



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การเพิ่มผลิภาพการผลิตแผ่นลายวงจรอิเล็กทรอนิกส์

โดยใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต

PRODUCTIVITY IMPROVEMENT OF PRINTED CIRCUIT BOARD
MANUFACTURING PROCESS BY LINE BALANCING TECHNIQUE

ณ บริษัท ฟาบริเนท จำกัด

เลขที่ 5/6 ถนน พหลโยธิน ซอย คุณพระ

ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอ คลองหลวง จังหวัด ปทุมธานี

นาย ตะวัน ต้นตระกูล

รหัสนักศึกษา 583040519-9

ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2561

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

ใบประเมินผลโครงการ

ชื่อเรื่องภาษาไทย	การเพิ่มผลผลิตการผลิตแผ่นลายวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เทคนิคการจัดสมดุสลายการผลิต
ผู้รายงาน	นายตะวัน ต้นตระกูล
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ

(ผศ.ดร.ปาพจน์ เจริญอภิบาล)

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผศ.ดร.คมกฤช ปิติฤกษ์)

อาจารย์ที่ร่วมประเมิน

(นาย สิทธิ ภัคตังค์)

พนักงานที่ปรึกษา

มหาวิทยาลัยขอนแก่น อนุมัติให้แนบรายงานการปฏิบัติการสหกิจศึกษาฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

(ศาสตราจารย์อภิชัย ศิริธรรมาภรณ์)

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทย่ย่อ

เนื่องจากการผลิต PCB ผลิตภัณฑ์ COHERENT P/N : 1302509M ภายในแผนก Wave Soldering ต้องใช้เวลานานในการผลิต อันเนื่องมาจากมี Component จำนวนมากที่ใช้ในการผลิต การทำงานของพนักงานที่ไม่เหมาะสมจึงทำให้เกิดความสูญเปล่าภายในกระบวนการได้แก่ ความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนไหวมากเกินไป ความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอคอย ร้อยละอรรถประโยชน์ของเครื่องจักรต่ำ และอัตราการผลิตต่ำ เพื่อให้กระบวนการมีผลิตภาพสูงสุด และใช้ต้นทุนต่ำที่สุดในการผลิต ผู้ศึกษาจึงทำการศึกษาและหาข้อมูล จึงได้เลือกหลักการที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาได้แก่ หลักการ ECRS และการศึกษาการเคลื่อนไหวแบบ Micromotion ทำการวิเคราะห์ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงด้วยเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตโดยใช้ แผนภูมิคนและเครื่องจักร หลังจากนั้นจึงทำการพิจารณาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลจากการปรับปรุงอันได้แก่ อัตราผลผลิตด้านแรงงาน (Labor Productivity) โดยเฉลี่ยเพิ่มจาก 16 บอร์ด/คน/กะ เป็น 20 บอร์ด/คน/กะ เพิ่มขึ้น 4 บอร์ด/คน/กะ ลดเวลาการผลิตต่อจำนวน 600 บอร์ด จาก 394 ชั่วโมง เป็น 303 ชั่วโมง ลดลง 91 ชั่วโมง เพิ่มร้อยละอรรถประโยชน์ (%Utilization) เครื่องจักรจากเดิม 68.81% เพิ่มขึ้นเป็น 85.79% เพิ่มขึ้น 16.98% แต่ร้อยละอรรถประโยชน์ของพนักงานลด จาก 100% เป็น 99.81% ลดลง 0.19% เนื่องจากต้นทุนของเครื่องจักรเมื่อคำนวณเปรียบเทียบกับต้นทุนด้านแรงงานแล้วมีมากกว่า จึงพยายามให้มีร้อยละอรรถประโยชน์ของเครื่องจักรมากที่สุด และด้วย Component ที่ต้องประกอบ ไม่มี Component ตัวใดที่สามารถประเสริฐภายในเวลาการทำงานของพนักงานที่ว่างอยู่ สามารถลดต้นทุนได้ 222,982.152 บาทต่อปี โดยไม่ต้องใช้เงินลงทุนใดๆ

Abstract

Because the production of PCB product COHERENT P/N : 1302509M within the department Wave Soldering takes a long time to production. Due to having many components used in production, improper employee work. Thus causing waste within the process. Is the wastage caused by excessive movement, the wasteland caused by waiting, low percentage of utility machines and low production rates. For the highest efficiency of the process and the lowest cost in production. Therefore choosing the right principles to solve the problem is ECRS principles and Micromotion movement study. Perform analysis before and after the improvement with the production line balancing technique using man and machines charts. After that, consider and compare and analyze the results from the improvement. Labor productivity with an increase from 16 board / person / shift to 20 board / person / shift, increased 4 boards / person / shift. Reduce production time per 600 boards from 394 hours to 303 hours, down 91 hours. Increase machine utilization percentage from 68.81% to 85.79%, increase 16.98%. But the man utilization percentage decreased from 100% to 99.81%, down 0.19%. Because the cost of the machine when compared with labor costs is greater. Therefore trying to have the highest machine utilization percentage. And with the component that must be assembled, there is no component that can be completed within the time of the man's work. Can reduce the cost by 222,982.152 baht per year without any investment.

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgment)

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ฟาบริเนท จำกัด ตั้งแต่วันที่ 7 เดือน มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง วันที่ 5 พฤษภาคม พ.ศ. 2562 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้ และประสบการณ์ ต่างๆ ที่มีค่ามากมาย สำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษาฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและ สนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

1. ผศ.ดร.ปาพจน์ เจริญอภิบาล ตำแหน่ง อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจ
2. นายสิทธิ ภัคติวงศ์ ตำแหน่ง Senior Supervisor
3. นาย เลอพงษ์ โตสมจิตต์ ตำแหน่ง Senior Engineer
4. นาย สุทน ปั่นคู่ย ตำแหน่ง Senior Engineer
5. นาย อมรเทพ นิเวศน์ไชยยันตร์ ตำแหน่ง Senior Engineer
6. นางสาว ขวัญใจ ศิริรักษ์ ตำแหน่ง Supervisor 2
7. พนักงานภายในแผนก PRINTED CIRCUIT BOARD ASSEMBLY

และบุคคลท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวชื่อนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการปฏิบัติการสหกิจ ศึกษาครั้งนี้

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนในการให้ข้อมูลเป็นที่ปรึกษา ในการ ทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความรู้ความเข้าใจในประสบการณ์ชีวิตการ ทำงานจริง ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

นาย ตะวัน ต้นตระกูล
ผู้จัดทำรายงาน

สารบัญ

	หน้า
ใบประเมินผลโครงการ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 แนวทางการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study)	4
2.2 ความสูญเสียจากการปฏิบัติงานทั้ง 8 ประการ	9
2.3 หลักการ ECRS	13
2.4 7 QC Tool	14
2.5 แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ (Multiple Activity Chart)	21
2.6 การศึกษาการเคลื่อนไหวแบบไมโคร (Micromotion Study)	22
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 ศึกษาขั้นตอนกระบวนการผลิต	26
3.2 สํารวจและรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงานปัจจุบัน และหาสาเหตุของปัญหาเพื่อบ่งชี้ความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้น	26
3.3 ศึกษาและหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน	28
3.4 ทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานและติดตามผลหลังการปรับปรุง	28
3.5 วิเคราะห์และเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง	28

3.6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	28
บทที่ 4 ผลการศึกษา	
4.1 ศึกษาขั้นตอนกระบวนการผลิต ภายในแผนก Wave Soldering	29
4.2 สำรวจและรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงานปัจจุบัน และหาสาเหตุของปัญหาเพื่อป้องกันความสูญเปล่า	62
4.3 ศึกษาหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน	66
4.4 ทำการปรับปรุงกระบวนการทำงาน	66
4.5 ติดตามและวิเคราะห์ผลโดยเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง	90
4.6 สรุปผลการศึกษา	92
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการศึกษา	95
5.2 ข้อเสนอแนะ	95
บรรณานุกรม	97

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน	3
ตารางที่ 3.1 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนปัจจัยในการแก้ไขปัญหาแต่ละด้าน	27
ตารางที่ 3.2 แสดงน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย	27
ตารางที่ 4.1 แสดงลำดับงานย่อยของพนักงาน operation ทำงานร่วมกับเครื่องจักร	35
ตารางที่ 4.2 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 1 ถึงงานย่อยที่ 93	37
ตารางที่ 4.3 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 1 ถึงงานย่อยที่ 93	37
ตารางที่ 4.4 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 94 ถึงงานย่อยที่ 96	38
ตารางที่ 4.5 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 94 ถึงงานย่อยที่ 96	38
ตารางที่ 4.6 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 97	38
ตารางที่ 4.7 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 97	39
ตารางที่ 4.8 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 98 ถึงงานย่อยที่ 99	39
ตารางที่ 4.9 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 98 ถึงงานย่อยที่ 99	39
ตารางที่ 4.10 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 100 ถึงงานย่อยที่ 101	40
ตารางที่ 4.11 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 100 ถึงงานย่อยที่ 101	40
ตารางที่ 4.12 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 102 ถึงงานย่อยที่ 103	41
ตารางที่ 4.13 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 102 ถึงงานย่อยที่ 103	41
ตารางที่ 4.14 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 104	42
ตารางที่ 4.15 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 104	42
ตารางที่ 4.16 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 105	42
ตารางที่ 4.17 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 105	43
ตารางที่ 4.18 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 106	43
ตารางที่ 4.19 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 106	43
ตารางที่ 4.20 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 107 ถึงงานย่อยที่ 110	44
ตารางที่ 4.21 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 107 ถึงงานย่อยที่ 110	44

ตารางที่ 4.47 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 140	56
ตารางที่ 4.48 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 140	56
ตารางที่ 4.49 แสดงเวลาการทำงานของเครื่องจักร	57
ตารางที่ 4.50 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 142	57
ตารางที่ 4.51 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 142	57
ตารางที่ 4.52 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 143	58
ตารางที่ 4.53 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 144	58
ตารางที่ 4.54 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 144	59
ตารางที่ 4.55 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 145	59
ตารางที่ 4.56 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 145	59
ตารางที่ 4.57 แสดงเวลามาตรฐานของงานย่อยทั้งหมด	60
ตารางที่ 4.58 แสดงการคัดเลือกหัวข้อปัญหาของการผลิต	62
ตารางที่ 4.59 แสดงความสูญเสียเปล่าแต่ละชนิดที่เกิดขึ้น	65
ตารางที่ 4.60 แสดงการวิเคราะห์การทำงานในขั้นตอนการ	
ประกอบ Component กลุ่มที่ 1 ด้วยตาราง Therbling ก่อนทำการปรับปรุง	67
ตารางที่ 4.61 แสดงการวิเคราะห์การทำงานในขั้นตอนการ	
ประกอบ Component กลุ่มที่ 1 ด้วยตาราง Therbling หลังทำการปรับปรุง	67
ตารางที่ 4.62 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ	
Component P/N : 1181674, 1181671 หลังการปรับปรุง	67
ตารางที่ 4.63 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ	
งานย่อยที่ 1 ถึงงานย่อยที่ 93 หลังการปรับปรุง	68
ตารางที่ 4.64 แสดงจำนวนเวลาที่ลดได้หลังการ	
ปรับปรุงการทำงาน งานย่อยที่ 1 ถึงงานย่อยที่ 93	68
ตารางที่ 4.65 แสดงลำดับก่อนและหลังการ	
ปรับปรุงของการประกอบ Component กลุ่มที่ 2	69
ตารางที่ 4.66 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา	
ของ Component P/N : 1258686 หลังการปรับปรุง	70

ตารางที่ 4.67 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ	
Component P/N : 1258686 หลังการปรับปรุง	70
ตารางที่ 4.68 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา	
ของ Component P/N : 1180934COH-AVIA หลังการปรับปรุง	70
ตารางที่ 4.69 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ	
Component P/N : 1180934COH-AVIA หลังการปรับปรุง	71
ตารางที่ 4.70 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา	
ของ Component P/N : 1078817(6) หลังการปรับปรุง	71
ตารางที่ 4.71 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ	
Component P/N : 1078817(6) หลังการปรับปรุง	71
ตารางที่ 4.72 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา	
ของ Component P/N : 1114749 หลังการปรับปรุง	72
ตารางที่ 4.73 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ	
Component P/N : 1114749 หลังการปรับปรุง	72
ตารางที่ 4.74 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา	
ของ Component P/N : 1101002 หลังการปรับปรุง	72
ตารางที่ 4.75 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ	
Component P/N : 1101002 หลังการปรับปรุง	72
ตารางที่ 4.76 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา	
ของ Component P/N : 1184280 หลังการปรับปรุง	73
ตารางที่ 4.77 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ	
Component P/N : 1184280 หลังการปรับปรุง	73
ตารางที่ 4.78 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา	
ของ Component P/N : 1299600 หลังการปรับปรุง	73
ตารางที่ 4.79 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ	
Component P/N : 1299600 หลังการปรับปรุง	74

ตารางที่ 4.80 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา ของ Component P/N : 1227703 หลังการปรับปรุง	74
ตารางที่ 4.81 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1227703 หลังการปรับปรุง	74
ตารางที่ 4.82 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา ของ Component P/N : 1227704 หลังการปรับปรุง	75
ตารางที่ 4.83 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1227704 หลังการปรับปรุง	75
ตารางที่ 4.84 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา ของ Component P/N : 1099209 หลังการปรับปรุง	75
ตารางที่ 4.85 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1099209 หลังการปรับปรุง	76
ตารางที่ 4.86 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา ของ Component P/N : 1228327 หลังการปรับปรุง	76
ตารางที่ 4.87 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1228327 หลังการปรับปรุง	76
ตารางที่ 4.88 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา ของ Component P/N : 1172678 หลังการปรับปรุง	77
ตารางที่ 4.89 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1172678 หลังการปรับปรุง	77
ตารางที่ 4.90 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา ของ Component P/N : 1259964 หลังการปรับปรุง	77
ตารางที่ 4.91 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1259964 หลังการปรับปรุง	78
ตารางที่ 4.92 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา ของ Component P/N : 1212060 หลังการปรับปรุง	78

ตารางที่ 4.93 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ	
Component P/N : 1212060 หลังการปรับปรุง	78
ตารางที่ 4.94 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา	
ของ Component P/N : 1258706 หลังการปรับปรุง	79
ตารางที่ 4.95 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ	
Component P/N : 1258706 หลังการปรับปรุง	79
ตารางที่ 4.96 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา	
ของ Component P/N : 1087002COH-AVIA หลังการปรับปรุง	79
ตารางที่ 4.97 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ	
Component P/N : 1087002COH-AVIA หลังการปรับปรุง	80
ตารางที่ 4.98 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา	
ของ Component P/N : 1072978 หลังการปรับปรุง	80
ตารางที่ 4.99 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ	
Component P/N : 1072978 หลังการปรับปรุง	80
ตารางที่ 4.100 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา	
ของ Component P/N : 1195827 หลังการปรับปรุง	81
ตารางที่ 4.101 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ	
Component P/N : 1195827 หลังการปรับปรุง	81
ตารางที่ 4.102 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา	
ของ Component P/N : 1297930 หลังการปรับปรุง	81
ตารางที่ 4.103 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ	
Component P/N : 1297930 หลังการปรับปรุง	82
ตารางที่ 4.104 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา	
ของ Component P/N : 1075758 หลังการปรับปรุง	82
ตารางที่ 4.105 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ	
Component P/N : 1075758 หลังการปรับปรุง	82

ตารางที่ 4.106 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา ของ Component P/N : 1157133 หลังการปรับปรุง	83
ตารางที่ 4.107 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1157133 หลังการปรับปรุง	83
ตารางที่ 4.108 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา ของ Component P/N : 1259080 หลังการปรับปรุง	83
ตารางที่ 4.109 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1259080 หลังการปรับปรุง	84
ตารางที่ 4.110 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา ของ Component P/N : 1258616 หลังการปรับปรุง	84
ตารางที่ 4.111 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1258616 หลังการปรับปรุง	84
ตารางที่ 4.112 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลา ของ Component P/N : 1276389 หลังการปรับปรุง	85
ตารางที่ 4.113 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1276389 หลังการปรับปรุง	85
ตารางที่ 4.114 แสดงเวลามาตรฐานของงานย่อย หรือ Component ทั้งหมด หลังการปรับปรุง	86
ตารางที่ 115 สรุปเวลาการทำงานที่ลดได้ของ การประกอบ Component กลุ่มที่ 1 และ 2	87
ตารางที่ 4.116 ตารางบันทึกผลการทำงานประจำวัน ของพนักงานหลังการปรับปรุงกระบวนการ	90
ตารางที่ 4.117 แสดงผลผลิตภาพด้านแรงงานก่อนและหลังการปรับปรุง	91
ตารางที่ 4.118 แสดงระยะเวลาการผลิตจำนวน 600 บอร์ด	92
ตารางที่ 4.119 แสดงร้อยละอรรถประโยชน์ (%Utilization) ของพนักงานและเครื่องจักรก่อน	92

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างใบตรวจสอบ	16
รูปที่ 2.2 แสดงตัวอย่างกราฟ	16
รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต้	17
รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างแผนผังก้างปลา	18
รูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่างฮิสโตแกรม	18
รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างผังการกระจาย	19
รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่างแผนภูมิควบคุม	20
รูปที่ 2.8 แสดงตารางสัญลักษณ์เทอร์บลิค	24
รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนวิธีดำเนินงาน	25
รูปที่ 4.1 แสดงการดำเนินการผลิตของแผ่นก Wave Soldering	29
รูปที่ 4.2 แสดงอัตราส่วนจำนวนการสั่งผลิต	
จากแต่ละลูกค้ำที่ภายในแผ่นก Wave Soldering	30
รูปที่ 4.3 แสดงอัตราส่วนจำนวนการสั่งผลิต	
แต่ละ Models จากลูกค้ำ COHERENT ภายในแผ่นก Wave Soldering	31
รูปที่ 4.4 แผนผังแสดงสถานีการทำงานภายในแผ่นก Wave Soldering	32
รูปที่ 4.5 แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหาในการผลิต	63
รูปที่ 4.6 แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man and Machine Chart)	64
รูปที่ 4.7 แสดงระยะเวลาการประกอบก่อนและหลังปรับปรุงของแต่ละ component	88
รูปที่ 4.8 แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man and Machine Chart) หลังการปรับปรุง	89

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

เนื่องด้วยในปัจจุบันธุรกิจอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เป็นอุตสาหกรรมที่ขนาดใหญ่ มีความต้องการจากตลาดค่อนข้างมาก และมีแนวโน้มขยายตัวขึ้นในทุกๆปี ทำให้มีผู้ผลิตหลายรายในอุตสาหกรรมนี้มีการแข่งขันที่สูงและรุนแรง ซึ่งการจะตอบสนองความต้องการของลูกค้า และนำมาซึ่งความได้เปรียบในการแข่งขันได้นั้น ทางผู้ประกอบการจำเป็นต้องพัฒนาทั้งในด้านคุณภาพ ราคา รวมถึงความตรงต่อเวลา โดยใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำที่สุด

บริษัท ฟาบริเนท จำกัด ดำเนินธุรกิจเป็นผู้รับจ้าง ผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคมให้กับบริษัทชั้นนำในกลุ่มอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ โทรคมนาคม, โยแก้วนำแสง, ชิ้นส่วนยานยนต์ และเครื่องมือแพทย์ โดยในแผนก PCBA ที่ทำการศึกษาเป็นแผนกที่ทำการประกอบ component ต่างๆเข้ากับบอร์ด PCB ซึ่งมีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตเป็นจำนวนมาก หนึ่งในนั้นที่ผู้ศึกษาเลือกนำมาศึกษาคือผลิตภัณฑ์จากลูกค้า COHERENT มีจำนวนการผลิตค่อนข้างมาก และใช้เวลาในการผลิตนาน ในกระบวนการผลิตดังกล่าวยังมีความสูญเสียอยู่ สายการผลิตที่ไม่สมดุล ความล่าช้าที่เกิดจากรูปแบบการปฏิบัติงานของพนักงานที่ไม่เหมาะสม ไม่มีการจัดลำดับในการประกอบ component ทำให้การส่งมอบผลิตภัณฑ์ไปยังแผนกถัดไปล่าช้ากว่ากำหนด มีผลให้ต้องเผื่อเวลาในการผลิตไว้ค่อนข้างมาก และนำสินค้าชนิดถัดไปมาผลิตได้ช้า

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้ศึกษาจึงได้เลือกหัวข้อ “ การเพิ่มผลผลิตภาพการผลิตแผ่นลายวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต ” นำมาศึกษา และใช้เทคนิคทางด้านวิศวกรรมในการศึกษา หาแนวทางแก้ไขปัญหา และความเป็นไปได้ของการแก้ไข เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อเพิ่มผลผลิตภาพด้านแรงงาน (Productivity)
2. เพื่อเพิ่มร้อยละอัตราประโยชน์ของเครื่องจักร (%Utilization)
3. เพื่อลดเวลาในการผลิตสินค้า COHERENT P/N : 1302509M

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ด้านเนื้อหา

ศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์ COHERENT P/N : 1302509M โดยใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของความสูญเสียและปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมนี้ในการลดความสูญเสีย และแก้ไขปัญหาที่พบ เพื่อเพิ่มผลิตภาพสูงสุด

1.3.2 ด้านสถานที่

บริษัท ฟาบริเนท จำกัด

Business Units : PCBA (Printed Circuit Board Assembly)

แผนก : Wave Soldering

1.3.3 ด้านระยะเวลา

ทำการศึกษาดังแต่วันที่ 7 มกราคม – 5 พฤษภาคม พ.ศ.2561

รวมระยะเวลา 16 สัปดาห์

1.4 แนวทางการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาขั้นตอนและกระบวนการภายใน BU PCBA

1.4.2 ศึกษาขั้นตอนและกระบวนการภายในแผนก Wave Soldering โดยมุ่งเน้นศึกษาผลิตภัณฑ์ COHERENT P/N : 1302509M

1.4.3 ค้นหาปัญหา ความสูญเสีย ของกระบวนการในปัจจุบัน รวมถึงหาสาเหตุของปัญหาและความสูญเสียที่เกิดขึ้น

1.4.4 ศึกษาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข

1.4.5 ทำการปรับปรุงการทำงาน และเก็บข้อมูลหลังปรับปรุง

1.4.6 ทำการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลก่อนและหลังการปรับปรุง

1.4.7 สรุปผลการศึกษา และนำเสนอ

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน	ม.ค.			ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.
	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
1. ศึกษาขั้นตอนและกระบวนการภายใน BU PCBA	Plan	Plan														
2. ศึกษาขั้นตอนและกระบวนการภายในแผนก Wave Soldering			Plan	Plan												
3. ค้นหาปัญหา ความสูญเสียเปล่า ของกระบวนการในปัจจุบัน รวมถึงหาสาเหตุของปัญหา					Plan	Plan										
4. ศึกษาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข							Plan	Plan								
5. ทำการปรับปรุงการทำงาน และเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง									Plan	Plan						
6. ทำการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลก่อนและหลังการปรับปรุง											Plan	Plan				
7. สรุปผลการศึกษา และนำเสนอ														Plan	Plan	Plan

 Plan

 Actual

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ลดระยะเวลาในการผลิต

1.6.2 ลดต้นทุนในการผลิต

1.6.3 เพิ่มผลิตภาพในการผลิต

1.6.4 นำการแก้ปัญหาในการผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นๆภายในบริษัท

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่องการเพิ่มผลผลิตภาพการผลิตแผ่นลายวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แนวคิด และเครื่องมือทางวิศวกรรมนำมาใช้เพื่อประมวลผลวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานสหกิจศึกษา ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study)

การศึกษาเวลาโดยตรงเป็นเทคนิคการวัดผลงานอย่างหนึ่ง โดยผู้ที่ทำการวัดผลงานไปดูการปฏิบัติงานของพนักงาน และจับเวลาในการทำงานนั้นด้วยนาฬิกาจับเวลา นอกจากทำให้ทราบเวลาที่ใช้ในการทำงานนั้นๆแล้วยังสามารถนำไปหาเวลามาตรฐานของงานนั้น และยังสามารถทำงานแล้วเสร็จด้วยอัตราการทำงานปกติตามวิธีการที่กำหนดให้ เราเรียกว่า เวลามาตรฐาน

2.1.1 ขั้นตอนการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลาประกอบไปด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. ค้นหาและจัดบันทึกข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา รวมทั้งสภาพสิ่งแวดล้อมที่อาจมีผลต่อการทำงานนั้น
2. การแบ่งงานออกเป็นงานย่อย หลังจากจัดบันทึกรายละเอียดข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับงาน สถานที่ทำงาน และสิ่งแวดล้อมแล้วขั้นต่อไปคือ การบันทึกวิธีการทำงานเพื่อจับเวลา เนื่องจากการศึกษาวิธีการหรือการศึกษาเวลาเป็นการศึกษางานที่ทำซ้ำๆกัน เมื่อทำงานครบรอบจะได้งานออกมาหนึ่งชุด ซึ่งอาจได้ผลิตภัณฑ์ชิ้นเดียวหรือหลายชิ้นก็ได้ เมื่อชิ้นงานรอบใหม่ก็มีวิธีการทำงานเหมือนรอบแรก นานๆครั้งจึงจะมีงานอื่นแทรกเข้ามา เช่น การตรวจสอบ คุณภาพ การจดยรายละเอียดของงาน จึงบันทึกรายละเอียดเพียงรอบการทำงานเดียว ดังนั้นเพื่อให้แน่ใจว่าการทำงานแต่ละรอบเหมือนกัน จึงแบ่งรายละเอียดของงานออกเป็นขั้นตอนย่อยๆต่อเนื่องกัน งานแต่ละขั้นตอนเรียกว่า งานย่อย (Element) ทั้งนี้เพื่อให้การตรวจสอบวิธีการทำงานในแต่ละรอบง่ายและสะดวก

ทั้งนี้สามารถให้ความหมายคำที่เกี่ยวข้องได้ ดังนี้

- งานย่อย หมายถึง ขั้นตอนหนึ่งของงานที่กำลังศึกษา ขั้นตอนนี้มีการทำงานที่แน่นอน ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการสังเกต จดบันทึกเวลา และการวิเคราะห์
- งานหนึ่งรอบ คือ ลำดับของงานย่อยที่ทำต่อเนื่องกันจนสำเร็จได้งานหนึ่งชุด ทั้งนี้รวมถึงงานย่อยที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราวด้วย โดยงานในหนึ่งรอบนั้นจะเริ่มต้นด้วยงานย่อยใดก็ได้ ทำเรียงต่อไปจนครบรอบการทำงาน โดยจะเวียนมาบรรจบที่เดิมซึ่งเป็นงานหนึ่งรอบ จุดสิ้นสุดของงานย่อยหนึ่งเป็น จุดเริ่มต้นของงานย่อยถัดไป และสามารถแบ่งงานออกเป็นงานย่อยตามหลักการ ดังนี้
- งานย่อยต้องมีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดที่แน่นอน และแบ่งแยกชัดเจน จุดสิ้นสุดของงานย่อยเรียกว่า Break Point จุดสิ้นสุดของงานย่อยหนึ่งจะเป็นจุดเริ่มต้นของงานย่อยถัดไป
- เวลาของงานย่อยควรสั้น แต่ก็ไม่สั้นจนกระทั่งจับเวลาไม่ได้ ปกติเวลาของงานย่อยอยู่ระหว่าง 0.04 นาที (2.4 วินาที) ถึง 0.33 นาที (20 วินาที) ถ้าเวลาของงานย่อยสั้นเกินไปควรรวมหลายงานย่อยเข้าด้วยกัน เพื่อให้มีเวลาเพียงพอในการจับเวลาและจดบันทึก
- งานย่อยที่ทำด้วยมือ (Manual Element) ควรแยกออกจากงานย่อยที่ทำโดยเครื่องจักร (Machine Element) เพราะงานย่อยที่ทำด้วยมือใช้เวลาไม่คงที่ช้าหรือเร็ว ขึ้นอยู่กับผู้ปฏิบัติงานเป็นหลัก แต่งานย่อยที่ทำโดยเครื่องจักรค่อนข้างคงที่เพราะป้อนชิ้นงาน หรือผลิตชิ้นงานด้วยเครื่องจักรเองแบบอัตโนมัติ
- งานย่อยที่คนงานทำในขณะที่เครื่องจักรทำงาน (Inside Work Element) ควรแยกออกจากงานย่อยที่คนงานทำในขณะที่เครื่องจักรหยุด (Outside Work Element) เพราะงานที่คนงานทำในขณะที่เครื่องจักรทำงาน ถ้าคนงานทำเสร็จก่อนเครื่องจักรหยุดก็ไม่ทำให้ เวลาของครบรอบงานเพิ่มขึ้น แต่คนงานก็ยังเหนื่อย
- งานย่อยคงที่ควรแยกออกจากงานย่อยแปรผัน โดยงานย่อยคงที่ (Constant Element) คือ งานย่อยที่ทำแล้วมีเวลาทำงานคงที่ ส่วนงานย่อยแปรผัน (Variable Element) คือ งานย่อยที่มีเวลาทำงานไม่คงที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์ เครื่องมือ หรือ วิธีการผลิต

- งานย่อยที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราวให้จับเวลาแยกออกจากงานย่อยที่เกิด ประจำ อย่างไรก็ตาม ความจำเป็นในการแบ่งงานออกเป็นงานย่อยให้ละเอียด มากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของการผลิต การกระทำ และผลลัพธ์ที่ต้องการ

3. การสังเกตและจดบันทึกเวลา โดยการจับเวลามี 3 วิธี ดังนี้

- การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing)
- การจับเวลาแบบย้อนกลับ (Repetitive Timing หรือ Snap-back Timing)
- การจับเวลาแบบสะสม (Accumulating Timing)

โดยการจับเวลาแบบต่อเนื่องและการจับเวลาแบบย้อนกลับ เป็นการจับเวลาที่นิยมใช้กันมากกว่าวิธีการจับเวลาแบบสะสม

4. การคำนวณหาจำนวนรอบการทำงาน เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการทำงานย่อยเดียวกันของแต่ละรอบงานย่อมมีความแตกต่างกันบ้างไม่มากนักน้อย ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากเครื่องมือ อุปกรณ์ สิ่งแวดล้อม หรือพนักงาน หากความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการทำงานย่อยชนิดเดียวกันมีมาก ความเชื่อถือได้ของข้อมูลนั้นก็ย่อมลดลง ดังนั้นจำนวนข้อมูลจะต้องเพิ่มขึ้น เพื่อให้ข้อมูลเชื่อถือได้ ดังนั้นจำนวนรอบในการจับเวลาก็ต้องมากตามไปด้วย แต่ถ้าเวลาที่มีความแตกต่างกันน้อยจำนวนรอบในการจับเวลาก็น้อยตามไปด้วย ทั้งนี้จำนวนรอบในการจับเวลาของแต่ละงานย่อยขึ้นอยู่กับระดับความเชื่อมั่นของข้อมูล และการยอมให้มีความผิดพลาดไปจากความเป็นจริงมากน้อยเพียงใด โดยปกติจะใช้ระดับความเชื่อมั่น 95% และความถูกต้องของข้อมูล +5% คือ ผิดพลาดได้ไม่เกิน +5% และการคำนวณหาจำนวนรอบในการจับเวลาจะใช้หลักสถิติเข้ามาช่วย โดยถือว่าข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย
$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$$\sigma = \frac{1}{n} \sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยแต่ละงานย่อย
$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

แทนค่า σ ลงในสมการจะได้
$$\sigma\bar{x} = \frac{\frac{1}{n}\sqrt{n\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sqrt{N}}$$

เมื่อ x คือ เวลาของงานย่อยเดียวกันในแต่ละรอบ

n คือ จำนวนรอบที่ทดลองจับเวลา นั่นคือ จำนวนงานย่อยเดียวกันที่ต้องทดลองจับเวลา

N คือ จำนวนรอบที่ต้องจับเวลา นั่นคือ จำนวนงานย่อยเดียวกันที่ต้องจับเวลา

ถ้าต้องการระดับความเชื่อมั่นของข้อมูล 95% และความผิดพลาดไม่เกิน $\pm 5\%$ หมายความว่า พื้นที่ใต้โค้งปกติ 95% อยู่ภายในช่วง $\pm 2\sigma\bar{x}$ และความผิดพลาดอยู่ในช่วง $\pm 0.05\bar{x}$ ดังนั้น

$$0.05\bar{x} = 2\sigma\bar{x}$$

$$0.05 \frac{\sum x}{n} = \frac{\frac{2}{n}\sqrt{n\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sqrt{N}}$$

$$N = \left[40 \frac{\sqrt{n\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

เมื่อคำนวณจำนวนรอบของงานย่อยจนครบ ให้เลือกจำนวนรอบที่มากที่สุด เป็นจำนวนรอบที่ต้องจับเวลาของงานนั้น เพราะจะทำให้ข้อมูลทั้งหมดมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับที่ต้องการ

5. การคำนวณเวลาปกติ (Normal Time) จากผลการสังเกตการณ์เวลา คือ ความเร็วในการทำงานที่รู้สึกได้ระหว่างการสังเกตการณ์และค่าเวลาซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ได้ กรณีที่ ปฏิบัติตามการทำงานมาตรฐานอย่างเคร่งครัด แต่ยังเกิดความแตกต่างของระดับความสำเร็จของงาน (Performance) เพราะมีความแตกต่างของความเร็วในการทำงาน ความแตกต่างระหว่างความเร็วจริงและความเร็วปกติเป็นผลจากสาเหตุที่ซับซ้อนอันเนื่องจากระดับการเรียนรู้ หรือความเหมาะสมของผู้ปฏิบัติงาน การรับรู้ความต่างเมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วปกตินี้เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับค่าเวลาที่สอดคล้องกับแนวคิดเวลามาตรฐาน ยิ่งไปกว่านั้นยังจำเป็นสำหรับการปรับโดยใช้ ค่าปรับอัตราความเร็ว (Rating) ให้ตรงกับระดับความสำเร็จของ

งาน จากความสัมพันธ์ระหว่าง ระดับความสำเร็จ (Performance) และความเร็วในการทำงานนี้ จึงต้องมีการเรตติง (Rating) คือ การเปรียบเทียบความเร็วการทำงานปกติกับความเร็วการทำงานของผู้ที่ถูกสังเกตการณ์ และทำการแก้ไขค่าเวลาที่สังเกตการณ์ได้ให้เป็นความเร็วปกติ โดยบางครั้งเรียกระตติงว่า เพอร์ฟอร์แมนซ์-เรตติง แสดงได้ดังสมการ ดังนี้

$$\text{Normal Time} = \text{Representative Time} \times \text{Rating Factor}$$

เวลาปกติ = เวลาตัวแทน x ค่าปรับอัตราความเร็ว

โดยวิธีในการเรตติงมีหลายวิธี โดยวิธีที่แพร่หลาย มีดังนี้ (โยชิโมโตะ, 2547)

- สปีดเรตติง เป็นวิธีการเชิงอัตวิสัย คือ เปรียบเทียบระดับ ความสำเร็จมาตรฐานที่ผู้สังเกตการณ์มีอยู่ กับ ระดับความสำเร็จจริงของผู้ปฏิบัติงาน ระหว่างการสังเกตการณ์และประเมิน โดยระดับความสำเร็จมาตรฐานนี้เป็นมาตรฐานที่จัดทำไว้ที่เรตติง 100 ตัวอย่างเช่น ได้วัดเวลาของผู้ปฏิบัติงาน A และ B ที่กำลังทำงานเหมือนกันอย่างหนึ่งอยู่ ระดับ ความสำเร็จจริงของ A สูงกว่าระดับความสำเร็จมาตรฐาน 25% ส่วน B ต่ำกว่า 20% ขณะเดียวกันวัดเวลางานของ A ได้ 0.16 นาที ของ B ได้ 0.25 นาที ใช้ค่าเหล่านี้ไป คำนวณเวลา สุทธิแก้ไข หรือเวลาปกติของผู้ปฏิบัติงานทั้งสองได้ดังนี้

$$\text{เวลาสุทธิแก้ไข} = \text{เวลาสังเกตการณ์} \times \text{ค่าคงที่เรตติง}$$

$$= \text{เวลาสังเกตการณ์} \times \text{ระดับความสำเร็จจริง/ระดับความสำเร็จมาตรฐาน}$$

$$A = 0.16 \text{ นาที} \times 125/100 = 0.25 \text{ นาที}$$

$$B = 0.25 \text{ นาที} \times 80/100 = 0.20 \text{ นาที}$$

จะเห็นว่า หากเป็นงานเดียวกัน แม้ผู้ปฏิบัติงานจะต่างกัน ก็จะได้เวลาสุทธิแก้ไขที่เหมือนหรือใกล้เคียงกัน

6. การคำนวณเวลาเผื่อ (Allowances) ในการทำงานใดๆก็ตาม แม้ว่าจะได้พยายามจัดวิธีการทำงานให้ดีที่สุดแล้วก็ตาม แต่พนักงานก็ยังเกิดความเมื่อยล้า ความเครียดขึ้นได้ นอกจากนี้ยังต้องการไปทำธุระส่วนตัว เช่น ไปห้องน้ำ ไปดื่มน้ำ เป็นต้น จึงจำเป็นต้องเพิ่มเวลาเผื่อเข้าไปในเวลางานด้วย เวลาเผื่อจึงเป็นเวลาที่เพิ่มให้กับเวลาทำงานจริงๆ ทั้งนี้เพื่อให้คนงานมีโอกาสดำเนินตัวจากความเมื่อยล้าทางร่างกาย ความเครียดทางจิตใจ ได้ไปทำธุระส่วนตัวตามความเป็น

7. การเปลี่ยนเวลาปกติ (Normal Time) ให้เป็นเวลามาตรฐาน (Standard Time) โดยเวลามาตรฐาน คือ เวลาที่ใช้ในการทำงานหนึ่งๆ ให้แล้วเสร็จด้วย ความสามารถในการทำงานมาตรฐาน เขียนเป็นสมการ ได้ดังนี้

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาปกติ} + \text{เวลาเผื่อต่างๆ}$$

2.2 ความสูญเสียจากการปฏิบัติงานทั้ง 8 ประการ

วิชิต (2550) ได้อธิบายความสูญเสียจากการปฏิบัติงานทั้ง 8 ประการไว้ดังนี้

2.2.1 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction) การผลิตสินค้า ปริมาณมากเกินไปความต้องการการใช้งานในขณะนั้น หรือผลิตไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน มาจากแนวความคิดเดิมที่ว่าแต่ละขั้นตอนจะต้องผลิตงานออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดในแต่ละครั้ง โดยไม่ได้คำนึงถึงจะทำให้มีงานระหว่างทำ (Work in Process, WIP) ในกระบวนการเป็นจำนวนมาก และทำให้กระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น

ปัญหาจากการผลิตมากเกินไป

1. เสียเวลาและแรงงานไปในการผลิตที่ยังไม่จำเป็น
2. เสียพื้นที่ในการจัดเก็บ WIP
3. เกิดการขนย้าย
4. ของเสียไม่ได้รับการแก้ไขทันที
5. ต้นทุนจม
6. ปิดบังปัญหาการผลิต

การปรับปรุง

1. บำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมผลิตตลอดเวลา
2. ลดเวลาการตั้งเครื่องจักรโดยศึกษาเวลาในการตั้งเครื่องจักรจากนั้นทำการปรับปรุง
 - 2.1 จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ให้พร้อมก่อนเริ่มตั้งเครื่อง
 - 2.2 แยกขั้นตอนที่ทำได้ในขณะที่เครื่องจักรยังทำงานอยู่ออกจากขั้นตอนที่ต้องทำเมื่อ

เครื่องจักรหยุด

- 2.3 จัดลำดับขั้นตอนในการตั้งเครื่องจักรให้เหมาะสม
- 2.4 กระจายงานอย่างเหมาะสมโดยไม่ให้เกิดการรอนาน
- 2.5 จัดหา/ทำอุปกรณ์เพื่อช่วยในการกำหนดตำแหน่งอย่างรวดเร็ว
3. ปรับปรุงขั้นตอนที่เป็นคอขวดในกระบวนการ เพื่อลดรอบเวลาการผลิต

4. ผลิตในปริมาณและเวลาที่ต้องการเท่านั้น

5. ฝึกให้พนักงานมีทักษะหลายอย่าง

2.2.2 ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory) การซื้อวัสดุคราวละมาก ๆ เพื่อเป็นประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับผลิตตลอดเวลา หรือเพื่อให้ได้ส่วนลดจากการสั่งซื้อจะส่งผลให้วัสดุที่อยู่ในคลังมีปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการใช้งานอยู่เสมอเป็นภาระในการดูแลและการจัดการ

ปัญหาจากการเก็บวัสดุคงคลัง

1. ใช้พื้นที่จัดเก็บมาก
2. ต้นทุนจม
3. วัสดุเสื่อมคุณภาพ (หากระบบการควบคุมวัสดุคงคลังไม่ดีพอ)
4. สั่งซื้อซ้ำซ้อน (หากระบบการควบคุมวัสดุคงคลังไม่เพียงพอ)
5. ต้องการแรงงานและการจัดการมาก

การปรับปรุง

1. กำหนดระดับในการจัดเก็บ มีจุดสั่งซื้อที่ชัดเจน
2. ควบคุมปริมาณวัสดุโดยใช้เทคนิคการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) เพื่อให้สามารถเข้าใจและสังเกตได้ง่าย
3. ใช้ระบบเข้าก่อน ออกก่อน (First in First out) เพื่อป้องกันไม่ให้มีวัสดุ ตกค้างเป็นเวลานาน
4. วิเคราะห์หาวัสดุทดแทน (Value Engineering) ที่สามารถสั่งซื้อได้ง่ายมาใช้งานเพื่อลดปริมาณวัสดุที่ต้องทำการจัดเก็บ

2.2.3 ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportations) การขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุ ดังนั้นจึงต้องควบคุมและลดระยะทางในการขนส่งลงให้เหลือเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

ปัญหาจากการขนส่ง

1. ต้นทุนในการขนส่ง ได้แก่ เชื้อเพลิง แรงงาน
2. เสียเวลาในการผลิต
3. วัสดุเสียหายหากวิธีการขนส่งไม่เหมาะสม
4. เกิดอุบัติเหตุหากขาดความระมัดระวังในการขนส่ง

การปรับปรุง

1. วางผังเครื่องจักรใหม่ จัดลำดับเครื่องจักรตามกระบวนการผลิตให้อยู่ใน บริเวณเดียวกันเพื่อลด ระยะทางขนส่งในแต่ละขั้นตอน

2. ลดการขนส่งซ้ำซ้อน

3. ใช้อุปกรณ์ขนถ่ายที่เหมาะสม

4. ลดปริมาณชิ้นงานในการขนส่งแต่ละครั้ง เพื่อให้สามารถส่งงานไปให้ขั้นตอนต่อไปได้เร็วขึ้นไม่ ต้องเสียเวลารอนาน

2.2.4 ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion) ทำางการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น ต้องเอื้อมหยิบของที่อยู่ไกล ก้มตัวของนักที่วางอยู่บนพื้น ฯลฯ ทำให้เกิดความล้าต่อร่างกายและทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานอีกด้วย

ปัญหาจากการเคลื่อนไหว

1. เกิดระยะทางในการเคลื่อนที่ทำให้สูญเสียเวลาในการผลิต

2. เกิดความล้าและความเครียด

3. อุบัติเหตุ

4. เสียเวลาและแรงงานในการทำงานที่ไม่จำเป็น

การปรับปรุง

1. ศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานให้เกิดการ เคลื่อนไหวน้อย ที่สุด และเหมาะสมที่สุดตามหลักการยศาสตร์ (Ergonomic) เท่าที่จะทำได้

2. จัดสภาพการทำงาน (Working Condition) ให้เหมาะสม

3. ปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงานให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน

4. ทำอุปกรณ์ช่วยจับยึดชิ้นงาน (Jig, Fixtures) เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างสะดวกรวดเร็วมาก

ยิ่งขึ้น

2.2.5 ความสูญเสียเนื่องจากระบวนการผลิต (Processing) เกิดจากระบวนการผลิตที่มีการ ทำงานซ้ำๆกันหลายขั้นตอน ซึ่งไม่มีความจำเป็นเพราะงานเหล่านั้นไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้งงานในกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ตัวผลิตภัณฑ์เกิดความเที่ยงตรงเพิ่มขึ้นหรือคุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็น กระบวนการที่ไม่ทำให้เกิด มูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นกระบวนการนี้ควรรวมอยู่ในกระบวนการผลิตให้พนักงานหน้างานเป็นผู้ตรวจสอบไปพร้อมกับการ ทำงาน หรือขณะคอยเครื่องจักรทำงาน

ปัญหาจากกระบวนการผลิต

1. เกิดต้นทุนที่ไม่จำเป็นของการทำงาน
2. สูญเสียพื้นที่การทำงานสำหรับกระบวนการนั้นๆ
3. ใช้เครื่องจักรและแรงงานโดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่ผลิตภัณฑ์

การปรับปรุง

1. วิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยใช้ Operation Process Chart
2. ใช้หลักการ 5W 1H เพื่อวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละกระบวนการ
3. หากกระบวนการทดแทนที่ก่อให้เกิดผลลัพธ์ของงานอย่างเดียวกัน

2.2.6 ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay) การรอคอยเกิดจากการที่เครื่องจักร หรือ

พนักงานหยุดการทำงานเพราะต้องรอคอยบางปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตเช่น การรอวัตถุดิบ การรอคอยเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง การรอคอยเนื่องจากกระบวนการผลิตไม่สมดุล การรอคอยเนื่องจากการเปลี่ยนแผนการผลิต

เป็นต้น

ปัญหาจากการรอคอย

1. ต้นทุนที่สูงเกินไปของแรงงาน เครื่องจักร และค่าเสียหุ้ยที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม
2. เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส
3. เกิดปัญหาเรื่องขวัญและกำลังใจ

การปรับปรุง

1. จัดวางแผนการผลิต วัตถุดิบและลำดับการผลิตให้ดี
2. บำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา
3. จัดสรรงานให้มีความสมดุล
4. วางแผนขั้นตอนการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต และจัดสรรกำลังคนให้เหมาะสม
5. เตรียมเครื่องมือที่จะใช้ในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตให้พร้อมก่อนหยุดเครื่อง
6. ใช้อุปกรณ์เพื่อช่วยให้เกิด ความสะดวกในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต

2.2.7 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect) เมื่อของเสียถูกผลิตออกมาของเสีย

เหล่านั้นอาจถูกนำไปแก้ไขใหม่ให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการ หรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง ดังนั้นจึงทำให้มีการสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียขึ้น

ปัญหาจากการผลิตของเสีย

1. ต้นทุนวัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์
2. สิ้นเปลืองสถานที่ในการจัดเก็บและกำจัดของเสีย
3. เกิดการทำงานซ้ำเพื่อแก้ไขงาน
4. เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส

การปรับปรุง

1. มีมาตรฐานของงานและมาตรฐานของวัตถุดิบที่ถูกต้อง
2. พนักงานต้องปฏิบัติงานให้ถูกต้องตามมาตรฐานตั้งแต่แรก
3. พยายามปรับปรุงอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันการทำงานที่ผิดพลาด (Pokayoke)
4. ฝึกให้พนักงานมีจิตสำนึกทางด้านคุณภาพ
5. ให้มีการตอบสนองข้อมูลทางด้านคุณภาพอย่างรวดเร็วในทุกขั้นตอนการผลิต (Quick

Response System)

2.2.8 ความสูญเสียเนื่องจากการใช้ประโยชน์ของบุคลากรต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

(Underutilized People) ประโยชน์ของบุคลากรนั้น รวมถึงจิตใจสำนึก ความคิดสร้างสรรค์ ศักยภาพ ทางด้านร่างกาย และความสามารถด้านอื่นๆ

สาเหตุหลักของการสูญเสียทางด้านนี้ คือ

1. การไหลของงานที่ไม่ดี (Poor Workflow)
2. วัฒนธรรมองค์กร (Organization Culture)
3. การจ้างงานที่ไม่ดี (Inadequate Hiring Practices)
4. การฝึกอบรมที่ไม่ดีหรือขาดการฝึกอบรม (Non-existent Training)
5. การลาออกของพนักงานในอัตราที่สูง (High Employee Turnover)

2.3 หลักการ ECRS

ประเสริฐ (2552) กล่าวว่าหากสามารถลดความสูญเปล่าลงได้ก็จะส่งผลให้ประหยัด ต้นทุนการผลิตลงผลที่ตามมาคือมีความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่งสูงขึ้นโดยสามารถทำได้โดยใช้หลักการ ECRS ดังนี้

2.3.1 การกำจัด (Eliminate) การพิจารณาการทำงานปัจจุบันและทำการกำจัดความสูญเปล่าที่พบในการผลิตออกไปคือ การผลิตมากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนที่/เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การเก็บสินค้าที่มากเกินไป และของเสีย

2.3.2 การรวมกัน (Combine) สามารถลดการทำงานที่ไม่จำเป็นลงได้โดยการพิจารณาว่าสามารถรวมขั้นตอนการทำงานให้ลดลงได้หรือไม่ เช่น จากเดิมเคยทำ 5 ขั้นตอนก็รวมบางขั้นตอนเข้าด้วยกันทำให้ขั้นตอนที่ต้องทำลดลงจากเดิม การผลิตจะสามารถทำได้เร็วขึ้น และลดการเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนลงอีกด้วย เพราะถ้ามีการรวมขั้นตอนการเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนก็ลดลง

2.3.3 การจัดใหม่ (Rearrange) การจัดขั้นตอนการผลิตใหม่เพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นหรือการรอคอย เช่น ในกระบวนการผลิตหากทำการสลับขั้นตอนที่ 2 กับ 3 โดยทำขั้นตอนที่ 3 ก่อน 2 จะทำให้ระยะทางการเคลื่อนที่ลดลงเป็นต้น

2.3.4 การทำให้ง่าย (Simplify) การปรับปรุงการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น โดยอาจจะออกแบบจิ๊ก (jig) หรือ fixture เข้าช่วยในการทำงานเพื่อให้การทำงานสะดวก และแม่นยำมากขึ้น ซึ่งสามารถลดของเสียลงได้ จึงเป็นการลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น และลดการทำงานที่ไม่จำเป็น

2.4 7 QC Tool

ในแวดวงอุตสาหกรรมไม่ว่าจะเป็นสถานประกอบการขนาดเล็ก ขนาดกลางหรือขนาดใหญ่นั้นล้วนให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องคุณภาพ (Quality) ของสินค้าหรือบริการทั้งสิ้น ก่อนที่จะพูดถึงการนำเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 นั้นไปประยุกต์ใช้กับงานในอุตสาหกรรม เรามาทำความรู้จักกับคำว่า “คุณภาพ” ก่อนดีกว่า โดยทั่วไปแล้วคำว่าคุณภาพนั้นก็มีความหมายที่กว้างขวางแตกต่างกันไป แต่โดยสรุปนั้นคำว่า “คุณภาพ” หมายถึงคุณสมบัติของสินค้าหรือบริการที่มอบให้กับลูกค้าหรือผู้บริโภค ซึ่งมีลักษณะตรงกับความต้องการของลูกค้าหรือผู้บริโภคทุกประการ แลหะหากเราสามารถผลิตสินค้าหรือบริการได้ตอบสนองความต้องการของลูกค้า แสดงว่าเรามีความสามารถในการผลิตสินค้าหรือมีบริการที่ดี เช่นเดียวกัน หากเราไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ เขาจะบอกว่าเราผลิตสินค้าหรือบริการไม่ดี โดยทั่วไปแล้วคุณภาพของสินค้าหรือบริการนั้นลูกค้าจะเป็นผู้ที่กำหนดความต้องการ หน้าที่ของผู้ประกอบการคือส่งมอบสินค้าหรือบริการที่มีคุณภาพ ซึ่งในบทความนี้จะเจาะจงไปที่ภาคอุตสาหกรรมการผลิตเพื่อจะได้เห็นตัวอย่างเกี่ยวกับเรื่องคุณภาพได้อย่างชัดเจน

โดยทั่วไปคุณภาพจากลูกค้าสามารถแบ่งลักษณะได้เป็น 2 ส่วนคือ

1. **ความจำเป็น (Need)** คือพื้นฐานของผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่ผลิตขึ้น เช่น ในการผลิตตู้เย็นนั้นจะต้องทำความเย็นซึ่งสามารถเก็บรักษาสินค้าสดได้จริง สามารถทำน้ำจากอุณหภูมิปกติให้เป็นน้ำเย็นได้

2. **ความคาดหวัง (Expected)** คือความคาดหวังจากสินค้าเพิ่มเติมเมื่อนำมาใช้จริง เช่น ตู้เย็นที่ซื้อมาประหยัดไฟ มีความแข็งแรงทนทาน อายุการใช้งานนาน สีสนสวยงาม จัดวางแล้วเข้ากับห้องบริการหลังการขายดี สามารถรักษาสภาพของสดไว้ได้นานมากยิ่งขึ้น และอื่นๆ

จะเห็นได้ว่าทั้งความต้องการและความคาดหวังจากลูกค้าจะเพิ่มสูงขึ้นไปอย่างไม่สิ้นสุด ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับการพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตและการแข่งขันในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งในปัจจุบันภาคธุรกิจมีการแข่งขันกันอย่างรุนแรง ดังนั้นการปรับตัวของสถานประกอบการเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้ธุรกิจของตนเองอยู่รอด ซึ่งการผลิตสินค้าให้ได้มีคุณภาพตามความต้องการของลูกค้า นั้น เริ่มต้นจากการวางแผนและพัฒนาผลิตภัณฑ์ การผลิต การตรวจสอบคุณภาพ จนถึงการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า ทำให้บางครั้งหลายๆ คน คิดและสงสัยว่า เรื่องของคุณภาพนั้นเป็นเรื่องของแผนกตรวจสอบคุณภาพ (แผนก QC) แต่ในความจริงแล้วเรื่องของการควบคุมคุณภาพนั้นต้องทำไปพร้อมกับทุกกระบวนการดำเนินงานในสถานประกอบการ ซึ่งจะรวมถึงงานในสำนักงานด้วย และในปัจจุบันได้มีเครื่องมือหลายตัวช่วยในการควบคุมคุณภาพ ในที่นี้ขอกล่าวถึงเครื่องมือพื้นฐาน ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทุกสถานประกอบการนั้นคือ (7 QC Tools)

7 QC tools ได้มีการพัฒนาจากประเทศญี่ปุ่น ซึ่งถือว่าเป็นประเทศที่เราู้กันดีว่ามีการเข้มงวดมากเรื่องของคุณภาพของสินค้า แต่ในความจริงแล้วแหล่งกำเนิดความคิดเรื่องคุณภพนั้นมาจากนักวิชาการ ทางสหรัฐอเมริกา ไม่ว่าจะเป็น Dr. W.E.Deming (ผู้คิดค้นวงล้อคุณภาพ P-D-C-A) รวมถึง Dr.J.M. Juran ได้นำความรู้ทางตะวันตกมาเผยแพร่ที่ญี่ปุ่นและได้นำมาพัฒนาจริงจิงและสามารถนำมาใช้ในสถานประกอบการได้จริง ซึ่งจริงแล้ว 7QC Tools เน้นไปทางการแก้ไขปัญหาคุณภาพมากกว่า โดยเฉพาะการนำ 7 QC Tools ใช้ในการทำกิจกรรมกลุ่มควบคุมคุณภาพ (Quality Control Cycle : QCC) สามารถนำไปร่วมใช้ในการระดมสมอง ทำให้ได้ความคิดในการปรับปรุงงานได้ดีกว่าการคิดเพียงลำพัง

ซึ่งบทความนี้ขอแนะนำเสนอเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 ดังนี้

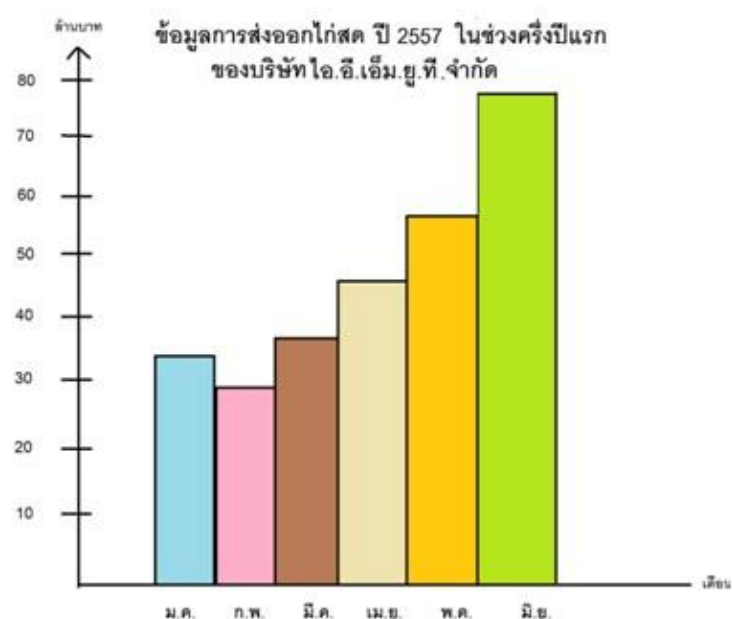
2.4.1 **ใบตรวจสอบ (Check Sheet)** คือแบบฟอร์มที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล ต่างๆ สามารถบันทึกค่าได้ง่ายสะดวกต่อการอ่านข้อมูลเบื้องต้น เช่น บันทึกข้อมูลการการผลิตขึ้นงานในแต่ละวัน หรือการนับจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งจะดีกว่ามานั่งจดหรือเขียนเชิงบรรยาย

รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างใบตรวจสอบ

Motor Assembly Check Sheet							
Name of Data Recorder:	Lester B. Rapp						
Location:	Rochester, New York						
Data Collection Dates:	1/17 - 1/23						
Defect Type/ Event Occurrence	Dates						
	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
Supplied parts rusted							
Misaligned weld							
Improper test procedure							
Wrong part issued							
Film on parts							
Voids in casting							
Incorrect dimensions							
Adhesive failure							
Marking insufficient							
Spray failure							
TOTAL		10	13	10	5	4	

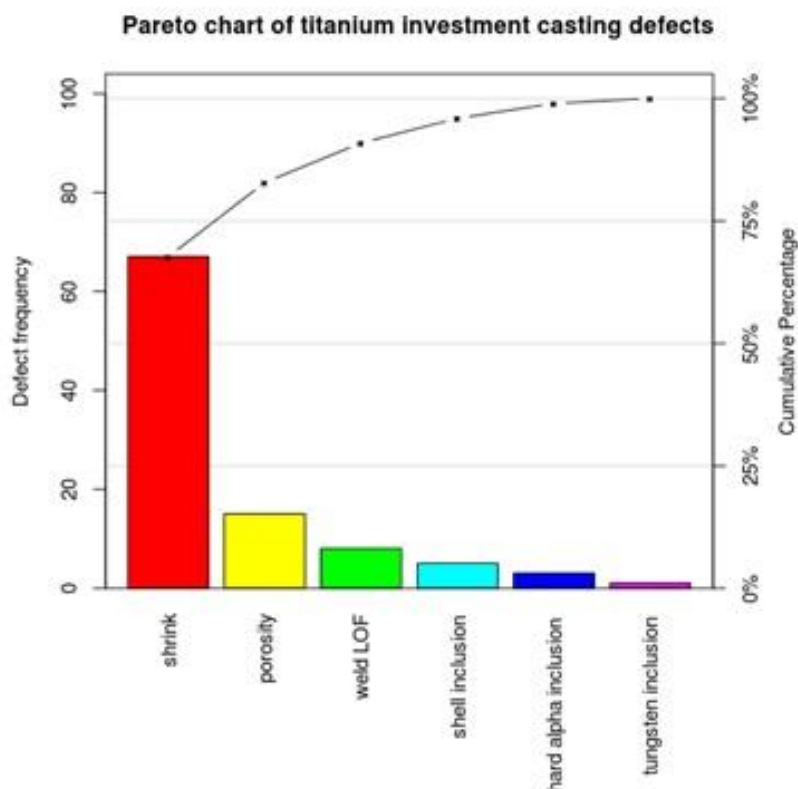
2.4.2. กราฟ (Graph) เป็นแผนภาพประเภทหนึ่งที่เป็นการนำเสนอข้อมูลอย่างง่าย เช่น กราฟแสดงให้เห็นยอดขายในแต่ละเดือน หรือ การนำข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน มา Plot ลงกราฟแท่ง จะได้เห็นแนวโน้มของปัญหาว่าจะมีลักษณะเพิ่มขึ้นหรือลดลง ง่ายต่อการตัดสินใจแก้ไข้ปัญหา

รูปที่ 2.2 แสดงตัวอย่างกราฟ



2.4.3 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ส่วนมากจะใช้คู่กับผังก้างปลาที่จะนำเสนอไปหัวข้อต่อไป

รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต



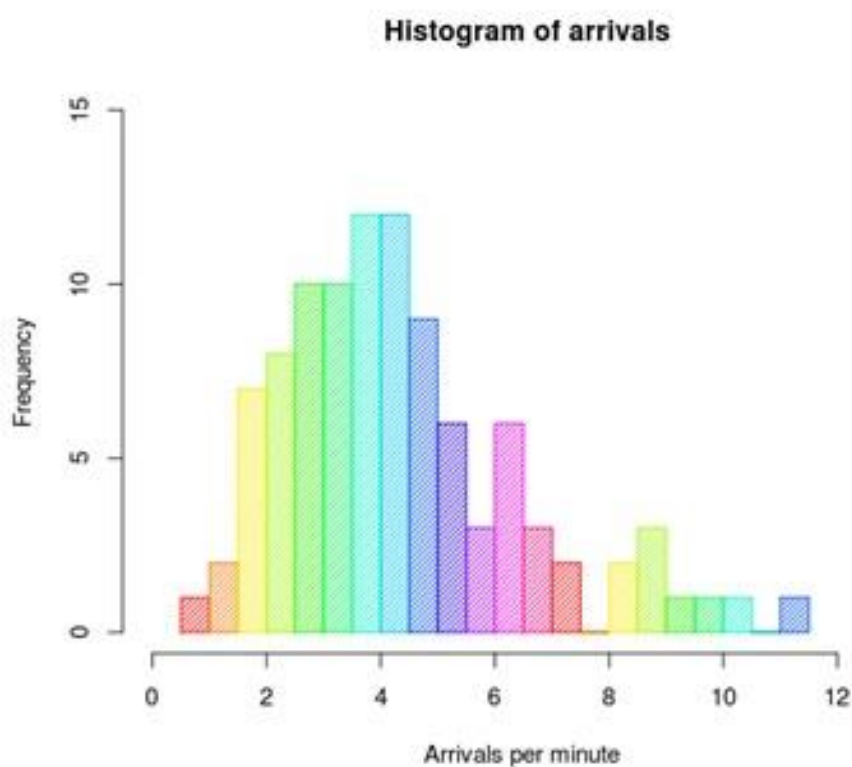
2.4.4 ผังก้างปลา (Fishbone Diagram) เป็นแผนผังแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างคุณลักษณะของปัญหา(ผล) กับปัจจัยต่างๆ(สาเหตุ)ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งบางครั้งอาจจะเรียกว่า แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) ตามความหมายเลยครับ ซึ่งผู้คิดค้นคือ Dr.Kaoru Ishikawa ถ้าไปอยู่ญี่ปุ่น อาจจะคุ้นชื่อ Ishikawa Diagram เสียมากกว่า โดยส่วนตัวมองว่าเป็นเครื่องมือหลักที่มีความสำคัญมาก สามารถช่วยค้นหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างมีระบบ สามารถแบ่งกลุ่มสาเหตุได้ ตัวอย่าง ผังก้างปลาแสดงสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตพรม ปัญหาคือพนักงานลืมนำพรมไปประกอบเข้ากับตัวรถในขั้นตอนต่อไปได้ ของเสียถูกตีกลับทันที เมื่อทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นก็ต้องระดมสมองหาสาเหตุเพื่อหาแนวทางการแก้ไข ดังภาพ

รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างแผนผังก้างปลา



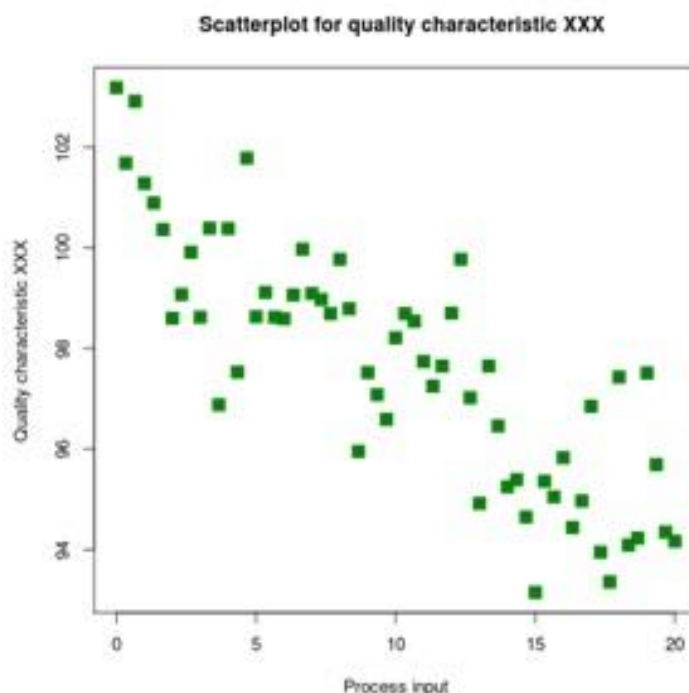
2.4.5 ฮิสโตแกรม (Histogram) เป็นกราฟที่ใช้ในการสรุปข้อมูลลักษณะเป็นกลุ่มข้อมูล เพื่อจะร่วมกันวิเคราะห์ว่ากลุ่มข้อมูลที่ได้มานั้นมีลักษณะผิดปกติหรือไม่

รูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่างฮิสโตแกรม



2.4.6 ผังการกระจาย (Scatter Diagram) เป็นผังที่หลายๆคนอาจจะไม่คุ้นเคยสักเท่าไรขออธิบายขยายความสักนิด ผังการกระจายนี้ที่ใช้แสดงค่าของข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปรสองตัวว่ามีแนวโน้มไปในทางใด เพื่อที่จะใช้หาความสัมพันธ์ที่แท้จริงว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด เช่น การตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับประสิทธิภาพของพนักงานว่า พนักงานที่มีอายุนานแตกต่างกัน ของเสียที่เกิดขึ้นจากการทำงานในแต่ละคนจะแตกต่างกันหรือไม่ โดยทั่วไปแล้วเราจะคาดว่าผู้ที่มีประสิทธิภาพสูงจะมีทักษะในการทำงานสูง ของเสียจะเกิดขึ้นน้อยกว่าพนักงานใหม่ ซึ่งข้อสมมุติฐานของตัวแปรทั้งสองสามารถเก็บข้อมูลแล้วนำมา Plot กราฟผังการกระจายเพื่อทดสอบสมมติฐานว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด เพราะว่าในสถานประกอบการบางที่ อายุนานสูงอาจจะมีของเสียเท่ากับพนักงานใหม่ก็เป็นได้ ดังนั้น อายุงานหรือทักษะและประสิทธิภาพของพนักงานไม่เกี่ยวข้องกันเรื่องของเสียในกระบวนการผลิต อาจจะต้องไปตรวจสอบเรื่องอื่นๆ เช่น เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตมีปัญหาหรือไม่

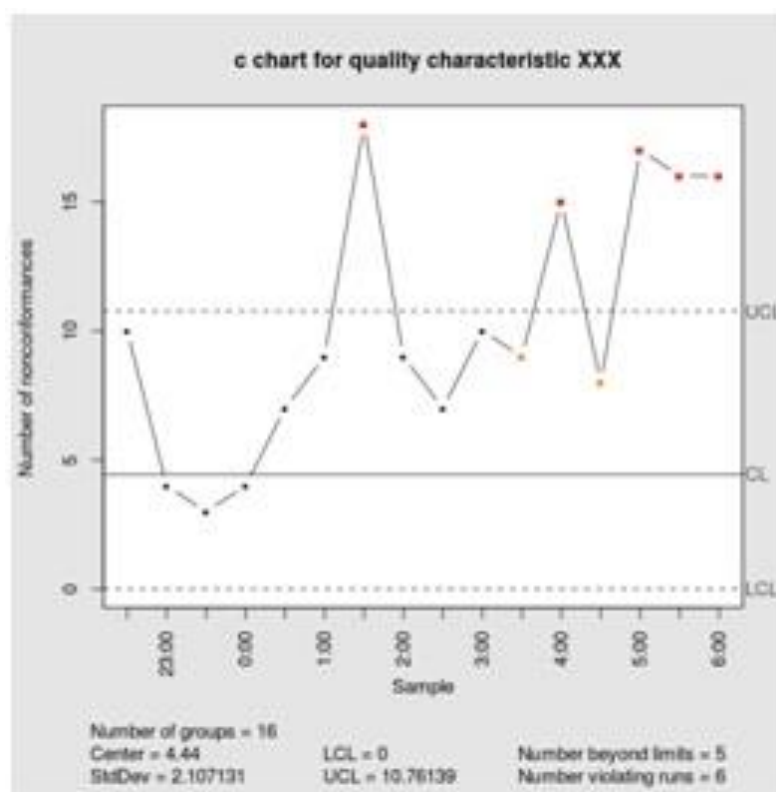
รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างผังการกระจาย



2.4.7 แผนภูมิควบคุม (Control Chart) คือแผนภูมิที่มีการเขียนขอบเขตที่ยอมรับได้ของคุณลักษณะตามข้อกำหนดทางเทคนิค (ส่วนมากได้สูตรการคำนวณ) เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการควบคุมกระบวนการผลิต โดยการติดตามและตรวจจับข้อมูลที่ออกนอกขอบเขต (Control limit) โดยถ้าเกิดขึ้นมุลอยู่นอกขอบเขต (Out of Control) ต้องหาสาเหตุที่ทำให้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นผิดปกติ เช่น การบรรจุ น้ำตาล ลงถุง มีค่ายอมรับได้ \pm ไม่เกิน 10 กรัมจาก 1 กิโลกรัม จากการผลิตทั้งวัน เกิดการ Out of

Control ในช่วง 16.30 น. เป็นต้นไปจนถึงเวลาเลิกการผลิต 17.00น. และเกิดขึ้นแบบนี้เกือบทุกๆ วัน ซึ่งจากสถานการณ์ดังกล่าว สามารถวิเคราะห์ได้ไม่ยากเนื่องจากการผลิตท้ายๆของวันอาจจะเกิดจากพนักงานเกิดความเมื่อยล้า หรือเครื่องจักรอุปกรณ์ทำงานเป็นเวลานานจึงเกิดความคลาดเคลื่อน ซึ่งหลายๆ ก็ต้องค้นหาสาเหตุกันไป ซึ่งอาจจะใช้ผังก้างปลาเป็นตัวช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล

รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่างแผนภูมิควบคุม



จากเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 ที่ได้นำเสนอพร้อมทั้งตัวอย่างนั้น สามารถนำไปใช้กับการทำงานในภาคอุตสาหกรรมได้จริง ไม่จำเป็นต้องใช้พร้อมกันทั้งหมด 7 ตัว ซึ่งในการทำงานต้องเลือกใช้เครื่องมือคุณภาพให้เหมาะสมกับสถานการณ์ทำงานจริง เลือกใช้ให้เป็นและถูกต้องจึงจะสามารถแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพได้

2.5 แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ (Multiple Activity Chart)

ใช้แสดงความสัมพันธ์ของการทำงานของพนักงานหลายคนซึ่งต้องทำงานเกี่ยวข้องกันหรือคนงานหลายคนซึ่งทำงานร่วมกันในบริเวณเดียวกัน หรือต้องใช้เครื่องจักรร่วมกันอาจเป็นการศึกษาการทำงานของพนักงานคนเดียว ซึ่งทำงานสัมพันธ์กับเครื่องจักรหรือต้องดูแลเครื่องจักรหลายเครื่องพร้อมกัน จุดมุ่งหมายในการวิเคราะห์ลงบนแผนภูมินี้ ก็เพื่อวิเคราะห์กิจกรรมที่ทำร่วมกันและแยกทำ เพื่อลดเวลาว่างงานของพนักงานและเครื่องจักรลง หรือเพิ่มผลผลิตในการทำงาน การวิเคราะห์แผนภูมิในลักษณะนี้อาจกระทำได้ใน 2 รูปแบบ คือ

1. วิเคราะห์โดยใช้แกนของเวลา: Man-Machine Chart
2. วิเคราะห์ในลักษณะของกิจกรรมที่ทำโดยใช้สัญลักษณ์ทั้ง 5 ตัวของการวิเคราะห์กระบวนการ:

Gang Process Char

แสดงในลักษณะของ Bar chart และตารางสรุปเวลาการทำงาน โดยจะใช้กราฟแท่งระบายสี หรือทำสัญลักษณ์แทนกิจกรรมแต่ละประเภท ดังนี้



กิจกรรมอิสระ

- สำหรับพนักงาน คือ กิจกรรมที่แต่ละบุคคลหรือเครื่องจักรทำงานเป็นอิสระแก่กัน จึงเป็นกิจกรรมที่โยกย้ายสับเปลี่ยนตำแหน่งได้
- สำหรับเครื่องจักร หมายถึงเวลาในการเดินเครื่อง



กิจกรรมร่วม

- สำหรับพนักงานคือ กิจกรรมซึ่งพนักงานต้องทำร่วมกับเครื่องจักรหรือร่วมกับพนักงานคนอื่นจึงไม่สามารถโยกย้ายสับเปลี่ยนโดยอิสระได้
- สำหรับเครื่องจักร หมายถึงเวลาทั้งที่เดินเครื่องและว่างงานที่ต้องรับการควบคุมจากพนักงาน



การว่างงาน คือเมื่อพนักงานไม่มีกิจกรรม หรือเมื่อเครื่องจักรไม่ได้มีการเดินเครื่องผลิตชิ้นงาน

แนวทางการวิเคราะห์

1. ทำการบันทึกเวลาของกิจกรรมแต่ละประเภทของพนักงานหรือเครื่องจักรแยกเป็นกิจกรรม 3 ประเภท ลงบนแผนภูมิโดยแยกบันทึกของแต่ละคนหรือแต่ละเครื่องจักร กิจกรรมที่บันทึกควรให้ครบวัฏจักรของการทำงานหนึ่ง ๆ
2. วิเคราะห์กิจกรรมการทำงานต่าง ๆ

3. พัฒนารูปแบบการทำงานใหม่ และบันทึกกิจกรรมต่างๆ ลงบนแผนภูมิกิจกรรมร่วม เพื่อเก็บไว้เป็นมาตรฐานของการปฏิบัติงานต่อไป

4. คำนวณ % การทำงานของพนักงานและเครื่อง

$$\% \text{ การทำงาน} = \frac{\text{เวลาที่มีการทำงาน}}{\text{รอบเวลาในการทำงาน}} \times 100$$

ประโยชน์ใช้งานของแผนภูมิคนกับเครื่อง

- ลดรอบเวลาของการทำงานลง
- ลดการเสียเวลารอคอย
- เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

2.6 การศึกษาการเคลื่อนไหวแบบไมโคร (Micromotion Study)

“ การศึกษาการเคลื่อนไหวแบบไมโคร เป็นการศึกษาขององค์ประกอบพื้นฐานหรือหน่วยย่อยของการปฏิบัติงาน โดยอาศัยกล้องถ่ายภาพยนตร์และอุปกรณ์บอกเวลา ซึ่งสามารถวัดเวลาของแต่ละช่วงได้อย่างแม่นยำลงบนฟิล์มภาพยนตร์ ทำให้สามารถวิเคราะห์เวลาของหน่วยย่อยพื้นฐานเหล่านี้ได้”

Frank B. Gilbreth และ Lillian M. Gilbreth

2.6.1 จุดประสงค์ของการศึกษาการเคลื่อนไหวแบบไมโคร

1. ใช้ช่วยในการหาวิธีทำงานที่มีประสิทธิภาพที่สุด
2. ช่วยในการฝึกอบรมการให้เข้าใจความหมายของการศึกษาการเคลื่อนไหวและการประยุกต์ใช้หลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหวอย่างได้ผล
3. เป็นเครื่องมือช่วยในการศึกษาการทำงานของการปฏิบัติงานที่ทำเป็นกลุ่ม หรือใช้ศึกษาการทำงานของคนกับเครื่องจักร
4. เป็นวิธีการจับเวลาการทำงานวิธีหนึ่ง
5. เป็นเครื่องมือช่วยในการสร้างตารางข้อมูลเวลามาตรฐาน
6. เป็นวิธีการเก็บข้อมูลอย่างถาวรของขั้นตอนการทำงาน และเวลาในการปฏิบัติงานของพนักงานและของเครื่องจักร
7. ช่วยในการศึกษาค้นคว้าของงานวิจัยด้านการเคลื่อนไหวและเวลา

2.6.1 ขั้นตอนการศึกษาการเคลื่อนไหวแบบไมโคร

1. ทำการถ่ายภาพยนตร์หรือวิดีโอของงานที่ต้องการศึกษา
2. วิเคราะห์การเคลื่อนไหวจากภาพยนตร์
3. บันทึกผลการวิเคราะห์ลงบนแผนภูมิมาตรฐาน
4. พัฒนาและปรับปรุงวิธีการปฏิบัติการโดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาทั่วไป

2.6.3 ประเภทของการศึกษาการเคลื่อนไหวแบบไมโคร

1. Memomotion Study : ใช้กล้องโทรทัศน์ หรือกล้องถ่ายภาพยนตร์ถ่ายด้วยความเร็วที่ช้ากว่าปกติ คือ เพียง 60 ถึง 100 ภาพต่อวินาทีเท่านั้น หรืออาจใช้เครื่องตั้งเวลาติดไว้ที่ตัวกล้องเพื่อทำการจับภาพเป็นระยะ ๆ ทุก 10 นาที ใช้ในการวิเคราะห์การปฏิบัติงานที่ไม่จำเป็นต้องติดตามดูตลอดเวลา งานที่มีการปฏิบัติงานมี ลักษณะไม่สม่ำเสมอ ซึ่งต้องการเก็บภาพเพียงบางช่วงบางตอนเท่านั้นเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนในการเกิดของเหตุการณ์ต่าง ๆ

2. Cyclegraph และ Chronocyclegraph : ใช้กล้องถ่ายภาพธรรมดาถ่ายภาพพนักงานในขณะที่ทำงาน ซึ่งถ้าเป็น Cyclegraph จะติดดวงไฟดวงเล็ก ๆ ไว้ที่นิ้วมือหรือแขนหรือส่วนอื่น ๆ ของร่างกายของคนงาน แต่ถ้าเป็น Chronocyclegraph จะติดสัญญาณไฟอัตโนมัติให้ดวงไฟเปิด ปิดตลอดเวลา โดยให้กระพริบเปิดอย่างเร็วแต่ปิดช้าลง ซึ่งจะทำให้แสงปรากฏเป็นรูปหยดน้ำคล้ายทางเดินของจุด

2.6.4 การถ่ายทำภาพยนตร์เพื่อการศึกษาแบบ Micromotion

การถ่ายทำภาพยนตร์เพื่อการศึกษาแบบ Micromotion มีประโยชน์ คือ














- ใช้ในการศึกษา Micromotion และ Memomotion
- ใช้สำหรับการเก็บข้อมูลแบบสุ่มตัวอย่าง
- ใช้สำหรับฝึกคนงาน
- ใช้สำหรับแสดงวิธีปฏิบัติงานที่ถูกต้อง
- ใช้สำหรับเปรียบเทียบอัตราความเร็วในการทำงานในเรื่องของการศึกษาเวลา
- ใช้สำหรับการค้นคว้าวิจัยทางด้านการศึกษาการทำงานโดยเฉพาะงานที่เกี่ยวข้องกับอาชีพพิเศษ เช่น การออกแบบที่นั่งสำหรับผู้พิการ เป็นต้น

2.6.5 การเคลื่อนพื้นฐานของมือ (Fundamental of Hand Motions)

Gilbreth ได้แบ่งกลุ่มของการเคลื่อนไหว ซึ่งเขาคิดว่าเป็นลักษณะของงานประกอบทั่วไปออกเป็น 17 ชนิด โดยเรียกชื่อหน่วยย่อยของการเคลื่อนเหล่านี้ว่าเทอร์บลิก Therblig ซึ่งเป็นหน่วยพื้นฐานของ

การเคลื่อนของมือ ซึ่งไม่สามารถแตกย่อยลงไปได้ นอกจากนี้ยังได้ให้สัญลักษณ์ และสีกำกับดังแสดงในตารางอีกด้วย

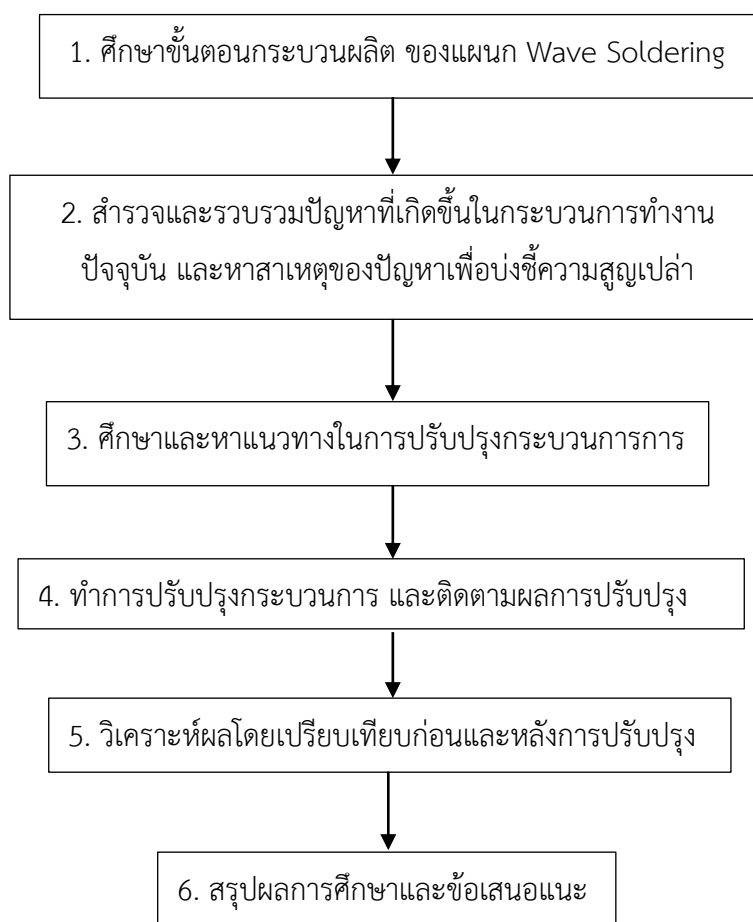
รูปที่ 2.8 แสดงตารางสัญลักษณ์เทอร์บลิก

The Seventeen Therbligs				
<i>Sl. No.</i>	<i>Therblig</i>	<i>Explanation</i>	<i>Abbreviation</i>	<i>Symbol</i>
1.	Search	Attempt to locate an object	<i>S</i>	
2.	Hold	Keep an object stationary	<i>H</i>	
3.	Select	Choose one object from among a group	<i>SE</i>	
4.	Grasp	Gain control or a hold on an object	<i>G</i>	
5.	Released load	Relinquish hold	<i>RL</i>	
6.	Transport loaded	Move object with body member	<i>TL</i>	
7.	Transport empty	Research for an object	<i>TE</i>	
8.	Position	Orient an object for use at its present location	<i>P</i>	9
9.	Preposition	Orient an object for easy use at some later time and usually in a different location	<i>PP</i>	
10.	Assemble	Put two or more parts together	<i>A</i>	#
11.	Disassemble	Separate two or more parts	<i>DA</i>	#
12.	Use	Apply object or tool	<i>U</i>	U
13.	Inspect	Examine object	<i>I</i>	
14.	Avoidable delay	A delay which operator could prevent	<i>AD</i>	
15.	Unavoidable delay	A delay which operator could not prevent	<i>UD</i>	
16.	Rest to overcome fatigue	An attempt to recover from physical or mental work	<i>R</i>	
17.	Plan	Mentally chart for future action	<i>PN</i>	

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการเพิ่มผลผลิตภาพการผลิต แผ่นลายวงจรอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคนิคการจัด
สมดุสสายการผลิต โดยทำการศึกษาค้นคว้าตัวอย่าง การผลิต PCB COHERENT P/N : 1302509M ของ
บริษัท ฟาบริเนท จำกัด มีการดำเนินงานดังนี้



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนวิธีดำเนินงาน

3.1 ศึกษาขั้นตอนกระบวนการผลิต

ดำเนินการศึกษากระบวนการภายในแผนก Wave Soldering โดยแผนกนี้จะรับ PCB ที่ผ่านกระบวนการ Soldering ในแผนกของ SMT(Surface Mount Technology) และกระบวนการ Depanel จากแผนก Router มาแล้ว นำมาประกอบ component ในส่วนที่เป็น Through hole โดยใช้พนักงานในการ Insert component และใช้เครื่องจักรในการ Soldering ชิ้นงาน และลำเลียงส่งโดยใช้รถCartในการลำเลียงเพื่อไปในแผนกถัดไป

3.2 สำรวจและรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงานปัจจุบัน และหาสาเหตุของปัญหาเพื่อป้องกันความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น

ใช้หลักการ 3 GEN ในการสำรวจและรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้ทราบถึงข้อเท็จจริงของปัญหา และการทำงานของกระบวนการได้อย่างละเอียด โดยการลงสถานที่การทำงานจริง (GENBA) เพื่อศึกษาสภาพแวดล้อมการทำงาน ศึกษาชิ้นงานจริง (GENBUTSU) เพื่อเข้าใจกระบวนการทำงานและมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้น ตรวจสอบข้อเท็จจริง (GENJITSU) ของปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อทราบสาเหตุที่แท้จริง เมื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นครบถ้วนแล้ว จึงใช้การจัดลำดับความสำคัญของปัญหา (Priority setting of problem) เพื่อเลือกปัญหาที่จะนำมาแก้ไข ใช้แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) เพื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาที่คัดเลือกมา จากนั้นจึงใช้แผนภูมิ (Man and Machine Chart) เพื่อวิเคราะห์และจัดสรร (Utilization) ของคนและเครื่องจักร และใช้ 7 QC Tool ในกาวิเคราะห์ถึงความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น

3.2.1 การคัดเลือกหัวข้อปัญหาของการผลิต COHERENT P/N : 1302509M

หลังจากที่รวบรวมปัญหาต่างๆภายในสายการผลิตแผนก Wave Soldering COHERENT P/N : 1302509M ครบถ้วนแล้ว ลำดับต่อไปจะทำการพิจารณาหัวข้อปัญหาที่จะนำมาแก้ไข โดยใช้ปัจจัยและหลักเกณฑ์ต่างๆดังนี้

3.2.1.1 ความยากง่ายในการแก้ปัญหา

พิจารณาจากความพร้อมทางด้าน ทรัพยากร เทคโนโลยี องค์ความรู้ ความสามารถของบุคลากรที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการแก้ไขปัญหา

3.2.1.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา

พิจารณาจากระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินแก้ไขปัญหา และระยะเวลามีอยู่ยาวนานมากน้อยเพียงใด

3.2.1.3 ความคุ้มค่าในการแก้ปัญหา

พิจารณาจากเงินลงทุนในการแก้ไขปัญหาเปรียบเทียบกับระยะเวลาในการคืนทุน และผลประโยชน์ที่ได้รับมากน้อยเพียงใด

3.2.1.4 ความสำคัญของปัญหา

พิจารณาว่าปัญหาที่เกิดส่งผลกระทบ และองค์กรให้ความสำคัญกับปัญหาดังกล่าวมากน้อยเพียงใด

การให้คะแนนแต่ละปัจจัย

ตารางที่ 3.1 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนปัจจัยในการแก้ไขปัญหาด้าน

คะแนน ปัจจัย	1	2	3	4	5
ความยากง่าย	ยากมาก	ยาก	ปานกลาง	ง่าย	ง่ายมาก
ระยะเวลา	มากกว่า 1ปี	6เดือน ถึง 1ปี	3 เดือน ถึง 6 เดือน	1 เดือน ถึง 3 เดือน	น้อยกว่า 1 เดือน
ความคุ้มค่า	ไม่คุ้มค่า	ค้มน่าน้อย	ค้มน่าน กลาง	ค้มน่านมาก	ค้มน่านที่สุด
ความสำคัญ	ไม่สำคัญ	สำคัญน้อย	สำคัญปาน กลาง	สำคัญมาก	สำคัญที่สุด

การกำหนดความสำคัญของแต่ละปัจจัย

ตารางที่ 3.2 แสดงน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย

ปัจจัย	ความยากง่าย	ระยะเวลา	ความคุ้มค่า	ความสำคัญ
น้ำหนักความสำคัญ	2	1	3	1

3.3 ศึกษาและหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

หลังจากรวบรวมข้อมูลสภาพปัญหาภายในแผนกที่เกิดขึ้น จึงทำการระดมสมอง (Brain Storming) ตั้งแต่วิศวกรพี่เลี้ยง Supervisor ของแผนก ไปจนถึงพนักงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการผลิต โดยนำหลักการและเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมเข้ามาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม

3.4 ทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานและติดตามผลหลังการปรับปรุง

หลังจากทำการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาแล้ว จึงนำแนวทางการแก้ปัญหานั้นมาใช้ในกระบวนการปรับปรุงการทำงานภายในแผนก และทำการเก็บข้อมูลหลังทำการปรับปรุงการทำงานเพื่อติดตามผลว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

3.5 วิเคราะห์และเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง

วิเคราะห์ผลการทำงานหลังจากที่ทำการปรับปรุงแล้ว เปรียบเทียบกับก่อนที่จะทำการปรับปรุงการทำงาน ทางด้านปัจจัยต่างๆ

3.6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

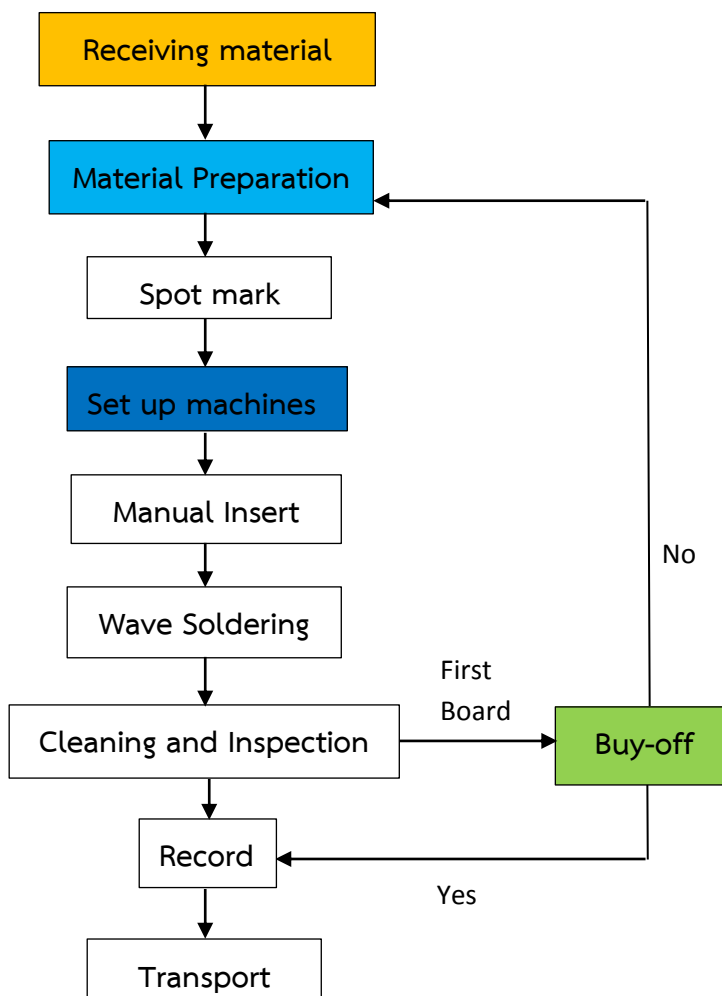
ทำการสรุปผลการจากกระบวนการปรับการทำงานภายในแผนก Wave Soldering Model : COHERENT P/N : 1302509M และข้อเสนอแนะ หรือนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการอื่นๆ

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ศึกษาขั้นตอนกระบวนการผลิต ภายในแผนก Wave Soldering

ภายในแผนกมี มีพนักงานฝ่ายการผลิต (production)สี่ชาว หัวหน้าพนักงาน(leader)(สี่ส้ม) พนักงานสนับสนุน(support)(สี่ฟ้า) ช่างเทคนิค(technician)สี่น้ำเงิน และฝ่ายควบคุมคุณภาพ(QC)(สี่เขียว) โดยหัวหน้าพนักงานจะมีหน้าที่รับ Material และ PCB ของแต่ละ Model มาจ่ายให้กับ Material Preparation และ Spot mark เพื่อทำการเตรียม Material ก่อนการผลิตเป็นวันเวลาประมาณ 2 วันเมื่อต้องการผลิตจึงทำการ Set up Machines และนำ Material ที่เตรียมไว้แล้ว เข้าสู่กระบวนการ Manual Insert (ประกอบ Component ลง PCB) เมื่อผ่านกระบวนการ Manual Insert แล้วจึงทำการ Wave Soldering ด้วยเครื่องจักร หลังจากนั้นจึงนำมาทำความสะอาดและตรวจสอบในขั้นตอนเดียวกัน ถ้าเป็นงานชิ้นแรกที่ทำกรผลิตให้ส่ง Buy-off โดยพนักงาน QC เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นงาน ถ้ามีความผิดพลาดให้กลับไปตรวจสอบหาข้อผิดพลาดตั้งแต่กระบวนการ Material Preparation หลังจากนั้นจึงทำการผลิตชิ้นงานต่อไปได้ หลังจากนั้นจึง Record (เก็บประวัติ) และรอนำส่งไปยังแผนกต่อไป

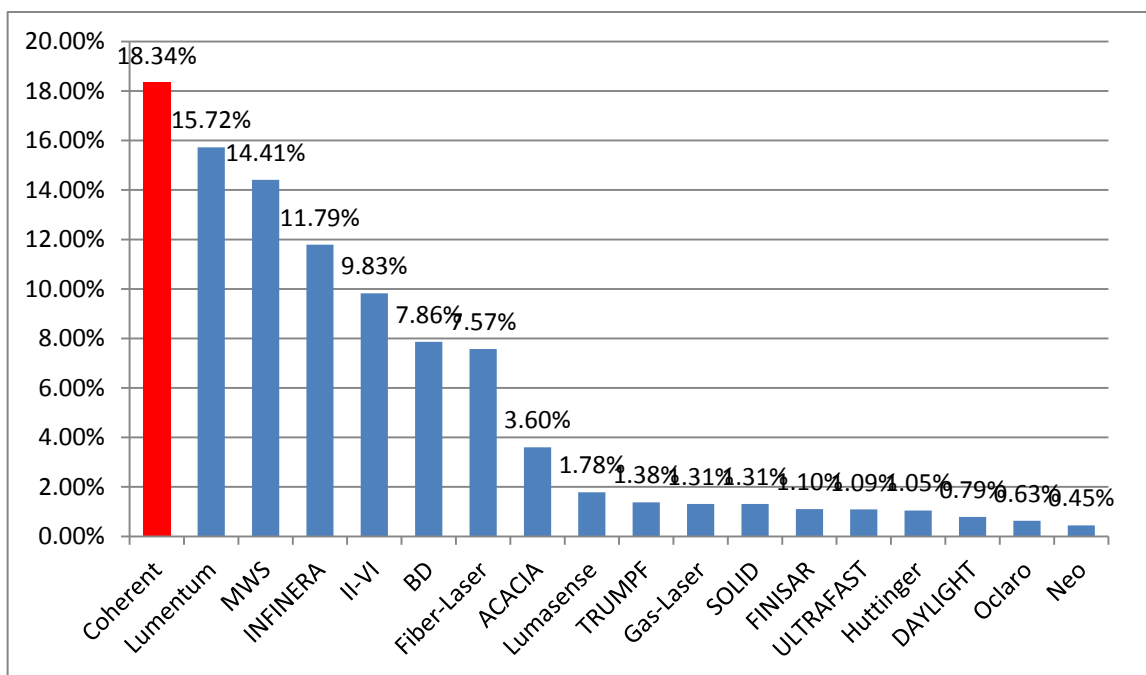


รูปที่ 4.1 แสดงการดำเนินการผลิตของแผนก Wave Soldering

ภายในแผนกของ Wave Soldering มีการผลิต PCB จากลูกค้าต่างๆโดยแบ่งได้ดังนี้

- | | |
|----------------|---------------|
| 1. Lumentum | 10. BD |
| 2. MWS | 11. Oclaro |
| 3. Gas-Laser | 12. II-VI |
| 4. Coherent | 13. Huttinger |
| 5. ULTRAFAST | 14. FINISAR |
| 6. Lumasense | 15. ACACIA |
| 7. Fiber-Laser | 16. SOLID |
| 8. Neo | 17. DAYLIGHT |
| 9. INFINERA | 18. TRUMPF |

รูปที่ 4.2 แสดงกัอัตราส่วนจำนวนการผลิตจากแต่ละลูกค้าที่ภายในแผนก Wave Soldering

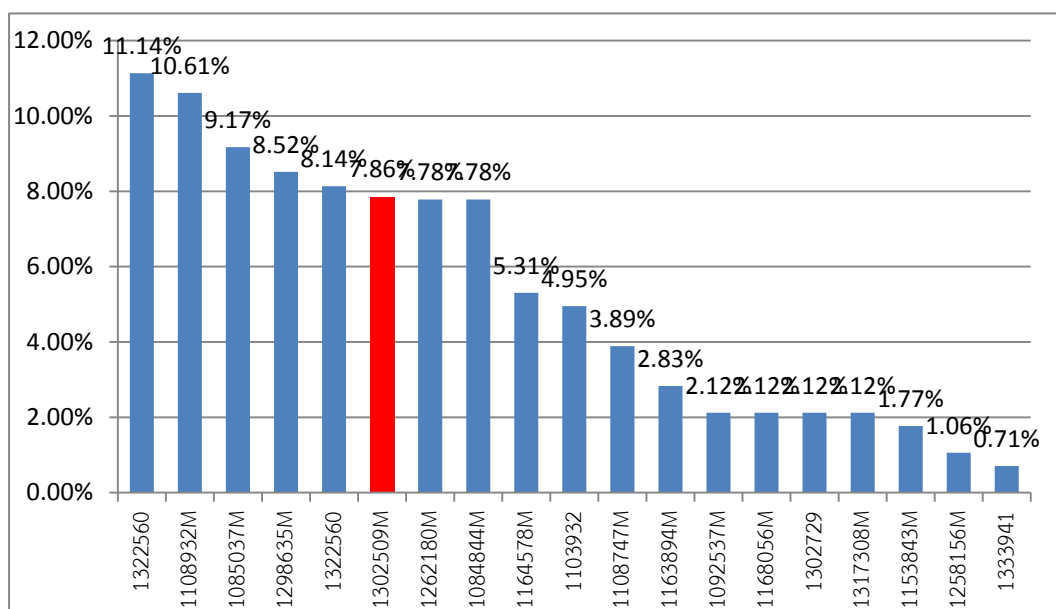


จากกราฟแสดงอัตราส่วนการผลิตของแต่ละลูกค้า ของปี พ.ศ. 2561 แสดงให้เห็นว่าลูกค้า COHERENT สัดส่วนการผลิตมากที่สุดคือ 18.34 % ดังนั้นจึงเลือกศึกษาลูกค้า COHERENT เพื่อที่จะนำมาเป็นกรณีศึกษาในครั้งนี้

ลูกค้า COHERENT ได้สั่งผลิต PBC ทั้งหมด 22 Model สามารถแบ่งได้ดังนี้

- | | | |
|-------------|--------------|--------------|
| 1. 1322560 | 8. 1108932M | 15. 1322560 |
| 2. 1163894M | 9. 1108932M | 16. 1302509M |
| 3. 1108747M | 10. 1084844M | 17. 1103932 |
| 4. 1092537M | 11. 1302729 | 18. 1298635M |
| 5. 1262180M | 12. 1317308M | 19. 1085037M |
| 6. 1168056M | 13. 1164578M | 20. 1333941 |
| 7. 1153843M | 14. 1258156M | |

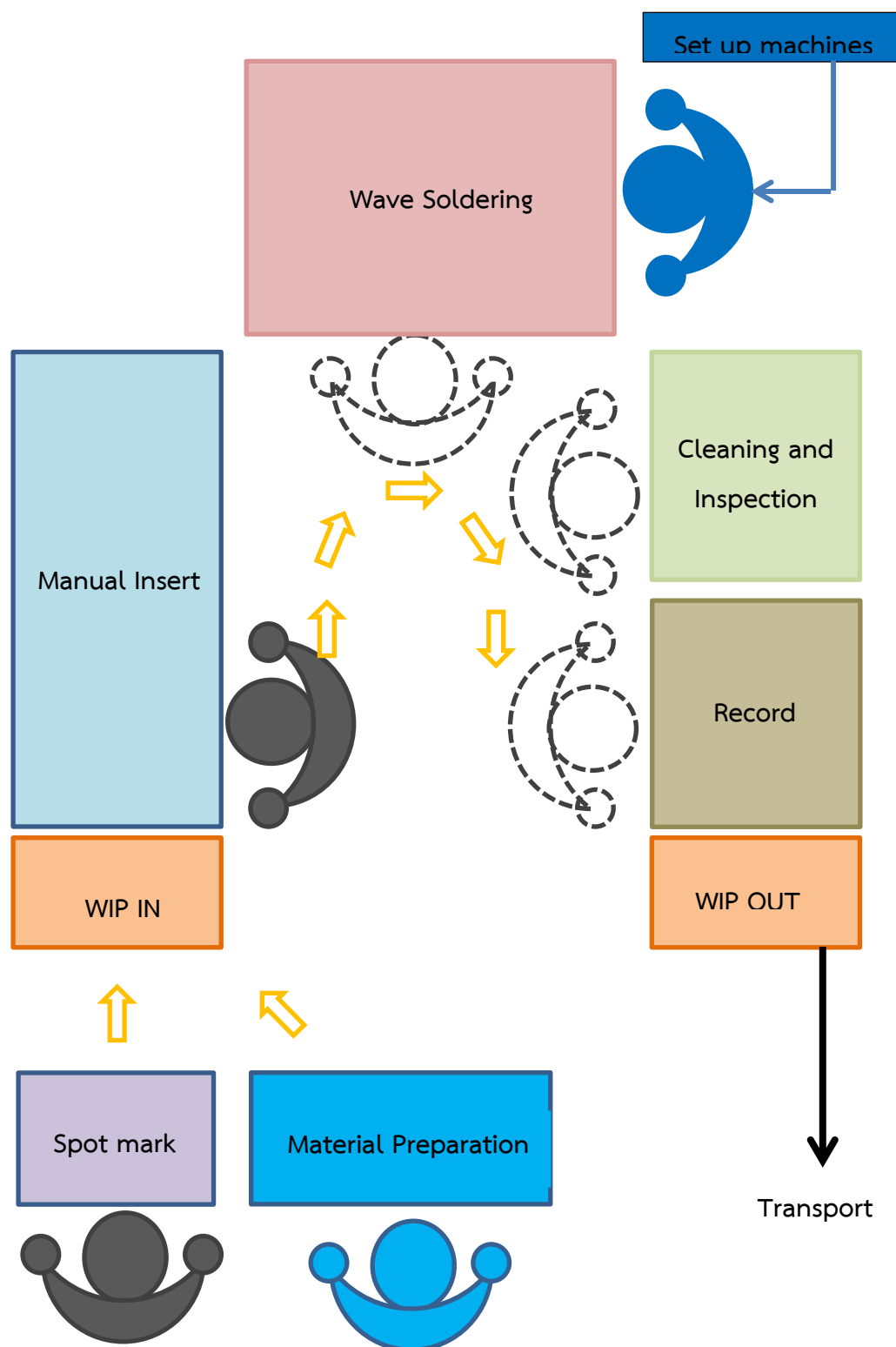
รูปที่ 4.3 แสดงอัตราส่วนจำนวนการสั่งผลิตแต่ละ Models จากลูกค้า COHERENT ภายในแผนก Wave Soldering



จากกราฟแสดงอัตราส่วนการผลิตของแต่ละ Model จากลูกค้า COHERENT ปี 2561 ผู้ศึกษาจะทำการเลือกศึกษา Model P/N : 1302509M เนื่องจากเป็น Model ที่มีปัญหาใช้เวลาในการผลิตนาน และมีจำนวนผลิตที่มากเป็นอันดับ 6 และจะใช้เป็นตัวอย่างในการนำไปแก้ไขปัญหาในลูกค้า หรือ PCB Model อื่นๆ ภายในแผนก Wave Soldering

4.1.1 ศึกษากระบวนการทำงานของพนักงานในการผลิต COHERENT P/N : 1302509M

รูปที่ 4.4 แผนผังแสดงสถานีการทำงานภายในแผนก Wave Soldering



จากรูปที่ 4.4 จะเห็นได้ว่า มีสถานีงานทั้งหมด 6 สถานีงาน เนื่องจาก สถานีงาน Spot mark และ Material Preparation เป็นการทำการเตรียม Material ไว้เป็นเวลาประมาณ 2 วัน หรือ 6 กะ และใน 2 สถานีงานนี้มีการเตรียม Material ของหลายๆ Model เมื่อถึงเวลาที่ต้องกาผลิตจึงนำส่งสถานีงานต่อไป ดังนั้นจึงจะศึกษาในเฉพาะส่วนของ **Manual Insert, Wave Soldering, Cleaning and Inspection และ Record** ที่ใช้พนักงานทำงานเพียง 1 คน และทำงานกับเครื่องจักร 1 เครื่อง โดยจะทำงานเป็น 1 Cycle จะได้ชิ้นงานออกมา 1 ชิ้น โดยคำอธิบายของแต่ละสถานีงานจะอธิบายไว้ดังต่อไปนี้

1 สถานีงาน Material Preparation

เมื่อหัวหน้าพนักงาน (Leader) เบิก Material ของ Model ที่จะทำการผลิตแล้ว พนักงาน support ที่ประจำสถานีงานนี้จะทำหน้าที่เตรียม Material ก่อนการผลิต เช่นการตัดหรืองอขา Material โดยอ้างอิงตาม Visual Aids ของ Model นั้นๆ โดยจะทำการเตรียม Material สำหรับ Model นั้นๆจนครบจำนวนที่ต้องการใช้ทั้งหมดแล้วจึงจะส่งต่อไปยังสถานีงาน Manual Insert

2 สถานีงาน Spot mark

เมื่อหัวหน้าพนักงาน (Leader) เบิก Material ในส่วนที่เป็น PCB ของ Model ที่จะทำการผลิตแล้ว พนักงาน Operation ที่ประจำสถานีนี้จะทำหน้าที่เตรียม PCB ก่อนการผลิต โดยใช้กาวชนิดอ้างอิงตาม Visual Aids หยอดปิดทับ Component ที่มีลักษณะนูนออกมา บริเวณที่อยู่ใกล้เคียงที่จะทำการ Soldering และใช้ Kapton Tape ปิดทับ Component ที่มีลักษณะไม่นูนออกมามากนัก เพื่อป้องกัน Component ได้รับความร้อนมากเกินไป จะทำให้หลุดออกมาและเกิดงาน Reject ได้ โดยจะทำการเตรียม PCB สำหรับ Model นั้นๆจนครบจำนวนที่ต้องการใช้ทั้งหมดแล้วจึงจะส่งต่อไปยังสถานีงาน Manual Insert

3 สถานีงาน Manual Insert

หลังจาก Material แบบ Through hole ถูกเตรียมจาก Material Preparation ด้วยการตัดขาหรืองอขาให้มีขนาดพอดีกับ PCB โดยอ้างอิงตาม Visual Aids ของ Part Number นั้นๆ ในขั้นตอนนี้ พนักงานฝ่าย production จะต้องประกอบ component ทุกตัวลงบน PCB โดยเรียงลำดับและอ้างอิงตาม Visual Aids ของ Part Number นั้นๆ และตรวจสอบว่าประกอบครบหรือไม่ กลับหัวหรือไม่ มี Gap หรือไม่ เพื่อไม่ให้เกิดงาน Reject ภายหลัง

4 สถานีงาน Wave Soldering

หลังจากการประกอบ component เสร็จแล้ว พนักงานจะต้องนำ PCB ใส่ในเครื่องจักร Wave Soldering โดยการวางลง Pallet ที่ช่างเทคนิคได้ Set up ไว้กับเครื่อง และทำการจับยึดชิ้นงานให้เรียบร้อย ตรวจสอบว่ามีช่องว่าง หรือ PCB วางพอดีกับ Pallet หรือไม่ จากนั้นจึงดัน Pallet เข้าเครื่องจักร และปิดฝาเพื่อใหเครื่องเริ่มทำงาน เครื่องจักรจะทำการฉีด Flux ตามชนิดอ้างอิงตาม Visual Aids ของ Part Number นั้นๆ จากนั้นเป็นกระบวนการ Pre-Heat แล้วจึงจะทำการ Soldering ตามตำแหน่งที่ได้ Set Up เอาไว้

5 สถานีงาน Cleaning and Inspection

หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการ Soldering พนักงานนำงานออกจากเครื่องจักร และนำมา Cleaning โดยการแกะกาวและเทปที่ติดทับลงไปบน component เพื่อป้องกัน component หลุดระหว่างกระบวนการ Soldering ออก หลังจากนั้นจึงใช้แปรงและน้ำยาทำความสะอาดคราบ Flux ที่ติดอยู่ และใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดอีกครั้ง ระหว่างกระบวนการ พนักงานจะทำการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดการกระบกบก่อนหน้าไปด้วย

6 สถานีงาน Record

หลังจากทำความสะอาด PCB แล้ว พนักงานใช้ Barcode leader สแกนเพื่อเก็บประวัติลงในระบบว่าชิ้นงานได้ผ่านกระบวนการ Wave Soldering แล้วหลังจากนั้นจึงเก็บชิ้นงานบนรถ Cart ที่เตรียมไว้เพื่อรอนำส่งแผนกต่อไป

4.1.2 ศึกษาและเก็บข้อมูลงานย่อย และเวลาในแต่ละกระบวนการผลิตแต่ละกระบวนการ

4.1.2.1 ศึกษาข้อมูลงานย่อยในแต่ละกระบวนการ

ศึกษาข้อมูลงานย่อยในแต่ละกระบวนการเพื่อใช้สำหรับหาเวลายามาตรฐานในการทำงานแต่ละกระบวนการ แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงลำดับงานย่อยของพนักงาน operation ทำงานร่วมกับเครื่องจักร

ลำดับงานย่อย	รายละเอียดของงานย่อย	จำนวนครั้งต่อ1รอบ	ประเภทของงานย่อย
Set up เครื่องจักร และเปลี่ยน pallet			งานย่อยชั่วคราว
ตรวจสอบ VA ความถูกต้องของเอกสารกับชิ้นงานก่อนปฏิบัติงาน.			งานย่อยชั่วคราว
ตรวจสอบประวัติของชิ้นงาน			งานย่อยชั่วคราว
ตรวจสอบตำแหน่งและชิ้นส่วนประกอบ			งานย่อยชั่วคราว
ตรวจสอบอุปกรณ์การทำงาน			งานย่อยชั่วคราว
1-4	ประกอบ component P/N : 1181674	4	งานย่อยภายใน
5-93	ประกอบ component P/N : 1181671	89	งานย่อยภายใน
94-96	ประกอบ component P/N : 1195827	3	งานย่อยภายใน
97	ประกอบ component P/N : 1072978	1	งานย่อยภายใน
98-99	ประกอบ component P/N : 1087002COH-AVIA	2	งานย่อยภายใน
100-101	ประกอบ component P/N : 1227703	2	งานย่อยภายใน
102-103	ประกอบ component P/N : 1227704	2	งานย่อยภายใน
104	ประกอบ component P/N : 1228327	1	งานย่อยภายใน
105	ประกอบ component P/N : 1157133	1	งานย่อยภายใน
106	ประกอบ component P/N : 1297930	1	งานย่อยภายใน
107-110	ประกอบ component P/N : 1075758	4	งานย่อยภายใน
111	ประกอบ component P/N : 1078817(6)	1	งานย่อยภายใน
112	ประกอบ component P/N : 1099209	1	งานย่อยภายใน

113	ประกอบ component P/N : 1101002	1	งานย่อยภายใน
114	ประกอบ component P/N : 1172678	1	งานย่อยภายใน
115	ประกอบ component P/N : 1258686	1	งานย่อยภายใน
116-120	ประกอบ component P/N : 1212060	5	งานย่อยภายใน
121-129	ประกอบ component P/N : 1258706	9	งานย่อยภายใน
130-131	ประกอบ component P/N : 1259964	2	งานย่อยภายใน
132	ประกอบ component P/N : 1299600	1	งานย่อยภายใน
133	ประกอบ component P/N : 1180934COH-AVIA	1	งานย่อยภายใน
134	ประกอบ component P/N : 1114749	1	งานย่อยภายใน
135	ประกอบ component P/N : 1276389	1	งานย่อยภายใน
136	ประกอบ component P/N : 1184280	1	งานย่อยภายใน
137-138	ประกอบ component P/N : 1259080	2	งานย่อยภายใน
139	ประกอบ component P/N : 1258616	1	งานย่อยภายใน
140	นำงานวางบนpallet นำเข้าเครื่อง	1	งานย่อยภายนอก
141	เครื่องจักรทำการ Soldering ชิ้นงาน	1	งานย่อยที่ทำโดยเครื่องจักร
142	นำงานออกจากเครื่อง	1	งานย่อยภายนอก
143	ทำความสะอาดและตรวจสอบ	1	งานย่อยภายใน
144	เก็บประวัติ	1	งานย่อยภายใน
145	จัดเก็บงานบนถาดของรถ	1	งานย่อยภายใน

จากตารางที่ 4.1 การทำงานของพนักงานในขั้นตอน Set up เครื่องจักร และเปลี่ยน pallet, ตรวจสอบ VA ความถูกต้องของเอกสารกับชิ้นงานก่อนปฏิบัติงาน, ตรวจสอบประวัติของชิ้นงาน, ตรวจสอบตำแหน่งและชิ้นส่วนประกอบ, ตรวจสอบอุปกรณ์การทำงาน จัดเป็นงานย่อยชั่วคราวเนื่องจากเกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวก่อนเริ่มการทำงานของพนักงาน จึงไม่ทำการจับและคำนวณเวลา

4.1.2.2 ผลการศึกษาเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานในแต่ละงานย่อย

จับเวลาในแต่ละงานย่อยโดยจับเป็นจำนวน 10 ครั้ง และนำมาคำนวณหาจำนวนรอบที่ต้องจับที่ความเชื่อมั่น 95% และนำมาคำนวณหาเวลามาตรฐานของงานนั้นๆ

งานย่อยที่ 1-93 ประกอบ component P/N : 1181674 ลง PCB

ตารางที่ 4.2 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 1 ถึงงานย่อยที่ 93

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	10.48	8.23	8.66	10.83	9.47	10.59	12.43	10.29	10.13	10.21	101.32
เวลา ² (x_i^2)	109.83	67.73	75.00	117.29	89.68	112.15	154.50	105.88	102.62	104.24	1038.93
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{10(1038.93) - (101.32)^2}}{101.32} \right]^2 = 19.3 \approx 20 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 10 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.3 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 1 ถึงงานย่อยที่ 93

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	10.48	8.23	8.66	10.83	9.47	10.59	12.43	10.29	10.13	10.21

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
เวลา(s)	11.41	9.51	8.61	8.42	9.84	9.14	10.24	8.61	9.37	9.46

ค่าเฉลี่ย (s) = 9.80

เวลาปกติ (s) = $9.80 \times 10.0 = 9.80$

เวลามาตรฐาน (s) = $9.80 + (9.80 \times 0.1) = 10.78$

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 1 ถึงงานย่อยที่ 93 เท่ากับ 10.78 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 94-96 ประกอบ component P/N : 1195827 ลง PCB

ตารางที่ 4.4 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 94 ถึงงานย่อยที่ 96

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 3 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.7 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 97

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	8.88	9.96	8.25	9.18	8.15	7.43	7.65	8.54	7.63	8.13

รอบที่	11	12	13
เวลา(s)	8.43	8.4	8.93

ค่าเฉลี่ย (s) = 8.43

เวลาปกติ (s) = $8.43 \times 1.00 = 8.43$

เวลามาตรฐาน (s) = $8.43 + (8.43 \times 0.1) = 9.27$

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 97 เท่ากับ 9.27 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 98-99 ประกอบ component P/N : 1087002COH-AVIA ลง PCB

ตารางที่ 4.8 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 98 ถึงงานย่อยที่ 99

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	6.46	8.5	8.19	7.49	7.77	6.64	7.31	8.17	9.03	8.89	78.45
เวลา ² (x_i^2)	41.73	72.25	67.08	56.10	60.37	44.09	53.44	66.75	81.54	79.03	622.38
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{10(622.38) - (78.45)^2}}{78.45} \right]^2 = 18.0 \approx 18 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 8 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.9 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 98 ถึงงานย่อยที่ 99

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	6.46	8.5	8.19	7.49	7.77	6.64	7.31	8.17	9.03	8.89

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18
เวลา(s)	8.34	8.07	7.94	7.17	7.38	8.37	8.42	8.78

ค่าเฉลี่ย (s) = 7.86

เวลาปกติ (s) = $7.86 \times 1.00 = 7.86$

เวลามาตรฐาน (s) = $7.86 + (7.86 \times 0.1) = 8.64$

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 98 ถึงงานย่อยที่ 99 เท่ากับ 8.64 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 100-101 ประกอบ component P/N : 1227703 ลง PCB

ตารางที่ 4.10 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 100 ถึงงานย่อยที่ 101

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	17.66	18.22	18.34	17.59	18.96	25.04	17.89	18.91	19.18	22.23	194.02
เวลา ² (x_i^2)	311.88	331.97	336.36	309.41	367.87	627.00	320.05	357.59	367.87	494.17	3824.17
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{10(3824.17) - (194.02)^2}}{194.02} \right]^2 = 25.4 \approx 26 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 16 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.11 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 100 ถึงงานย่อยที่ 101

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	17.66	18.22	18.34	17.59	18.96	25.04	17.89	18.91	19.18	22.23

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
เวลา(s)	18.54	16.93	18.25	21.43	17.22	16.86	18.18	17.86	19.85	19.17

รอบที่	21	22	23	24	25	26
เวลา(s)	23.08	18.27	17.82	18.38	18.74	17.97

ค่าเฉลี่ย (s) = 18.95

เวลาปกติ (s) = $18.95 \times 1.00 = 18.95$

เวลามาตรฐาน (s) = $18.95 + (18.95 \times 0.1) = 20.84$

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 100 ถึงงานย่อยที่ 101 เท่ากับ 20.84 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 102-103 ประกอบ component P/N : 1227704 ลง PCB

ตารางที่ 4.12 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 102 ถึงงานย่อยที่ 103

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	16.89	17.55	23.33	19.03	16.98	19.33	21.91	23.27	18.52	16.12	192.93
เวลา ² (x_i^2)	285.27	308.00	544.29	362.14	288.32	373.65	480.05	541.149	342.99	259.85	3786.06
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{10(3786.06) - (192.93)^2}}{192.93} \right]^2 = 27.5 \approx 28 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 18 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.13 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 102 ถึงงานย่อยที่ 103

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	16.89	17.55	23.33	19.03	16.98	19.33	21.91	23.27	18.52	16.12

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
เวลา(s)	17.3	17.52	18.13	18.46	22.37	17.22	17.57	18.1	17.17	16.97

รอบที่	21	22	23	24	25	26	27	28
เวลา(s)	18.11	17.38	18.19	17.48	16.74	18.15	16.58	17.74

ค่าเฉลี่ย (s) = 18.36

เวลาปกติ (s) = $18.36 \times 1.00 = 18.36$

เวลามาตรฐาน (s) = $18.36 + (18.36 \times 0.1) = 20.20$

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 102 ถึงงานย่อยที่ 103 เท่ากับ 20.20 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 5 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.17 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 105

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	7.73	8.22	7.78	6.89	9.34	7.36	8.44	8.47	7.14	6.95

รอบที่	11	12	13	14	15
เวลา(s)	8.37	6.8	8.7	7.14	6.46

ค่าเฉลี่ย (s) = 7.72

เวลาปกติ (s) = 7.72 × 1.00 = 7.72

เวลามาตรฐาน (s) = 7.72 + (7.72 × 0.1) = 8.49

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 105 เท่ากับ 8.49 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 106 ประกอบ component P/N : 1297930 ลง PCB

ตารางที่ 4.18 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 106

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	6.97	8.39	7.31	8.22	9.08	7.52	8.1	7.1	7.93	7.08	77.7
เวลา ² (x_i^2)	48.58	70.39	53.44	67.57	82.45	56.45	65.61	50.41	62.88	50.13	608.01
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{10(608.01) - (77.7)^2}}{77.7} \right]^2 = 11.3 \approx 12 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 2 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.19 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 106

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
เวลา(s)	6.97	8.39	7.31	8.22	9.08	7.52	8.1	7.1	7.93	7.08	6.78	7.12

ค่าเฉลี่ย (s) = 7.63

เวลาปกติ (s) = 7.63 × 1.00 = 7.63

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 18 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.23 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 111

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	22.77	18.6	19.28	18.49	20.54	27.48	20.12	24.86	19.6	20.03

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
เวลา(s)	21.6	19.72	27.37	19.5	21.23	20.15	26.64	19.29	27.17	18.71

รอบที่	21	22	23	24	25	26	27	28
เวลา(s)	18.28	25.76	19.83	21.16	18.35	18.42	20.42	21.93

ค่าเฉลี่ย (s) = 21.33

เวลาปกติ (s) = $21.33 \times 1.00 = 21.33$

เวลามาตรฐาน (s) = $21.33 + (21.33 \times 0.1) = 23.47$

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 111 เท่ากับ 23.47 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 112 ประกอบ component P/N : 1099209 ลง PCB

ตารางที่ 4.24 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 112

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	10.4	8.83	9.53	9.69	10.6	7.93	8.21	9.47	9.58	11.06	95.30
เวลา ² (x_i^2)	108.16	77.97	90.82	93.90	112.36	62.88	67.40	89.68	91.78	122.32	917.28
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{10(917.28) - (95.30)^2}}{95.30} \right]^2 = 16.0 \approx 16 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 6 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.25 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 112

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	10.40	8.83	9.53	9.69	10.60	7.93	8.21	9.47	9.58	11.06

รอบที่	11	12	13	14	15	16
เวลา(s)	8.82	10.04	10.43	9.5	8.57	10.52

ค่าเฉลี่ย (s) = 9.57

เวลาปกติ (s) = $9.57 \times 1.00 = 9.57$

เวลามาตรฐาน (s) = $9.57 + (9.57 \times 0.1) = 10.53$

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 112 เท่ากับ 10.53 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 113 ประกอบ component P/N : 1101002 ลง PCB

ตารางที่ 4.24 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 113

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	20.19	19.15	17.28	21.64	18.76	19.88	18.47	17.94	25.11	19.83	198.25
เวลา ² (x_i^2)	407.64	366.72	298.60	468.29	351.94	395.21	341.14	321.84	630.51	393.23	3975.12
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{10(3975.12) - (198.25)^2}}{198.25} \right]^2 = 18.2 \approx 19 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 9 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.25 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 113

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	20.19	19.15	17.28	21.64	18.76	19.88	18.47	17.94	25.11	19.83

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19
เวลา(s)	19.53	26.56	17.75	20.17	18.56	17.85	19.18	18.35	17.52

ค่าเฉลี่ย (s) = 19.79

เวลาปกติ (s) = $19.79 \times 1.00 = 19.79$

เวลามาตรฐาน (s) = $19.79 + (19.79 \times 0.1) = 21.77$

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 113 เท่ากับ 21.77 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 114 ประกอบ component P/N : 1172678 ลง PCB

ตารางที่ 4.26 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 114

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	16.95	15.9	14.71	14.21	16.91	16.09	18.57	17.84	16.65	16.76	164.59
เวลา ² (x_i^2)	287.30	252.81	216.38	201.92	285.95	258.89	344.84	318.27	277.22	280.90	2724.49
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{10(2724.49) - (164.59)^2}}{164.59} \right]^2 = 9.2 \approx 10 \text{ รอบ}$										

ทำการคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ค่าเฉลี่ย (s) = 16.46

เวลาปกติ (s) = $16.46 \times 1.00 = 16.46$

เวลามาตรฐาน (s) = $16.46 + (16.46 \times 0.1) = 18.10$

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 114 เท่ากับ 18.10 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 115 ประกอบ component P/N : 1258686 ลง PCB

ตารางที่ 4.27 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 115

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	27.04	19.47	20.08	19.82	20.66	21.57	26.41	19.5	22.69	19.91	217.15
เวลา ² (x_i^2)	731.16	379.08	403.21	392.83	426.84	465.26	697.49	380.25	514.84	396.41	4787.36
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{10(4787.36) - (217.15)^2}}{217.15} \right]^2 = 24.4 \approx 25 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 15 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.28 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 115

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	27.04	19.47	20.08	19.82	20.66	21.57	26.41	19.5	22.69	19.91

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
เวลา(s)	20.79	19.97	26.1	21.34	20.5	21.79	19.65	25.36	20.16	19.71

รอบที่	21	22	23	24	25
เวลา(s)	19.52	22.15	20.34	21.66	25.57

ค่าเฉลี่ย (s) = 21.67

เวลาปกติ (s) = 21.67 × 1.00 = 21.67

เวลามาตรฐาน (s) = 21.67 + (21.67 × 0.1) = 23.84

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 115 เท่ากับ 23.84 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 116-120 ประกอบ component P/N : 1212060 ลง PCB

ตารางที่ 4.29 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 116 ถึงงานย่อยที่ 120

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x _i)	13.25	14.01	13.54	14.25	14.32	15.95	13.21	14.67	15.06	14.17	142.43
เวลา ² (x _i ²)	175.56	196.28	183.33	203.06	205.06	254.40	174.50	215.21	226.80	200.79	2035.01
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{10(2035.01) - (142.43)^2}}{142.43} \right]^2 = 5.0 \approx 5 \text{ รอบ}$										

ทำการคำนวณหาเวลามาตรฐานจาก

ค่าเฉลี่ย (s) = 14.24

เวลาปกติ (s) = 14.24 × 1.00 = 14.24

เวลามาตรฐาน (s) = 14.24 + (14.24 × 0.1) = 15.67

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 116 ถึงงานย่อยที่ 120 เท่ากับ 15.67 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 121-129 ประกอบ component P/N : 1258706 ลง PCB

ตารางที่ 4.30 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 121 ถึงงานย่อยที่ 129

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	16.24	13.52	14.42	14.75	13.77	14.35	15.12	14.91	13.96	15.38	146.41
เวลา ² (x_i^2)	263.74	182.79	207.65	217.56	189.61	205.92	228.61	222.31	194.88	236.54	2149.62
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{10(2149.62) - (146.41)^2}}{146.41} \right]^2 = 4.5 \approx 5 \text{ รอบ}$										

ทำการคำนวณหาเวลามาตรฐานจาก

ค่าเฉลี่ย (s) = 14.64

เวลาปกติ (s) = 14.64 × 1.00 = 14.64

เวลามาตรฐาน (s) = 14.64 + (14.64 × 0.1) = 16.11

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 121 ถึงงานย่อยที่ 129 เท่ากับ 16.11 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 130-131 ประกอบ component P/N : 1259964 ลง PCB

ตารางที่ 4.31 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 130 ถึงงานย่อยที่ 131

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	15.61	14.78	12.85	14.39	12.96	13.14	12.25	13.16	11.86	13.47	134.47
เวลา ² (x_i^2)	243.67	218.45	165.12	207.07	167.96	172.66	150.06	173.19	140.66	181.44	1820.28
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{10(1820.28) - (134.47)^2}}{134.47} \right]^2 = 10.7 \approx 11 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 1 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.32 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 130 ถึงงานย่อยที่ 131

รอบที่	11
เวลา(s)	12.82

ค่าเฉลี่ย (s) = 13.39

เวลาปกติ (s) = $13.39 \times 1.00 = 13.39$

เวลามาตรฐาน (s) = $13.39 + (13.39 \times 0.1) = 14.73$

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 130 ถึงงานย่อยที่ 131 เท่ากับ 14.73 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 132 ประกอบ component P/N : 1299600 ลง PCB

ตารางที่ 4.33 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 132

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	16.51	27.16	18.37	17.52	19.72	27.31	25.98	26.13	18.49	15.47	212.93
เวลา ² (x_i^2)	272.58	737.67	337.46	306.95	388.88	745.84	674.96	682.78	341.88	247.75	4736.73
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{10(4736.73) - (212.93)^2}}{212.93} \right]^2 = 71.6 \approx 72 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 62 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐานจาก

ตารางที่ 4.34 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 132

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	16.51	27.16	18.37	17.52	19.72	27.31	25.98	26.13	18.49	15.74

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
เวลา(s)	16.67	15.83	25.24	26.48	17.79	17.17	28.36	15.28	26.17	19.19

รอบที่	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
เวลา(s)	26.03	15.78	24.62	18.09	18.17	16.99	17.41	27.64	27.45	17.36

รอบที่	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
เวลา(s)	17.91	17.39	18.13	26.07	27.68	18.22	25.85	18.23	26.74	27.76

รอบที่	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
เวลา(s)	17.52	24.47	26.33	27.5	24.09	26.64	19.84	18.55	25.95	18.82

รอบที่	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
เวลา(s)	28.45	26.11	20.31	26.48	17.43	15.25	27.1	16.82	16.72	17.47

รอบที่	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
เวลา(s)	16.67	27.16	28.44	17.85	26.89	26.03	17.68	25.96	18.55	18.3

รอบที่	71	72
เวลา(s)	17.91	21.96

ค่าเฉลี่ย (s) = 21.67

เวลาปกติ (s) = 21.67 × 1.00 = 21.67

เวลามาตรฐาน (s) = 21.67 + (21.67 × 0.1) = 16.11

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 132 เท่ากับ 23.8 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 133 ประกอบ component P/N : 1180934COH-AVIA

ตารางที่ 4.35 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 133

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x _i)	27.13	33.43	24.04	25.25	23.84	25.53	26.95	36.14	30.32	24.52	277.15
เวลา ² (x _i ²)	736.04	1117.56	577.92	637.56	568.35	651.78	726.30	1306.10	919.30	601.23	7842.15
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{10(7842.15) - (277.15)^2}}{277.15} \right]^2 = 33.5 \approx 34 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 24 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.36 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 133

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	27.13	33.43	24.04	25.25	23.84	25.53	26.95	36.14	30.32	24.52

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
เวลา(s)	26.35	23.44	24.37	25.05	23.36	27.14	25.81	32.8	26.31	30.27

รอบที่	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
เวลา(s)	24.4	26.11	23.65	25.62	28.43	26.41	24.14	32.36	24.22	23.83

รอบที่	31	32	33	34
เวลา(s)	35.21	23.92	27.51	24.87

ค่าเฉลี่ย (s) = 26.85

เวลาปกติ (s) = 26.85 × 1.00 = 26.85

เวลามาตรฐาน (s) = 26.85 + (26.85 × 0.1) = 29.53

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 133 เท่ากับ 29.53 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 134 ประกอบ component P/N : 1114749

ตารางที่ 4.37 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 134

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	23.61	20.08	23.26	29.12	24.56	22.97	19.65	21.83	25.32	31.98	242.38
เวลา ² (x_i^2)	557.43	403.21	541.03	847.97	603.19	527.62	386.12	476.55	641.10	1022.72	6006.96
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{6006.96 - (242.38)^2}}{242.38} \right]^2 = 36.0 \approx 36 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 26 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.38 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 134

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	23.61	20.08	23.26	29.12	24.56	22.97	19.65	21.83	25.32	31.98

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
เวลา(s)	22.19	20.22	21.44	32.06	19.89	20.42	20.6	18.55	23.41	19.1

รอบที่	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
เวลา(s)	21.35	21.73	23.56	20.19	19	24.48	29.82	33.17	23.63	30.47

รอบที่	31	32	33	34	35	36
เวลา(s)	20.53	32.62	25.52	18.85	23.25	30.44

ค่าเฉลี่ย (\bar{s}) = 23.86

เวลาปกติ (s) = $23.86 \times 1.00 = 23.86$

เวลามาตรฐาน (s) = $23.86 + (23.86 \times 0.1) = 26.24$

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 134 เท่ากับ 26.24 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 135 ประกอบ component P/N : 1276389

ตารางที่ 4.39 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 135

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	7.64	8.79	7.71	8.86	9.16	10.29	8.73	8.41	7.86	7.24	84.69
เวลา ² (x_i^2)	58.37	77.26	59.44	78.50	83.91	105.88	76.21	70.73	61.78	52.42	724.51
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{724.51 - (84.69)^2}}{84.69} \right]^2 = 16.2 \approx 17 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 7 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.40 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 135

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	7.64	8.79	7.71	8.86	9.16	10.29	8.73	8.41	7.86	7.24

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17
เวลา(s)	8.3	10.68	9.12	7.55	8.18	7.61	7.11

ค่าเฉลี่ย (s) = 8.43

เวลาปกติ (s) = $8.43 \times 1.00 = 8.43$

เวลามาตรฐาน (s) = $8.43 + (8.43 \times 0.1) = 9.27$

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 135 เท่ากับ 27 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 136 ประกอบ component P/N : 1184280

ตารางที่ 4.41 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 136

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	15.35	17.1	18.51	16.82	23.45	17.64	16.34	16.48	17.6	18.59	177.88
เวลา ² (x_i^2)	235.62	292.41	342.62	282.91	549.90	311.17	267.00	271.59	309.76	345.59	3208.57
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{3208.57 - (177.88)^2}}{177.88} \right]^2 = 22.5 \approx 23 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 13 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.42 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 136

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	15.35	17.1	18.51	16.82	23.45	17.64	16.34	16.48	17.6	18.59

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
เวลา(s)	16.9	17.43	16.52	20.42	18.13	15.75	16.88	16.91	20.24	16.91

รอบที่	21	22	23
เวลา(s)	18.35	15.4	17.74

ค่าเฉลี่ย (s) = 17.63

เวลาปกติ (s) = $17.63 \times 1.00 = 17.63$

เวลามาตรฐาน (s) = $17.63 + (17.63 \times 0.1) = 19.39$

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 136 เท่ากับ 19.39 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 11 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน
ตารางที่ 4.46 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 139

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	6.37	7.18	7.51	6.28	7.97	8.11	8.52	9.07	7.13	7.05

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
เวลา(s)	9.2	8.36	7.38	7.65	6.86	7.04	8.57	8.07	6.29	7.44	6.33

ค่าเฉลี่ย (s) = 7.54

เวลาปกติ (s) = $7.54 \times 1.00 = 7.54$

เวลามาตรฐาน (s) = $7.54 + (7.54 \times 0.1) = 8.30$

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 139 เท่ากับ 8.30 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 140 นำงานเข้าเครื่องจักร

ตารางที่ 4.47 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 140

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	71.00	73.00	70.00	55.00	67.00	72.00	65.00	60.00	76.00	75.00	684
เวลา ² (x_i^2)	5041	5329	4900	3025	4489	5184	4225	3600	5776	5625	47194
จำนวนรอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{47194 - (684)^2}}{684} \right]^2 = 14.0 \approx 14 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 4 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.48 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 140

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	71.00	73.00	70.00	55.00	67.00	72.00	65.00	60.00	76.00	75.00

รอบที่	11	12	13	14
เวลา(s)	57.00	63.00	60.00	64.00

ค่าเฉลี่ย (s) = 66.29

เวลาปกติ (s) = 66.29 × 1.00 = 66.29

เวลามาตรฐาน (s) = 66.29 + (66.29 × 0.1) = 72.91

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 140 เท่ากับ 72.91 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 141 เครื่องจักรทำการ Soldering ชิ้นงาน

ตารางที่ 4.49 แสดงเวลาการทำงานของเครื่องจักร

เครื่องจักร	เวลาในการทำงานต่อ 1 ชิ้นงาน
ECO Selective 01 (Wave Soldering)	1442.00 วินาที

งานย่อยที่ 142 นำงานออกจากเครื่อง

ตารางที่ 4.50 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 142

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	18.00	15.00	14.00	17.00	16.00	14.00	18.00	19.00	18.00	17.00	166.00
เวลา ² (x_i^2)	324	225	196	289	256	196	324	361	324	289	2784
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{2784 - (166)^2}}{166} \right]^2 = 16.5 \approx 17 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 7 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐานจาก

ตารางที่ 4.51 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 142

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	18.00	15.00	14.00	17.00	16.00	14.00	18.00	19.00	18.00	17.00

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17
เวลา(s)	13.00	18.00	16.00	14.00	13.00	15.00	17.00

ค่าเฉลี่ย (s) = 16.00

เวลาปกติ (s) = $16.00 \times 1.00 = 16.00$

เวลามาตรฐาน (s) = $16.00 + (16.00 \times 0.1) = 17.60$

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 142 เท่ากับ 17.60 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 143 ทำความสะอาดและตรวจสอบ

ตารางที่ 4.52 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 143

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	378.00	397.00	382.00	390.00	350.00	400.00	407.00	362.00	393.00	369.00	3828.00
เวลา ² (x_i^2)	142884	157609	145924	152100	122500	160000	165649	131044	154449	136161	1468320
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{1468320 - (3828)^2}}{3828} \right]^2 = 3.2 \approx 4 \text{ รอบ}$										

ค่าเฉลี่ย (s) = 382.80

เวลาปกติ (s) = $382.80 \times 1.00 = 382.80$

เวลามาตรฐาน (s) = $382.80 + (382.80 \times 0.1) = 421.08$

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 143 เท่ากับ 421.08 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 144 เก็บประวัติ

ตารางที่ 4.53 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 144

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	19.00	18.00	20.00	23.00	16.00	15.00	20.00	17.00	22.00	21.00	191.00
เวลา ² (x_i^2)	361	324	400	529	256	225	400	289	484	441	3709
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{3709 - (191)^2}}{191} \right]^2 = 26.7 \approx 27 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 17 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.54 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 144

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	19.00	18.00	20.00	23.00	16.00	15.00	20.00	17.00	22.00	21.00

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
เวลา(s)	19.00	22.00	18.00	21.00	15.00	19.00	16.00	22.00	17.00	20.00

รอบที่	21	22	23	24	25	26	27
เวลา(s)	23.00	19.00	18.00	22.00	20.00	18.00	16.00

ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) = 19.11

เวลาปกติ (s) = $19.11 \times 1.00 = 19.11$

เวลามาตรฐาน (s) = $19.11 + (19.11 \times 0.1) = 21.02$

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 144 เท่ากับ 21.02 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

งานย่อยที่ 145 จัดเก็บงานบนลาดของรถ

ตารางที่ 4.55 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของงานย่อยที่ 145

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	8.00	10.00	9.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	10.00	11.00	98.00
เวลา ² (x_i^2)	64	100	81	64	81	100	121	144	100	121	976
จำนวนที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{976 - (98)^2}}{98} \right]^2 = 26.0 \approx 26 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 16 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.56 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 145

รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลา(s)	8.00	10.00	9.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	10.00	11.00

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
เวลา(s)	11.00	8.00	9.00	9.00	11.00	8.00	12.00	10.00	10.00	8.00

รอบที่	21	22	23	24	25	26
เวลา(s)	8.00	10.00	12.00	9.00	11.00	8.00

ค่าเฉลี่ย (s) = 9.69

เวลาปกติ (s) = $9.69 \times 1.00 = 9.69$

เวลามาตรฐาน (s) = $9.69 + (9.69 \times 0.1) = 10.66$

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 145 เท่ากับ 10.66 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สามารถสรุปเวลามาตรฐานมาตรฐานของทุกงานย่อยได้ดังตารางที่ 4.57

ตารางที่ 4.57 แสดงเวลามาตรฐานของงานย่อยทั้งหมด

ลำดับงาน ย่อย	รายละเอียดของงานย่อย	จำนวนครั้ง ต่อ1รอบ	เวลา(s)	เวลา ทั้งหมด(s)
Set up เครื่องจักร และเปลี่ยน pallet				
ตรวจสอบ VA ความถูกต้องของเอกสารกับชิ้นงานก่อนปฏิบัติงาน.				
ตรวจสอบประวัติของชิ้นงาน				
ตรวจสอบตำแหน่งและชิ้นส่วนประกอบ				
ตรวจสอบอุปกรณ์การทำงาน				
1-4	ประกอบ component P/N : 1181674	4	10.87	43.48
5-93	ประกอบ component P/N : 1181671	89	10.87	967.43
94-96	ประกอบ component P/N : 1195827	3	8.23	24.69
97	ประกอบ component P/N : 1072978	1	9.27	9.27
98-99	ประกอบ component P/N : 1087002COH-AVIA	2	8.64	17.28
100-101	ประกอบ component P/N : 1227703	2	20.84	41.68
102-103	ประกอบ component P/N : 1227704	2	20.20	40.40
104	ประกอบ component P/N : 1228327	1	9.47	9.47

105	ประกอบ component P/N : 1157133	1	8.49	8.49
106	ประกอบ component P/N : 1297930	1	8.40	8.4
107-110	ประกอบ component P/N : 1075758	4	8.83	35.32
111	ประกอบ component P/N : 1078817(6)	1	23.47	23.47
112	ประกอบ component P/N : 1099209	1	10.53	10.53
113	ประกอบ component P/N : 1101002	1	21.77	21.77
114	ประกอบ component P/N : 1172678	1	18.10	18.10
115	ประกอบ component P/N : 1258686	1	23.84	23.84
116-120	ประกอบ component P/N : 1212060	5	15.67	78.35
121-129	ประกอบ component P/N : 1258706	9	16.11	144.99
130-131	ประกอบ component P/N : 1259964	2	14.73	29.46
132	ประกอบ component P/N : 1299600	1	23.83	23.83
133	ประกอบ component P/N : 1180934COH-AVIA	1	29.53	29.53
134	ประกอบ component P/N : 1114749	1	26.24	26.24
135	ประกอบ component P/N : 1276389	1	9.27	9.27
136	ประกอบ component P/N : 1184280	1	19.39	19.39
137-138	ประกอบ component P/N : 1259080	2	15.69	31.38
139	ประกอบ component P/N : 1258616	1	8.30	8.30
140	นำงานเข้าเครื่องจักร	1	72.91	72.91
141	เครื่องจักรทำการ Soldering ชิ้นงาน	1	1442	1442
142	นำงานออกจากเครื่อง	1	17.60	17.60
143	ทำความสะอาดและตรวจสอบ	1	421.08	421.08
144	เก็บประวัติ	1	21.02	21.02
145	จัดเก็บงานบนถาดของรถ	1	10.66	10.06
รวม				3689.63

4.2 สํารวจและรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการทํางานปัจจุบัน และหาสาเหตุของปัญหาเพื่อบ่งชี้ความสูญเสีย

จากการลงพื้นที่จริง ศึกษาข้อเท็จจริง ศึกษาการผลิตจริง และสอบถามพนักงาน supervisor รวมถึงพนักงานที่มีส่วนเกี่ยวข้อง สามารถรวบรวมปัญหาได้ดังนี้

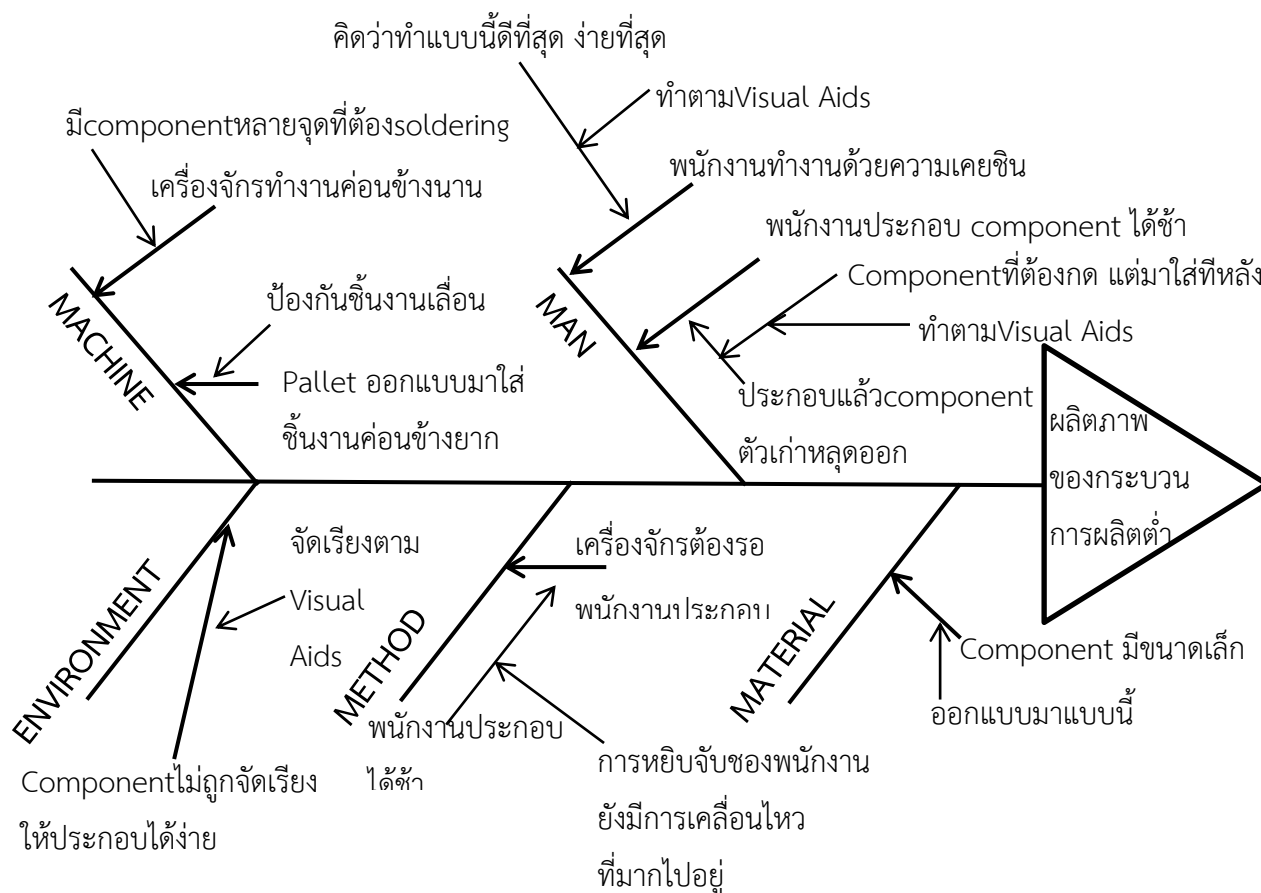
1. ปัญหาเครื่องจักรเสียระหว่างทํางาน
2. ปัญหาตะกั่วที่ทำการบัดกรีมากเกินไป
3. ปัญหาพนักงานใส่ components ไม่ครบ
4. ปัญหาการบัดกรีผิดพลาด
5. ปัญหาผลิตภาพของกระบวนการผลิตต่ำ
6. ปัญหา components หลุดออกจาก PCB
7. ปัญหา PCB เกิดการบวม
8. ปัญหา component กลับซ้ำ

ทำการคัดเลือกประเด็นปัญหาที่จะทำการแก้ไขปรับปรุง โดยใช้การจัดลำดับความสำคัญของปัญหา (Priority setting of problems)

ตารางที่ 4.58 แสดงการคัดเลือกหัวข้อปัญหาของการผลิต

เกณฑ์ หัวข้อปัญหา	ความ ยากง่าย W = 2	ระยะ เวลา W = 1	ความ คุ้มค่า W = 3	ความ สำคัญ W = 1	ผลรวม	ลำดับที่
เครื่องจักรเสียระหว่างทํางาน	1	1	5	5	23	4
ตะกั่วที่ทำการบัดกรีมากเกินไป	2	3	4	4	23	4
พนักงานใส่ components ไม่ครบ	4	5	3	4	26	2
การบัดกรีผิดพลาด	2	3	3	3	19	6
ผลิตภาพของกระบวนการผลิตต่ำ	4	3	5	5	31	1
components หลุดออกจาก PCB	3	4	3	3	22	5
PCB เกิดการบวม	3	4	3	4	23	4
component กลับซ้ำ	4	4	3	4	25	3

จากตารางที่ 4.58 ปัญหาผลิตภาพของกระบวนการผลิตต่ำ มีคะแนนมาเป็นอันดับแรก จึงเลือกปัญหาผลิตภาพของกระบวนการผลิตต่ำมาเป็นหัวข้อในการศึกษาในครั้งนี้ โดยนำแผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) มาใช้ในการหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา



รูปที่ 4.5 แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหาในการผลิต

จากการวิเคราะห์ด้วยแผนภาพก้างปลา (Fish Bone Diagram) โดยหลัก Why-Why Analysis พบว่า สาเหตุที่แท้จริงของปัญหามาจาก Visual Aids ที่ลำดับการเรียง Component ทำได้ไม่ดีนัก ทำให้การประกอบ Component ลง PCB ได้ช้า และอีกเหตุผลหนึ่งคือ การหยิบจับ Component ที่จะนำไปประกอบนั้นยังสูญเสียเวลาค่อนข้างมาก โดยผู้ศึกษาจะแบ่ง Component ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ด้วยกัน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 มีลักษณะเหมือนกัน การประกอบเหมือนกันแต่เพียงสี และมีจำนวนมาก

Component P/N : 1181674

Component P/N : 1181671

กลุ่มที่ 2 มีลักษณะไม่เหมือนกัน มีจำนวนต่อ 1 ชิ้นงานน้อย

Component P/N : 1195827

Component P/N : 1101002

Component P/N : 1072978

Component P/N : 11726278

Component P/N : 108002COH-AVIA

Component P/N : 1258686

Component P/N : 1227703

Component P/N : 1212060

Component P/N : 1227704

Component P/N : 1258706

Component P/N : 1228327

Component P/N : 1259964

Component P/N : 1157133

Component P/N : 1299600

Component P/N : 1297930

Component P/N : 1180934COH-AVIA

Component P/N : 1259080

Component P/N : 1114749

Component P/N : 1075758

Component P/N : 1276389

Component P/N : 1078817(6)

Component P/N : 1184280

Component P/N : 1099209

Component P/N : 1258616

วิเคราะห์การทำงานด้วยแผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man and Machine Chart) โดยจะรวมเวลาของ Component ของกลุ่มที่ 1 เข้าไว้ด้วยกัน และรวมเวลาของ Component กลุ่มที่ 2 เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อต่อการพิจารณา

รูปที่ 4.6 แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man and Machine Chart)

■ การทำงานร่วมกันของคนกับเครื่องจักร ■ ทำงานอิสระ □ ว่างงาน

นางานเข้าเครื่องจักร	72.91	นางานเข้าเครื่องจักร	72.91
ทำความสะอาดและตรวจสอบ	421.08	เครื่องจักรทำการ Soldering ชิ้นงาน	1442.00
เก็บประวัติ	21.02		
จัดเก็บงานบนถาดของรถ	10.66		
ประกอบcomponentกลุ่มที่ 1 (งานย่อยที่1-93)	1010.91		
		ว่างงาน	21.70

นำงานออกจากเครื่อง	17.60	นำงานออกจากเครื่อง	17.60
ประกอบcomponentกลุ่มที่ 2 (งานย่อยที่94-139)	693.45	ว่างงาน	693.45

ตารางที่ 4.56 แสดงตารางสรุปสัดส่วนการทำงานของพนักงานและเครื่องจักร

	พนักงาน (วินาที)	เครื่องจักร (วินาที)
เวลาว่าง	0	715.15
เวลาทำงาน	2247.63	1532.51
เวลาทั้งหมด	2247.63	2247.63
% เวลาทำงาน	100%	68.18%

การบ่งชี้ความสูญเสียเปล่าของปัญหาที่เกิดขึ้นในสภาพการทำงานปัจจุบัน

บ่งชี้ความสูญเสียเปล่าโดยใช้หลักการ 8 Waste ในการวิเคราะห์จากการศึกษาเวลาโดยตรง และ แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man and Machine Chart)

ตารางที่ 4.59 แสดงความสูญเสียเปล่าแต่ละชนิดที่เกิดขึ้น

ชนิดของความสูญเสียเปล่า	สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงาน
ความสูญเสียเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนไหวมากเกินไป (Motion)	การประกอบ Component ในกลุ่มที่ 1 มีท่าทางการหยิบจับของมือที่มากเกินไป ทำให้ต้องใช้เวลามากในการประกอบ
	การประกอบ Component ในกลุ่มที่ 2 มีการเคลื่อนไหวมากเกินไปเนื่องจาก Component ที่ต้องออกแรงกดในการประกอบถูกประกอบหลัง Component ที่ไม่จำเป็นต้องออกแรงกดและ ง่ายต่อการหลุดออก ทำให้ต้องเสียเวลาในการประกอบ Component ที่หลุดออกมากกลับเข้าที่เดิม

<p>ความสูญเสียที่เกิดจากการรอคอย (Waiting)</p>	<p>จากการวิเคราะห์การทำงานด้วย Man and Machine Chart เครื่องจักรต้องรอพนักงานประกอบเสร็จถึงจะเริ่มการทำงานได้ ส่งผลให้เสียเวลาค่อนข้างมาก</p>
--	---

4.3 ศึกษาหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

4.3.1 การศึกษาการเคลื่อนไหวแบบไมโคร (Micromotion Study)

ทำการศึกษาการเคลื่อนไหวแบบไมโคร (Micromotion Study) และนำมาวิเคราะห์ในขั้นตอนการประกอบ Component ในกลุ่มที่ 1 เพื่อลดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นออกและ ปรับปรุงการหยิบจับของมือพนักงานที่ทำการประกอบ

4.3.2 หลักการ ECRS

ใช้หลักการ ECRS ในการปรับปรุงการประกอบ Component ในกลุ่มที่ 2 เนื่องจาก Component ที่ต้องออกแรงกดในการประกอบถูกประกอบหลัง Component ที่ไม่จำเป็นต้องออกแรงกด และ ง่ายต่อการหลุดออก ทำให้ต้องเสียเวลาในการประกอบ Component ที่หลุดออกมากลับเข้าที่เดิม จึงต้องทำการจัดเรียงลำดับใหม่ (Rearrange) เพื่อให้ Component ที่ประกอบไปแล้วไม่หลุดออกและง่ายต่อการประกอบ

4.4 ทำการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

4.4.1 ทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานของการขึ้นตอนการประกอบ

Component กลุ่มที่ 1

ทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานในการประกอบ Component กลุ่มที่ 1 โดยการวิเคราะห์และปรับปรุงด้วยตาราง Therbling ก่อนการปรับปรุงดังแสดงในตารางที่ 4.60 และหลังทำการปรับปรุงดังแสดงในตารางที่ 4.61

ตารางที่ 4.60 แสดงการวิเคราะห์การทำงานในขั้นตอนการประกอบ Component กลุ่มที่ 1 ด้วยตาราง Therbling ก่อนทำการปรับปรุง

มือซ้าย	สัญลักษณ์		มือขวา
รอ	UD	TE	มือขวาเอื้อมไปหยิบ Component
รอ	UD	G	มือจับ Component
เคลื่อนมือมายังตำแหน่งตรงหน้า	TE	TL	เคลื่อนมือมายังตำแหน่งตรงหน้า
หมุน Component ให้จับได้ถนัด	P	P	หมุน Component ให้จับได้ถนัด
ปล่อยมือ	RL	Pn	ใช้สายตาค้นหาตำแหน่งที่ต้องประกอบ
เคลื่อนมือกลับ	TE	TL	เคลื่อน Component ไปยังตำแหน่ง
รอ	UD	PP	จับ Component ให้ตรงรูเสียบ
รอ	UD	A	ประกอบ Component เข้ากับ PCB

ตารางที่ 4.61 แสดงการวิเคราะห์การทำงานในขั้นตอนการประกอบ Component กลุ่มที่ 1 ด้วยตาราง Therbling หลังทำการปรับปรุง

มือซ้าย	สัญลักษณ์		มือขวา
เคลื่อนมือมายังตำแหน่งตรงหน้า	TL	TE	เคลื่อนมือมายังตำแหน่งตรงหน้า
ปล่อยมือ	RL	G	จับหมุนเพื่อความถนัด
เอื้อมมือไปหยิบ Component	TE	Pn	ใช้สายตาค้นหาตำแหน่งที่ต้องประกอบ
มือจับ Component	G	TL	เคลื่อน Component ไปยังตำแหน่ง
รอ	UD	PP	จับ Component ให้ตรงรูเสียบ
รอ	UD	A	ประกอบ Component เข้ากับ PCB

จากตารางที่ 5.60 ก่อนทำการปรับปรุง และตารางที่ 5.61 หลังทำการปรับปรุง สามารถลดขั้นตอนการทำงานลงไปได้ 2 ขั้นตอน ซึ่งส่งผลให้เวลาของการทำงานของขั้นตอนการประกอบ Component ในกลุ่มที่ 1 ลดลง ดังตารางที่ 4.62

ตารางที่ 4.62 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1181674, 1181671 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	9.17	8.75	7.8	7.65	8.41	9.43	7.51	7.75	7.63	6.89	80.99

เวลา ² (x_i^2)	84.09	76.56	60.84	58.52	70.73	88.92	56.40	60.06	58.22	47.47	661.82
รอบที่ต้อง จับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{661.82 - (80.99)^2}}{80.99} \right]^2 = 14.3 \approx 15 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 16 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.63 แสดงการหาเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 1 ถึงงานย่อยที่ 93 หลังการปรับปรุง

รอบที่	1	2	3	4	5
เวลา(s)	7.25	7.74	8.12	9.1	8.33

ค่าเฉลี่ย (s) = 8.10

เวลาปกติ (s) = 8.10 × 1.00 = 8.10

เวลามาตรฐาน (s) = 8.10 + (8.10 × 0.1) = 8.91

เวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 1 ถึงงานย่อยที่ 93 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 8.91 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.64 แสดงจำนวนเวลาที่ลดได้หลังการปรับปรุงการทำงาน งานย่อยที่ 1 ถึงงานย่อยที่ 93

รายการ	ก่อนการ ปรับปรุง(วินาที)	หลังการ ปรับปรุง(วินาที)	เวลาที่ลดได้ (วินาที)
เวลาต่อ1งานย่อย	10.78	8.91	1.87
เวลาต่อ93งานย่อย	1002.54	828.63	173.91

4.4.2 ทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานของการขั้นตอนการประกอบ

Component กลุ่มที่ 2

ทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานในการประกอบ Component กลุ่มที่ 2 ด้วยการจัดเรียงลำดับ (Rearrange) ของการประกอบ Component ในกลุ่มนี้ใหม่ หรือเป็นการจัดเรียงลำดับงานย่อยใหม่ โดยจะเรียงลำดับจาก Component ที่ออกแรงกดในการประกอบ Component ที่มีชิ้น และ Component ที่ไม่ระบุชิ้น แกะไข E-drawing ให้เรียงลำดับตามการจัดเรียงใหม่ และใส่ภาพประกอบจัดเรียงตำแหน่งการวาง Component ให้นางานให้เรียงลำดับตามการประกอบเพื่อความสะดวกและลด

ความสับสนในการประกอบโดยแสดงการเรียงลำดับของการประกอบ Component ใหม่หลังการปรับปรุง
ดังแสดงในตารางที่ 4.65

ตารางที่ 4.65 แสดงลำดับก่อนและหลังการปรับปรุงของการประกอบ Component กลุ่มที่ 2

ลำดับการประกอบ	Component ก่อนการปรับปรุง	Component หลังการปรับปรุง
1	1195827	1258686
2	1072978	1180934COH-AVIA
3	1087002COH-AVIA	1078817(6)
4	1227703	1114749
5	1227704	1101002
6	1228327	1184280
7	1157133	1299600
8	1297930	1227703
9	1259080	1227704
10	1075758	1099209
11	1078817(6)	1228327
12	1099209	1172678
13	1101002	1259964
14	1172678	1212060
15	1258686	1258706
16	1212060	1087002COH-AVIA
17	1258706	1072978
18	1259964	1195827
19	1299600	1297930
20	1180934COH-AVIA	1075758
21	1114749	1157133
22	1276389	1259080
23	1184280	1258616
24	1258616	1276389

ตารางที่ 4.66 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1258686 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	8.04	7.47	7.23	8.88	8.72	8.05	9.98	8.36	9.66	9.59	85.99
เวลา ² (x_i^2)	64.68	55.86	52.34	78.85	76.01	64.87	99.61	69.81	93.35	91.92	747.30
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{747.30 - (85.99)^2}}{85.99} \right]^2 = 17.1 \approx 18 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 8 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.67 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1258686 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18
เวลา(s)	7.54	8.31	11.07	6.95	9.15	8.10	10.87	10.68

ค่าเฉลี่ย (s) = 8.82

เวลาปกติ (s) = $8.82 \times 1.00 = 8.82$

เวลามาตรฐาน (s) = $8.82 + (8.82 \times 0.1) = 9.70$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1258686 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 9.70 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.68 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1180934COH-AVIA หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	8.97	9.63	10.02	12.09	11.76	11.38	11.37	11.82	11.31	10.59	108.94
เวลา ² (x_i^2)	80.54	92.68	100.48	146.10	138.18	129.48	129.30	139.59	127.89	112.24	1196.50
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{1196.50 - (108.94)^2}}{108.94} \right]^2 = 13.2 \approx 14 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 4 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.69 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1180934COH-AVIA หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13	14
เวลา(s)	9.80	10.22	11.69	11.28

ค่าเฉลี่ย (s) = 10.85

เวลาปกติ (s) = $10.85 \times 1.00 = 10.85$

เวลามาตรฐาน (s) = $10.85 + (10.85 \times 0.1) = 11.94$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1180934COH-AVIA หลังการปรับปรุง เท่ากับ 11.94 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.70 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1078817(6) หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	10.25	9.19	11.07	9.36	9.03	9.01	8.43	10.98	8.20	9.28	94.79
เวลา ² (x_i^2)	105.06	84.38	122.49	87.66	81.53	81.23	71.01	120.48	67.32	86.07	907.22
รอบที่ต้องจับ (N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{907.22 - (94.79)^2}}{97.79} \right]^2 = 15.4 \approx 16 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 6 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.71 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1078817(6) หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13	14	15	16
เวลา(s)	7.70	10.07	10.83	7.91	9.98	8.08

ค่าเฉลี่ย (s) = 9.33

เวลาปกติ (s) = $9.33 \times 1.00 = 9.33$

เวลามาตรฐาน (s) = $9.33 + (9.33 \times 0.1) = 10.27$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1078817(6) หลังการปรับปรุง เท่ากับ 10.27 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.72 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1114749 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	6.67	7.56	6.33	8.30	8.71	7.92	8.15	7.86	8.40	8.74	78.63
เวลา ² (x_i^2)	44.43	57.19	40.07	68.85	75.83	62.78	66.35	61.80	70.64	76.30	624.23
รอบที่ต้อง จับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{624.23 - (78.63)^2}}{78.63} \right]^2 = 15.3 \approx 16 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 6 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.73 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1114749 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13	14	15	16
เวลา(s)	7.43	8.11	7.27	8.87	8.42	7.08

ค่าเฉลี่ย (s) = 7.86

เวลาปกติ (s) = $7.86 \times 1.00 = 7.86$

เวลามาตรฐาน (s) = $7.86 + (7.86 \times 0.1) = 8.65$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1114749 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 8.65 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.74 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1101002 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	7.41	8.86	7.16	7.44	7.71	7.13	8.40	7.28	7.34	6.15	74.87
เวลา ² (x_i^2)	54.84	78.44	51.24	55.31	59.41	50.89	70.61	52.93	53.87	37.85	565.38
รอบที่ต้อง จับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{565.38 - (74.87)^2}}{74.87} \right]^2 = 13.9 \approx 14 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 4 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.75 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1101002 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13	14
เวลา(s)	6.92	7.80	7.11	8.65

ค่าเฉลี่ย (s) = 7.53

เวลาปกติ (s) = $7.53 \times 1.00 = 7.53$

เวลามาตรฐาน (s) = $7.53 + (7.53 \times 0.1) = 8.28$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1101002 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 8.28 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.76 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1184280 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	7.11	6.46	4.94	7.57	6.45	6.79	7.17	7.65	6.98	7.23	68.35
เวลา ² (x_i^2)	50.49	41.77	24.36	57.25	41.63	46.15	51.38	58.57	48.72	52.29	472.60
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{472.60 - 68.35^2}}{68.35} \right]^2 = 18.7 \approx 19 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 9 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.77 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1184280 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19
เวลา(s)	7.79	6.24	5.94	5.64	7.68	5.69	7.88	7.21	7.71

ค่าเฉลี่ย (s) = 6.85

เวลาปกติ (s) = $6.85 \times 1.00 = 6.85$

เวลามาตรฐาน (s) = $6.85 + (6.85 \times 0.1) = 7.53$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1184280 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 7.53 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.78 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1299600 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	7.46	6.08	5.49	7.15	6.57	6.24	6.90	7.62	8.00	6.51	68.02
เวลา ² (x_i^2)	55.58	36.97	30.09	51.07	43.18	38.96	47.59	58.13	64.04	42.38	467.99

รอบที่ต้อง จับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{467.99-68.02}}{68.02} \right]^2 = 18.6 \approx 19 \text{ รอบ}$
----------------------	---

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 9 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.79 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1299600 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19
เวลา(s)	6.00	6.95	7.30	7.09	8.32	8.18	7.60	6.26	6.71

ค่าเฉลี่ย (s) = 6.97

เวลาปกติ (s) = 6.97 × 1.00 = 6.97

เวลามาตรฐาน (s) = 6.97 + (6.97 × 0.1) = 7.67

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1299600 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 7.67 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.80 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1227703 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x _i)	8.59	9.48	8.27	7.90	8.68	7.72	9.61	9.31	9.48	7.54	86.58
เวลา ² (x _i ²)	73.70	89.81	68.34	62.49	75.41	59.55	92.31	86.70	89.96	56.91	755.19
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{755.19-86.58}}{86.58} \right]^2 = 11.8 \approx 12 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 2 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.81 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1227703 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12
เวลา(s)	8.32	7.78

ค่าเฉลี่ย (s) = 8.56

เวลาปกติ (s) = 8.56 × 1.00 = 8.56

เวลามาตรฐาน (s) = 8.56 + (8.56 × 0.1) = 9.41

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1227703 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 9.41 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.82 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1227704 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	8.78	8.43	8.97	8.04	8.39	7.53	6.84	8.74	7.22	8.61	81.55
เวลา ² (x_i^2)	77.15	71.12	80.42	64.61	70.47	56.66	46.81	76.30	52.14	74.11	669.79
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{669.79 - 81.55}}{81.55} \right]^2 = 11.4 \approx 12 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 2 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.83 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1227704 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12
เวลา(s)	7.44	7.15

ค่าเฉลี่ย (s) = 8.01

เวลาปกติ (s) = $8.01 \times 1.00 = 8.01$

เวลามาตรฐาน (s) = $8.01 + (8.01 \times 0.1) = 8.81$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1227704 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 8.81 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.84 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1099209 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	7.64	6.31	6.39	8.48	7.35	8.69	8.33	8.40	8.08	7.35	77.02
เวลา ² (x_i^2)	58.36	39.82	40.80	71.88	54.08	75.51	69.46	70.62	65.27	53.99	599.80
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{599.80 - 77.02}}{77.02} \right]^2 = 17.6 \approx 18 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 8 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.85 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1099209 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18
เวลา(s)	9.43	8.10	8.73	7.76	7.95	7.32	6.80	6.19

ค่าเฉลี่ย (s) = 7.74

เวลาปกติ (s) = $7.74 \times 1.00 = 7.74$

เวลามาตรฐาน (s) = $7.74 + (7.74 \times 0.1) = 8.51$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1099209 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 8.51 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.86 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1228327 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	7.11	5.91	8.06	8.45	8.36	7.57	8.54	7.59	7.24	7.95	76.78
เวลา ² (x_i^2)	50.61	34.95	64.91	71.40	69.91	57.34	72.94	57.55	52.37	63.15	595.13
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{595.13 - 76.78}}{76.78} \right]^2 = 15.4 \approx 16 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 6 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.87 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1228327 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13	14	15	16
เวลา(s)	6.38	5.80	6.42	7.13	8.76	7.64

ค่าเฉลี่ย (s) = 7.43

เวลาปกติ (s) = $7.43 \times 1.00 = 7.43$

เวลามาตรฐาน (s) = $7.43 + (7.43 \times 0.1) = 8.18$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1228327 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 8.18 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.88 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1172678 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	11.96	9.44	10.97	10.63	10.36	10.69	9.80	10.78	8.55	9.64	102.82
เวลา ² (x_i^2)	142.99	89.18	120.28	112.94	107.32	114.20	96.11	116.31	73.07	92.89	1065.28
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{1065.28 - 102.82}}{102.82} \right]^2 = 12.4 \approx 13 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 3 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.89 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1172678 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18
เวลา(s)	7.54	8.31	11.07	6.95	9.15	8.10	10.87	10.68

ค่าเฉลี่ย (s) = 10.31

เวลาปกติ (s) = $10.31 \times 1.00 = 10.31$

เวลามาตรฐาน (s) = $10.31 + (10.31 \times 0.1) = 11.34$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1172678 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 11.34 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.90 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1259964 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	7.65	9.17	8.01	7.38	7.93	7.82	9.03	8.30	8.84	9.59	83.72
เวลา ² (x_i^2)	58.52	84.02	64.11	54.51	62.86	61.12	81.56	68.96	78.23	91.92	705.81
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{705.81 - 83.72}}{83.72} \right]^2 = 11.2 \approx 12 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 2 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.91 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1259964 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12
เวลา(s)	8.94	7.74

ค่าเฉลี่ย (s) = 8.37

เวลาปกติ (s) = $8.37 \times 1.00 = 8.37$

เวลามาตรฐาน (s) = $8.37 + (8.37 \times 0.1) = 9.20$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1259964 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 9.20 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.92 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1212060 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	9.56	8.74	10.58	10.10	10.44	9.70	8.39	9.56	8.40	8.21	93.67
เวลา ² (x_i^2)	91.41	76.41	112.01	101.94	109.03	94.01	70.39	91.42	70.54	67.32	884.47
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{884.47 - 93.67}}{93.67} \right]^2 = 12.7 \approx 13 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 3 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.93 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1212060 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13
เวลา(s)	9.80	8.56	10.34

ค่าเฉลี่ย (s) = 9.41

เวลาปกติ (s) = $9.41 \times 1.00 = 9.41$

เวลามาตรฐาน (s) = $9.41 + (9.41 \times 0.1) = 10.35$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1212060 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 10.35 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.94 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1258706 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	10.36	9.96	10.87	10.17	8.31	8.06	10.05	9.59	9.38	9.14	95.89
เวลา ² (x_i^2)	107.35	99.14	118.09	103.43	69.03	65.03	100.91	92.06	87.91	83.57	926.52
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{926.52 - 95.89}}{95.89} \right]^2 = 12.4 \approx 13 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 3 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.95 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1258706 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13
เวลา(s)	9.66	10.48	8.35

ค่าเฉลี่ย (s) = 9.57

เวลาปกติ (s) = $9.57 \times 1.00 = 9.57$

เวลามาตรฐาน (s) = $9.57 + (9.57 \times 0.1) = 10.52$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1258706 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 10.52 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.96 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1087002COH-AVIA หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	6.91	5.37	6.59	6.54	5.83	7.30	6.25	6.80	7.10	7.36	66.03
เวลา ² (x_i^2)	47.69	28.81	43.38	42.71	33.94	53.23	39.12	46.21	50.45	54.21	439.75
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{439.75 - 66.03}}{66.03} \right]^2 = 13.6 \approx 14 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 4 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.97 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1087002COH-AVIA หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13	14
เวลา(s)	6.29	7.81	5.27	7.70

ค่าเฉลี่ย (s) = 6.65

เวลาปกติ (s) = 6.65 x 1.00 = 6.65

เวลามาตรฐาน (s) = 6.65 + (6.65x 0.1) = 7.32

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1087002COH-AVIA หลังการปรับปรุง เท่ากับ 7.32 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.98 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1072978 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	6.42	5.07	6.50	6.58	7.24	6.51	6.75	7.25	6.88	7.24	66.44
เวลา ² (x_i^2)	41.17	25.67	42.31	43.31	52.41	42.44	45.60	52.57	47.30	52.43	445.22
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{445.22 - 66.44}}{66.44} \right]^2 = 13.5 \approx 14 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 4 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.99 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1072978 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13	14
เวลา(s)	7.71	6.40	5.13	8.56

ค่าเฉลี่ย (s) = 6.73

เวลาปกติ (s) = 6.73 x 1.00 = 6.73

เวลามาตรฐาน (s) = 6.73 + (6.73x 0.1) = 7.41

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1072978 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 7.41 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.100 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1195827 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	5.81	6.53	6.93	5.04	6.28	5.47	4.98	5.93	5.91	5.88	58.77
เวลา ² (x_i^2)	33.79	42.65	47.98	25.44	39.46	29.89	24.79	35.21	34.95	34.58	348.73
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{348.73 - 58.77}}{58.77} \right]^2 = 15.6 \approx 16 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 6 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.101 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1195827 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13	14	15	16
เวลา(s)	7.32	6.33	4.68	5.03	6.65	5.24

ค่าเฉลี่ย (s) = 5.88

เวลาปกติ (s) = $5.88 \times 1.00 = 5.88$

เวลามาตรฐาน (s) = $5.88 + (5.88 \times 0.1) = 6.46$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1195827 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 6.46 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.102 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1297930 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	6.10	5.32	5.08	4.50	5.44	6.34	5.36	5.19	6.14	6.13	55.59
เวลา ² (x_i^2)	37.17	28.28	25.78	20.25	29.55	40.18	28.77	26.95	37.75	37.52	312.21
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{312.21 - 55.59}}{55.59} \right]^2 = 16.4 \approx 17 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 6 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.103 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1297930 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17
เวลา(s)	6.11	5.48	5.70	5.52	5.30	6.26	7.29

ค่าเฉลี่ย (\bar{s}) = 5.58

เวลาปกติ (s) = $5.58 \times 1.00 = 5.58$

เวลามาตรฐาน (s) = $5.58 + (5.58 \times 0.1) = 6.14$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1297930 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 6.14 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.104 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1075758 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	5.71	5.76	6.20	5.56	5.30	5.06	5.46	7.00	5.90	5.37	57.30
เวลา ² (x_i^2)	32.64	33.13	38.42	30.90	28.04	25.57	29.78	49.00	34.75	28.82	331.06
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{331.06 - 57.30}}{57.30} \right]^2 = 13.3 \approx 14 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 4 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.105 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1075758 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13	14
เวลา(s)	7.00	6.30	6.18	6.64

ค่าเฉลี่ย (\bar{s}) = 5.96

เวลาปกติ (s) = $5.96 \times 1.00 = 5.96$

เวลามาตรฐาน (s) = $5.96 + (5.96 \times 0.1) = 6.56$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1075758 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 6.56 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.106 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1157133 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	7.27	5.83	5.46	7.09	7.05	7.03	6.55	7.78	7.03	7.02	68.10
เวลา ² (x_i^2)	52.80	34.02	29.85	50.20	49.69	49.49	42.85	60.53	49.39	49.26	468.08
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{468.08 - 68.10}}{68.10} \right]^2 = 14.7 \approx 15 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 5 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.107 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1157133 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13	14	15
เวลา(s)	6.43	7.16	7.15	7.42	5.99

ค่าเฉลี่ย (s) = 6.82

เวลาปกติ (s) = $6.82 \times 1.00 = 6.82$

เวลามาตรฐาน (s) = $6.82 + (6.82 \times 0.1) = 7.50$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1157133 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 7.50 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.108 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1259080 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	12.41	11.89	12.38	10.64	12.38	11.13	9.57	10.35	11.36	10.24	112.35
เวลา ² (x_i^2)	153.91	141.40	153.28	113.24	153.27	123.81	91.64	107.09	129.14	104.91	1271.69
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{1271.69 - 112.35}}{112.35} \right]^2 = 11.8 \approx 12 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 2 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.109 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1259080 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12
เวลา(s)	10.49	12.41

ค่าเฉลี่ย (s) = 11.24

เวลาปกติ (s) = $11.24 \times 1.00 = 11.27$

เวลามาตรฐาน (s) = $11.27 + (11.27 \times 0.1) = 12.40$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1259080 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 12.40 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.110 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1258616 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	7.07	7.03	5.88	7.20	8.24	7.90	7.95	6.58	7.71	7.90	73.45
เวลา ² (x_i^2)	49.97	49.47	34.55	51.79	67.90	62.41	63.15	43.30	59.46	62.39	544.37
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{544.37 - 73.45}}{73.45} \right]^2 = 14.4 \approx 15 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 5 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.111 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1258616 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13	14	15	16
เวลา(s)	7.47	7.65	8.06	8.18	6.43	6.11

ค่าเฉลี่ย (s) = 7.33

เวลาปกติ (s) = $7.33 \times 1.00 = 7.33$

เวลามาตรฐาน (s) = $7.33 + (7.33 \times 0.1) = 8.07$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1258616 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 8.07 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.112 แสดงการหาจำนวนรอบการจับเวลาของ Component P/N : 1276389 หลังการปรับปรุง

รอบที่ (i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum.
เวลา (x_i)	7.13	5.78	7.61	6.43	5.44	5.81	7.26	5.48	6.90	6.66	64.50
เวลา ² (x_i^2)	50.88	33.41	57.91	41.29	30.03	29.55	52.70	33.76	47.62	44.40	421.54
รอบที่ต้องจับ(N)	$= \left[40 \frac{\sqrt{421.54 - 64.50}}{64.50} \right]^2 = 21.3 \approx 22 \text{ รอบ}$										

ทำการจับเวลาเพิ่มอีก 12 รอบ และคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ตารางที่ 4.113 แสดงการหาเวลามาตรฐานของ Component P/N : 1276389 หลังการปรับปรุง

รอบที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
เวลา(s)	7.16	6.74	5.81	6.02	7.44	6.62	6.94	6.68	5.98	6.22	5.72	5.86

ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) = 6.44

เวลาปกติ (s) = $6.44 \times 1.00 = 6.44$

เวลามาตรฐาน (s) = $6.44 + (6.44 \times 0.1) = 7.08$

เวลามาตรฐานของ Component P/N : 1276389 หลังการปรับปรุง เท่ากับ 7.08 วินาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.4.3 สรุปเวลาแต่ละงานย่อยที่สามารถลดได้และปรับกระบวนการด้วยแผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man and Machine Chart)

ตารางที่ 4.114 แสดงเวลามาตรฐานของงานย่อยหรือ Component ทั้งหมด หลังการปรับปรุง

ลำดับ งานย่อย	รายละเอียดของงานย่อย	จำนวน ครั้งต่อ1 รอบ	เวลา(s)	เวลา ทั้งหมด (s)
Set up เครื่องจักร และเปลี่ยน pallet				
ตรวจสอบ VA ความถูกต้องของเอกสารกับชิ้นงานก่อนปฏิบัติงาน.				
ตรวจสอบประวัติของชิ้นงาน				
ตรวจสอบตำแหน่งและชิ้นส่วนประกอบ				
ตรวจสอบอุปกรณ์การทำงาน				
1-4	ประกอบ component P/N : 1181674	4	8.91	35.64
5-93	ประกอบ component P/N : 1181671	89	8.91	792.99
94	ประกอบ component P/N : 1258686	1	9.7	9.7
95	ประกอบ component P/N : 1180934COH-AVIA	1	11.94	11.94
96	ประกอบ component P/N : 1078817(6)	1	10.27	10.27
97	ประกอบ component P/N : 1114749	1	8.65	8.65
98	ประกอบ component P/N : 1101002	1	8.28	8.28
99	ประกอบ component P/N : 1184280	1	7.53	7.53
100	ประกอบ component P/N : 1299600	1	7.67	7.67
101-102	ประกอบ component P/N : 1227703	2	9.41	18.82
103-104	ประกอบ component P/N : 1227704	2	8.81	17.62
105	ประกอบ component P/N : 1099209	1	8.51	8.51
105	ประกอบ component P/N : 1228327	1	8.18	8.18
107	ประกอบ component P/N : 1172678	1	11.34	11.34
108-109	ประกอบ component P/N : 1259964	2	9.2	18.4

Component
กลุ่มที่ 1

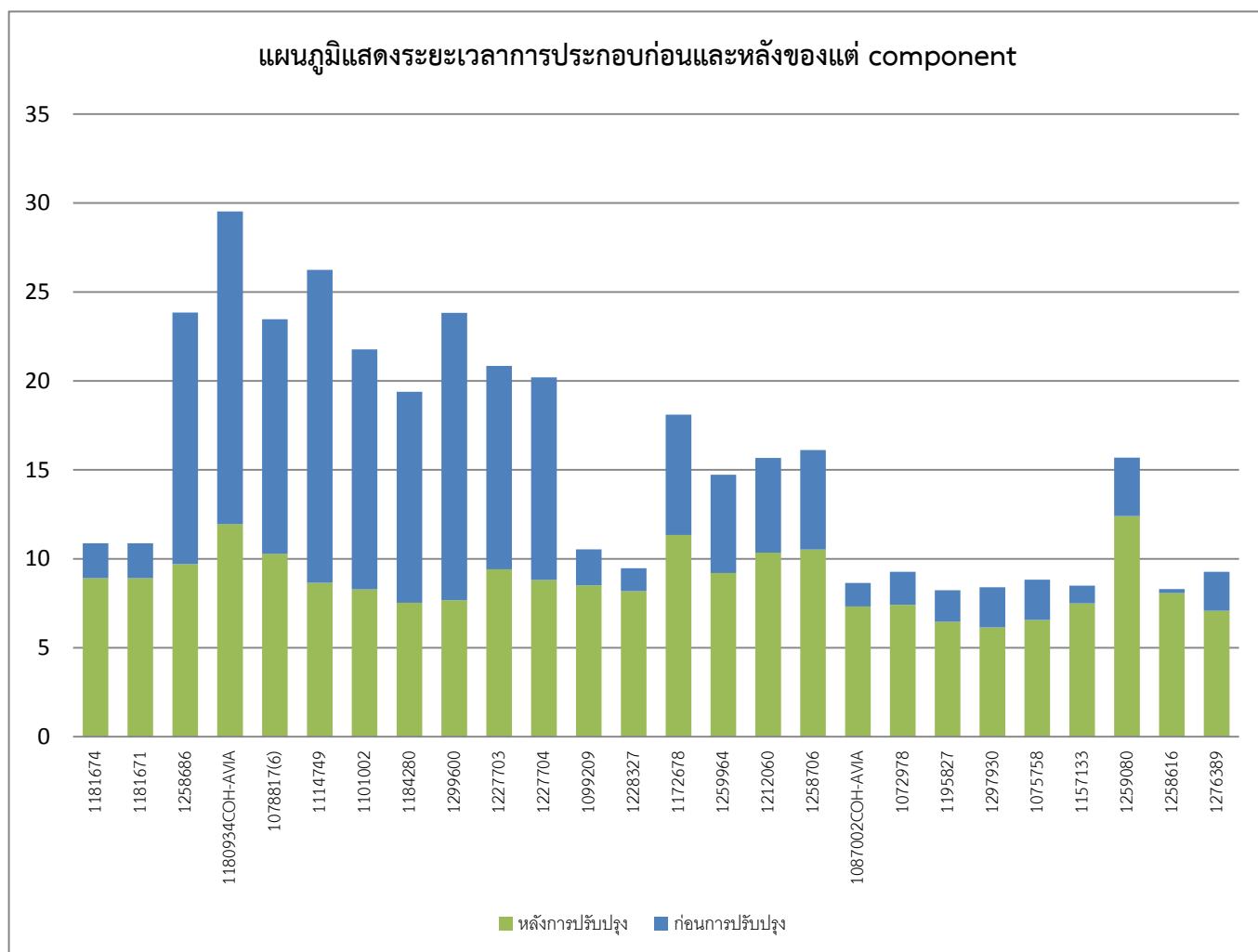
Component
กลุ่มที่ 2

110-114	ประกอบ component P/N : 1212060	5	10.35	51.75	Component กลุ่มที่ 2
115-123	ประกอบ component P/N : 1258706	9	10.52	94.68	
124-125	ประกอบ component P/N : 1087002COH-AVIA	2	7.32	14.64	
126	ประกอบ component P/N : 1072978	1	7.41	7.41	
127-129	ประกอบ component P/N : 1195827	3	6.46	19.38	
130	ประกอบ component P/N : 1297930	1	6.14	6.14	
131-134	ประกอบ component P/N : 1075758	4	6.56	26.24	
135	ประกอบ component P/N : 1157133	1	7.5	7.5	
136-137	ประกอบ component P/N : 1259080	2	12.4	24.8	
138	ประกอบ component P/N : 1258616	1	8.07	8.07	
139	ประกอบ component P/N : 1276389	1	7.08	7.08	
140	นำงานเข้าเครื่องจักร	1	72.91	72.91	
141	เครื่องจักรทำการ Soldering ชิ้นงาน	1	1442	1442	
142	นำงานออกจากเครื่อง	1	17.60	17.60	
143	ทำความสะอาดและตรวจสอบ	1	421.08	421.08	
144	เก็บประวัติ	1	21.02	21.02	
145	จัดเก็บงานบนถาดของรถ	1	10.66	10.06	
รวม				3227.9	

ตารางที่ 115 สรุปเวลาการทำงานที่ลดได้ของการประกอบ Component กลุ่มที่ 1 และ 2

รายการ	ก่อนปรับปรุง (s)	หลังปรับปรุง (s)	ลดได้ (s)
Component กลุ่มที่ 1	1010.91	828.63	182.28
Component กลุ่มที่ 2	693.45	414.6	278.85
รวม	1704.36	1243.2	461.13

รูปที่ 4.7 แสดงระยะเวลาการประกอบก่อนและหลังปรับปรุงของแต่ละ component



จากกราฟจะสังเกตได้ว่า Component ที่สามารถลดเวลาการประกอบได้มากจะเป็น Component ที่ใช้เวลาการประกอบค่อนข้างมากอยู่ก่อนแล้ว เนื่องจาก Component เหล่านี้เป็น Component ที่ต้องออกแรงกด และทำให้ Component อื่นๆที่ประกอบก่อนหน้าล้ม หรือไม่ตรงตำแหน่งเดิม หลังการปรับปรุงจึงสามารถแก้ปัญหาดังกล่าว และลดความสับสน เสียเวลาในการหาและหยิบ Component มาประกอบได้อีกด้วย

รูปที่ 4.8 แผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man and Machine Chart) หลังการปรับปรุง

การทำงานร่วมกันของคนกับเครื่องจักร
 ทำงานอิสระ
 ว่างงาน

นำงานเข้าเครื่องจักร	72.91	นำงานเข้าเครื่องจักร	72.91
ทำความสะอาดและตรวจสอบ	421.08	เครื่องจักรทำการ Soldering ขึ้นงาน	1442.00
เก็บประวัติ	21.02		
จัดเก็บงานบนถาดของรถ	10.66		
ประกอบComponentกลุ่มที่ 1 (งานย่อยที่1-93)	828.63		
ประกอบComponentกลุ่มที่ 2 (งานย่อยที่94-110)	157.26		
ว่างงาน	3.35		
นำงานออกจากเครื่อง	17.60	นำงานออกจากเครื่อง	17.60
ประกอบComponentกลุ่มที่ 2 (งานย่อยที่111-139)	253.80	ว่างงาน	253.80

ตารางที่ 4.110 แสดงตารางสรุปสัดส่วนการทำงานของพนักงานและเครื่องจักร

	พนักงาน (วินาที)	เครื่องจักร (วินาที)
เวลาว่าง	0	253.8
เวลาทำงาน	1783.0	1532.5
เวลาทั้งหมด	1786.31	1786.3
% เวลาทำงาน	99.81%	85.79%

4.5 ติดตามและวิเคราะห์ผลโดยเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง

ติดตามและบันทึกผลการทำงานหลังการปรับปรุงกระบวนการในการผลิต COHERENT P/N :

1302509M จำนวนการผลิต 600 บอร์ดต่อ 1 รอบการส่ง ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.116

ตารางที่ 4.116 ตารางบันทึกผลการทำงานประจำวันของพนักงานหลังการปรับปรุงกระบวนการ

บันทึกการทำงานประจำวัน					แผนก : Wave Soldering
ชื่อชิ้นงาน : COHERENT P/N : 1302509M					
วันที่	เวลาทำงาน	ชั่วโมงการทำงานปกติ	ชั่วโมงการทำงานล่วงเวลา	จำนวนชิ้นงาน(ชิ้น)	หมายเหตุ
3/4/2562	06.00-18.00	7	3.5	17	Run 1/3, Set up เครื่องจักร
4/4/2562	18.00-06.00	7	3.5	21	
4/4/2562	06.00-18.00	7	3.5	21	
5/4/2562	18.00-06.00	7	3.5	21	
5/4/2562	06.00-18.00	4.5	3.5	16	PM เครื่องจักรประจำเดือน
6/4/2562	18.00-06.00	7	3.5	21	
6/4/2562	06.00-18.00	7	3.5	21	
7/4/2562	18.00-06.00	7	3.5	21	
7/4/2562	06.00-18.00	7	3.5	21	
8/4/2562	06.00-18.00	6.5	3	20	Run 1/3 จบ
12/4/2562	20.00-06.00	5	3.5	14	Run 2/3, Set up เครื่องจักร
12/4/2562	06.00-18.00	7	3.5	21	
13/4/2562	18.00-06.00	7	3.5	21	
13/4/2562	06.00-18.00	7	3.5	21	
14/4/2562	18.00-06.00	7	3.5	21	
14/4/2562	06.00-18.00	7	3.5	21	
15/4/2562	18.00-06.00	7	3.5	21	
15/4/2562	06.00-18.00	7	3.5	21	
16/4/2562	18.00-06.00	7	3.5	21	

16/4/2562	06.00-18.00	7	2	18	Run 2/3 จบ
26/5/2562	09.00-18.00	2.5	3.5	12	Run 3/3, Set up เครื่องจักร
26/5/2562	18.00-06.00	7	3.5	21	
27/5/2562	06.00-18.00	7	3.5	21	
27/5/2562	18.00-06.00	7	3.5	21	
28/5/2562	06.00-18.00	7	3.5	21	
28/5/2562	18.00-06.00	7	3.5	21	
29/5/2562	06.00-18.00	7	3.5	21	
29/5/2562	18.00-06.00	7	3.5	21	
30/5/2562	06.00-18.00	7	3.5	21	
30/5/2562	18.00-06.00	7	3	20	Run 3/3 จบ

จากตารางจะเห็นว่า ทำงาน การเข้ากะทำงานของพนักงานทางบริษัทกำหนดให้มีการทำงาน
 ล่วงเวลาในทุกๆวัน การผลิตทั้งหมด 600 บอร์ด ถูกแบ่งออกเป็น 3 ครั้ง ครั้งละ 200 บอร์ด เนื่องจากมี
 งานจากหลายลูกค้าที่ต้องทำการผลิตส่งให้ได้ตามกำหนด และใช้เวลาการผลิตรวมทั้งสิ้น 30 กะการ
 ทำงาน จำนวนชั่วโมงการทำงาน 303 ชั่วโมงการ

การวิเคราะห์อัตราการผลิต

ในที่นี้จะใช้ข้อมูลอัตราการผลิตด้านแรงงาน (Labor productivity) ซึ่งจะใช้ข้อมูลที่ได้จากการ
 เก็บข้อมูลประจำวันของแผนกที่ผลิตได้เฉลี่ย 16 บอร์ด

ตารางที่ 4.117 แสดงผลิตภาพด้านแรงงานก่อนและหลังการปรับปรุง

	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	เพิ่มขึ้น
ผลิตภาพด้าน แรงงานเฉลี่ย	16 ชิ้น/คน/กะ	20 ชิ้น/คน/กะ	4ชิ้น/คน/กะ

การวิเคราะห์ระยะเวลาของการผลิต

ตารางที่ 4.118 แสดงระยะเวลาการผลิตจำนวน 600 บอร์ด

	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ลดลง
ระยะเวลาการผลิต	394 ชั่วโมง	303 ชั่วโมง	91 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ร้อยละอัตราประโยชน์ (%Utilization) ของพนักงานและเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 4.119 แสดงร้อยละอัตราประโยชน์ (%Utilization) ของพนักงานและเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง

%Utilization	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	เปลี่ยนแปลง
%Utilization ของพนักงาน	100.00%	99.81%	ลดลง 0.19%
%Utilization ของเครื่องจักร	68.81%	85.79%	เพิ่มขึ้น 16.98%

จากการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิคนและเครื่องจักร (Man and Machine Chart) ก่อนการปรับปรุง ทำให้เห็นว่าเวลาทำงานของพนักงานมีสัดส่วนเป็น 100% อยู่แล้ว และสัดส่วนการทำงานของเครื่องจักรเป็น 68.18% ซึ่งหมายถึงเครื่องจักรยังมีเวลาว่างที่รอพนักงานทำงานอยู่ ผู้ศึกษาจึงทำการปรับปรุงโดยพยายามลดเวลาการว่างงานของเครื่องจักรลง และการประกอบ component ไม่มี component ตัวใดเลยที่ใช้เวลาในการประกอบเท่าหรือน้อยกว่า 3.35 วินาที ที่จะนำมาประกอบได้พอดี ทำให้เกิดเป็นเศษเวลาที่ว่างอยู่ของพนักงาน และสัดส่วนการทำงานของเครื่องจักรเป็น 85.79% ซึ่งหมายถึงเวลาที่เครื่องจักรรอพนักงานทำงานลดลงและมีอัตราการใช้งานเครื่องจักรมากขึ้น

4.6 สรุปผลการศึกษา

เนื่องจากบริษัท ฟาบริเนท เป็นบริษัทรับจ้างผลิตบอร์ด PCB จึงเป็นเพียงการผลิตตามยอดที่ลูกค้าสั่งมาเท่านั้น ไม่สามารถผลิตเพิ่มได้ การศึกษาในครั้งนี้จึงเป็นเพียงการศึกษาลดต้นทุน แต่ไม่ได้เพิ่มยอดการผลิต เวลาที่ลดได้สามารถนำไปเวลาเหล่านั้นไปผลิตสินค้าชนิดอื่นๆได้ แต่ไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าผลิตอะไร จำนวนเท่าไร เนื่องจากขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้าแต่ละรายอาจเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา

หลังการการศึกษาและทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตของการผลิต COHERENT P/N : 1302509M แผนก Wave Soldering สามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ดังนี้

ต้นทุนที่ประหยัดได้

จำนวน PCB COHERENT P/N : 1302509M ต่อ 1 รอบการสั่ง	1800 บอร์ด/ไตรมาส
จำนวน PCB ที่ต้องส่งให้ลูกค้า	600 บอร์ด/เดือน
จำนวนครั้งที่สั่งต่อปี	4 ครั้ง/ปี
ระยะเวลาการผลิตก่อนปรับปรุง	394 ชั่วโมง/รอบการส่ง
เวลาการทำงานปกติ	265 ชั่วโมง/รอบการส่ง
เวลาการทำงานล่วงเวลา	129.5 ชั่วโมง/รอบการส่ง
ระยะเวลาหลังการปรับปรุง	303 ชั่วโมง/รอบการส่ง
เวลาการทำงานปกติ	200.5 ชั่วโมง/รอบการส่ง
เวลาการทำงานล่วงเวลา	102.5 ชั่วโมง/รอบการส่ง
ค่าแรงงานทางตรง	72 บาท/ชั่วโมง
ค่าแรงงานล่วงเวลา	108 บาท/ชั่วโมง
ค่าแรงทางอ้อม (ไม่นับชั่วโมงล่วงเวลา)	
40% ของค่าแรงทางตรง	28.8 บาท/ชั่วโมง
ค่าเครื่องจักร 2,272,000/5ปี	59.45 บาท/ชั่วโมง
X1.4 Cost of Money	83.23 บาท/ชั่วโมง
ค่าไต้และอุปกรณ์ทำงาน 160,000บาท/5ปี	4.884 บาท/ชั่วโมง
X1.4 Cost of Money	6.84 บาท/ชั่วโมง
Facility cost	112 บาท/sq. ft./month
14.87 sq. ft.	2.313 บาท/ชั่วโมง
Equipment expense	10% ของค่าเสื่อมเครื่องจักร
	8.323 บาท/ชั่วโมง

ต้นทุนการผลิต = ระยะเวลาการผลิต x (ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร+ค่าเสื่อมราคาไต้และอุปกรณ์ทำงาน+ Facility cost+ Equipment expense) + (ค่าแรงงานทางตรง x เวลาทำงานปกติ) + (ค่าแรงงานล่วงเวลา x เวลาการทำงานล่วงเวลา) + (ค่าแรงทางอ้อม x เวลาการทำงานปกติ)

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนการผลิตก่อนการปรับปรุง} &= 394 \times (83.23+6.84+2.313+8.323) + (72 \times 265) + (108 \\ &\quad \times 129.5) + (28.8 \times 265) \end{aligned}$$

$$\text{ต้นทุนการผลิตก่อนการปรับปรุง} = 80376.164$$

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนการผลิตหลังการปรับปรุง} &= 303 \times (83.23+6.84+2.313+8.323) + (72 \times 200.2) + (108 \times \\ &\quad 102.5) + (28.8 \times 200.5) \end{aligned}$$

$$\text{ต้นทุนการผลิตหลังการปรับปรุง} = 61,794.318$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น ลดต้นทุนได้} &= 80376.164 - 61,794.318 = 18,581.846 \text{ บาทต่อเดือน} \\ &= 222,982.152 \text{ บาทต่อปี} \end{aligned}$$

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการดำเนินงานศึกษาและปรับปรุงการผลิต ปรับปรุงกระบวนการผลิตของการผลิต COHERENT P/N : 1302509M แผนก Wave Soldering เพื่อเพิ่มผลิตภาพพบว่า มีร้อยละ อรรถประโยชน์ (%Utilization) ของเครื่องจักรต่ำ, ใช้เวลาในการผลิตต่อบอร์ดมาก เนื่องจากขั้นตอนการ หยิบจับของพนักงานมากเกินไป และ การเรียงลำดับการประกอบ Component ลง PCB ยังทำได้ไม่ดี นัก ผู้ศึกษาจึงแบ่ง Component ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ เพื่อแก้ปัญหาที่ต่างกันของแต่ละกลุ่ม Component กลุ่มแรกผู้ศึกษาใช้หลักการ Micromotion ในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาเพื่อลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นออก และ Component กลุ่มที่สองใช้หลักการ ECRS เพื่อเรียงลำดับการประกอบ ใหม่ ซึ่งหลังจากการปรับปรุงสามารถเพิ่มอัตราผลผลิตด้านแรงงาน (Labor Productivity) โดยเฉลี่ยได้ จาก 16 บอร์ด/คน/กะ เป็น 20 บอร์ด/คน/กะ เพิ่มขึ้น 4 บอร์ด/คน/กะ ลดเวลาการผลิตต่อจำนวน 600 บอร์ด จาก 394 ชั่วโมง เป็น 303 ชั่วโมง ลดลง 91 ชั่วโมง เพิ่มร้อยละอรรถประโยชน์ (%Utilization) เครื่องจักรจากเดิม 68.81% เพิ่มขึ้นเป็น 85.79% เพิ่มขึ้น 16.98% แต่ร้อยละอรรถประโยชน์ของพนักงาน ลด จาก 100% เป็น 99.81% ลดลง 0.19% เนื่องจากต้นทุนของเครื่องจักรเมื่อคำนวณเปรียบเทียบกับ ต้นทุนด้านแรงงานแล้วมีมากกว่า จึงพยายามให้มีร้อยละอรรถประโยชน์ของเครื่องจักรมากที่สุด และด้วย Component ที่ต้องประกอบ ไม่มี Component ตัวใดที่สามารถประเสริฐภายในเวลาการทำงานของ พนักงานที่ว่างอยู่

จากการดำเนินงานปรับปรุงและแก้ปัญหาดังกล่าวส่งผลให้ลดต้นทุนได้ 222,982.152 บาทต่อปี โดยไม่ต้องใช้เงินลงทุนใดๆ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรวิเคราะห์ถึงท่าทางการทำงานโดยละเอียดของแต่ละงานย่อยว่ามีขั้นตอนการทำงาน ไหนเกินความจำเป็นหรือไม่ หรือเหมาะกับการทำงานหรือไม่

5.2.2 ควรวิเคราะห์ถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานต่างๆ เช่น ความสูงของโต๊ะ หรือตำแหน่งการวาง อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อการทำงานที่สะดวก และเป็นไปตามหลักของ Ergonomic มากยิ่งขึ้น

5.2.3 วิเคราะห์และพิจารณาว่าสามารถ นำอุปกรณ์ใดมาช่วยในการประกอบได้หรือไม่ เพื่อลด
ช่วยลดเวลาในการประกอบ Component

5.2.4 ควรวิเคราะห์งานย่อยอื่นๆที่ไม่เกี่ยวกับการประกอบ Component เพื่อทำการปรับปรุง
ต่อไป

5.2.5 หาแนวทางอื่นในการจัดสมดุลสายการผลิต เช่น พิจารณาการทำงานของเครื่องจักร และทำ
การปรับปรุงเครื่องจักร เพื่อลดเวลาการทำงาน

บรรณานุกรม

วัชรินทร์ สิทธิเจริญ (2547). *การศึกษางาน*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

วิจิต อุ๋อัน. (2550). *การวิจัยและการสืบค้นข้อมูลทางธุรกิจ*.

กรุงเทพมหานคร : พรินท์แอนด์(ประเทศไทย) จำกัด.

ประเสริฐ อัครประถมพงศ์. (2552). *การลดความสูญเสียเปล่าด้วยหลักการ ECRS*. (ออนไลน์)เข้าถึงได้จาก :

(<https://cpico.wordpress.com/2009/11/29>). สืบค้นเมื่อวันที่ 23 2562.

ศุภพัฒน์ ปิงตา. 2557. การนำเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 (7 QC Tools) มาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม.

(ออนไลน์)เข้าถึงได้จาก : (<http://www.mut.ac.th/research-detail-25>) สืบค้นเมื่อวันที่ 23 มีนาคม 2562.

จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน. 2550. *การวิเคราะห์กิจกรรม*. (ออนไลน์)เข้าถึงได้จาก :

(pirun.ku.ac.th/~fengcsr/courses/2008_01/206341/ch9.pdf) สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2562.

พัชรา กาญจนารักษ์. 2544. *การยศาสตร์ (Ergonomics)*. (ออนไลน์)เข้าถึงได้จาก :

(<http://e-book.ram.edu/e-book/h/HA233/chapter3.pdf>) สืบค้นเมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2562.

จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน. 2550. *การศึกษาการเคลื่อนไหวแบบไมโคร*. (ออนไลน์)เข้าถึงได้จาก :

(pirun.ku.ac.th/~fengcsr/courses/2008_01/206341/ch11.pdf) สืบค้นเมื่อวันที่ 26 มีนาคม 2562.