การเพิ่มอัตราผลผลิตของสายการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จในการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

นายอัครวัฒน์ ไค่นุ่นสิงห์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

INCREASING PRODUCTIVITY OF HEAD STACK ASSEMBLY LINE IN HARD DISK DRIVE MANUFACTURING

Mr. Aukrawat Kainunsingh

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเพิ่มอัตราผลผลิตของสายการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จในการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ
โดย	นายอัครวัฒน์ ไค่นุ่นสิงห์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร)

…… กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

…… กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา กาญจนสุนทร)

อัครวัฒน์ ไค่นุ่นสิงห์ : การเพิ่มอัตราผลผลิตของสายการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จในการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (INCREASING PRODUCTIVITY OF HEAD STACK ASSEMBLY LINE IN HARD DISK DRIVE MANUFACTURING)
อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร, 140 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มอัตราผลผลิตด้านแรงงานของสายการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จในการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟของโรงงานหนึ่ง ซึ่งมีจำนวน 13 สถานีงาน ได้แก่ ประกอบ flex cable กับแขนอ่าน เชื่อมต่อVCM ประกอบหัวอ่านเขียน ตอกยึด ใส่ตัวแยกหัวอ่าน ทาน้ำยาประสาน เชื่อมต่อวงจร ตรวจสอบการเชื่อม ตรวจสอบตำแหน่ง ตรวจสอบแรงกด บันทึกหมายเลข ทดสอบทางไฟฟ้า และตรวจสอบขั้นสุดท้าย ปัญหาความสูญเปล่าและสถานีงานคอขวดของสายการผลิตได้ดำเนินการปรับปรุงโดย (1) ลดข้อบกพร่องของการรับสัญญาณอ่านโดยทบทวนความสัมพันธ์ระหว่างความผันแปรของกระบวนการผลิตและข้อกำหนดสัญญาณอ่านใหม่ และได้ลดจำนวนเสียหายจากไฟฟ้าสถิตของชุดหัวอ่านโดยปรับปรุงวิธีสลายประจุไฟฟ้าสถิต (2) ลดเวลาการถอด ประกอบ และปรับตั้งเครื่องจักรโดยปรับปรุงระบุสัญลักษณ์ตำแหน่ง (3) ลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นโดยให้ทำงานเป็นแบบขนาน (4) ลดเวลารอคอยการรับจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบโดยติดตั้งสัญญาณร้องขอวัตถุดิบเวลาต้องการ (5) ลดรอบเวลาการทำงานของสถานีงานที่อยู่ในเกณฑ์สูงจำนวน 4 สถานีงาน โดยปรับกิจกรรมของคนให้ทำงานร่วมกับเครื่องจักร ลดเวลาการทำงานของเครื่องจักรลง และขจัดกิจกรรมที่ไม่ก่อคุณค่าต่อผลิตภัณฑ์

ผลการศึกษาพบว่า (1) ข้อบกพร่องชิ้นงานชุดหัวอ่านเขียนลดลงจากเดิมร้อยละ 0.34 เหลือร้อยละ 0.07 (2) เวลาการถอด ประกอบชิ้นส่วน และปรับตั้งเครื่องจักรลดลงจาก 64 เหลือ 12 นาทีต่อครั้ง (3) เวลาการเปลี่ยนรุ่นลดลงจาก 12 เหลือ 6.5 นาทีต่อครั้ง (4) การรอรับจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบไม่เกิดขึ้น (5) ขั้นตอนการทำงานลดลงจาก 13 เหลือ 12 ขั้นตอน (6) รอบเวลาของกระบวนการผลิตลดลงจาก 12.3 เป็น 11.1 วินาที (7) ผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 6146 เป็น 6810 ชิ้นต่อวัน หรือคิดเป็นร้อยละ 10.8 (8) พนักงานในการผลิตลดลงจาก 23 เหลือ 22 คน และ (9) อัตราผลผลิตด้านแรงงานเพิ่มขึ้นจาก 12.7 เป็น 14.7 ชิ้นต่อชั่วโมงแรงงาน คิดเป็นร้อยละ 18.23 ของก่อนการปรับปรุง

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
ปีการศึกษา 2551 ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม.....

4971526421: MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORDS: PRODUCTIVITY / WORK STUDY / LEAN / HEAD STACK ASSEMBLY
AUKRAWAT KAINUNSINGH : INCREASING PRODUCTIVITY OF HEAD STACK ASSEMBLY LINE IN HARD DISK DRIVE MANUFACTURING
ADVISOR: ASST. PROF. SOMCHAI PUAJINDANETR, Ph.D., 140 pp.

The objective of this study was to increase the labor productivity of head stack assembly line in hard disk drive manufacturing. The head stack assembly process consisted of 13 workstations which were Flex cable and carriage assembly VCM soldering Head assembly Swaging Head separator insertion Flux apply Beam soldering Solder inspection Alignment test Gramload test Serial reader Electrical test and Final inspection. Finding causes of waste and retarding work station in the process were (1) Reducing the defect of reading signal by revising the specification and reading head damage from electrical discharge by improve method of electrical discharge. (2) Reducing the machine repairing time by refer positioning symbol. (3) Reducing model changing time by work parallel method. (4) Reducing material waiting time by applied material request signal. (5) Reducing the cycle time of 4 retarding work stations by re-arrange the activity between man and machine machine time reduction and eliminate non-value add work station.

The results of improvement (1) Defects of head stack assembly reducing from 0.34% to 0.07% of production assessment from process cycle time (2) Machine repairing time reducing from 64 to 12 minute per cycle time. (3) Model changing time reducing from 12 to 6.5 minute per cycle time. (4) No material waiting time. (5)The work stations reducing from 13 to 12 work stations (6) Process cycle time reduce from 12.3 to 11.1 second. (7) Productivity was increase from 6146 to 6810 pieces/day or 10.8% (8) Manpower was reducing from 23 to 22 operators. (9) The labor productivity was increase from 12.7 to 14.7 pieces/man-hours or 18.23%

Department: Industrial Engineering Student's Signature.....
Field of Study: Industrial Engineering Advisor's Signature .....…
Academic Year: 2008 Co-Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากความอนุเคราะห์เป็นอย่างดีจากท่านอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำแนวทาง และติดตาม การทำงานวิจัย อันเป็นประโยชน์อย่างสูงมาโดยตลอด และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา กาญจนสุนทร ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าตรวจสอบถึงความสมบูรณ์และข้อคิดเห็นเพิ่มเติมในการจัดทำ

ขอขอบพระคุณพนักงานทุกท่านของโรงงานกรณีศึกษา ที่ได้สละเวลาช่วยเหลือ ให้ข้อมูลตลอดจนให้ความร่วมมือในการให้คำแนะนำการปรับปรุง ให้การทำงานวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายนี้ผู้ทำการวิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้ให้การอบรม สั่งสอน และส่งเสริมสนับสนุนจนสำเร็จการศึกษา ญาติพี่น้อง และเพื่อนทุกคนที่คอยสนับสนุนช่วยเหลือและให้กำลังใจ ตลอดจนขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาแก่ผู้วิจัย จนสามารถทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ญ

สารบัญภาพ.....ฏ

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 บทนำ.....1

1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....2

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....3

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย.....3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....4

1.6 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงานวิจัย.....4

1.7 การดำเนินงานวิจัย.....6

บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....7

2.1 ความหมายของประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และอัตราผลผลิต.....7

2.2 แนวทางการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา.....10

2.2.1 เครื่องมือคุณภาพทั้ง 7.....10

2.2.2 การวิเคราะห์กระบวนการและกิจกรรม.....11

2.2.3 เทคนิค 5W 1H 14

2.3 แนวทางการปรับปรุงการทำงาน.....16

2.3.1 หลักการของ ECRS 16

2.4 หลักการปรับปรุงของการผลิตแบบลีน 16

2.4.1 ประวัติและมุมมองของลีน.....17

2.4.2 หลักการผลิตแบบลีน.....26

หน้า

2.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตแบบลีน……..…….....28
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…….....37
2.5.1 การปรับปรุงกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ.....37
2.5.2 การลดความสูญเปล่าและเพิ่มอัตราผลผลิต.....38

บทที่ 3 การศึกษาสภาพทั่วไปและปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา.....41
3.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน.....41
3.1.1 ประวัติความเป็นมา.....41
3.1.2 ผลิตภัณฑ์ของโรงงาน.....41
3.1.3 กระบวนการผลิตชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ.....41
3.1.4 สภาพทั่วไปของโรงงาน.....45
3.2 การศึกษาสภาพปัญหาของโรงงาน.....45
3.2.1 สภาพปัญหาความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต……..…..45
3.2.2 สภาพปัญหาความสมดุลในสายการผลิต.....62
3.2.3 ผลกระทบของสภาพปัญหาที่มีต่ออัตราผลผลิต.....66
3.2.4 สาเหตุของปัญหา.....67
3.3 สรุปปัญหา สาเหตุ และมาตรการ การดำเนินการแก้ไข.....81

บทที่ 4 การดำเนินการปรับปรุงโรงงานกรณีศึกษา…….....84
4.1 การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต…….....84
4.1.1 ข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์.....84
4.1.2 เวลาการซ่อมเครื่องจักรเสีย.....90
4.1.3 เวลาเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์…….……..93
4.1.4 เวลารอรับการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ……97
4.2 การปรับสมดุลในสายการผลิต.....98
4.2.1 สถานีงานเชื่อมต่อวงจรหัวอ่านเขียนกับ Flex cable….....98
4.2.2 สถานีงานตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียน 100
4.2.3 สถานีงานตรวจสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียน.....102
4.2.4 สถานีงานตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน…….....103

หน้า

บทที่ 5 ผลการดำเนินการปรับปรุงผลิต.....107
5.1 ผลการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต.....107
5.1.1 ผลการลดข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์.....107
5.1.2 ผลการลดเวลาการซ่อมเครื่องจักรเสีย.....108
5.1.3 ผลการลดเวลาเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์.....108
5.1.4 ผลการลดเวลารอรับการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ.....108
5.2 ผลการปรับสมดุลในสายการผลิต.....108
5.2.1 สถานีงานเชื่อมต่อวงจรหัวอ่านเขียนกับ Flex cable.....108
5.2.2 สถานีงานตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียน.....109
5.2.3 สถานีงานตรวจสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียน.....109
5.2.4 สถานีงานตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน.....109
5.3 ผลการประเมินอัตราผลผลิตภายหลังการปรับปรุง.....111
5.3.1 การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต.....111
5.3.2 การปรับสมดุลในสายการผลิต.....114
5.4 การเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง.....114
5.4.1 ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต.....114
5.4.2 ความสมดุลในสายการผลิต.....115
5.4.3 อัตราผลผลิต.....117

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....118
6.1 สรุปผลการวิจัย.....118
6.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย.....119
6.3 ข้อเสนอแนะ.....120

รายการอ้างอิง.....121
ภาคผนวก.....123
ภาคผนวก ก.....124
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....140

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 อัตราผลผลิตด้านแรงงานของโรงงานกรณีศึกษาระหว่างเดือนมกราคม ถึง มิถุนายน……...3

2.1 แผนภูมิและกลุ่มของแผนภูมิ……...12

2.2 สัญลักษณ์มาตรฐานของแผนภูมิการไหล……13

2.3 สาระสำคัญของการตรวจพิจารณาด้วยตนเองโดยการถามตอบด้วย 5W 1 H…….…..... 15

3.1 รายละเอียดในการเตรียมการของแต่ละกะทำงาน…….....……...…45

3.2 ความสูญเปล่า 7 ประการที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต……...……47

3.3 ข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ระหว่างเดือน มกราคม ถึง มิถุนายน 2551……..…….....48

3.4 อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากข้อบกพร่องสัญญาณไม่ผ่านมาตรฐาน เทียบกับอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่คิดบนพื้นฐานรอบเวลาการผลิต……50

3.5 อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากข้อบกพร่องเสียหายจากไฟฟ้าสถิตเทียบกับอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่คิดบนพื้นฐานรอบเวลาการผลิต……..…...51

3.6 อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากการเสียของเครื่องจักร …….....52

3.7 เวลาที่สูญเสียไปจากเครื่องจักรต่างๆเสีย …….....…….....54

3.8 ผลผลิตที่สูญเสียไปจากเครื่องจักรต่างๆเสีย ……..……...…….....54

3.9 สัดส่วนการหยุดสายการผลิตเนื่องจากเครื่องจักรแต่ละชนิด ……...……..…..…55

3.10 เวลาที่สูญเสียไปจากเครื่องทดสอบแรงกดเสียอาการต่างๆ ……56

3.11 สัดส่วนของเครื่องทดสอบแรงกดเสียอาการต่างๆ ……57

3.12 ผลผลิตที่สูญเสียไปจากเครื่องทดสอบแรงกดเสียอาการต่างๆ ……..……58

3.13 อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียไปจากเครื่องทดสอบแรงกดเสียอาการต่างๆ ……...…59

3.14 อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากการเปลี่ยนรุนผลิตภัณฑ์ ……..……..…….60

3.15 อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากการรอการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ…….....……61

3.16 สภาพปัญหาความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต…….....……..…61

3.17 ประสิทธิภาพของสถานีงาน…….....……62

3.18 ขั้นตอนการทำงานและความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน ……..……..…..…….63

3.19 รายละเอียดของสายการผลิต…….....……65

3.20 อัตราผลผลิตที่สูญเสียจากสภาพปัญหาความสูญเปล่าในกระบวนการ.……67

3.21 ขั้นตอนและตารางเวลาของการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ ……..…….....74

ตารางที่ **หน้า**

3.22 ขั้นตอนและวิธีการทำงานของการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ ……..……..……..…….75
3.23 คุณลักษณะของสถานีตรวจสอบตำแหน่งของหัวอ่านเขียน ……..……...……78
4.1 การทดลองเพื่อหาค่าเผื่อของสัญญาณอ่านที่เหมาะสม .....……...……..…….86
4.2 ผลการทดลองเพื่อหาค่าเผื่อของสัญญาณอ่านที่เหมาะสม ……....……...……..…….86
4.3 ผลการทดลองเพื่อหาระยะจุ่มที่น้ำยาแห้งก่อนจะท่าน้ำยาประสาน ……...……..…….89
4.4 ผลการทดลองเปรียบเทียบวิธีการจุ่มชุดหัวอ่านเขียนในน้ำยา ……89
4.5 เวลาในการซ่อมแก้ไขเครื่องทดสอบกรณีวัดค่าไม่ได้ปัจจุบัน ……...……..…….90
4.6 เวลาในการซ่อมแก้ไขเครื่องทดสอบกรณีวัดค่าไม่ได้หลังปรับปรุง ……...……..…….91
4.7 ระยะเวลาของเครื่องเสียโดยดันตัวแยกหัวอ่านเขียนไม่เข้าแต่ละครั้ง ……..……93
4.8 เปรียบเทียบลำดับขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังปรับปรุง ….....…….95
4.9 เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์หลังปรับปรุง ……...96
4.10 ขั้นตอนและเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์หลังปรับปรุง ……...……..…….96
4.11 เทคนิคการตั้งคำถาม 5W 1H เพื่อหาความจำเป็นในการตรวจสอบ …….....101
4.12 เปรียบเทียบขั้นตอนและเวลาในการทำงานของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง……105
5.1 รายละเอียดของสายการผลิตหลังการปรับปรุง …….....110
5.2 ประสิทธิภาพของสถานีงานหลังการปรับปรุง ……..…….....111
5.3 ผลการประเมินอัตราผลผลิตภายหลังการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต ……..…113
5.4 เปรียบเทียบความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง……..…115
5.5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถานีงานก่อนและหลังการปรับสมดุลในสายการผลิต…...116
5.6 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับสมดุลในสายการผลิต……...116
5.7 เปรียบเทียบอัตราผลผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง……..…...117

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 อัตราผลผลิตด้านแรงงานของโรงงานกรณีศึกษา ระหว่างเดือน มกราคมถึง มิถุนายน……..……..2

2.1 ตัวอย่างแผนภาพพาเรโต……..….11

2.2 ตัวอย่างแผนภูมิคน- เครื่องจักร (Man-Machine chart)…….……..……...…...14

2.3 วิวัฒนาการสู่การผลิตแบบลีน……19

2.4 สัดส่วนของกิจกรรมและรูปแบบการปรับปรุงกระบวนการ……..……..……20

2.5 คุณค่าเพิ่มจากลักษณะระบบการผลิตที่ประกอบด้วยการไหลและกิจกรรม……20

2.6 แนวคิดของการผลิตแบบลีน..……..……..28

2.7 ชุดเครื่องมือของลีน ……..……29

2.8 ตัวอย่าง Value Stream Map.……..……..……37

3.1 ชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ (HSA) และส่วนประกอบ……...……..…… 43

3.2 แผนภาพกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ……..44

3.3 แผนผังแห่งคุณค่า (Value Steam Map) ของกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ…...46

3.4 ลำดับของข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ระหว่างเดือน มกราคม ถึง มิถุนายน 2551……..….49

3.5 อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรเสีย……53

3.6 ลำดับการหยุดสายการผลิตของเครื่องแต่ละสถานี……..…….... 55

3.7 ลำดับอาการเสียของเครื่องทดสอบแรงกด ระหว่างเดือนมกราคมถึง มิถุนายน2551…….57

3.8 รอบเวลาทำงานก่อนการปรับปรุงของกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านสำเร็จ……..……66

3.9 การทดสอบสัญญาณอ่านของชุดหัวอ่านสำเร็จ……..……...……68

3.10 ลักษณะของเสียที่ด้านบวกอ่านได้น้อยกว่าด้านลบมากเกินข้อกำหนด……..……..68

3.11 ลักษณะของเสียที่ด้านลบอ่านได้น้อยกว่าด้านบวกมากเกินข้อกำหนด……..……..…69

3.12 การแปลงสัญญาณอ่านไปเป็นดิจิตอล ……..……..……...……69

3.13 กระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟและทดสอบ……..……..…… 70

3.14 กำหนดการจุ่มชุดหัวอ่านเขียนในน้ำยาไม่เกินคอหัวอ่านเขียน……..……...……71

3.15 การทำงานของเครื่องทดสอบแรงกดชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ……..……..……72

3.16 ขั้นตอนการซ่อมแก้ไขเครื่องทดสอบแรงกดกรณีวัดค่าไม่ได้……..……..…...73

3.17 การดันตัวแยกหัวอ่านเขียนเข้าแยกหัวอ่านเขียน……..……...……74

ภาพที่ **หน้า**

3.18 กระบวนการร้องขอและจ่ายชิ้นส่วนก่อนการปรับปรุง……..…….....76
3.19 แผนภูมิคน- เครื่องจักร (Man-Machine chart) ของสถานีงานที่ 7……..……..77
3.20 การตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียน ……..…….……..77
3.21 ตำแหน่งหัวอ่านเขียนบนแผ่น Disk……..……..…….79
3.22 แผนภูมิคน- เครื่องจักร (Man-Machine chart) ของสถานีงานที่ 10……..……..80
3.23 แผนภูมิคน- เครื่องจักร (Man-Machine chart) ของสถานีงานที่ 4……..……..……..81
4.1 การเปรียบเทียบค่าความสมมาตรสัญญาณอ่านที่กระบวนการประกอบ
ชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จกับกระบวนการทดสอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขั้นสุดท้าย……..... 85
4.2 การเปรียบเทียบค่าความสมมาตรสัญญาณอ่านที่กระบวนการประกอบชุดหัวอ่านเขียน
สำเร็จกับกระบวนการทดสอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขั้นสุดท้ายของผลการทดลอง……..……87
4.3 การจุ่มชุดหัวอ่านเขียนในน้ำยาที่ตำแหน่งต่างๆ……..……..…….88
4.4 รอยขีดเพื่อระบุตำแหน่งสกรูขันยึด Load cell……..……..……91
4.5 ขั้นตอนการซ่อมแก้ไขเครื่องทดสอบกรณีวัดค่าไม่ได้หลังการปรับปรุง……..…… 92
4.6 กระบวนการร้องขอและจ่ายชิ้นส่วนก่อนการปรับปรุง……..……...97
4.7 กระบวนการร้องขอและจ่ายชิ้นส่วนโดยใช้ระบบสัญญาณร้องขอวัตถุดิบ……..……..... 97
4.8 สัญญาณการร้องขอชิ้นส่วนโดยใช้ระบบสัญญาณร้องขอวัตถุดิบ……..……..... 98
4.9 เครื่องเชื่อมต่อวงจรก่อนการปรับปรุง……..……..... 99
4.10 เครื่องเชื่อมต่อวงจรหลังการปรับปรุง……..……..... 99
4.11 แผนภูมิคน- เครื่องจักร (Man-Machine chart) ของสถานีงานที่ 7 หลังการปรับปรุง ….....100
4.12 การหาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขจากเทคนิคการตั้งคำถามว่า ทำไม ……..……102
4.13 Fixture ช่วยในการทำงาน ……..……103
4.14 แผนภูมิคน- เครื่องจักร (Man-Machine chart) ของสถานีงานที่ 10 หลังการปรับปรุง…...103
4.15 แผนภูมิคน- เครื่องจักร (Man-Machine chart) ของสถานีงานที่ 4 หลังการปรับปรุง……..106
4.16 การตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน ……..……..……..……..106
5.1 รอบเวลาการผลิตของกระบวนการหลังการปรับปรุง ……..……..……..110

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

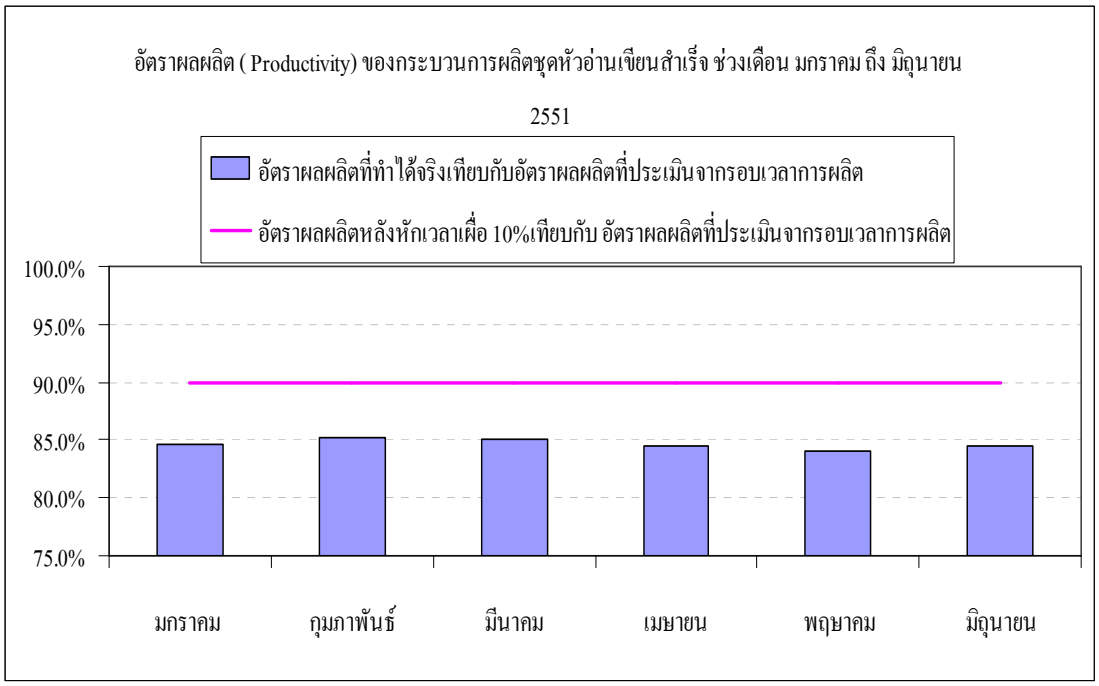
อุตสาหกรรมการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ เป็นอุตสาหกรรมที่การเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว อีกทั้งในปัจจุบันมีการแข่งขันที่ค่อนข้างสูง การปรับปรุงประสิทธิภาพของการผลิตจำเป็นต้องคำนึงถึงด้าน คุณภาพ, ต้นทุน หรือค่าใช้จ่าย และการส่งมอบ คือ กระบวนการผลิตจำเป็นจะต้องผลิตสินค้าให้ได้คุณภาพ และการส่งมอบสินค้าได้ทันเวลาโดยให้ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด ซึ่งการที่จะทำให้กระบวนการผลิตมีค่าใช้จ่ายต่ำ ในขณะที่สินค้าได้คุณภาพ และสามารถส่งมอบได้ทันตามเวลาที่กำหนด เป็นกระบวนการที่จำเป็นต้องอาศัยการบริหารการจัดการที่ดี ดังนั้นจึงได้เกิดแนวความคิดกระบวนการบริหารเพื่อเพิ่มผลผลิตในกระบวนการ โดยใช้แนวคิดลีน เพื่อลดและขจัดความสูญเปล่าภายในกระบวนการ ลดต้นทุนในการผลิต ในขณะที่การตอบสนองความต้องการทางด้านคุณภาพยังคงเดิม และสามารถตอบสนองการส่งมอบสินค้าได้ดียิ่งขึ้น ในกระบวนการผลิตที่มีการบริหารการจัดการที่ไม่ดีพอนั้น จะก่อให้เกิดมีความสูญเปล่าขึ้น โดยความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น อาจเป็นการรอคอย หรือ กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม (Non Value Added) ขึ้นในสินค้าแต่ประการใด แต่กลับทำให้มีต้นทุนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งหากมีต้นทุนในการผลิตสินค้าเพิ่มมากขึ้น จะส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแข่งขันทางด้านการตลาดที่สภาวะปัจจุบันมีการแข่งขันกันอย่างสูง ดังนั้นในการที่จะสามารถตอบสนองกับความต้องการของตลาดและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน มีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มอัตราผลผลิตในกระบวนการผลิต โดยทำการกำจัดหรือลดเวลารอคอยหรือกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม ออกไปจากกระบวนการ โดยใช้แนวคิดของกระบวนการบริหารเพื่อลด และขจัดความสูญเปล่าในกระบวนการ

แนวคิดการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) เป็นแนวคิดที่มุ่งเป้าหมายเพื่อการปรับปรุง เช่น การลดระยะเวลาการผลิต การลดต้นทุน การเพิ่มความสามารถในการทำกำไร และการปรับปรุงคุณภาพ ดังนั้น การผลิตแบบลีน จึงมุ่งขจัดความสูญเปล่าในทุกพื้นที่ของสายการผลิต (Waste Elimination) ซึ่งใช้แนวความคิดในเรื่องคุณค่าของกิจกรรมที่กระทำ (Value Added) โดยผลที่คาดหวังก็ คือ การลดต้นทุนให้ต่ำลง นอกจากนี้แนวคิดการผลิตแบบลีน ยังมุ่งปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานด้วยการสร้างให้เกิดการไหลของงานตลอดทั้งกระบวนการอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นเพื่อให้บรรลุเป้าหมายเหล่านี้จะต้องระบุจำแนกความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในสายการผลิต ซึ่งความสูญเปล่าอาจรวมถึง กิจกรรม ขั้นตอน หรือกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า

เพิ่มให้กับลูกค้า (Non-Value Added) โดยมุ่งเน้นตอบสนองความต้องการของลูกค้าเป็นสำคัญ ด้วยคุณภาพสูงสุด ต้นทุนต่ำสุด และใช้เวลาน้อยที่สุด

1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากความต้องการที่จะดำเนินการเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า เพื่อให้ได้มาซึ่งความพึงพอใจของลูกค้า ขณะเดียวกันก็ต้องดำเนินการผลิตให้มีต้นทุนที่ต่ำ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันเรื่องราคาให้เกิดกำไรสูงสุดต่อองค์กร ซึ่งอัตราผลผลิตด้านแรงงานของกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ ในช่วงเดือน มกราคม ถึง มิถุนายน 2551 ของโรงงานกรณีศึกษา คือ ประมาณ 84 – 85% ซึ่งต่ำกว่าอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิตอยู่มาก จากแนวความคิดนี้ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปยังการวิเคราะห์การเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ โดยการใช้แนวทางลีน การศึกษาการทำงาน เพื่อลดกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่า หรือขจัดความสูญเปล่าภายในกระบวนการ และปรับปรุงการไหลของงานในกระบวนการเพื่อสามารถตอบสนองในด้านการส่งมอบสินค้าได้ดียิ่งขึ้น ในขณะที่การตอบสนองความต้องการทางด้านคุณภาพยังคงเดิม



รูปที่ 1.1 อัตราผลผลิตด้านแรงงานของโรงงานกรณีศึกษา ระหว่างเดือน มกราคม ถึง มิถุนายน

ตารางที่ 1.1 อัตราผลผลิตด้านแรงงานของโรงงานกรณีศึกษา ระหว่างเดือน มกราคม ถึง มิถุนายน

เดือน	(A) อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต (ชิ้นต่อชั่วโมงแรงงาน)	(B) อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ทำได้จริง (ชิ้นต่อชั่งโมงแรงงาน)	(C) อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ทำได้จริงเทียบกับอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต C = B/A x 100%
มกราคม	12.7	10.8	84.7%
กุมภาพันธ์	12.7	10.8	85.2%
มีนาคม	12.7	10.8	85.1%
เมษายน	12.7	10.7	84.4%
พฤษภาคม	12.7	10.7	84.0%
มิถุนายน	12.7	10.8	84.5%

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อเพิ่มอัตราผลผลิตโดยการนำแนวทางการผลิตแบบลีน มาใช้ในการบริหารจัดการกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ

2. เพื่อลดความสูญเปล่า หรือลดกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non-Value added activity) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการผลิต วิธีการและขั้นตอนการผลิตชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จในโรงงานผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟตัวอย่าง เริ่มตั้งแต่ได้รับใบสั่งผลิตให้เริ่มดำเนินการผลิตจนกระทั่งเป็นชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จรูปรอส่ง ซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ว่า มีวัตถุดิบพร้อมสำหรับที่จะเบิกมาทำการผลิตแล้ว

2. ทำการศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้น วิเคราะห์วิธีการและขั้นตอนการผลิต เพื่อจำแนกลักษณะของปัญหา รวมไปถึงเพื่อหาแนวทางและวิธีในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ

3. ปรับปรุงกระบวนการโดยใช้แนวทางของการผลิตแบบลีน (Lean) ซึ่งการปรับปรุงจะพิจารณาเฉพาะในส่วนที่สามารถดำเนินการได้ภายในเวลาการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ปริมาณอัตราผลผลิตในสายการผลิตเพิ่มขึ้น

2. สามารถลดความสูญเปล่า หรือกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non-Value added activity) จากกระบวนการผลิตเดิมที่มีอยู่

3. มีระบบการผลิตที่สามารถรองรับความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้นในอนาคตได้

4. เป็นแนวทางในการนำแนวทางแก้ปัญหาแบบลีน ไปใช้ในการปรับปรุงวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมประเภทอื่นได้

1.6 ขั้นตอนและแผนดำเนินงานวิจัย

สำหรับขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย จะใช้แนวทางของลีน โดยมีรายละเอียดการดำเนินการในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(1) ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในเรื่องเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราผลผลิตของกระบวนการผลิต แนวทางการผลิตแบบ ลีน เพื่อให้สามารถนำความรู้ แนวทางการผลิตแบบลีน (Lean) ประยุกต์ใช้กับงานวิจัยได้

(2) ศึกษากระบวนการผลิตชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ รวมถึงขั้นตอนการทำงานต่างๆ สร้างแผนผังขั้นตอนการผลิต (Process Map)

2. การวัดและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหา

(1) สำรวจสภาพปัญหา โดยเข้าไปศึกษากระบวนการผลิตจริงอย่างใกล้ชิด และทำการจดบันทึกปัญหาต่างๆที่พบ เช่น วิธีการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า การรอคอยงาน วิธีการส่งต่องานระหว่างสถานีงาน (Work Station) สถานีงานที่เป็นคอขวดของกระบวนการผลิต(Bottleneck) เป็นต้น

(2) สร้างแบบบันทึกเพื่อวัดและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของปัญหา ทั้งที่มีอยู่ในกระบวนการที่มีการควบคุม และกระบวนการซ้อนเร้น (Hidden process) และ จดบันทึกรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน เช่น จำนวนพนักงาน เวลาการทำงานของแต่ละขั้นตอน จำนวนเครื่องจักร เวลานำในการผลิต เวลาการรอคอย จำนวนงานระหว่างทำ (Work in process)ที่อยู่ในแต่ละขั้นตอนการทำงาน ระดับสินค้าคงคลัง

(3) นำข้อมูลที่เก็บได้ทั้งหมดมาสร้างแผนผังแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping) ของกระบวนการทำการวิเคราะห์สภาพปัญหาในกระบวนการผลิต จากแผนผังแห่งคุณค่าของกระบวนการ (Value Stream Mapping) และจำแนกปัญหาโดยใช้หลักการความสูญเปล่า 7

(4) ทำการวิเคราะห์สภาพปัญหาในกระบวนการผลิต จากขั้นตอนการผลิต พร้อมกับระบุขั้นตอนที่เพิ่มมูลค่า และไม่เพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ รวมถึงความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน

3. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

(1) ทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต จากปัญหาที่ได้จากหลักความสูญเปล่า 7 ประการ

(2) ทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดความไม่สมดุลในกระบวนการผลิต จากขั้นตอนการผลิต โดยการศึกษาการทำงาน

(3) ทำการสรุปสาเหตุของปัญหา และมาตรการปรับปรุงแก้ไข

4. ระดมสมองเพื่อหา แนวทางการปรับปรุงแก้ไขต่อฝ่ายที่เกี่ยวข้อง พร้อมกับกำหนดผู้รับผิดชอบในแต่ละส่วนเพื่อประสานงาน

5. ดำเนินการเลือกและปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่สามารถดำเนินการได้ให้แล้วเสร็จได้ภายในระยะเวลาดำเนินงานวิจัยเท่านั้น

6. เปรียบเทียบผลก่อนการปรับปรุง และหลังการปรับปรุงแก้ไข โดยใช้ตัวชี้วัดที่สำคัญถึงการปรับปรุง ได้แก่ อัตราผลผลิตด้านแรงงาน (Labor Productivity) และอาจรวมถึง ทรัพยากรอื่นๆที่มีความเหมาะสม

7. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

8. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.7 การดำเนินงานวิจัย

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	ปี 2551																																					
		มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	ศึกษา ทฤษฎี/ งานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง																																								
2	การวัดและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหา																																								
3	วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา																																								
4	นำเสนอแนวทางการปรับปรุงแก้ไข พร้อมกับกำหนดผู้รับผิดชอบ																																								
5	ดำเนินการเลือกและปรับปรุงแก้ไขปัญหา																																								
6	เปรียบเทียบผลก่อนการปรับปรุง และหลังการปรับปรุงแก้ไข																																								
7	สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ																																								
8	จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์																																								

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และอัตราผลผลิต

ผู้บริหารงานอุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีเครื่องมือเครื่องใช้สำหรับวัดผลการดำเนินงานซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เฉพาะผลผลิตที่ได้เป็นเกณฑ์ หรืออาจจะดูจากผลสุดท้ายคือ กำไรโดยไม่รู้ว่าผลกำไรได้มาอย่างไร หรือแม้แต่ขาดทุนได้อย่างไร บ่อยครั้งก็เกิดจากการไม่สามารถกำหนดต้นทุนผลิตภัณฑ์ได้ อย่างไรก็ตามการวัดผลการดำเนินงานในทางอุตสาหกรรมจะมองแต่เพียงผลผลิตที่เป็นOutput อย่างเดียวคงไม่ได้ คงจะต้องรับรู้ว่าผลผลิตเหล่านั้นเกิดขึ้นโดยการใช้ทรัพยากร (Input) ไปเท่าไร ดังนั้นหน่วยวัดผลการดำเนินงานที่ดีจึงน่าจะใช้วัดด้วยค่าดัชนีผลิตภาพซึ่งมีความหมายเดียวกับอัตราผลิตภาพ (Productivity Index) หรือจะใช้คำว่าผลิตภาพ (Productivity) ก็ได้ ในการจัดการทางการผลิต ถ้าผู้บริหารสามารถรู้ผลการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง ก็จะสามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เกิดผลผลิตที่สูงขึ้นตามลำดับ ความจริงแล้วเรามีหน่วยวัดผลการดำเนินงาน ซึ่งมีความหมายคล้าย ๆ กันอยู่ 3 หน่วย คือ ประสิทธิภาพ (Efficiency) ประสิทธิผล (Effectiveness) และผลิตภาพ (Productivity) จึงเป็นการน่าสนใจในการแยกแยะกำหนดความหมายของหน่วยวัดทั้งสามดังกล่าว เพื่อใช้เป็นหน่วยวัดผลการดำเนินงานอย่างได้ผลตามเป้าหมาย

ประสิทธิภาพ (Efficiency)

ประสิทธิภาพ เป็นตัวบอกถึงอัตราส่วนของผลผลิตที่ได้ต่อค่ามาตรฐานผลผลิตที่ตั้งไว้ งานออกแบบทางวิศวกรรม จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพเป็นหัวใจในการออกแบบ โดยให้ความสูญเสียของทรัพยากรที่เข้าไปในระบบมีความสูญเสียน้อยที่สุด เช่น การออกแบบเครื่องเสียง เสียงที่ออกจากเครื่องเสียงต้องเหมือนกับเสียงธรรมชาติที่เข้าไปในระบบมากที่สุด ในการเลือกระบบงานจะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพก็เป็นเกณฑ์สำคัญที่สุด ประสิทธิภาพในทางวิศวกรรมจะอธิบายด้วยสูตรดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพ (Efficiency)} = \frac{\text{ผลผลิต (Actual output)}}{\text{ค่ามาตรฐานผลผลิตที่ตั้งไว้ (Standard output expectation)}}$$

ตัวอย่าง ของการวัดประสิทธิภาพ ถ้า Output ของ พนักงานหนึ่งคน สามารถทำได้เท่ากับ 150 ชิ้น ต่อชั่วโมง โดยขณะที่ ค่ามาตรฐาน output ที่ตั้งไว้คือ 180 ชิ้น ต่อชั่วโมง ดังนั้น ประสิทธิภาพของพนักงาน คือ

$$\text{ประสิทธิภาพของพนักงาน} = \frac{150}{180} = 0.8333 \quad \text{หรือ} \quad 83.33 \quad \text{เปอร์เซ็นต์}$$

ประสิทธิผล (Effectiveness)

ประสิทธิผล คือ ระดับ ของความสำเร็จ ของแผนงาน โดยในอีกความหมายหนึ่ง ก็คือ ผลลัพธ์ที่ทำสำเร็จ จะสะท้อนกลับ ประสิทธิผล โดยขณะที่ ทรัพยากร ได้ถูกนำมาใช้อย่างดีที่สุด เพื่อทำให้สำเร็จเกิดเป็นสำเร็จที่เกี่ยวข้องประสิทธิภาพ (Efficiency)

ประสิทธิภาพ และประสิทธิผลไม่จำเป็นต้องมาด้วยกันเสมอ เพราะว่า ประสิทธิผล ถือได้ว่าสามารถไปถึง ระดับ หรือ ขอบเขต ของผลลัพธ์ที่สามารถยอมรับได้ แต่ไม่ตรงตามที่ต้องการนัก ตัวอย่างเช่น ทำการขน สิ้นค้าสามชิ้น โดยการแบกด้วยคนแทนการใช้ รถขนส่ง หรือ อุปกรณ์ช่วยอื่นๆ ซึ่งอาจจะเป็นกระบวนที่มีสามารถทำได้(Efficient) แต่ถ้า การส่งของไปถึงช้ากว่าเวลาที่กำหนด และ คนที่รอรับของ ไม่สามารถอยู่รอและกลับไปก่อน ก็ทำให้ การขนส่งสิ่งของไม่มีประสิทธิผล (Effectiveness)

อัตราผลผลิต หรือ ผลิตภาพ (Productivity)

อัตราผลผลิต คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณหน่วยที่ผลิตได้ต่อทรัพยากรที่ใช้ในการก่อให้เกิดผลผลิตนั้นๆ ทรัพยากรที่ใช้รวมถึง ที่ดิน สิ่งปลูกสร้าง วัตถุดิบ เครื่องจักร เครื่องมือ และแรงงาน หรือในเทอมเดียวกันเป็นสูตรดังนี้

$$\text{อัตราผลผลิต (Productivity)} = \frac{\text{ผลผลิต (Output)}}{\text{ทรัพยากรที่ใช้ (Input)}}$$

โดยความหมาย ผลผลิต (Output) ในงานวิจัยนี้จะหมายถึงจำนวนชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จที่ผลิตได้ ส่วน ทรัพยากรที่ใช้ (Input) จะอยู่ในรูปของทรัพยากรต่างๆที่กล่าวข้างต้น ที่ใช้ในการก่อให้เกิดผลผลิตหรือชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ

โดยมีการคำนวณค่าเชิงเศรษฐกิจทั้งผลผลิตและทรัพยากรที่ใช้จึงไม่ได้ออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ แต่จะวัดออกมาเป็นตัวเลข โดยไม่จำเป็นต้องน้อยกว่าหนึ่ง และโดยหลักการที่ถูกต้องจะต้องมากกว่าหนึ่งเสมอ

การวัดอัตราผลผลิต หรือ ผลิตภาพ (Productivity)

ในระดับองค์การและหน่วยงานนั้น พอจะสรุปกว่างๆเป็น 2 กลุ่ม

1. การวัดอัตราผลผลิตเชิงปัจจัยการผลิต คือ อัตราส่วนระหว่างผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ในแต่ละชนิด ได้แก่

(1) อัตราผลผลิตด้านวัตถุดิบ = ผลผลิต / ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ไป

(2) อัตราผลผลิตด้านแรงงาน = ผลผลิต / จำนวนชั่วโมงแรงงานที่ใช้ในการผลิต

(3) อัตราผลผลิตด้านเครื่องจักร = ผลผลิต / จำนวนชั่วโมงการเดินเครื่อง

(4) อัตราผลผลิตด้านการใช้พื้นที่ = ผลผลิต / พื้นที่ที่ใช้ในการผลิตที่ใช้ในการผลิต

(5) อัตราผลผลิตด้านพลังงาน = ผลผลิต / จำนวนหน่วยของพลังงานที่ใช้ในการผลิต

2. การวัดอัตราผลผลิตเชิงรวม (Total Productivity) คือ อัตราส่วนของผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ทั้งสิ้น

การเพิ่มอัตราผลผลิต (Productivity Improvement)

สามารถทำการเพิ่มอัตราผลผลิตจากการทำให้อัตราผลผลิตสูงขึ้นเป็น 5 แนวทาง ดังนี้

1. ผลผลิตเพิ่ม ทรัพยากรที่ใช้เท่าเดิม (Output เพิ่ม Input เท่าเดิม)

2. ผลผลิตเพิ่ม ทรัพยากรที่ใช้ลดลง (Output เพิ่ม Input ลดลง)

3. ผลผลิตเพิ่ม ทรัพยากรที่ใช้สูงขึ้น แต่ใช้อัตราที่ต่ำกว่า (Output เพิ่ม Input เพิ่มน้อยกว่า)

4. ผลผลิตคงที่ ทรัพยากรที่ใช้ลดลง (Output คงที่ Input ลดลง)

5. ผลผลิตลดลง ทรัพยากรที่ใช้ลดลง ในอัตราที่สูงกว่า (Output ลดลง Input ลดลงมากกว่า)

ซึ่งทรัพยากรที่ใช้ (Input) ประกอบด้วย คน เครื่องจักร วัตถุดิบ ตลอดจนถึงการจัดการ ซึ่งอาจมีสาเหตุที่ทำให้อัตราผลผลิตต่ำดังต่อไปนี้

1. คน (Man)

สาเหตุของการเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ ได้แก่ การฝึกอบรมไม่เพียงพอ มีแรงจูงใจน้อยใช้

วิธีการทำงานผิด สภาพแวดล้อมการทำงานไม่เหมาะสม มีสิ่งขัดจังหวะบ่อย การเคลื่อนไหวในการทำงานไม่เหมาะสม มีภาวะว่างงานเนื่องจากเกิดคอขวด ขั้นตอนก่อนหน้ายังไม่เสร็จ /มาไม่ถึง เสียเวลารอเครื่องมือ /ชิ้นส่วน /บริการ

2. เครื่องจักร (Machine)

สาเหตุของการเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ ได้แก่ การวางแผนการใช้เครื่องมือ /อุปกรณ์ การใช้เครื่องมือ /อุปกรณ์ ที่ไม่เหมาะสม เครื่องมือ /อุปกรณ์อยู่ในสภาพที่ไม่พร้อมใช้งาน

3. วัตถุดิบ (Material)

สาเหตุของการเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ ได้แก่ ขาดวัตถุดิบ มีวัตถุดิบแต่หาลำบาก วัตถุดิบอยู่ในสภาพไม่ดี

4. การจัดการ (Management)

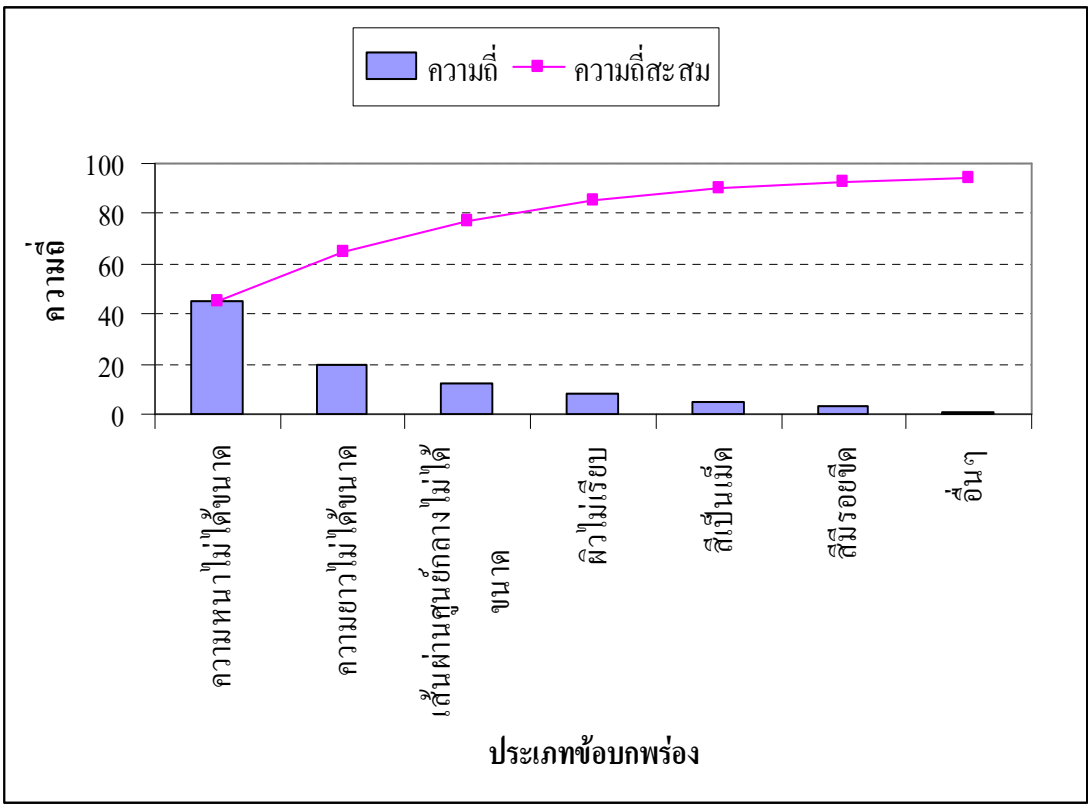
สาเหตุของการเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์ ได้แก่ มีการจัดการให้ทำงานที่ไม่เกิดคุณค่าแก่ผลิตภัณฑ์

2.2 แนวทางการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

2.2.1 เครื่องมือคุณภาพทั้ง 7

เครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง ได้แก่ แผ่นรายการการตรวจสอบ (Check sheet) ฮิสโทแกรม (Histogram) แผนภาพพาเรโต (Pareto chart) กราฟ (graph) แผนภาพแสดงสาเหตุและผล (cause and effect diagram) หรือ แผนผังก้างปลา (fish bone diagram) แผนภาพการกระจาย (Scatter diagram) และ แผนภูมิควบคุม (Control chart)

โดยเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการศึกษาได้แก่ แผนภาพพาเรโต (Pareto chart) ซึ่ง แผนภาพพาเรโต เป็นเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์และเรียงลำดับความสำคัญของปัญหา หรือ สาเหตุของปัญหา ต่างๆที่เกิดขึ้น ช่วยบ่งชี้ว่าปัญหาใดมีความสำคัญเป็นลำดับต้นๆ โดยทำการเรียงลำดับรายการตามความถี่ในการเกิด การคำนวณและแสดงเปอร์เซ็นต์ความถี่สะสมจะแสดงรายการที่มีความถี่จากมากไปหาน้อย ดังแสดงในรูปที่ 2. 1 โดยในงานวิจัยนี้จะใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาเพื่อเลือกปัญหาที่มีลำดับความสำคัญสูงมาดำเนินการวิเคราะห์หาสาเหตุและแก้ไขปรับปรุง



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแผนภาพพาเรโต

2.2.2 การวิเคราะห์กระบวนการและกิจกรรม

การวิเคราะห์กระบวนการและกิจกรรม จะให้หลักการศึกษาการทำงาน โดยใช้แผนภูมิต่างๆ ซึ่งมีการแบ่งกลุ่มของแผนภูมิเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มที่ใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการ และ (2) กลุ่มที่ใช้ในการวิเคราะห์กิจกรรม ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แผนภูมิและกลุ่มของแผนภูมิ

กลุ่มแผนภูมิ	แผนภูมิ
1. วิเคราะห์กระบวนการ	1.1 แผนภูมิกระบวนการ (Process chart) 1.2 แผนภูมิกระบวนการทำงาน (Operation process chart) 1.3 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow process chart) 1.4 แผนภูมิการประกอบ (Assembly process chart) 1.5 แผนภูมิผลิตภัณฑ์พหุคูณ (Multi-product process chart) 1.6 แผนภูมิการเดินทาง (Travel chart)
2. วิเคราะห์กิจกรรม	2.1 แผนภูมิกิจกรรม (Activity chart) 2.2 แผนภูมิกิจกรรมทวีคุณ (Multiple activity chart) 2.3 แผนภูมิคน-เครื่องจักร (Man- Machine chart) 2.4 แผนภูมิการทำงานของสองมือโดยละเอียด (Simo chart)

ซึ่งหลักการที่นำมาใช้ได้แก่ แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow process chart) และแผนภูมิคน – เครื่องจักร (Man-Machine chart) ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow process charts)

แผนภูมิกระบวนการไหลใช้ในการวิเคราะห์ขั้นตอนการไหล (flow) ของวัตถุดิบ ชิ้นส่วน พนักงาน และอุปกรณ์ ที่เคลื่อนไปในกระบวนการพร้อมๆ กับกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นโดยแสดงเป็นสัญลักษณ์และ คำอธิบายลงในแผนภูมิ การวิเคราะห์แผนภูมิการไหลนี้ใช้สัญลักษณ์มาตรฐาน 5 ตัว ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์มาตรฐานของแผนภูมิการไหล

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	ความหมาย
	Operation การปฏิบัติงาน	การปฏิบัติงานบนชิ้นงาน เกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะหรือคุณสมบัติของชิ้นงาน
	Inspection การตรวจสอบ	การตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงาน หรือการตรวจดูเพื่อให้แน่ใจในลักษณะของชิ้นงาน
	Transportation การเคลื่อน	การเคลื่อนย้ายวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง
	Delay การคอย	ความล่าช้าของงาน เนื่องจากมีอุปสรรคมาขัดขวางไม่ให้ขั้นตอนการปฏิบัติงานขั้นตอนไปดำเนินต่อไป
	Storage การเก็บ	การเก็บดูแลชิ้นงานอย่างถาวร ซึ่งการเบิกจ่ายควรมีคำสั่งหรือหนังสือจากผู้เกี่ยวข้อง

แผนภูมิคน-เครื่องจักร (Man-Machine Chart)

แผนภูมิคน-เครื่องจักร เป็นแผนภูมิแสดงการทำงานของคนร่วมกับเครื่องจักร ซึ่งอาจมีตั้งแต่หนึ่งคนกับหนึ่งเครื่องขึ้นไป จุดมุ่งหมายเพื่อดูสัดส่วนการเสียเวลาคอยของคนหรือของเครื่องจักร หรือเพื่อศึกษาดูว่าควรต้องมีการลดหรือเพิ่มจำนวนคนในการทำงานหรือไม่ แผนภูมิประเภทนี้มักวิเคราะห์โดยใช้แกนของเวลา แสดงในลักษณะ Bar chart และตารางสรุปเวลาการทำงาน

การวิเคราะห์จะใช้กราฟแท่งแทนกิจกรรมแต่ละประเภท โดยใช้การระบายสีหรือสัญลักษณ์แทนการทำกิจกรรม หรือทำงาน และ การว่างงานหรือการรอคอย

-การทำกิจกรรมหรือทำงาน คือ แสดงการทำงานของพนักงาน หรือ เครื่องจักร

-การว่างงานหรือการรอคอย คือ การแสดงว่า พนักงานไม่มีกิจกรรม หรือ เกิดการรอคอย หรือ เมื่อเครื่องจักรไม่ได้เดินเครื่อง

ประโยชน์ของการใช้แผนภูมิคน–เครื่องจักร เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการทำงานร่วมกันระหว่างพนักงานหลายคน หรือการทำงานของพนักงานร่วมกับเครื่องจักร โดยมีวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

1. ลดรอบเวลาของการทำงาน
2. เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน
3. ลดการเสียเวลารอคอย

คน	สถานะ	เวลา(วินาที)	เครื่องทดสอบแรงกด	สถานะ	เวลา(วินาที)
นำชิ้นงานออกจาก Transfer tool	▨	2.0	ว่าง		2.0
นำชิ้นงานอ่านหมายเลขแล้วใส่เครื่อง	▨	2.2			2.2
กดสวิตช์	▨	0.7			0.7
ว่าง		15.8	ทดสอบชิ้นงาน	▨	15.8
นำชิ้นงานออกจากเครื่อง	▨	0.8	ว่าง		0.8
ใส่ชิ้นงานบน Transfer tool	▨	1.5			1.5
ส่ง Transfer tool พร้อมงานไปสถานีถัดไป	▨	1.0			1.0
รวม		24.0	รวม		24.0

▨แสดงสถานะ การทำงาน □แสดงสถานะ ว่างหรือรอคอย

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแผนภูมิคน - เครื่องจักร (Man-Machine chart) ดัดแปลงจาก รศ. รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม (2550)

2.2.3 เทคนิค 5W 1H

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

ตารางที่ 2.3 สาระสำคัญของการตรวจพิจารณาด้วยตนเองโดยการถามตอบด้วย 5W 1 H

ประเภท	5W1H	ความหมาย	แนวทางแก้ไข
1.เป้าหมาย	What?	กำลังทำ” อะไร” อยู่ทำไมต้องทำ	ขจัดส่วนที่ไม่จำเป็นต่อการทำงานออกไปเสีย
		ไม่มีอย่างอื่นทำอีกหรือ	
		อย่างอื่นนั้นเป็นอย่างไร	
2.วัตถุประสงค์	Why?	“ทำไม” งานนั้นจึงต้องทำ ควรต้องทำหรือ	
		ไม่มีเรื่องอื่นที่ควรๆทำหรือ	
		ควรทำอะไรดีล่ะ	
3.สถานที่	Where?	ทำงานอยู่ ”ที่ไหน”ทำไมทำที่นั่น	จัดเรียงและปรับปรุงหน่วยปฏิบัติงานและสถานที่ทำงานให้สมเหตุผล
		ทำที่อื่นไม่ได้หรือ	
		ควรทำที่ไหนดีล่ะ	
4.ลำดับขั้น	When?	ทำ”เมื่อไหร่”ทำไมต้องทำตอนนั้น	สับเปลี่ยนลำดับขั้นตอนการทำงานเสียใหม่
		ทำตอนอื่นไม่ได้หรือ	
		ควรทำเมื่อไหร่ดีล่ะ	
5.คน	Who?	“ใคร” เป็นผู้ทำ ทำไมต้องเป็นคนนั้น	มอบหมายงานตามความสามารถ
		คนอื่นๆทำไม่ได้หรือ	
		ใครควรทำดีล่ะ	
6.วิธีการ	How?	ทำ ”อย่างไร” ทำไมต้องเช่นนั้น	การวิจัยการทำงาน(แปรให้เป็นการปฏิบัติงานอย่างง่ายละเว้นอากัปกริยาที่ไม่จำเป็น) สร้างมาตรฐานการปฏิบัติงาน เป็นต้น
		ไม่มีวิธีการอื่นแล้วหรือ	
		ควรทำอย่างไรดีล่ะ	

ลักษณะของคำถามของ 5W และ 1H

What: ทำอะไรอยู่ เป็นการย้ำความคิดตนเองว่าวิธีการที่ทำอยู่คืออะไร

Why: ทำไมทำอยู่อย่างนั้น เป็นการไล่หาวัตถุประสงค์ของงานนั้น

จากคำถาม What และ Why ทำให้ผู้วิเคราะห์สามารถตรวจพิจารณาลูกโซ่ของวัตถุประสงค์และวิธีการได้

Where: ทำที่ไหน เป็นคำถามเพื่อพิจารณาสถานที่ทำงานว่ามีที่เหมาะสมกว่าหรือไม่

When: ทำเมื่อไร เป็นการทบทวนจังหวะเวลา และลำดับการทำงานให้เหมาะสม

Who: ใคร (เครื่องไหน) ทำงานนี้อยู่ ควรมีการสับเปลี่ยนพนักงานหรือไม่ เช่น เปลี่ยนคนที่มีประสบการณ์สูงไปทำงานกับเครื่องจักรที่ซับซ้อน เป็นต้น ซึ่งจะเห็นว่าคำถามนี้ใช้หาความสัมพันธ์ของคนกับเครื่องจักร

How: ใช้วิธีอะไรทำงาน เป็นคำถามเกี่ยวกับวิธีการทำงาน ช่วยให้มีความประหยัด และทำงานได้ง่ายขึ้น

2.3 แนวทางการปรับปรุงการทำงาน

2.3.1 หลักการของ ECRS

ECRS คือตัวย่อมาจากภาษาอังกฤษ 4 ตัว คำที่ใช้เป็นหลักการในการปรับปรุงงาน ซึ่งจากขั้นตอนการวิเคราะห์โดยการตั้งคำถาม ด้วยหลัก 5W 1H จะนำไปสู่การปรับปรุงงานโดยอาศัย หลัก ECRS

1. ขจัดงานที่ไม่จำเป็น (E-Eliminate all unnecessary work) ด้วยการค้นหาจุดประสงค์ อันทำให้สามารถกำจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกไปได้ รูปแบบนี้มีประสิทธิผลสูงสุดในการปรับปรุงงาน

2. รวมขั้นตอนการปฏิบัติงานเข้าด้วยกัน (C-Combine operations or elements) ด้วยการผสมผสานองค์ประกอบของงานหลายประการเข้าด้วยกัน ช่วยลดขั้นตอนของงานบางส่วนลงได้ และมีอยู่บ่อยที่พบว่าวิธีการใหม่ที่พบจากการผสมผสานนี้ทำให้งานทั้งระบบง่ายขึ้น

3. การจัดลำดับใหม่ (R-Rearrange) การโยกย้ายสับเปลี่ยนลำดับขององค์ประกอบของงานอาจสร้างโอกาสกำจัดงานบางส่วน หรือโอกาสการผสมผสานใหม่

4. ทำให้ง่ายขึ้น (S-Simplify) เมื่อพิจารณาถึงการกำจัด การผสมผสาน และการจัดลำดับใหม่อย่างรอบครอบแล้ว ควรพยายามจัดการ องค์ประกอบของงานส่วนที่เหลืออยู่ให้เป็นงานที่ง่ายที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.4 หลักการปรับปรุงของการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing)

การแข่งขันของธุรกิจในปัจจุบันทำให้ภาคอุตสาหกรรมการผลิตต้องปรับตัวเพื่อความอยู่รอดระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing System) เป็นระบบที่ได้รับการยอมรับทั่วโลกว่า

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

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

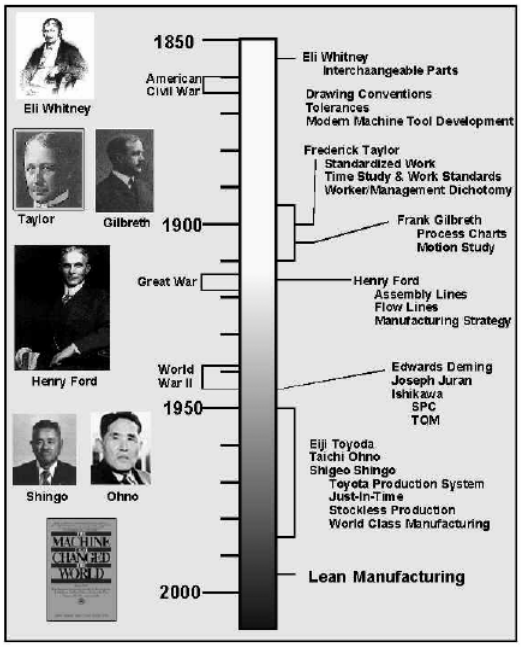
2.4.1 ประวัติและมุมมองของลีน

ระบบการผลิตแบบลีนกำเนิดขึ้นในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ กล่าวกันว่า ในอดีตการผลิตสินค้าต่างๆ รวมทั้งรถยนต์มีลักษณะเป็นแบบงานหัตถกรรมหรืองานฝีมือ (Craft Production) ไม่มีสายการผลิต ผู้ผลิตส่วนใหญ่จะดำเนินการผลิตโดยอาศัยทักษะความชำนาญของพนักงานเป็นหลัก ดังนั้น จึงมีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูง แต่ก็สามารถผลิตสินค้าได้หลากหลายชนิด ตามความต้องการของลูกค้า ต่อมาในช่วงต้นศตวรรษที่ 20 เฮนรี่ ฟอร์ด (Henry Ford) ผู้ก่อตั้งบริษัท ฟอร์ด

มอเตอร์ ได้ริเริ่มแนวคิดในการสร้างสายการผลิตให้มีลักษณะคล้ายกับการไหลของสายน้ำ และถือว่าทุกสิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ในกระบวนการคือความสูญเปล่า โดยนำเอานวัตกรรมระบบสายพานลำเลียงมาใช้ในสายการประกอบรถยนต์ (Moving Assembly Line) ของบริษัท และใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานที่สามารถเปลี่ยนทดแทนกันได้ (Standard interchangeable Parts) ทำให้เวลาในการผลิตลดลง อย่างไรก็ตาม ด้วยวิธีการดังกล่าวทำให้ชิ้นส่วนและวัตถุดิบได้รับการผลิต และส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไป โดยไม่มีการพิจารณาถึงความต้องการเช่นเดียวกับการผลิตสินค้าสำเร็จรูป ระบบดังกล่าวจึงถูกเรียกว่าระบบการผลิตแบบเน้นปริมาณ (Mass Production) คือผลิตแบบปริมาณมา รุ่นการผลิตมีขนาดใหญ่ เพื่อลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยให้ต่ำลง

ระบบการผลิตของฟอร์ดประสบความสำเร็จอย่างยิ่ง กล่าวกันว่ายุคนั้นในอเมริกาไม่มีใครที่ไม่รู้จักรถยนต์ฟอร์ดโมเดลที (Model T Ford) ที่มีการผลิตและจำหน่ายจำนวนมากถึงแม้ว่าระรุ่นนี้จะมีจำหน่ายเพียงสีเดียว คือสีดำ แต่เนื่องจากช่วงนั้นตลาดยังคงเป็นของผู้ผลิต เพราะผู้ผลิตรุยนต์มีจำนวนน้อยราย แต่ความต้องการซื้อมีจำนวนมากผลิตเท่าไรก็จำหน่ายได้หมด

อีกหลายปีต่อมา บริษัทผลิตรถยนต์โตโยต้า ได้นำแนวคิดของฟอร์ดไปปรับปรุงการผลิตของบริษัทโตโยต้า ที่ประเทศญี่ปุ่น ตามแนวความคิดสายการผลิตของ Taichi Ono และShigeo Shigo วิศวกรของบริษัท ที่เรียกกันว่าระบบทันเวลาพอดี(Just-In-Time: JIT) หรือระบบการผลิตแบบโตโยต้า(Toyota Production System: TPS) เป็นวิธีการประยุกต์แนวคิดของระบบซูเปอร์มาร์เกต หรือ ระบบดึงมาสร้าง ระบบการผลิตมีเป้าหมายที่การใช้ทรัพยากรให้น้อยที่สุดโดยการผลิตผลิตภัณฑ์ชิ้นเดียวให้เสร็จตลอดสายการผลิต และสร้างกระบวนการผลิตโดยโฟกัสไปที่ระบบที่มีการจำแนกและกำจัดของเสียทั้งหมดตลอดกระบวนการผลิต โดยได้แนวความคิดการกำจัดของเสียที่ได้พัฒนาโดยบริษัท Ford ของ Henry Ford ต่อมา John Craffic นักวิจัยชาวอเมริกันได้สนใจระบบการผลิตแบบโตโยต้า และพัฒนามาสู่ปรัชญาการผลิต ซึ่งเรียกว่า การผลิตแบบลีน หรือ Lean Manufacturing ลงในวารสาร “Sloan Management Review” ปี ค.ศ. 1988 จนกระทั่งในปี ค.ศ.1990 Jim Womack สนใจในเรื่องการสั่งซื้ออย่างประหยัด พร้อมกับเห็นว่าญี่ปุ่นประสบความสำเร็จในเรื่องการกำจัดความสูญเปล่า จึงได้ศึกษาอย่างละเอียดและทำอย่างเป็นระบบจนประสบความสำเร็จในเรื่องการกำจัดสิ่งสูญเปล่าจะช่วยสร้างคุณค่าเพิ่มขึ้นด้วย โดยเสนอลงไปในหนังสือ “Machine that Changed the World” โดยให้หลักการของการผลิตแบบลีนไว้ 5ประการ คือ 1) ระบุเน้นที่คุณค่า 2) การกำหนดสายธารคุณค่า (Value Stream) 3) การไหล (Flow) 4)ระบบดึง (Pull System) และ 5) ความสมบูรณ์แบบ (Perfection) (Womack และคณะ, 1990)โดยแสดงให้เห็นวิวัฒนาการของการผลิตแบบลีนแสดงในภาพ



รูปที่ 2.3 วิวัฒนาการสู่การผลิตแบบลีน

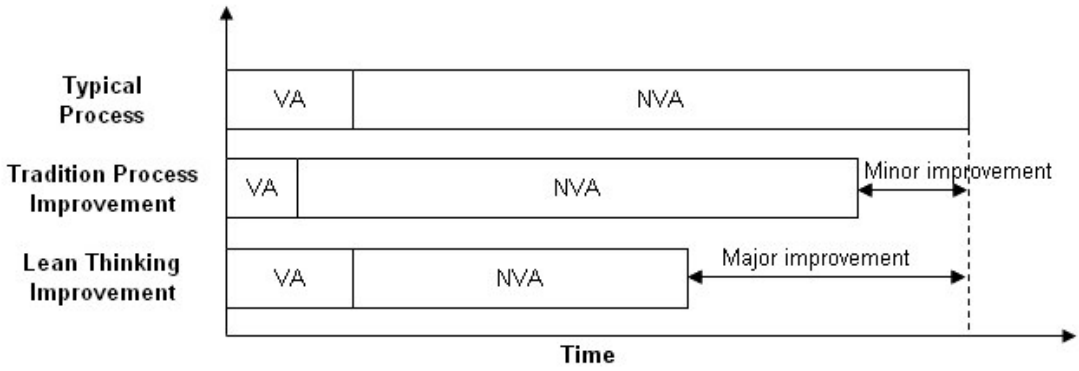
หลักประการหนึ่งของการผลิตแบบลีน คือระบุเน้นไปที่คุณค่า และกำหนดสายธารคุณค่า มุมมองของการผลิตแบบลีน ก็คือการพิจารณากิจกรรมไปตลอดสายของกระบวนการผลิต โดยมีการจำแนกกิจกรรมออกเป็น 3 ลักษณะ

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

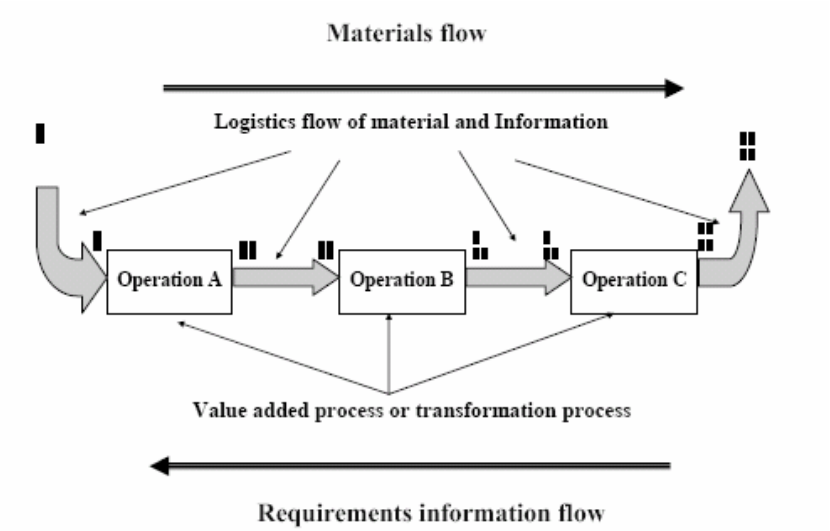
2. กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non Value Added Activity: NVA) คือกิจกรรมที่ไม่ได้เพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ หรือบริการ กิจกรรมที่ไม่มีความจำเป็นต่อกระบวนการซึ่งควรกำจัดออกไป คิดเป็น 60% ของกิจกรรมทั้งหมด ตัวอย่างเช่น เวลารอคอย (Waiting Time) การสุ่มผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิต (Work In Process: WIP) โดยไม่เชื่อมต่อเพื่อเข้าสู่กระบวนการต่อไปในทันที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

3. กิจกรรมที่มีความจำเป็นแต่ไม่ทำให้เกิดคุณค่า (Necessary but Non Value Added) คือ กิจกรรมที่ไม่ได้เพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ หรือบริการ แต่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ คิดเป็น 35% ของกิจกรรมทั้งหมด ตัวอย่างเช่น การเดินในระยะไกลเพื่อหยิบชิ้นส่วนหรือวัตถุดิบ การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์หรือเครื่องมือระหว่างการผลิต และเพื่อกำจัดการทำงานเช่นนี้จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลง

การทำงานครั้งใหญ่ เช่น การวางผังโรงงานในกระบวนการผลิตใหม่ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในทันที



รูปที่ 2.4 สัดส่วนของกิจกรรมและรูปแบบการปรับปรุงกระบวนการ



รูปที่ 2.5 คุณค่าเพิ่มจากลักษณะระบบการผลิตที่ประกอบด้วยการไหลและกิจกรรม

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

ตลอดกระบวนการและจำแนกคุณค่าให้เห็นถึงกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่าและกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า แล้วกำจัดมันออกไปให้เหลือน้อยที่สุด แนวคิดแบบลีน ได้จำแนกความสูญเปล่าหรือ Waste ซึ่งในภาษาญี่ปุ่นคือ Muda ออกเป็น 7 ประเภท คือ

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

ลักษณะความสูญเปล่าที่เกิดจากการผลิตมากเกินไป เช่น

(1) มีความต้องการพื้นที่ในการจัดเก็บงานระหว่างกระบวนการผลิต (Work In Process: WIP), สินค้าคงคลัง

(2) มีการขนย้ายไปเก็บชั่วคราวเมื่อใช้ชิ้นส่วนวัตถุดิบ หรือผลิตภัณฑ์ไม่หมด

(3) เมื่อมีของเสียเกิดขึ้นจากกระบวนการก่อนหน้าจะไม่ได้รับการแก้ไขในทันที

(4) ใช้เวลาในการผลิตนานเกินความจำเป็น

สาเหตุความสูญเปล่าที่เกิดจากการผลิตมากเกินไป

(1) ความสามารถของแต่กระบวนการไม่เท่ากัน

(2) แนวคิดที่ผลิตให้จำนวนมากที่สุด เพื่อลดต้นทุนต่อหน่วยลง

(3) มีการใช้ระบบการให้ค่าแรงจูงใจ

แนวทางการลดความสูญเปล่าที่เกิดจากการผลิตมากเกินไป

(1) ปรับสายการผลิตให้สมดุล (Line Balancing) เพื่อกำจัดจุดที่เป็นคอขวด (Bottleneck) ของสายการผลิต

(2) ปรับระดับการผลิตให้เหมาะสมกับความต้องการทั้งปริมาณ และเวลาการส่งมอบ

(3) บำรุงรักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

(4) กำหนดการผลิตในแต่ละ Lot ให้น้อยลง

(5) ลดเวลาการตั้งเครื่อง (Reduce Setup Time)

(6) ฝึกให้พนักงานมีทักษะในการทำงานหลายด้าน (Multi-Skill)

2. ความสูญเปล่าจากการรอคอย (Waiting) คือความสูญเปล่าที่เกิดจากปัจจัยสองอย่างของการผลิตไม่สัมพันธ์กัน ทำให้มีเวลาว่างงานในการผลิต ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการรอคอย

ลักษณะความสูญเปล่าจากการรอคอย (Waiting)

(1) พนักงานรอเครื่องจักรทำงาน

(2) เครื่องจักร หรือวัตถุดิบรอคนมาทำงาน

(3) มีการรอชิ้นงานจากกระบวนการก่อนหน้า

(4) การรอการซ่อมเครื่องจักร

(5) การรอการตั้งเครื่อง

สาเหตุความสูญเปล่าจากการรอคอย (Waiting)

(1) วิธีการทำงานของแต่ละกระบวนการที่ไม่สอดคล้องกัน

(2) ใช้เวลาในการตั้งเครื่องจักรนาน

(3) ประสิทธิภาพของเครื่องจักรต่ำ

แนวทางการลดความสูญเปล่าจากการรอคอย (Waiting)

(1) จัดวางแผนการผลิต แผนการเข้าของวัตถุดิบ และลำดับการผลิตให้สอดคล้องกัน

(2) จัดทำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เพื่อบำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา

(3) จัดสรรปริมาณงาน แรงงาน และเครื่องจักรให้เกิดความสมดุลในสายการผลิต

(4) วางแผนขั้นตอนการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต และเตรียมเครื่องมือพนักงานให้พร้อมก่อนหยุดเครื่อง หรือจัดหาอุปกรณ์ช่วยในการปรับเปลี่ยน เพื่อลดเวลาการตั้งเครื่องจักร

(5) ฝึกให้พนักงานมีทักษะในการทำงานหลายด้าน

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

ลักษณะความสูญเปล่าจากการขนส่ง

(1) ต้องมีการใช้อุปกรณ์ หรือเครื่องจักรในการขนย้ายจำนวนมาก

(2) การที่มีคลังพัสดุหลายแห่ง

(3) วัสดุเกิดการเสียหาย

สาเหตุความสูญเปล่าจากการขนส่ง

(1) มีการผลิตครั้งละจำนวนมาก

(2) ละเลยการทำกิจกรรม 5ส.

(3) ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการวางผังโรงงาน

แนวทางการลดความสูญเปล่าจากการขนส่ง

(1) วางผังเครื่องจักรให้ใกล้กัน เพื่อลดระยะทางการขนส่งให้น้อยลง

(2) ปรับปรุงการวางผังโรงงาน โดยยึดหลักความสัมพันธ์ระหว่างฝ่ายงานที่เกี่ยวข้องกัน ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เช่น การจัดสายการประกอบขั้นสุดท้าย (Final Assembly) ให้อยู่ใกล้กับคลังเก็บสินค้า เพื่อลดระยะทางในการขนส่ง

(3) ปรับปรุงการขนถ่ายวัสดุ เพื่อลดปริมาณการขนถ่ายให้น้อย เช่นหาอุปกรณ์การขนถ่ายที่ หรือใช้บรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสม

4. ความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม (Inappropriate Processing) คือ ความสูญเปล่าที่เกิดจากขั้นตอนการดำเนินงานที่ไม่ได้เพิ่มคุณค่าให้กับสินค้า ขั้นตอนการผลิตที่ซับซ้อน เครื่องจักรที่ซับซ้อน และอาจรวมถึงการจัดตั้งแผนกตรวจสอบคุณภาพขึ้นมา ซึ่งจะเป็นการเปลืองแรงงานถ้าสามารถทำงานได้คุณภาพในแต่ละกระบวนการ

ลักษณะความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม

(1) เกิดจุดที่เป็นคอขวด (Bottle neck) ของสายการผลิต

(2) ขาดความชัดเจนในข้อกำหนดของลูกค้า

(3) การมีสำเนามากเกินความจำเป็น

(4) การตรวจสอบมากเกินความจำเป็น

(5) งานที่ถูกนำกลับมาทำใหม่ (Reworking)

(6) ชิ้นประกอบที่ทำออกมาแล้วคู่ประกอบร่วมยังไม่ได้ผลิตออกมา (Debarring)

สาเหตุความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม

(1) การเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรมโดยไม่ได้คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการผลิต

(2) นโยบาย และขั้นตอนการดำเนินงานขาดประสิทธิภาพ

(3) ขาดข้อมูลด้านความต้องการของลูกค้า

แนวทางการลดความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม

(1) วิเคราะห์กระบวนการ (Process Analysis) เพื่อให้ทราบขั้นตอนทั้งหมดในการทำงาน และพิจารณาเลือกกิจกรรมที่ไม่เหมาะสมมาทำการปรับปรุง

(2) ใช้หลักการ 5W 1H เพื่อวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละกิจกรรมของแต่ละกระบวนการ

(3) ใช้หลัก ECRS เพื่อปรับปรุงการทำงาน

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

ลักษณะความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น

(1) เกิดความต้องการใช้พื้นที่จำนวนมากในการเก็บรักษา

(2) เกิดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บมาก และต้นทุนจม เช่น ดอกเบี้ย

(3) วัสดุเกิดการเสื่อมสภาพ ถ้าขาดการจัดเก็บแบบเข้าก่อนออกก่อน (FIFO)

(4) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงคำสั่งผลิต ทำให้เกิดวัสดุตกค้างเป็นจำนวนมาก

สาเหตุความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น

(1) ความสามารถของกระบวนการที่ต่ำทำให้ต้องผลิตสินค้าไว้จำนวนมากป้องกันการเสียโอกาสจากการไม่มีสินค้า

(2) วิธีการบริหารพัสดุคงคลังไม่เหมาะสม

(3) ระบบการพยากรณ์ผิดพลาด

แนวทางการลดความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น

(1) กำหนดจุดต่ำสุด และจุดสูงสุดในการจัดเก็บพัสดุแต่ละชนิด

(2) ใช้การควบคุมด้วยสายตา (Visual Control) เพื่อให้เกิดความสะดวกในการจัดเก็บและการหยิบใช้ และทำให้ทราบถึงจำนวนคงเหลือ เพื่อลดความผิดพลาดในการสั่งซื้อ

(3) ควบคุมปริมาณการสั่งซื้อ จากอัตราการใช้ด้วยระบบที่ง่ายที่สุด

(4) ปรับปรุงระบบการจัดเก็บให้มีลักษณะเข้าก่อนออกก่อน (FIFO: First in First out) เพื่อไม่ให้พัสดุตกค้างอยู่ในคลังสินค้าเป็นระยะเวลานานจนเสื่อมสภาพ

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

ลักษณะความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม

(1) การมองหาเครื่องมือที่จะนำมาใช้

(2) การเอื้อม หรือการก้มตัวมากเกินความจำเป็น

(3) วัตถุดิบที่จะต้องใช้วางอยู่ไกล

สาเหตุความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม

(1) การจัดวางอุปกรณ์ และวางผังโรงงานไม่เหมาะสม

(2) ขาดการทำกิจกรรม 5ส. และการควบคุมด้วยสายตา (Visual Control)

(3) ขาดมาตรฐานการทำงาน

แนวทางการลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม

(1) ใช้หลักการเคลื่อนไหวอย่างประหยัด (Motion Economy) พยายามกำจัดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นออกไป

(2) ศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) เพื่อปรับปรุงปรุงวิธีการทำงานให้เกิดการเคลื่อนไหวน้อยที่สุดตามหลักการยศาสตร์ (Ergonomic)

(3) จัดสภาพการทำงาน (Work Condition) ให้เหมาะสม เช่น การจัดวางเครื่องมือไว้ใกล้จุดปฏิบัติงาน เพื่อลดการเดิน

(4) ปรับปรุงเครื่องมือ และอุปกรณ์ในการทำงานให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน

(5) จัดทำอุปกรณ์ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน (Jig, Fixtures) เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างสะดวก

7. ความสูญเปล่าจากข้อบกพร่อง (Defect) คือความสูญเปล่าที่เกิดของเสียจากการผลิต หรืองานที่ไม่ได้มาตรฐานที่ต้องทำการแก้ไขใหม่

ลักษณะความสูญเปล่าจากข้อบกพร่อง

(1) ใช้พื้นที่ เครื่องมือ และพนักงานในการแก้ปัญหาของเสียมาก

(2) เกิดความผิดพลาดในเวลาการจัดส่ง

(3) ทำให้ผลกำไรน้อยเนื่องจากมีเศษของเสีย

(4) ภาพลักษณ์ที่ไม่ดีต่อองค์กร

สาเหตุความสูญเปล่าจากข้อบกพร่อง

(1) วิธีการผลิตที่ไม่ถูกต้อง

(2) การออกแบบสำหรับการผลิตไม่เหมาะสม

(3) วัตถุดิบไม่ได้คุณภาพ

(4) ความเสียหายจากการขนย้าย

(5) ขาดการตรวจสอบ และติดตามป้องกันข้อบกพร่อง

แนวทางการลดความสูญเปล่าจากข้อบกพร่อง

(1) สร้างระบบการปรับปรุงคุณภาพโดยการป้องกัน (Quality Improvement by Prevention) ซึ่งมีวิธีการคือ 1) ค้นหาของเสียก่อนถึงลูกค้า 2) แจกแจงความถี่ ลักษณะของเสีย 3) หาสาเหตุของเสียแต่ละลักษณะ และ 4) กำจัดสาเหตุ

(2) สร้างมาตรฐานของการทำงาน และมาตรฐานของวัตถุดิบที่ถูกต้อง

(3) ดูแลพนักงานให้ปฏิบัติตามมาตรฐานตั้งแต่แรก

(4) อบรมพนักงานให้มีความรู้ความเข้าใจ สามารถปฏิบัติงานได้ถูกต้องตามมาตรฐาน

(5) ปรับปรุงอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันความผิดพลาดจากการทำงาน (Poka-Yoke)

(6) ตั้งเป้าหมายการผลิตของเสียให้เป็นศูนย์

(7) ให้มีการตอบสนองข้อมูลทางด้านคุณภาพอย่างรวดเร็ว (Quick Response System)

(8) ปรับปรุงการออกแบบการผลิต

(9) บำรุงรักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพดี

2.4.2 หลักการผลิตแบบลีน

Womack และคณะ, ปีค.ศ.1990 ได้อธิบายหลักการของการผลิตไว้ 5 ประการดังที่กล่าวไว้ข้างต้น และแสดงให้เห็นถึงแนวทางที่ดีขึ้นในการจัดการองค์กรที่มีการผลิตมากๆ และความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางธุรกิจ และทางThe Nation Institute of Standard and Technology Extension Partnership's Lean Network (Kilpatrick, 2003) ได้ให้คำจำกัดความของการผลิตแบบลีนไว้ว่า " A systematic approach to identifying and eliminating waste through continuous improvement, flowing the product at the pull of customer in the pursuit of perfection" จากคำจำกัดความข้างต้นทำให้เราสามารถชี้ให้หลักการของการผลิตแบบลีนซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ประการ คือ

1. การระบุเน้นที่คุณค่าของสินค้าและบริการ (Specific Value)

ในแนวคิดนี้เสนอให้ สามารถระบุคุณค่าของผลิตภัณฑ์หรือบริการให้ได้ว่าคุณค่าของสินค้าที่ผลิตที่ผลิตมีคุณค่าอยู่ที่ใด ตรงกับความต้องการของลูกค้าหรือไม่ การระบถว่าสินค้ามีคุณค่าอยู่ที่ใด อาจเปรียบเทียบกับคู่เข่ง (Benchmarking) ก็ได้ แต่นำเป็นต้องมองในมุมของลูกค้า

(Customer's Perspective) ไม่ใช่มองจากมุมมองของผู้ผลิต (Producer's Perspective) การที่สามารถระบุได้ว่าสินค้ามีคุณค่าอย่างไรนั้น นับเป็นบันไดขั้นแรกของแนวคิดลีน ซึ่งจะทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจอันจะส่งผลต่อการดำเนินธุรกิจต่อไป ทั้งยังสามารถนำคุณค่าที่ลูกค้าที่ลูกค้าต้องการนั้นมาเป็นแนวทางในการดำเนินการผลิตด้วย

2. การแสดงสายธารแห่งคุณค่า (Identify Value Stream)

การแสดงสายธารแห่งคุณค่า คือ การจัดทำผังแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) ซึ่งเป็นการระบุกิจกรรมที่ต้องการทำทั้งหมด ตั้งแต่รับวัตถุเข้าโรงงานผู้ผลิตจนกระทั่งสินค้าได้ถูกส่งถึงโรงงานลูกค้า นอกจากนี้ การจัดทำผังแห่งคุณค่าจะทำให้เห็นกระบวนการทั้งระบบและสามารถมองเห็นความสูญเปล่า (Muda) ได้ง่ายและยังมีประโยชน์ในการสื่อสารกับบุคคลอื่นอีกด้วย

3. การทำให้คุณค่าเกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง (Flow)

การทำให้คุณค่าการไหลอย่างต่อเนื่อง คือ การทำให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา โดยไม่มีการขัดขวางหรือหยุดการผลิตด้วยเหตุอันใดก็ตาม ให้งานสามารถไหลไปได้อย่างต่อเนื่องเหมือนเช่นน้ำในแม่น้ำ ซึ่งแม้ว่าระดับน้ำจะลดต่ำลงแต่ก็ยังไหลอยู่เสมอ การไหลของงาน (Flow) ถือว่าเป็นหัวใจของระบบการผลิตแบบลีน และเป็นจุดเริ่มต้นที่จะต้องทำให้เกิดขึ้นก่อนที่จะทำการติดตั้งระบบอื่นๆของลีนต่อไป การทำให้สายการผลิตการไหลอย่างต่อเนื่อง (Continuous Flow)

(1) อย่าให้เครื่องจักรว่างงานไม่ว่าด้วยเหตุอันใดก็ตาม (Idle)

(2) หากเครื่องจักรเสีย (Breakdown) หรือออกนอกการควบคุม (Out of Control) ต้องแก้ไขให้กลับสู่สภาวะปกติให้เร็วที่สุด

(3) การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นสิ่งที่ต้องใช้เวลาให้น้อยที่สุดแม้ว่าจะอยู่ในแผนการผลิตก็ตาม

(4) อย่าขัดจังหวะการผลิต ไม่ว่าด้วยเหตุใดก็ตาม

(5) จัดกำลังการผลิตของแต่ละกระบวนการให้มีความสมดุลกัน (Line Balancing) ซึ่งจะทำให้ไม่มีการกองรอของงานหรือเกิดคอขวดขึ้น (Bottleneck)

(6) ลดปริมาณการขนย้าย

(7) ลดการเก็บงานเพื่อรอการผลิต (Waiting)

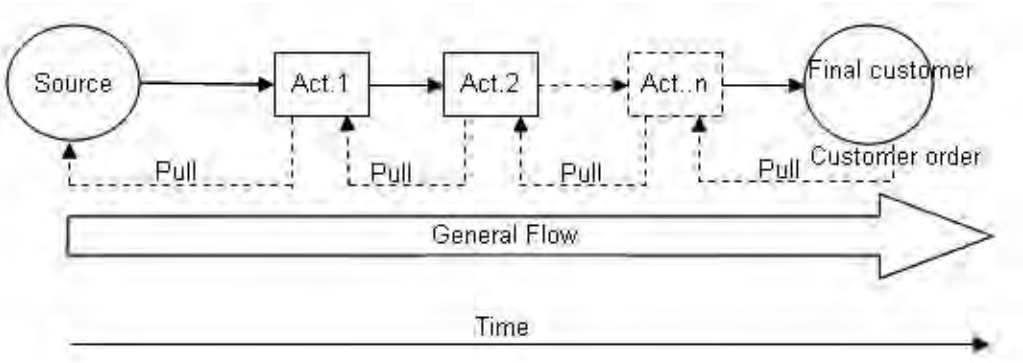
(8) จัดผังโรงงาน (Line Layout) ให้เหมาะสม

4. สนองความต้องการของลูกค้า โดยใช้ระบบดึง (Pull System)

โดยการแจ้งความต้องการของลูกค้าย้อนกลับสู่แหล่งผลิตในลักษณะของ downstream เพื่อผลิตตามความต้องการของลูกค้าจริงๆ ลดความสูญเปล่าจากการผลิตที่เกินความต้องการ สร้างความสมดุลและความสัมพันธ์ของปริมาณการผลิตกับความต้องการให้สอดคล้องกัน

5. พัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement)

เพื่อแสวงหาความสมบูรณ์แบบ ด้วยการวัดประสิทธิภาพของกระบวนการอย่างสม่ำเสมอตามระยะเวลา โดยการทำ Benchmark หรือการวัดประสิทธิภาพของการผลิตแบบลีน ด้วย Balance Score Card เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แนวคิดของการผลิตแบบลีน

2.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตแบบลีน (Lean Tools)

เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตแบบลีน (Lean Tools) ซึ่ง Green (2000) ได้พัฒนา Toolkit ของการผลิตแบบลีน รวบรวมเครื่องมือไว้ทั้งหมด 27 ชนิด และสามารถจัดกลุ่มตามผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือนั้นๆ ได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. การปรับปรุงอัตราการไหล (Flow) ได้แก่ (1)Pull Production Scheduling หรือ Kanban, (2)One piece Flow, (3)5ส, (4)Standard work, (5)method sheet, (6)Visual control, (7)Total preventive maintenance, (8)Reliability maintenance, (9)Preventive maintenance ,(10)Predictive maintenance และ (11) Production to takt time

2. การเพิ่มความยืดหยุ่นในกระบวนการ (Flexibility) ได้แก่ (1)Set up reduction, (2)Mixed model production, (3)Smoothed production และ (4) Cross Trained workforce

3. การลดเวลาในการทำงาน (Throughput rate) ได้แก่ (1)Flow cell, (2)Point of used material, (3)Autonomation, (4)Mistake Proofing, (5)Self check Inspection, (6)Successive check Inspection และ (7)Line stop

4. การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) ได้แก่ (1)Kaizen, (2)Design of Experiment, (3)Root cause Analysis, (4)Statistical process control และ(5)Team Based Problem Solving

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

รูปที่ 2.7 ชุดเครื่องมือของลีน

คำนิยามและวิธีการใช้เครื่องมือของลีน มีดังต่อไปนี้

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

ส.1 สะสาง แยกสิ่งของที่ต้องการและไม่ต้องการออกจากกัน และกำจัดสิ่งของที่ไม่ต้องการนั้นออกไปจากสถานที่นั้นๆ

ส.2 สะดวก จัดสิ่งของที่จำเป็นเหล่านั้นให้อยู่ในสภาพที่จะใช้งานได้อย่างง่าย และมีประสิทธิภาพ

ส.3 สะอาด จัดสถานที่ทำงานให้ปราศจากสิ่งสกปรก

ส.4 สุขลักษณะ ดำรงสภาพของสะสาง สะดวก สะอาด อยู่ตลอดเวลา

ส.5 สร้างเสริมลักษณะนิสัย ปลูกฝังสิ่งเหล่านี้ให้อยู่ในนิสัย ประพฤติอย่างถูกต้องตามกฎระเบียบวินัย

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

2. การลดเวลาของการเปลี่ยนงาน (Set up Reduction) ซึ่งก็หมายถึงการจัดเตรียมความพร้อมของเครื่องมือ อุปกรณ์ ในการผลิตจะใช้ในการลดเวลาการจัดแต่งเครื่องจักรในกรณีที่ต้องเปลี่ยนการผลิตจากผลิตภัณฑ์หนึ่งไปสู่อีกผลิตภัณฑ์หนึ่งให้ใช้เวลาน้อยที่สุด

3. การผลิตโดยอิงเวลามาตรฐาน (Production to Takt Time) คือการสร้างสมดุลการทำงานโดยให้ระยะรอบของการทำงาน (Cycle Time) เท่ากับ Takt Time โดยการคำนวณ Takt Timeเท่ากับระยะเวลาสุทธิในกระบวนการ หารด้วยผลผลิตทั้งหมดที่ต้องผลิตวิธีการคำนวณ Takt Time คือ ระยะเวลาเท่าไรที่งาน 1 ชิ้นจะเสร็จสมบูรณ์ ตามที่ลูกค้าระบุโดยคำนวณจาก ปริมาณความต้องการของลูกค้า (Customer Demand) และเวลาทำงานที่มีอยู่ (Available time) Takt Time ถูกกำหนดเป็นจังหวะสำหรับ Standard Work รอบเวลาของผู้ปฏิบัติงาน (Operator Cycle Time) เป็นเวลาทั้งหมดที่ต้องการสำหรับผู้ปฏิบัติงานหนึ่งคนทำงานสำเร็จ 1 ชิ้น โดยหนึ่งรอบของผู้ปฏิบัติงานประกอบไปด้วย การเดิน, ติดตั้งงาน/ปลดงาน (Load/Unload), และการตรวจสอบ รอบเวลาของเครื่องจักร คือ เวลาระหว่างทันทีที่ปุ่มเปิดการทำงานของเครื่องจักรถูกกดลงและจุดที่เครื่องจักรกลับมาอยู่ที่เดิมหลังการปฏิบัติงาน Takt Time เป็นสัดส่วนของเวลาการปฏิบัติงานแต่ละวันและความต้องการสินค้าในแต่ละวันเช่นกัน ตัวแปรประกอบด้วย ความต้องการของลูกค้า และเวลาทำงานที่มีอยู่ เมื่อความต้องการของลูกค้า และเวลาการทำงานที่มีอยู่เปลี่ยนไป Takt Time จะถูกคำนวณใหม่ ดังสมการ

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

การคำนวณหาค่า Takt Time กระทำได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

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

4. งานมาตรฐาน (Standardize Work) ประสิทธิผลที่เกิดขึ้นมากที่สุดในการทำงานร่วมกันของ แรงงานคน, วัสดุ และเครื่องจักร นั้นคือการสร้างรากฐานของการพัฒนารายวัน โดยการสร้างกระบวนการซ้ำๆโดยให้คำจำกัดความของขั้นตอน เวลาและการจัดระเบียบแบบแผนของการปฏิบัติงาน เพื่อได้ผลตามที่ต้องการในราคาที่ต่ำและรับประกันในคุณภาพที่สูง ประโยชน์ที่ได้รับจาก Standard Work คือ สร้างผังโรงงานที่มีพื้นที่ไร้ประโยชน์น้อยที่สุด จำแนกความต้องการของ

งานในกระบวนการ (Work-in-process)ที่น้อยที่สุดได้ เข้าใจเวลานำ (Lead Time) ที่มีผลกระทบต่อ WIP สามารถคำนวณความต้องการของพนักงานที่ต้องการต่อความต้องการที่หลากหลายได้ Visual Management ของงานที่กำลังก้าวหน้าและเกิดความผิดปกติได้

5. แบบแสดงวิธีปฏิบัติงาน (Method Sheets) แสดงภาพการวิธีปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานของงานนั้น รวมถึงการอธิบายวิธีการทำงานที่ถูกต้องเพื่อควบคุมการปฏิบัติงานให้ถูกต้องอยู่เสมอ

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

7. การควบคุมด้วยสายตา (Visual Control) เป็นกุญแจในทฤษฎีของการผลิตแบบลีน เป็นการมุ่งเน้นที่สร้างสถานที่ปฏิบัติงาน ให้มีสัญลักษณ์ เครื่องหมาย สัญญาณสีต่างๆ ที่แตกต่างกันเท่าที่กระบวนการจะสามารถแสดงได้ ในช่วงเวลาสั้นๆ ให้รู้ว่าสิ่งใดกำลังเกิดขึ้น สามารถเข้าใจได้ได้ในกระบวนการ และรู้ว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ถูกต้อง หรือสิ่งใดไม่ควรอยู่ในสถานที่ปฏิบัติการอย่างเช่นโรงงานเสมือน (Visual factory) ถูกสร้างขึ้นด้วยการจัดวาง (Display) และการควบคุมที่สามารถเห็นได้ตา (Visual control) ซึ่งจะช่วยดำเนินกิจกรรมได้มีประสิทธิภาพตรงตามที่ออกแบบมา การใช้ข้อมูลร่วนกันด้วยอุปกรณ์เสมือน (Visual tool) จะช่วยดำเนินงานให้ราบรื่นและปลอดภัยจากการออกแบบและนำไปใช้งานเครื่องมือเหล่านี้จะลดความยุ่งยากให้แก่ทีมปฏิบัติงานในพื้นที่ปฏิบัติงาน (Shop floor) ตลอดจนงาน 5 ส. และกิจกรรมการพัฒนาด้านอื่นๆVisual display คือการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลข่าวสารและข้อมูลของพนักงานในพื้นที่นั้นๆ เช่น แผนภูมิที่แสดงผลกำไรของบริษัทในแต่ละเดือน หรือภาพกราฟฟิคแสดงให้เห็นชนิดที่แน่นอนของคุณภาพที่แสดงออกที่สมาชิกของกลุ่มที่ควรจะปฏิบัติตาม ประสิทธิภาพของการออกแบบของกระบวนการเป็นผลมากจาก การประยุกต์ใช้ของ Lean Manufacturing โดยการตั้งสมมุติฐาน กระบวนการจะดำเนินต่อไปตราบที่การตั้งสมมุติฐานถูกต้อง โรงงานที่มี Visual Control และdisplay ที่ละเอียดชัดเจนพนักงานจะสามารถทราบได้ทันที่ในกรณีที่กิจกรรมใด กิจกรรมหนึ่งไม่เป็นไปตามที่ตั้งสมมุติฐานสัญญาณเสียง (Audio signal) ในโรงงานเป็นส่วนสำคัญเพราะเป็นสัญญาณที่แสดงเสียงออกมาเมื่ออุปกรณ์ใดๆไม่สามารถปฏิบัติงานได้ เสียงจะส่งสัญญาณเตือนก่อนที่จะมีการเปิดเครื่องจักร หรือส่งข้อมูลที่มีประโยชน์

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

9. การผลิตแบบผสมรุ่น (Mixed Model Production) คือการผลิตแบบหลายๆโมเดลในสายการผลิตเดียวกัน โดยปรับสัดส่วนการผลิตสินค้าให้เท่าทันความต้องการของลูกค้าที่สั่งเข้ามาผลิตสลับปรับเปลี่ยนกันไปตลอดสายการผลิต

10. Point of Used Material การจัดเตรียมและบริหารพื้นที่ให้สามารถนำมาใช้งานได้อย่างสะดวก ลดการเคลื่อนที่หรือขนย้ายวัสดุ นอกจากนี้ยังหมายรวมถึงการจัดเก็บอุปกรณ์ในพื้นที่ที่สะดวกต่อการใช้งานด้วย

11. กัมบัง (Kanban) หรือPull Schedulingเป็นภาษาญี่ปุ่น หมายถึง สัญญาณ(Signal) เป็นหนึ่งในเครื่องมือพื้นฐานของระบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time) เป็นสัญญาณการเติมเต็มสำหรับการผลิตและวัสดุ ให้คงไว้อย่างเป็นลำดับและไหล(Flow) ของวัตถุดิบตลอดทั้งกระบวนการอย่างมีประสิทธิภาพ ระบบ Kanban เป็นกุญแจของความสำเร็จของระบบการผลิตแบบ Lean การใช้สัญญาณง่ายๆที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเป็นการวัดความต้องการและลำดับก่อนหลังของลูกค้าในระบบดึง (Pull System) Kanban มักอยู่ในลักษณะของบัตร(Card), ลูกบอล, รถเข็น หรือ ตู้ คอนเทนเนอร์ (Container) แต่ส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะของบัตรที่มีรายละเอียดข้อมูลจำเพาะ เช่น ชื่อของชิ้นส่วน, รายละเอียดอธิบายลักษณะ, ปริมาณ เป็นต้น Kanban สามารถใช้ได้ทั้งในการไหลของวัสดุ ข้อมูล ในโรงงาน หรือ การไหลของโครงการ(Project Flow) ในสำนักงาน และการไหลของวัตถุดิบระหว่าง ซัพพลายเออร์และลูกค้า ประโยชน์และข้อดีของ Kanban คือ ลดสินค้าคงคลัง สามารถพยากรณ์การไหลของวัสดุได้สร้างตารางเวลาได้อย่างง่าย สร้างระบบดึงด้วยสายตา (Visual pull system) ที่ตำแหน่งการผลิต

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

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

14. การควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ (Autonomation) หมายถึงการติดตั้งกลไกหรือตัวรับสัญญาณที่เครื่องจักร เพื่อตรวจสอบดูว่าชิ้นงานที่ผลิตมีข้อบกพร่องหรือผิดปกติอยู่หรือไม่ ถ้าเครื่องจักรตรวจพบ เครื่องจักรจะหยุดทำงานโดยทันที จุดสำคัญคือการปฏิบัติงานของเครื่องจักรต้องอิสระไม่ต้องมีคนมาคอยควบคุม จุดประสงค์สำคัญของเครื่องมือ คือ ไม่ปล่อยให้มีของเสียผ่านเข้าไปสูกระบวนการได้

15. Line Stop คือ พนักงานสามารถที่จะหยุดสายการผลิตได้เมื่อตรวจพบว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นกับกระบวนการ

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

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

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

19. กลุ่มการแก้ปัญหา (Team Based Problem Solving) คือการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการโดยมีการประชุมทีมงานที่เกี่ยวของเพื่อหาทางแก้ไขปัญหาทุกวันหรือเป็นประจำตามการตกลง โดยให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเป็นสำคัญ

20. การปรับปรุงอย่างอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) หรือ Kaizen เป็นภาษาญี่ปุ่นแปลว่าการปรับปรุง ซึ่งเป็นแนวคิดที่นำมาใช้ในการบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมุ่งเน้นที่การมีส่วนร่วมของพนักงานทุกคนร่วมกันแสวงหาแนวทางใหม่ๆเพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานและสภาพแวดล้อมการทำงานให้ดีขึ้นอยู่เสมอ หัวใจสำคัญคือการดำรงอยู่ของสิ่งที่ดีอยู่แล้วและการพัฒนาอย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุดความสำคัญในกระบวนการของ Kaizen คือการใช้ความรู้ความสามารถของพนักงานมาคิดปรับปรุงงาน โดยการใช้เพียงการลงทุนเล็กน้อย

ซึ่งทำให้เกิดการปรับปรุงทีละน้อยค่อยๆเพิ่มพูนอย่างต่อเนื่อง ตรงข้ามกับแนวคิดนวัตกรรม (Innovation) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงขนานใหญ่ ต้องใช้เทคโนโลยีซับซ้อนชั้นสูง ด้วยเงินลงทุนมหาศาล ดังนั้นไม่ว่าจะอยู่ในภาวะเศรษฐกิจแบบไหนเราก็ใช้ Kaizen เพื่อปรับปรุงได้

21. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นกลยุทธ์การซ่อมบำรุง โดยมีแนวคิดในการดูแลรักษาก่อนที่เครื่องจักรจะเสียหาย โดยการดูแลรักษาและตรวจสอบเครื่องมือและชิ้นส่วนต่างๆอย่างสม่ำเสมอตามเวลาที่กำหนด ก่อนที่เครื่องมือเครื่องจักรจะเสียหาย

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

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

24. การบำรุงรักษาแบบทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) คือ ระบบการบำรุงรักษาที่จะทำให้เครื่องจักร อุปกรณ์เกิดประสิทธิภาพสูงสุด (Overall Efficiency) โดยพนักงานทุกคนที่เป็นผู้ใช้เครื่องจักร เครื่องมือ หรืออุปกรณ์นั้นๆมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพดีพร้อมใช้งานอยู่เสมอด้วยตนเอง เช่นการตรวจสอบเครื่องจักรเป็นประจำทุกวัน การดูแลรักษาตามคู่มือการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ เปลี่ยนอะไหล่ตามอายุการใช้งาน หมั่นตรวจสอบและสังเกตสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ เป้าหมายสูงสุดของ TPM คือ อุปกรณ์เครื่องมือเสียหายเป็นศูนย์ (Zero Break down) ความผิดพลาดที่เกิดจากเครื่องมือเป็นศูนย์(Zero Defects) อุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้งานเครื่องจักร เครื่องมือเป็นศูนย์ (Zero Accident) ซึ่งองค์ประกอบของ TPM มี 8 ประการ ดังนี้

(1) การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Individual Improvement) คือให้ฝ่ายที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องโดยตรงต่อเครื่องมือเป็นผู้รับผิดชอบ และฝ่ายอื่นๆเป็นผู้สนับสนุนควบคู่ไปกับกิจกรรมบำรุงรักษาด้วยตนเอง โดยเป็นการปรับปรุงที่อุปกรณ์ต้นแบบก่อน จากนั้นค่อยขยายการปรับปรุงไปยังเครื่องอื่นๆ

(2) การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) โดยมีแนวคิดว่าไม่มีใครจะเข้าใจเครื่องมือไปมากกว่าผู้ใช้เอง ผู้ใช้งานจะสามารถสังเกตสิ่งผิดปกติได้ดีกว่าคนอื่นๆ

(3) การบำรุงรักษาตามแผน (Planed Maintenance) คือการที่ฝ่ายซ่อมบำรุงดำเนินกิจกรรมตามระยะเวลาของการใช้งาน โดยให้สอดคล้องกับกิจกรรมที่ดำเนินอยู่ไม่ไปขัดขวางงานปกติ

(4) การพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา แม้ว่าผู้ใช้เครื่องมือเครื่องจักรอาจจะเข้าใจเครื่องดีเพียงใด แต่เครื่องมือที่ออกแบบเฉพาะมาเพื่อการใช้งานต่างๆ กันไป ผู้ใช้เครื่องจำเป็นต้องเพิ่มทักษะการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษาอย่างถูกวิธีด้วย รวมไปถึงผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคนทั้งโดยตรงและทางอ้อม

(5) การคำนึงถึงบำรุงรักษาตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ (Initial Phase Maintenance) หมายถึง ตั้งแต่เริ่มที่ที่จะสร้างผลิตภัณฑ์และกระบวนการ ต้องคำนึงถึงการใช้งานเครื่องจักรด้วยเพื่อเป็นการส่งเสริมกระบวนการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

(6) การบำรุงรักษาเพื่อคุณภาพ (Quality Maintenance) การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมประกันคุณภาพ และกิจกรรมการควบคุมเครื่องมือเข้าด้วยกันโดยการติดตามคุณลักษณะด้านคุณภาพของงานและการใช้เครื่องมือตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

(7) กิจกรรม TPM ในสำนักงาน หน่วยงานซึ่งไม่ได้เกี่ยวข้องโดยตรงในกระบวนการ เช่น ฝ่ายบริหาร ฝ่ายวิจัยและพัฒนา ฝ่ายบัญชี ซึ่งเป็นส่วนสนับสนุนกระบวนการให้เป็นไปได้อย่างราบรื่น 5 องค์ประกอบในงาน TPM คือ การบำรุงรักษาด้วยตนเอง การศึกษาและฝึกอบรม การจัดระบบการมอบหมายงาน และการจัดทำระบบประเมินผล ซึ่งต้องกำหนดดัชนีชี้วัดความสำเร็จเพื่อติดตามความคืบหน้าและผลการปฏิบัติงาน

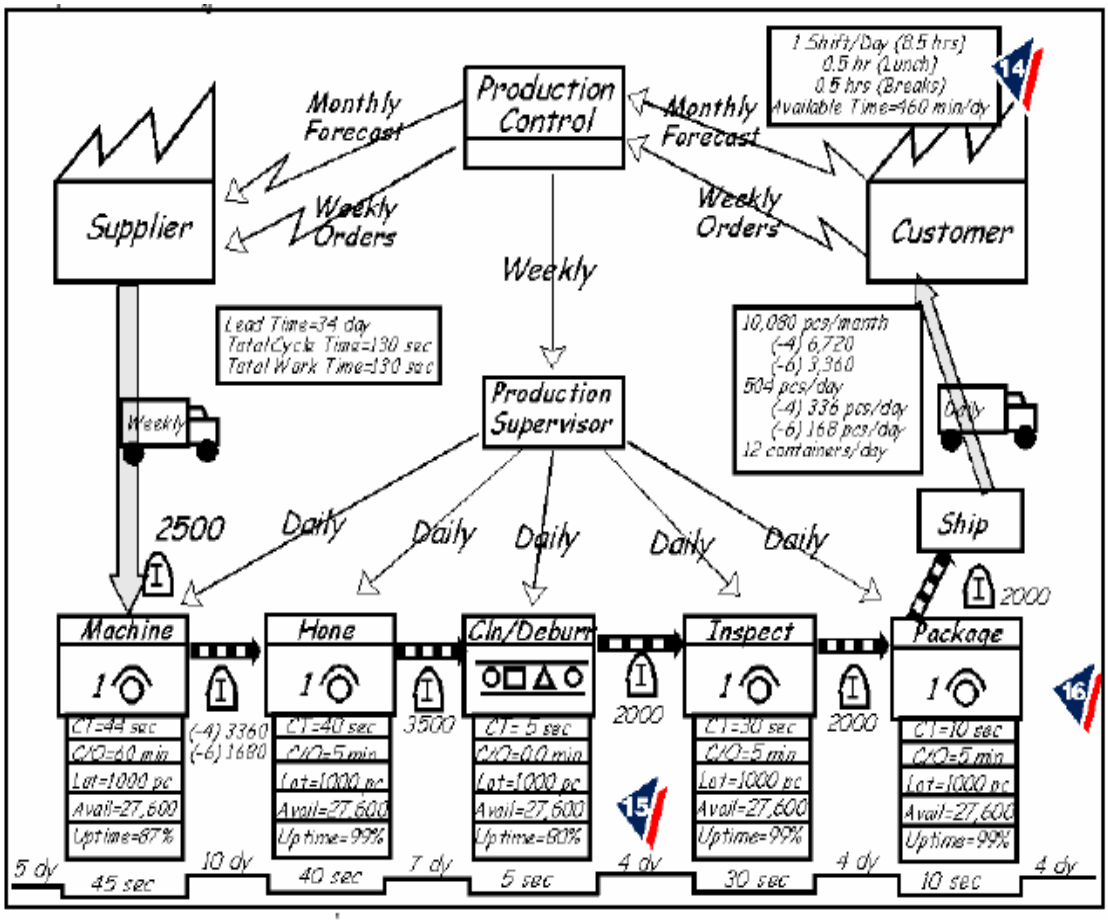
(8) ระบบชีวอนามัย ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม (Safety, Hygiene and Environment) ซึ่งเป็นเงื่อนไขของการดำเนินกระบวนการในปัจจุบัน เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องโดยตรง และผู้คนที่อาศัยอยู่ในชุมชนนั้นๆ โดยระลึกถึงว่าการปฏิบัติงานใดๆ ย่อมมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นได้เสมอ และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม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

25. การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE) เป็นการใช้เครื่องมือทางสถิติในการออกแบบการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่ผลกระทบในการทำงาน

26. การวิเคราะห์รากสาเหตุ (Root Cause Analysis) เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหาเบื้องต้น คือ การย้อนกลับขึ้นไปหาถึงสาเหตุของปัญหา โดยพยายามเจาะลึกถึงสาเหตุของปัญหา เช่น 5 Whys

27. การควบคุมกระบวนการทางสถิติ (Statistical Process Control) เป็นการควบคุมกระบวนการโดยการหาค่าเฉลี่ยของการตัวแปรในกระบวนการ กำหนดควบคุมเขตจำกัดบนและล่าง ตรวจสอบตัวแปรและควบคุมกระบวนการให้อยู่ในขอบเขตที่ควบคุม

มีเครื่องมืออีกหนึ่งอย่างที่อยู่นอกเหนือเครื่องมือทั้ง 27 ชนิดที่กล่าวข้างต้น ซึ่งไม่ได้เป็นเครื่องมือในการปรับปรุงกระบวนการ แต่เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญเครื่องมือหนึ่ง โดยมีเป้าหมายเพื่อแสดงภาพรวมของกระบวนการทั้งหมด เป็นเหมือนแผนที่แสดงกิจกรรม แสดงการไหลของกระบวนการคือ Value Stream Mapping (VSM) การสร้างแผนภาพแสดงกิจกรรมทั้งหมดของกระบวนการด้วย ระยะรอบ (Cycle times) เวลาที่หยุดกระบวนการ (Down times) วัสดุคงคลังในกระบวนการ (In-process inventory) การเคลื่อนย้ายวัสดุ (Material moves) เส้นทางการไหลของข้อมูล(Information flow path) จะช่วยแสดงให้เห็นถึงสถานะปัจจุบัน(Current state)ของกิจกรรมในกระบวนการ และช่วยนำทางให้ในการสร้างสถานะที่ต้องการในอนาคต (Future desired state) VSM เป็นเครื่องมือในการสื่อสาร, การวางแผนทางธุรกิจ และ เครื่องมือที่ช่วยในการจัดการการเปลี่ยนแปลงกระบวนการ (Womack และคณะ, 1990) กระบวนการประกอบไปด้วย แผนภาพทางกายภาพของ “Current state” จะชี้ชัดให้เห็นถึงที่ไหนที่เราต้องการจะเป็นหรือแผนภาพของ “Future state” ที่จะจัดเตรียมพื้นฐานสำหรับกลยุทธ์ต่างๆของการปรับปรุงกระบวนการในแนวทางของ Lean Value Stream Mapping จะเป็นจุดเริ่มต้นในการช่วยเชิงของการจัดการ วิศวกร ผู้ช่วยในการผลิต (Production associate) ผู้จัดทำตารางการดำเนินงาน (Operation schedulers) Supplier และลูกค้า (Customer) แสดงให้เห็นถึงสิ่งไร้ค่า (Waste) จำแนกถึงสาเหตุที่เกิดขึ้นได้เป้าหมายคือการจำแนก (Identify) และกำจัด (Eliminate) สิ่งไร้ค่าในกระบวนการ สิ่งไร้ค่าที่มีอยู่ในกระบวนการ ไม่ว่าในกิจกรรมใดๆ ก็ตามจะไม่เพิ่มคุณค่าไปจนสิ้นสุดการผลิตหรือบริการนั้นๆ ตัวอย่างของ Value Stream Mapping ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ตัวอย่าง Value Stream Map

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 การปรับปรุงกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ

ภัทรา อายุวัฒน์, พ.ศ. 2546 ได้ทำการวิจัยเพื่อลดของเสียที่เกิดจากค่าการรับน้ำหนักกดของชุดหัวอ่านสำเร็จไม่ได้ตามข้อกำหนดในกระบวนการประกอบหัวอ่านโดยใช้แนวทางทางซิกซ์ซิกม่า ซึ่งของเสียก่อนการวิจัย 8,872 DPPM หลักจากทำการวิจัยและปรับปรุงของเสียลดลงเหลือ 720 DPPM และความสามารถของกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 1.45 ซึ่งเริ่มจากการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด การวิเคราะห์ปัญหาจากสาเหตุและผล ซึ่งมีปัจจัยนำเข้า 37 และส่งผลตอบสนอง 20 ปัจจัย หลังจากนั้นก็เอาปัจจัยเหล่านั้นไปวิเคราะห์ด้วยลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) และพบว่าปัจจัยที่มีผลกระทบทั้งสิ้น 11 ปัจจัย เมื่อนำไปทดสอบ

สมมติฐาน พบว่าเหลือเพียง 4 ปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ หลังจากนั้นได้ออกแบบการทดลอง แบบ Full Factorial Design ที่มีการทำซ้ำ 2 ครั้ง และทำการปรับปรุงกระบวนการตามผลการทดลอง

สภาพร พลแสน , พ.ศ. 2543 ได้นำเทคนิคการจำลองสถานการณ์มาประยุกต์ในการวิเคราะห์สายการประกอบหัวอ่านของโรงงานอุตสาหกรรมจริง เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยดัชนีที่ใช้วัดประสิทธิภาพประกอบด้วย กำลังการผลิตที่สามารถทำได้ เวลาการประกอบแต่ละชิ้นงาน อัตราการใช้งานพนักงาน อัตราการใช้งานเครื่องจักร จำนวนชิ้นงานในระหว่างสายงานประกอบ ผลจากแบบจำลองสรุปได้ว่าการกำหนดปริมาณงานขนย้ายระหว่างการผลิตที่เหมาะสมจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตได้ แต่ความสามารถในการเพิ่มกำลังการผลิตและอัตราการใช้งานเครื่องจักรและพนักงานจะแปรตามกันกับปริมาณชิ้นงานค้างในระหว่างสายงานประกอบและเวลาเฉลี่ยของการประกอบแต่ละชิ้นงาน

นวลพรรณ ใจงาน , พ.ศ. 2543 ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการลดของเสียที่เกิดจากการถ่ายเทกระแสไฟฟ้าสถิตในกระบวนการประกอบหัวอ่านโดยใช้แนวทางซิกซ์ซิกม่า ซึ่งได้มีการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองอย่างเป็นขั้นตอน ตามขั้นตอนของ ซิกซ์ซิกม่า หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติ โดยหลังจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตพบว่าอัตราส่วนข้อบกพร่องจากการถ่ายเทกระแสไฟฟ้าสถิตลดลงจาก 31,600 DPPM เป็น 7,890 DPPM เมื่อเทียบในระดับ ซิกม่า สามารถปรับปรุงจากระดับ 3.36 เป็น 3.91

ชาญชัย บวรโชคชัย, พ.ศ. 2545 ได้ทำการลดปริมาณของเสียที่เกิดจากค่า Pitch Static Attitude (PSA) ของแขนจับหัวอ่านโดยนำวิธีการปรับปรุงกระบวนการผลิตตามแนวทางซิกซ์ซิกม่า มาประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าความแปรปรวนของ PSA และหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของปัจจัยดังกล่าวในการผลิตที่จะทำให้ค่าความแปรปรวนลดลงได้ ซึ่งก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิตมีปริมาณของเสียเท่ากับ 4456 DPPM จากข้อมูลหลังการปรับปรุงกระบวนการพบว่า มีปริมาณของเสียเกิดขึ้นประมาณ 997 DPPM ซึ่งคิดเป็น 77.63 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนของเสียที่ลดลงได้ก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิต

2.5.2 การลดความสูญเปล่าและเพิ่มอัตราผลผลิต

ธันยพร มะโนประเสริฐกุล , พ.ศ. 2544 ได้พัฒนารหัสบ่งชี้เพื่อลดความสูญเปล่าในสายการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมอิเลคทรอนิคส์ โดยจัดกลุ่มแยกตามรหัสความสูญเปล่าออกแบบเครื่องมือเพื่อป้องกันและแก้ไขความสูญเปล่า ได้แก่วิธีการออกแบบระบบงาน เพื่อการเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์โดยการออกระบบงานและจัดทำโปรแกรมเพื่อสนับสนุนการเบิก-จ่ายอุปกรณ์จากสโตร์ การออกแบบระบบงานในการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อการลดปัญหาด้านคุณภาพ

ในการผลิต แบบผลิตปริมาณต่อครั้งการผลิต รวมไปถึงการศึกษาวิธีการทำงานเพื่อจัดสมดุลสายการผลิต ซึ่งสามารถลดเวลามาตรฐานลงได้ 31% จากเวลามาตรฐานเดิม

อ้อมใจ พงษาเกษตร, พ.ศ. 2550 ได้เพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์ โดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน (Productivity improvement in Electronics Factory By Lean Manufacturing Technique) โดยมีการจำแนกประเภทของกิจกรรม เมื่อสามารถแยกประเภทของกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่าได้แล้วนั้นจะทำการเปรียบเทียบว่าเป็นความสูญเปล่าประเภทใด จากนั้นจะทำการลดความสูญเปล่าอันได้แก่ การผลิตที่มากเกินไป การรอคอย การขนส่ง กระบวนการที่ไม่เหมาะสม สินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น การเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม และข้อบกพร่องของสินค้า โดยจะเริ่มจากการศึกษา องค์ประกอบหรือปัจจัยที่ก่อให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา โดยใช้แนวทางของ Process Activity Mapping วิเคราะห์เปรียบเทียบกับทฤษฎีความสูญเปล่าทั้งเจ็ดประการ พร้อมหาขั้นตอนและใช้เทคนิควิศวกรรมอุตสาหการ เครื่องมือคุณภาพ เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการเพื่อลดความสูญเปล่าของโรงงานกรณีศึกษา จากการดำเนินการเพื่อลดความสูญเปล่าทั้งเจ็ดประการ สามารถลดเวลานำในการผลิต(Lead time) จาก 1080.2 เป็น 146.2 วินาทีต่อชิ้นงาน คิดเป็น 23.26%

ยุทธศักดิ์ บุญศิริเอื้อเฟื้อ , พ.ศ. 2543 ได้พัฒนาต้นแบบการลดความสูญเปล่า และสร้างมาตรฐานควบคุมความสูญเปล่าทั้งเจ็ดประการ อันได้แก่ การผลิตที่มากเกินไป การรอคอย การขนส่ง กระบวนการที่ไม่เหมาะสม สินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น การเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม และข้อบกพร่องของสินค้า ให้สามารถนำไปใช้กับวิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อมได้ โดยใช้กรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องสำอางกรณีศึกษา โดยใช้แนวทางของ Process Activity Mapping วิเคราะห์เปรียบเทียบกับทฤษฎีความสูญเปล่าทั้งเจ็ดประการ พร้อมหาขั้นตอน และใช้เทคนิควิศวกรรมอุตสาหการ การบริหารพัสดุคงคลัง และเครื่องมือคุณภาพ เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการเพื่อลดความสูญเปล่า นำไปทดสอบและปรับปรุงขั้นตอน และระบบเอกสารที่นำมาช่วยลดความสูญเปล่า เพื่อพัฒนา และออกแบบระบบเอกสารให้สามารถนำไปใช้ได้กับวิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อม

อนิรุท พัฒนธีระ, พ.ศ. 2545 ได้ศึกษาวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการหยุดสายการประกอบรถยนต์กระบะ และลดอัตราเฉลี่ยร้อยละของการหยุดของสายการประกอบต่อปีลงเพื่อเพิ่มผลการผลิต พบว่าปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการหยุดของสายการประกอบมาจาก ชิ้นส่วนประกอบที่ไม่ได้คุณภาพ และลักษณะวิธีการทำงานของพนักงานที่บกพร่อง มาตรการที่ใช้ในการปรับปรุงสายการผลิต โดยลดการหยุดของสายการประกอบ ได้แก่ 1) การจัดทำเอกสารทางเทคนิคเพื่อใช้

เป็นเอกสารในการตรวจสอบชิ้นงาน 2) การใช้ Why-Why analysis เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และเทคนิค Poka-Yoke เพื่อลดความผิดพลาดในการทำงานของพนักงาน และ 3) การใช้เทคนิค Kaizen เพื่อ ปรับปรุงสภาพแวดล้อมในสายการประกอบ หลังจากที่ได้นำมาตรการต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ ทำให้สามารถลดเวลาการหยุดของสายการประกอบลงได้ จากมีอัตราเฉลี่ยร้อยละของการหยุดสายการประกอบก่อนการปรับปรุง เท่ากับ ร้อยละ3.08 ซึ่งทางบริษัทอนุญาตให้มีการหยุดสายการประกอบได้ เท่ากับ ร้อยละ 2.5 เท่านั้น หลังจากการปรับปรุง ทำให้ผลการผลิตเพิ่มขึ้นประมาณ 74 คันต่อเดือน และมีอัตราเฉลี่ยร้อยละของการหยุดสายการประกอบลดลง คือ ลดลงมาถึง ร้อยละ 1.83

พฤทธิพงศ์ โพธิวราพรรณ, พ.ศ. 2548 ได้ประยุกต์ใช้การผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมผสม (แบบต่อเนื่อง-แบบช่วง) กรณีศึกษาโรงงานผลิตเหล็กรูปพรรณ จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้ คือ ช่วยเป็นแนวทางของการประยุกต์ใช้การผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมที่มีทั้งการผลิตแบบต่อเนื่องและแบบช่วง หรือเรียกอีกอย่างว่าอุตสาหกรรมผสม ใช้เครื่องมือการผลิตแบบลีน คือ แผนภูมิสายธารคุณค่าจะช่วยจำแนกคุณค่าของกระบวนการผลิต และแบบจำลองสถานการณ์จะใช้วิเคราะห์ทางเลือก, ประเมิน และพัฒนาแผนภูมิสายธารคุณค่างานวิจัยนี้จะใช้การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลเต็มแบบ 23 โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์วิเคราะห์ปัจจัยทั้งหมด 3 ปัจจัย ได้แก่ ระบบการผลิต, การบำรุงรักษาแบบทุกคนมีส่วนรวม และการลดเวลาปรับเปลี่ยนเครื่องจักร จากผลของการจำลองขจัดความสูญเปล่าสามารถลดระยะเวลาการผลิตรวมจาก 16.24 วัน มาเป็น 8.56 วัน หรือคิดเป็นร้อยละ 47.30 และลดสินค้าคงคลังระหว่างกระบวนการจาก 96.35 ตันต่อวัน เหลือ 10.62 ตันต่อวัน หรือคิดเป็นร้อยละ 88.98 จากนั้นนำมาสร้างแผนภูมิสายธารคุณค่าสถานะอนาคต

พิพัฒน์ ศรีธรรมวงศ์ , พ.ศ.2541 ได้ศึกษาวิเคราะห์ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วน และประกอบรถยนต์บรรทุก โดยงานวิจัยนี้ทำการศึกษาการวิเคราะห์ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต และได้นำเสนอปัจจัยความสูญเปล่าในด้านต่างๆ ได้แก่ ความสูญเปล่าจากความผิดพลาดของคนไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานการทำงาน ความสูญเปล่าจากการบริหารที่ไม่เข้มงวด แนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว ได้พัฒนาวิธีการวิเคราะห์ความสูญเปล่าในกระบวนการ
ที่เกิดจากเวลาการผลิต การปรับปรุงโครงสร้างองค์กร การควบคุมพัสดุคงคลังโดยเทคนิค ABC Analysis การปรับปรุงเทคนิคการผลิต การควบคุมคุณภาพโดยใช้ P และ C-Control Chart การควบคุมความสูญเปล่าทางด้านแรงงาน และเสนอแนะการทำมาตรฐานการทำงาน

บทที่ 3

การศึกษาสภาพทั่วไปและปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา

3.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน

3.1.1 ประวัติความเป็นมา

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานฐานการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ตั้งอยู่ที่ประเทศไทย โดยมีจำนวนพนักงานทั้งหมด ประมาณ 10,000 คนในปัจจุบัน มีประวัติความเป็นมาดังนี้

2540 จดทะเบียนจัดตั้งบริษัท ส่งออกเป็นครั้งแรก สำหรับผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ขนาด 2.5 นิ้ว

2541 ได้รับการรับรองมาตรฐาน ระบบการจัดการคุณภาพ ISO 9002และเริ่มก่อสร้างส่วนขยายโรงงานเฟส 2

2542 ได้รับการรับรองมาตรฐาน ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14001

2543 ส่งออกเป็นครั้งแรก สำหรับผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ขนาด 3.5 นิ้ว และขนาด 1 นิ้ว

2544 ได้รับการรับรองมาตรฐาน ระบบการจัดการคุณภาพ ISO 9001 : 2000

2545 ส่งออกผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ ครบ 100 ล้านชิ้น

2546 ควบรวมกิจการเข้ากับบริษัทฮาร์ดดิสก์ชั้นนำในประเทศญี่ปุ่นที่มีฐานการผลิตอยู่ที่ประเทศฟิลิปปินส์

2547 ขยายฐานการผลิตฮาร์ดดิสก์ขนาด 3.5 นิ้วและดิสก์ไปยังประเทศจีน

2548 ส่งออกผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ ครบ 150 ล้านชิ้น

2550 ส่งออกผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ ความจุ 1 เทระไบท์ออกสู่ตลาดโลกเป็นเจ้าแรก

3.1.2 ผลิตภัณฑ์ของโรงงาน

ในปัจจุบันโรงงานดำเนินการผลิต ผลิตภัณฑ์หลักๆ อยู่ 3 ผลิตภัณฑ์ คือ

1. ผลิตภัณฑ์ขนาด 2.5 นิ้ว สำหรับโน้ตบุก
2. ผลิตภัณฑ์ขนาด 3.5 นิ้ว สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วไป
3. ผลิตภัณฑ์ขนาน 2.5 นิ้ว สำหรับ Automotive

3.1.3 กระบวนการผลิตชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ

รายละเอียดของกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จมีขั้นตอนการผลิตดังตอนไปนี้

1. ขั้นตอนการประกอบ Flex cable เข้ากับแขนอ่าน ซึ่งจะทำการประกอบ Flex cable เข้ากับแขนอ่านโดยขันยึดด้วยสกรู

2. ขั้นตอนการเชื่อมต่อขดลวดของแขนอ่านเข้ากับวงจรของ Flex cable ด้วยหัวแร้งบัดกรี

3. ขั้นตอนการประกอบหัวอ่านเขียนเข้ากับแขนอ่านที่ประกอบ Flex cable มาจากกระบวนการก่อนหน้าแล้ว โดยใช้ Setting Fixture ช่วยในการประกอบ

4. ขั้นตอนการต่อยึดชุดหัวอ่านเขียนเข้ากับแขนอ่าน โดยอาศัยเครื่องตอกลูกบอลผ่านจุดจับยึดระหว่างชุดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน

5. ขั้นตอนการใส่ตัวแยกหัวอ่านเพื่อป้องกันหัวอ่านสัมผัสกัน และย้ายงานจาก Setting Fixture ไปยัง Fixture ที่ช่วยในการเคลื่อนย้าย เพื่อช่วยลดการสัมผัส และป้องกันชุดหัวอ่านสำเร็จเสียหาย

6. ขั้นตอนการทาน้ำยาทางเคมีเพื่อช่วยการเชื่อมต่อวงจรทางไฟฟ้าของชุดหัวอ่านเขียนกับ Flex cable

7. ขั้นตอนการใช้ลำแสงความร้อนในการเชื่อมต่อวงจรทางไฟฟ้าของชุดหัวอ่านเขียนกับ Flex cable โดยใช้เครื่องปล่อยสำแสงความร้อน

8. ขั้นตอนการตรวจสอบว่าการเชื่อมต่อของวงจรทางไฟฟ้าของชุดหัวอ่านเขียนกับ Flex cable เชื่อมต่อกันสมบูรณ์หรือไม่ ซึ่งเป็นการตรวจสอบด้วยสายตาผ่านกล้องที่มีอัตราการขยาย โดยถ้าการตรวจสอบพบว่าการเชื่อมต่อไม่สมบูรณ์จะนำชุดหัวอ่านนั้นไปทำการแก้ไขให้เชื่อมต่อสมบูรณ์ด้วยหัวแร้งบัดกรี

9. ขั้นตอนการทดสอบตำแหน่งของชุดหัวอ่านเขียนด้วยเครื่องทดสอบ ซึ่งชุดหัวอ่านเขียนทุกชุดของชุดหัวอ่านสำเร็จ จะต้องอยู่ในตำแหน่งตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ซึ่งถ้าไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ชุดหัวอ่านสำเร็จนั้นจะถูกนำไปยังกระบวนการแก้ไข

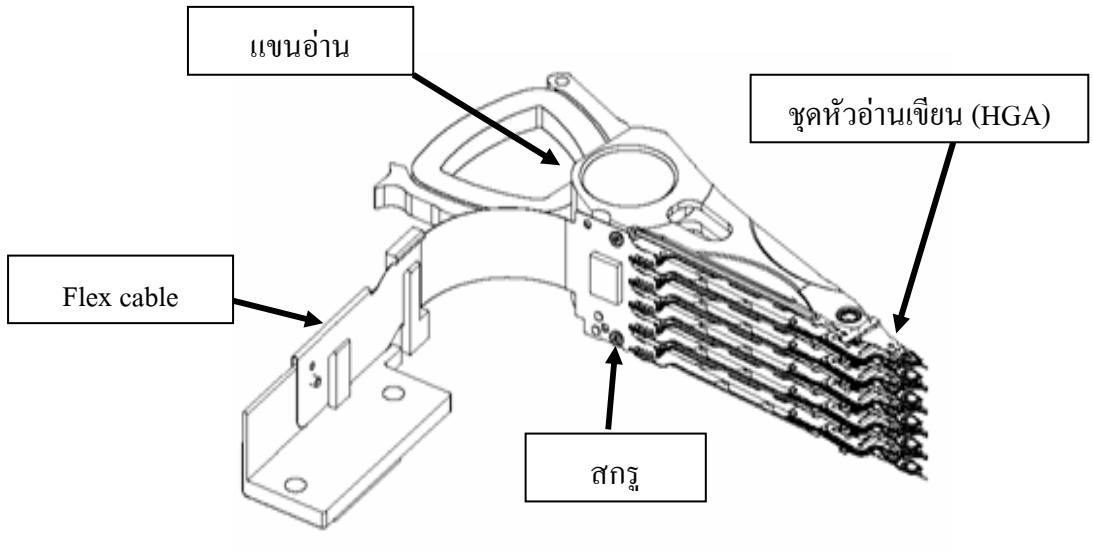
10. ขั้นตอนการทดสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียนด้วยเครื่องทดสอบ ซึ่งชุดหัวอ่านเขียนทุกชุดของชุดหัวอ่านสำเร็จ จะต้องมีระดับแรงกดตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ซึ่งถ้าไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ชุดหัวอ่านสำเร็จนั้นจะถูกนำไปยังกระบวนการแก้ไข

11. ขั้นตอนการอ่านและบันทึกหมายเลขของหัวอ่านเขียน

12. ขั้นตอนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของหัวอ่านเขียนด้วยเครื่องทดสอบ ซึ่งชุดหัวอ่านเขียนทุกชุดของชุดหัวอ่านสำเร็จ จะต้องมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าได้เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ซึ่งถ้าไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ชุดหัวอ่านสำเร็จนั้นจะถูกนำไปยังกระบวนการแก้ไข

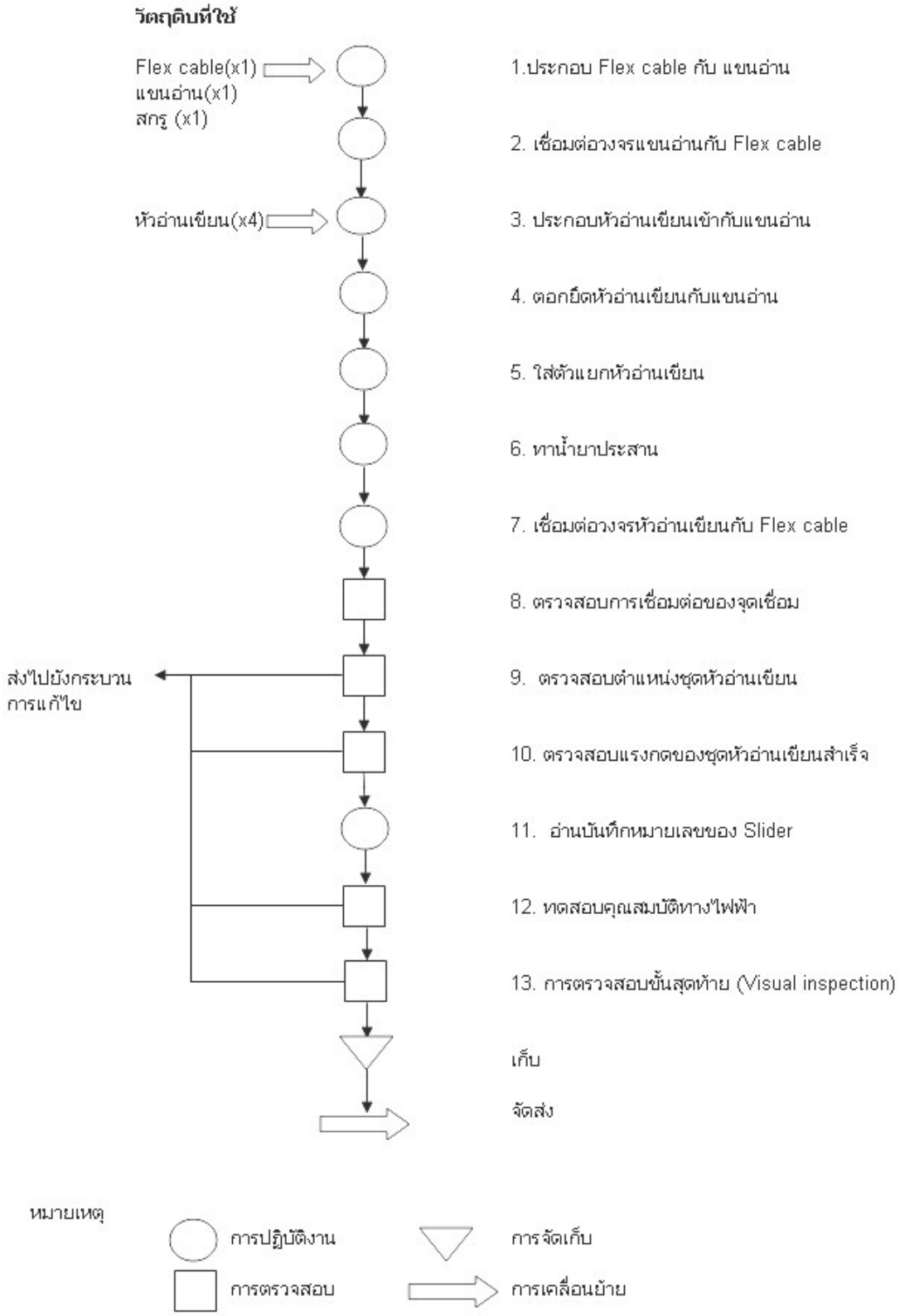
13. ขั้นตอนการตรวจสอบขั้นสุดท้ายด้วยสายตาผ่านกล้องที่มีอัตราการขยาย โดยชุดหัวอ่านสำเร็จจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดการตรวจด้วยสายตา ซึ่งถ้าไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ชุดหัวอ่านสำเร็จนั้นจะถูกนำไปยังกระบวนการแก้ไข

หลังจากผ่านขั้นตอนการตรวจสอบขั้นสุดท้ายแล้ว ชุดหัวอ่านสำเร็จจะถูกจัดส่งไปยังกระบวนการผลิตถัดไป ซึ่งรูปของชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จแสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ (HSA) และส่วนประกอบ

แผนภาพกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ (Flow Process Chart) ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนภาพกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ

3.1.4 สภาพทั่วไปของโรงงาน

โรงงานกรณีศึกษาได้ให้เวลาเผื่อเพื่อให้พนักงานได้เตรียมการและเผื่อในกรณีเหมื่อยล้าไว้ 10 เปอร์เซ็นต์ ของเวลาทำงาน ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลพบว่า ได้เผื่อเวลาให้ 63 นาทีต่อกะการทำงาน ซึ่งมี 2 กะต่อวัน ซึ่งเวลาเตรียมการแต่ละกะที่ใช้ไปอยู่ประมาณ 34 นาที ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ซึ่งข้อมูลมาจากการจับเวลาเฉลี่ย 5 คน

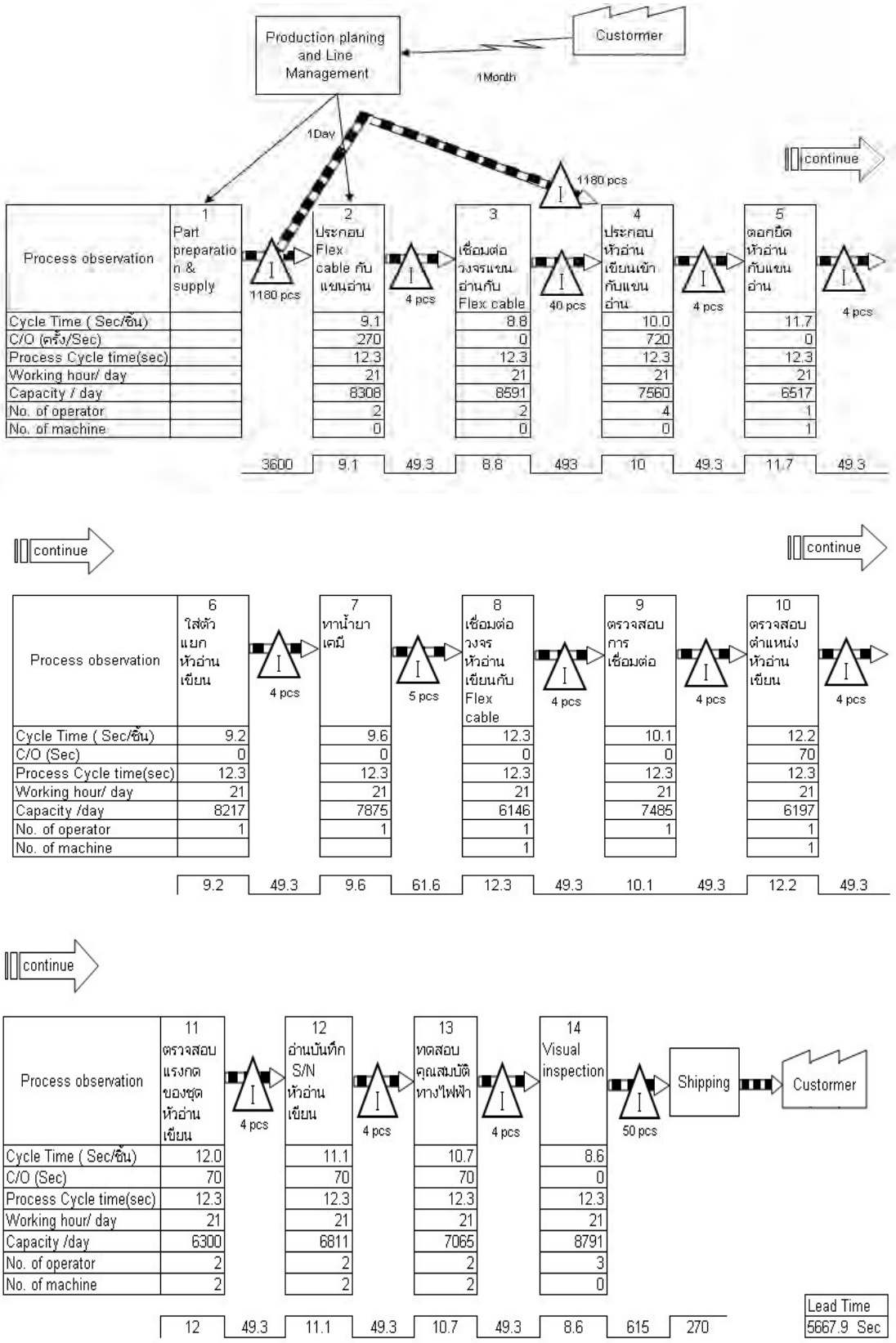
ตารางที่ 3.1 รายละเอียดในการเตรียมการของแต่ละกะทำงาน

ช่วงเวลา	รายละเอียด	เวลา (นาที)
เริ่มกะทำงาน	-แต่งตัวและเข้าห้องสะอาด	5.1
	-เตรียมสายการผลิต ชิ้นส่วน และDaily check	6.6
Break ครั้งที่ 1	-ทำความสะอาดพื้นที่ทำงาน	1.8
	-เปลี่ยนชุด	2.3
เริ่มงานช่วงที่ 2	-แต่งตัวและเข้าห้องสะอาด	5.1
Break ครั้งที่ 2	-ทำความสะอาดพื้นที่ทำงาน	1.8
	-เปลี่ยนชุด	2.3
เริ่มงานช่วงที่ 3	-แต่งตัวและเข้าห้องสะอาด	5.1
เลิกกะ	-ทำความสะอาดพื้นที่ทำงาน	1.8
	-เปลี่ยนชุด	2.3
รวมเวลาที่ใช้เตรียมการ		34.2
เวลาเผื่อต่อกะ	-10%ของเวลาทำงาน (10% x 21x60)/2 กะ	63

3.2 การศึกษาสภาพปัญหาของโรงงาน

3.2.1 สภาพปัญหาความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต

จากการสำรวจสภาพการผลิตในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา สามารถวาดแผนผังแห่งคุณค่า (Current Value Stream Map) เพื่อแสดงภาพรวมของกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 ซึ่งรอบเวลาการผลิตเท่ากับ 12.3 วินาที ซึ่งได้เท่ากับรอบเวลาการทำงานของสถานีเชื่อมต่อวงจรหัวอ่านเขียนกับ Flex cable ซึ่งเป็นสถานีคอขวดของกระบวนการผลิต



รูปที่ 3.3 แผนผังแห่งคุณค่า (Value Steam Map) ของกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ

จากแผนผังแห่งคุณค่า (Value Steam Map) ของกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ สามารถที่จะระบุความสูญเปล่า ตามหลักความสูญเปล่า 7 ประการที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ได้ดังตารางที่ 3.2 ซึ่งทั้งนี้ความสูญเปล่าจากความเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสมจะได้ศึกษาในแต่ละกิจกรรมโดยละเอียดต่อไป

ตารางที่ 3.2 ความสูญเปล่า 7 ประการที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

ความสูญเปล่า 7 ประการ	สถานีงาน												
	1. ประกอบ Flex cable กับ แขนอ่าน	2.เชื่อมต่อวงจรแขนอ่านกับ Flex cable	3. ประกอบหัวอ่านเขียนเข้ากับแขนอ่าน	4. ดอกยึดหัวอ่านกับแขนอ่าน	5. ใส่ตัวแยกหัวอ่านเขียน	6. ทาน้ำยาประสาน	7. เชื่อมต่อวงจรหัวอ่านเขียนกับ Flex cable	8.ตรวจสอบการเชื่อมต่อของจุดเชื่อม	9. ตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียน	10. ตรวจสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียน	11. อ่านบันทึกหมายเลขของ Slider	12. ทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า	13. การตรวจสอบขั้นสุดท้าย (Visual inspection)
1.ความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินไป (Over Production)													
2.ความสูญเปล่าจากข้อบกพร่อง (Defects)								●	●	●		●	●
3. ความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น (Unnecessary inventory)													
4. ความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม (Inappropriate processing)													
5. ความสูญเปล่าจากการขนส่งที่มากเกินไป (Excessive transportation)													
6.1 ความสูญเปล่าจากการรอคอย (Waiting) กรณี ชิ้นส่วนในการประกอบ	●		●										
6.2 ความสูญเปล่าจากการรอคอย (Waiting) กรณีเครื่องจักรเสีย				●			●		●	●	●	●	
6.3 ความสูญเปล่าจากการรอคอย (Waiting) กรณีเปลี่ยนรุ่นผลิต	●		●						●	●	●	●	
7. ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม (Unnescessary motion)													

จากตารางข้างต้นได้นำมาพิจารณาดำเนินการสำรวจและบันทึกข้อมูลความสูญเปล่าในแต่ละส่วนของกระบวนการผลิต ระหว่างเดือน มกราคม ถึง มิถุนายน 2551 พบว่า กระบวนการผลิตมีความสูญเปล่า ที่เกิดขึ้นอยู่ 4 ประเภท คือ (1) ความสูญเปล่าจากข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ (2) ความสูญเปล่าจากเครื่องจักรเสีย (3) ความสูญเปล่าจากการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ และ (4) ความสูญเปล่าจากรอรับการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ ดังมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

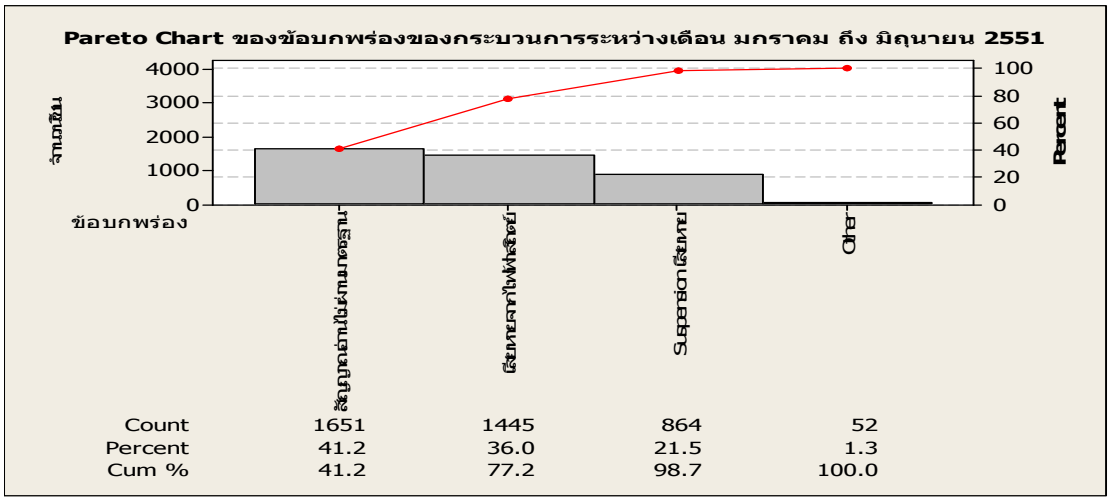
1. ความสูญเปล่าจากข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ (Defects)

ข้อบกพร่องของชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จในระหว่างเดือน มกราคม ถึง มิถุนายน เฉลี่ยประมาณ 0.5% โดยเปอร์เซ็นต์ของเสียหรือข้อบกพร่องคิดจากจำนวนของเสียที่เกิดขึ้น ต่อ ผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาทำงาน ในตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของข้อบกพร่อง ซึ่งข้อบกพร่องหลักมาจากสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐาน เสียหายจากไฟฟ้าสถิต และ Suspension เสียหายตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 3.4

ตารางที่ 3.3 ข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ระหว่างเดือน มกราคม ถึง มิถุนายน 2551

เดือน	สัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐาน	เสียหายจากไฟฟ้าสถิต	Suspension เสียหาย	Flex cable เสียหาย	แขนอ่านเสียหาย
มกราคม	257	288	152	0	4
กุมภาพันธ์	219	207	162	1	6
มีนาคม	257	269	148	9	15
เมษายน	364	198	146	1	5
พฤษภาคม	309	290	136	1	5
มิถุนายน	245	193	120	1	4
รวม	1651	1445	864	13	39

ข้อบกพร่องเนื่องจาก Suspension เสียหาย สาเหตุมาจากข้อจำกัดของเครื่องมือจับยึด ซึ่งทางฝ่ายออกแบบและพัฒนาในต่างประเทศของโรงงานกรณีศึกษากำลังดำเนินการวิจัยเพื่อใช้เครื่องจักรอัตโนมัติมาแทนที่ดังนั้นในที่นี้จะไม่นำมาศึกษาวิจัย



รูปที่ 3.4 ลำดับของข้อบกพร่อง ของผลิตภัณฑ์ ระหว่างเดือน มกราคม ถึง มิถุนายน 2551

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะดำเนินการวิจัยเพียง 2 ข้อบกพร่องเท่านั้น คือ ข้อบกพร่องจากสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐาน และ ข้อบกพร่องที่เสียหายจากไฟฟ้าสถิต

(1) ข้อบกพร่องจากสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐาน

ข้อบกพร่องจากสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐานนั้น โดยเฉลี่ยทำให้สูญเสียอัตราผลผลิตด้านแรงงาน 0.18% เมื่อเทียบกับอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 3.4 โดยมีการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\text{อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต} = \frac{\text{จำนวนผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต}}{\text{จำนวนชั่วโมงทำงาน x จำนวนพนักงาน}}$$

$$\text{อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต} = \frac{909608}{(148\ \text{วัน} \times 21) \times 23}\ \frac{\text{ชิ้น}}{\text{ชั่วโมง-แรงงาน}}$$

$$\text{อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียจากข้อบกพร่องสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐาน} = \frac{\text{จำนวนข้อบกพร่อง}}{\text{จำนวนชั่วโมงทำงาน x จำนวนพนักงาน}}$$

$$= \frac{1651}{(148\ \text{วัน} \times 21) \times 23}\ \frac{\text{ชิ้น}}{\text{ชั่วโมง-แรงงาน}}$$

อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเทียบกับอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต = $\frac{\text{อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียจากข้อบกพร่อง}}{\text{อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต}}$

$$= \frac{1651}{(148 \text{ วัน} \times 21) \times 23} \times \frac{(148 \text{ วัน} \times 21) \times 23}{909608}$$

$$= 0.18\ \%$$

ตารางที่ 3.4 อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากข้อบกพร่องสัญญาณไม่ผ่านมาตรฐานเทียบกับอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต

เดือน	ผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต(ชิ้น)	จำนวนชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐาน (ชิ้น)	อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐานเทียบกับอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต
มกราคม	159796	257	0.16%
กุมภาพันธ์	147504	219	0.15%
มีนาคม	159796	257	0.16%
เมษายน	135212	364	0.27%
พฤษภาคม	153650	309	0.20%
มิถุนายน	153650	245	0.16%
รวม	909608	1651	0.18%

(2) ข้อบกพร่องที่เสียหายจากไฟฟ้าสถิต

ข้อบกพร่องที่เสียหายจากไฟฟ้าสถิต โดยเฉลี่ยทำให้สูญเสียอัตราผลผลิตด้านแรงงาน 0.16% เมื่อเทียบกับอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากข้อบกพร่องเสียหายจากไฟฟ้าสถิต เทียบกับอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต

เดือน	ผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต(ชิ้น)	จำนวนชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จเสียหายจากไฟฟ้าสถิต (ชิ้น)	อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากหัวอ่านเสียหายจากไฟฟ้าสถิตเทียบกับอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต
มกราคม	159796	288	0.18%
กุมภาพันธ์	147504	207	0.14%
มีนาคม	159796	269	0.17%
เมษายน	135212	198	0.15%
พฤษภาคม	153650	290	0.19%
มิถุนายน	153650	193	0.13%
รวม	909608	1445	0.16%

การคำนวณ

อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียจากข้อบกพร่องเสียหายจากไฟฟ้าสถิต

$$= \frac{\text{จำนวนข้อบกพร่อง}}{\text{จำนวนชั่วโมงทำงาน x จำนวนพนักงาน}}$$

$$= \frac{1651}{(148 \text{ วัน x } 21) \text{ x } 23} \quad \frac{\text{ชิ้น}}{\text{ชั่วโมง-แรงงาน}}$$

อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเทียบกับอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต

$$= \frac{1445}{(148 \text{ วัน x } 21) \text{ x } 23} \times \frac{(148 \text{ วัน x } 21) \text{ x } 23}{909608}$$

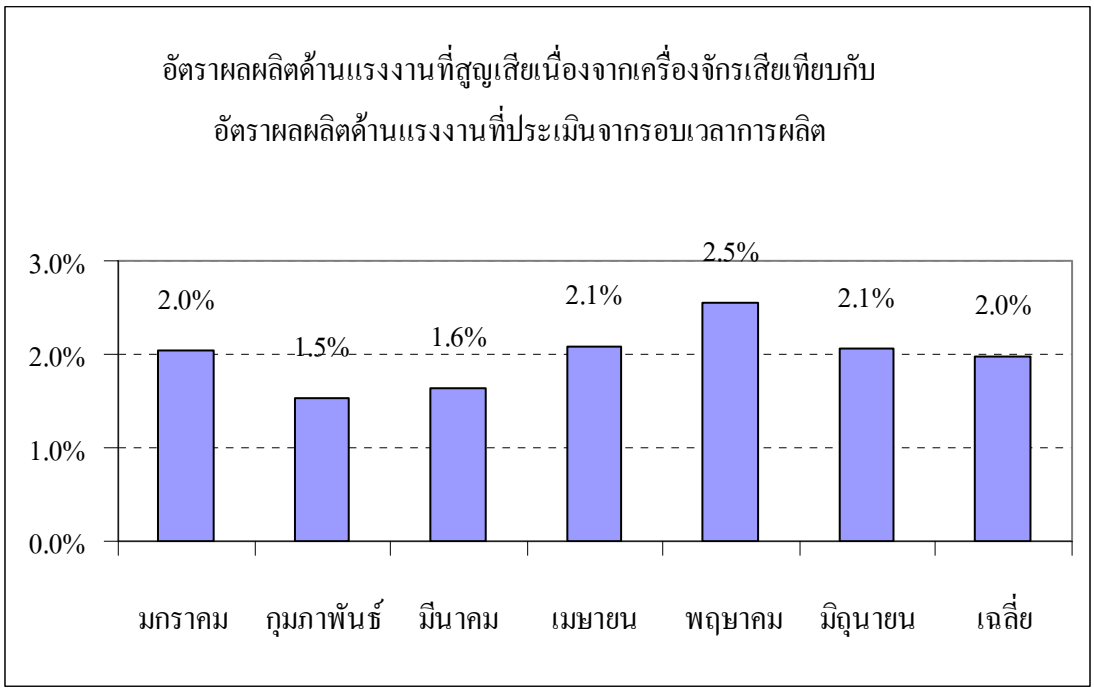
$$= 0.16 \ \%$$

2. ความสูญเปล่า เนื่องจากเครื่องจักรเสีย

เวลาที่สูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรเสีย ระหว่างเดือน มกราคม ถึง มิถุนายน รวม 3691 นาที โดยคิดเป็นผลผลิตที่สูญเสีย 18019 ชิ้น เมื่อคิดเป็นอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากหยุดสายการผลิตจากเครื่องจักรเสีย เฉลี่ย 2 % โดยอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรเสียเทียบกับอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 3.6 และรูปที่ 3.5

ตารางที่ 3.6 อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากการเสียของเครื่องจักร

เดือน	วันทำงาน	ชั่งโมงทำงานต่อวัน	สูญเสียเวลาเนื่องจากเครื่องจักรเสีย (นาที)	อัตราผลผลิตที่สูญเสีย
มกราคม	26	21	666	2.0%
กุมภาพันธ์	24	21	462	1.5%
มีนาคม	26	21	533	1.6%
เมษายน	22	21	579	2.1%
พฤษภาคม	25	21	802	2.5%
มิถุนายน	25	21	649	2.1%
เฉลี่ย			3691	2.0%



รูปที่ 3.5 อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรเสีย

จากข้อมูลพื้นฐานช่วงเดือน มกราคม ถึง มิถุนายน เวลาที่สูญเสียไปจากเครื่องจักรต่างๆเสียแสดงดังตารางที่ 3.7 และเมื่อคิดผลผลิตที่สูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรเสียแสดง ดังตารางที่ 3.8 ความสูญเสียเวลาจากการหยุดสายการผลิต เนื่องจากเครื่องจักรเสียนั้น พบว่า เครื่องทดสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียนมีอัตราสูงที่สุดคือ 49% ของเวลาที่หยุดสายการผลิตเนื่องจากเครื่องจักรเสีย ดังแสดงในตารางที่ 3.9 และรูปที่ 3.10 ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงนำเครื่องทดสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียนเสียมาศึกษาเพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไข

ตารางที่ 3.7 เวลาที่สูญเสียไปจากเครื่องจักรต่างๆเสีย

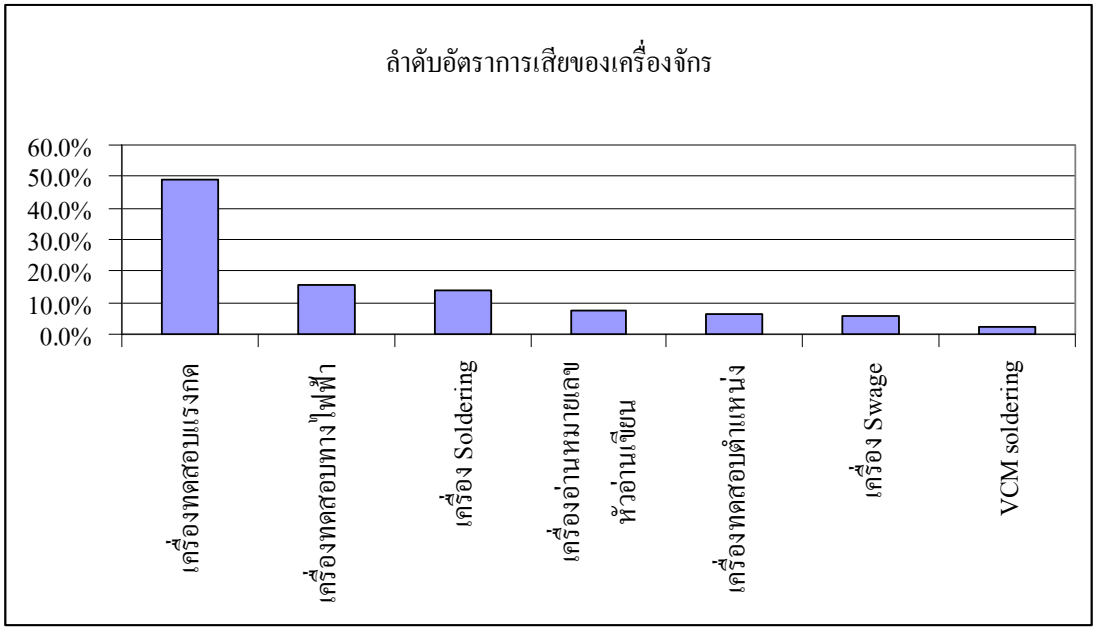
เดือน	เวลาที่สูญเสียจากเครื่องจักรต่างๆ เสีย (นาที)						
	VCM soldering (รวม 2 สถานีงาน)	เครื่อง Swage	เครื่อง Soldering	เครื่องทดสอบตำแหน่ง	เครื่องทดสอบแรงกด(รวม 2 สถานีงาน)	เครื่องอ่านหมายเลขหัวอ่านเขียน (รวม 2 สถานีงาน)	เครื่องทดสอบทางไฟฟ้า (รวม 2 สถานีงาน)
มกราคม	81	31	114	33	625	67	202
กุมภาพันธ์	38	29	73	32	497	32	90
มีนาคม	18	17	107	62	510	25	142
เมษายน	0	38	42	43	569	153	189
พฤษาคม	27	60	82	19	776	202	277
มิถุนายน	0	41	96	34	652	68	236
รวม	164	217	514	224	3629	548	1137

ตารางที่ 3.8 ผลผลิตที่สูญเสียไปจากเครื่องจักรต่างๆเสีย

เดือน	จำนวนผลผลิตที่สูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรเสีย (ชิ้น)						
	VCM soldering	เครื่อง Swage	เครื่อง Soldering	เครื่องทดสอบตำแหน่ง	เครื่องทดสอบแรงกด	เครื่องอ่านหมายเลขหัวอ่านเขียน	เครื่องทดสอบทางไฟฟ้า
มกราคม	198	153	558	162	1524	164	492
กุมภาพันธ์	92	141	356	158	1212	79	220
มีนาคม	44	83	523	303	1243	61	347
เมษายน	0	184	206	211	1388	374	461
พฤษาคม	66	294	400	93	1893	492	676
มิถุนายน	0	202	466	167	1590	167	576
รวม	400	1057	2509	1094	8850	1337	2772

ตารางที่ 3.9 สัดส่วนการหยุดสายการผลิต เนื่องจากเครื่องจักรแต่ละชนิด

เดือน	สัดส่วนเครื่องจักรเสีย						
	VCM soldering	เครื่อง Swage	เครื่อง Soldering	เครื่องทดสอบตำแหน่ง	เครื่องทดสอบแรงกด	เครื่องอ่านหมายเลขหัวอ่านเขียน	เครื่องทดสอบทางไฟฟ้า
มกราคม	6.1%	4.7%	17.2%	5.0%	46.9%	5.1%	15.1%
กุมภาพันธ์	4.1%	6.2%	15.8%	7.0%	53.7%	3.5%	9.7%
มีนาคม	1.7%	3.2%	20.1%	11.6%	47.7%	2.4%	13.3%
เมษายน	0.0%	6.5%	7.3%	7.5%	49.1%	13.2%	16.3%
พฤษาคม	1.7%	7.5%	10.2%	2.4%	48.3%	12.6%	17.3%
มิถุนายน	0.0%	6.4%	14.7%	5.3%	50.2%	5.3%	18.2%
เฉลี่ย	2.2%	5.9%	13.9%	6.1%	49.1%	7.4%	15.4%



รูปที่ 3.6 ลำดับการหยุดสายการผลิตของเครื่องแต่ละสถานี

โดยสัดส่วนการหยุดสายการผลิตของเครื่องแต่ละสถานีนั้น คิดจาก เวลาที่หยุดสายการผลิตจากเครื่องจักรในสถานีนั้นเสีย ต่อ เวลาทำงาน ในกรณีสถานีที่มี 2 สถานีทำงานในสายการผลิต จะคิดจาก เวลาที่หยุดสายการผลิตจากเครื่องจักรในสถานีนั้นทั้ง 2 สถานีทำงาน ต่อ เวลาทำงานของ 2 สถานีทำงาน

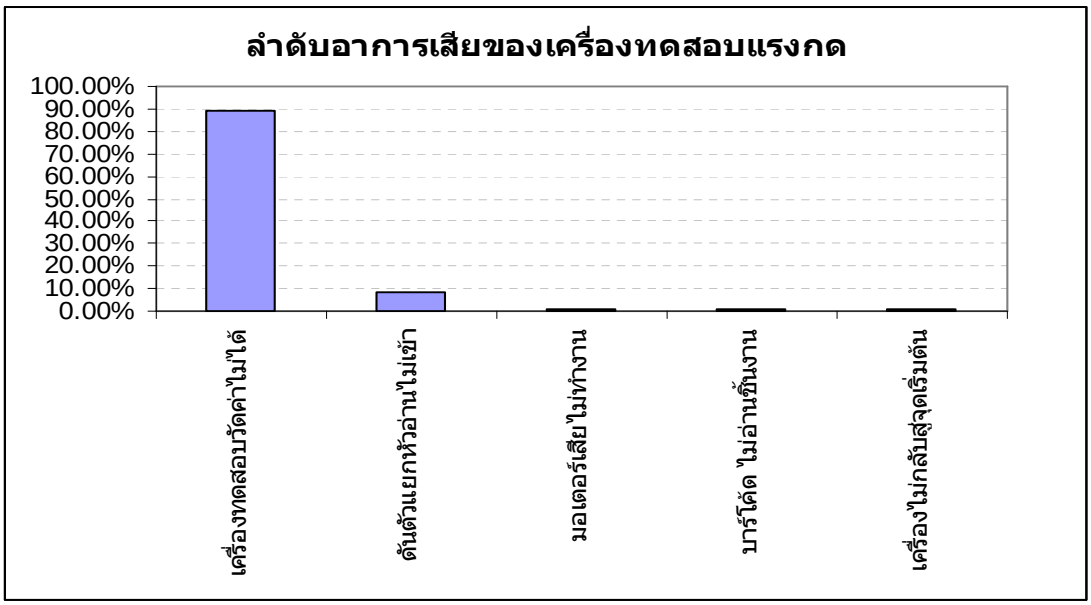
ตารางที่ 3.10 แสดงเวลาที่สูญเสียจากเครื่องทดสอบแรงกดชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จเสียอาการต่างๆ เมื่อนำมาคิดเป็นสัดส่วนของเวลาที่สูญเสียไปด้วยอาการต่างๆ แสดงได้ดังตารางที่ 3.11 จากตาราง พบว่าเวลาที่สูญเสียจากเครื่องทดสอบแรงกดชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จเสียด้วยอาการ เครื่องทดสอบวัดค่าไม่ได้คิดเป็น 89% ของเวลาที่เครื่องทดสอบแรงกดชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จเสียทั้งหมด ซึ่งเกิดจากสกรูในการขันยึด Load Cell หลวม และวิธีการแก้ปัญหาจะต้องทำการถอด Fixture ออกแล้วทำการปรับตั้งเครื่องใหม่หมด ซึ่งทำให้ใช้เวลามากในการแก้ไข และ ปัญหารองมาคืออาการ เครื่องดันตัวแยกหัวอ่านเขียนไม่เข้าคิดเป็น 8.2% ของเวลาที่เครื่องทดสอบแรงกดชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จเสียทั้งหมด ซึ่งสาเหตุมาจากการล้าตัวของ สปริง ที่ใช้ดันตัวแยกหัวอ่านเขียน

ตารางที่ 3.10 เวลาที่สูญเสียไปจากเครื่องทดสอบแรงกดเสียอาการต่างๆ

เดือน	เวลาที่สูญเสียจากเครื่องทดสอบแรงกดเสียอาการต่างๆ (นาที)				
	บาร์โค้ด ไม่อ่านชิ้นงาน	เครื่องทดสอบวัดค่าไม่ได้	ดันตัวแยกหัวอ่านไม่เข้า	เครื่องไม่กลับสู่จุดเริ่มต้น	มอเตอร์เสียไม่ทำงาน
มกราคม	0	571	54	0	0
กุมภาพันธ์	0	461	23	13	0
มีนาคม	0	456	45	9	0
เมษายน	0	506	63	0	0
พฤษาคม	36	636	63	0	41
มิถุนายน	0	603	49	0	0
รวม	36	3232	298	22	41

ตารางที่ 3.11 สัดส่วนของเครื่องทดสอบแรงกดเสียอาการต่างๆ

เดือน	สัดส่วนเครื่องทดสอบแรงกดเสียอาการต่างๆ				
	บาร์โค้ด ไม่อ่านชิ้นงาน	เครื่องทดสอบวัดค่าไม่ได้	ดันตัวแยกหัวอ่านไม่เข้า	เครื่องไม่กลับสู่จุดเริ่มต้น	มอเตอร์เสียไม่ทำงาน
มกราคม	0.0%	91.4%	8.6%	0.0%	0.0%
กุมภาพันธ์	0.0%	92.8%	4.7%	2.5%	0.0%
มีนาคม	0.0%	89.4%	8.8%	1.8%	0.0%
เมษายน	0.0%	88.9%	11.1%	0.0%	0.0%
พฤษาคม	4.6%	81.9%	8.1%	0.0%	5.3%
มิถุนายน	0.0%	92.5%	7.5%	0.0%	0.0%
เฉลี่ย	1.0%	89.1%	8.2%	0.6%	1.1%



รูปที่ 3.7 ลำดับอาการเสียของเครื่องทดสอบแรงกด ระหว่างเดือน มกราคม ถึง มิถุนายน 2551

เมื่อนำมาคำนวณเป็นผลผลิตที่สูญเสียไปเนื่องจากเครื่องทดสอบแรงกดชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จเสียอาการต่างๆได้ดังตารางที่ 3.12 และอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียไปเนื่องจากเครื่องทดสอบแรงกดชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จเสียอาการต่างๆ แสดงได้ดังตารางที่ 3.13

สูตรการคำนวณ

$$\text{อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากเครื่องทดสอบแรงกดเสีย} = \frac{\text{อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียจากเครื่องทดสอบเสีย}}{\text{อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต}}$$

ตารางที่ 3.12 ผลผลิตที่สูญเสียไปจากเครื่องทดสอบแรงกดเสียอาการต่างๆ

เดือน	จำนวนผลผลิตที่สูญเสียเนื่องจากเครื่องทดสอบแรงกดเสีย (ชิ้น)				
	บาร์โค้ด ไม่อ่านชิ้นงาน	เครื่องทดสอบวัดค่าไม่ได้	ดันตัวแยกหัวอ่านไม่เข้า	เครื่องไม่กลับสู่จุดเริ่มต้น	มอเตอร์เสียไม่ทำงาน
มกราคม	0	1392	132	0	0
กุมภาพันธ์	0	1124	57	31	0
มีนาคม	0	1111	110	22	0
เมษายน	0	1234	154	0	0
พฤษาคม	88	1550	154	0	101
มิถุนายน	0	1471	119	0	0
รวม	88	7882	726	53	101

จากตารางที่ 3.13 จะเห็นว่าอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียไปจากเครื่องทดสอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จเสียจากอาการวัดค่าไม่ได้สูงถึง 0.87% และ จากอาการเครื่องดันตัวแยกหัวอ่านไม่เข้าคิดเป็น 0.08% ของอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต ซึ่งในงานวิจัยนี้จะนำ 2 อาการนี้ไปศึกษาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและดำเนินการแก้ไขต่อไป

ตารางที่ 3.13 อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียไปจากเครื่องทดสอบแรงกดเสียอาการต่างๆ

เดือน	อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียจากเครื่องทดสอบเสียอาการต่างๆ				
	บาร์โค้ดไม่อ่านชิ้นงาน	เครื่องทดสอบวัดค่าไม่ได้	ดันตัวแยกหัวอ่านไม่เข้า	เครื่องไม่กลับสู่จุดเริ่มต้น	มอเตอร์เสียไม่ทำงาน
มกราคม	0.00%	0.87%	0.08%	0.00%	0.00%
กุมภาพันธ์	0.00%	0.76%	0.04%	0.02%	0.00%
มีนาคม	0.00%	0.70%	0.07%	0.01%	0.00%
เมษายน	0.00%	0.91%	0.11%	0.00%	0.00%
พฤษภาคม	0.06%	1.01%	0.10%	0.00%	0.07%
มิถุนายน	0.00%	0.96%	0.08%	0.00%	0.00%
รวม	0.01%	0.87%	0.08%	0.01%	0.01%

3. ความสูญเปล่า เนื่องจากเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์

เวลาที่สูญเสียเนื่องจากเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ระหว่างเดือน มกราคม ถึง มิถุนายน รวม 3371 นาที คิดเป็นผลผลิตที่สูญเสีย 16441 ชิ้น และคิดเป็นอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากหยุดสายการผลิตจากการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ เฉลี่ย 1.8 % โดยอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ เทียบกับอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์

เดือน	ผลผลิตที่คิดบนพื้นฐานรอบเวลาการผลิต (ชิ้น)	เวลาที่สูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่น (นาที)	คิดเป็นผลผลิตที่สูญเสีย (ชิ้น)	อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์เทียบกับอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่คิดบนพื้นฐานรอบเวลาการผลิต
มกราคม	159796	616	3004	1.9%
กุมภาพันธ์	147504	562	2740	1.9%
มีนาคม	159796	562	2740	1.7%
เมษายน	135212	487	2371	1.8%
พฤษาคม	153650	541	2635	1.7%
มิถุนายน	153650	605	2951	1.9%
รวม	909608	3371	16441	1.8%

4. ความสูญเปล่า เนื่องจากรอรับการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ

เวลาที่สูญเสียเนื่องจากรอรับการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ ระหว่างเดือน เมษายน ถึง มิถุนายน รวม 538 นาที คิดเป็นผลผลิตที่สูญเสีย 2631 ชิ้น และคิดเป็นอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากการหยุดสายการผลิตจากรอรับการจ่ายชิ้นส่วน เฉลี่ย 0.6 % โดยอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากรอรับการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ เทียบกับอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากรอการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ

เดือน	ผลผลิตที่คิดบนพื้นฐานรอบเวลาการผลิต (ชิ้น)	เวลาที่สูญเสียจากการรอการจ่ายชิ้นส่วน (นาที)	คิดเป็นผลผลิตที่สูญเสีย (ชิ้น)	อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียเนื่องจากรอการจ่ายชิ้นส่วนเทียบกับอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่คิดบนพื้นฐานรอบเวลาการผลิต
มกราคม	159796	ไม่มีการบันทึกข้อมูล	ไม่มีการบันทึกข้อมูล	ไม่มีการบันทึกข้อมูล
กุมภาพันธ์	147504	ไม่มีการบันทึกข้อมูล	ไม่มีการบันทึกข้อมูล	ไม่มีการบันทึกข้อมูล
มีนาคม	159796	ไม่มีการบันทึกข้อมูล	ไม่มีการบันทึกข้อมูล	ไม่มีการบันทึกข้อมูล
เมษายน	135212	150	735	0.5%
พฤษาคม	153650	195	953	0.6%
มิถุนายน	153650	193	943	0.6%
รวม	909608	538	2631	0.6%

จากสภาพปัญหาความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นทั้ง 4 ระหว่างเดือน มกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2551 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.16

ตารางที่ 3.16 สภาพปัญหาความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต

เดือน	จำนวนชิ้นชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จที่สูญเสียไปจากแต่ละประเภทความสูญเปล่า			
	เครื่องจักรเสีย	เปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์	รอการจ่ายชินส่วน	ข้อบกพร่อง
มกราคม	3251	3004	ไม่มีการบันทึกข้อมูล	701
กุมภาพันธ์	2258	2740	ไม่มีการบันทึกข้อมูล	595
มีนาคม	2604	2740	ไม่มีการบันทึกข้อมูล	698
เมษายน	2824	2371	735	714
พฤษาคม	3914	2635	953	741
มิถุนายน	3168	2951	943	563
รวม	18019	16441	2631	4012

3.2.2 สภาพปัญหาความสมดุลในสายการผลิต

จากการศึกษาสถานีงานทั้งหมด 13 สถานีงานของกระบวนการกระกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ สามารถแสดงรอบเวลาการทำงานของแต่ละสถานีงาน รอบเวลาการทำงานของกระบวนการผลิต เวลารอคอย (Idle time) และประสิทธิภาพของสถานีงานได้ดังตารางที่ 3.17

ตารางที่ 3.17 ประสิทธิภาพของสถานีงาน

สถานีงาน	รอบเวลาทำงานของสถานี (วินาที) (1)	รอบเวลาทำงานของกระบวนการ (วินาที) (2)	เวลารอคอยเนื่องจากสถานีงานที่ช้า (วินาที) (3)=(2) - (1)	% Idle time (4)=((3)/(2)) x 100	% Efficiency (5)=((1)/(2))x100
1	9.1	12.3	3.2	26.0%	74.0%
2	8.8	12.3	3.5	28.5%	71.5%
3	10.0	12.3	2.3	18.7%	81.3%
4	11.7	12.3	0.6	4.9%	95.1%
5	9.2	12.3	3.1	25.2%	74.8%
6	9.6	12.3	2.7	22.0%	78.0%
7	12.3	12.3	0.0	0.0%	100.0%
8	10.1	12.3	2.2	17.9%	82.1%
9	12.2	12.3	0.1	0.8%	99.2%
10	12.0	12.3	0.3	2.4%	97.6%
11	11.1	12.3	1.2	9.8%	90.2%
12	10.7	12.3	1.6	13.0%	87.0%
13	8.6	12.3	3.7	30.1%	69.9%
รวม	135.4	159.9	24.5	15.3%	84.7%

จากขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จพอที่จะแยกได้ทั้งหมด 100 ขั้นตอนการทำงาน ซึ่งจากขั้นตอนทั้งหมด 100 ขั้นตอนจะพบว่า มีเพียง 10 ขั้นตอนการทำงานเท่านั้นที่ก่อให้เกิดคุณค่าในตัวผลิตภัณฑ์ หรือเมื่อเทียบกับขั้นตอนทั้งหมดนั้น จะมีขั้นตอนการทำงานที่ก่อให้เกิดคุณค่าในตัวผลิตภัณฑ์เพียง 10 % ซึ่ง เกิดการวางงานของคนในขณะเครื่องจักรทำงาน 80.5 วินาที และเกิดการวางงานของเครื่องจักรในขณะคนทำงาน 31.5 วินาที ดังแสดงในตารางที่ 3.18 และ 3.19

ตารางที่ 3.18 ขั้นตอนการทำงาน และ ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในแต่ละขันตอน

ขั้นตอน	รายละเอียดของการทำงาน	เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้	จำนวนคน (Man)	ระยะทางในการเคลื่อนที่ (m)	เวลาที่ใช้ (Sec)	ทำงานด้วยคน	ทำงานด้วยเครื่องจักร	ประเภทของกิจกรรม	ความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม	ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม
	1. ประกอบ Flex cable กับ แขนอ่าน (2 สถานีงาน)	ไขควงไฟฟ้า	2		18.2					
1	หยิบ แขนอ่านจากที่จัดเก็บ			0.6	1.2		ไม่มี	(N)NVA		●
2	นำแขนอ่านใส่ที่จับยึด (fixture) และปรับยึดแขนอ่าน				2.7		ไม่มี	NVA	●	
3	จัดสาย VCM				1.2		ไม่มี	NVA	●	
4	หยิบ Flex cable จากที่จัดเก็บ			0.3	0.8		ไม่มี	(N)NVA		●
5	พับ Flex cable				0.7		ไม่มี	VA		
6	จัด Flex cable บน Fixture และจับยัด flex cable				2.0		ไม่มี	NVA	●	
7	หยิบสกรูจากถาดสกรูด้วยไขควงไฟฟ้า			0.4	1.1		ไม่มี	(N)NVA		●
8	ปิด ฝาครอบ ป้องกัน Flex cable				0.4		ไม่มี	NVA	●	
9	ขันสกรู 1 ตัว				2.0		ไม่มี	VA		
10	เปิดฝาครอบและคลายล็อค Fixture				1.0		ไม่มี	NVA	●	
11	หยิบท่อลมดูด			0.4	0.9		ไม่มี	NVA		●
12	ทำความสะอาดบริเวณหัวสกรูด้วยลมดูด				0.9		ไม่มี	(N) NVA	●	
13	นำงานออกจาก Fixture				1.3		ไม่มี	NVA	●	
14	นำงานใส่ในถาดจัดเก็บของสถานีถัดไป			0.4	1.7		ไม่มี	(N)NVA		●
15	เปลี่ยนถาดจัดเก็บ (10 ชิ้นต่อครั้ง ครั้งละ 4.9 sec)				0.5		ไม่มี	NVA	●	
	2.เชื่อมต่อวงจรแขนอ่านกับ Flex cable (2 สถานีงาน)	หัวแร้งบัดกรี	2		17.5					
16	นำงานใส่บน Flexture พร้อมปิดฝาครอบป้องกันสิ่งสกปก			0.4	2.1		ไม่มี	(N) NVA	●	
17	บัดกรี ต่อวงจรแขนอ่านกับ Flex cable				11.0		ไม่มี	VA		
18	เปิดฝาครอบป้องกันสิ่งสกปก				0.6		ไม่มี	NVA	●	
19	นำงานออกจาก Fixture				2.6		ไม่มี	NVA	●	
20	นำงานใส่ถาดจัดเก็บ			0.4	1.2		ไม่มี	NVA		●
	3. ประกอบหัวอ่านเขียนเข้ากับแขนอ่าน (4 สถานีงาน)		4		40.1					
21	หยิบและจัดตำแหน่งของ Fixture			0.8	1.5		ไม่มี	NVA		●
22	หยิบ Flex cable / แขนอ่านที่ประกอบแล้วใส่บน Fixture			0.4	4.9		ไม่มี	(N)NVA		●
23	จับหัวอ่านเขียนตัวที่ 1 และจุ่มน้ำยา			0.6	2.6		ไม่มี	(N)NVA	●	
24	จัดใส่หัวอ่านเขียนตัวที่ 1 บน Fixture				4.2		ไม่มี	(N)NVA	●	
25	จับหัวอ่านเขียนตัวที่ 2 และจุ่มน้ำยา			0.6	2.6		ไม่มี	(N)NVA	●	
26	จัดใส่หัวอ่านเขียนตัวที่ 2 บน Fixture				3.9		ไม่มี	(N)NVA	●	
27	จับหัวอ่านเขียนตัวที่ 3 และจุ่มน้ำยา			0.6	2.6		ไม่มี	(N)NVA	●	
28	จัดใส่หัวอ่านเขียนตัวที่ 3 บน Fixture				5.5		ไม่มี	(N)NVA	●	
29	จับหัวอ่านเขียนตัวที่ 4 และจุ่มน้ำยา			0.6	2.4		ไม่มี	(N)NVA	●	
30	จัดใส่หัวอ่านเขียนตัวที่ 4 บน Fixture				4.5		ไม่มี	(N)NVA	●	
31	ตรวจและจัดตำแหน่งแล้ว ปรับ Fixture ยึดชิ้นงาน				2.9		ไม่มี	NVA	●	
32	หยิบ Fixture พร้อม งาน วางบนสายพานลำเลียงเพื่อส่งไปยัง สถานีถัดไป			0.5	1.6		ไม่มี	(N)NVA		●
33	เปลี่ยนถาด Flex cable / แขนอ่าน (10 ชิ้นต่อครั้ง ครั้งละ 4.67 sec)			0.8	0.5		ไม่มี	NVA	●	
34	เปลี่ยนถาด หัวอ่านเขียน (20 ชิ้นต่อครั้ง ครั้งละ 9.13 sec)			0.4	0.5		ไม่มี	NVA	●	

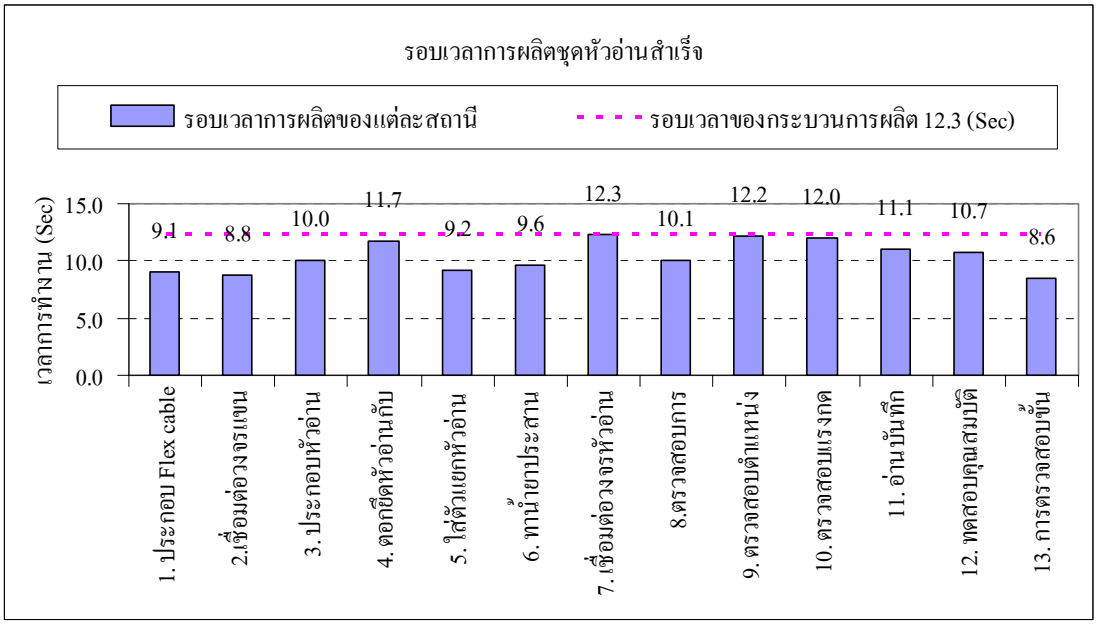
ขั้นตอน	รายละเอียดของการทำงาน	เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้	จำนวนคน (Man)	ระยะทางในการเคลื่อนที่ (m)	เวลาที่ใช้ (Sec)	ทำงานด้วยคน	ทำงานด้วยเครื่องจักร	ประเภทของกิจกรรม	ความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม	ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม
	4. ตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน	เครื่อง Swage	1		11.7					
35	หยิบ Fixture พร้อม ชิ้นงาน มาวางบน เครื่อง Swage			0.6	1.4		Idle	(N)NVA		●
36	กด สวิตช์ ให้เครื่องเริ่มทำงาน			0.15	0.7		Idle	NVA	●	
37	เครื่อง Swage จับยึด Fixture พร้อมชิ้นงาน				0.4	Idle		NVA	●	
38	เครื่อง Swage เลื่อนลงมาตอกบอลผ่านชิ้นงานและเลื่อนขึ้นไปยังตำแหน่งเริ่มต้น และปล่อยชิ้นงาน			0.6	7.0	Idle		VA		
39	หยิบ Fixture พร้อม ชิ้นงาน ออกจากเครื่อง			0.4	1.1		Idle	NVA	●	
40	ส่ง Fixture พร้อมงานไปยังสถานีถัดไป			0.6	1.1		Idle	(N)NVA		●
	5. ใส่ตัวแยกหัวอ่านเขียน		1		9.2					
41	หยิบ Fixture พร้อม ชิ้นงาน			0.6	1.0		ไม่มี	(N)NVA		●
42	หยิบ Transfer tool และเปิดฝาครอบ			0.8	2.0		ไม่มี	NVA		●
43	ใส่ตัวแยกหัวอ่านเขียน				2.1		ไม่มี	(N)NVA	●	
44	เอางาน(ชุดหัวอ่านเขียน) ออกจาก Fixture				1.1		ไม่มี	NVA	●	
45	ใส่ชุดหัวอ่านเขียนบน Transfer tool				1.8		ไม่มี	NVA	●	
46	ส่ง Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนไปยังสถานีถัดไป			0.6	1.2		ไม่มี	(N)NVA		●
	6. ทาน้ำยาประสาน	กล้องขยาย	1		9.6					
47	หยิบ Transfer tool มาส่องใต้กล้อง			0.6	1.1		ไม่มี	(N)NVA		●
48	เปิดฝาครอบหัวอ่านเขียน				0.9		ไม่มี	NVA	●	
49	ใส่ fixture ช่วยลดช่องว่างระหว่างจุดเชื่อม				3.6		ไม่มี	NVA	●	
50	ปิดฝาครอบหัวอ่านเขียน				0.6		ไม่มี	NVA	●	
51	ท่าน้ำยาบน จุดเชื่อมต่อของหัวอ่านเขียนและ flex cable				2.4		ไม่มี	(N)NVA	●	
52	ส่ง Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนไปยังสถานีถัดไป			0.6	1.0		ไม่มี	(N)NVA		●
	7. เชื่อมต่อวงจรหัวอ่านเขียนกับ Flex cable	เครื่อง Soldering	1		24.6					
53	หยิบ Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียน 2 ชิ้น (มือละชิ้น) ใส่ในเครื่อง Soldering			0.8	1.4		Idle	(N)NVA		●
54	กด สวิตช์ ให้เครื่องเริ่มทำงาน			0.3	0.7		Idle	NVA	●	
55	เครื่องจับยึด Transfer tool และเคลื่อนที่เข้าพร้อมปิดฝาเครื่อง				1.7	Idle		NVA	●	
56	เครื่องทำการเชื่อมต่อวงจรทางไฟฟ้า				17.8	Idle		VA		
57	หยิบ Fixture ช่วยลดช่องว่างระหว่างจุดเชื่อมออก				2.3			NVA	●	
58	ส่ง Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนไปยังสถานีถัดไป			0.6	0.9			(N)NVA		●
59	เครื่องเปิดฝาเครื่อง เคลื่อนที่เอา Transfer tool ออกมาหน้าเครื่องและปล่อย Transfer tool				1.7	Idle		NVA	●	
60	หยิบ Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียน 2 ชิ้น (มือละชิ้น) ออกจากเครื่อง Soldering			0.7	1.3		Idle	NVA		●
	8.ตรวจสอบการเชื่อมต่อของจุดเชื่อม	กล้องขยาย	1		10.1					
61	หยิบ Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนส่องใต้กล้อง			0.6	1.1		ไม่มี	NVA		●
62	ตรวจความสมบูรณ์ของจุดเชื่อม				7.8		ไม่มี	NVA	●	
63	ส่ง Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนไปยังสถานีถัดไป			0.6	1.2		ไม่มี	NVA		●
	9. ตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียน	เครื่องทดสอบตำแหน่ง	1		12.2					
64	หยิบ Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนอ่านบันทึกหมายเลขชุดหัวอ่านเขียน			0.6	1.1		Idle	(N)NVA	●	
65	หยิบ Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนมาในตำแหน่งทำงาน			0.4	0.6		Idle	(N)NVA		●
66	หยิบเอาชุดหัวอ่านเขียนออกจาก Transfer tool				1.6		Idle	NVA	●	
67	จัดชุดหัวอ่านเขียนบนเครื่องทดสอบตำแหน่ง				1.3		Idle	NVA	●	
68	กด สวิตช์ ให้เครื่องเริ่มทำงาน				0.5		Idle	NVA	●	
69	เครื่องเลื่อนน่าชุดหัวอ่านเขียนและตรวจสอบ			0.15	2.1	Idle		VA		
70	เครื่องเลื่อนน่าชุดหัวอ่านเขียนกลับจุดเริ่มต้น			0.15	1.9	Idle		NVA		●
71	หยิบ ชุดหัวอ่านเขียนออกจากเครื่อง			0.4	0.6		Idle	NVA	●	
72	จัด ชุดหัวอ่านเขียนบน Transfer tool				1.5		Idle	NVA	●	
73	ส่ง Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนไปยังสถานีถัดไป			1	1.2		Idle	(N)NVA		●
	10. ตรวจสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียน (2 สถานีงาน)	เครื่องทดสอบแรงกด	2		24.0					
74	หยิบ Transfer tool และ น่าชุดหัวอ่านเขียนออกจาก Transfer tool			0.6	2.0		Idle	NVA	●	
75	อ่านบันทึกหมายเลขชุดหัวอ่านเขียนแล้วน่าใส่เครื่องทดสอบแรงกด			0.5	2.2		Idle	NVA	●	
76	กด สวิตช์ ให้เครื่องเริ่มทำงาน				0.7		Idle	NVA	●	
77	เครื่องทดสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียน				15.8	Idle		VA		
78	น่าชุดหัวอ่านออกจากเครื่อง			0.4	0.8		Idle	NVA	●	
79	จัด ชุดหัวอ่านเขียนบน Transfer tool				1.5		Idle	NVA	●	
80	ส่ง Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนไปยังสถานีถัดไป			0.6	1.0		Idle	(N)NVA		●

ขั้นตอน	รายละเอียดของการทำงาน	เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้	จำนวนคน (Man)	ระยะทางในการเคลื่อนที่ (m)	เวลาที่ใช้ (Sec)	ทำงานด้วยคน	ทำงานด้วยเครื่องจักร	ประเภทของกิจกรรม	ความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่เหมาะสม	ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม
	11. อ่านบันทึกหมายเลขของ Slider (2 สถานีงาน)	เครื่องอ่านหมายเลข Slider	2		22.2					
81	กด สวิตช์ ให้เครื่องเริ่มทำงาน				0.6		Idle	NVA	●	
82	เครื่องอ่านหมายเลข Slider				21.6	Idle		VA		
83	หยิบ Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียน อ่านบันทึกหมายเลขแล้ววางบน เครื่อง			0.8	1.3			NVA	●	
84	เปิดฝาครอบชุดหัวอ่านเขียนของงานรอเข้า				0.9			NVA	●	
85	ปิดฝาครอบชุดหัวอ่านเขียนของงานรอออก				0.6			NVA	●	
86	นำTransfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนออกจากเครื่อง			0.4	0.7			NVA	●	
87	ส่ง Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนไปยังสถานีถัดไป			0.6	1.0			(N)NVA		●
	12. ทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า	เครื่องทดสอบ	2		21.9					
88	หยิบ Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียน อ่านบันทึกหมายเลขแล้ววางบน เครื่อง			0.8	1.3		Idle	NVA	●	
89	เปิดฝาครอบชุดหัวอ่านเขียน				0.9		Idle	NVA	●	
90	กด สวิตช์ ให้เครื่องเริ่มทำงาน				0.5		Idle	NVA	●	
91	เครื่องทดสอบชุดหัวอ่านเขียน				15.1	Idle		VA		
92	ปิดฝาครอบชุดหัวอ่านเขียน				0.6		Idle	NVA	●	
93	นำTransfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนออกจากเครื่อง			0.4	0.8		Idle	NVA	●	
94	นำ ชุดหัวอ่านเขียนออกจาก Transfer tool และวางบนถาดของสถานีถัดไป			0.8	2.7		Idle	(N)NVA		●
	13. การตรวจสอบขั้นสุดท้าย (Visual inspection)	กล้องขยาย	3		25.7					
95	หยิบชุดหัวอ่านเขียนส่องใต้กล้อง			0.6	1.4		ไม่มี	(N)NVA		●
96	ตรวจสอบชุดหัวอ่านใต้กล้องขยาย				18.1		ไม่มี	VA		
97	ใส่ Head protector				2.8		ไม่มี	NVA	●	
98	ใส่ชุดหัวอ่านเขียนบน ภาชนะบรรจุ			0.6	2.2		ไม่มี	NVA		●
99	เปลี่ยนภาชนะบรรจุ (ทุก 10 ชิ้น ต่อ 9.31 sec)				0.9		ไม่มี	NVA	●	
100	นำ ภาชนะบรรจุเต็มแล้วไปวางบนที่จัดเก็บรอส่งหมอบ (ทุก 50 ชิ้น ต่อ 14.56 sec)			2.2	0.3		ไม่มี	(N)NVA		●
	รวม	100 ขั้นตอน	23	30.9	250.0					
	รวมขั้นตอนที่เกิดคุณค่า	10 ขั้นตอน								
	สัดส่วนของขั้นตอนที่เกิดคุณค่า = 10/100 x100% = 10%									
	คนเสียเวลารอคอย	80.5	Sec.							
	เครื่องเสียเวลารอคอย	31.5	Sec.							

ตารางที่ 3.19 รายละเอียดของสายการผลิต

รายการ	หน่วยวัด	ก่อนปรับปรุง
รอบเวลาการผลิต	วินาทีต่อชิ้น	12.3
ขั้นตอนการผลิต	สถานี	13
พนักงาน	คน	23
เวลารอคอยของพนักงาน	วินาที	80.5
เวลาที่เครื่องว่าง	วินาที	31.5
ผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต	ชิ้นต่อวัน	6146
อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต	ชิ้นต่อชั่งโมงแรงงาน	12.7

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นว่า Idle time ของกระบวนการสูงถึง 15.3% และประสิทธิภาพของกระบวนการเท่ากับ 84.7% เนื่องจากมีสถานีงานที่เป็นคอขวดที่สูง ทำให้รอบเวลาการทำงาน (Cycle time) ของกระบวนการผลิตสูง ซึ่งทำให้อัตราผลผลิตต่ำกว่าที่ควรจะได้ ซึ่งรอบเวลาการทำงานของกระบวนการผลิต คือ 12.3 วินาที ซึ่งสถานีงานที่เป็นคอขวด ได้แก่ สถานีงานที่ 7 , 9 , 10 และ 4 ซึ่งตามลำดับของรอบเวลาทำงานสูงสุด ดังแสดงในรูปที่ 3.8 ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงจะพิจารณาเลือกสถานีงานที่ 7 , 9 , 10 และ 4 ตามลำดับ มาวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหว ขั้นตอนการทำงานที่ไม่เหมาะสม ทั้งนี้จะดำเนินการเฉพาะส่วนที่สามารถปรับปรุงได้ภายในระยะเวลาวิจัยเท่านั้น



รูปที่ 3.8 รอบเวลาทำงานก่อนการปรับปรุงของกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านสำเร็จ

3.2.3 ผลกระทบของสภาพปัญหาที่มีต่ออัตราผลผลิต

จากสภาพปัญหาความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต เป็นสาเหตุให้สูญเสียอัตราผลผลิต ซึ่งสามารถที่จะสรุปอัตราผลผลิตที่สูญเสีย ได้ดังตารางที่ 3.20

ตารางที่ 3.20 อัตราผลผลิตที่สูญเสียจากสภาพปัญหาความสูญเปล่าในกระบวนการ

ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต	ผลผลิตที่สูญเสีย (ชิ้น)	ผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต (ชิ้น)	คิดเป็นอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสีย	คิดเป็นอัตราผลผลิตด้านหัวอ่านเขียนที่สูญเสีย
ข้อบกพร่องของผลผลิตภัณฑ์	4012	909608	0.5%	0.1%
เครื่องจักรเสีย	18019	909608	2.0%	-
เปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์	16441	909608	1.8%	-
รอบรับการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ	2631	442512	0.6%	-

โดยที่

$$\text{ความสูญเสียอัตราผลผลิตด้านแรงงาน} = \frac{\text{ผลผลิตที่สูญเสีย x ชั่วโมงแรงงาน}}{\text{ผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต x ชั่วโมงแรงงาน}}$$

$$\text{ความสูญเสียอัตราผลผลิตด้านหัวอ่านเขียน} = \frac{\text{ผลผลิตที่สูญเสียจากข้อบกพร่อง}}{\text{จำนวนหัวอ่านเขียนที่ใช้ในการผลิต}}$$

เนื่องจากในที่นี้นำเฉพาะข้อบกพร่องจากสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐานและเสียหายจากไฟฟ้าสถิตมาพิจารณาดังนั้นความสูญเสียอัตราผลผลิตด้านหัวอ่านเขียน จะใช้ผลผลิตที่สูญเสียจากข้อบกพร่องจากสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐาน (1651 ชิ้น) และเสียหายจากไฟฟ้าสถิต (1445 ชิ้น) ซึ่งรวมแล้วผลผลิตที่สูญเสียจากข้อบกพร่องเท่ากับ 3096 ชิ้น โดยที่ ผลผลผลิตชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ 1 ชิ้นใช้หัวอ่านเขียนจำนวน 4 ชิ้นในการผลิต ดังนั้น จำนวนหัวอ่านเขียนที่ใช้ในการผลิตในที่นี้เท่ากับ ผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต คูณด้วย 4

3.2.4 สาเหตุปัญหา

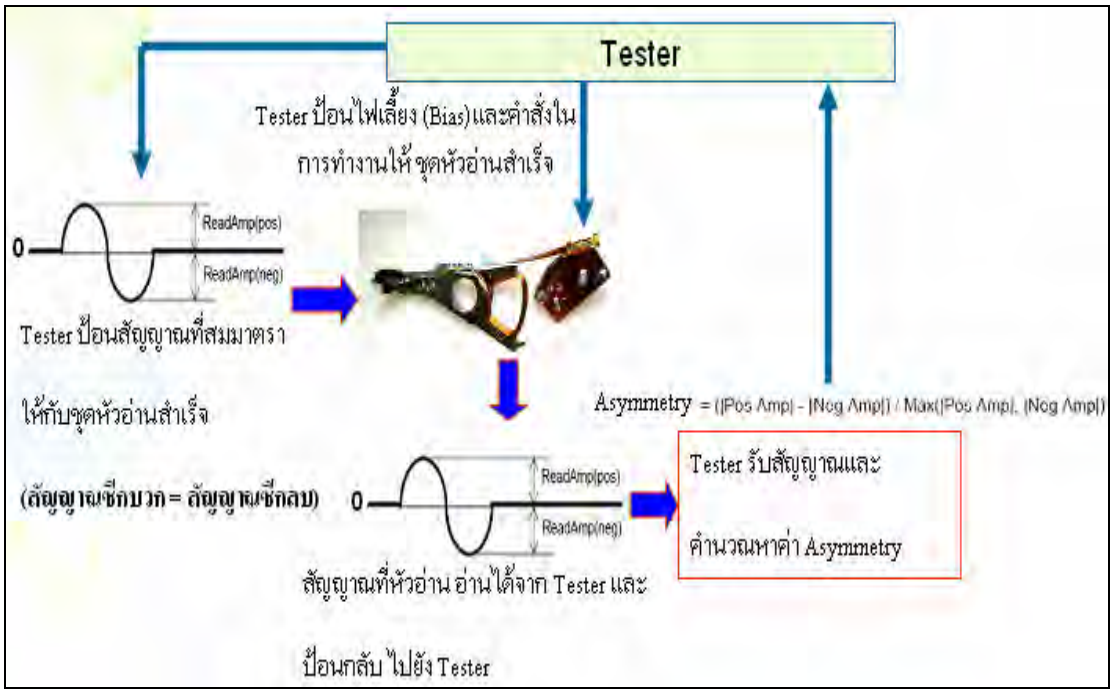
3.2.4.1. ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต

1. ข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์

(1) สัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐาน

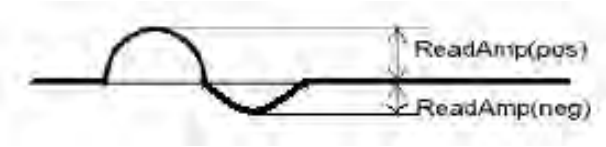
การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาข้อบกพร่องสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐานมีขั้นตอนดังนี้

(a) ศึกษาลักษณะอาการข้อบกพร่องของสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐาน ซึ่งเป็นอาการของสัญญาณที่หัวอ่าน อ่านได้เลื่อนจากค่ากลางไปด้านบนหรือด้านล้าง ซึ่งคุณลักษณะของหัวอ่านที่ผลิตขึ้นซึ่งคุณลักษณะที่ต้องการนั้นคืออยู่ที่ค่ากลาง แต่ความเป็นจริงคุณลักษณะนี้อาจเลื่อนไปจากค่ากลาง



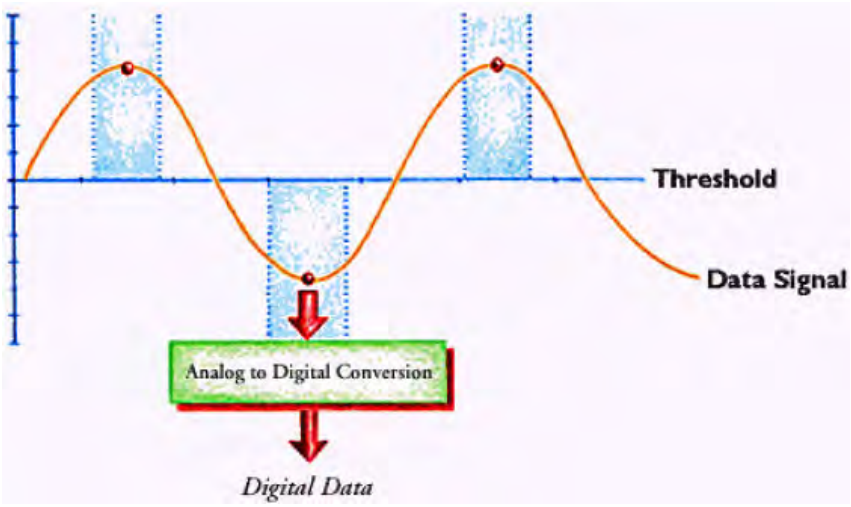
รูปที่ 3.9 การทดสอบสัญญาณอ่าน ของชุดหัวอ่านสำเร็จ

รูปที่ 3.10 ลักษณะของเสียที่ด้านบวกอ่านได้น้อยกว่าด้านลบมากเกินข้อกำหนด



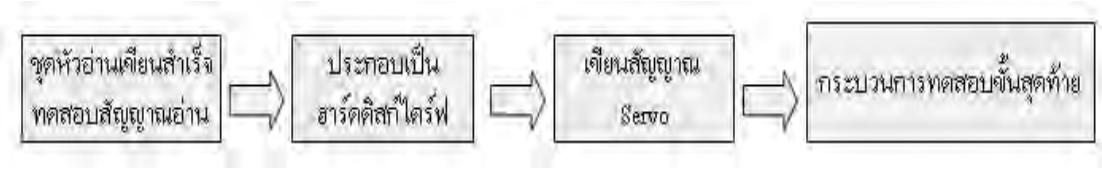
รูปที่ 3.11 ลักษณะของเสียที่ด้านลบอ่านได้น้อยกว่าด้านบวกมากเกินข้อกำหนด

(b) ศึกษาการทำงานของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจะนำสัญญาณอ่านที่ได้ไปแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลโดยจากตรวจระดับของสัญญาณที่อ่านได้ ดังรูปที่ 3.12 ซึ่งถ้าชุดหัวอ่านเขียนอ่านสัญญาณแล้ว ได้สัญญาณเลื่อนขึ้นหรือลงจากค่ากลางของสัญญาณจริงมากๆจะทำให้ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟอ่านข้อมูลผิดพลาด เพราะสัญญาณที่อ่านได้เลื่อนลงหรือขึ้นมากเกินกว่าที่จะแยกแยะได้



รูปที่ 3.12 การแปลงสัญญาณอ่านไปเป็น ดิจิตอล

(c) ศึกษากระบวนการที่เกี่ยวข้อง หลังเสร็จสิ้นกระบวนการ การประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จแล้ว ชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จจะถูกนำไปยังกระบวนการถัดไป คือการประกอบเป็นฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ เขียนข้อมูล Servo และ กระบวนการทดสอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ดังแสดงในรูปที่ 3.13 เมื่อศึกษากระบวนการทดสอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ พบว่าที่กระบวนการนี้มีการตรวจสอบและทำการชดเชยค่าสัญญาณที่เลื่อนขึ้นหรือลงจากค่ากลาง ด้วย Test code ซึ่งจากการตรวจสอบข้อบกพร่องที่กระบวนการทดสอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ผ่านมาไม่มีผลกระทบจากข้อบกพร่องนี้



รูปที่3.13 กระบวนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟและทดสอบ

(d) จากการศึกษากระบวนการที่เกี่ยวข้อง พบว่าสัญญาณอ่านยังมีการทดสอบขั้นสุดท้ายอีกในรูปของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่กระบวนการทดสอบขั้นสุดท้ายของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ซึ่งกระบวนการนี้ไม่เพียงแต่ทดสอบ ยังมีการชดเชยค่าสัญญาณอ่านให้เข้าหาค่ากลางของสัญญาณและทำการทดสอบอีกครั้ง และจากการตรวจสอบข้อบกพร่องของกระบวนการทดสอบขั้นสุดท้ายไม่พบข้อบกพร่องนี้ ทำให้มีสมมุติฐานว่ายังมีความจำเป็นที่จะทดสอบความไม่สมมาตรของสัญญาณอ่านนี้อยู่หรือไม่ที่กระบวนการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ หรือการกำหนดค่าเผื่อของสัญญาณอ่านเขียนที่ทดสอบที่กระบวนการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จนั้นเหมาะสมหรือไม่ อาจมีการกำหนดค่าเผื่อที่น้อยเกินไป ทำให้เกิดของเสียจากข้อบกพร่องนี้ โดยทั้งที่จริงเมื่อขยายค่าเผื่อนี้แล้ว หรือยกเลิกการทดสอบนี้ อาจไม่ส่งผลต่อกระบวนการทดสอบขั้นสุดท้ายของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ด้วยเหตุนี้จึงตั้งสมมุติฐานว่า ยังจำเป็นที่จะทำการทดสอบอยู่หรือไม่ หรือการออกแบบค่าเผื่อเหมาะสมหรือไม่ เพื่อเป็นแนวทาง นำไปดำเนินการแก้ไขปรับปรุงต่อไป

(2) เสียหายจากไฟฟ้าสถิต

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาข้อบกพร่องที่เสียหายจากไฟฟ้าสถิต มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(a) ศึกษาและสังเกตการในขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านสำเร็จ พบว่าในกระบวนการมีขั้นตอนการลดหรือป้องกันการเสียหายจากไฟฟ้าสถิตโดยการจุ่มหัวอ่านเขียนในน้ำยาเคมีเพื่อลดข้อบกพร่องนี้ ซึ่งผลจากการสังเกตการในขั้นตอนการทำงานนี้ พบว่าบางครั้งพนักงานทำงานผิดพลาด คือ จุ่มขั้วของหัวอ่านเขียนแต่ไม่ถึงน้ำยาเคมี และส่งผลให้หัวอ่านเขียนเสียหายจากไฟฟ้าสถิต

(b) สอบถามพนักงานที่ทำงานและ ตรวจสอบข้อกำหนดการทำงานพบว่าวิธีการทำงานมีการกำหนดการจุ่มหัวอ่านเขียนในน้ำยาเคมีไว้ไม่เกินคอของหัวอ่านเขียน เพราะเกรงว่าถ้าจุ่มมากไปแล้วน้ำยาเคมีจะไม่แห้งเมื่อทาน้ำยาประสานจะทำให้น้ำยาประสานไหลเป็นคราบสกปรก ข้อกำหนดนี้ทำให้พนักงานทำงานลำบากและบ้างครั้งทำงานผิดพลาด

รูปที่ 3.14 กำหนดการจุ่มชุดหัวอ่านเขียนในน้ำยาไม่เกินคอหัวอ่านเขียน

(c) จากการศึกษาการทำงานจะพบว่า ข้อกำหนดหรือวิธีการทำงานนั้นทำให้พนักงานทำงานลำบากและผิดพลาด ดังนั้นจึงจะทำการศึกษาวิธีการทำงานให้เหมาะสมเพื่อเป็นแนวทางการดำเนินการแก้ไขต่อไป

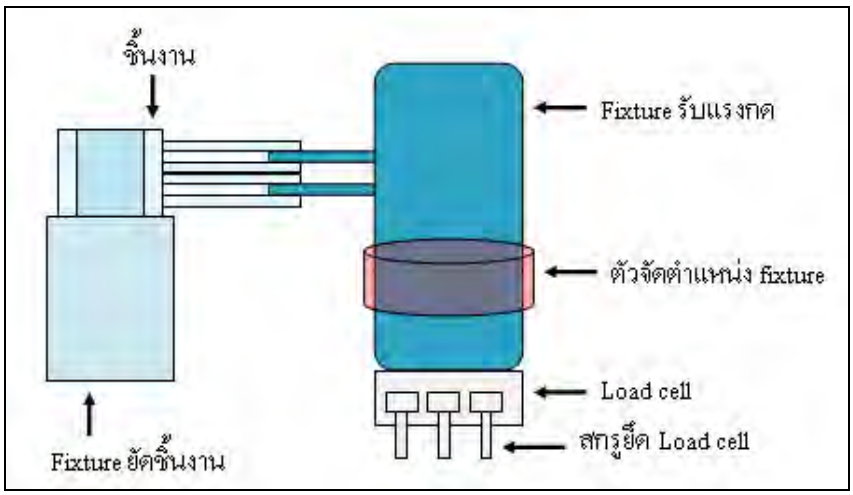
2. เครื่องจักรเสีย

(1) เครื่องทดสอบแรงกดหัวอ่านเขียนวัดค่าไม่ได้

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาของเครื่องทดสอบแรงกดหัวอ่านเขียนวัดค่าไม่ได้ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

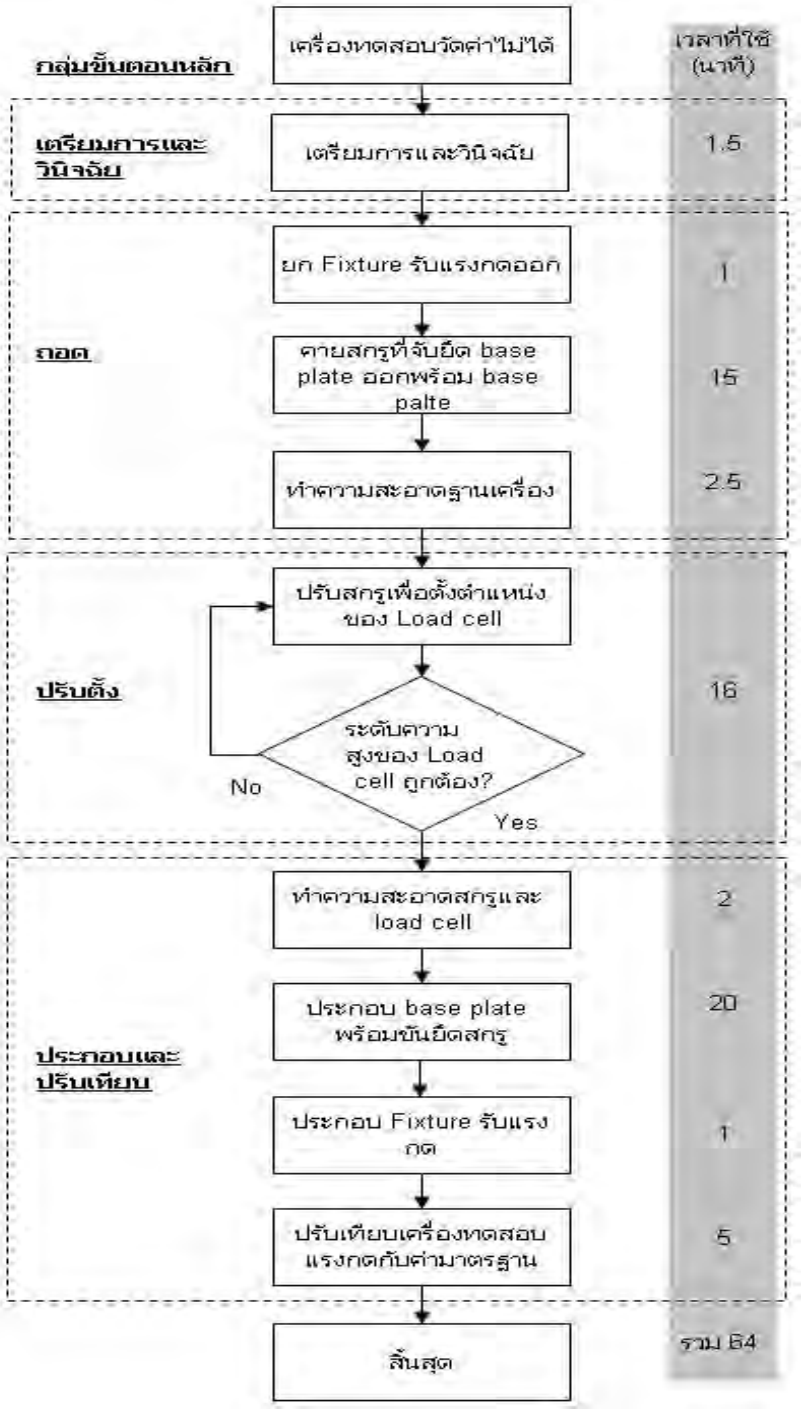
(a) ศึกษาลักษณะอาการของเครื่องทดสอบแรงกดเสียในกรณีวัดค่าไม่ได้ ซึ่งพบว่าเกิดจากเครื่องวัดมีการหมุน Fixture รับแรงกด เข้าหาชุดหัวอ่านเขียนเพื่อรับแรงกด ซึ่งทำให้สกรูที่ขันยึดตำแหน่ง Lead cell ที่อยู่ด้านล่างของ Fixture รับแรงกดมีการเคลื่อนที่จากตำแหน่งเดิม ทำให้ตำแหน่งของ Fixture รับแรงกดไม่ถูกต้อง ส่งผลให้เครื่องทดสอบวัดค่าไม่ได้ ซึ่งเป็นจุดด้อยของเครื่องทดสอบแรงกดนี้ ดังแสดงในรูปที่ 3.15 ซึ่งการลดอาการเสียของเครื่องด้วยอาการนี้นั้นจำกัดด้วยลักษณะการออกแบบของเครื่อง ซึ่งจำเป็นต้องปรับปรุงโดยการออกแบบเครื่องวัดแบบ

ใหม่ ซึ่งโรงงานกรณีศึกษาก็มีหน่วยพัฒนาวิจัยส่วนนี้อยู่แต่ต้องใช้เวลานาน งานวิจัยนี้จึงไม่นำมาศึกษาในครั้งนี้



รูปที่ 3.15 การทำงานของเครื่องทดสอบแรงกดชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ

(b) ศึกษาวิธีการซ่อมแก้ไขกรณีเครื่องทดสอบแรงกดวัดค่าไม่ได้ พบว่าใช้เวลาในการซ่อมแก้ไขเฉลี่ย 64 นาที ซึ่งเป็นเวลาที่นานมาก เนื่องจากมี ขั้นตอนการต้องถอดชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องทดสอบออกหมดและทำการปรับตั้งเครื่องใหม่ ดังแสดงขั้นตอนในรูปที่ 3.16 ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะดำเนินการปรับปรุงโดยการศึกษาเพื่อลดขั้นตอนวิธีการซ่อมแก้ไขกรณีเครื่องทดสอบแรงกดวัดค่าไม่ได้ให้เหมาะสมยิ่งขึ้นเพื่อลดการสูญเสียเวลาในการแก้ไข

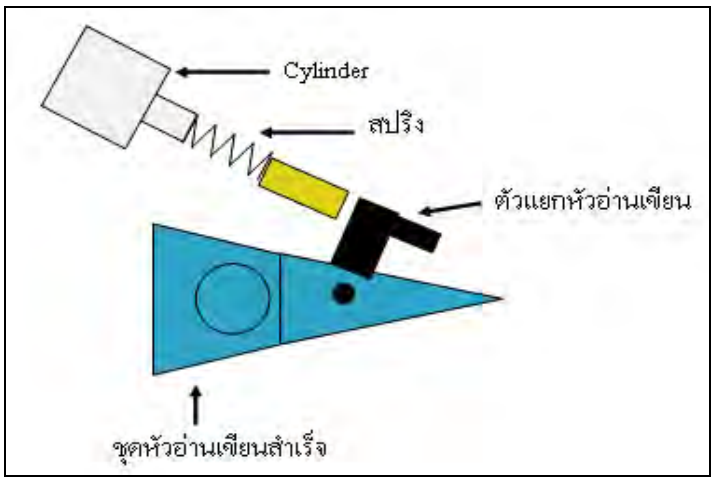


รูปที่ 3.16 ขั้นตอนการซ่อมแก้ไขเครื่องทดสอบแรงกดกรณีวัดค่าไม่ได้

(2) เครื่องทดสอบแรงกดหัวอ่านเขียนดันตัวแยกหัวอ่านเขียนไม่เข้า

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาของเครื่องทดสอบแรงกดหัวอ่านเขียนดันตัวแยกหัวอ่านเขียนไม่เข้า มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(a) ศึกษาลักษณะอาการของเครื่องทดสอบแรงกดเสียในกรณีดันตัวแยกหัวอ่านเขียนไม่เข้า ซึ่งพบว่าสปริงที่ใช้ในการดันตัวแยกหัวอ่านเขียนนั้นเกิดการล้าตัว ทำให้ไม่สามารถดันให้ตัวแยกหัวอ่านเขียนเข้ากลับยังตำแหน่งที่ถูกต้องได้ หลังจากทดสอบเสร็จแล้ว ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะศึกษาเพื่อหารอบเวลาที่เหมาะสมในการเปลี่ยนสปริง หรืออายุการใช้งานของสปริง เพื่อดำเนินการซ่อมตามรอบเวลาที่เหมาะสม



รูปที่ 3.17 การดันตัวแยกหัวอ่านเขียนเข้าแยกหัวอ่านเขียน

3. การเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการสูญเสียเวลาเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(a) ศึกษาขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์และบันทึกเวลาเริ่มต้นขั้นตอน และ เวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนการทำงาน

ตารางที่ 3.21 ขั้นตอนและตารางเวลาของการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์	เวลาที่ใช้ (นาที)																							
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0
1. รอให้งานรุ่นเดิมหมดจากสายการผลิต	■	■	■	■	■																			
2. ตรวจสอบชิ้นส่วนของรุ่นเดิมที่เหลือเพื่อคืน ส่วนควบคุมและ จ่ายชิ้นส่วน						■	■	■	■	■														
3. นำชิ้นส่วนรุ่นเดิมคืน ส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน											■	■												
4. ส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วนตรวจสอบความถูกต้องและเก็บชิ้นส่วน													■	■	■									
5. ส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน ทำการจ่ายชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่																■	■	■						
6. ฝ่ายผลิตตรวจสอบความถูกต้องและนำชิ้นส่วนไปเตรียมการผลิต																		■	■	■	■	■	■	■
เวลาที่ใช้รวม (12 min)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

(b) วิเคราะห์ปัญหาจากขั้นตอนและตารางเวลาการเริ่มทำงาน ซึ่งพบว่ามีการรอคอยในขั้นตอนก่อนหน้าเสร็จก่อนทั้งที่ไม่จำเป็น ทำให้เกิดการเสียเวลาในการรอคอย

(c) จากการศึกษาวิธีการทำงานพบว่าขั้นตอนที่ 2 ใช้พนักงานคนเดียวในการตรวจเช็คชิ้นส่วนที่เหลือของผลิตภัณฑ์เดิมทั้งที่มีพนักงานถึง 4 คนในตำแหน่งนี้ และ ขั้นตอนที่ 6 ใช้พนักงานคนเดียวในการ Unpack และ ตรวจเช็คชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ใหม่ ทั้งที่มีพนักงานถึง 4 คนในตำแหน่ง ดังแสดงในตารางที่ 3.22

(d) จากเกิดการเสียเวลาในการรอคอยและวิธีการทำงานยังไม่เหมาะสม ดังนั้นจะดำเนินการศึกษาเพื่อปรับปรุงตารางเวลาขั้นตอนการทำงานและวิธีการทำงานเพื่อลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์

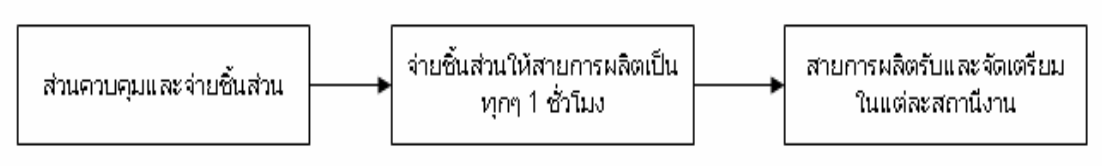
ตารางที่ 3.22 ขั้นตอนและวิธีการทำงานของการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์

ลำดับขั้นตอน	วิธีการทำงาน
1. รอให้งานรุ่นเดิมหมดจาก สายการผลิต	รอให้งานรุ่นเดิมหมดจากสายการผลิต
2. ตรวจเช็คชิ้นส่วนของรุ่นเดิมที่เหลือเพื่อคืน ส่วนควบคุมและ จ่ายชิ้นส่วน	-เริ่มหลังจากเสร็จขั้นตอนที่ 1 - ใช้พนักงาน 1 คนในการตรวจสอบ
3. นำชิ้นส่วนรุ่นเดิมคืน ส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน	นำชิ้นส่วนรุ่นเดิมคืน
4. ส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน ตรวจเช็คความถูกต้องและเก็บ ชิ้นส่วน	ตรวจเช็คความถูกต้องและเก็บชิ้นส่วน
5. ส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน ทำการจ่ายชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่	เริ่มหลังจากเสร็จขั้นตอนที่ 4
6. ฝ่ายผลิตตรวจเช็คความถูกต้องและนำชิ้นส่วนไปเตรียมการผลิต	ใช้พนักงาน 1 คนในการ unpack และตรวจสอบ

4. การรอรับการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการสูญเสียเวลาเนื่องจากรอรับการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(a) ศึกษาขั้นตอนการจ่ายชิ้นส่วนให้กับสายการผลิต ซึ่ง การจ่ายชิ้นส่วนให้กับสายการผลิตนั้น ส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วนจะมีการเตรียมชิ้นส่วนเพื่อสนับสนุนการผลิตให้เพียงพอกับการผลิตทุกๆ 1 ชั่วโมง ซึ่งไม่สามารถจ่ายครั้งเดียวได้เนื่องจากไม่มีพื้นที่จัดเก็บในสายการผลิต จึงมีส่วนกลางที่ดูแล คือ ส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน ซึ่งมีขั้นตอนดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 กระบวนการร้องขอและจ่ายชิ้นส่วนก่อนการปรับปรุง

(b) สังเกตการณ์ การจ่ายชิ้นส่วนในสายการผลิต พบว่าบางครั้งความต้องการชิ้นส่วนของสายการผลิตไม่ตรงตามระยะเวลาการจ่ายชิ้นส่วน เช่น มีการเปลี่ยนรุ่นของสายการผลิต ซึ่งสายการผลิตต้องเสียเวลาในการร้องขอชิ้นส่วนและรอการจ่ายชิ้นส่วนจากส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน เนื่องด้วยการระบบการสื่อสารที่ไม่ดีระหว่างสายการผลิตกับส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน ดังนั้นแนวทางการดำเนินการแก้ไขจะศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสาร โดยการติดตั้งระบบสัญญาณร้องขอชิ้นส่วนวัตถุดิบในเวลาต้องการไปยังส่วนควบคุมการจ่ายชิ้นส่วน

3.2.4.2. กรณีศึกษาความสมดุลของขั้นตอนในสายการผลิต

1. สถานีงานเชื่อมต่อวงจรหัวอ่านเขียนกับ Flex cable (สถานีงานที่ 7)

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาของสถานีงานที่ 7 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(a) ศึกษาขั้นตอนการทำงานของสถานีเชื่อมต่อวงจรหัวอ่านเขียนกับ flex cable

(b) บันทึกเวลาการทำงานแต่ละขั้นตอนซึ่งสถานีนี้จะได้ผลผลิตรอบการทำงานละ 2 ชิ้น โดยใช้เวลา 24.6 วินาทีต่อรอบการทำงาน ดังนั้นจะมีรอบเวลาการทำงานต่อหนึ่งชิ้นเท่ากับ 12.3 วินาที

(c) นำข้อมูลมาสร้างแผนภูมิคน-เครื่องจักร ดังแสดงในรูปที่ 3.19 ซึ่งจากแผนภูมิจะพบว่าคนสูญเสียเวลาในการรอคอยขณะเครื่องเชื่อมกำลังทำงาน ถึง 18 วินาที ดังนั้นแนวทางการปรับปรุงจะดำเนินการศึกษาเพื่อลดเวลาที่สูญเสียจากการรอคอยของคนในขณะเครื่องเชื่อมทำงาน

คน	สถานะ	เวลา(วินาที)	เครื่องเชื่อม	สถานะ	เวลา(วินาที)
หยิบงาน 2 ชิ้นใส่เครื่อง	▨	1.4	ว่าง		1.4
กดสวิตช์	▨	0.7			0.7
ว่าง		1.7	จับยึดงานและปิดฝา	▨	1.7
หยิบ fixture ช่วยลดช่องว่างออก	▨	2.3	เชื่อมชิ้นงาน	▨	17.8
ส่งงานไปสถานีถัดไป	▨	0.9			
ว่าง		14.6			
		1.7	เปิดฝาปล่อยชิ้นงาน	▨	1.7
หยิบงาน 2 ชิ้นออกจากเครื่อง	▨	1.3	ว่าง		1.3
รวม		24.6	รวม		24.6

▨ แสดงสถานะ การทำงาน ☐ แสดงสถานะ ว่างหรือรอคอย

รูปที่ 3.19 แผนภูมิคน - เครื่องจักร (Man-Machine chart) ของสถานีงานที่ 7

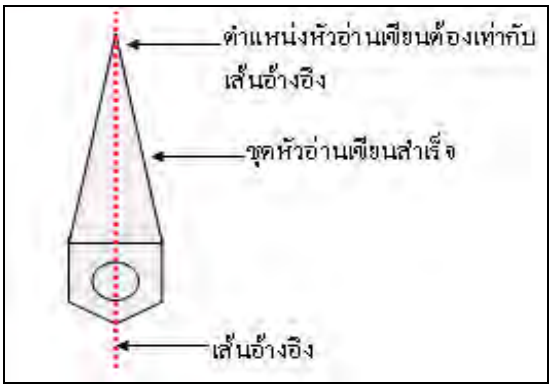
2. สถานีตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียน (สถานีงานที่ 9)

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาของสถานีงานที่ 9 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(a) ศึกษาขั้นตอนการทำงานของสถานีตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียน

(b) บันทึกเวลาการทำงานแต่ละขั้นตอนของสถานี

(c) บันทึกจำนวนผลผลิต ข้อบกพร่องที่เจอของสถานี พร้อมค่าตำแหน่งของหัวอ่านเขียนที่วัดได้ ซึ่งการตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียนแสดงดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 การตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียน

(d) ศึกษาค่าความผันแปร และความสามารถของกระบวนการ ซึ่งจากการเก็บข้อมูลในระยะเวลา 6 เดือนที่ผ่านมา ไม่พบชุดหัวอ่านเขียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ นั้นคือได้ผลผลิต 100% และเมื่อพิจารณาความสามารถของกระบวนการพบว่า กระบวนการมีค่า Cpk ที่สูง ดังแสดงในตารางที่ 3.23 โดยที่ข้อกำหนดอยู่ที่ 0+/- 150 ไมครอน และ Cpk หาจากสมการต่อไปนี้

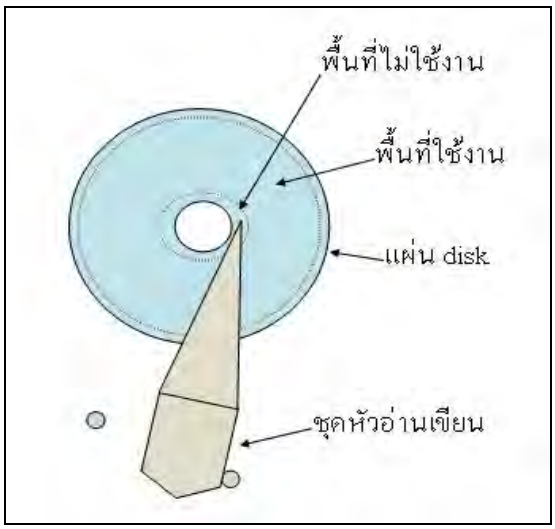
$$\text{Cpk} = \min\left[\frac{\text{USL - ค่าเฉลี่ย}}{3 \text{ x ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน}}, \frac{\text{ค่าเฉลี่ย - LSL}}{3 \text{ x ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน}}\right]$$

ตารางที่ 3.23 คุณลักษะของสถานีตรวจสอบตำแหน่งของหัวอ่านเขียน

เดือน	ค่าเฉลี่ยของตำแหน่งหัวอ่านเขียน (um)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	Cpk	ประสิทธิภาพ (Output/Input)
มกราคม	-3.75	15.5	3.1	100%
กุมภาพันธ์	4.7	16.8	2.88	100%
มีนาคม	3.67	16.6	2.9	100%
เมษายน	4.12	17.5	2.77	100%
พฤษภาคม	8.4	15.55	3.2	100%
มิถุนายน	3.99	15.6	3.11	100%

(e) ศึกษาผลกระทบในกรณีเลิกการตรวจสอบตำแหน่งของหัวอ่านเขียน พบว่าตำแหน่งหัวอ่านเขียนนี้ตรวจสอบหรือควบคุมเพื่อไม่ให้กระทบต่อประสิทธิภาพหรืออัตราผลผลิตของกระบวนการเขียน ตำแหน่ง Servo คือ เนื่องด้วยเวลาเขียนตำแหน่ง Servo นั้นหัวอ่านเขียนจะต้องอยู่ในพื้นที่ของมีเดียที่ใช้ในการเขียนข้อมูล ถ้าตำแหน่งหัวอ่านเขียนเลื่อนไปจากที่กำหนดจะทำให้เกิดข้อบกพร่องของตำแหน่งนี้ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อต้นทุนของเสียที่สูงกว่าเฉพาะชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ

(f) จากความสามารถของกระบวนการ และผลกระทบ จะเห็นว่าเนื่องด้วยกระบวนการผลิตมีความสามารถสูงในการประกอบตำแหน่งของหัวอ่านเขียนและไม่เคยมีของเสีย ทั้งนี้ยังมีการตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียนที่กระบวนการเขียน Servo ด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.21 ดังนั้นจะดำเนินการศึกษาเพื่อเปลี่ยนจากการทดสอบ 100% ไปเป็นแบบสุ่มหรือยกเลิกการตรวจสอบ



รูปที่ 3.21 ตำแหน่งหัวอ่านเขียนบนแผ่น Disk

3. สถานีตรวจสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียน (สถานีงานที่ 10)

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาของสถานีงานที่ 10 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(a) ศึกษาขั้นตอนการทำงานของสถานีตรวจสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียน

(b) บันทึกเวลาการทำงานแต่ละขั้นตอนของสถานี โดยสถานีนี้จะมี 2 สถานีงาน โดยแต่ละสถานีใช้เวลา 24 วินาทีต่อรอบการทำงาน ดังนั้นจะมีรอบเวลาการผลิตต่อหนึ่งชิ้นเท่ากับ 12 วินาที

(c) นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานมาสร้างแผนภูมิ คน – เครื่องจักร ดังแสดงในรูปที่ 3.22

(d) เมื่อพิจารณาแผนภูมิคน – เครื่องจักร ของของสถานีนี้ พบว่าเกิดความสูญเสียเวลาในการรอคอยของคนงานในขณะเครื่องทำงาน 15.8 วินาที เพราะต้องถอดชุดหัวอ่านเขียนออกจาก Transfer tool ถึงจะอ่านหมายเลยชุดหัวอ่านเขียนได้ ซึ่งต้องรอให้ชุดหัวอ่านก่อนหน้าส่งไปสถานีถัดไป ดังนั้นจะดำเนินการศึกษาการทำงานเพื่อลดเวลาการรอคอยของคนงานในขณะเครื่องทำงาน

คน	สถานะ	เวลา(วินาที)	เครื่องทดสอบแรงกด	สถานะ	เวลา(วินาที)
นำชิ้นงานออกจาก Transfer tool		2.0	ว่าง		2.0
นำชิ้นงานอ่านหมายเลขแล้วใส่เครื่อง		2.2			2.2
กดสวิตช์		0.7			0.7
ว่าง		15.8	ทดสอบชิ้นงาน		15.8
นำชิ้นงานออกจากเครื่อง		0.8	ว่าง		0.8
ใส่ชิ้นงานบน Transfer tool		1.5			1.5
ส่ง Transfer tool พร้อมงานไปสถานีถัดไป		1.0			1.0
รวม		24.0	รวม		24.0

▨ แสดงสถานะ การทำงาน ☐ แสดงสถานะ ว่างหรือรอคอย

รูปที่ 3.22 แผนภูมิคน - เครื่องจักร (Man-Machine chart) ของสถานีงานที่ 10

4. สถานีตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน (สถานีงานที่ 4)

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาของสถานีงานที่ 4 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(a) ศึกษาขั้นตอนการทำงานของสถานีตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน

(b) บันทึกเวลาการทำงานแต่ละขั้นตอนของสถานี โดยสถานีนี้จะมีรอบเวลาการผลิตต่อหนึ่งชิ้นเท่ากับ 11.7 วินาที

(c) นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานมาสร้างแผนภูมิ คน – เครื่องจักร ดังแสดงในรูปที่ 3.23

(d) เมื่อพิจารณาแผนภูมิคน – เครื่องจักร ของของสถานีนี้ พบว่าเกิดความสูญเสียเวลาในการรอคอยของคนงานในขณะเครื่องทำงาน 7.4 วินาที ดังนั้นจะดำเนินการศึกษาการทำงานเพื่อลดเวลาการรอคอยของคนงานในขณะเครื่องทำงาน

คน	สถานะ	เวลา(วินาที)	เครื่องตอก	สถานะ	เวลา(วินาที)
หยิบ setting fixture มา วางบนเครื่อง		1.4	ว่าง		1.4
กดสวิตช์		0.7			0.7
ว่าง		0.4	จับยึด setting fixture		0.4
		7.0	เลื่อนลงตอกบอสผ่านชิ้นงาน และปล่อย setting fixture		7.0
นำ setting fixture ออกจากเครื่อง		1.1	ว่าง		1.1
ส่ง setting fixture พร้อมชิ้นงานไปสถานีถัดไป		1.1			1.1
รวม		11.7	รวม		11.7

▨ แสดงสถานะ การทำงาน ☐ แสดงสถานะ ว่างหรือรอคอย

รูปที่ 3.23 แผนภูมิคน - เครื่องจักร (Man-Machine chart) ของสถานีงานที่ 4

3.3 สรุปปัญหา สาเหตุ และมาตรการการดำเนินการแก้ไข

1. ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต

(1) ข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์

(a) สัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐาน

สาเหตุ มีการทดสอบสัญญาณอ่าน 2 ที่ คือ ที่กระบวนการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ และ ที่กระบวนการทดสอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขั้นสุดท้าย ซึ่งมีชดเชยสัญญาณอ่านเข้าหาค่ากลางด้วย ดังนั้นจึงมีการทดสอบที่ซ้ำซ้อนและกำหนดค่ามาตรฐานที่ไม่เหมาะสม

มาตรการการดำเนินการแก้ไข ระดมสมองกับฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาหาค่ามาตรฐานที่เหมาะสม

(b) ข้อบกพร่องที่เสียหายจากไฟฟ้าสถิต

สาเหตุ เนื่องจากข้อกำหนดวิธีการปฏิบัติงานมีความยืดหยุ่นน้อยทำให้พนักงานทำงานผิดพลาด

มาตรการการดำเนินการแก้ไข ทำการศึกษาทดลองเพื่อหาวิธีการปฏิบัติงานที่เหมาะสม เพื่อลดการทำงานผิดพลาดของพนักงาน

(2) เครื่องจักรเสีย

(a) เครื่องทดสอบแรงกดหัวอ่านเขียนวัดค่าไม่ได้

สาเหตุ เนื่องจากวิธีการแก้ไขอาการเสียจากเครื่องวัดค่าไม่ได้นั้นต้องทำการถอดชิ้นส่วนและทำการปรังตั้งเครื่องใหม่หมดทำให้ใช้เวลานาน

มาตรการการดำเนินการแก้ไข ศึกษาวิธีการแก้ไขอาการเสียจากเครื่องวัดค่าไม่ได้โดยลดการถอดชิ้นส่วน

(b) เครื่องทดสอบแรงกดหัวอ่านเขียนดันตัวแยกหัวอ่านเขียนไม่เข้า

สาเหตุ เกิดจากการล้าตัวของสปริงที่ใช้ดันตัวแยกหัวอ่านเขียน

มาตรการการดำเนินการแก้ไข ศึกษาระยะเวลาหรืออายุใช้งานของสปริงเพื่อทำการเปลี่ยนตามระยะเวลา

(3) การเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์

สาเหตุ จากเกิดการเสียเวลาในการรอคอยและวิธีการทำงานยังไม่เหมาะสม

มาตรการการดำเนินการแก้ไข ดำเนินปรับปรุงลำดับขั้นตอนการทำงานและวิธีการ

(4) รอรับการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ

สาเหตุ เนื่องจากไม่มีการสื่อสารที่ดีระหว่างสายการผลิตกับส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน

มาตรการการดำเนินการแก้ไข ใช้ระบบสัญญาณร้องขอชิ้นส่วนวัตถุดิบเวลาต้องการมาใช้ในการติดต่อสื่อสาร

2. ความสมดุลในสายการผลิต

(1) สถานีงานเชื่อมต่อวงจรหัวอ่านเขียนกับ Flex cable (สถานีงานที่ 7)

สาเหตุ คนสูญเสียเวลาในการรอคอยขณะเครื่องเชื่อมกำลังทำงาน 18 นาที

มาตรการการดำเนินการแก้ไข ดำเนินการศึกษาเพื่อลดเวลาที่สูญเสียจากการรอคอยของคนในขณะเครื่องเชื่อม

(2) สถานีตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียน (สถานีงานที่ 9)

สาเหตุ มีการตรวจสอบตำแหน่ง 2 ที่ คือ ที่กระบวนการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ และ ที่เขียน Servo ความสามารถของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จสูงจากการตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียน ดังนั้นจึงการสูญเปล่าจากทดสอบที่ซ้ำซ้อน

มาตรการการดำเนินการแก้ไข ดำเนินการศึกษาเพื่อเปลี่ยนจากการทดสอบ 100% ไปเป็นแบบสุ่มหรือยกเลิกการตรวจสอบ

(3) สถานีตรวจสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียน (สถานีงานที่ 10)

สาเหตุ เกิดความสูญเสียเวลาในการรอคอยของคนงานในขณะเครื่องทำงาน 15.8 วินาที

มาตรการการดำเนินการแก้ไข ดำเนินการศึกษาการทำงานเพื่อลดเวลาการรอคอยของคนงานในขณะเครื่องทำงาน

(4.) สถานีตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน (สถานีงานที่ 4)

สาเหตุ เกิดความสูญเสียเวลาในการรอคอยของคนงานในขณะเครื่องทำงาน 7.4 วินาที

มาตรการการดำเนินการแก้ไข ดำเนินการศึกษาการทำงานเพื่อลดเวลาการรอคอยของคนงานในขณะเครื่องทำงาน

บทที่ 4

การดำเนินการปรับปรุงโรงงานกรณีศึกษา

เนื้อหาบทนี้จะกล่าวถึงการปรับปรุงแก้ไขปัญหา ซึ่งได้มีการแบ่งการแก้ไขปัญหาออกเป็น 2 ส่วน คือ การแก้ไขปัญหาความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต ซึ่งได้แก่ ข้อบกพร่อง และ การสูญเสียเวลาในการผลิต อีกส่วนคือ ปรับสมดุลในสายการผลิต โดยดำเนินการตามแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้จากการวิเคราะห์ในบทที่ 3

4.1 การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต

จากการวิเคราะห์ปัญหาในบทที่ 3 จะดำเนินการแก้ไขปัญหาจากความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ดังต่อไปนี้

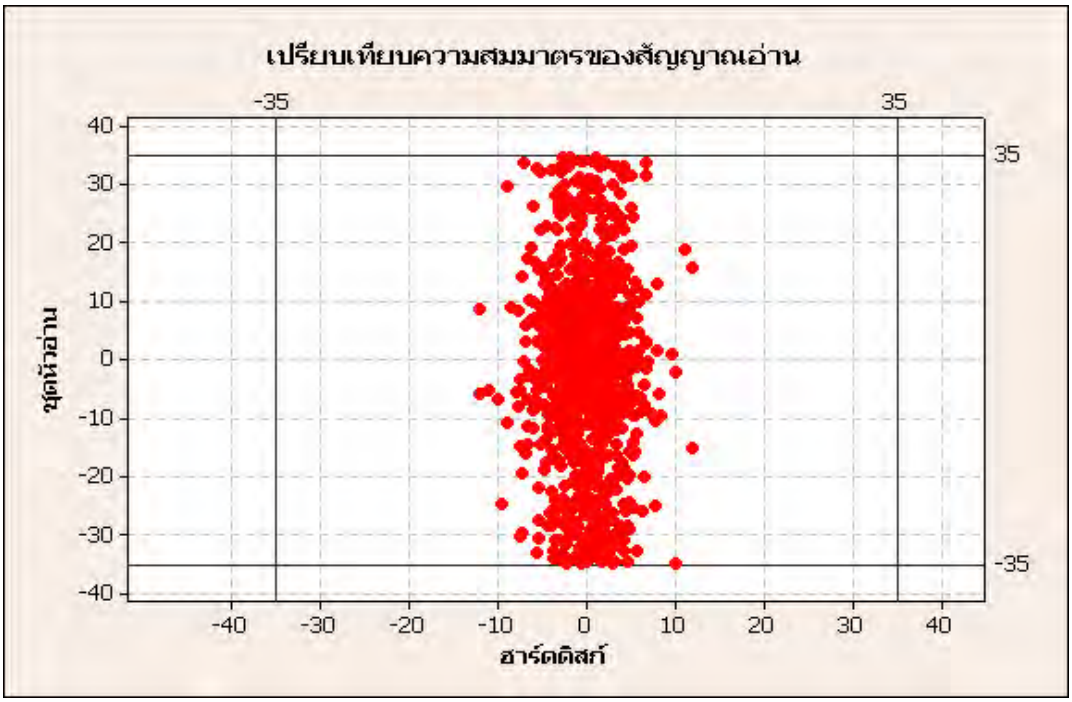
4.1.1 ข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์

4.1.1.1 ข้อบกพร่องสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐาน

การลดความสูญเปล่าจากข้อบกพร่องสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐานนั้นเป็นเรื่องของเทคโนโลยีการออกแบบและการผลิตชิ้นส่วนของหัวอ่านข้อมูล ซึ่งการตรวจสอบสัญญาณอ่านนั้นมีการตรวจสอบ 2 กระบวนการ คือ ที่กระบวนการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จเอง และ อีกที่คือกระบวนการทดสอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขั้นสุดท้าย โดยที่กระบวนการทดสอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขั้นสุดท้ายนี้ จะทำการตรวจสอบสัญญาณอ่านและก็ชดเชยด้วย Test code เพื่อให้สัญญาณอ่านเข้าหาค่ากลางหรือ สมมาตรมากขึ้น ซึ่งจากตรวจสอบข้อบกพร่องของกระบวนการทดสอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขั้นสุดท้ายไม่พบข้อบกพร่องของสัญญาณอ่านไม่สมมาตรนี้ ดังนั้นการดำเนินการแก้ไขหรือลดความสูญเสียจากข้อบกพร่องนี้จำเป็นจะต้องหาจุดที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดความสูญเปล่าน้อยที่สุด ซึ่งมาตรการการดำเนินการแก้ไขจะดำเนินการระดมสมองกับฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษา ความเหมาะสมของการทดสอบสัญญาณ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาสภาพปัจจุบันของสัญญาณอ่านในกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จเปรียบเทียบกับสัญญาณอ่านที่ได้จากกระบวนการทดสอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขั้นสุดท้าย ดังแสดงในรูปที่ 4.1 ซึ่งพบว่าค่าของการทดสอบที่ได้ทั้ง 2 กระบวนการไม่เท่ากันและไม่เป็นไปในทิศทางด้วยกันกล่าวคือ สัญญาณที่ได้ทั้ง 2 กระบวนการไม่เกี่ยวเนื่องกัน ซึ่งเป็นผลมาจากค่าสมมาตร

สัญญาณอ่านที่ได้ที่กระบวนการทดสอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขั้นสุดท้ายนั้นมีการชดเชยสัญญาณด้วย Test code แล้วนั่นเอง



รูปที่ 4.1 การเปรียบเทียบค่าความสมมาตรสัญญาณอ่านที่กระบวนการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ กับ กระบวนการทดสอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขั้นสุดท้าย

(2) ระดมสมองกับฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อบอกสภาพปัญหา และหาแนวทางแก้ไข โดยได้ข้อสรุปกับจากการระดมสมอง ให้ทำการทดลองหาเผื่อที่เหมาะสม เพื่อลดข้อบกพร่อง และไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพ

(3) ออกแบบการทดลองการผลิต เพื่อหาค่าเผื่อที่เหมาะสม และประเมินผลกระทบด้านอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 โดยได้แบ่งระดับของความสมมาตรสัญญาณอ่านเป็น 3 ระดับเพื่อทดลองดูผลกระทบที่กระบวนการทดสอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขั้นสุดท้าย และคุณภาพ

(4) ดำเนินการทดลอง โดยแบ่งช่วงของค่าเผื่อเป็น 3 ช่วงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การทดลองเพื่อหาค่าเผื่อของสัญญาณอ่านที่เหมาะสม

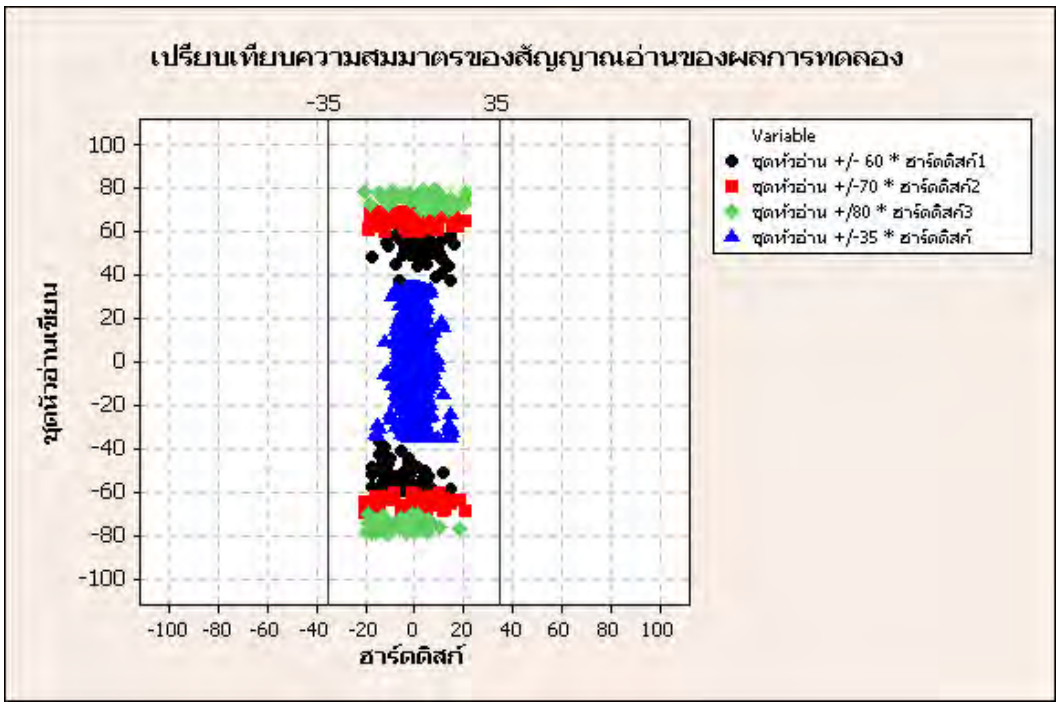
ค่าเผื่อ	จำนวนตัวอย่าง(ชิ้น)	ทดสอบคุณภาพพิเศษ
+/-60	100	ทดสอบ
+/- 70	100	ทดสอบ
+/- 80	100	ทดสอบ

(5) สรุปผลการทดลอง จากผลการทดลองนั้นไม่มีข้อบกพร่องที่กระบวนการทดสอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขั้นสุดท้ายที่เกี่ยวข้องกับความสมมาตรของสัญญาณอ่าน และผ่านการทดสอบคุณภาพพิเศษ เพื่อประกันคุณภาพ ดังนั้นจึงเลือกค่าเผื่อที่ +/- 80 ซึ่งจะส่งผลให้ไม่มีงานเสียจากข้อบกพร่องสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการค่าเผื่อของสัญญาณอ่านที่เหมาะสม

ค่าเผื่อ	จำนวนตัวอย่าง(ชิ้น)	ทดสอบคุณภาพพิเศษ
+/-60	100	ผ่านมาตรฐาน
+/- 70	100	ผ่านมาตรฐาน
+/- 80	100	ผ่านมาตรฐาน

(6) ขออนุมัติและใช้ค่ามาตรฐานใหม่ที่เหมาะสมในสายการผลิต



รูปที่ 4.2 การเปรียบเทียบค่าความสมมาตรสัญญาณอ่านที่กระบวนการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ กับ กระบวนการทดสอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขั้นสุดท้าย ของผลการทดลอง

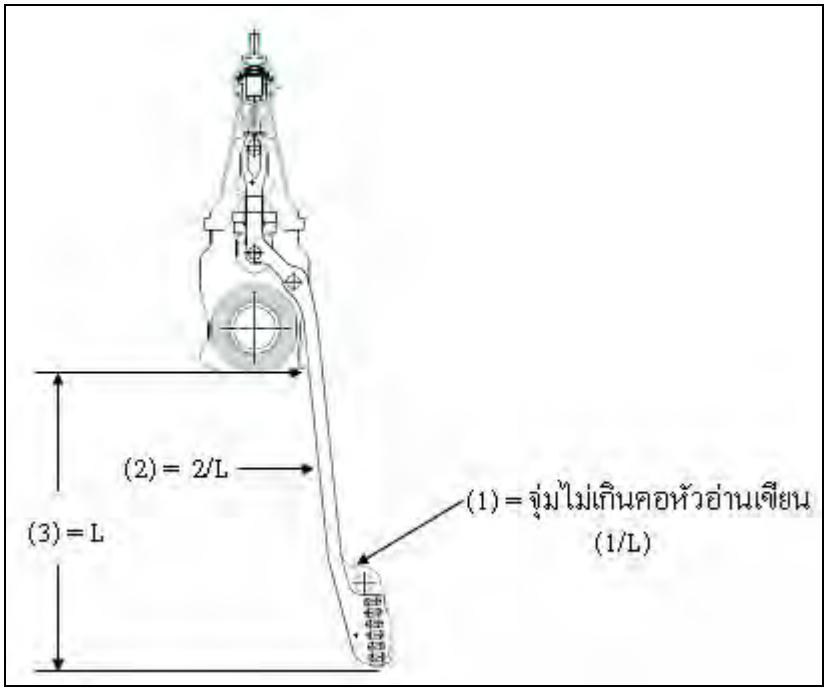
4.1.1.2 ข้อบกพร่องเสียหายจากไฟฟ้าสถิต

การลดความสูญเปล่าจากข้อบกพร่องเสียหายจากไฟฟ้าสถิตของผลิตภัณฑ์นั้น ในกระบวนการมีขั้นตอนการลดหรือป้องกันการเสียหายจากไฟฟ้าสถิตโดยการจุ่มหัวอ่านเขียนในน้ำยาเคมีเพื่อลดข้อบกพร่องนี้ ซึ่งผลจากการสังเกตการในขั้นตอนการทำงานนี้ พบว่าบางครั้งพนักงานทำงานผิดพลาด คือ จุ่มหัวอ่านเขียนแต่ไม่ถึงน้ำยาเคมี และส่งผลให้หัวอ่านเขียนเสียหายจากไฟฟ้าสถิต ซึ่งสาเหตุมาจากข้อกำหนดการทำงานมีการกำหนดการจุ่มหัวอ่านเขียนในน้ำยาเคมีไว้ไม่เกินคอของหัวอ่านเขียน เพราะเกรงว่าถ้าจุ่มมากไปแล้วน้ำยาเคมีจะไม่แห้งเมื่อทาน้ำยาประสานจะทำให้น้ำยาประสานไหลเป็นคราบสกปรก ดังนั้นการปรับปรุงข้อบกพร่องนี้จะศึกษาวิธีการทำงานใหม่เพื่อให้ให้พนักงานทำงานง่ายขึ้นและลดการทำงานผิดพลาด โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาสภาพและวิธีการ การทำงานปัจจุบันของกระบวนการผลิต ซึ่งการทำงานจะใช้อุปกรณ์จับชุดหัวอ่านเขียนแล้วจุ่มลงในถ้วยน้ำยา โดยจุ่มชุดหัวอ่านเขียนลงในน้ำยาไม่เกินคอหัวอ่านเขียน

(2) ทำการออกแบบการทดลองการผลิตเพื่อหาการทำงานที่เหมาะสม โดยการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เพื่อหาระยะการจุ่มที่เหมาะสมโดยน้ำยาต้องแห้งก่อนมีการท่าน้ำยาประสานและหลังจากได้ระยะการจุ่มที่เหมาะสมแล้ว ก็ดำเนินการทดลองเพื่อลดข้อบกพร่องเสียหายจากไฟฟ้าสถิต

(3) ทำการทดลองเพื่อหาระยะการจุ่มที่เหมาะสมได้แบ่งระยะการจุ่มออกเป็น 3 ระยะ ดังแสดงในรูปที่ 4.3 โดยน้ำยาต้องแห้งก่อนมีการท่าน้ำยาประสานนั้นได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3 ซึ่งเมื่อพิจารณาแผนผังแห่งคุณค่าของกระบวนการจะเห็นว่า ในกรณีไม่มีรอในกระบวนการ (WIP) ชิ้นงานจะไหลจากกระบวนการประกอบหัวอ่านเขียนเข้ากับแขนอ่านจนถึงกระบวนการทาน้ำยาเคมีจะมีระยะเวลาประมาณ 20.9 วินาที ดังนั้นจากการทดลองจะมี 2 ระยะที่น้ำยาแห้งก่อนเวลา 20.9 วินาที คือ ไม่เกินระยะที่ 1 ซึ่งเป็นระยะที่ใช้ควบคุมการทำงานอยู่ในปัจจุบัน และ ไม่เกินระยะที่ 2 ดังนั้นจึงนำวิธีการจุ่มที่ ไม่เกินระยะที่ 2 มาทำการทดลองเปรียบเทียบกับการทำงานปัจจุบันต่อไป



รูปที่ 4.3 การจุ่มชุดหัวอ่านเขียนในน้ำยาที่ตำแหน่งต่างๆ

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองเพื่อหาระยะจุ่มที่น้ำยาแห้งก่อนจะท่าน้ำยาประสาน

ชิ้นงาน	ระยะเวลาที่น้ำยาแห้ง (วินาที)		
	จุ่มประมาณระยะที่ 1 แต่ไม่เกินระยะที่ 1	จุ่มประมาณระยะที่ 2 แต่ไม่เกินระยะที่ 2	จุ่มประมาณระยะที่ 3 แต่ไม่เกินระยะที่ 3
1	3.1	10.3	13.1
2	4.4	9.6	21.9
3	3.3	12.6	26.8
4	4.7	14.7	15.5
5	3.8	11.2	18.7
6	4.4	9.7	17.8
7	5.2	10.9	28.7
8	3.5	12.6	24.4
9	4.5	12.5	17.0
10	3.3	14.4	23.8
11	2.9	11	16.0
12	4.1	12.9	22.8
13	3.3	13.3	20.0
14	4.5	10	22.4
15	3.0	14	17.3
16	3.9	12.8	26.7
17	3.9	16.5	27.8
18	5.3	12.2	21.9
19	4.7	9.9	22.0
20	3.2	14.1	15.3
ค่าเฉลี่ย	4.0	12.3	21.0
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.7	1.9	4.4

(4) ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลของข้อบกพร่องเสียหายจากไฟฟ้าสถิตระหว่างวิธีการทำงานเดิม คือ จุ่มชุดหัวอ่านเขียนในน้ำยาไม่เกินระยะที่ 1 ซึ่งเป็นระยะที่ใช้ควบคุมการทำงานอยู่ในปัจจุบัน กับ วิธีการทำงานใหม่โดยจุ่มชุดหัวอ่านเขียนในน้ำยาประมาณระยะที่ 2 แต่ไม่เกินระยะที่ 2 ได้ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองเปรียบเทียบวิธีการจุ่มชุดหัวอ่านเขียนในน้ำยา

ระยะการจุ่มน้ำยา	Input (ชิ้น)	จำนวนที่เสียจากไฟฟ้าสถิต (ชิ้น)	% ของเสียจากไฟฟ้าสถิต
ประมาณระยะที่ 1 แต่ไม่เกินระยะที่ 1	5000	10	0.20%
ประมาณระยะที่ 2 แต่ไม่เกินระยะที่ 2	5000	4	0.08%

(5) ทำการสรุปผลการทดลอง โดยจะดำเนินการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานใหม่โดยให้ทำการจุ่มชุดหัวอ่านเขียนประมาณระยะที่ 2 แต่ไม่เกินระยะที่ 2 เนื่องจากให้ผลผลิตสูงกว่าโดยจำนวนชุดหัวอ่านที่เสียหายจากไฟฟ้าสถิตน้อยกว่า

(6) ขอเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานใหม่ โดยจะดำเนินการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานใหม่โดยให้ทำการจุ่มชุดหัวอ่านเขียนประมาณระยะที่ 2 แต่ไม่เกินระยะที่ 2

4.1.2 เวลาการซ่อมเครื่องจักรเสีย

ซึ่งจากการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์สภาพปัญหาพบว่าความสูญเปล่าจากการหยุดสายการผลิตเนื่องจากเครื่องทดสอบแรงกดเสียนั้น มี 2 สาเหตุที่จะทำการปรับปรุงแก้ไข คือ ปรับปรุงวิธีการแก้ไขอาการเสียจากเครื่องวัดค่าไม่ได้ และเครื่องดันตัวแยกหัวอ่านเขียนไม่เข้า

4.1.2.1 ลดเวลาการซ่อมเครื่องทดสอบแรงกดหัวอ่านเขียนวัดค่าไม่ได้

เครื่องทดสอบแรงกดวัดค่าไม่ได้นั้น เกิดจากสกรูที่ขันยึดตำแหน่ง Lead cell ที่อยู่ด้านล่างของ Fixture รับแรงกดเกิดการคลายตัว ทำให้ Load cell เปลี่ยนตำแหน่งและส่งผลให้ Fixture รับแรงกดเอียงหรืออยู่ในตำแหน่งที่ไม่ถูกต้องทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้น ซึ่งเป็นจุดด้อยของเครื่องทดสอบซึ่งอาจต้องมีการออกแบบเครื่องใหม่เพื่อลดข้อบกพร่องนี้ เมื่อพิจารณาวิธีการซ่อมเครื่อง

พบว่าใช้เวลาในการซ่อมแก้ไขเฉลี่ย 64 นาที ซึ่งเป็นเวลาที่นานมาก ดังแสดงในตารางที่ 4.5 เนื่องจากมีขั้นตอนการต้องถอดชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องทดสอบออกหมดและทำการปรับตั้งเครื่องใหม่ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะดำเนินการปรับปรุงวิธีการซ่อม เพื่อลดเวลาในการซ่อมแก้ไขเครื่องให้เร็วขึ้น โดยขั้นตอนการปรับปรุงวิธีการแก้ไขอาการเครื่องเสียจากเครื่องวัดค่าไม่ได้มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 เวลาในการซ่อมแก้ไขเครื่องทดสอบกรณีวัดค่าไม่ได้ปัจจุบัน

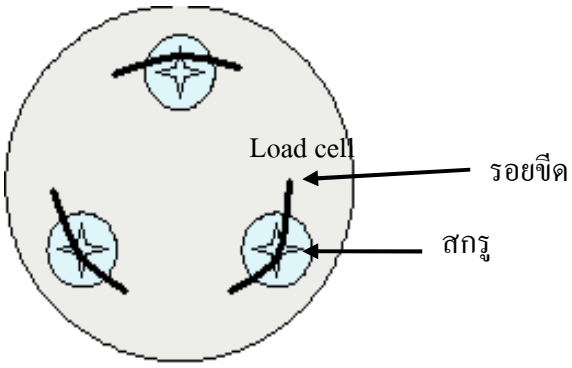
เวลาในการซ่อม	เวลา (นาที)
เฉลี่ย	64
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	+/-4

(1) ระดมสมองกับฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อหาวิธีการทำงานที่เหมาะสม ซึ่งจากการระดมสมองกับฝ่ายที่เกี่ยวข้องได้ข้อสรุปว่าจะดำเนินการทดสอบโดย หลังจากปรับตั้งเครื่องวัดผ่านมาตรฐานที่กำหนดแล้วจะทำการขีดระบุตำแหน่งของหัวสกรูกับ Load cell เพื่อเวลาเครื่องเสียจะทำการแก้ไข

โดยใช้วิธีการยกตัววัดออกจาก Load cell แล้วปรับสกรูให้รอยขีดของหัวสกรูตรงกับรอยขีดบน Load cell ซึ่งจะลดเวลาในการซ่อมเครื่องวัดเป็นอย่างมาก

(2) ทำการปรับตั้งเครื่องทดสอบแรงกดของชุดหัวอ่านสำเร็จให้ถูกต้อง เช่นเดียวกับการปรับตั้งเครื่องทดสอบในกรณีปรกติ

(3) ใช้ปากกาขีดระบุตำแหน่งของสกรูและ Lead cell ที่ขันยึดกันในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนที่จะประกอบ เครื่องเช่นเดียวกับกรณีปรกติ ดังแสดงในรูปที่ 4.4

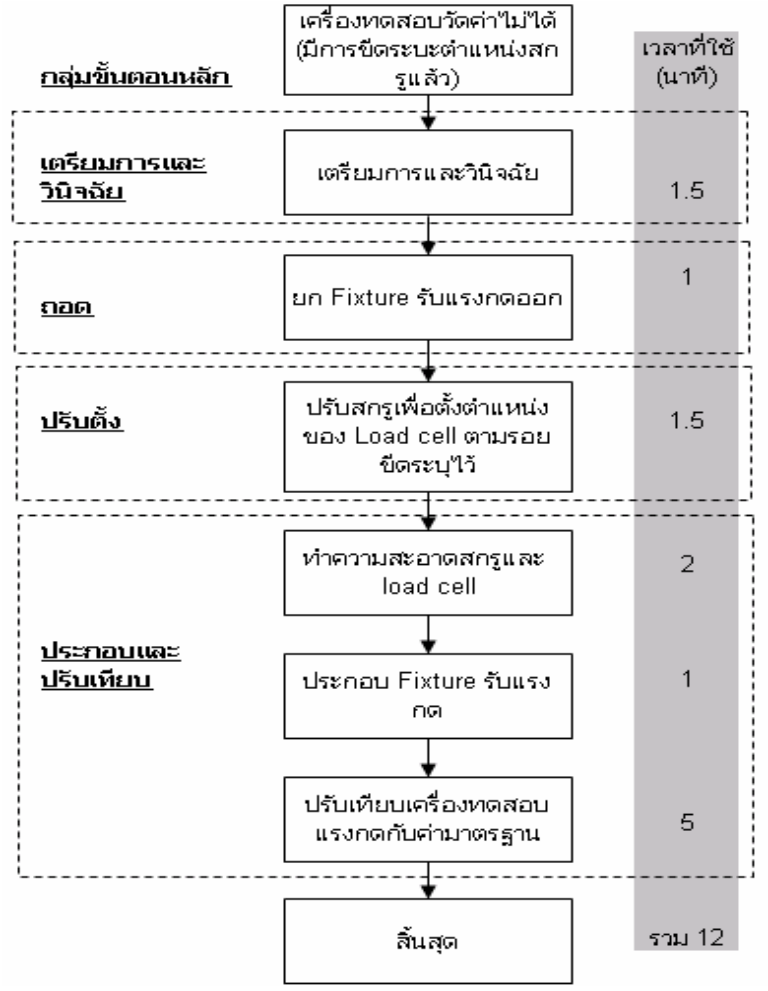


รูปที่ 4.4 รอยขีดเพื่อระบุตำแหน่งสกรูขันยึด Load cell

(4) ศึกษาวิธีการซ่อมแก้ไขแบบใหม่ โดยมีขั้นตอนการซ่อมแก้ไข ดังรูปที่ 4.5 และใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 12 นาทีต่อการซ่อม 1 ครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 เวลาในการซ่อมแก้ไขเครื่องทดสอบกรณีวัดค่าไม่ได้หลังปรับปรุง

เวลาในการซ่อม	เวลา (นาที)
1	13
2	11
3	11
เฉลี่ย	12
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	+/-1.2



รูปที่ 4.5 ขั้นตอนการซ่อมแก้ไขเครื่องทดสอบกรณีวัดค่าไม่ได้ หลังการปรับปรุง

(5) สรุปผลการทดลอง การซ่อมแก้ไขเครื่องทดสอบแรงกดกรณีวัดค่าไม่ได้ด้วยวิธีการใหม่นั้นสามารถนำมาใช้ในการซ่อมแก้ไขได้เนื่องด้วยผลการปรับเทียบเครื่องทดสอบกับค่ามาตรฐานสามารถผ่านตามข้อกำหนดเช่นเดียวกับการซ่อมแบบปัจจุบัน ดังนั้นจึงประยุคใช้ การซ่อมแก้ไขแบบใหม่ ซึ่งจะลดเวลาในการซ้อมแก้ไขลงประมาณ 52 นาที คือจาก 64 นาที เหลือ 12 นาที หรือลดเวลาลง 81.3% ของการซ่อมแบบเดิม

4.1.2.2 ลดอาการเครื่องทดสอบแรงกดหัวอ่านเขียนดันตัวแยกหัวอ่านเขียนไม่เข้า

ส่วนในกรณีที่เครื่องดันตัวแยกหัวอ่านเขียนไม่เข้านั้นเกิดจากการล้าตัวของสปริงซึ่งมาตรการดำเนินการปรับปรุงกรณีเครื่องดันตัวแยกหัวอ่านเขียนไม่เข้าจะศึกษาระยะเวลาหรืออายุใช้งานของสปริงเพื่อทำการเปลี่ยนตามระยะเวลา โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาระยะเวลาการใช้งานของสปริง หรือระยะเวลาของเครื่องวัดเสียเฉลี่ย ซึ่งจากการเก็บข้อมูลการเสีย พบว่าระยะห่างของการเสียแต่ละครั้งเฉลี่ย 14.8 วัน ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ระยะเวลาของเครื่องเสียโดยดันตัวแยกหัวอ่านเขียนไม่เข้าแต่ละครั้ง

ครั้งที่เสีย	ระยะห่างของการเสียแต่ละครั้ง (วัน)	เวลาในการซ่อม (นาที)
1	13	10
2	14	12
3	18	15
4	15	12
5	14	13
6	16	17
7	14	11
8	15	13
9	13	12
10	14	11
11	16	11
12	15	12
เฉลี่ย	14.8	12.4
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	+/-1.4	+/-1.9

(2) จัดให้มีมาตรฐานการซ่อมบำรุงตามระยะเวลา โดยทำการเปลี่ยนสปริงทุก 13-16 วัน ในช่วงเวลาไม่มีการปฏิบัติงาน

4.1.3 เวลาเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์

ซึ่งจากการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์สภาพปัญหาพบว่าความสูญเสียเวลาจากการหยุดสายการผลิตเนื่องจากเครื่องเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์นั้น มีสาเหตุมาจากสถานีงานที่ 3 ใช้เวลานาน ถึง 12 นาทีต่อการเปลี่ยนรุ่นหนึ่งครั้ง ซึ่งขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นมีวิธีการปฏิบัติงานและการรอคอยที่ไม่เหมาะสม จะปรับปรุงโดย การจัดลำดับเวลาบางขั้นตอน ที่ไม่จำเป็นต้องรอคอยให้มีการเริ่มปฏิบัติงานเร็วขึ้น และเปลี่ยนแปลงวิธีการปฏิบัติงานบางขั้นตอน ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงเรื่องของการปน

กันของชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์รุ่นเพิ่งผลิตเสร็จ กับรุ่นที่กำลังจะผลิตด้วย โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

(1) ขั้นตอนที่ 2 คือการตรวจเช็คชิ้นส่วนของรุ่นเดิมที่เหลือ ให้เริ่มหลังจากผลิตภัณฑ์รุ่นเดิมผ่านสถานีที่ 3 ไป แล้ว 3 สถานีเนื่องจากกฎการควบคุมความสะอาด และใช้พนักงานทั้ง 4 คนของสถานีนี้ช่วยกันตรวจเช็คในส่วนของตัวเอง จากที่เคยใช้คนเดียวในการตรวจเช็ค

(2) ขั้นตอนที่ 5 คือ ขั้นตอนที่ส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน ทำการจ่ายชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ ให้กับฝ่ายผลิต ให้เริ่มพร้อมกับขั้นตอนที่ 4 จากเดิมที่เคยรอให้ขั้นตอนที่ 4 เสร็จก่อน

(3) ขั้นตอนที่ 6 คือ ขั้นตอนที่ฝ่ายผลิตตรวจเช็คความถูกต้องและ นำชิ้นส่วนไปเตรียมการผลิตใช้พนักงาน 2 คนในการ Unpack และตรวจเช็ค จากที่เดิมใช้เพียงคนเดียวในการตรวจเช็ค

(4) ทดลองวิธีการเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์ที่วางแผนไว้ พร้อมกับบันทึกข้อมูล

(5) สรุปผลการทดลองขั้นตอนใหม่ของการเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์ ซึ่งขั้นตอนที่ 2 คือการตรวจสอบชิ้นส่วนของรุ่นเดิมที่เหลือเพื่อคืนส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน ได้กำหนดให้เริ่มปฏิบัติงานหลังจากที่งานผ่านสถานีที่ 3 ไปได้ประมาณ 3 สถานีงาน และ จากที่เคยตรวจสอบชิ้นส่วนที่เหลือเพียงพนักงานคนเดียว ก็ให้พนักงานแต่ละคนตรวจสอบชิ้นส่วนที่เหลือในส่วนของตัวเอง (ซึ่งสถานีที่ 3 มีการปฏิบัติงาน 4 คน โดยทำงานเหมือนกันเพื่อสมดุลสายการผลิต) ทำให้ขั้นตอนนี้ใช้เวลาทำงานเพียง 1.5 นาที และ ให้มีการเริ่มปฏิบัติงานพร้อมกันในขั้นตอนที่ 4 คือส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วนตรวจสอบความถูกต้องและเก็บชิ้นส่วน กับ ขั้นตอนที่ 5 คือ ส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วนทำการจ่ายชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ ทำให้เวลาในการทำงานของทั้ง 2 ขั้นตอนนี้เหลือเพียง 1.5 นาที และในส่วนขั้นตอนที่ 6 คือ ฝ่ายผลิตตรวจสอบความถูกต้องและนำชิ้นส่วนไปเตรียมการผลิตนั้น ได้กำหนดให้พนักงานสถานีที่ 3 จำนวน 2 คนทำการ unpack และตรวจสอบความถูกต้องและส่งให้พนักงานที่เหลืออีก 2 คนเตรียมการผลิต ทำให้ขั้นตอนนี้ใช้เวลาทำงานเพียง 1.5 นาที ซึ่งจากการ
ปรับปรุงลำดับและขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ดังกล่าวทำให้ลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ลงเหลือ 6.5 นาที จากเดิม 12 นาที

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบลำดับขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังปรับปรุง

ลำดับขั้นตอน	ขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ก่อนการปรับปรุง	ขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ก่อนการปรับปรุง
1. รอให้งานรุ่นเดิมหมดจากสายการผลิต	รอให้งานรุ่นเดิมหมดจากสายการผลิต	ไม่เปลี่ยนแปลง
2. ตรวจสอบชิ้นส่วนของรุ่นเดิมที่เหลือ เพื่อคืน ส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน	-เริ่มหลังจากเสร็จขั้นตอนที่ 1	-เริ่มหลังจากผลิตภัณฑ์รุ่นเดิมผ่านไปจาก 3 สถานีถัดไป
	- ใช้พนักงาน 1 คนเดียวในการตรวจสอบ	-ใช้พนักงานในตำแหน่งนั้นทั้ง 4 คนตรวจสอบในส่วนของตัวเอง
3. นำชิ้นส่วนรุ่นเดิมคืน ส่วนควบคุม และจ่ายชิ้นส่วน	นำชิ้นส่วนรุ่นเดิมคืน	ไม่เปลี่ยนแปลง
4. ส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วนตรวจสอบความถูกต้องและเก็บชิ้นส่วน	ตรวจสอบความถูกต้องและเก็บชิ้นส่วน	ไม่เปลี่ยนแปลง
5. ส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน ทำการจ่ายชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่	เริ่มหลังจากเสร็จขั้นตอนที่ 4	เริ่มพร้อมกับขั้นตอนที่ 4
6. ฝ่ายผลิตตรวจสอบความถูกต้องและ นำชิ้นส่วนไปเตรียมการผลิต	ใช้พนักงาน 1 คนในการ unpack และตรวจสอบ	ใช้พนักงาน 2 คนในการ unpack และตรวจสอบ

(6) จัดทำมาตรฐานการทำงาน

ตารางที่ 4.9 เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์หลังปรับปรุง

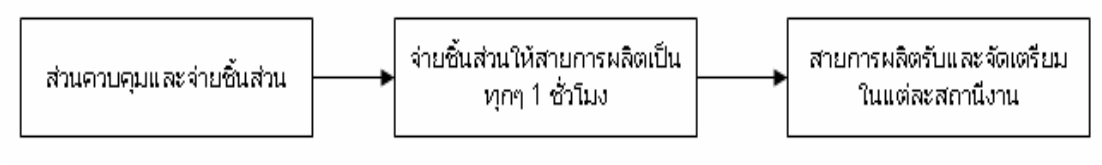
ขั้นตอน	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1. รอให้งานรุ่นเดิมหมดจากสายการผลิต (นาที)	2.4	2.5	2.4	2.5	2.6	2.5	0.1
2. ตรวจสอบชิ้นส่วนของรุ่นเดิมที่เหลือเพื่อคืนส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน (นาที)	1.6	1.6	1.4	1.3	1.7	1.5	0.2
3. นำชิ้นส่วนรุ่นเดิมคืน ส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน (นาที)	1.0	1.0	1.1	0.9	1.0	1.0	0.1
4. ส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วนตรวจสอบความถูกต้องและเก็บชิ้นส่วน (นาที)	1.5	1.7	1.4	1.5	1.3	1.5	0.1
5. ส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน ทำการจ่ายชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ (นาที)	1.6	1.5	1.3	1.7	1.4	1.5	0.2
6. ฝ่ายผลิตตรวจสอบความถูกต้องและนำชิ้นส่วนไปเตรียมการผลิต (นาที)	1.4	1.7	1.5	1.5	1.4	1.5	0.1
รวมเวลาการเปลี่ยนรุ่น (นาที)	6.4	6.7	6.3	6.6	6.4	6.5	0.2

ตารางที่ 4.10 ขั้นตอนและเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์หลังปรับปรุง

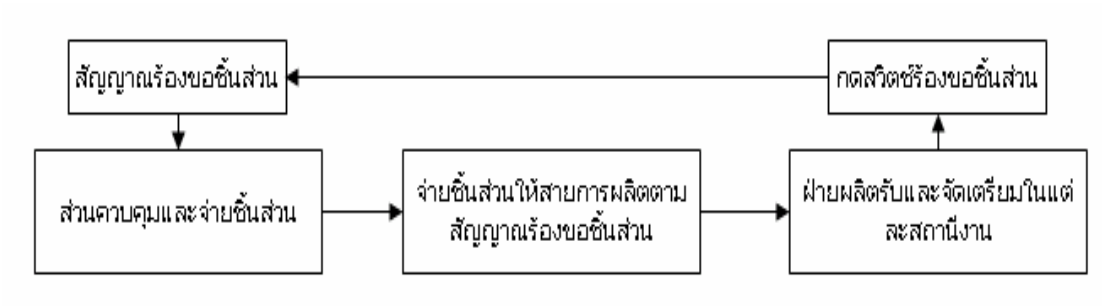
ขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ หลังปรับปรุง	เวลาที่ใช้ (นาที)																							
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0
1. รอให้งานรุ่นเดิมหมดจากสายการผลิต	■	■	■	■	■																			
2. ตรวจสอบชิ้นส่วนของรุ่นเดิมที่เหลือเพื่อคืน ส่วนควบคุมและ จ่ายชิ้นส่วน			■	■	■																			
3. นำชิ้นส่วนรุ่นเดิมคืน ส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน						■	■																	
4. ส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วนตรวจสอบความถูกต้องและเก็บชิ้นส่วน								■	■	■														
5. ส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน ทำการจ่ายชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่								■	■	■														
6. ฝ่ายผลิตตรวจสอบความถูกต้องและนำชิ้นส่วนไปเตรียมการผลิต											■	■	■											
เวลาที่ใช้รวม (6.5 นาที)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■											

4.1.4 เวลารอรับการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ

การลดความสูญเปล่าจากการหยุดสายการผลิตเนื่องจากรอการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ สาเหตุมาจากความต้องการชิ้นส่วนไม่ตรงตามการจ่ายชิ้นส่วนทำให้เกิดการรอคอย ดังนั้นการแก้ปัญหานี้จะทำปรับปรุงกระบวนการจ่ายและร้องขอชิ้นส่วนโดยดำเนินการติดตั้งสัญญาณร้องขอวัตถุดิบเวลาต้องการวัตถุดิบ เข้ามาช่วยเพื่อให้ส่วนการผลิตร้องขอชิ้นส่วน โดยร้องขอชิ้นส่วนก่อนชิ้นส่วนจะหมดเพื่อให้เวลากับส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วนมีระยะเวลาเพียงพอในการจัดเตรียมชิ้นส่วนและนำไปส่งทันเวลาก่อนที่ชิ้นงานจะหมดจากสายการผลิต โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

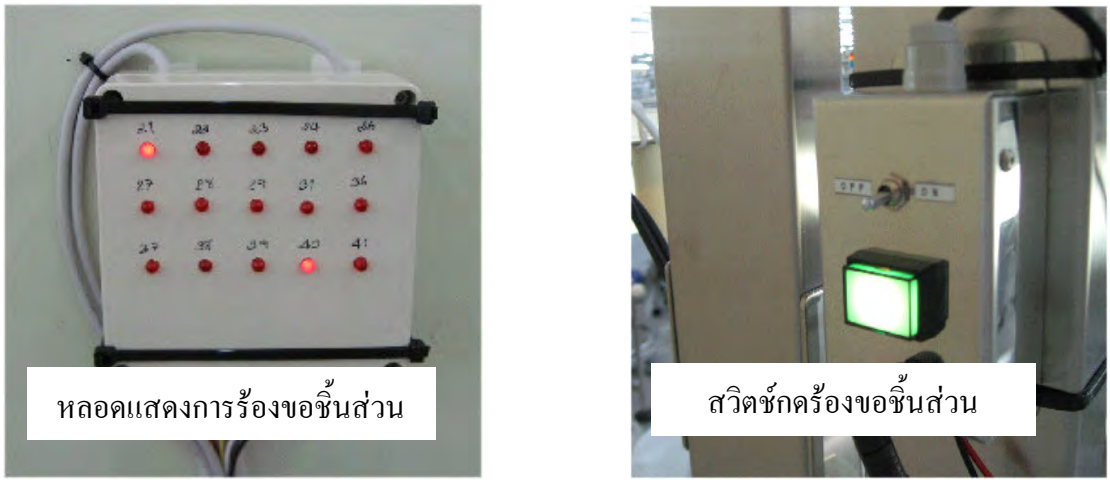


รูปที่ 4.6 กระบวนการร้องขอและจ่ายชิ้นส่วนก่อนการปรับปรุง



รูปที่ 4.7 กระบวนการร้องขอและจ่ายชิ้นส่วนโดยใช้สัญญาณร้องขอวัตถุดิบ

(1) ออกแบบระบบร้องขอและจ่ายชิ้นส่วนโดยใช้สัญญาณร้องขอวัตถุดิบ
(2) จัดหาอุปกรณ์และติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ
(3) ทดลองใช้ระบบสัญญาณร้องขอวัตถุดิบในกระบวนการร้องขอและจ่ายชิ้นส่วน



รูปที่ 4.8 สัญญาณการร้องขอชิ้นส่วนวัตถุดิบ

(4) สรุปผลการทดลอง จากการทดลองพบว่าสายการผลิตแต่ละสายจะต้องร้องขอชิ้นส่วนก่อนที่ชิ้นส่วนในสายการผลิตจะหมดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระยะทางระหว่างสายการผลิตและส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน ซึ่งจากการทดลองนั้นระบบสัญญาณร้องขอวัตถุดิบที่นำมาใช้ได้ผลเป็นอย่างดี

(5) ประยุคใช้ระบบสัญญาณร้องขอวัตถุดิบในการร้องขอและจ่ายชิ้นส่วน

4.2 การปรับสมดุลในสายการผลิต

จากขั้นตอนการทำงานทั้งหมด100 ขั้นตอน เกิดความสูญเปล่าหรือเวลาที่ไม่เกิดคุณค่าจาก การรอคอย 117.1 วินาที ซึ่งแยกเป็นคนรอคอย 81.1 วินาทีในขณะเครื่องจักรทำงาน และในขณะคนทำงานก็เกิดการรอคอยของ เครื่องจักร 36 วินาที และมีขั้นตอนที่เพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์แค่ 10% ของขั้นตอนการทำงานทั้งหมด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงจะศึกษาขั้นตอนการผลิตเพื่อเพิ่มอัตราผลการผลิต ลดเวลาสูญเปล่าในการรอคอยของคน หรือเครื่องจักร โดยปรับปรุงวิธีการทำงานให้คนมีการทำงานในขณะเครื่องทำงาน และ เครื่องจักรทำงานในขณะคนทำงาน ในกรณีเครื่องจักรจะศึกษาการเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่อง และ ยกเลิกขั้นตอนที่ไม่จำเป็นหรือสูญเปล่า โดยทำการเลือกสถานีงานที่มีรอบเวลาทำงานสูงที่สุด คือ 7 , 9 , 10 และ 4 ตามลำดับมาพิจารณาดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

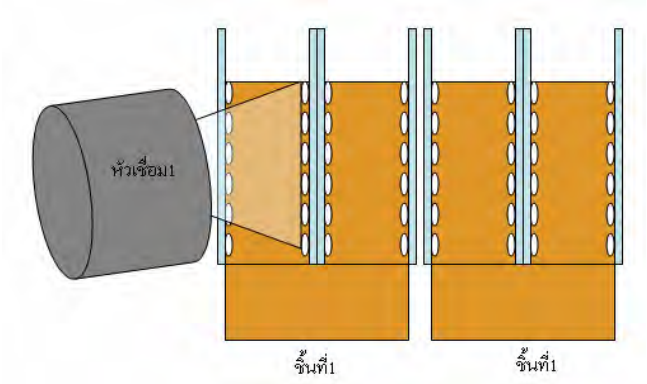
4.2.1 สถานีงานเชื่อมต่อวงจรหัวอ่านเขียนกับ Flex cable (สถานีงานที่ 7)

จากการวิเคราะห์สาเหตุปัญหาในบทที่ 3 ด้วยแผนภูมิคน-เครื่องจักร พบว่าคนสูญเสียเวลาในการรอคอยขณะเครื่องเชื่อมกำลังทำงาน ถึง 18 วินาที ซึ่งการปรับปรุงจะดำเนินการศึกษาเพื่อลดเวลาที่สูญเสียจากการรอคอยของคนในขณะเครื่องเชื่อมทำงาน ดังมีขั้นตอนต่อไปนี้

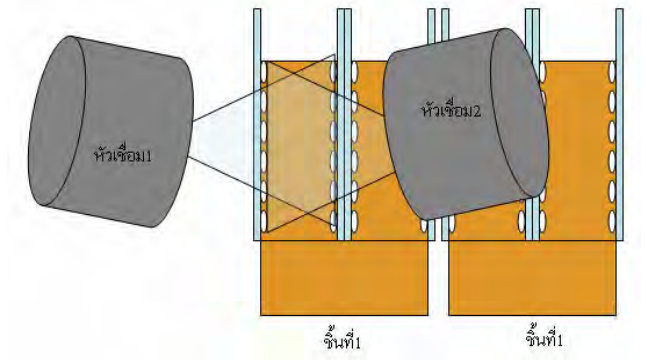
(1) ศึกษาและวิเคราะห์การทำงานของเครื่องเชื่อมต่อวงจร เพื่อหาจุดที่จะสามารถลดเวลาการทำงานของเครื่องเชื่อมต่อวงจรลง

(2) ระดมสมองกับฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อเสนอและหาแนวทางที่เหมาะสมในการปรับปรุง ซึ่งจะปรับปรุงโดยการเพิ่มหัวเชื่อมต่อของเครื่องเชื่อมต่อวงจร เป็น 2 หัว เพื่อให้เครื่องเชื่อมต่อวงจรสามารถที่จะเชื่อมต่อวงจรของชุดหัวอ่านเขียนกับ Flex cable ในเวลาเดียวกัน 2 จุด

(3) ประเมินความเหมาะสมของการลงทุน ซึ่งระยะเวลาการคืนทุนประมาณ 0.4 เท่า เมื่อเทียบกับการเพิ่มสายการผลิตหนึ่งสายการผลิต



รูปที่ 4.9 เครื่องเชื่อมต่อวงจรก่อนการปรับปรุง



รูปที่ 4.10 เครื่องเชื่อมต่อวงจรหลังการปรับปรุง

(4) จัดหาอุปกรณ์และติดตั้งกับเครื่องเชื่อมต่อวงจรของชุดหัวอ่านเขียนกับ Flex cable

(5) ทดสอบการทำงานพร้อมปรับตั้งตำแหน่งการเชื่อมต่อและ ประยุคใช้ในสายการผลิต

(6) จับเวลาของรอบการทำงานของสถานีหลังการปรับปรุง ซึ่งสามารถเขียนแผนภูมิคน-เครื่องจักรหลังการปรับปรุงได้ดังรูปที่ 4.11

คน	สถานะ	เวลา(วินาที)	เครื่องเชื่อม	สถานะ	เวลา(วินาที)
หยิบงาน 2 ชิ้นใส่เครื่อง	▨	1.4	ว่าง		1.4
กดสวิตซ์	▨	0.7			0.7
ว่าง		1.7	จับยึดงานและปิดฝา	▨	1.7
หยิบ fixture ช่วยลดช่องว่างออก	▨	2.3	เชื่อมชิ้นงาน	▨	9.8
ส่งงานไปสถานีถัดไป	▨	0.9			
ว่าง		6.6			
		1.7	เปิดฝาปล่อยชิ้นงาน	▨	1.7
หยิบงาน 2 ชิ้นออกจากเครื่อง	▨	1.3	ว่าง		1.3
รวม		16.6	รวม		16.6

▨ แสดงสถานะ การทำงาน ☐ แสดงสถานะ ว่างหรือรอคอย

รูปที่ 4.11 แผนภูมิคน - เครื่องจักร (Man-Machine chart) ของสถานีงานที่ 7 หลังการปรับปรุง

4.2.2 สถานีงานตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียน (สถานีงานที่ 9)

จากการวิเคราะห์สาเหตุปัญหาในบทที่ 3 กระบวนการผลิตมีความสามารถสูงในการประกอบตำแหน่งของหัวอ่านเขียนและไม่เคยมีของเสีย ทั้งนี้ยังมีการตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียนที่กระบวนการเขียน Servo ด้วย ดังนั้นจะใช้เทคนิคการตั้งคำถาม เพื่อการปรับปรุง ดังมีขั้นตอนต่อไปนี้

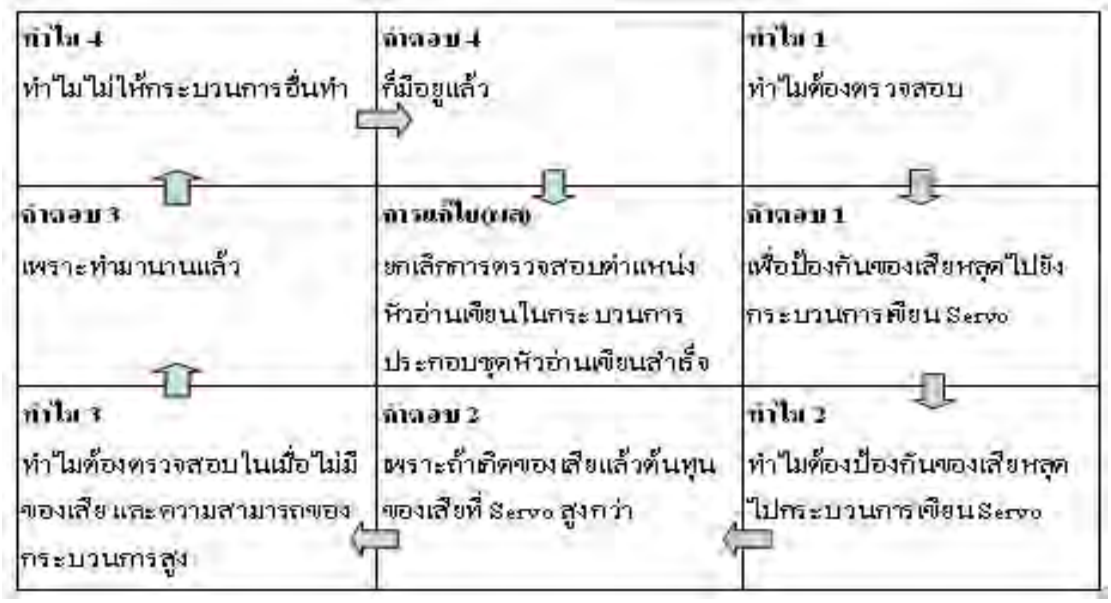
(1) ระดมสมองกับฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เทคนิคการตั้งคำถามเพื่อการปรับปรุง ซึ่งได้ผลสรุปคือ จะยกเลิกการตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียนในกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ ดังแสดงในตารางที่ 4.11 และ รูปที่ 4.12

ตารางที่ 4.11 เทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H เพื่อหาความจำเป็นในการตรวจสอบ

ประเภท	คำถาม	การตั้งคำถาม	คำตอบ	แนวทางการปรับปรุง
1. เป้าหมาย	What?	กำลังทำ อะไร อยู่ ทำไมต้องทำอย่างนั้น	ตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียน	ป้องกันงานเสียหลุดไปกระบวนการเขียน Servo
2. วัตถุประสงค์	Why?	ทำไมงานนั้นจึงต้องทำควรต้องทำหรือไม่	ป้องกันงานเสียหลุดไปกระบวนการเขียน Servo	ใช้วิธีการอื่นแทน
3. สถานที่	Where?	ทำงานอยู่ ที่ไหน ทำไมต้องทำที่นั่น	ในกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านเขียน	ตรวจสอบที่กระบวนการเขียน Servo ก็ได้
4. ลำดับขั้น	When?	ทำ เมื่อไร ทำไมต้องทำตอนนั้น	หลังเชื่อมต่อวงจรของชุดหัวอ่านเขียน	ตรวจสอบที่กระบวนการเขียน Servo ก็ได้
5. พนักงาน	Who?	ใคร เป็นผู้ทำ ทำไมต้องเป็นคนนั้น	พนักงานตรวจสอบ	พนักงานตรวจสอบ
6. วิธีการ	How?	ทำอย่างไร ทำไมต้องทำเช่นนั้น	ใช้เครื่องตรวจสอบ	ต้องการความละเอียดถูกต้อง

(2) ขออนุมัติเพื่อกำหนดเกณฑ์ในการยกเลิกการตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียน

(3) ยกเลิกการตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียนในกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ



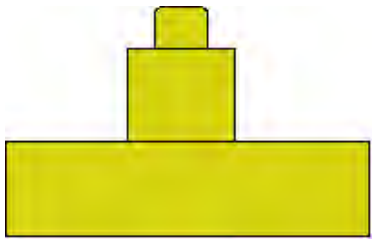
รูปที่ 4.12 การหาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขจากเทคนิคการตั้งคำถามว่า “ทำไม”

4.2.3 สถานีงานตรวจสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียน (สถานีงานที่ 10)

จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญญา พบว่าเกิดความสูญเสียเวลาในการรอคอยของคนงานในขณะเครื่องทำงาน 15.8 วินาที เพราะต้องถอดชุดหัวอ่านเขียนออกจาก Transfer tool ถึงจะอ่านหมายเลยชุดหัวอ่านเขียนได้ ซึ่งต้องรอให้ชุดหัวอ่านก่อนหน้าส่งไปสถานีถัดไป ดังนั้นจึงดำเนินการศึกษาและจัดลำดับขั้นตอนใหม่โดยให้มีการทำงานของพนักงานในขณะเครื่องทำการทดสอบอยู่ เพื่อลดการสูญเสียเวลาการรอคอยของพนักงานในขณะเครื่องตรวจสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

(1) จัดลำดับให้ ขั้นตอนการหยิบ Transfer tool และ นำชุดหัวอ่านเขียนออกจาก Transfer tool ในขณะที่เครื่องตรวจสอบกำลังตรวจสอบชุดหัวอ่านเขียนอยู่

(2) ให้ทำการอ่านหมายเลขชุดหัวอ่านเขียนในขณะเครื่องตรวจสอบกำลังตรวจสอบชุดหัวอ่านเขียนอยู่ ซึ่งหลังจากอ่านหมายเลขชุดหัวอ่านเขียนแล้ว เพื่อลดขั้นตอนและเวลาการนำชุดหัวอ่านเขียนเข้าและออกจาก Transfer tool อีกครั้ง จึงใช้ Fixture ซึ่งหาได้ภายในโรงงานกรณีศึกษามาช่วยในการวางชุดหัวอ่านเขียนเพื่อรอก่อนนำเข้าเครื่องตรวจสอบ



รูปที่ 4.13 Fixture ช่วยในการทำงาน

(3) จัดลำดับให้ ขั้นตอนการส่ง Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนที่ตรวจสอบเสร็จแล้วไปยังสถานีถัดไป ในขณะเครื่องตรวจสอบกำลังตรวจสอบชุดหัวอ่านเขียนอยู่

(4) จัดลำดับขั้นตอนอื่นๆให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการทำงาน 3 ข้อแรก ดังแสดงในรูปที่ 4.14

คน	สถานะ	เวลา(วินาที)	เครื่องทดสอบแรงกด	สถานะ	เวลา(วินาที)
นำชิ้นงานออกจาก Fixture แล้วใส่เครื่อง		1.0	ว่าง		1.0
กดสวิตช์		0.7			0.7
นำชิ้นงานออกจาก Transfer tool		2.0	ทดสอบชิ้นงาน		15.8
นำชิ้นงานอ่านหมายเลขแล้ววางบน Fixture		2.2			
ส่ง Transfer tool พร้อมงานไปสถานีถัดไป		1.0			
ว่าง		10.6			
นำชิ้นงานออกจากเครื่อง		0.8	ว่าง		0.8
ใส่ชิ้นงานบน Transfer tool		1.5			1.5
รวม		19.8	รวม		19.8

▨ แสดงสถานะ การทำงาน ☐ แสดงสถานะ ว่างหรือรอคอย

รูปที่ 4.14 แผนภูมิคน - เครื่องจักร (Man-Machine chart) ของสถานีงานที่ 10 หลังการปรับปรุง

4.2.4 สถานีงานตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน (สถานีงานที่ 4)

จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาพบว่าเกิดความสูญเสียเวลาในการรอคอยของคนงานในขณะเครื่องทำงาน 7.4 วินาที ดังนั้นจะดำเนินการศึกษาการทำงานเพื่อลดเวลาการรอคอยของ

คนงานในขณะเครื่องทำงานโดยจัดลำดับขั้นตอนใหม่โดยให้มีการทำงานของพนักงานในขณะเครื่องทำการทดสอบอยู่ เพื่อลดการสูญเสียเวลาการรอคอยของพนักงานในขณะเครื่องกำลังตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน และเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

(1) แยกขั้นตอนที่ 1 การหยิบ Fixture พร้อม ชิ้นงาน มาวางบน เครื่อง Swage ออกเป็น 2 ส่วน คือ การใส่ fixture พร้อมชิ้นงานในเครื่องเป็นขั้นตอนแรก และ การหยิบ Fixture พร้อมชิ้นงาน จากสถานีก่อนหน้ามาวางไว้หน้าเครื่องเป็นขั้นตอนที่ 5 โดยจัดลำดับให้ขั้นตอน การหยิบ Fixture พร้อม ชิ้นงาน จากสถานีก่อนหน้ามาวางไว้หน้าเครื่อง มีการทำงานในขณะ เครื่องตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่านหรือขั้นตอนที่ 4

(2) รวมขั้นตอนการใส่ fixture พร้อมชิ้นงานในเครื่อง กับขั้นตอนการกด สวิตซ์ ให้เครื่องเริ่มทำงานไว้ด้วยกันและให้ทำเป็นลำดับแรก

(3) ปรับปรุงโปรแกรม ของเครื่องตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน หรือขั้นตอนที่ 4 เครื่องตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่านเลื่อนลงมาตอกบอลผ่านชิ้นงานและเลื่อนขึ้นไปยังตำแหน่งเริ่มต้นและปล่อยชิ้นงาน โดยเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่อง โดยไม่เปลี่ยนแปลงขั้นตอนที่ มีการเลื่อน pin ตอกบอลผ่านชิ้นงาน เพื่อไม่ให้กระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.12

(4) ปรับปรุงโปรแกรม ของเครื่องตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน ขั้นตอนที่ 4 เครื่อง ตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่านเลื่อนลงมาตอกบอลผ่านชิ้นงานและเลื่อนขึ้นไปยังตำแหน่งเริ่มต้น และปล่อยชิ้นงาน โดยจัดลำดับให้ขั้นตอนการทำงานของเครื่อง ปล่อยFixture พร้อมชิ้นงาน ทำงานในขณะขั้นตอนการทำงานของเครื่อง เลื่อน pin ขึ้นแล้ว 1 วินาที

(5) จับเวลาการทำงานของสถานี ซึ่งได้รอบเวลาการทำงานหลังปรับปรุง 8.5 วินาที ดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ 4.15

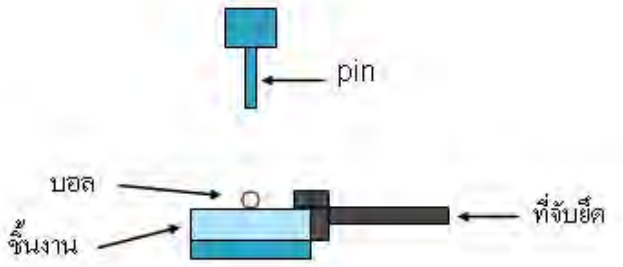
ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบขั้นตอนและเวลาที่ใช้ในการทำงานของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง

ลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร (D)	ก่อนการปรับปรุง	การปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ผลการปรับปรุง (วินาที)
(1) เครื่องเลื่อน pin ลงมายังตำแหน่งพร้อมตอกบอลผ่านชิ้นงาน	ใช้เวลา 2 วินาที	เพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่อง	ใช้เวลา 1.3 วินาที	0.7
(2) เครื่องเลื่อน pin ตอกบอลผ่านชิ้นงาน	ใช้เวลา 1.3 วินาที	-	ใช้เวลา 1.3 วินาที	0
(3) เครื่องเลื่อน pin ขึ้นกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น	ใช้เวลา 3.3 วินาที	เพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่อง	ใช้เวลา 2.2 วินาที	1.1
(4) เครื่องปล่อย Fixture พร้อมชิ้นงาน	ใช้เวลา 0.4 วินาที	จัดลำดับให้ทำงานในขณะเครื่องเลื่อน pin ขึ้นแล้ว 1 วินาที (3)	ทำในขณะเครื่องเลื่อน pin ขึ้นแล้ว 1 วินาที	0.4
รวม	ใช้เวลา 7.0 วินาที		ใช้เวลา 4.8 วินาที	2.2

คน	สถานะ	เวลา(วินาที)	เครื่องตอก	สถานะ	เวลา(วินาที)
วาง setting fixture บนเครื่อง แล้วกดสวิตช์		1.1	ว่าง		1.1
ว่าง		0.4	จับยึด setting fixture		0.4
หยิบ setting fixture มาวางไว้หน้าเครื่อง		1.0	เลื่อนลงตอกบอลผ่านชิ้นงาน และปล่อย setting fixture		4.8
ว่าง		3.8			
นำ setting fixture ออกจากเครื่อง		1.1	ว่าง		1.1
ส่ง setting fixture พร้อมชิ้นงานไปสถานีถัดไป		1.1			1.1
รวม		8.5	รวม		8.5

▨ แสดงสถานะ การทำงาน ☐ แสดงสถานะ ว่างหรือรอคอย

รูปที่ 4.15 แผนภูมิคน - เครื่องจักร (Man-Machine chart) ของสถานีงานที่ 4 หลังการปรับปรุง



รูปที่ 4.16 การตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน

บทที่ 5

ผลการดำเนินการปรับปรุง

จากการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงในการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต และปรับสมดุลสายการผลิต ซึ่งลดข้อบกพร่องโดยปรับขยายข้อกำหนดของสัญญาณอ่าน และปรับปรุงวิธีการสลายประจุไฟฟ้า ลดเวลาการถอดปรับตั้งและประกอบเครื่องจักรเสียโดยการระบุตำแหน่ง ลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นโดยให้ทำงานแบบขนาน ลดเวลารอคอยรับการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบโดยใช้หลักการควบคุมด้วยสายตา ลดเวลาการทำงานของสถานีงานที่เป็นคอขวดโดยใช้แผนภูมิคน-เครื่องจักรช่วยวิเคราะห์ลดเวลาการรอคอยที่เกิดขึ้นในระหว่างทำงาน และยกเลิกสถานีงานที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าแก่ผลิตภัณฑ์ดังที่เสนอไปแล้วในบทที่ 4 ในบทนี้จะกล่าวถึงผลจากการดำเนินการปรับปรุง

5.1 ผลการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต

5.1.1 ผลการลด ข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์

5.1.1.1 ผลการลดข้อบกพร่องสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐาน

หลังจากปรับปรุงโดยหลักการศึกษางานและการระดมสมอง สามารถหาค่าเผื่อที่เหมาะสมได้ ในเดือนพฤศจิกายน ปรากฏว่าไม่มีข้อบกพร่องสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐานเกิดขึ้น ทำให้ลดข้อบกพร่องสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐานจาก 0.18% ของผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต เป็น 0 เปอร์เซ็นต์ จากผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต เดือนพฤศจิกายน จำนวน 153650 ชิ้น

5.1.1.2 ผลการลดข้อบกพร่องเสียหายจากไฟฟ้าสถิต

หลังจากปรับปรุงโดยการศึกษาการทำงาน ซึ่งได้เปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในเดือนพฤศจิกายน มีข้อบกพร่องจากไฟฟ้าสถิต 106 ชิ้น ดังนั้นสามารถลดข้อบกพร่องเสียหายจากไฟฟ้าสถิตจาก 0.16% ของผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิตลด เป็น 0.07% เปอร์เซ็นต์ จากผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิตเดือนพฤศจิกายน จำนวน 153650 ชิ้น ดังนั้นสามารถเพิ่มอัตราผลผลิตด้านแรงงาน 0.09%

จากผลการลดข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ทั้งสอง ทำให้สามารถลดข้อบกพร่องรวม 0.27% ของผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต หรือเพิ่มอัตราผลผลิตด้านแรงงาน 0.27%

5.1.2 ผลการลดเวลาการซ่อมเครื่องจักรเสีย

5.1.2.1 ผลการลดเวลาซ่อมเครื่องทดสอบแรงกดหัวอ่านเขียนวัดค่าไม่ได้

การซ่อมแก้ไขเครื่องทดสอบแรงกดกรณีวัดค่าไม่ได้ด้วยวิธีการใหม่นั้นสามารถนำมาใช้ในการซ่อมแก้ไขได้เนื่องด้วยผลการปรับเทียบเครื่องทดสอบกับค่ามาตรฐานสามารถผ่านตามข้อกำหนดเช่นเดียวกับการซ่อมแบบปัจจุบัน ซึ่งจะทำให้ได้ผลการปรับปรุงสามารถ ลดเวลาในการซ่อมแก้ไขลงประมาณ 52 นาที คือจาก 64 นาที เหลือ 12 นาที หรือลดเวลาในการซ่อมลง 81.3% (52/64) ของการซ่อมแบบเดิม

5.1.2.2 ผลการลดอาการ เครื่องทดสอบแรงกดหัวอ่านเขียนดันตัวแยกหัวอ่านเขียนไม่เข้า

ผลการจัดให้มีมาตรฐานการซ่อมบำรุงตามระยะเวลา โดยทำการเปลี่ยนสปริงทุก 13-16 วัน ในช่วงเวลาไม่มีการปฏิบัติงานนั้น ซึ่งหลังการปรับปรุงเป็นระยะเวลา 2 เดือนยังไม่มีการสูญเสียเวลาจากสาเหตุนี้ หรือสามารถลดอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียจาก 0.08% เป็น 0% หรือปรับปรุงอัตราผลผลิตด้านแรงงาน 0.08%.

5.1.3 ผลการลดเวลาเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์

ผลจากการปรับปรุงลำดับขั้นตอนและวิธีการทำงานของการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ ทำให้ลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ลงจากเดิม 12 นาที เหลือ 6.5 นาที ต่อครั้ง หรือคิดเป็นอัตราการปรับปรุง 45.8% (6.5/12)

5.1.4 ผลการลดเวลารอรับการจ่ายชิ้นส่วน

ผลการปรับปรุง โดยการปรับปรุงกระบวนการจ่ายและร้องขอชิ้นส่วนโดยใช้สัญญาณร้องขอชิ้นส่วนวัตถุดิบเวลาต้องการ ยังไม่เกิดการสูญเสียเวลาจากการรอคอยชิ้นส่วนการผลิตจากส่วนควบคุมและจ่ายชิ้นส่วน ซึ่งอาจแสดงว่าสามารถลดความสูญเสียอัตราผลผลิตได้ 100% ของความสูญเสียอัตราผลผลิตก่อนปรับปรุง นั่นคือ อัตราผลผลิตเพิ่มขึ้น 0.6%

5.2 ผลการปรับสมดุลในสายการผลิต

5.2.1 สถานีงานเชื่อมต่อวงจรหัวอ่านเขียนกับ Flex cable (สถานีงานที่ 7)

สามารถลดรอบเวลาการผลิตของสถานีการเชื่อมต่อวงจรของชุดหัวอ่านเขียนกับ Flex cable จาก 12.3 วินาที เป็น 8.3 วินาที ซึ่งลดเวลารอคอยของพนักงานลงจาก 18 วินาทีเหลือ 10 วินาที

5.2.2 สถานีงานตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียน (สถานีงานที่ 9)

หลังการปรับปรุงทำให้กระบวนการผลิตลดขั้นตอนการทำงานลงเนื่องจากยกเลิกการตรวจสอบหัวอ่านเขียน ส่งผลให้สามารถลดพนักงานในการผลิตได้ 1 คน และ ระยะเวลานำ (Lead time) ของผลิตภัณฑ์สั้นลง

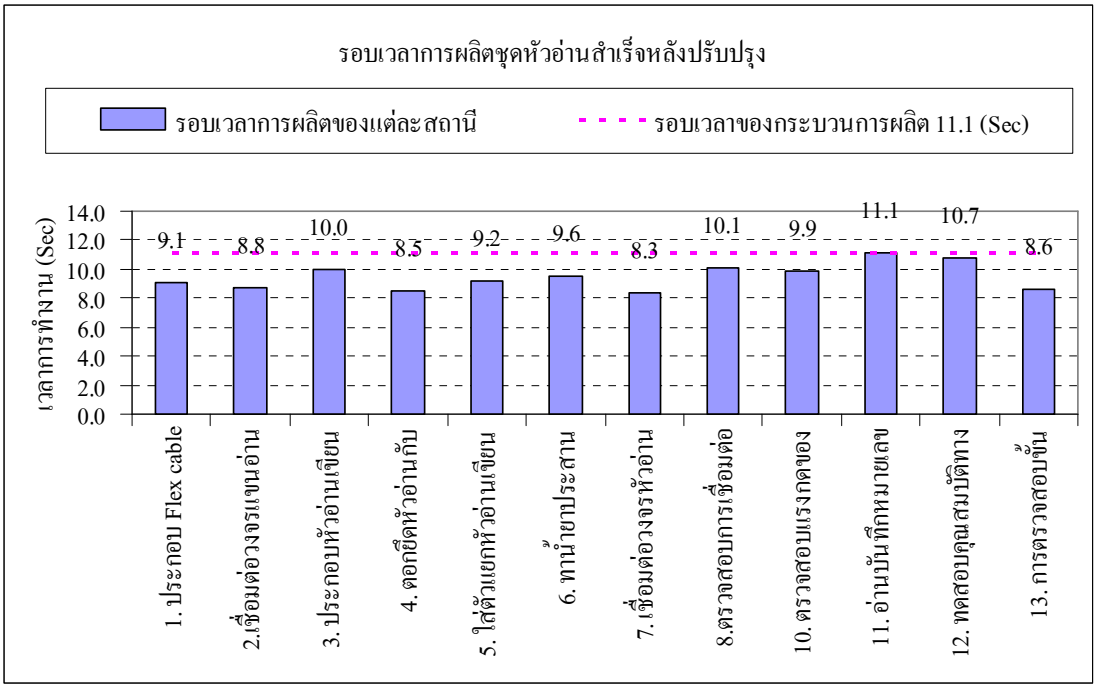
5.2.3 สถานีงานตรวจสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียน (สถานีงานที่ 10)

หลังการปรับปรุงสามารถลดรอบเวลาการผลิตของสถานีการตรวจสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียน จาก 12 วินาที เป็น 9.9 วินาที ซึ่งลดการสูญเสียเวลาจากการรอคอยของพนักงานลงจาก 15.8 วินาทีเหลือ 10.5 วินาที และเวลาว่างของเครื่องจักรจาก 8.2 วินาที เหลือ 4 วินาที

5.2.4 สถานีงานตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน (สถานีงานที่ 4)

หลังการปรับปรุงสามารถลดรอบเวลาการผลิตของสถานีตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่านจาก 11.7 วินาที เหลือเป็น 8.5 วินาที ซึ่งลดการสูญเสียเวลาจากการรอคอยของพนักงานลงจาก 7.4 วินาที เหลือ 4.2 วินาที และเวลาว่างของเครื่องจักรจาก 4.3 วินาที เหลือ 3.3 วินาที

จากผลการดำเนินงานปรับปรุงขั้นตอนการผลิตของสถานีงานทั้ง 4 สถานีงานข้างต้น ของโรงงานกรณีศึกษา รอบเวลาการผลิต(Cycle time) ลดลงจาก 12.3 วินาที เป็น 11.1 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 5.1 ซึ่งสามารถยกเลิกการทำงานขั้นตอนการตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียน ซึ่งเดิมคือสถานีงานที่ 9 ทำให้ขั้นตอนการทำงานลดลงจาก 13 ขั้นตอน เหลือเพียง 12 ขั้นตอน และทำให้ใช้พนักงานในการผลิตลดลง 1 คน คือจาก 23 คน เหลือ 22 คน สามารถสรุปผลการปรับปรุงสายการผลิตได้ดังแสดงในตารางที่ 5.1 และ 5.2



รูปที่ 5.1 รอบเวลาการผลิตของกระบวนการหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 5.1 รายละเอียดของสายการผลิตหลังการปรับปรุง

รายการ	หน่วยวัด	หลังปรับปรุง
รอบเวลาการผลิต	วินาทีต่อชิ้น	11.1
ขั้นตอนการผลิต	สถานี	12
พนักงาน	คน	22
เวลารอคอยของพนักงาน	วินาที	57
เวลาที่เครื่องว่าง	วินาที	18
ผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต	ชิ้นต่อวัน	6810
อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต	ชิ้นต่อชั่วโมงแรงงาน	14.7

ตารางที่ 5.2 ประสิทธิภาพของสถานีงานหลังการปรับปรุง

สถานีงาน	รอบเวลาทำงานของสถานี (วินาที) (1)	รอบเวลาทำงานของกระบวนการ (วินาที) (2)	เวลารอคอยเนื่องจากสถานีงานที่ช้า (วินาที) (3)=(2) - (1)	% Idle time (4)=((3)/(2)) x 100	% Efficiency (5)=((1)/(2))x100
1	9.1	11.1	2.0	18.0%	82.0%
2	8.8	11.1	2.3	20.7%	79.3%
3	10.0	11.1	1.1	9.9%	90.1%
4	8.5	11.1	2.6	23.4%	76.6%
5	9.2	11.1	1.9	17.1%	82.9%
6	9.6	11.1	1.5	13.5%	86.5%
7	8.3	11.1	2.8	25.2%	74.8%
8	10.1	11.1	1.0	9.0%	91.0%
9	-	-	-	-	-
10	9.9	11.1	1.2	10.8%	89.2%
11	11.1	11.1	0.0	0.0%	100.0%
12	10.7	11.1	0.4	3.6%	96.4%
13	8.6	11.1	2.5	22.5%	77.5%
รวม	113.9	133.2	19.3	14.5%	85.5%

5.3 ผลการประเมินอัตราผลผลิตภายหลังการปรับปรุง

5.3.1 การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต

(1 (ข้อบกพร่องของผลผลิตภัณฑ์ จากผลการลดข้อบกพร่องสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐาน และข้อบกพร่องเสียหายจากไฟฟ้าสถิต สามารถลดการสูญเสียอัตราผลผลิตด้านแรงงาน 0.27% จากข้อบกพร่องสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐาน 0.18% และจากข้อบกพร่องเสียหายจากไฟฟ้าสถิต 0.09% ดังแสดงการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\text{อัตราผลผลิตที่สูญเสียหลังปรับปรุง} = \frac{\text{ผลผลิตที่สูญเสียจากข้อบกพร่อง x ชั่วโมงแรงงาน}}{\text{ผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต x ชั่วโมงแรงงาน}}$$

$$\text{อัตราผลผลิตที่สูญเสียหลังปรับปรุง} = \frac{106}{153650} \text{ x100} = 0.07\%$$

อัตราผลผลิตที่สูญเสียก่อนปรับปรุง = 0.18% + 0.16% = 0.34%

ดังนั้น อัตราผลผลิตด้านแรงงานเพิ่มขึ้น = 0.34% − 0.07% = 0.27%

การคำนวณอัตราผลผลิตด้านหัวอ่านเขียนแสดงดังต่อไปนี้

$$\text{อัตราผลผลิตที่สูญเสียก่อนปรับปรุง} = \frac{\text{จำนวนหัวอ่านเขียนที่สูญเสีย}}{\text{จำนวนหัวอ่านเขียนที่ใช้ในการผลิต}} = \frac{3096}{909608 \text{ x } 4}$$

ดังนั้น อัตราผลผลิตด้านหัวอ่านเขียนที่สูญเสีย ก่อนปรับปรุง = 0.09%

$$\text{อัตราผลผลิตด้านหัวอ่านเขียนที่สูญเสียหลังปรับปรุง} = \frac{106}{153650 \text{ x } 4} \text{ x } 100 = 0.07\%$$

ดังนั้น อัตราผลผลิตด้านหัวอานเขียนเพิ่มขึ้น = 0.09% − 0.07% = 0.02%

(2 (การลดเวลาการซ่อมเครื่องจักรเสีย จากการลดเวลาซ่อมเครื่องทดสอบแรงกดกรณีวัดค่าไม่ได้และลดการอาการเครื่องทดสอบแรงกดหัวอ่านเขียนดันตัวแยกหัวอ่านเขียนไม่เข้า สามารถลดการสูญเสียอัตราผลผลิตด้านแรงงาน 0.79% จากการลดเวลาซ่อมเครื่องทดสอบแรงกดกรณีวัดค่าไม่ได้ 0.71% และจากลดการอาการเครื่องทดสอบแรงกดหัวอ่านเขียนดันตัวแยกหัวอ่านเขียนไม่เข้า 0.08% ดังแสดงการคำนวณดังต่อไปนี้

กรณีการลดเวลาซ่อมเครื่องทดสอบแรงกดกรณีวัดค่าไม่ได้

อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่เพิ่มขึ้น = อัตราผลผลิตที่สูญเสียก่อนปรับปรุง x อัตราการปรับปรุง

= 0.87 x 81.3%

= 0.71%

กรณีการอาการเครื่องทดสอบแรงกดหัวอ่านเขียนดันตัวแยกหัวอ่านเขียนไม่เข้า ผลจากการจัดให้มีมาตรฐานการซ่อมบำรุงตามระยะเวลา โดยทำการเปลี่ยนสปริงทุก 13-16 วัน ในช่วงเวลาไม่มีการปฏิบัติงานนั้นสามารถป้องกันการเกิดข้อบกพร่องนี้ได้ จากระยะเวลา 2 เดือนหลังปรับปรุงยังไม่มีการสูญเสียเวลาสาเหตุนี้ หรือสามารถลดอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสียจาก 0.08% เป็น 0% หรือปรับปรุงอัตราผลผลิตด้านแรงงาน 0.08%.

ดังนั้นจากผลการปรับปรุงโดยการลดความสูญเสียเวลาจากเครื่องจักรเสียทั้ง 2 กรณี สามารถเพิ่มอัตราผลผลิตด้านแรงงาน 0.79% ของผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต

(3) การลดเวลาเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์ ผลจากการปรับปรุงลำดับขั้นตอนและวิธีการทำงานของการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ ทำให้ลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ลงจากเดิม 12 นาที เหลือ 6.5 นาที ต่อครั้ง หรือคิดเป็นอัตราการปรับปรุง 45.8% และเมื่อคิดเป็นอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่เพิ่มขึ้นเป็น 0.82 % เทียบกับอัตราผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต ดังแสดงการคำนวณดังต่อไปนี้

กรณีการลดเวลาซ่อมเครื่องทดสอบแรงกดกรณีวัดค่าไม่ได้

อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่เพิ่มขึ้น = อัตราผลผลิตที่สูญเสียก่อนปรับปรุง x อัตราการปรับปรุง

= 1.8 x 45.8%

= 0.82%

(4) การลดเวลารอรับการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ ผลการปรับปรุงกระบวนการจ่ายและร้องขอชิ้นส่วนโดยใช้หลักการ Visual Control ทำให้ไม่เกิดการสูญเสียเวลาจากการรอรับการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ ดังนั้น สามารถลดการสูญเสียอัตราผลผลิตได้ 100% ของก่อนการปรับปรุง คือ 0.6% ดังนั้นสามารถเพิ่มอัตราผลผลิตได้ 0.6% เทียบกับอัตราผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต

จากผลการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต สามารถสรุปการประเมินอัตราผลผลิตที่เพิ่มขึ้นหลังการลดความสูญเปล่ากรณีต่างๆ ได้ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ผลการประเมินอัตราผลผลิตภายหลังการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต

สภาพปัญหาความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต	ผลการปรับปรุงผลผลิตด้านแรงงาน	ผลการปรับปรุงอัตราผลผลิตด้านหัวอ่านเขียน	ความสูญเสียอัตราผลผลิตด้านแรงงานหลังปรับปรุง	ความสูญเสียอัตราผลผลิตด้านหัวอ่านเขียนหลังปรับปรุง
ข้อบกพร่องข องผลิตภัณฑ์	0.27%	0.02%	0.23%	0.07%
เครื่องจักรเสีย	0.79%	-	1.21%	-
เปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์	0.82%	-	0.98%	-
รอรับการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ	0.60%	-	0.00%	-
รวม	2.48%	0.02%	2.42%	0.07%

5.3.2 การปรับสมดุลในสายการผลิต

จากผลการปรับสมดุลในสายการผลิตในกระบวนการผลิต สามารถเพิ่มอัตราผลผลิตด้านแรงงานของกระบวนการผลิตจาก 12.7 เป็น 14.7 ชิ้นต่อวัน ดังนั้นสามารถเพิ่มอัตราผลผลิตด้านแรงงานได้ 15.75% ของก่อนการปรับปรุง ดังแสดงรายละเอียดการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\text{ผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต} = \frac{\text{เวลาในการทำงาน}}{\text{รอบเวลาการผลิต}}$$

$$\text{ก่อนปรับปรุง} = \frac{21 \text{ x } 60 \text{ นาที x } 60 \text{ วินาที}}{12.3 \text{ วินาที}} = 6146 \text{ ชิ้นต่อวัน}$$

$$\text{หลังปรับปรุง} = \frac{21 \text{ x } 60 \text{ นาที x } 60 \text{ วินาที}}{11.1 \text{ วินาที}} = 6810 \text{ ชิ้นต่อวัน}$$

$$\text{อัตราผลผลิตด้านแรงงาน} = \frac{\text{ผลผลิต}}{\text{ชั่วโมงทำงาน x จำนวนพนักงาน}}$$

$$\text{ก่อนปรับปรุง} = \frac{6146}{21 \text{ ชั่วโมง x } 23 \text{ คน}} = 12.7 \text{ ชิ้นต่อชั่วโมงแรงงาน}$$

$$\text{หลังปรับปรุง} = \frac{6810}{21 \text{ ชั่วโมง x } 22 \text{ คน}} = 14.7 \text{ ชิ้นต่อชั่วโมงแรงงาน}$$

อัตราผลผลิตด้านแรงงานเพิ่มขึ้น

$$= \frac{\text{อัตราผลผลิตด้านแรงงานหลังปรับปรุง - อัตราผลผลิตด้านแรงงานก่อนปรับปรุง}}{\text{อัตราผลผลิตด้านแรงงานก่อนปรับปรุง}}$$

$$= \frac{14.7 - 12.7}{12.7} \text{ x } 100 = 15.75\%$$

5.4 การเปรียบเทียบผลการดำเนินงาน

5.4.1 ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต

การเปรียบเทียบอัตราผลผลิตด้านแรงงานก่อนและหลังการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตนั้นสามารถเพิ่มอัตราผลผลิตด้านแรงงานได้ 2.48% ดังแสดงในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตผลก่อนและหลังการปรับปรุง

สาเหตุของอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่สูญเสีย	(1) ความสูญเสียก่อนปรับปรุง	(2) ความสูญเสียหลังปรับปรุง	ผลต่าง (1) -(2)
ข้อบกพร่อง	0.5%	0.23%	0.27%
เครื่องจักรเสีย	2.0%	1.21%	0.79%
การเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์	1.8%	0.98%	0.82%
การรอรับการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ	0.6%	0.0%	0.6%
รวม	4.9%	2.42%	2.48%

ส่วนอัตราผลผลิตด้านหัวอ่านเขียนที่สูญเสีย ก่อนปรับปรุง คือ 0.09% และหลังปรับปรุง คือ 0.07% ดังนั้นสามารถปรับปรุงอัตราผลผลิตด้านหัวอ่านเขียนได้ 0.02%

5.4.2 ความสมดุลในสายการผลิต

การเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับสมดุลในสายการผลิต นั้น โดยหลังการปรับปรุงทำให้ Idle time ลดลง 0.8% ประสิทธิภาพ (Efficiency) เพิ่มขึ้น 0.8% ดังแสดงในตารางที่ 5.5 และรอบเวลาการทำงานลดลงจาก 12.3 เป็น 11.1 วินาที ทำให้กระบวนการมีความสามารถในการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 6146 เป็น 6810 ชิ้นต่อวัน ลดจำนวนพนักงานต่อสายการผลิต 1 คน คือ จาก 23 เป็น 22 คน และสามารถเพิ่มอัตราผลผลิตด้านแรงงานจาก 12.7 เป็น 14.7 ชิ้นต่อชั่วโมงแรงงาน หรืออัตราผลผลิตด้านแรงงานเพิ่มขึ้น 15.75% หลังการปรับปรุง

ตารางที่ 5.5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถานีงานก่อนและหลังการปรับสมดุลในสายการผลิต

สถานีงาน	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		ผลต่าง (หลังปรับปรุง-ก่อนปรับปรุง)	
	% Idle time	% Efficiency	% Idle time	% Efficiency	% Idle time	% Efficiency
1	26.0%	74.0%	18.0%	82.0%	-8.0%	8.0%
2	28.5%	71.5%	20.7%	79.3%	-7.7%	7.7%
3	18.7%	81.3%	9.9%	90.1%	-8.8%	8.8%
4	4.9%	95.1%	23.4%	76.6%	18.5%	-18.5%
5	25.2%	74.8%	17.1%	82.9%	-8.1%	8.1%
6	22.0%	78.0%	13.5%	86.5%	-8.4%	8.4%
7	0.0%	100.0%	25.2%	74.8%	25.2%	-25.2%
8	17.9%	82.1%	9.0%	91.0%	-8.9%	8.9%
9	0.8%	99.2%	-	-	-0.8%	-99.2%
10	2.4%	97.6%	10.8%	89.2%	8.4%	-8.4%
11	9.8%	90.2%	0.0%	100.0%	-9.8%	9.8%
12	13.0%	87.0%	3.6%	96.4%	-9.4%	9.4%
13	30.1%	69.9%	22.5%	77.5%	-7.6%	7.6%
รวม	15.3%	84.7%	14.5%	85.5%	-0.8%	0.8%

ตารางที่ 5.6 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับสมดุลในสายการผลิต

รายการตัววัดผล	หน่วยวัด	ก่อนปรับปรุง (1)	หลังปรับปรุง (2)	% ผลต่าง ((2)-(1))/(1)
รอบเวลาการผลิต	วินาทีต่อชิ้น	12.3	11.1	-9.76%
ขั้นตอนการผลิต	สถานี	13	12	-7.69%
พนักงาน	คน	23	22	-4.35%
เวลารอคอยของพนักงาน	วินาที	80.5	57	-29.19%
เวลาที่เครื่องว่าง	วินาที	31.5	18	-42.85%
ผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต	ชิ้นต่อวัน	6146	6810	10.80%
อัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต	ชิ้นต่อชั่วโมงแรงงาน	12.7	14.7	15.75%

5.4.3 อัตราผลผลิต

จากการดำเนินการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตสามารถเพิ่มอัตราผลผลิตด้านแรงงาน 2.48% เพิ่มอัตราผลผลิตด้านหัวอ่านเขียน 0.02% และการปรับสมดุลในสายการผลิตสามารถเพิ่มอัตราผลผลิต 15.75% ดังนั้นอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิตหลังการปรับปรุงเพิ่มขึ้นทั้งหมด 18.23% หลังการปรับปรุง

ตารางที่ 5.7 เปรียบเทียบอัตราผลผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง

หัวข้อการปรับปรุง	ตัวชี้วัด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	อัตราผลผลิตที่เพิ่มขึ้น
ลดข้อบกพร่อง	สูญเสียอัตราผลผลิตด้านแรงงาน	0.5%	0.23%	0.27%
	สูญเสียอัตราผลผลิตด้านหัวอ่านเขียน	0.09%	0.07%	0.02%
ลดเวลาซ่อมเครื่องจักรเสีย	สูญเสียอัตราผลผลิตด้านแรงงาน	2.0%	1.21%	0.79%
ลดเวลาเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์	สูญเสียอัตราผลผลิตด้านแรงงาน	1.8%	0.98%	0.82%
ลดเวลารอรับการจ่ายชิ้นส่วน	สูญเสียอัตราผลผลิตด้านแรงงาน	0.6%	0.0%	0.6%
ปรับสมดุลในสายการผลิต	อัตราผลผลิตด้านแรงงาน	12.7 ชิ้นต่อชั่วโมงแรงงาน	14.7 ชิ้นต่อชั่วโมงแรงงาน	15.75%

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

บทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการวิจัยของโรงงานกรณีศึกษา พร้อมทั้งข้อจำกัดและข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

6.1 สรุปผลการวิจัย

6.1.1 การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต

1. ปัญหาความสูญเปล่าที่ค้นพบในสายการผลิตได้แก่ ข้อบกพร่องของชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จ สูญเสียเวลาจากเครื่องจักรเสีย สูญเสียเวลาจากการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ และสูญเสียเวลาจากรอการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ

2. ข้อบกพร่องของชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จทำให้สูญเสียอัตราผลผลิตด้านแรงงาน 0.5% ซึ่งมาจากข้อบกพร่องการรับสัญญาณอ่านไม่ผ่านมาตรฐาน 0.18% และข้อบกพร่องเสียหายจากไฟฟ้าสถิต 0.16% ได้ดำเนินการทบทวนข้อกำหนดสัญญาณอ่านใหม่และปรับปรุงวิธีการสลายประจุไฟฟ้าสถิต
ซึ่งสามารถเพิ่มอัตราผลผลิตด้านแรงงาน 0.27%

3. สูญเสียเวลาจากเครื่องจักรเสียทำให้สูญเสียอัตราผลผลิตด้านแรงงาน 2% ได้ลดเวลาการถอดปรับตั้งและประกอบชิ้นส่วนเครื่องจักรเสียโดยปรับปรุงระบุสัญลักษณ์ตำแหน่งและจัดให้มีการซ่อมบำรุงตามระยะเวลา ผลปรับปรุงทั้ง 2 กรณี สามารถเพิ่มอัตราผลผลิตด้านแรงงาน 0.79%

4. สูญเสียเวลาจากการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ ทำให้สูญเสียอัตราผลผลิตด้านแรงงาน 1.8% ได้ลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นโดยกำหนดให้ทำงานเป็นแบบขนานและปรับปรุงวิธีการทำงาน ผลการปรับปรุงเวลาในการเปลี่ยนรุ่นลดจาก 12 เหลือ 6.5 นาทีต่อครั้ง ซึ่งเพิ่มอัตราผลผลิตด้านแรงงาน 0.82%

5. สูญเสียเวลาจากรอการจ่ายชิ้นส่วนวัตถุดิบ ทำให้สูญเสียอัตราผลผลิตด้านแรงงาน 0.6% สาเหตุจากไม่มีระบบในการสื่อสารในการร้องขอชิ้นส่วนที่ดี ได้ปรับปรุงโดยการใช้ระบบ Visual control เข้าช่วย หลังการปรับปรุงอัตราผลผลิตที่เพิ่มขึ้น 0.6%

จากการปรับลดความสูญเปล่าที่ค้นพบทั้ง 4 ข้างต้น สามารถเพิ่มอัตราผลผลิตด้านแรงงาน 2.48% เมื่อเทียบกับอัตราผลผลิตด้านแรงงานที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิต

6.1.2 การปรับสมดุลในสายการผลิต

การปรับสมดุลในสายการผลิตทำโดยเลือกสถานีงานที่มีรอบเวลาทำงานสูงที่สุด 4 สถานีงาน คือ สถานีงานเชื่อมต่อวงจรหัวอ่านเขียนกับ Flex cable สถานีงานตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียน สถานีงานตรวจสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียน และสถานีงานตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน มาปรับลดรอบเวลาทำงาน สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ลดเวลาการทำงานของเครื่องจักร ประกอบด้วย เครื่องเชื่อมต่อวงจร โดยเพิ่มหัวเชื่อมจากเดิม 1 เป็น 2 หัวเชื่อม และเครื่องตอกยึดหัวอ่านเขียน โดยการเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่

2. ลดเวลาสูญเปล่าหรือว่างงานของพนักงาน โดยจัดให้มีการทำงานในขณะเครื่องจักรทำงานประกอบด้วย การทำงานของสถานีตรวจสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียน และสถานีตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน

3. ทำการยกเลิกการทำงานสถานีงานตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียนเนื่องจากไม่เพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์

4. รอบเวลาการผลิตของกระบวนการลดลงจากเดิม 12.3 เป็น 11.1 วินาที ทำให้ผลผลิตที่ประเมินจากรอบเวลาการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 6146 เป็น 6810 ชิ้นต่อวัน

5. จำนวนพนักงานในการผลิตลดลง 1 คน คือจากเดิม 23 เหลือ 22 คน

6. อัตราผลผลิตด้านแรงงาน โดยประเมินจากรอบเวลาการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 12.7 เป็น 14.7 ชิ้นต่อชั่วโมงแรงงาน คิดเป็นร้อยละ 15.75% ก่อนการปรับปรุง

ดังนั้นจากการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต และ ปรับสมดุลในสายการผลิต สามารถเพิ่มอัตราผลผลิตด้านแรงงานได้ 18.23%

6.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

1. การปรับลดความสูญเปล่าที่ค้นพบในงานวิจัยนี้ ความสูญเปล่าที่ค้นพบเป็นของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งโรงงานอื่นหรือโรงงานประเภทอื่นอาจมีความสูญเปล่าที่แตกต่างไปหรืองานวิจัยนี้อาจไม่ครอบคลุมถึง เช่น ความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินไป ซึ่งโรงงานตัวอย่างได้มีการควบคุมงานระหว่างกระบวนการผลิต (Work In Process) จึงไม่เกิดความสูญเปล่านี้ แต่ถ้าโรงงาน

อื่นไม่ได้ควบคุมงานระหว่างกระบวนการผลิต ก็จะเกิดความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินไป หรือมีสิ้นค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น

2. การลดความสูญเปล่าเนื่องจากเครื่องจักรเสียกรณีเครื่องวัดค่าไม่ได้ และ การลดความสูญเปล่าเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์ เป็นเพียงการลดเวลาในการซ่อมเครื่องจักรเสียและเวลาการเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์ ซึ่งไม่ได้ลดความถี่ของการเกิดความสูญเปล่าเหล่านี้

3. การยกเลิกการตรวจสอบตำแหน่งของชุดหัวอ่านเขียนนั้น อาจต้องกลับมาทำการตรวจสอบอีกครั้งถ้าหากในกระบวนการเขียนสัญญาณ Servo มีของเสียเนื่องจากตำแหน่งหัวอ่านเขียนไม่ออกนอกพื้นที่ควบคุม เนื่องจากต้นทุนของเสียของกระบวนการถัดไปสูงกว่า

6.3 ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ ซึ่งการศึกษางานวิจัยเพิ่มเติมในอนาคตควรมีการศึกษาลดความถี่ในการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ เพื่อลดเวลาที่สูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์

2. งานวิจัยนี้ได้ศึกษาสภาพปัญหาโดยรวมและดำเนินการแก้ไขสาเหตุหลักของแต่ละปัญหา การปรับปรุงในอนาคตอาจทำการศึกษาปรับปรุงโดยมุ้งเน้นการแก้ปัญหาด้านใดด้านหนึ่งได้

3. งานวิจัยนี้อาจใช้เป็นแนวทางในการศึกษาปรับปรุงโรงงานอื่น หรืออุตสาหกรรมประเภทอื่น ได้ แต่ทั้งนี้สภาพปัญหาอาจแตกต่างกันออกไป

4. การตรวจสอบความสมมาตรของสัญญาณอ่านนั้น มีการตรวจสอบ 2 ที่ คือ กระบวนการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จและ การทดสอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ซึ่งที่การทดสอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟมีการชดเชยทางไฟฟ้าเพื่อให้สัญญาณอ่านสมมาตรยิ่งขึ้น ในอนาคตอาจศึกษาความสามารถของการชดเชยนี้ ซึ่งอาจสามารถยกเลิกการตรวจสอบที่กระบวนการประกอบชุดหัวอ่านเขียนสำเร็จได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

นิพนธ์ บัวแก้ว. รู้จักระบบการผลิตแบบลีน (Introduction to Lean manufacturing). กรุงเทพมหานคร:สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทยญี่ปุ่น), 2547.

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. การศึกษางานอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ท้อป, 2550.

วันชัย ริจิรวนิช. หลักการเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรม เทคนิคและกรณีศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์หมาวิทยาลัย, 2541.

วันชัย ริจิรวนิช. การศึกษาการทำงาน หลักการและกรณีศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์หมาวิทยาลัย, 2545.

วิชัย ไชยมี. การบริหารอุตสาหกรรมแบบลีน ด้วยระบบ ERP (Engineering Resources Planning). กรุงเทพมหานคร: สถาบันการบริหารการผลิตและสินค้าคงคลังไทย, 2551.

ยุทธศักดิ์ บุญศิริเอื้อเฟื้อ. พัฒนาต้นแบบการลดความสูญเปล่า 7 ประการสำหรับวิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดกลางและขนาดย่อม: กรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องสำอาง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

อ้อมใจ พงษาเกษตร. การเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์โดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

ธันยพร มะโนประเสริฐกุล. การพัฒนารหัสตัวบ่งชี้เพื่อลดเวลาสูญเปล่าในสายการผลิต. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ดาริกา สิมาพัฒนพงศ์. การเพิ่มผลผลิตสำหรับโรงงานชิ้นส่วนยางอะไหล่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

สภาพร พลแสน. การใช้แบบจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตหัวอ่านคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

ภัทรา อายุวัฒน์. การลดของเสียที่เกิดจากค่าการรับน้ำหนักกดของชุดหัวอ่านสำเร็จไม่ได้ตามข้อกำหนดในกระบวนการประกอบหัวอ่านโดยใช้แนวทางทางซิกซ์ ซิกม่า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

นวลพรรณ ใจงาม. การลดของเสียที่เกิดจากการถ่ายเทกระแสไฟฟ้าสถิตในกระบวนการประกอบหัวอ่านโดยใช้ระเบียบวิธีซิก์ ซิกม่า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

ชาญชัย บวรโชคชัย. การลดของเสียแขนจับหัวอ่านด้วยวิธีการซิกซ์ ซิกม่า กรณีศึกษากระบวนการผลิตแขนจับหัวอ่าน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

วีรพจน์ เหล่าโพธิวิหาร. การปรับปรุงผลิตภาพโดยใช้ระบบซิกซ์ ซิกม่า ในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ กรณีศึกษาบริษัทซีเกทเทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ภาษาอังกฤษ

Alastair K. Muir. Lean Six Sigma Statistics. New York: McGraw-Hill , 2006

Jame P.womack, Daniel T. Jones and Daniel Roos. The machine That change the World: The study of Lean Production. New York: Rawson and Associates, 1990.

James P. Womack and Daniel T. Jones. Lean thinking. New York: Simon & Schuster, 1996.

David J. Sumanth. Productivity Engineering and management. L.A.: McGraw-Hill ,1984.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอน

ตารางที่ ก. 1 เวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของสถานีประกอบ Flex cable กับแขนอ่าน

สถานี ประกอบ Flex cable กับ แขนอ่าน		เวลาที่ใช้ (Sec)																				
ขั้นตอน	รายละเอียดของการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	เฉลี่ย
1	หยิบ แขนอ่านจากที่จัดเก็บ	1.1	1.2	1.2	1.1	1.3	1.2	1.1	1.1	1.2	1.3	1.2	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
2	นำแขนอ่านใส่ที่จับยึด (fixture) และปรับ	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.7	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.6	2.7
3	จัดสาย VCM	1.2	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.3	1.2	1.1	1.2	1.1	1.3	1.2	1.2	1.2
4	หยิบ Flex cable จากที่จัดเก็บ	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8
5	พับ Flex cable	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7
6	จัด Flex cable บน Fixture และจับยัด	2.1	2	2	2	2	2.1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.9	2.1	2	2.0
7	หยิบสกรูจากถาดสกรูด้วยไขควงไฟฟ้า	1.1	1.1	1	1.1	1	1	1	1.1	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1
8	ปิด ฝาครอบ ป้องกัน Flex cable	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4
9	ขันสกรู 1 ตัว	2	1.9	2	2.1	2	2	2.1	2	2	2	2.1	2	1.9	1.9	2.1	2	2	2	1.9	1.9	2.0
10	เปิดฝาครอบและคลายล็อค Fixture	1	1.1	1	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1	0.9	1	1	0.9	1.1	1	1	1.1	1.0
11	หยิบท่อลมดูด	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.9	1	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9
12	ทำความสะอาดบริเวณหัวสกรูด้วยลมดูด	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	1	1	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9
13	นำงานออกจาก Fixture	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4	1.2	1.2	1.3	1.2	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3
14	นำงานใส่ในถาดจัดเก็บของสถานีถัดไป	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.7	1.6	1.7	1.7	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7
15	เปลี่ยนถาดจัดเก็บ	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5
	รวม	18.2	18.2	18.3	18.1	18.2	18.2	18.3	18.1	18.1	18.2	18.2	18.2	18.3	18.1	18.2	18.2	18.2	18.3	18.3	18.2	18.2

ตารางที่ ก.2 เวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของสถานีเชื่อมต่อวงจรแขนอ่านกับ Flex cable

สถานี เชื่อมต่อวงจรแขนอ่านกับ Flex cable		เวลาที่ใช้ (Sec)																				
ขั้นตอน	รายละเอียดของการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	เฉลี่ย
1	นำงานใส่บน Flexture พร้อมปิดฝาครอบ	2.2	2.1	2.1	2	2.1	2	2.1	2.1	2.2	2.1	2.2	2.1	2.1	2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.2	2.1	2.1
2	บัดกรี ต่อวงจรแขนอ่านกับ Flex cable	10.9	11	10.9	11.1	11.1	11	11.2	11.1	10.9	11.1	10.9	11.1	11	11	11	11.1	11	11	10.9	11	11.0
3	เปิดฝาครอบป้องกันสิ่งสรกปก	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.5	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.7	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6
4	นำงานออกจาก Fixture	2.6	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5	2.6	2.7	2.6	2.6	2.5	2.7	2.5	2.6	2.5	2.6	2.7	2.5	2.7	2.6
5	นำงานใส่ถาดจัดเก็บ	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	รวม	17.5	17.6	17.5	17.6	17.6	17.4	17.6	17.5	17.5	17.6	17.6	17.6	17.7	17.3	17.4	17.4	17.5	17.6	17.5	17.6	17.5

ตารางที่ ก.3 เวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของสถานีตรวจสอบการเชื่อมต่อของจุดเชื่อม

สถานีตรวจสอบการเชื่อมต่อของจุดเชื่อม		เวลาที่ใช้ (Sec)																				
ขั้นตอน	รายละเอียดของการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	เฉลี่ย
1	หยิบ Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนส่องใต้กล้อง	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1	1.2	1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	1	1	1.2	1.1
2	ตรวจความสมบูรณ์ของจุดเชื่อม	7.9	7.9	7.8	7.7	7.6	7.9	7.8	7.7	7.9	7.9	7.8	7.9	7.7	7.9	7.7	7.9	7.7	7.7	7.8	7.7	7.8
3	ส่ง Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนไปยังสถานีถัดไป	1.1	1	1.1	1.2	1.3	1.1	1.1	1.2	1.1	0.9	1.2	1.1	1.1	1	1.3	1.1	1.3	1.3	1.2	1.1	1.1
	รวม	10.2	10.0	10.1	10.0	10.0	10.0	10.1	9.9	10.1	10.0	10.2	10.1	10.0	10.1	10.2	10.1	10.2	10.0	10.0	10.0	10.1

ตารางที่ ก.4 เวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของสถานีประกอบหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน

สถานีประกอบหัวอ่านเขียนเข้ากับแขนอ่าน		เวลาที่ใช้ (Sec)																				
ขั้นตอน	รายละเอียดของการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	เฉลี่ย
1	หยิบและจัดตำแหน่งของ Fixture	1.5	1.5	1.7	1.4	1.5	1.4	1.4	1.6	1.3	1.5	1.4	1.4	1.4	1.6	1.6	1.6	1.4	1.5	1.5	1.3	1.5
2	หยิบ Flex cable / แขนอ่านที่ประกอบแล้วใส่บน Fixture	4.9	4.8	4.7	4.9	4.8	4.8	4.9	4.8	5	4.9	4.8	5	4.9	4.8	4.7	5.1	4.8	4.8	4.7	5	4.9
3	จับหัวอ่านเขียนตัวที่ 1 และจุ่มน้ำยา	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.4	2.6	2.7	2.6	2.7	2.7	2.6	2.5	2.7	2.5	2.7	2.6	2.5	2.6	2.5	2.6
4	จัดใส่หัวอ่านเขียนตัวที่ 1 บน Fixture	4.2	4.3	4.3	4.2	4.2	4.1	4.2	4.1	4.1	4	4.2	4	4.1	4.2	4.3	4	4.3	4.2	4.2	4.3	4.2
5	จับหัวอ่านเขียนตัวที่ 2 และจุ่มน้ำยา	2.5	2.6	2.4	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.5	2.7	2.6	2.7	2.5	2.8	2.4	2.6	2.4	2.5	2.6	2.6
6	จัดใส่หัวอ่านเขียนตัวที่ 2 บน Fixture	3.8	3.9	3.8	3.8	3.8	4	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	4	3.8	3.9	3.7	3.8	3.9	4	3.9	3.9	3.9
7	จับหัวอ่านเขียนตัวที่ 3 และจุ่มน้ำยา	2.7	2.4	2.5	2.5	2.7	2.7	2.6	2.7	2.6	2.6	2.5	2.7	2.7	2.6	2.5	2.5	2.6	2.6	2.5	2.5	2.6
8	จัดใส่หัวอ่านเขียนตัวที่ 3 บน Fixture	5.4	5.4	5.6	5.4	5.6	5.4	5.5	5.5	5.4	5.6	5.5	5.4	5.7	5.4	5.4	5.7	5.6	5.7	5.5	5.5	5.5
9	จับหัวอ่านเขียนตัวที่ 4 และจุ่มน้ำยา	2.2	2.3	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.4	2.4	2.4	2.5	2.4	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.6	2.5	2.4
10	จัดใส่หัวอ่านเขียนตัวที่ 4 บน Fixture	4.6	4.5	4.6	4.4	4.5	4.5	4.4	4.4	4.4	4.5	4.5	4.4	4.6	4.5	4.4	4.4	4.5	4.4	4.5	4.4	4.5
11	ตรวจและจัดตำแหน่งแล้ว ปรับ Fixture ยึดชิ้นงาน	2.9	3	2.9	3	3	2.8	2.8	2.9	3	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	3.0	2.9	2.7	2.8	2.9	2.9	2.9
12	หยิบ Fixture พร้อม งาน วางบนสายพานลำเลียงเพื่อ	1.6	1.7	1.5	1.6	1.5	1.7	1.6	1.6	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.6	1.5	1.6
13	เปลี่ยนถาด Flex cable / แขนอ่าน (10 ชิ้นต่อครั้ง ครั้งล่ะ	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
14	เปลี่ยนถาด หัวอ่านเขียน (20 ชิ้นต่อครั้ง ครั้งล่ะ 9.13 sec)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	รวม	39.9	40.0	40.0	39.8	40.2	39.8	39.9	40.1	40.1	40.1	40.0	40.1	40.1	40.1	39.8	40.0	39.9	39.7	40.0	39.9	40.0

ตารางที่ ก.5 เวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของสถานีตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน ก่อนการปรับปรุง

สถานีตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน		เวลาที่ใช้ (Sec)																				
ขั้นตอน	รายละเอียดของการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	เฉลี่ย
1	หยิบ Fixture พร้อม ชิ้นงาน มาวางบน เครื่อง Swage	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.4	1.3	1.4	1.6	1.4	1.5	1.5	1.4	1.3	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
2	กด สวิตซ์ ให้เครื่องเริ่มทำงาน	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.8	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
3	เครื่อง Swage จับยึด Fixture พร้อมชิ้นงาน	0.3	0.5	0.3	0.2	0.5	0.4	0.5	0.4	0.2	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.5	0.5	0.4
4	เครื่อง Swage เลื่อนลงมาตอกบอลผ่านชิ้นงานและเลื่อน	7	7.1	7	7.1	7	7	6.9	7	7	7	7	7.1	7	7	6.9	6.9	7	7	6.9	6.9	7.0
5	หยิบ Fixture พร้อม ชิ้นงาน ออกจากเครื่อง	1.1	1	1	1.1	1	1.1	1.2	1.1	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2	1	1	1.2	1.1
6	ส่ง Fixture พร้อมงานไปยังสถานีถัดไป	1.2	1.1	1.2	1.2	1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1	1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1
	รวม	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.7	11.7	11.6	11.6	11.6	11.7	11.7	11.6	11.8	11.6	11.7	11.8	11.6	11.6	11.8	11.7

ตารางที่ ก.6 เวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของสถานีใส่ตัวแยกหัวอ่านเขียน

สถานี ใส่ตัวแยกหัวอ่านเขียน		เวลาที่ใช้ (Sec)																				
ขั้นตอน	รายละเอียดของการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	เฉลี่ย
1	หยิบ Fixture พร้อม ชิ้นงาน	1.1	0.9	1	0.9	1.1	1	0.9	1	0.9	1	1.1	1	1.1	1	1.1	1	1	1.1	1.1	0.9	1.0
2	หยิบ Transfer tool และเปิดฝาครอบ	2.1	2.1	1.9	1.9	2	2	2	2	2.1	1.8	2.2	1.9	1.9	2	2	2	2.1	1.9	2.1	1.9	2.0
3	ใส่ตัวแยกหัวอ่านเขียน	2	2	2.1	2.1	2	2.1	2.1	2.1	2	2.1	2	2.1	2.2	2	2.1	2	2.1	2	2	2.2	2.1
4	เอางาน(ชุดหัวอ่านเขียน) ออกจาก Fixture	1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1	1.1	1.1
5	ใส่ชุดหัวอ่านเขียนบน Transfer tool	1.8	1.8	1.9	1.8	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.9	1.8	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.8
6	ส่ง Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนไปยังสถานีถัดไป	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.2	1.1	1.3	1.1	1.3	1.2	1.3	1.1	1.2	1	1.3	1.2	1.2	1.2
	รวม	9.1	9.2	9.3	9.1	9.2	9.2	9.0	9.2	9.1	9.0	9.3	9.3	9.2	9.2	9.1	9.1	9.1	9.2	9.1	9.0	9.2

ตารางที่ ก.7 เวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของสถานีทาน้ำยาประสาน

สถานีทาน้ำยาประสาน		เวลาที่ใช้ (Sec)																				
ขั้นตอน	รายละเอียดของการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	เฉลี่ย
1	หยิบ Transfer tool มาส่องใต้กล้อง	1.1	1.1	1	1.1	1.1	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1	1	1.1	1.1	1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1
2	เปิดฝาครอบหัวอ่านเขียน	1.1	0.8	0.9	0.7	1	0.9	0.8	1	0.8	0.8	0.9	0.9	1	1.1	0.9	0.9	1	1	0.9	0.9	0.9
3	ใส่ fixture ช่วยลดช่องว่างระหว่างจุดเชื่อม	3.5	3.6	3.7	3.7	3.5	3.6	3.8	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.5	3.5	3.5	3.7	3.5	3.6	3.5	3.6	3.6
4	ปิดฝาครอบหัวอ่านเขียน	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6
5	ท่าน้ำยาบน จุดเชื่อมต่อของหัวอ่านเขียนและ flex cable	2.3	2.3	2.4	2.5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.5	2.4	2.3	2.5	2.3	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.5	2.5	2.4
6	ส่ง Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนไปยังสถานีถัดไป	0.9	1	1	0.9	0.9	1.1	1	1.1	1	1.1	1	0.7	1.1	1	1	1.1	1	1	1	0.9	1.0
	รวม	9.6	9.5	9.6	9.6	9.5	9.6	9.6	9.5	9.6	9.6	9.6	9.5	9.6	9.7	9.6	9.7	9.7	9.6	9.7	9.6	9.6

ตารางที่ ก.8 เวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของสถานีเชื่อมต่อวงจรหัวอ่านเขียนกับ Flex cable ก่อนการปรับปรุง

สถานีเชื่อมต่อวงจรหัวอ่านเขียนกับ Flex cable		เวลาที่ใช้ (Sec)																				
ขั้นตอน	รายละเอียดของการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	เฉลี่ย
1	หยิบ Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียน 2 ชิ้น (มือละ	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.6	1.5	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.3	1.5	1.3	1.5	1.4	1.4
2	กด สวิตซ์ ให้เครื่องเริ่มทำงาน	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	0.8	0.9	0.6	0.8	0.8	0.7	0.8	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7
3	เครื่องจับยึด Transfer tool และเคลื่อนที่เข้าพร้อมปิดฝา	1.7	1.6	1.6	1.7	2	1.6	1.8	1.8	1.4	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.8	1.5	1.7	1.7	1.8	1.7
4	เครื่องทำการเชื่อมต่อวงจรทางไฟฟ้า	17.8	17.7	17.8	18	17.9	17.8	17.7	17.8	17.8	17.7	17.8	17.7	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.7	17.6	17.8	17.8
5	หยิบ Fixture ช่วยลดช่องว่างระหว่างจุดเชื่อมออก	2.2	2.3	2.2	2.1	2.3	2.3	2.1	2.2	2.2	2.3	2.4	2.2	2.3	2.4	2.3	2.2	2.3	2.2	2.4	2.1	2.3
6	ส่ง Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนไปยังสถานีถัดไป	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	1	1	1	1	0.9	1	1	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9
7	เครื่องเปิดฝาเครื่อง เคลื่อนที่เอา Transfer tool ออกมา	1.7	1.7	1.8	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.9	1.7	1.6	1.7	1.6	1.6	1.7	1.8	1.7	1.7	1.5	1.7	1.7
8	หยิบ Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียน 2 ชิ้น	1.3	1.3	1.3	1.2	1.1	1.3	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.4	1.4	1.3	1.3
	รวม	24.6	24.5	24.6	24.7	24.6	24.5	24.7	24.7	24.7	24.5	24.4	24.6	24.5	24.5	24.5	24.6	24.5	24.5	24.5	24.7	24.6

หมายเหตุ: ▭ คนทำงานในขณะเครื่องจักรทำงาน

ตารางที่ ก.9 เวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของสถานีตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียน ก่อนการปรับปรุง

สถานีตรวจสอบตำแหน่งหัวอ่านเขียน		เวลาที่ใช้ (Sec)																				
ขั้นตอน	รายละเอียดของการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	เฉลี่ย
1	หยิบ Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนอ่าน บันทึกหมายเลขชุดหัวอ่านเขียน	1.1	1.1	1	1	1	1.2	1	1.1	1.1	1.1	1.2	1	1	1	1.1	1	1.2	1.1	1	1.1	1.1
2	หยิบ Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนมาใน ตำแหน่งทำงาน	0.8	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.8	0.6	0.6
3	หยิบเอาชุดหัวอ่านเขียนออกจาก Transfer tool	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.7	1.6	1.6	1.6	1.7	1.3	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.6	1.5	1.6	1.6
4	จัดชุดหัวอ่านเขียนบนเครื่องทดสอบตำแหน่ง	1.2	1.2	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	1.3
5	กด สวิตซ์ ให้เครื่องเริ่มทำงาน	0.5	0.4	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.7	0.5	0.6	0.3	0.4	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5
6	เครื่องเลื่อนนำชุดหัวอ่านเขียนและตรวจสอบ	2.1	2.2	1.9	2	2.1	2	2.1	2	2	2.1	2.2	2.1	2.1	1.9	2.2	2.2	2	2	2	2.1	2.1
7	เครื่องเลื่อนนำชุดหัวอ่านเขียนกลับจุดเริ่มต้น	2	1.8	1.8	2	1.8	1.7	1.8	1.8	1.9	2	1.9	1.8	2	1.8	1.8	2	2	2	2	1.9	1.9
8	หยิบ ชุดหัวอ่านเขียนออกจากเครื่อง	0.5	0.7	0.7	0.5	0.7	0.6	0.5	0.4	0.5	0.7	0.8	0.6	0.7	0.7	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6
9	จัด ชุดหัวอ่านเขียนบน Transfer tool	1.4	1.5	1.6	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.4	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.4	1.4	1.4	1.5
10	ส่ง Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนไปยัง สถานีถัดไป	1.1	1.1	1.3	1.3	1.2	1.2	1.3	1.3	1.2	1.1	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.2	1	1.2	1.2
	รวม	12.3	12.1	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.1	12.1	12.2	12.2	12.3	12.3	12.1	12.0	12.3	12.1	12.3	12.1	12.3	12.2

ตารางที่ ก.10 เวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของสถานีตรวจสอบแรงกดหัวอ่านเขียน ก่อนการปรับปรุง

สถานีตรวจสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียน		เวลาที่ใช้ (Sec)																				
ขั้นตอน	รายละเอียดของการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	เฉลี่ย
1	หยิบ Transfer tool และ นำชุดหัวอ่านเขียนออก	2	1.9	1.9	2	2.2	2	2	2	2.1	2.1	2	2	1.9	2	2	2.3	2	2.1	1.9	2	2.0
2	อ่านบันทึกหมายเลขชุดหัวอ่านเขียนแล้วนำใส่เครื่องทดสอบแรงกด	2.2	2.1	2.2	2.3	2.1	2.3	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2	2.1	2.2	2.3	2.2	2.2
3	กด สวิตซ์ ให้เครื่องเริ่มทำงาน	0.7	0.6	0.8	0.7	0.7	0.7	0.9	0.7	0.6	0.8	0.7	0.6	0.8	0.6	0.7	0.8	0.5	0.8	0.6	0.7	0.7
4	เครื่องทดสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียน	15.7	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.9	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.9	15.8	15.8	15.9	15.8	15.8	15.7	15.8
5	นำชุดหัวอ่านออกจากเครื่อง	0.8	0.9	0.9	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.9	0.8	0.8	0.7	0.9	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8
6	จัด ชุดหัวอ่านเขียนบน Transfer tool	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.3	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
7	ส่ง Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนไปยังสถานีถัดไป	1	1.1	1	0.9	1	1	1	1	1.1	1	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1	1.1	0.9	1	1	1.0
	รวม	23.9	23.9	24.1	23.9	24.1	24.1	24.1	24.1	24.1	24.1	24.1	24.0	23.9	24.0	24.1	24.1	24.0	24.1	24.0	24.0	24.0

ตารางที่ ก.11 เวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของสถานีอ่านบันทึกหมายเลขของ Slider

สถานีอ่านบันทึกหมายเลขของ Slider		เวลาที่ใช้ (Sec)																				
ขั้นตอน	รายละเอียดของการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	เฉลี่ย
1	กด สวิตซ์ ให้เครื่องเริ่มทำงาน	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.7	0.5	0.7	0.4	0.7	0.6	0.6
2	เครื่องอ่านหมายเลข Slider	21.7	21.5	21.6	21.7	21.8	21.6	21.7	21.5	21.6	21.7	21.7	21.5	21.7	21.6	21.5	21.7	21.6	21.8	21.6	21.5	21.6
3	หยิบ Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียน อ่านบันทึกหมายเลย แล้ววางบน เครื่อง	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.3	1.2	1.4	1.2	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3
4	เปิดฝาครอบชุดหัวอ่านเขียนของงานรอเข้า	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	1.1	0.8	0.8	0.9	0.7	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
5	ปิดฝาครอบชุดหัวอ่านเขียนของงานรอออก	0.6	0.5	0.4	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.7	0.6	0.7	0.5	0.6	0.6	0.5	0.7	0.5	0.6
6	นำTransfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนออกจากเครื่อง	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7
7	ส่ง Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนไปยังสถานีถัดไป	1.0	1.1	1.0	1.0	0.9	1.2	1.0	1.1	1.1	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0
	รวม	22.3	22.1	22.1	22.2	22.2	22.1	22.4	22.1	22.2	22.3	22.2	22.1	22.3	22.1	22.2	22.2	22.3	22.2	22.3	22.1	22.2

หมายเหตุ: ▭ คนทำงานในขณะเครื่องจักรทำงาน

ตารางที่ ก.12 เวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของสถานีทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า

สถานีทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า		เวลาที่ใช้ (Sec)																				
ขั้นตอน	รายละเอียดของการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	เฉลี่ย
1	หยิบ Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียน อ่านบันทึกหมายเลย แล้ววางบน เครื่อง	1.0	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.4	1.3	1.2	1.4	1.4	1.3	1.4	1.3	1.5	1.2	1.3	1.3
2	เปิดฝาครอบชุดหัวอ่านเขียน	1.0	0.8	0.9	1.0	1.0	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9
3	กด สวิตซ์ ให้เครื่องเริ่มทำงาน	0.6	0.4	0.5	0.5	0.6	0.4	0.3	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5
4	เครื่องทดสอบชุดหัวอ่านเขียน	15.2	15.0	15.1	15.0	15.1	15.0	15.2	15.1	15.1	14.9	15.0	15.2	15.1	15.3	15.2	15.2	15.1	14.9	15.1	15.0	15.1
5	ปิดฝาครอบชุดหัวอ่านเขียน	0.7	0.7	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.7	0.4	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.8	0.6	0.6
6	นำTransfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนออกจากเครื่อง	0.7	0.9	0.7	0.8	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8	0.7	0.9	0.8	0.9	0.8	0.5	0.8	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8
7	นำ ชุดหัวอ่านเขียนออกจาก Transfer tool และวางบนถาดของสถานีถัดไป	2.8	2.8	2.8	2.6	2.6	2.8	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.6	2.6	2.9	2.7	2.7	2.8	2.6	2.7	2.7
	รวม	22.0	21.9	21.8	21.8	22.0	21.8	21.9	21.9	21.8	21.8	21.7	22.0	22.0	21.9	21.8	22.0	21.6	22.0	22.0	21.8	21.9

ตารางที่ ก.13 เวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของสถานีตรวจสอบขั้นสุดท้าย (Visual Inspection)

สถานี การตรวจสอบขั้นสุดท้าย (Visual inspection)		เวลาที่ใช้ (Sec)																				
ขั้นตอน	รายละเอียดของการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	เฉลี่ย
1	หยิบชุดหัวอ่านเขียนส่องใต้กล้อง	1.4	1.4	1.3	1.5	1.4	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4	1.3	1.4	1.3	1.3	1.4	1.3	1.4	1.4	1.3	1.4
2	ตรวจสอบชุดหัวอ่านใต้กล้องขยาย	18	18	18.1	18.1	18.1	18.1	18.2	18	18.1	18.2	18.1	18.1	18.1	18.1	18.2	18	18	18.2	18.1	18.1	18.1
3	ใส่ Head protector	2.8	2.8	2.8	2.8	2.7	2.9	2.8	2.8	2.8	2.7	2.8	2.9	2.8	2.9	2.9	3	2.9	2.8	2.8	2.8	2.8
4	ใส่ชุดหัวอ่านเขียนบน ภาชนะบรรจุ	2.3	2.2	2.3	2.1	2.2	2.2	2.1	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.3	2.1	2.2	2.2
5	เปลี่ยนภาชนะบรรจุ (ทุก 10 ชิ้น ต่อ 9.31 sec)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
6	นำ ภาชนะบรรจุเต็มแล้วไปวางบนที่จัดเก็บรอส่งหมอบ (ทุก 50 ชิ้น ต่อ 14.56 sec)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	รวม	25.7	25.6	25.7	25.7	25.6	25.7	25.7	25.7	25.7	25.8	25.7	25.7	25.7	25.7	25.8	25.7	25.5	25.9	25.6	25.6	25.7

ตารางที่ ก.14 เวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของสถานีตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน หลังปรับปรุง

สถานีตอกยึดหัวอ่านเขียนกับแขนอ่าน		เวลาที่ใช้ (Sec)																				
ขั้นตอน	รายละเอียดของการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	เฉลี่ย
1	ใส่ fixture พร้อมชิ้นงานในเครื่องแล้วกดสวิตซ์ให้เครื่องทำงาน	1.1	1.1	1.4	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.2	1.0	1.1	1.1	1.2	1.0	1.3	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1
2	เครื่อง Swage จับยึด Fixture พร้อมชิ้นงาน	0.4	0.4	0.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4
3	เครื่อง Swage เลื่อนลงมาตอกบอลผ่านชิ้นงานและเลื่อนขึ้นไปยังตำแหน่งเริ่มต้น และปล่อยชิ้นงาน	4.6	4.8	4.9	4.8	4.7	4.9	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.9	4.9	4.8	4.8	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.8
4	หยิบ Fixture พร้อม ชิ้นงาน จากสถานีก่อนหน้ามาวางไว้หน้าเครื่อง	1.1	1.1	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	1.1	1.0	1.1	1.2	0.7	1.1	1.0	1.0	1.1	1.2	1.0	1.1	1.0
5	หยิบ Fixture พร้อม ชิ้นงาน ออกจากเครื่อง	1.2	0.9	1.1	1.2	1.0	1.0	1.1	1.2	0.9	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	1.2	1.1
6	ส่ง Fixture พร้อมงานไปยังสถานีถัดไป	1.1	1.1	1.0	1.2	1.1	1.0	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1
	รวม	8.4	8.3	8.7	8.7	8.4	8.4	8.5	8.7	8.4	8.5	8.3	8.4	8.8	8.4	8.5	8.6	8.5	8.4	8.4	8.5	8.5

หมายเหตุ: ▭ คนทำงานในขณะเครื่องจักรทำงาน

ตารางที่ ก.15 เวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของสถานีเชื่อมต่อวงจรหัวอ่านเขียนกับ Flex cable หลังปรับปรุง

สถานีเชื่อมต่อวงจรหัวอ่านเขียนกับ Flex cable		เวลาที่ใช้ (Sec)																				
ขั้นตอน	รายละเอียดของการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	เฉลี่ย
1	หยิบ Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียน 2 ชิ้น (มือละชิ้น) ใส่ในเครื่อง Soldering	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.4	1.6	1.4	1.5	1.4	1.3	1.3	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.3	1.4
2	กด สวิตซ์ ให้เครื่องเริ่มทำงาน	0.8	0.6	0.8	0.7	0.6	0.7	0.8	0.7	0.7	0.6	0.9	0.6	0.7	0.6	0.6	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7
3	เครื่องจับยึด Transfer tool และเคลื่อนที่เข้าพร้อมปิดฝาเครื่อง	1.8	1.7	1.6	1.8	1.8	1.6	1.5	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.7	1.8	1.7	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
4	เครื่องทำการเชื่อมต่อวงจรทางไฟฟ้า	9.8	9.7	9.9	9.8	9.7	9.9	9.9	9.9	9.7	9.8	9.7	9.6	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.7	9.7	9.8	9.8
5	เครื่องเปิดฝาเครื่อง เคลื่อนที่เอา Transfer tool ออกมาหน้าเครื่องและปล่อย Transfer tool	2.2	2.4	2.3	2.3	2.2	2.3	2.3	2.3	2.2	2.4	2.2	2.3	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4	2.2	2.4	2.3
6	หยิบ Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียน 2 ชิ้น (มือละชิ้น) ออกจากเครื่อง Soldering	1	0.9	0.9	0.9	1	0.8	0.9	1	0.8	0.9	1	0.8	0.8	1	0.9	0.9	1	0.8	0.9	1	0.9
7	หยิบ Fixture ช่วยลดช่องว่างระหว่างจุดเชื่อมออก	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.7	1.6	1.7	1.8	1.7	1.8	1.7	1.7	1.8	1.7	1.6	1.7	1.8	1.7	1.7
8	ส่ง Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนไปยังสถานีถัดไป	1.3	1.3	1.1	1.3	1.4	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.5	1.4	1.4	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
	รวม	16.7	16.3	16.5	16.6	16.6	16.5	16.7	16.6	16.6	16.6	16.7	16.6	16.8	16.7	16.6	16.7	16.7	16.5	16.7	16.5	16.6

หมายเหตุ: ▭ คนทำงานในขณะเครื่องจักรทำงาน

ตารางที่ ก.16 เวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของสถานีตรวจสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียน หลังปรับปรุง

สถานีตรวจสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียน		เวลาที่ใช้ (Sec)																				
ขั้นตอน	รายละเอียดของการทำงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	เฉลี่ย
1	นำชุดหัวอ่านออกจาก fixture แล้วใส่ในเครื่องทดสอบ	1	1.1	1.1	0.9	1.1	1	0.9	1	0.8	1	1	1	1.1	1	1	1	1	1	0.9	1	1.0
2	กด สวิตซ์ ให้เครื่องเริ่มทำงาน	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.6	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7
3	เครื่องทดสอบแรงกดของชุดหัวอ่านเขียน	15.9	15.9	15.7	15.7	15.7	15.7	15.9	15.8	15.9	15.9	15.8	15.8	15.6	15.6	15.9	15.8	15.7	15.7	15.9	15.7	15.8
4	หยิบ Transfer tool และ นำชุดหัวอ่านเขียนออกจาก	2	2	2	1.9	2	2	2.2	2	2.1	2	1.9	2.1	1.9	2	2	2	1.8	1.9	2	2.1	2.0
5	อ่านบันทึกหมายเลขชุดหัวอ่านเขียนแล้วนำวางบน	2.3	2.1	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.1	2.2	2.3	2.2	2	2.4	2.2	2.1	2.1	2.4	2.2	2.3	2.1	2.2
6	ส่ง Transfer tool พร้อมชุดหัวอ่านเขียนไปยังสถานีถัดไป	1.1	0.9	1	1.1	1.1	0.9	1	0.9	1.1	1	1	1	1.1	1	1.1	1.1	1	1	0.8	1	1.0
7	นำชุดหัวอ่านออกจากเครื่อง	0.7	0.7	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1	0.8	0.7	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8
8	จัด ชุดหัวอ่านเขียนบน Transfer tool	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5	1.6	1.4	1.5	1.5	1.4	1.6	1.5	1.5	1.6	1.5	1.6	1.6	1.5	1.5	1.6	1.5
	รวม	19.8	19.9	19.8	19.8	19.8	19.7	19.8	19.8	19.7	19.7	19.8	19.7	19.7	19.9	19.9	19.8	19.9	19.8	19.7	19.9	19.8

หมายเหตุ: ▭ คนทำงานในขณะเครื่องจักรทำงาน

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายอัครวัฒน์ ไค่นุ่นสิงห์ เกิดเมื่อวันที่ 13 พฤศจิกายน 2520 ที่จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในปี พ.ศ. 2543 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2549