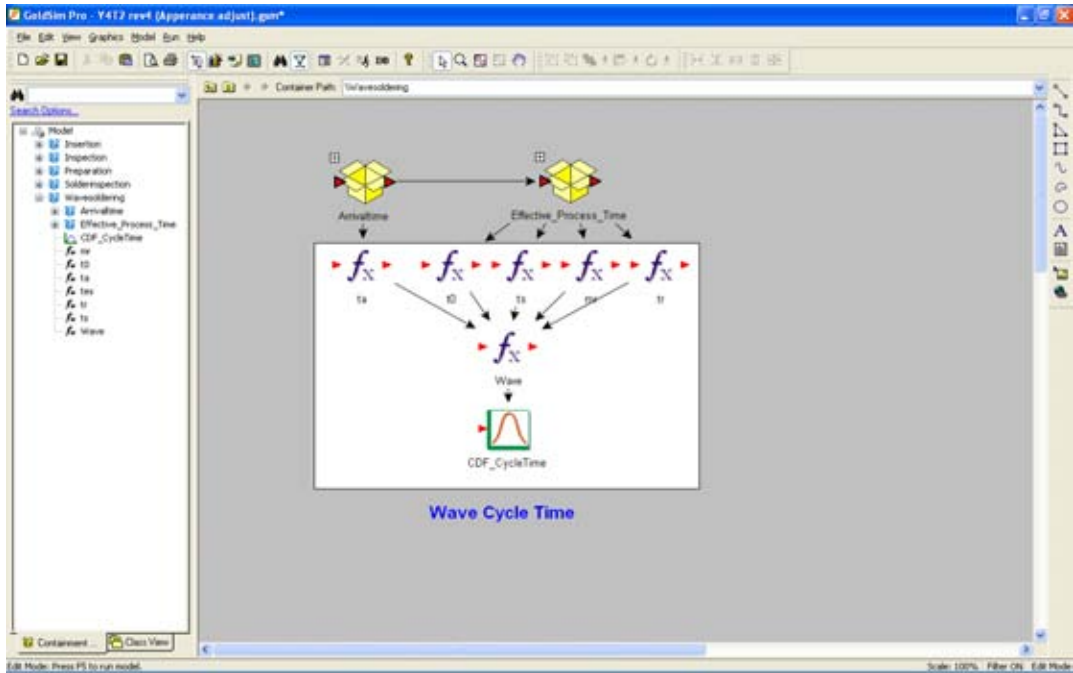
รูปที่ ข.1 ขั้นตอนการระบุชื่อไฟล์ที่ต้องการสร้างในแบบจำลอง



รูปที่ ข.2 ขั้นตอนการกำหนดเวลาการผลิตในแบบจำลอง

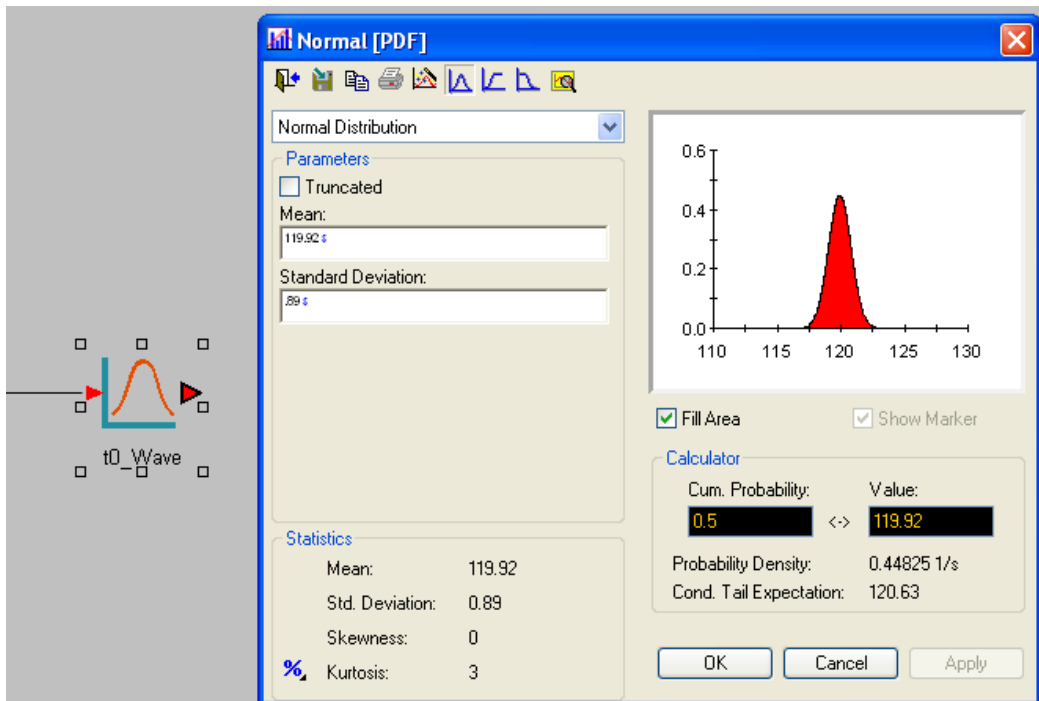


รูปที่ ข.3 ขั้นตอนการกำหนดจำนวนรอบการจำลองการผลิต

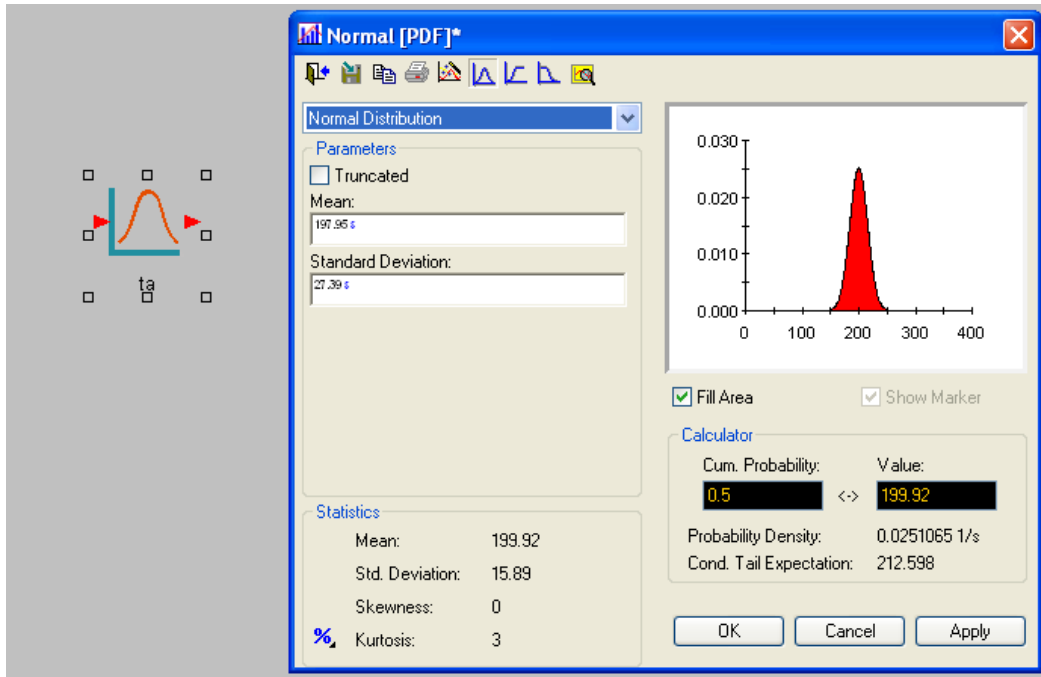


รูปที่ ข.4 ขั้นตอนการเขียนองค์ประกอบต่างๆในแบบจำลองการผลิต

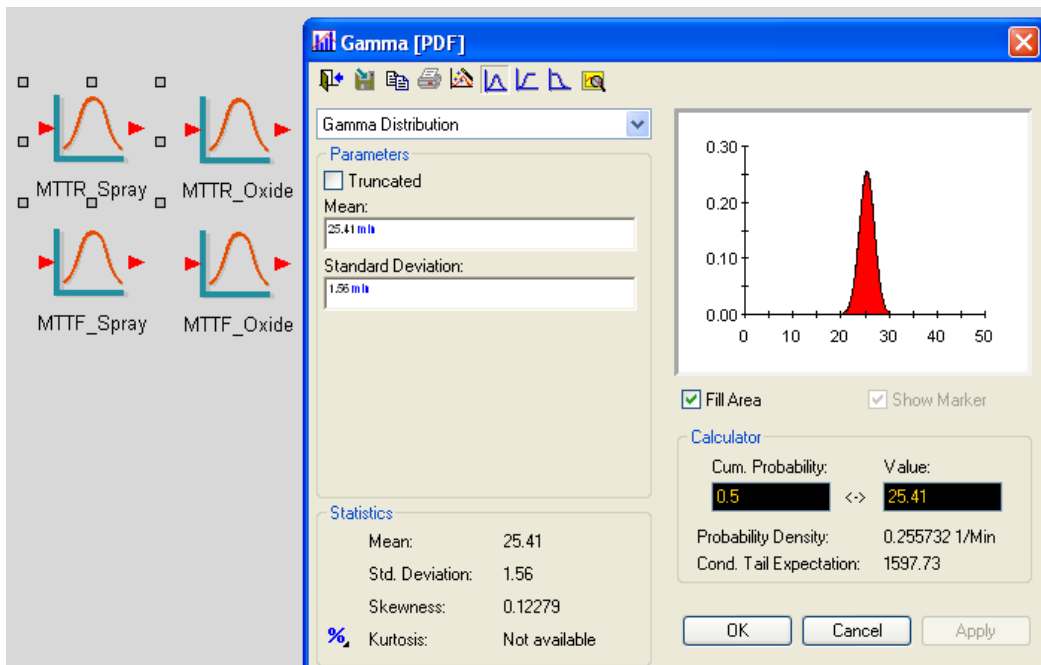
## 2. กำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างให้กับแต่ละองค์ประกอบ



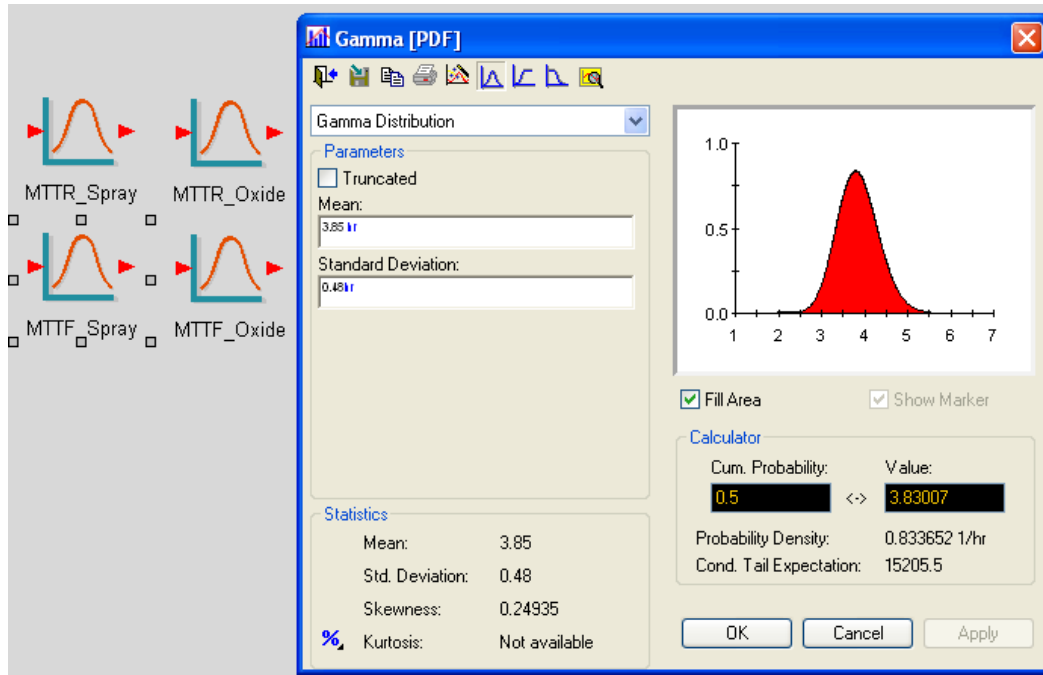
รูปที่ ข.5 รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาดำเนินการผลิตตามธรรมชาติ



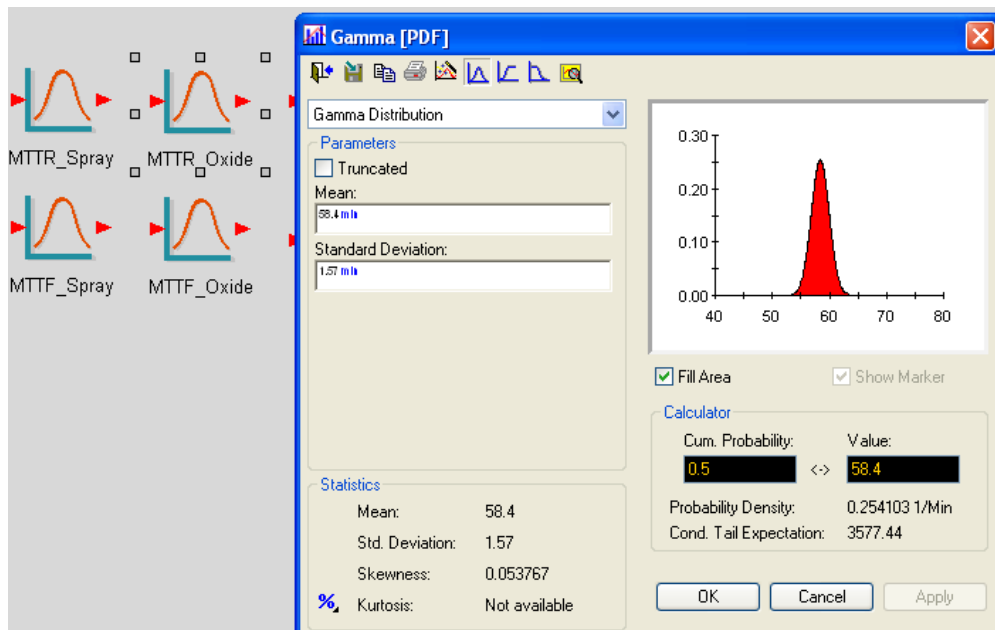
รูปที่ ๑.6 รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาการมาถึงของอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน



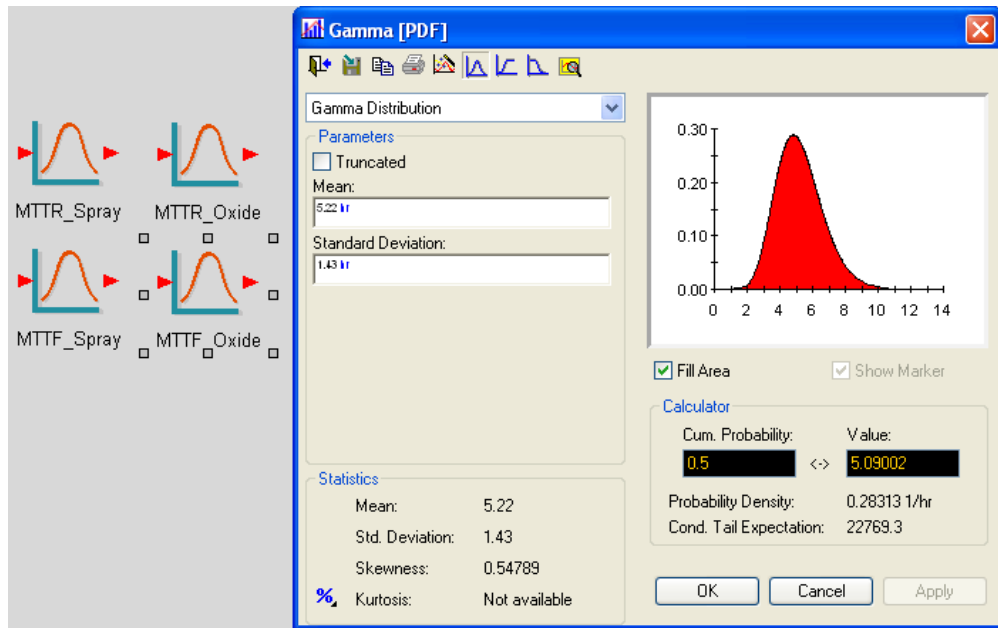
รูปที่ ๑.7 รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาดำเนินการแก้ไขหัวพ่นน้ำยาประสานโดยเฉลี่ยของ  
เวลาในกระบวนการผลิต



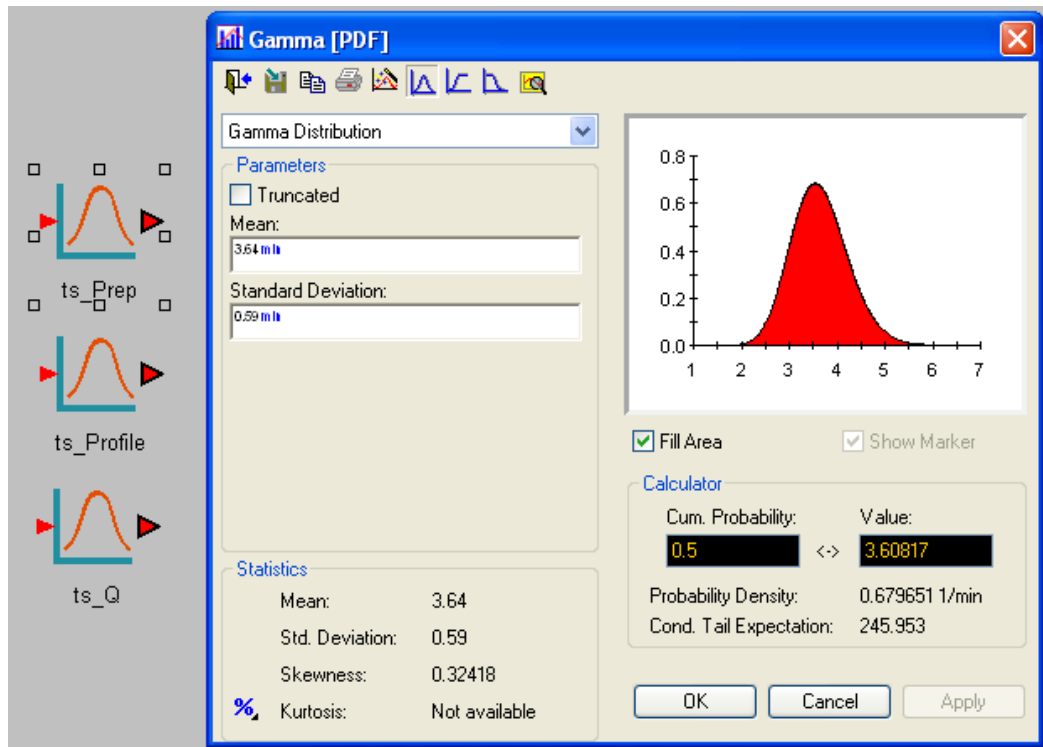
รูปที่ ข.8 รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาดำเนินการโดยเฉลี่ยก่อนเครื่องเคลื่อนน้ำตะกั่วเกิด  
ขัดข้องจากหัวพ่นน้ำยาประสานในเครื่องฉีดปรกติของเวลาในกระบวนการผลิต



รูปที่ ข.9 รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาดำเนินการแก้ไขคราบขี้ตะกั่วในหม้อต้มตะกั่ว  
โดยเฉลี่ย ของเวลาในกระบวนการผลิต

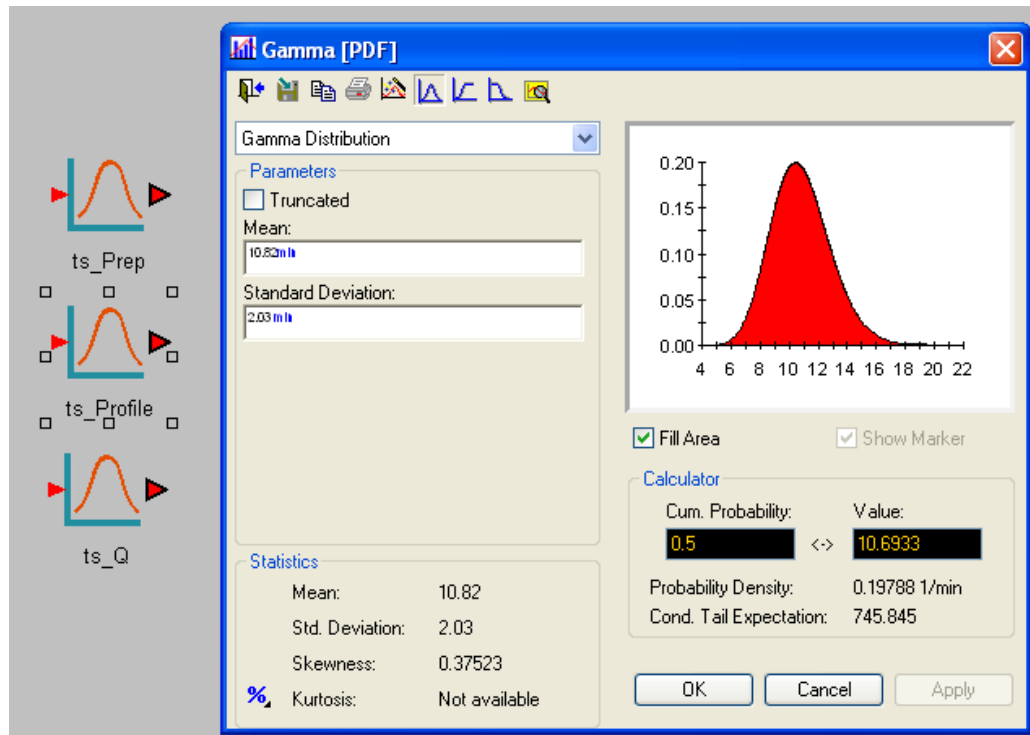


รูปที่ ข.10 รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาดำเนินการโดยเฉลี่ยก่อนเครื่องคลื่นน้ำตะกั่ว เกิดขัดข้องเกิดคราบซีตะกั่วในหม้อต้มตะกั่วของเวลาในกระบวนการผลิต

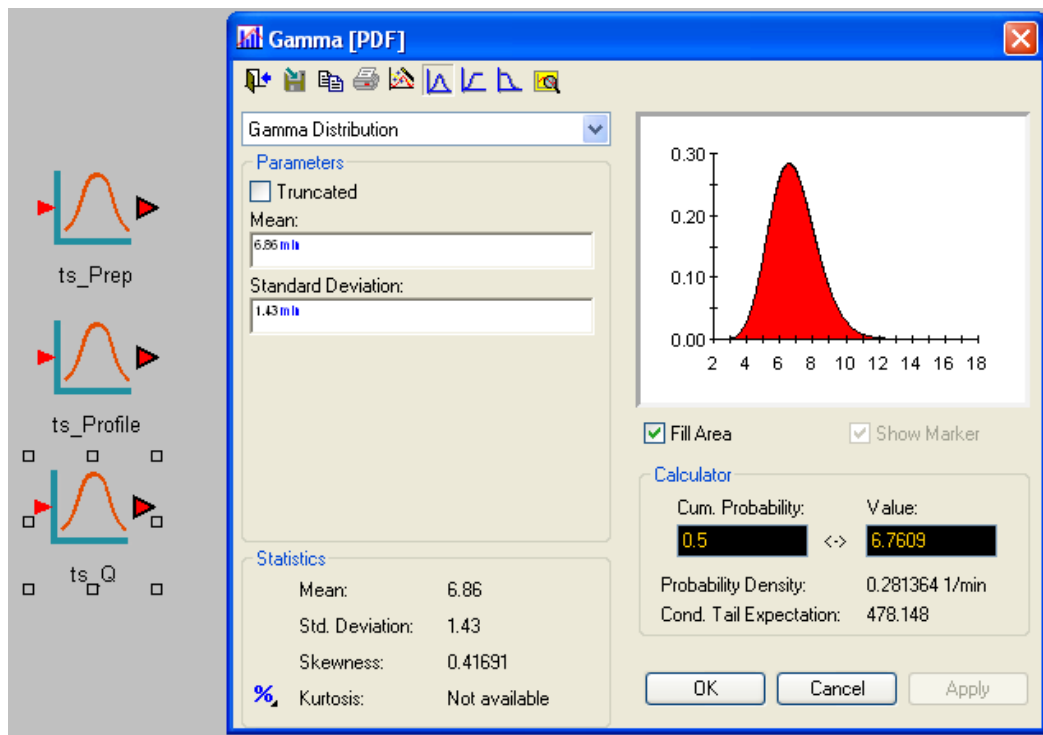


รูปที่ ข.11 รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาดำเนินการเตรียมการปรับตั้ง

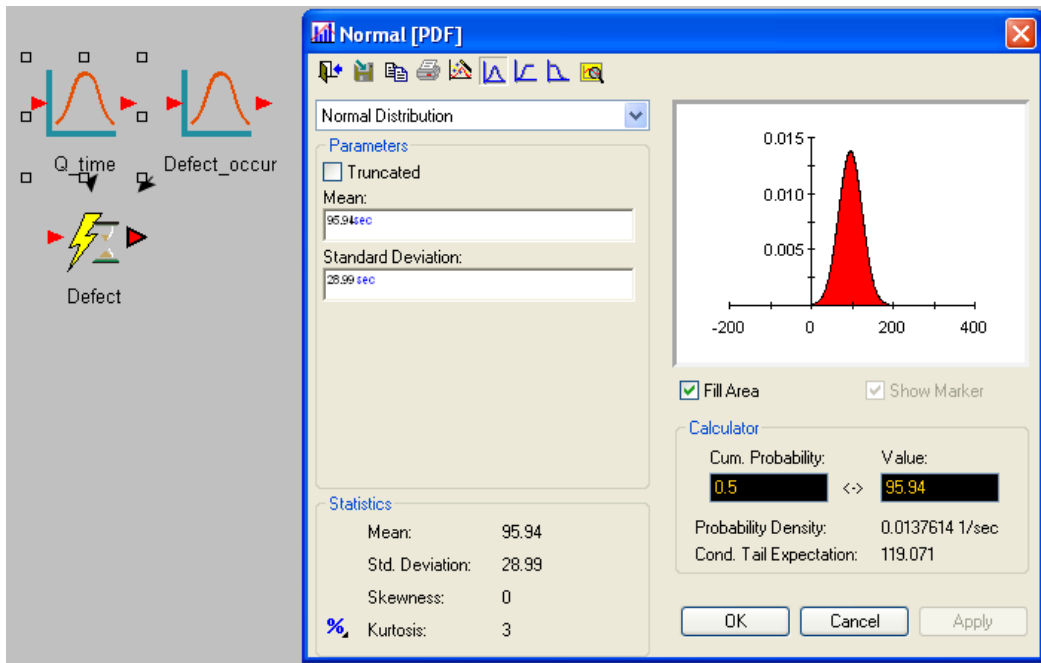




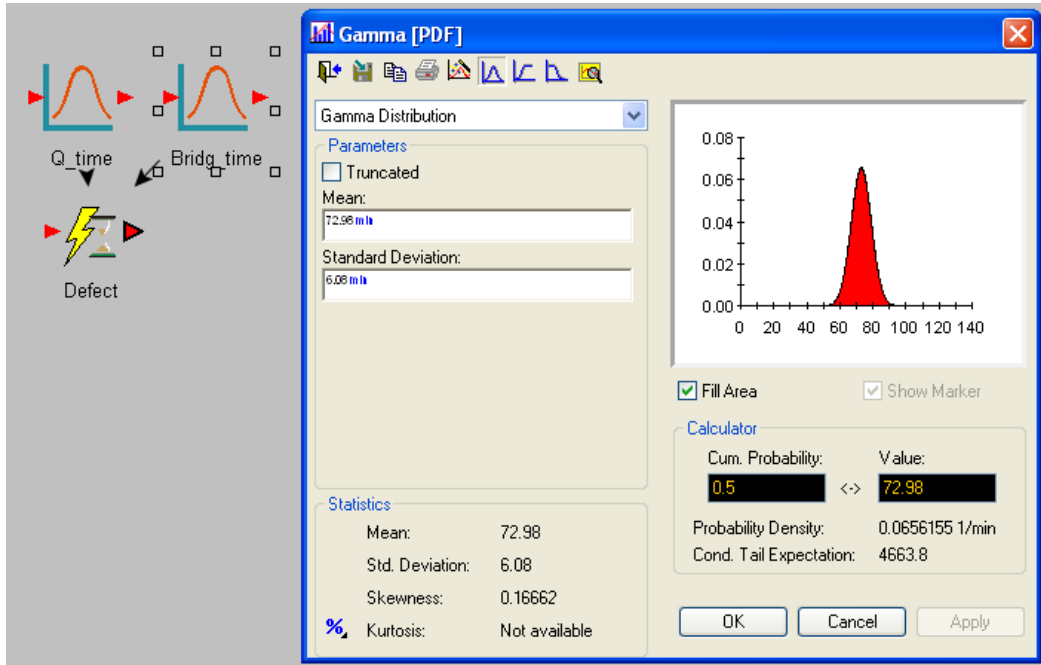
รูปที่ ข.12 รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาดำเนินการปรับตั้งพารามิเตอร์



รูปที่ ข.13 รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาดำเนินการตรวจคุณภาพตะกั่วพารามิเตอร์



รูปที่ ข.14 รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วไม่เต็ม



รูปที่ ข.15 รายละเอียดการใส่ข้อมูลปัจจัยเวลาแก้ไขปัญหาคุณภาพตะกั่วทอดสะพาน

ภาคผนวก ค

ข้อมูลรอบเวลาการผลิตจากผลของแบบจำลองสถานการณ์

ตารางที่ ค.1: ข้อมูลรอบเวลาการผลิตจากแบบจำลองสถานการณ์ หน่วย : วินาที/ชิ้น

ครั้งที่	รอบเวลาการผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์
1	543.22	11	522.72	21	472.78	31	507.05	41	576.16	51	473.37
2	512.06	12	521.84	22	505	32	546.67	42	549.7	52	534.51
3	497.4	13	583.49	23	479.06	33	585.41	43	590.01	53	505.64
4	531.22	14	562.97	24	519.73	34	499.85	44	550.78	54	541.86
5	507.94	15	532.13	25	481.78	35	509.92	45	518.29	55	551.58
6	510.23	16	523.76	26	536.53	36	543.35	46	543.35	56	526.02
7	602.62	17	469.28	27	552.36	37	483.78	47	460.56	57	538.35
8	457.15	18	575.86	28	494.75	38	468.75	48	523.1	58	492.17
9	517.17	19	544.01	29	533.02	39	499.2	49	470.36	59	524.84
10	589.49	20	544.89	30	537.56	40	603.03	50	475.1	60	504.82

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์
61	527.63	71	569.07	81	549.05	91	490.97	101	511.28	111	556.54
62	537.63	72	496.17	82	517.77	92	491.56	102	532.53	112	498.34
63	522.79	73	598.71	83	579.92	93	599.36	103	567.39	113	481.46
64	504.47	74	533.03	84	483.39	94	549.91	104	461.94	114	547.96
65	551.52	75	561.06	85	595.38	95	526.72	105	470.46	115	491.1
66	547.05	76	514.71	86	545.12	96	564.02	106	508.17	116	505.77
67	507.86	77	554.19	87	567.3	97	538.85	107	513.52	117	494.86
68	525.59	78	502.45	88	535.98	98	497.56	108	549.54	118	526
69	510.22	79	555.72	89	545.8	99	486.37	109	574.99	119	566.8
70	537.76	80	505.76	90	526.09	100	502.04	110	465.71	120	541.74

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

	รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ	
ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่
	แบบจำลอง		แบบจำลอง		แบบจำลอง		แบบจำลอง		แบบจำลอง		แบบจำลอง	
	สถานการณ์		สถานการณ์		สถานการณ์		สถานการณ์		สถานการณ์		สถานการณ์	
121	568.25	131	499.47	141	525.93	151	508.12	161	567.21	171	497.28	
122	526.62	132	538.3	142	480.32	152	526.03	162	573.09	172	559.01	
123	460.21	133	564.35	143	518.38	153	530.13	163	519.6	173	478.48	
124	460.64	134	460.97	144	515.51	154	534.41	164	508.75	174	533.08	
125	589.74	135	533.15	145	508.17	155	606.25	165	483.46	175	556.79	
126	510.7	136	545.03	146	534.86	156	555.73	166	537.45	176	556.27	
127	543.58	137	534.18	147	508.25	157	507.14	167	551.76	177	512.74	
128	528.49	138	542.34	148	585.1	158	475.29	168	510.06	178	573.96	
129	570.33	139	511.28	149	506.93	159	533.35	169	498.16	179	490.39	
130	461.03	140	484.65	150	514.56	160	528.09	170	565.05	180	547.69	

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

	รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ	
ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่
	แบบจำลอง		แบบจำลอง		แบบจำลอง		แบบจำลอง		แบบจำลอง		แบบจำลอง	
	สถานการณ์		สถานการณ์		สถานการณ์		สถานการณ์		สถานการณ์		สถานการณ์	
181	548.96	191	483.78	201	546.57	211	494.01	221	511.53	231	546.23	
182	541.87	192	526.49	202	550.62	212	541.42	222	530.28	232	525.1	
183	531.88	193	499.78	203	522.94	213	476.49	223	558.71	233	559.01	
184	541.69	194	511.32	204	491.14	214	523.08	224	466.77	234	571.13	
185	537.26	195	547.53	205	593.1	215	517.94	225	560.13	235	527.54	
186	495.76	196	556.2	206	585.97	216	549.49	226	602.76	236	540.64	
187	534.72	197	517.49	207	540.8	217	500.35	227	493.05	237	496.7	
188	591.36	198	544.71	208	546.46	218	550.72	228	553.44	238	533.6	
189	601.57	199	547.06	209	531.37	219	514.76	229	479.52	239	519.12	
190	500.16	200	521.07	210	523.94	220	533.14	230	548.42	240	554.36	

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

	รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ	
ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่
	แบบจำลอง		แบบจำลอง		แบบจำลอง		แบบจำลอง		แบบจำลอง		แบบจำลอง	
	สถานการณ์		สถานการณ์		สถานการณ์		สถานการณ์		สถานการณ์		สถานการณ์	
241	554.37	251	565.77	261	497.05	271	519.62	281	528.69	291	544.04	
242	517.69	252	496.81	262	572.17	272	595.91	282	572.34	292	563.94	
243	596.98	253	463.49	263	539.64	273	496.65	283	491.88	293	517.48	
244	539.87	254	598.67	264	548.1	274	514.85	284	516.69	294	520.32	
245	596.72	255	529.29	265	552.42	275	518.99	285	566.38	295	510.75	
246	548.73	256	515.49	266	504.92	276	461.74	286	535.47	296	559.71	
247	570.43	257	571.67	267	468.36	277	535.48	287	510.9	297	513.62	
248	582.44	258	470.76	268	554.04	278	486.14	288	528.11	298	504.02	
249	522.27	259	553	269	505.52	279	539.12	289	579.81	299	486.96	
250	541.3	260	464.2	270	452.8	280	558.03	290	564.77	300	564.73	



ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

	รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ	
ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่	ผลิตจาก	ครั้งที่
	แบบจำลอง		แบบจำลอง		แบบจำลอง		แบบจำลอง		แบบจำลอง		แบบจำลอง	
	สถานการณ์		สถานการณ์		สถานการณ์		สถานการณ์		สถานการณ์		สถานการณ์	
301	482.25	311	506.07	321	596.85	331	505.36	341	522.38	351	501.16	
302	553.43	312	515.99	322	509.68	332	527.73	342	492.88	352	513.69	
303	520.07	313	533.36	323	569.88	333	502.14	343	530.74	353	506.31	
304	536.81	314	558.82	324	576.64	334	504.46	344	556.6	354	532.86	
305	477.41	315	460.44	325	543.92	335	538.01	345	495.27	355	549.14	
306	522.75	316	517.72	326	552.85	336	543.3	346	496.78	356	530.62	
307	557.44	317	504.54	327	565	337	571.14	347	529.17	357	574.83	
308	557.36	318	483.87	328	565.26	338	472.82	348	518.99	358	550.13	
309	554.11	319	558.63	329	539.79	339	517.95	349	484.89	359	462.14	
310	494.07	320	499.05	330	545.92	340	527.23	350	512.05	360	500.86	

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์
361	518.92	371	560.14	381	531.92	391	535.35	401	529.79	411	554.5
362	496.91	372	498.29	382	572.99	392	587.74	402	483.18	412	519.44
363	500.42	373	560.9	383	469.86	393	511.2	403	545.99	413	512.31
364	571.79	374	506.42	384	528.56	394	481.48	404	526.27	414	539.22
365	543.15	375	458.08	385	493.28	395	523.83	405	474.42	415	498.34
366	537.08	376	454.6	386	508.3	396	575.16	406	523.95	416	540.67
367	523.03	377	552.33	387	477.1	397	558.66	407	569.95	417	497.37
368	541.9	378	480.06	388	512	398	524.86	408	493.16	418	544.02
369	490.44	379	554.04	389	507.76	399	564.66	409	510.17	419	550.46
370	523.98	380	500.51	390	490.93	400	536.22	410	498.37	420	471.65

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์
421	553.5	431	518.94	441	499.72	451	525.25	461	515.64	471	508.42
422	557.24	432	558.26	442	483.4	452	606.43	462	474.39	472	505.42
423	516.92	433	480.27	443	510.96	453	533.39	463	492.05	473	536.69
424	560.8	434	455.63	444	544.54	454	486.46	464	526.08	474	460.3
425	562.76	435	539.69	445	523.73	455	599	465	504.6	475	529.69
426	564.36	436	491.99	446	501.62	456	467.22	466	522.06	476	508.19
427	526.01	437	481.34	447	554.03	457	475.45	467	561.95	477	507.36
428	556.7	438	518.81	448	518.09	458	530.9	468	511.12	478	563.99
429	500.44	439	571.66	449	498.77	459	504.18	469	470.19	479	580.24
430	526.92	440	561.54	450	541.52	460	540.5	470	522.22	480	515.66

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์
481	504.21	491	525.38	501	471.78	511	515.69	521	584.81	531	556.17
482	524.19	492	545.34	502	504.95	512	525.81	522	563.27	532	558.85
483	539.14	493	463.67	503	571.97	513	527.84	523	536.39	533	519.84
484	548.51	494	509.71	504	551.58	514	594.16	524	501.99	534	504.18
485	528.37	495	552.47	505	533.06	515	531.5	525	527.08	535	514.81
486	519.96	496	546.24	506	526.2	516	502.08	526	467.77	536	553.01
487	518.09	497	493.78	507	509.69	517	506.43	527	557.62	537	531.54
488	513.72	498	543.64	508	553.1	518	560.29	528	524.61	538	505.41
489	534.56	499	530.38	509	471.87	519	476.81	529	562.05	539	586.25
490	579.99	500	553.62	510	543.95	520	479.66	530	537.49	540	512.86

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์
541	564.02	551	543.49	561	572.8	571	551.1	581	511.67	591	484.09
542	598.35	552	502.54	562	536.91	572	516.45	582	545.42	592	596.48
543	564.42	553	530.13	563	556.37	573	472.28	583	544.07	593	520.65
544	539.62	554	524.9	564	505.39	574	543.16	584	532.5	594	534.26
545	567.22	555	542.51	565	512.14	575	526.5	585	530.99	595	533.37
546	525.17	556	510.24	566	524.82	576	520.99	586	565.2	596	505.98
547	527.97	557	466.44	567	564.74	577	572.07	587	558.23	597	522.84
548	594.11	558	486.55	568	544.65	578	497.6	588	514.77	598	524
549	514.32	559	543.86	569	572.88	579	485.08	589	588.62	599	507.52
550	511.33	560	495.68	570	495.5	580	531.73	590	535.64	600	604.96

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ		รอบเวลาการ	
ครั้งที่	ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์
601	531	611	493.33	621	477.61	631	490.65	641	557.16	651	519.49
602	523.35	612	543.16	622	517.31	632	475.52	642	579.59	652	513.84
603	463.21	613	463.44	623	482.34	633	541.24	643	536.6	653	569.79
604	552.24	614	527.4	624	529.43	634	498.65	644	516	654	588.66
605	520.73	615	554.62	625	501.23	635	565.65	645	523.49	655	537.43
606	522.3	616	522.99	626	532.06	636	533.82	646	510.2	656	578.06
607	539.26	617	517.57	627	497.01	637	513.91	647	535.22	657	518.02
608	574.77	618	505.04	628	598.72	638	538.43	648	555.55	658	501.16
609	539.86	619	607.53	629	560.98	639	500.06	649	502.57	659	566.34
610	553.74	620	558.4	630	492.88	640	550.4	650	506.8	660	499.45

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์
661	486.54	671	517.23	681	550.17	691	542.21	701	549.43	711	520.83
662	583.36	672	476.69	682	471.67	692	599.91	702	564.23	712	511.77
663	483.12	673	466.33	683	479.15	693	523.9	703	528.99	713	477.67
664	524.92	674	555.25	684	501.86	694	457.81	704	527.53	714	545.55
665	548.46	675	520.53	685	598.82	695	524.45	705	547.9	715	532.46
666	549.99	676	581.21	686	577.64	696	543.55	706	524.84	716	531.09
667	459.49	677	526.46	687	485.04	697	541.65	707	481.52	717	522.66
668	501.88	678	545.58	688	512.03	698	473.18	708	537.18	718	525.4
669	535.39	679	499.93	689	512.85	699	490.26	709	563.71	719	582.34
670	502.03	680	511.33	690	567.51	700	499.2	710	529.98	720	499.96

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์
721	500.31	731	559.64	741	550.84	751	502.45	761	517.03	771	467.12
722	476.14	732	544.9	742	506.5	752	503.3	762	574.14	772	460.49
723	566.39	733	526.14	743	513.29	753	462.02	763	497.78	773	536.66
724	514.45	734	493.72	744	494.21	754	486.96	764	496.31	774	508.6
725	543.42	735	493.44	745	555.7	755	510.03	765	538.52	775	492.31
726	480.06	736	531.44	746	525.4	756	493.22	766	569.39	776	506.58
727	515.7	737	504.31	747	534.68	757	542.13	767	561.12	777	500.75
728	528.06	738	562.8	748	567.74	758	559.74	768	525.1	778	470.09
729	546.17	739	517.95	749	598.09	759	537.98	769	531.26	779	501.29
730	508.1	740	532.06	750	490.92	760	539.49	770	509.41	780	566.69



ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์
781	513.12	791	482.69	801	474.53	811	522.6	821	506.52	831	539.16
782	498.93	792	553.1	802	524.44	812	556.33	822	525	832	513.27
783	506.15	793	498.18	803	525.91	813	520.54	823	533.14	833	541.36
784	516.17	794	495.32	804	476.12	814	499.15	824	568.27	834	471.22
785	559.39	795	477.95	805	552.91	815	545.14	825	460.52	835	514.58
786	535.71	796	536.47	806	539.03	816	520.06	826	530.63	836	543.9
787	486.06	797	565.51	807	508.4	817	532.96	827	508.62	837	569.7
788	540.89	798	510.37	808	540.5	818	515.19	828	573.59	838	600.95
789	543	799	527.68	809	535.83	819	540.8	829	535.64	839	498.78
790	528.35	800	562.49	810	550.59	820	566.66	830	598.8	840	525.41

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์
841	538.67	851	458.35	861	518.74	871	604.57	881	525.97	891	538.9
842	528.88	852	508.93	862	484.37	872	539.32	882	548.91	892	570.91
843	534.7	853	464.14	863	530.04	873	528.62	883	587.95	893	486.14
844	500.13	854	478.03	864	511.1	874	556.31	884	514.56	894	537.1
845	504.34	855	544.04	865	509.12	875	548.01	885	553.95	895	533.12
846	540.37	856	516.46	866	566.55	876	558.22	886	515.44	896	528.69
847	511.81	857	567.9	867	518.48	877	574.94	887	531.66	897	494.84
848	593.69	858	498.96	868	521.89	878	565.86	888	521.49	898	498.4
849	454.75	859	552.92	869	557.34	879	496.09	889	512.64	899	557.42
850	525.85	860	538.75	870	524.82	880	555.76	890	531.89	900	504.49

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการ ผลิตจาก แบบจำลอง สถานการณ์
901	515.3	911	518.17	921	593.88	931	482.68	941	507.42	951	494.92
902	544.76	912	594.07	922	534.31	932	492.78	942	511.99	952	523.87
903	552.5	913	581.4	923	549.19	933	521.54	943	550.14	953	517.48
904	547.77	914	505.63	924	540.34	934	472.36	944	527	954	478.15
905	506.93	915	499.97	925	543.92	935	572.2	945	507.66	955	541.92
906	589.31	916	518.63	926	553.09	936	535.19	946	476.8	956	545.76
907	580.55	917	508.14	927	503.35	937	493.19	947	511.25	957	504.3
908	536.27	918	529.15	928	504.01	938	512.32	948	527.99	958	461.96
909	510.82	919	527.31	929	526	939	557.63	949	534.3	959	602.55
910	505.03	920	513.08	930	564.54	940	552.34	950	505.66	960	538.28

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

ครั้งที่	รอบเวลาการผลิตจาก แบบจำลองสถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการผลิตจาก แบบจำลองสถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการผลิตจาก แบบจำลองสถานการณ์	ครั้งที่	รอบเวลาการผลิตจาก แบบจำลองสถานการณ์
961	512.68	971	505.2	981	523.78	991	604.06
962	565.97	972	531.77	982	542.38	992	521.81
963	535.02	973	476.86	983	516.74	993	532.16
964	502.45	974	523.51	984	500.48	994	533.83
965	549.67	975	540.27	985	527.72	995	558.3
966	550.08	976	490.1	986	588.35	996	475.9
967	553.67	977	480.5	987	592	997	508.35
968	506.35	978	498.55	988	502.56	998	540.6
969	515.17	979	479.03	989	527.06	999	527.39
970	555.89	980	569.07	990	547.13	1000	553.68

ภาคผนวก ง

ข้อมูลผลการปรับปรุงการผลิต

ตารางที่ ง.1: เวลาการผลิตตามธรรมชาติหลังทำการปรับปรุง (หน่วย: วินาที)

ครั้งที่	เวลาการผลิตตามธรรมชาติหลังทำการปรับปรุง	ครั้งที่	เวลาการผลิตตามธรรมชาติหลังทำการปรับปรุง	ครั้งที่	เวลาการผลิตตามธรรมชาติหลังทำการปรับปรุง	ครั้งที่	เวลาการผลิตตามธรรมชาติหลังทำการปรับปรุง	ครั้งที่	เวลาการผลิตตามธรรมชาติหลังทำการปรับปรุง	ครั้งที่	เวลาการผลิตตามธรรมชาติหลังทำการปรับปรุง
1	97.36	11	98.26	21	97.33	31	98.22	41	98.76	51	97.57
2	98.2	12	98.22	22	98.53	32	95.82	42	98.08	52	98.63
3	97.23	13	97.93	23	98.63	33	99.51	43	99.06	53	98.01
4	99.2	14	97.65	24	98.14	34	97.69	44	97.69	54	97.6
5	98.74	15	97.6	25	97.82	35	97.52	45	98.64	55	100.06
6	98.43	16	97.73	26	98.33	36	97.3	46	97.64	56	98.59
7	98.23	17	95.58	27	98.22	37	97.44	47	97.46	57	98.42
8	96.6	18	97.6	28	97.91	38	97.96	48	97.21	58	97.29
9	96.73	19	97.45	29	98.78	39	97.63	49	97.94	59	98.73
10	98.68	20	98.35	30	97.52	40	98.81	50	97.51	60	97.46

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลาการผลิตตามธรรมชาติ หลังทำการปรับปรุง	ครั้งที่	เวลาการผลิตตามธรรมชาติ หลังทำการปรับปรุง	ครั้งที่	เวลาการผลิตตามธรรมชาติ หลังทำการปรับปรุง	ครั้งที่	เวลาการผลิตตามธรรมชาติ หลังทำการปรับปรุง
61	97.82	71	98.1	81	96.94	91	97.9
62	96.95	72	97.82	82	98.04	92	97.66
63	99.17	73	97.26	83	97.02	93	97.89
64	96.14	74	98.17	84	97.42	94	98.65
65	97.38	75	97.95	85	98.22	95	97.59
66	97.46	76	98.31	86	97.23	96	98.03
67	97.38	77	99.2	87	98.55	97	97.85
68	97.08	78	98.73	88	98.09	98	97.93
69	98.87	79	98.45	89	98.23	99	98.74
70	97.51	80	99.23	90	97.86	100	96.93

ตารางที่ ง.2: เวลาการรอคอยฟักเจอร้หลังทำการปรับปรุง (หน่วย: วินาที)

ครั้งที่	เวลาการรอคอย ฟักเจอร้หลังทำ การปรับปรุง	ครั้งที่	เวลาการรอคอย ฟักเจอร้หลังทำ การปรับปรุง	ครั้งที่	เวลาการรอคอย ฟักเจอร้หลังทำ การปรับปรุง	ครั้งที่	เวลาการรอคอย ฟักเจอร้หลังทำ การปรับปรุง	ครั้งที่	เวลาการรอคอย ฟักเจอร้หลังทำ การปรับปรุง	ครั้งที่	เวลาการรอคอย ฟักเจอร้หลังทำ การปรับปรุง
1	28.42	11	32.38	21	28.78	31	32.59	41	31.32	51	35.15
2	33.09	12	31.62	22	26.01	32	32.33	42	27.2	52	36.4
3	34.43	13	31.38	23	31.32	33	25.23	43	26.13	53	28.1
4	24.82	14	35.28	24	33.1	34	30.46	44	26.15	54	30.63
5	27.84	15	35.71	25	26.85	35	27.75	45	26.73	55	34.73
6	27.06	16	31.92	26	24.74	36	29.27	46	33.78	56	28.54
7	32.64	17	31.25	27	28.84	37	29.49	47	26.58	57	26.9
8	28.93	18	32.32	28	27.72	38	35.45	48	26.39	58	30.11
9	29.12	19	32.29	29	31.73	39	30.83	49	28.13	59	26.94
10	29.56	20	23.97	30	25.24	40	29.93	50	27.86	60	29.14



ตารางที่ ง.2 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลาการรอคอยฟีกเจอร์หลัง ทำการปรับปรุง	ครั้งที่	เวลาการรอคอยฟีกเจอร์หลัง ทำการปรับปรุง	ครั้งที่	เวลาการรอคอยฟีกเจอร์หลัง ทำการปรับปรุง	ครั้งที่	เวลาการรอคอยฟีกเจอร์หลัง ทำการปรับปรุง
61	27.38	71	25.08	81	34.92	91	32.55
62	25.79	72	34.45	82	27.07	92	29.44
63	27.55	73	30.11	83	35.66	93	36.51
64	37.66	74	36.02	84	31.63	94	26.08
65	26.75	75	33.51	85	30.99	95	25.84
66	36.02	76	33.12	86	28.7	96	24.54
67	28.68	77	33.11	87	37.51	97	28.18
68	31.36	78	31.99	88	25.59	98	39.47
69	32.38	79	29.68	89	33.56	99	30.77
70	37.64	80	32.14	90	31.07	100	34.87

ตารางที่ ง.3: เวลาการปรับตั้งเครื่อง(หน่วย: นาที)

ครั้งที่	เวลาการปรับตั้ง เครื่อง	ครั้งที่	เวลาการปรับตั้ง เครื่อง	ครั้งที่	เวลาการปรับตั้ง เครื่อง	ครั้งที่	เวลาการปรับตั้ง เครื่อง	ครั้งที่	เวลาการปรับตั้ง เครื่อง	ครั้งที่	เวลาการปรับตั้ง เครื่อง
1	20.71	11	21.62	21	21.03	31	20.64	41	20.42	51	20.08
2	20.79	12	21.4	22	21.02	32	20.91	42	19.32	52	19.58
3	20.8	13	21.35	23	20.93	33	21.51	43	20.22	53	20.78
4	20.37	14	21.55	24	21.8	34	21.72	44	20.12	54	21.11
5	22.05	15	22.8	25	21.02	35	19.93	45	19.81	55	20.15
6	21.06	16	20.81	26	21.18	36	21.03	46	20.89	56	21.38
7	22.02	17	21.47	27	20.67	37	20.17	47	20.87	57	21.02
8	22.06	18	22.05	28	19.84	38	20.55	48	19.97	58	20.48
9	20.74	19	22.82	29	22.23	39	23.8	49	21.49	59	21.6
10	21.26	20	21.08	30	21.5	40	20.69	50	20.88	60	19.89

ตารางที่ ง.3 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลาการปรับตั้งเครื่อง	ครั้งที่	เวลาการปรับตั้งเครื่อง	ครั้งที่	เวลาการปรับตั้งเครื่อง	ครั้งที่	เวลาการปรับตั้งเครื่อง
61	21.35	71	20.69	81	21.91	91	21.46
62	20.03	72	19.88	82	20.99	92	22.3
63	20.02	73	19.98	83	20.25	93	20.81
64	20.94	74	22.41	84	22.52	94	22.07
65	22.2	75	19.74	85	20.95	95	21.6
66	20.45	76	20.43	86	19.14	96	20.45
67	20.13	77	20.61	87	22.1	97	21.43
68	21.13	78	21.08	88	19.57	98	19.5
69	21.08	79	20.24	89	20.91	99	21.8
70	20.06	80	20.82	90	22.15	100	22.09

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายปถมพล พิกุลทอง เกิดวันที่ 23 ธันวาคม 2523 ที่จังหวัดพังงา สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2546 เข้าทำงานที่บริษัท แชนมินา-ไซ ซีเอสเอ็มเอส (ประเทศไทย) จำกัด หลังจบการศึกษาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบดูแลกำลังการผลิตโดยรวมของบริษัท ปรับปรุงการผลิตตามแนวทางลีนซิกซ์ซิกม่า ดูแลฝั่งสายการผลิตของทั้งโรงงานและสร้างความพร้อมในการรองรับการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (ภาคนอกเวลาราชการ) สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีการศึกษา 2551