มาตรฐานเวลาแบบพรีดีเทอร์มินสำหรับกระบวนการติดไ

นางสาวอุรศา ฮันสราช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

PREDETERMINED TIME STANDARD FOR DIE BONDING PROCESS

Miss Urasa Hansraj

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	มาตรฐานเวลาแบบพรีดีเทอร์มินสำหรับกระบวนการติดได
โดย	นางสาว อุรศา ฮันสราช
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…….ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร. ปวีณา เชาวลิตวงศ์)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร. วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ)

…….กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร. ดาริชา สุธีวงศ์)

…….กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร. สรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์)

อุรศา ฮันสราช : มาตรฐานเวลาแบบพรีดีเทอร์มินสำหรับกระบวนการติดได. (PREDETERMINED TIME STANDARD FOR DIE BONDING PROCESS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ.ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ, 120 หน้า.

อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยอย่างมาก สินค้าอิเล็กทรอนิกส์มีการพัฒนาตามเทคโนโลยีอยู่ตลอดเวลา การวางแผนกำลังการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยผลิตเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อนำวิธีการหาเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มินเพื่อประเมินเวลามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ยังไม่เคยผลิต ศึกษาเวลาทำงานกระบวนการติดไดของโรงงานผลิตไอซีที่มีลักษณะการผลิตแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยอ้างอิงเวลาการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตอยู่ในปัจจุบัน 20 ชนิดผลิตภัณฑ์เป็นฐานข้อมูลเวลามาตรฐาน เพื่อนำมาคำนวณกำลังการผลิต จากนั้นนำผลเวลาพรีดีเทอร์มินมาเปรียบเทียบกับเวลาผลิตจริงด้วยการทดสอบทีแบบจับคู่ ผลการทดสอบแสดงว่าเวลาผลิตที่ได้จาก 2 วิธีไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ให้ค่า P ของแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์ อยู่ระหว่าง 0.17 และ 0.91 และร้อยละของความผิดพลาดของแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์อยู่ระหว่าง 1-6

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก……

ปีการศึกษา 2554

5271546621 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : DIE BONDING PROCESS / PREDETERMINED TIME STANDARD

URASA HANSRAJ: PREDETERMINED TIME STANDARD FOR DIE BONDING PROCESS. ADVISOR: ASST. PROF. WIPAWEE THARMMAPHORNPHILAS, Ph.D., 120pp.

The electronic industry which played a significant role in Thailand's economy and technology, have developed rapidly. In General, electronic products have short product life cycle and new product types are launched to the market very often. Due to these various product types, it is difficult to estimate production capacity correctly. The objective of this paper is to apply a predetermined time system to estimate processing time of new products based on processing time of 20 current product types. This data is then used to estimate capacity. The approach is conducted for a die bonding process in an integrated circuit production with semi-automatic environment. The results of the predetermined time system are compared to the ones of traditional time study using two-tail paired t-test, having P-value of each product group vary between 0.17 and 0.91 which means that processing time given from both approaches are not different at 95% confidence level with the absolute percent error of each product group vary between 1-6.

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

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

Academic Year : 2011

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้แนวทาง คำแนะนำ ตรวจสอบวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์ ผศ.ดร.ดาริชา สุธีวงศ์ และ ผศ.ดร. สรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์ ที่สละเวลาตรวจสอบเล่มวิทยานิพนธ์และร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณภาควิชาอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้คำแนะนำระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ และความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่รวมทั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ของภาควิชาทั้งหมด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…… ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ…… จ

กิตติกรรมประกาศ…… ฉ

สารบัญ…… ช

สารบัญตาราง…… ญ

สารบัญภาพ…… ฑ

บทที่ 1 บทนำ…… 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา…… 1

1.2 กระบวนการผลิตไอซี…… 3

1.2.1 กระบวนการตัดแผ่นเวเฟอร์…… 3

1.2.2 กระบวนการติดไดย…… 4

1.2.3 กระบวนการเชื่อมลวดวงจร…… 4

1.2.4 กระบวนการฉีดพลาสติก…… 4

1.2.5 กระบวนการทำเครื่องหมาย…… 4

1.2.6 กระบวนการตัดขาและดัดขาไอซี…… 4

1.2.7 กระบวนการทดสอบไอซี…… 4

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย…… 10

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย…… 10

1.5 ผลที่ได้รับ…… 10

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ…… 11

1.7 แผนการดำเนินงานวิจัย…… 11

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…… 13

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง…… 13

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…… 16

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย…… 18

3.1 ศึกษาเวลาการทำงาน…… 18

3.1.1 ความเชื่อมโยงระหว่างผลิตภัณฑ์ปัจจุบันและในอนาคต…… 18

3.1.2 ประสิทธิภาพของเครื่องจักร…… 18

บทที่ หน้า

3.1.3 งานย่อย……. 21
3.2 ผลการศึกษาเวลา……..…… 30
3.2.1 งานย่อย NO1……. 30
3.2.2 งานย่อย NO2……. 30
3.2.3 งานย่อย NO3……. 30
3.2.4 งานย่อย NO4……. 30
3.2.5 งานย่อย NO4DL……... 30
3.2.6 งานย่อย NO5……..……... 35
3.2.7 งานย่อย NM6…… 35
3.2.8 งานย่อย NM7…… 35
3.2.9 งานย่อย PM8……. 35
3.2.10 งานย่อย NM9…….. 40
3.2.11 งานย่อย PO10……. 40
3.2.12 งานย่อย NO11……..…… 40
3.2.13 งานย่อย NM12…… 40
3.2.14 งานย่อย NO13……. 45
3.2.15 งานย่อย NO14……. 45
3.2.16 งานย่อย NM15…… 45
บทที่ 4 การจัดทำข้อมูลเวลามาตรฐาน…… 50
4.1 ฐานข้อมูลเวลามาตรฐาน……... 50
4.1.1 งานย่อย และรายละเอียดของงานย่อย……... 50
4.1.2 ข้อมูลเวลาของแต่ละงานย่อย…… 50
4.2 แบบคำนวณเวลามาตรฐานพรีดีเทอร์มินสำหรับกระบวนการติดได…… 57
4.3 ผลการวิจัย……..…….. 61
4.3.1 เวลาที่วัดจากการผลิตจริง……..…….…... 61
4.3.2 ผลการเปรียบเทียบเวลาการผลิตจริงกับเวลาพรีดีเทอร์มิน ……... 62
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย…… 64
5.1 สรุปผลการวิจัย……..... 64
5.2 อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ…… 66
รายการอ้างอิง……... 68

บทที่ หน้า

ภาคผนวก…… 69
ภาคผนวก ก ข้อมูลเวลาที่ใช้คำนวณกำลังการผลิตแบบเดิมของกลุ่ม LQFP100…… 70
ภาคผนวก ข ผลการศึกษาเวลา…… 76
ภาคผนวก ค แสดงปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้องกับเวลาการผลิต…….. 92
ภาคผนวก ง เวลาการผลิตจริงของทุกกลุ่มผลิตภัณฑ์…….…….. 94
ภาคผนวก จ ผลการเปรียบเทียบเวลาการผลิตจริงกับเวลาพรีดีเทอร์มิน……... 103
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์…… 120

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ความหมายของกลุ่มผลิตภัณฑ์……..	9
1.2	แผนการดำเนินงานวิจัย…….	12
3.1	แสดงข้อมูลประสิทธิภาพของเครื่องจักร (Machine Efficiency)……...	21
3.2	งานย่อยในกระบวนการติดไดย……...	23
3.3	จำนวนตัวอย่างที่คำนวนได้ของงานย่อย NO1……..	29
3.4	ผลิตภัณฑ์ที่มีจำนวนชิพต่อไอซีมากกว่าหนึ่ง (Multi-chip IC)……..	30
4.1	เวลามาตรฐานของงานย่อยกลุ่มที่ 1……...	50
4.2	จำนวนแมกกาซีนต่อลอตผลิตของแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์……...	51
4.3	เวลามาตรฐานของงานย่อยกลุ่มที่ 2……...	52
4.4	เวลามาตรฐานของงานย่อยกลุ่มที่ 3……...	53
4.5	จำนวนลีดเฟรมในแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์……	54
4.6	เวลามาตรฐานของงานย่อยกลุ่มที่ 4……...	54
4.7	เวลามาตรฐานของงานย่อยกลุ่มที่ 5……...	55
4.8	จำนวนไอซีต่อลอตผลิตแบ่งตามกลุ่มผลิตภัณฑ์……...	56
4.9	เวลามาตรฐานของงานย่อย NO11…….....	56
4.10	เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม LQFP48 (1 ชิพต่อไอซี) ……	61
4.11	เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม LQFP48 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี…….…….…….…….…….…….……	62
4.12	ผลการทดสอบทีแบบจับคู่ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% …….…….....….....	63
ก.1	ข้อมูลเวลาที่ใช้คำนวณกำลังการผลิตแบบเดิมของกลุ่ม LQFP100……..	71
ข.1	เวลาของงานย่อย NO1……...	77
ข.2	เวลาของงานย่อย NO2……...	78
ข.3	เวลาของงานย่อย NO3……...	79
ข.4	เวลาของงานย่อย NO4……...	80
ข.5	เวลาของงานย่อย NO4DL…….	81
ข.6	เวลาของงานย่อย NO5……...	82
ข.7	เวลาของงานย่อย NM6……..	83

ตารางที่		หน้า
ข.8	เวลาของงานย่อย NM7……..	84
ข.9	เวลาของงานย่อย NM9……..	85
ข.10	เวลาของงานย่อย NO11……	86
ข.11	เวลาของงานย่อย NM12……	87
ข.12	เวลาของงานย่อย NO13……	88
ข.13	เวลาของงานย่อย NO14……	89
ข.14	เวลาของงานย่อย NM15……	90
ค.1	ตารางแสดงปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้องกับเวลาการผลิต……..	93
ง.1	เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม LQFP100 (3 ชิพต่อไอซี)……..……...	95
ง.2	เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม LQFP100 (2 ชิพต่อไอซี)……..……...	95
ง.3	เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม LQFP100 (1 ชิพต่อไอซี)……..……...	95
ง.4	เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม LQFP48 (1 ชิพต่อไอซี)..……..…….....	96
ง.5	เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม LQFP64 (1 ชิพต่อไอซี)..……..…….....	96
ง.6	เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม LQFP80 (2 ชิพต่อไอซี)……..…..….....	97
ง.7	เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม LQFP80 (1 ชิพต่อไอซี)……..…..….....	97
ง.8	เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม QFP208 (1 ชิพต่อไอซี)……....…….....	98
ง.9	เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SDIP30 (2 ชิพต่อไอซี)……....…….....	98
ง.10	เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SDIP30 (1 ชิพต่อไอซี)……....…….....	98
ง.11	เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SOP16 (1 ชิพต่อไอซี)……....…….....	99
ง.12	เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SOP20 (1 ชิพต่อไอซี)……....…….....	99
ง.13	เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SOP28 (1 ชิพต่อไอซี)……....…….....	100
ง.14	เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SOP30 (2 ชิพต่อไอซี)……....…….....	100
ง.15	เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SOP30 (1 ชิพต่อไอซี)……....…….....	101
ง.16	เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SSOP16 (1 ชิพต่อไอซี)……....…….....	101
ง.17	เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SSOP20 (1 ชิพต่อไอซี)……....…….....	102
ง.18	เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SSOP24 (1 ชิพต่อไอซี)……....…….....	102
จ.1	เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม LQFP100 จำนวน 3 ชิพต่อไอซี……	104

ตารางที่ หน้า

จ.2 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม LQFP100 จำนวน 2 ชิพต่อไอซี..... 104
จ.3 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม LQFP100 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี..... 105
จ.4 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม LQFP48 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี..... 106
จ.5 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม LQFP64 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี..... 107
จ.6 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม LQFP80 จำนวน 2 ชิพต่อไอซี..... 108
จ.7 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม LQFP80 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี..... 109
จ.8 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม QFP208 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี..... 110
จ.9 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SDIP30 จำนวน 2 ชิพต่อไอซี..... 110
จ.10 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SDIP30 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี..... 111
จ.11 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SOP16 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี..... 112
จ.12 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SOP20 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี..... 113
จ.13 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SOP28 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี..... 114
จ.14 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SOP30 จำนวน 2 ชิพต่อไอซี..... 115
จ.15 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SOP30 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี..... 116
จ.16 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SSOP16 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี..... 117

ตารางที่ หน้า
จ.17 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SSOP20 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี..... 118
จ.18 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SSOP24 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี..... 119

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	กระบวนการผลิตไอซี.....	3
1.2	แผ่นเวเฟอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว.....	4
1.3	เวลาผลิตของผลิตภัณฑ์กลุ่ม SSOP24 และกลุ่ม SOP28 แยกตามกระบวนการ	5
1.4	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ประเภทมีขา (Peripheral:LQFP100) (ซ้าย) และผลิตภัณฑ์ประเภทไม่มีขา (MAP: VFBGA61) (ขวา).....	6
1.5	แสดงยอดการสั่งผลิตระหว่างปี 2549 ถึงปี 2554.....	7
1.6	แผนภูมิแสดงยอดการสั่งผลิตของผลิตภัณฑ์กลุ่มมีขา (Peripheral).....	8
1.7	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์กลุ่ม LQFP100 และ SOP24.....	9
3.1	เวลาของงานย่อย NO1.....	31
3.2	เวลาของงานย่อย NO2.....	32
3.3	เวลาของงานย่อย NO3.....	33
3.4	เวลาของงานย่อย NO4.....	34
3.5	เวลาของงานย่อย NO4DL.....	35
3.6	เวลาของงานย่อย NO5.....	36
3.7	เวลาของงานย่อย NM6.....	37
3.8	เวลาของงานย่อย NM6 ของผลิตภัณฑ์กลุ่ม LQFP100 (บน), LQFP80 (กลาง) และ SOP30 (ล่าง).....	38
3.9	เวลาของงานย่อย NM7.....	39
3.10	เวลาของงานย่อย NM9 ต่อหนึ่งลีดเฟรม.....	41
3.11	เวลาของงานย่อย NM9 ต่อลอตการผลิต.....	42
3.12	เวลาของงานย่อย NO11 การเปลี่ยนเวเฟอร์ 1 ครั้ง.....	43
3.13	เวลารวมของงานย่อย NO11 สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีงานย่อยนี้เกิดขึ้น.....	43
3.14	เวลาของงานย่อย NM12.....	44
3.15	เวลาของงานย่อย NO13.....	46
3.16	เวลาของงานย่อย NO14.....	47
3.17	เวลาของงานย่อย NM15 หนึ่งครั้ง.....	48

ภาพที่		หน้า
3.18	เวลาของงานย่อย NM15……	49
4.1	แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล……..	57
4.2	แผนภาพแสดงการหาเวลาการผลิต…….....	59
4.3	รูปแบบการแสดงผลเวลาพรีดีเทอร์มิน…….	60

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการวางแผนการผลิต กำลังการผลิตของโรงงานเป็นสิ่งที่ผู้บริหารและผู้วางแผนการผลิตจะต้องทราบและจำเป็นต้องเป็นข้อมูลที่ถูกต้อง เพื่อการวางแผนกำลังการผลิตและจัดสรรทรัพยากรได้อย่างแม่นยำ ไม่เกิดความสูญเสียต่างๆ เช่น หากข้อมูลกำลังการผลิตไม่ถูกต้อง อาจทำให้สั่งซื้อเครื่องจักรมากเกินความจำเป็น หรือผลิตสินค้าไม่ทัน ทำให้เกิดผลเสียหายต่อธุรกิจอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โรงงานที่ผลิตสินค้าที่มีความเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามเทคโนโลยี เช่น โรงงานอิเล็กทรอนิกส์ที่มีสินค้าใหม่ๆ ออกสู่ตลาดตลอดเวลา ผู้ผลิตจำเป็นต้องมีวิธีการวัดและประเมินเวลามาตรฐานในการผลิตอย่างเหมาะสม เพื่อวางแผนกำลังการผลิต
โดยทั่วไป การประมาณเวลาการผลิต สามารถประเมินได้หลายวิธี การหาเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มินเป็นอีกหนึ่งวิธีที่นิยมใช้ เนื่องจากไม่ต้องลงทุนในการติดตั้งระบบ สามารถทำได้ง่ายหากวิศวกร/ผู้วางแผนมีความเข้าใจในหลักการ และได้ผลการทำนายเวลาการผลิตที่แม่นยำกว่าการคาดการณ์ด้วยประสบการณ์ของวิศวกร/ผู้วางแผน

โรงงานตัวอย่าง เป็นโรงงานผลิตชิพอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ ก่อตั้งเมื่อปีพ.ศ.2531 ปัจจุบันมีกำลังการผลิตรวม 70 ล้านไอซีต่อเดือน และในปัจจุบัน การคำนวณกำลังการผลิตในกระบวนการ ทำโดยจับเวลาการผลิตทั้งลอตหารด้วยจำนวนไอซีต่อลอตการผลิต จะได้เวลาที่ใช้ต่อการผลิต 1 ไอซี นำเวลานี้ไปหารเวลาการผลิตทั้งหมดที่มีในหนึ่งเดือน จะได้จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ได้ในหนึ่งเดือน จากนั้นนำไปคูณกับประสิทธิภาพของเครื่องจักร (Machine Efficiency) ซึ่งเป็นอัตราส่วนเวลาที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้จริง จะได้ จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ต่อเดือน

สูตรการคำนวณกำลังการผลิต

$$Capacity(ICs/month) = \left(\frac{WorkingDay \times 24hr \times 60\min \times 60\sec}{TaktTime} \right) \times MachineEfficiency$$

Capacity (ICs/month) หมายถึง กำลังการผลิตของเครื่องจักรเครื่องหนึ่งที่ผลิตได้ในรอบเดือน

WorkingDay (Days) หมายถึง จำนวนวันทำงานในหนึ่งเดือน กำหนดมาฝ่ายบริหาร

MachineEfficiency หมายถึง ประสิทธิภาพเครื่องจักร เวลาที่เครื่องจักรทำการผลิตได้ คิดเป็นร้อยละของเวลาการผลิตทั้งหมดลบด้วยเวลาอื่นๆที่เครื่องจักรไม่สามารถผลิตได้เช่น เวลาในการซ่อมบำรุง เวลาพักพนักงาน เป็นต้น

Takt Time (Sec/IC) หมายถึง เวลาสำหรับทำการผลิต 1 ไอซี มาจากการจับเวลาการผลิตหนึ่งลอตหารด้วยจำนวนไอซีต่อลอต ซึ่งสามารถจับเวลาได้เมื่อผลิตภัณฑ์นั้นทำการผลิตแล้ว

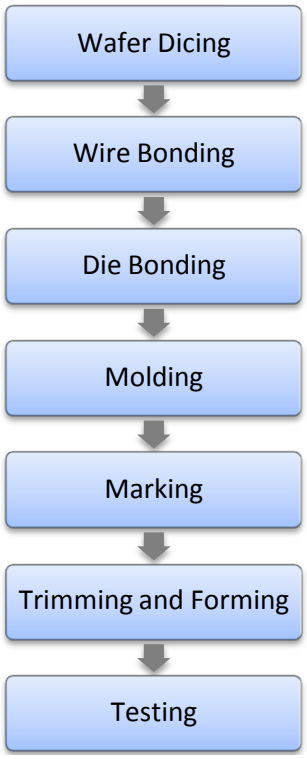
จากวิธีการคำนวณกำลังการผลิตพบว่าหากเป็นผลิตภัณฑ์ในอนาคต จะไม่สามารถจับเวลาการผลิตได้ จนกว่าจะมีการผลิตเกิดขึ้นจริง ดังนั้นการคำนวณกำลังการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ในอนาคต จะต้องประมาณค่าจากประสบการณ์ของผู้คำนวณ ไม่มีแบบแผนวิธีที่แน่นอน ทำให้เกิดความผิดพลาด เนื่องจากเวลาในการผลิตของบางกระบวนการ แตกต่างกันไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในปัจจุบันก็ไม่สามารถตามจับเวลาได้ครบทั้ง 4 31 ผลิตภัณฑ์ เพราะการจับเวลาแบบปัจจุบันคือการจับเวลาการผลิตทั้งลอตเพียงครั้งเดียวในแต่ละกระบวนการ (ใช้เวลา 2-10 ชั่วโมงต่อลอตการผลิต)

หากพิจารณาเฉพาะกระบวนการติดได พบว่ามีข้อมูลเวลาที่จับจริงเพียง 117 ผลิตภัณฑ์ จากทั้งหมด 261 ผลิตภัณฑ์ หากเป็นผลิตภัณฑ์เก่าอาจเกิดความผิดพลาดเนื่องจากเป็นเวลาการผลิตที่จับไว้นานแล้ว จนกระบวนการต่างๆเปลี่ยนไปและไม่ได้แก้ไขข้อมูล และกรณีผลิตภัณฑ์ใหม่หรือผลิตภัณฑ์เก่าแต่ยังไม่เคยจับเวลาการผลิตจริง จะใช้เวลาที่ผู้วางแผนการผลิตประมาณค่าจากผลิตภัณฑ์เก่า ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่นำไปเทียบเคียงอาจมีเงื่อนไขในการผลิตที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น กลุ่มผลิตภัณฑ์ LQFP100 ซึ่งมีจำนวน 48 ชนิดผลิตภัณฑ์ เมื่อนำข้อมูลเวลาการผลิตที่ใช้คำนวนกำลังการผลิตมาเปรียบเทียบกันระหว่างเวลาที่ประเมินจากผลิตภัณฑ์เก่า (ข้อมูล ณ วันที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2554) กับเวลาการผลิตจริง (ข้อมูล ณ วันที่ 30 สิงหาคม พ.ศ. 2554) จำนวน 18 ชนิดผลิตภัณฑ์ พบว่ามีความแตกต่างกันเฉลี่ย 11% (ดู ภาคผนวก ก)

งานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์เพื่อหาเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มินสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่และผลิตภัณฑ์เก่าที่ยังไม่มีข้อมูลเวลามาตรฐาน โดยยกตัวอย่างกระบวนการติดได ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตไอซี โดยมีขั้นตอนเริ่มจากการแบ่งงานออกเป็นงานย่อย เก็บข้อมูลเวลาการทำงานของแต่ละงานย่อย หาความสัมพันธ์ของปัจจัยในการผลิตกับเวลา ขยายผลเป็น

ฐานข้อมูลเวลามาตรฐาน และคำนวณเวลามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ใหม่จากฐานข้อมูลเวลามาตรฐาน โดยใช้ปัจจัยในการผลิตที่เกี่ยวข้องเป็นพารามิเตอร์ตั้งต้น

โรงงานตัวอย่าง ทำการผลิตแบบกึ่งอัตโนมัติ คือใช้เครื่องจักรเป็นหลัก พนักงานมีหน้าที่ป้อนลำเลียงวัตถุดิบเข้าเครื่องจักร ป้อนคำสั่งให้เครื่องจักรทำงาน และตรวจสอบคุณภาพของงานที่ผ่านกระบวนการออกมา ซึ่งการผลิตชิพอิเล็กทรอนิกส์มีกระบวนการดังภาพที่1.1

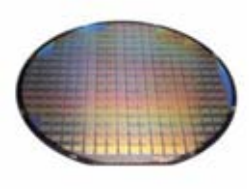


ภาพที่ 1.1 กระบวนการผลิตไอซี

1.2 กระบวนการผลิตไอซี

กระบวนการผลิตไอซี สามารถแบ่งออกเป็นกระบวนการหลักๆได้ดังนี้

1.2.1 <u>กระบวนการตัดแผ่นเวเฟอร์ (Wafer Dicing)</u> วัตถุดิบหลักของการผลิตชิพอิเล็กทรอนิกส์เรียกว่า เวเฟอร์ เป็นแผ่นกลมบาง เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 4, 5, 6, 8 และ 12 นิ้ว ประกอบด้วยชิพอิเล็กทรอนิกส์เรียงกันบนแผ่นเวเฟอร์ ดังภาพที่ 1.2 ต้องนำเวเฟอร์มาผ่านกระบวนการตัดเพื่อแยกชิพอิเล็กทรอนิกส์ออกเป็นชิ้นเล็กๆ



ภาพที่ 1.2 แผ่นเวเฟอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว

1.2.2 กระบวนการติดไดย (Die Bonding / Die Attach) คือกระบวนการทากาว ลงที่ตำแหน่งวางชิพบนลีดเฟรม (ลีดเฟรม เป็นโลหะแผ่นบาง ใช้เป็นอุปกรณ์บรรจุ ชิพอิเล็กทรอนิกส์ตลอดการผลิต โดยออกแบบตามขนาดของชิพ) แล้วหยิบชิพอิเล็กทรอนิกส์ที่ตัดไว้แล้ว วางบนแป้นลีดเฟรม (Leadframe pad หรือ Die pad) จากนั้นนำไปอบความร้อนเพื่อให้กาวติดสนิท

1.2.3 กระบวนการเชื่อมลวดวงจร (Wire Bonding) คือการใช้ลวดทองคำเชื่อมลายวงจรบนชิพอิเล็กทรอนิกส์ กับขาของชิพที่เป็นโลหะ เพื่อทำให้วงจรสมบูรณ์

1.2.4 กระบวนการฉีดพลาสติก (Mold) ฉีดเรซินพลาสติกเพื่อหุ้มชิพอิเล็กทรอนิกส์ที่เชื่อมไว้แล้ว เพื่อให้เป็นไอซี (IC: Integrated Circuits) ติดอยู่บนแป้นลีดเฟรม

1.2.5 กระบวนการทำเครื่องหมาย (Marking) คือการทำเครื่องหมายระบุรุ่นของสินค้า และข้อมูลอื่นๆ เช่น หมายเลขลอตที่ผลิต โรงงานที่ผลิต

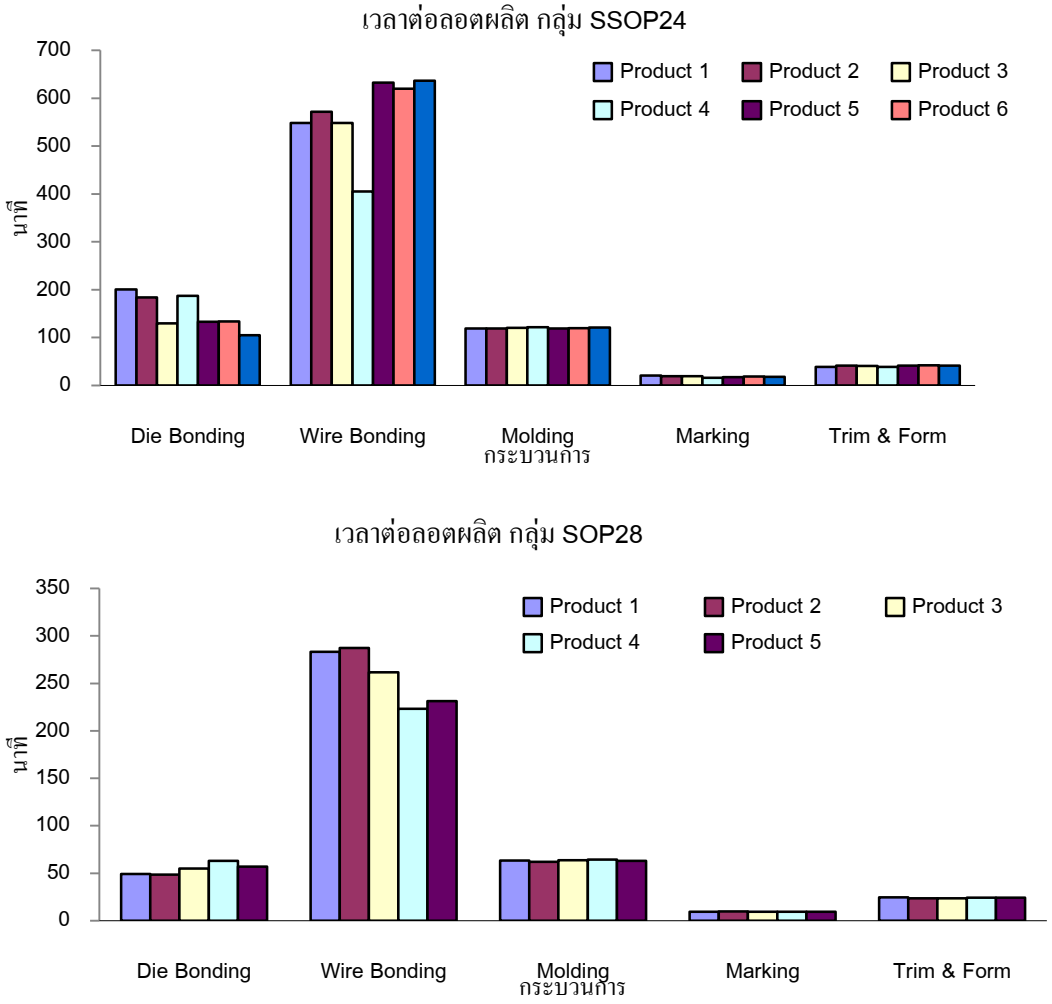
1.2.6 กระบวนการตัดขาและดัดขาไอซี (Trim & Form) คือกระบวนการตัดและดัดขาตัวไอซี และจัดเรียงไอซีลงบนถาด (Tray) กระบวนการนี้จะมีเฉพาะผลิตภัณฑ์กลุ่มมีขา (Peripheral) เท่านั้น

1.2.7 กระบวนการทดสอบไอซี (Test) นำไอซีเข้าเครื่องทดสอบว่ามีการใช้งานตรงตามสเปคหรือไม่

กระบวนการตัดแผ่นเวเฟอร์และกระบวนการทดสอบไอซี เป็นกระบวนการที่ต้องใช้เทคนิคเฉพาะสำหรับแต่ละผลิตภัณฑ์ เช่น วิศวกรต้องปรับความเร็วของ ใบมีดและเส้นทางการตัดให้เหมาะสมกับความหนา ขนาดชิพ ขนาดเวเฟอร์ และวัสดุของแผ่นเวเฟอร์ หรือ กระบวนการทดสอบไอซีต้องมีการเขียนโปรแกรมใหม่ขึ้นมาเพื่อทดสอบฟังก์ชั่นเฉพาะของไอซี จะวัดเวลาได้ก็ต่อเมื่อมีการผลิตจริง ทางโรงงานจึงมีนโยบายให้เผื่อกำลังการผลิตไว้เพื่อรองรับการผลิตในช่วงต้น และเมื่อผลิตแล้ว สามารถดาวน์โหลดข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรมาถอดเป็นเวลาการผลิตได้ทันที ไม่ต้องรอจับเวลาเหมือนกระบวนการอื่นๆ จึงสามารถวัดเวลาการผลิตได้ครบทุกผลิตภัณฑ์

จากข้อมูลเวลาผลิตต่อลอตผลิตในภาพที่ 1.3 เมื่อพิจารณาเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์พบว่ากระบวนการเชื่อมลวดวงจร มีความผันแปรของเวลาในแต่ละผลิตภัณฑ์มากที่สุด รองมาคือกระบวนการติดไดย ส่วนกระบวนการอื่นๆ ใช้เวลาการผลิตไม่แตกต่างในกลุ่มผลิตภัณฑ์ แต่เนื่องจากกระบวนการเชื่อมลวดวงจร มีปัจจัยในการผลิตเช่น จำนวนเส้นไวร์ที่เชื่อม ระยะทางของ

ไวร์แต่ละเส้น วิธีการเชื่อม ความหนาของลวดทอง เป็นปัจจัยที่ไม่สามารถรู้ก่อนการผลิตเป็นเวลานาน จะรู้ก็ต่อเมื่อถึงขั้นตอนการผลิตสินค้าตัวอย่าง ก่อนการผลิตจริงประมาณ 2 สัปดาห์ จึงไม่สามารถทำนายเวลาการผลิตล่วงหน้าระยะยาวได้ แต่กระบวนการติดไดจะทราบข้อมูลล่วงหน้าระยะยาวเพราะต้องกำหนดวัตถุดิบหลัก (เวเฟอร์) ล่วงหน้า ตามฟังก์ชั่นการใช้งาน เช่น ในอนาคตอีกสามปีข้างหน้า ลูกค้าวางแผนจะผลิตโทรศัพท์มือถือรุ่นใหม่ ก็จะออกแบบ แตกรายละเอียดของวัตถุดิบต่างๆ สเปคและฟังก์ชั่นที่ใช้งานของไอซีให้บริษัทแม่ บริษัทแม่ก็จะออกแบบวงจรในชิพ ออกแบบเวเฟอร์ และส่งข้อมูลของเวเฟอร์ ชิพ และปริมาณความต้องการล่วงหน้ามาที่โรงงานเพื่อวางแผนกำลังการผลิต



ภาพที่ 1.3 เวลาผลิตของผลิตภัณฑ์กลุ่ม SSOP24 และกลุ่ม SOP28 แยกตามกระบวนการ

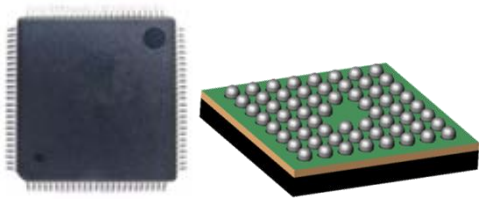
การออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ เป็นการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาวงจรอิเล็คทรอนิกส์ที่อยู่ในชิพ ซึ่งส่งผลให้ขนาด และคุณสมบัติของชิพต่างกันตามชนิดของวงจร ชิพของผลิตภัณฑ์ใหม่ จะถูกออกแบบให้วางลงในไอซีที่มีขนาดรูปร่างภายนอก (Package Size) และจำนวนขาของไอซี

เหมือนกับกลุ่มผลิตภัณฑ์เดิม ดังนั้นการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ในกระบวนการติดได จึงมีขั้นตอนการผลิตเหมือนผลิตภัณฑ์เดิม

โรงงานตัวอย่าง มี 2 สายการผลิต สำหรับผลิตผลิตภัณฑ์ 2 ประเภท ดังนี้

ก. ผลิตภัณฑ์ประเภทมีขา (Peripheral) คือไอซีที่มีขาโลหะยื่นออกมาจากตัวไอซีเพื่อให้ขาเป็นตัวเชื่อมต่อกับวงจรอิเล็กทรอนิก ดังภาพที่ 1.4 (ซ้าย) ปัจจุบันมีกำลังการผลิต 30 ล้านไอซีต่อเดือน แบ่งออกเป็น 38 กลุ่มผลิตภัณฑ์ (Package) เช่น DIP16 HSOF16 HSOF26 รวม 261 ชนิด (ข้อมูลเดือนกรกฎาคม 2554)

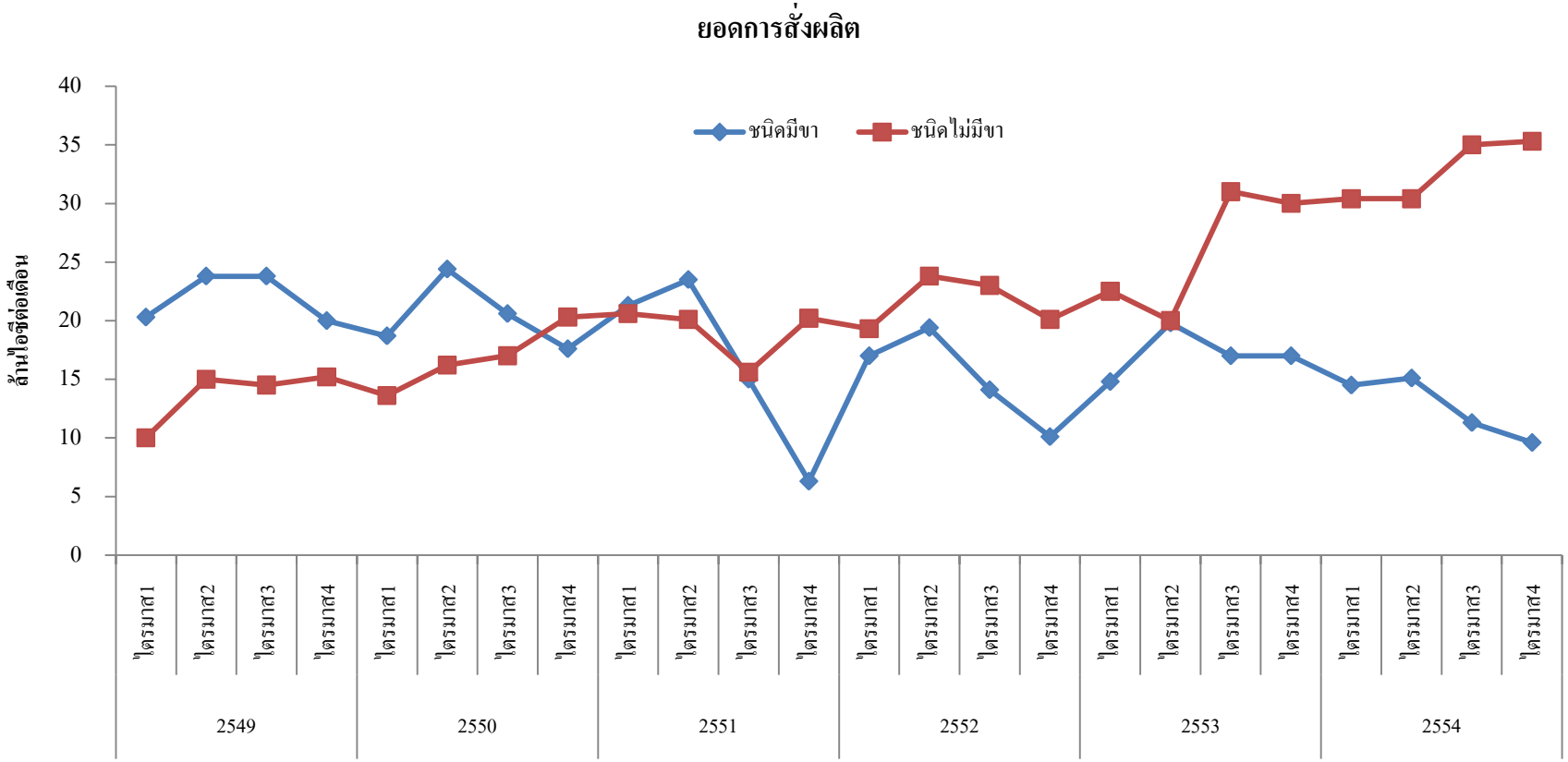
ข. ผลิตภัณฑ์ประเภทไม่มีขา (Individual) คือไอซีที่ไม่มีขาโลหะยื่นออกมาจากไอซี แต่เป็นการบากตัวไอซีให้เป็นร่องหรือใช้ Solder Ball เพื่อให้ร่องหรือบอลโลหะนั้นเป็นตัวเชื่อมกับวงจรอิเล็กทรอนิกดังภาพ1.4 (ขวา) ปัจจุบันมีกำลังการผลิต 40 ล้านไอซีต่อเดือน แบ่งออกเป็น 62 กลุ่มผลิตภัณฑ์ เช่น FBGA608 LBGA164 LFBGA64 รวม 181 ชนิด (ข้อมูลเดือนกรกฎาคม 2554)



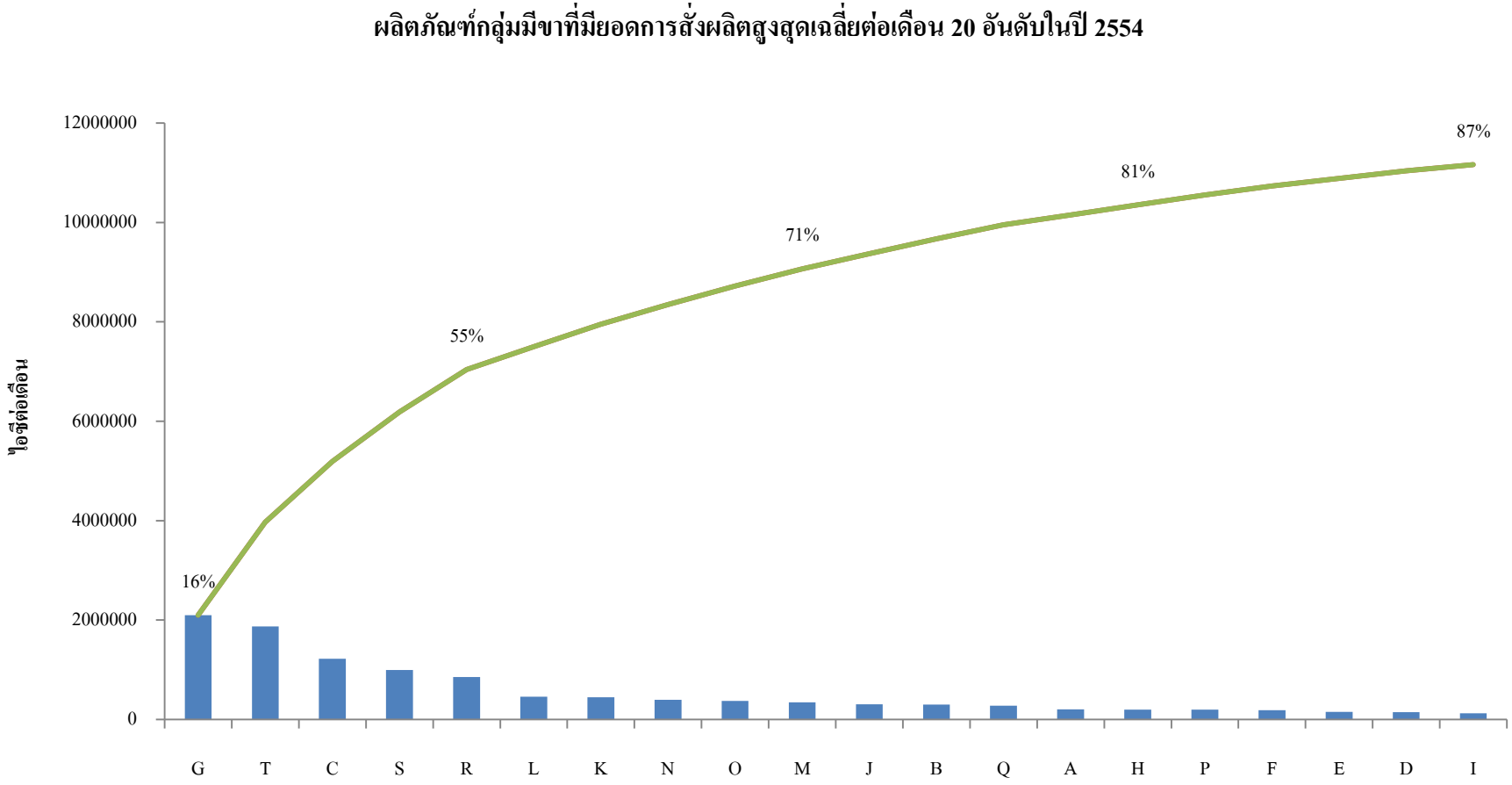
ภาพที่ 1.4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ประเภทมีขา (Peripheral: LQFP100) (ซ้าย) และผลิตภัณฑ์ประเภทไม่มีขา (MAP: VFBGA61) (ขวา)

งานวิจัยนี้สนใจศึกษาผลิตภัณฑ์ประเภทมีขา (Peripheral) เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่พัฒนามาตั้งแต่เริ่มกิจการ มักเป็นไอซีที่มีฟังก์ชั่นพื้นฐานในเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น วงจรวิทยุ วงจรแปลงไฟ มีความซับซ้อนน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ประเภทไม่มีขา (Individual) ที่ต้องการฟังก์ชั่นของเครื่องจักรสูงกว่า เทคโนโลยีสูงกว่า นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์ประเภทมีขา (Peripheral) ยังเป็นที่จับตามองของผู้บริหารมากในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีเก่า ความต้องการของลูกค้า และกำไรในการผลิตลดลงเรื่อยๆ จึงควรลดกำลังการผลิตของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ให้เหมาะสมกับยอดการสั่งผลิต และนำทรัพยากรไปลงทุนกับผลิตภัณฑ์ประเภทไม่มีขา (Individual) ดังนั้นการคำนวณการผลิตให้ถูกต้องจึงสำคัญต่อการพิจารณาลดจำนวนเครื่องจักรดังแผนภูมิภาพที่ 1.5

งานวิจัยนี้เลือกผลิตภัณฑ์ประเภทมีขา 20 ชนิดจาก 261 ชนิดที่ผลิตในปัจจุบัน (ใน 20 ชนิดนี้ มี 14 กลุ่มผลิตภัณฑ์ ดังนี้ LQFP100 LQFP48 LQFP64 LQFP80 QFP208 SDIP30 SOP14 SOP16 SOP20 SOP28 SOP30 SSOP16 SSOP20 และ SSOP24) โดยเรียงลำดับชนิดที่มียอดการสั่งผลิตมากสุด ซึ่งครอบคลุม 87% ของยอดการสั่งผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดมีขาเฉลี่ยดังภาพที่ 1.6 (ข้อมูลระหว่างเดือนเมษายน 2554 ถึงเดือนมีนาคม 2555) มาทำการศึกษาเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลเวลา



ภาพที่ 1.5 แสดงยอดการสั่งผลิตระหว่างปี 2549 ถึงปี 2554



ภาพที่ 1.6 แผนภูมิแสดงยอดการสั่งผลิตของผลิตภัณฑ์กลุ่มมีขา (Peripheral)

ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันดังนี้

ก. ระดับกลุ่มผลิตภัณฑ์ คือ รูปร่างของผลิตภัณฑ์ เช่น LQFP100 หมายถึง Low-Profile Quad Flat Package ที่มีขา 100 ขา SOP24 หมายถึง Small-Outline Package ที่มีขา 24 ขา เป็นต้น รายละเอียดการเรียกชื่อของกลุ่มผลิตภัณฑ์ ดูในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ความหมายของกลุ่มผลิตภัณฑ์

กลุ่มผลิตภัณฑ์	ความหมาย
SOP	Small Outline Package
SSOP	Shrink Small Outline Package
LQFP	Low Profile Quad Flat Package
QFP	Quad Flat Package
SDIP	Skinny Dual Inline package

ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มเดียวกัน จะมีรูปร่างลักษณะภายนอกเหมือนกัน จะมีจำนวนไอซีต่อลอตเท่ากัน ใช้ลีดเฟรมขนาดเดียวกัน มีจำนวนไอซีต่อลีดเฟรมเท่ากัน จึงใช้จำนวนลีดเฟรมและแมกกาซีนต่อลอตการผลิตเท่ากัน

LQFP100

SOP24

ภาพที่ 1.7 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์กลุ่ม LQFP100 และ SOP24

ข. ระดับผลิตภัณฑ์ มีความแตกต่างกันในแต่ละชนิดผลิตภัณฑ์ ขนาดชิพ ขนาดเวเฟอร์ จำนวนชิพต่อเวเฟอร์ จำนวนชิพต่อไอซี (จำนวนชิพที่เป็นไปได้คือ 1-3 ชิพต่อไอซี) ซึ่งความแตกต่างเหล่านี้ ส่งผลต่อเวลาการทำงานของผลิตภัณฑ์

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายคือ ศึกษาเวลาการทำงาน สร้างระบบเวลาที่กำหนดไว้เพื่อพยากรณ์เวลาการผลิตสินค้าใหม่ที่ยังไม่เคยผลิต ในส่วนกระบวนการติดไดซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งในการผลิตชิพอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเป็นวิธีมาตรฐานในการวางแผนกำลังการผลิต โดยศึกษาจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเลกทรอนิกส์ที่ใช้เครื่องจักรเป็นหลัก โดยเลือกศึกษาเฉพาะผลิตภัณฑ์ประเภทมีขา

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.3.1 จัดทำฐานข้อมูลเวลามาตรฐานในการทำงานของการผลิตไอซี ของกระบวนการติดไดผลิตภัณฑ์กลุ่มไอซีมีขา (Peripheral Products) ที่ทำการผลิตอยู่ในปัจจุบัน จำนวน 20 ชนิดผลิตภัณฑ์

1.3.2 กำหนดวิธีการคำนวณเวลามาตรฐานและกำลังการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ศึกษาเฉพาะโรงงานตัวอย่าง กระบวนการติดไดเท่านั้น (Die Bonding Process)

1.4.2 ข้อมูลต่างๆต่อไปนี้ เป็นข้อมูลที่ทราบแน่นอนล่วงหน้า (Deterministic)

ข้อมูลรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ เช่น กลุ่มผลิตภัณฑ์ จำนวนไอซีต่อลอตการผลิต ขนาดชิพของงานแต่ละชนิด จำนวนชิพต่อหนึ่งไอซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเวเฟอร์ จำนวนชิพที่มีในเวเฟอร์แต่ละชนิด รุ่นเครื่องจักร ลำดับของชิพบนไอซี เป็นต้น

1.4.3 ศึกษาเวลาเฉพาะผลิตภัณฑ์ไอซีชนิดมีขา (Peripheral) ที่มีการผลิตรวมทั้งปีมากเป็นอันดับ 1-20 ใช้เป็นฐานข้อมูลเวลา

1.4.4 ศึกษาเฉพาะเครื่องจักรที่จัดการผลิตแบบไม่มีการเปลี่ยนชนิดผลิตภัณฑ์ (Fixed Machine)

1.4.5 ศึกษาเฉพาะเวลาการทำงานปกติของเครื่องจักรที่สภาพสมบูรณ์ ไม่นับรวบการรอวัตถุดิบหรือรอพนักงาน กำหนดให้พนักงานพร้อมทำงานตามมาตรฐานการทำงาน (work standard) ตลอดเวลา เครื่องจักรสามารถผลิตงานได้อย่างราบรื่น ไม่นับรวมเวลาต่างๆที่นับรวมอยู่ในการคิดประสิทธิภาพเครื่องจักร

1.4.6 พนักงานทุกคนทำงานตามมาตรฐานการทำงานด้วยความเร็วเท่ากัน

1.4.7 เครื่องจักรรุ่นเดียวกัน ทำงานด้วยความเร็วเท่ากัน ไม่มีความแตกต่างระหว่างเครื่องจักร

1.4.8 เวเฟอร์แต่ละแผ่นมีสัดส่วนชิพดี 95.5% (ส่วนอื่นเป็นชิพที่อยู่ตามขอบไม่ครบชิ้นสี่เหลี่ยมและชิพที่เสีย)

1.5 ผลที่ได้รับ

1.5.1 ฐานข้อมูลเวลามาตรฐานของกระบวนการติดได สำหรับ 14 กลุ่มผลิตภัณฑ์ในรูปแบบ Excel file

1.5.2 แบบคำนวนเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มินสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่ (หรือผลิตภัณฑ์เดิมที่ยังไม่มีข้อมูลเวลา) สำหรับผลิตภัณฑ์ที่อยู่ใน 14 กลุ่มผลิตภัณฑ์ ในรูปแบบ Excel file

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.6.1 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตหรือการทำงานในอุตสาหกรรมอื่นที่มีรูปแบบการผลิตกึ่งอัตโนมัติ หรือแบบอัตโนมัติได้

1.6.2 สามารถลดเวลาสูญเสียของผู้ศึกษาเวลาที่ต้องเสียไปในการจับเวลาแบบเดิม

1.5.3 การวางแผนการผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.7 แผนการดำเนินงานวิจัย

แผนการดำเนินงานวิจัย เป็นไปดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินงานวิจัย

กิจกรรม	พ.ศ.2554									พ.ศ.2555			
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. ศึกษาทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย													
2. ระบุที่มาของปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขตของการวิจัย และขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยรวมถึงข้อสมมติฐานต่างๆ													
3. ศึกษารายละเอียดของกระบวนการ ออกแบบการเก็บข้อมูล แตกกระบวนการออกเป็นงานย่อย กำหนดกิจกรรมของแต่ละงานย่อย													
4. เก็บข้อมูล บันทึกเวลาการทำงานของแต่ละงานย่อย ขยายผลข้อมูลที่เก็บได้เป็นเวลาเบื้องต้น													
5. รวบรวมเวลาเบื้องต้นและจัดทำเวลามาตรฐาน													
6. จัดทำแบบคำนวณเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มินสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่													
7. วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย													
8. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์													

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการทำงาน (Work Study) คือการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ทำงานได้เหมาะสม และสร้างมาตรฐานของการทำงานนั้นๆ ประกอบไปด้วยสองส่วน คือ การศึกษาวิธีการทำงาน (Motion Study หรือ Method Study) และ การศึกษาเวลา (Time Study) ทั้งสองส่วนมีความสัมพันธ์กันมากในระบบการทำงาน โดยการศึกษาวิธีการทำงานช่วยให้ทำงานได้อย่างเหมาะสม เช่น ลดขั้นตอนหรือทรัพยากรที่ไม่จำเป็นออก ลดอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากการทำงาน ส่วนการศึกษาเวลาคือการสร้างมาตรฐานของการทำงานเพื่อเป็นหลักในการปฏิบัติงานและเป็นแนวทางในการปรับปรุงงาน (Barnes, 1980)

การศึกษาเวลา เป็นสิ่งจำเป็นในการผลิตสินค้าและบริการ เพื่อให้การทำงานมีมาตรฐาน โดยจะทำการศึกษาเวลาเมื่อเป็นงานใหม่ มีการเปลี่ยนแปลงวิธีการหรือวัตถุดิบบางอย่าง งานนั้นเป็นกระบวนการคอขวด เกิดชิ้นงานรอระหว่างผลิตมาก ผลผลิตต่ำ ต้นทุนสูง จำเป็นต้องปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน หรือใช้เป็นเกณฑ์ในการจ่ายค่าแรงจูงใจให้กับพนักงาน (Kanawaty, 1992)

การศึกษาเวลามีขั้นตอนดังนี้ (Barnes, 1980)

ก. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับงาน รวมถึงสิ่งแวดล้อมของงาน

ข. บันทึกรายละเอียดของการทำงาน แบ่งงานออกเป็นงานย่อย

ค. ระบุรายละเอียดของแต่ละงานย่อย กำหนดกิจกรรมที่เกิดในงานย่อยนั้น

ง. เก็บข้อมูลเวลาด้วยอุปกรณ์ (เช่น กล้องวีดีโอ นาฬิกาจับเวลา) บันทึกเวลาการทำงานในแต่ละงานย่อย

จ. หาจำนวนข้อมูลเวลาที่ต้องการจากระดับความเชื่อมั่นและความคลาดเคลื่อนที่กำหนดไว้ หากการเก็บข้อมูลครั้งแรกไม่พอ ให้เก็บข้อมูลจนครบ

ฉ. ขยายผลข้อมูลเวลาที่เก็บมาเป็นเวลาเบื้องต้น (basic times)

ช. หาเวลาเผื่อต่างๆ รวมเข้ากับเวลาเบื้องต้น กำหนดเป็นเวลามาตรฐาน

เวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน (Predetermined Time Standard) คือมาตรฐานเวลาที่สร้างขึ้นมาจากการศึกษาการทำงาน จัดกลุ่มในรูปแบบตารางเวลาที่ครอบคลุมทุกรูปแบบของกิจกรรมการทำงาน มาตรฐานเวลามักใช้เพื่อวัดผลการทำงาน เวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน ทำได้หลายวิธี ดังนี้ (Schmid, 1953)

ก. Motion-Time-Analysis (MTA)

ข. The Work Factor System

ค. Method Time Measurement (MTM)

ง. Dimensional Motion Times (DMT)

จ. Basic Motion Time Study (BMT)

ส่วนใหญ่มักนิยมใช้วิธี MTM เพื่อวิเคราะห์การทำงานละเอียดถึงระดับการเคลื่อนไหวของพนักงาน แต่ก็มีข้อจำกัดหลายประการ ดังนี้ (Schmid, 1953)

ก. ตารางของแต่ละการเคลื่อนไหว อาจทำได้ไม่ถูกต้องแม่นยำ

ข. ไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าในแต่ละการเคลื่อนไหวมีเวลาคงที่ตายตัว ทั้งเมื่อทำต่อจากการเคลื่อนไหวก่อนหน้าหรือการส่งต่อไปยังการเคลื่อนไหวถัดไป

ค. การศึกษาเวลาด้วยนาฬิกาหรือเทคนิคอื่นๆ ยังเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการควบคุมเครื่องจักรให้ทำงาน

ง. การศึกษาเวลาในระดับการเคลื่อนไหว สามารถทำได้โดยไม่ต้องสัมผัสหน้างานจริง อาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้ เนื่องจากงานที่วิศวกรศึกษาเวลาจะเป็นงานในอุดมคติมากเกินไป ไม่สอดคล้องกับงานที่พนักงานทำจริง และหากลืมงานย่อยงานหนึ่งงานใดไปจะทำให้เวลามาตรฐานน้อยเกินกว่าความเป็นจริงหรือกำหนดงานซ้ำซ้อนเข้าไปทำให้เวลามาตรฐานมากกว่าความเป็นจริง

<u>การแบ่งงานออกเป็นงานย่อย</u>

การศึกษาเวลาควรระบุรายละเอียดของงาน กิจกรรมต่างๆให้ครบ ละเอียดที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แต่ไม่ควรย่อยมากจนทำให้อ่านยาก งานย่อยควรมีจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดที่ชัดเจนเพื่อความถูกต้องในการอ่านจากรอบการทำงานหนึ่งไปยังรอบการทำงานถัดไป เก็บข้อมูลเวลาหลายๆ รอบจนครบจำนวนข้อมูลตามระดับความเชื่อมั่นและความคลาดเคลื่อนที่กำหนด (Niebel, 1976)

ชนิดของงานย่อย แบ่งออกเป็น 8 ชนิด ดังนี้ (Kanawaty, 1992)

ก. งานย่อยที่เกิดขึ้นซ้ำๆ คืองานย่อยที่เกิดขึ้นทุกรอบการทำงาน

ข. งานย่อยที่เกิดเป็นครั้งคราว คืองานย่อยที่ไม่เกิดทุกรอบการทำงาน อาจเกิดขึ้นในช่วงปกติ หรือไม่ปกติก็ได้ เช่น การปรับแรงดึง การตั้งค่าเครื่องจักร เป็นต้น ถือเป็นส่วนหนึ่งของงาน

ค. งานย่อยคงที่ คืองานย่อยที่มีเวลาคงที่เมื่อทำงานนั้น เช่น การเปิดเครื่องจักร การป้อนวัตถุดิบเข้าเครื่องจักร

ง. งานย่อยแปรผัน คืองานเวลาการทำงานเปลี่ยนแปลง ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์กับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ เครื่องจักร หรือกระบวนการ เช่นขนาด น้ำหนัก คุณภาพเป็นต้น

จ. งานย่อยที่ใช้แรงงาน คืองานที่ทำโดยพนักงาน

ฉ. งานย่อยที่ใช้เครื่องจักร คืองานที่เครื่องจักรทำโดยอัตโนมัติเป็นกระบวนการทางกายภาพ เคมี หรืออื่นๆ เมื่อเริ่มงานแล้วจะทำไปจนเสร็จ หรือจนพนักงานสั่งหยุดก่อน

ช. งานย่อยที่ปกครองงานอื่น (governing element) คืองานที่ใช้เวลามากกว่างานอื่นในรอบการทำงาน และทำไปพร้อมๆกับงานอื่น

ซ. งานย่อยที่ไม่จำเป็น คืองานย่อยที่พบในการทำงานโดยไม่เกี่ยวกับการทำงาน

งานย่อยแต่ละงาน อาจมีชนิดของงานที่มากกว่าหนึ่งชนิด คือ อาจเป็นงานย่อยที่เกิดขึ้นซ้ำๆ งานย่อยที่ปกครองงานอื่น และงานย่อยที่ใช้เครื่องจักรได้พร้อมกัน การรวมเวลาของงานย่อยเพื่อขยายผลเป็นเวลามาตรฐาน จึงควรพิจารณาให้ดีว่างานย่อยที่ได้แบ่งไปไม่ซ้ำซ้อนกับงานย่อยอื่นๆ ช่วงเวลาของแต่ละงานย่อยมีความต่อเนื่องกันกล่าวคือ จุดเริ่มของงานย่อยหนึ่งเป็นจุดเวลาเดียวกันกับงานย่อยถัดไป หากงานมีการทำงานซับซ้อน การแบ่งงานย่อยในระดับการเคลื่อนไหวเช่น การหยิบปากกา มีงานย่อยคือ การเอื้อมมือไปยังปากกา หยิบปากกา เคลื่อนที่มาข้างหน้า การจับเวลาแต่ละงานย่อยอาจละเอียดเกินไป ทำได้ยากและไม่คุ้มที่จะทำ จึงมักรวมงานย่อยเหล่านั้นเป็นกลุ่มงานเดียวคือการหยิบปากกา และจับเวลาตั้งแต่เริ่มเอื้อมมือไปยังปากกาจนเคลื่อนที่มาหยุดข้างหน้า

<u>ขนาดของข้อมูลที่ต้องเก็บ (Sample Size)</u> (Barnes, 1980)

เมื่อแบ่งงานย่อยและระบุรายละเอียดของงานย่อยได้แล้วก็จับเวลาของงานย่อย จำนวนของข้อมูลที่ต้องเก็บ หากกำหนดระดับความเชื่อมั่น 95% และความคลาดเคลื่อน ±5% ใช้สมการดังนี้

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

n หมายถึง จำนวนข้อมูลที่ต้องเก็บ

n' หมายถึง จำนวนข้อมูลที่อ่านได้ในการศึกษาเบื้องต้น

x หมายถึง ค่าที่อ่านได้

การรวมเวลาของงานย่อยหลายๆงานจะให้เวลามาตรฐานในหน่วยเวลาต่อชิ้น ขึ้นกับหน่วยที่ใช้วัดเวลา ในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มีรอบการทำงานสั้นๆ (น้อยกว่าห้านาที) อาจกำหนดหน่วย

เวลามาตรฐานเป็น วินาทีต่อชิ้น หรือ ชั่วโมงต่อหนึ่งร้อยชิ้น ตามความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะทำให้นำข้อมูลไปใช้งานได้ง่าย เช่น มาตรฐานของการผลิตผลิตภัณฑ์หนึ่งๆใช้เวลา 3วินาทีต่อชิ้น จะอ่านค่าได้ง่ายกว่า 0.00833 ชั่วโมงต่อชิ้น หรือ 0.05นาทีต่อชิ้น(Niebel, 1976)

ข้อมูลเวลามาตรฐานส่วนใหญ่มาจากข้อมูลมาตรฐานเวลาของงานย่อยจากการศึกษาเวลาและผ่านการยอมรับจากพนักงาน จัดทำเป็นคู่มือสามารถหาอ่านได้เมื่อต้องการ(Niebel, 1976) ผู้ศึกษาเวลาสามารถอ้างอิงข้อมูลเวลามาตรฐานและทราบได้ว่าพนักงานและเครื่องจักร จะใช้เวลาในกระบวนการนั้นๆเท่าไหร่ ข้อมูลมาตรฐานเวลาเหล่านี้ควรเก็บในรูปแบบตาราง และจัดเก็บไว้เป็นหมวดของเครื่องจักร กลุ่มผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการเพื่อใช้อ้างอิง ส่วนข้อมูลผันแปรอาจเก็บอยู่ในรูปของสมการหรือแผนภูมิ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาการศึกษาเวลาทำงาน มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางในหลายวงการ Soriguera และคณะ (2010) ศึกษาเวลาการเดินทางของรถยนต์บนทางด่วน มีจุดที่น่าสนใจคือวิธีการแบ่งช่วงเวลาของการเดินทาง แทนวิธีที่ใช้เวลาที่บันทึกได้จากเครื่องจ่ายเงินเพื่อการวิเคราะห์ เมื่อแบ่งเวลาในการเดินทางออกเป็นช่วงๆ ตั้งแต่ เวลาการจ่ายเงิน เวลาเร่งเครื่องยนต์เมื่อออกจากการจ่ายเงินจนกระทั่งเข้าสู่ช่วงความเร็วคงที่ เป็นต้น ทำให้ประมาณเวลาและวางแผนการจราจรบนทางด่วนได้ดีขึ้น Cone และคณะ (1997) ศึกษาช่วงเวลาในการให้บริการของแผนกฉุกเฉินของโรงพยาบาลโดยศึกษาช่วงเวลานับตั้งแต่รถพยาบาลนำคนไข้มาถึงโรงพยาบาล จนกระทั่งรถพยาบาลเตรียมพร้อมที่จะรับบริการรายต่อไปได้ มีหลักการในการแบ่งงานย่อยออกเป็น 5 งานย่อย 6 จุดสังเกตเวลา

Ko และคณะ (2007) ศึกษาเวลามาตรฐานสำหรับการผลิตสินค้าหลายรูปแบบ และมีอายุผลิตภัณฑ์สั้นๆ โดยแบ่งกลุ่มชนิดสินค้าตามลักษณะการใช้งาน และระดับความยากในการผลิต เพื่อกำหนดเวลามาตรฐานในการผลิตในภาพรวม โดยใช้กรณีศึกษาจากโรงงานผลิตเครื่องครัว มีจุดประสงค์เพื่อการจ่ายค่าแรงจูงใจให้พนักงานผลิต ตามจำนวนสินค้าแต่ละชนิดที่ผลิต อ้างอิงจากเวลามาตรฐาน และประสิทธิภาพในการผลิต

Al-Saleh (2011) ศึกษาเวลามาตรฐานของสถานีการตรวจสอบรถยนต์ เพื่อปรับปรุงกำลังการผลิตของศูนย์การตรวจสอบรถยนต์ที่มี 10 สถานี แต่ละสถานีมีพนักงาน 5คน การทำงาน 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่หนึ่ง การตรวจตัวถังภายนอกเพื่อยืนยันว่ารถถูกกฎหมายตามเอกสารราชการและตรวจสอบภายนอก 40 รายการเช่น ล้อ หลอดไฟ กระจก และบันทึกผลลงคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนที่สอง ตรวจสอบศูนย์ถ่วงของล้อหน้า ระบบเบรค ด้วยระบบอัตโนมัติ ขั้นตอนที่สาม ตรวจ

ไฟหน้าและไอเสีย ขั้นตอนที่สี่ ตรวจชิ้นส่วนที่เกี่ยวกับความปลอดภัย 25รายการและบันทึกผลลงคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนที่ห้าคอมพิวเตอร์ประมวลผลและพิมพ์รายงานการตรวจสภาพออกมาให้ผู้ตรวจสอบอาวุโสลงชื่อและส่งให้พนักงานรับเรื่องของศูนย์กลาง จากห้าขั้นตอนนี้ได้แตกงานแต่ละขั้นตอนออกมาเป็นงานย่อยเพื่อวิเคราะห์การเคลื่อนไหวอย่างละเอียด สามารถลดงานที่ไม่จำเป็นที่เกิดขึ้นในกระบวนการคอขวด (ขั้นตอนที่หนึ่ง) ทำให้ได้ผลผลิตมากขึ้นคิดเป็น 174% และใช้โปรแกรม ARENA ช่วยในการประมาณเวลามาตรฐานของการตรวจสภาพรถ

Werf และคณะ (2009) ศึกษาเวลาการให้บริการในการฉายรังสีผู้ป่วยมะเร็งด้วยเทคโนโลยี IMRT (Intensity Modulated Radiation Technology) ซึ่งเป็นวิทยาการสมัยใหม่ ราคาแพง เพื่อหาเวลามาตรฐานสำหรับการให้การรักษาของแผนกรังสี Leuven ที่มีเครื่องฉายรังสีรุ่น Clinac 2100 C/D จำนวน 5 เครื่อง แต่ละเครื่องใช้พยาบาลและผู้เชี่ยวชาญ 3 คน โดยแบ่งกระบวนการฉายรังสีออกเป็นสองงานย่อย คือขั้นตอนการประกันคุณภาพด้วยเครื่อง EPID (Electronic Portal Imaging Device) เพื่อกำหนดหาพิกัดของมะเร็ง และขั้นตอนการฉายรังสี IMRT ทำการศึกษาโดยใช้นาฬิกาเริ่มจับเวลาเมื่อผู้ป่วยมาถึงห้อง และเก็บข้อมูล สถานที่รักษา เทคนิคในการรักษา ข้อมูลผู้ป่วย เวลาที่ใช้ จำนวนชิ้นที่รักษา ชนิดลำแสงที่ใช้ (อิเล็กตรอน หรือ โฟตอน) และการใช้ EPID ทำการเก็บข้อมูลการรักษา 324 ครั้งในเดือนมีนาคม 2551 จากนั้นทดสอบข้อมูลด้วย Student T-Test นำข้อมูลการรักษาเปรียบเทียบกับการรักษาที่ไม่ต้องใช้เครื่อง EPID และเปรียบเทียบการรักษาแบบ IMRT กับแบบทั่วไป (2มิติ) และการรักษาแบบสามมิติ (3D-CRT) ผลปรากฏว่า ถ้าจะใช้การรักษาด้วยวิธี IMRT แทนวิธีทั่วไปและวิธี 3D-CRT ทำให้เวลามาตรฐานเพิ่มขึ้น 2.8 นาทีต่อครั้ง (ใช้เครื่อง EPID ทั้งหมด) ถ้าจะใช้เครื่อง EPID ด้วย ทำให้เวลาเพิ่ม 5.7 นาที หรือคิดเป็น 57%

Krulen และคณะ (2000) ศึกษาเวลาและการเคลื่อนไหวในการอุดฟันด้วยเซรามิกเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานและปัจจัยที่มีผลต่อเวลา ศึกษาคลีนิคตัวอย่าง การอุดฟัน 173 ครั้ง คนไข้ 101 คน ระหว่างเดือน มกราคม 2539 ถึงเดือน พฤศจิกายน 2540 โดยหมอฟัน 7 คน ในกรณีที่คนไข้ฟันผุ 2 จุด ให้ทำการอุดโดยหมอฟันคนเดียว ในการอุดฟัน ผู้ช่วยหมอฟันจับเวลาที่ใช้ในการรักษาเฉพาะการอุดฟันแยกทีละจุด แบ่งงานย่อยออกเป็น 5 งาน คือการเตรียมโพรงฟัน การทำบริเวณโพรงฟันให้แห้ง การสร้างวัสดุอุดฟัน การนำวัสดุอุดชั่วคราวออก นำวัสดุอุดเซรามิกใส่ลงในโพรงฟัน และ การยึดวัสดุอุดกับโพรงฟัน การศึกษาเวลานี้ไม่สนใจเวลาเรียกผู้ป่วยมายังห้องรักษา การให้ยาชา และการนัดแพทย์ จากผลการศึกษาพบว่า เวลาเฉลี่ยในการอุดฟันหนึ่งครั้งใช้เวลา 125.4 นาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 31.6 และที่ช่วงความเชื่อมั่น 90% เวลาในการอุดฟันจุดหนึ่งจะอยู่ระหว่าง 81.4-181.9 นาที ปัจจัยหลักที่ทำให้เวลาแตกต่างกันคือตัวหมอฟัน โดยพบว่าถ้าเป็นหมอฟันที่มีประสบการณ์มาก จะใช้เวลาอุดฟันเร็วกว่านักศึกษาทันตแพทย์ปีสุดท้าย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาเวลาการทำงาน

3.1.1 ความเชื่อมโยงระหว่างผลิตภัณฑ์ปัจจุบันและในอนาคต

ผลิตภัณฑ์ใหม่จะเป็นการพัฒนาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ในไมโครชิพ เพื่อให้ได้ฟังก์ชั่นการใช้งานที่แตกต่างกันไป เมื่อพัฒนาได้วงจรตามต้องการแล้ว ก็จะพิจารณาว่าควรจัดให้ผลิตภัณฑ์ใหม่นี้ อยู่ในกลุ่มผลิตภัณฑ์ใดในขั้นไอซี เพื่อให้มีขนาดและจำนวนขาเหมาะสมกับการใช้งาน ยกตัวอย่างเช่น ชิพสำหรับใส่ในทีวี จะเป็นชิพขนาดใหญ่ มักจัดให้อยู่ในกลุ่ม LQFP100 เพราะเป็นกลุ่มที่มีพื้นที่วางชิพขนาดใหญ่ได้เหมาะกับพื้นที่วางชิพในบอร์ดทีวี หรือหากต้องการใส่หลายๆ ฟังก์ชั่นลงไปในไอซีตัวเดียวกัน ก็จะทำเป็นไอซีที่มี 2 หรือ 3 ชิพในหนึ่งไอซี ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ใหม่จะแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เก่าที่อยู่ในกลุ่มผลิตภัณฑ์เดียวกันเฉพาะส่วนของชิพ ได้แก่ ชนิดของชิพที่ใช้ จำนวนชิพต่อเวเฟอร์ ขนาดเวเฟอร์บรรจุชิพ จำนวนชิพต่อ 1 ไอซี และลำดับของชิพที่จะนำมาวางในไอซี (กรณีมีมากกว่า 1 ชิพต่อไอซี) โดยข้อมูลเหล่านี้ได้รับมาจากฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์ของบริษัทแม่ที่ญี่ปุ่นล่วงหน้าอย่างน้อย 6 เดือน ส่วนกระบวนการติดได มีขั้นตอนเหมือนกันในทุกผลิตภัณฑ์ แต่เวลาในแต่ละขั้นตอนแตกต่างกันไปตามเงื่อนไขของผลิตภัณฑ์

3.1.2 ประสิทธิภาพของเครื่องจักร

ในกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง มีการแบ่งเครื่องจักรออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องจักรที่ไม่มีการเปลี่ยนชนิดงาน (Fixed Machine) เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตจำนวนมาก และเครื่องจักรที่ใช้ร่วมกันหลายผลิตภัณฑ์ (Shared Machine) เครื่องจักรที่กล่าวมาเบื้องต้น สามารถตั้งให้เครื่องเป็นแบบ Fixed Machine หรือ Shared Machine ก็ได้ ขึ้นกับปริมาณงานในแผนการผลิต ในการวิจัยนี้จะศึกษาเฉพาะเครื่องจักรที่ไม่มีการเปลี่ยนชนิดงาน ซึ่งมีประสิทธิภาพเครื่องจักร (Machine Efficiency) 80% สรุปจากแบบฟอร์ม Operation Record ที่เครื่องจักรแต่ละเครื่องพนักงานและช่างเทคนิคจดบันทึกทุกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น นำข้อมูลมาเฉลี่ย 6 เดือน (ตุลาคม 2553 – มีนาคม 2554) สาเหตุที่เลือกศึกษาเฉพาะเครื่องจักรที่ไม่มีการเปลี่ยนชนิดงาน เพราะผลิตภัณฑ์ที่เลือกมาศึกษา นับเป็น 20 ผลิตภัณฑ์ที่มียอดการสั่งผลิตสูงสุด (คิดเป็น 87%ของยอดการสั่งผลิตทั้งหมด) จึงถูกกำหนดให้ผลิตกับเครื่องจักรแบบไม่เปลี่ยนชนิดงาน เพื่อลดความซับซ้อนของเวลาการตั้งค่าเครื่องจักรเพื่อเปลี่ยนชนิดงาน (Type Change) ที่ใช้เวลามาก (ประมาณ 40 นาที) กล่าวคือ

เครื่องจักรที่ไม่มีการเปลี่ยนชนิดงาน มีการตั้งค่าเครื่องจักรเพื่อเปลี่ยนชนิดงาน เดือนละ 1 ครั้ง เพื่อตรวจสอบโปรแกรมและอุปกรณ์ต่างๆ ส่วนเครื่องจักรที่ใช้ร่วมกันหลายผลิตภัณฑ์มีการตั้งค่าเครื่องจักรเพื่อเปลี่ยนชนิดงานอยู่ตลอดเวลา ไม่มีแบบแผนแน่นอน อาจผลิตเพียงลอตเดียวหรือมากกว่านั้นแล้วเปลี่ยนชนิดงาน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

เวลาที่สูญเสียไปของการผลิตของเครื่องจักรเครื่องหนึ่งๆ มีดังนี้

ก. เวลาพักรับประทานอาหาร : พนักงาน 2 กะ กะละ 45 นาที เป็นเวลา 11.30-12.15 น. และ 23.30-00.45 น.

ข. เวลาพักย่อย : พนักงาน 2 กะ กะละ 20 นาที เวลา 15.00-15.20 น. และ 3.00-3.20 น.

ค. เวลาเปลี่ยนกะ : ประชุมเพื่อถ่ายทอดงานระหว่างกะ รายงานความคืบหน้าและปัญหาต่างๆ วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 15 นาที เวลา 6.30-6.45 น. และ 18.30-18.45

ง. เวลาติดตั้ง/เปลี่ยนชนิด Die Bond Paste : แล้วแต่เวลาเปลี่ยนของแต่ละเครื่องจักร กำหนดรอบโดยช่างผู้รับผิดชอบเครื่องนั้นๆ โดยจะต้องเปลี่ยน Die Bond Paste ทุกๆ12 ชั่วโมง ใช้เวลาครั้งละ 10 นาที

จ. เครื่องจักรชำรุด และเวลาซ่อมเครื่องจักร : คิดจากเวลาเฉลี่ยที่เครื่องจักรหยุดทำงานเนื่องจากการเสีย และดำเนินการซ่อม ข้อมูลเฉลี่ยระหว่างเดือน ตุลาคม 2553 – มีนาคม 2554

ฉ. เวลาเปลี่ยนชนิดผลิตภัณฑ์ : สำหรับเครื่องจักรที่ไม่มีการเปลี่ยนชนิดงาน จะทำการทดสอบโปรแกรมการทำงานและตั้งค่าเครื่องจักร เดือนละ 1 ครั้ง ครั้งละ 40 นาที ซึ่งมีกระบวนการทำงานเหมือนการเปลี่ยนชนิดผลิตภัณฑ์ แต่ทำเพื่อทดสอบดูว่าเครื่องจักร อุปกรณ์ และคำสั่งต่างๆยังใช้การได้ดีหรือไม่

ช. บำรุงรักษาเครื่องจักรประจำวัน : ตรวจสอบโดยช่างประจำเครื่อง ใช้เวลา 30 นาทีต่อวัน หากพบว่ามีอุปกรณ์ชำรุด ก็ซ่อม ปรับค่า หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ มีรายการการตรวจสอบดังนี้

1. การตรวจสอบ CENTER ของ COLLET และ PLUNGER
2. การปรับ PRE-PLUNGE UP OFFSET
3. การตรวจสอบค่า PICK UP Z TEACH OFFSET
4. ตรวจสอบค่า PLUNGE UP LIFT
5. Vacuum detection setting
6. ตรวจสอบสภาพของ RUBBER TIP
7. ทำความสะอาดราง (Rail Feeding)
8. PRODUCT IPQC เป็นการตรวจสอบคุณภาพของงานก่อนที่จะปล่อยเครื่องจักรผลิตงานตามปกติ

ซ. บำรุงรักษาเครื่องจักรประจำสัปดาห์ : ตรวจสอบโดยช่างประจำเครื่อง ใช้เวลา 63 นาทีต่อสัปดาห์ (9 นาทีต่อวัน) หากพบว่ามีอุปกรณ์ใดชำรุด ก็ทำการซ่อม ปรับค่า หรือเปลี่ยนอุปกรณ์นั้นๆ โดยมีรายการการตรวจสอบดังนี้

1. การตรวจเช็คการเคลื่อนที่ของ ARM SLIDING SECTION
2. การตรวจเช็ค TIMING BELT
3. การตรวจเช็ค O-RING บนล้อของ ROLLER UNIT
4. การตรวจสอบ AIR FILTER
5. การตรวจสอบการทำงานของชุด SLIDER
6. การหล่อลื่นชุด SLIDING BALL BEARING และ LEAD SCREW
7. ตรวจระยะห่างระหว่าง Frame pusher unloader กับ Leadframe
8. ตรวจสภาพของ Frame pusher ให้มีความเหมาะสมสำหรับใช้งาน
9. ตรวจสอบการทำงานของ Sensor check magazine โดยดู Output signal
10. การตรวจเช็ค VACUUM REGOLATOR
11. การดูดฝุ่นตาม Unit ต่างๆให้สะอาดและเก็บเศษต่างๆที่ตกลงในเครื่องออก
12. PRODUCT IPQC เป็นการตรวจสอบคุณภาพของงานก่อนที่จะปล่อยเครื่องจักรผลิตงานตามปกติ

ฌ. บำรุงรักษาเครื่องจักรประจำเดือน : ตรวจสอบโดยช่างประจำเครื่อง ใช้เวลา 240 นาทีต่อเดือน (8 นาทีต่อวัน) หากพบว่ามีอุปกรณ์ใดชำรุด ก็ทำการซ่อม ปรับค่า หรือเปลี่ยนอุปกรณ์นั้นๆ โดยมีรายการการตรวจสอบดังนี้

1. การหล่อลื่นชุด PUSHER GUIDE ด้วยจารบี
2. การหล่อลื่น LOCATING PIN ในส่วนของ UP/DOWN SLIDING
3. การหล่อลื่นชุด DIE EJECTOR SECTION ชุด PLUNGE
4. การตรวจเช็ค GAP OF RETAINER ว่ามีโยกหรือไม่
5. การหล่อลื่นชุด SLIDING BALL BEARING และ LEAD SCREW ของชุด ELEVATOR
6. การหล่อลื่นชุด SLIDING SECTION ของ CHUCK LEVEL HOLDER
7. การเปลี่ยนจารบีที่บริเวณ BALL SCREW
8. การดูดฝุ่นตาม Unit ต่างๆให้สะอาดและเก็บเศษต่างๆที่ตกลงในเครื่องออก
9. PRODUCT IPQC เป็นการตรวจสอบคุณภาพของงานก่อนที่จะปล่อยเครื่องจักรผลิตงานตามปกติ

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลประสิทธิภาพของเครื่องจักร (Machine Efficiency)

เวลาที่สูญเสียไปของการผลิต	**นาทีต่อวัน**
เวลาพักรับประทานอาหาร (วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 45 นาที)	90
เวลาพักย่อย (วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 20 นาที)	40
เวลาเปลี่ยนกะ (วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 15 นาที)	30
เวลาติดตั้ง/เปลี่ยนชนิด Die Bond Paste (วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที)	20
เครื่องจักรชำรุด และเวลาซ่อมเครื่องจักร	58
เวลาเปลี่ยนชนิดผลิตภัณฑ์ (เดือนละครั้ง ครั้งละ 40 นาที)	1.3
บำรุงรักษาเครื่องจักรประจำวัน	30
บำรุงรักษาเครื่องจักรประจำสัปดาห์	9
บำรุงรักษาเครื่องจักรประจำเดือน	8
รวม	286.3
เวลาที่เครื่องจักรทำการผลิตจริงต่อวัน	1153.7
ประสิทธิภาพเครื่องจักร	80%

กระบวนการติดไดเป็นกระบวนการที่เน้นเครื่องจักรเป็นส่วนใหญ่ พนักงานมีหน้าที่ป้อนงานเข้าเครื่อง เก็บงานออกจากเครื่อง เปลี่ยนวัตถุดิบต่างๆ และตรวจสอบงานเท่านั้น จึงคิดเป็นเวลาส่วนน้อยในการทำงานทั้งหมด พนักงานแต่ละคน ประจำเครื่องจักร 2-4 เครื่อง ดังนั้นเวลาพักของพนักงานกะละ 65นาที จึงเพียงพอแล้ว ไม่จำเป็นต้องกำหนดค่าเวลาเผื่อในการทำงานเพิ่มอีก

3.1.3 <u>งานย่อย</u>

โดยทั่วไป การทำงานมีความละเอียด 5 ระดับ (ผศ.ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค, 2553)

ก. ระดับการเคลื่อนไหว เป็นระดับที่เล็กที่สุด โดยทั่วไปนิยมนำทฤษฎี MTM-2 มาประยุกต์ใช้

ข. ระดับงานย่อย (job element) คือการนำระดับการเคลื่อนไหวมาต่อกันจนเกิดกิจกรรมสั้นๆ

ค. ระดับ Process เป็นกิจกรรมของทั้งกระบวนการ เกิดจากการนำงานย่อยมาต่อกัน

ง. ระดับ Part เกิดจากการนำ Process มาเรียงต่อๆกันจนเกิดเป็น part หรือ ชิ้นงานระหว่างผลิต

จ. ระดับ Product เป็นภาพรวมของทั้งสายการผลิตตั้งแต่เริ่มต้นจนได้ผลิตภัณฑ์

จากปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยแบ่งการกระบวนการติดไดเป็นระดับงานย่อย 15 งานดังแสดงในตารางที่ 3.2 เนื่องจากการแบ่งงานระดับการเคลื่อนไหวทำได้ยาก พนักงานจะต้องเคลื่อนไหวตามท่าทาง (posture) ที่กำหนดไว้เป็นวิธีที่แน่นอน (exact method) ซึ่งในความเป็นจริงแล้วแทบจะเป็นไปไม่ได้เลย เพราะพนักงานแต่ละคนมีท่าทางการทำกิจกรรมที่แตกต่างกัน (Crossan, 1972) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกิจกรรมที่ต้องใช้เวลานาน และไม่ใช่งานซ้ำๆ (repetitive jobs) พนักงานอาจสลับลำดับการเคลื่อนไหว ทำให้การแบ่งงานระดับการเคลื่อนไหวและกำหนดเป็นวิธีที่แน่นอนไม่เหมาะกับกระบวนการนี้

งานย่อยทั้ง 15 งานนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดรหัสของแต่ละงาน ตามลักษณะงานและลำดับของงานดังนี้

ก. อักษรตัวแรก หมายถึงชนิดของงาน

N หมายถึง งานปกติ มีลำดับต่อจากงานก่อนหน้าโดยไม่มีเวลาทับซ้อนกัน

P หมายถึง งานที่ทำขนานกันไปกับงานอื่น ไม่นำเวลามาคิดในการหาเวลามาตรฐาน

ข. อักษรตัวที่สอง บ่งบอกผู้กระทำงานที่เป็นส่วนใหญ่ของงานนั้น

M หมายถึง เครื่องจักรเป็นหลักในการทำงานย่อยนั้น

O หมายถึง พนักงานเป็นหลักในการทำงานย่อยนั้น

ค. ตัวเลขหลักที่ 3-4 บ่งบอกลำดับของงาน

ง. หลังตัวเลขในข้อ ค. หากเป็นงานที่เกิดขึ้นเฉพาะกับเครื่อง Double Load หรือ เฉพาะกระบวนการ ติดชิพลำดับที่ 2 หรือ 3 สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีมากกว่า 1 ชิพ จะใช้ตัวอักษร DL กำกับไว้ด้านหลัง

ตารางที่ 3.2 งานย่อยในกระบวนการติดไดโ

รหัส	ชื่องาน	จุดเริ่มต้น	จุดสิ้นสุด	รายละเอียดของงาน
NO1	เปิดลอตการผลิต	พนักงานยืนอยู่ที่ชั้นวางงาน **เริ่มเอื้อมมือหยิบ lot card**	วางปากกา	พนักงานยืนอยู่ที่ชั้นวางงาน เอื้อมมือหยิบลอตการ์ดเดินนำลอตการ์ดไปสแกนบาร์โค้ด และคีย์ข้อมูลในคอมพิวเตอร์ เพื่อบันทึกเวลาเปิดลอต จากนั้นเดินกลับมาที่โต๊ะ กรอกเอกสาร วางปากกา
NO2	ป้อนแมกกาซีนเปล่าเข้าเครื่อง	พนักงาน**เริ่มเอื้อมมือ**หยิบแมกกาซีนเปล่าจากชั้นวางวัตถุดิบ	หยุดยืนที่ชั้นวางวัตถุดิบ	พนักงานหยิบแมกกาซีนเปล่าจากชั้นวางวัตถุดิบ วางบนแท่นวางแมกกาซีนที่หน้าเครื่อง ครั้งละ 2 แมกกาซีน ปิดตัวล็อคแมกกาซีนและเดินกลับมาที่ชั้นวางวัตถุดิบ
NO3	ป้อนเวเฟอร์เข้าเครื่อง	พนักงาน**เริ่มเอื้อมมือ**ไปที่กล่องเวเฟอร์ที่ผ่านการตัดชิพจากกระบวนการก่อนหน้า	กดปุ่มเริ่มทำงาน	เปิดกล่องเวเฟอร์ที่ผ่านการตัดชิพจากกระบวนการก่อนหน้า หยิบขึ้นมา 1 แผ่นด้วยสองมือ ตรวจสอบด้วยสายตาว่าเรียบร้อยดี เดินไปที่หน้าตัวเครื่อง เปิดฝาครอบเครื่อง นำเวเฟอร์ใส่ไปที่จานวางเวเฟอร์ ปิดฝาครอบเครื่อง กดปุ่มเริ่มทำงาน

***ตัวหนา** หมายถึงจุดเวลาที่เริ่มจับเวลา

ตารางที่ 3.2 งานย่อยในกระบวนการติดได (ต่อ)

รหัส	ชื่องาน	จุดเริ่มต้น	จุดสิ้นสุด	รายละเอียดของงาน
NO4	ป้อนลีดเฟรมเข้าเครื่อง	พนักงาน**เริ่มก้มลง**เพื่อหยิบกล่องลีดเฟรม	หยุดยืนหน้าชั้นวางวัตถุดิบ	พนักงานก้มลงหยิบกล่องลีดเฟรมเปล่าจากชั้นวางวัตถุดิบ ชั้นล่าง เปิดกล่อง แกะห่อลีดเฟรม (1ห่อ มี 40 ลีดเฟรม) แกะตามจำนวนที่ต้องใช้ในลอตนั้นๆ วางบนโต๊ะก่อน เมื่อได้จำนวนที่ต้องการแล้ว เก็บกล่องแล้วหยิบลีดเฟรม วางในแท่นวางลีดเฟรมในตัวเครื่อง และหันกลับมาที่ชั้นวางวัตถุดิบ
NO4DL	ป้อนแมกกาซีน (งานที่ได้จากการวางชิพตัวก่อนหน้า) เข้าเครื่อง	พนักงาน**เริ่มก้าวเดิน**จากหน้าเครื่องไปที่ชั้นวางวัตถุดิบ	ปิดตัวลอคของแมกกาซีนสุดท้ายเสร็จ	พนักงานเดินจากหน้าเครื่องไปที่ชั้นวางวัตถุดิบ หยิบแมกกาซีน ที่เสร็จจากการวางชิพตัวก่อนหน้า (กรณีเป็นงาน Multichip (2 in 1, 3 in 1)) ยกครั้งละ 1 แมกกาซีน เดินนำมาใส่ ช่องใส่แมกกาซีนที่เครื่องจักร ปิดตัว ล็อคของแต่ละแมกกาซีน

ตารางที่ 3.2 งานย่อยในกระบวนการติดไดย์ (ต่อ)

รหัส	ชื่องาน	จุดเริ่มต้น	จุดสิ้นสุด	รายละเอียดของงาน
NO5	เปลี่ยน Die Bond Paste	พนักงาน**เริ่มก้าวเดิน** จากเครื่องไปที่ตู้เก็บ Die Bond Paste	หยุดยืนที่หน้าเครื่อง	พนักงานเดินจากเครื่องไปเตรียม Die Bond paste โดยเทียบจาก Command Sheet จากตู้เก็บ Die Bond Paste เช็ดหลอดก่อนใช้งาน ถอดหลอด Die Bond Paste ออกจากที่ยึดหลอดโดยคลายเกลียวที่ยึดหลอดและ Nozzle ออก (หมุนทวนเข็มนาฬิกา) นำหลอด Die Bond Paste ออกจาก Die Bond Paste Unit บิดสาย Syringe Cap (หมุนทวนเข็ม) แล้วถอดสายออกจากหลอดDie Bond Paste นำตัว Detector ออกจากหลอด Die Bond Paste ถอด Nozzle แยกออกจากหลอด Die Bond Paste โดยการหมุนทวนเข็มนาฬิกา ใส่ Nozzle ตัวใหม่เข้าไปแทนโดยการหมุนตามเข็มนาฬิกา นำตัว Detector ใส่เข้าไปในหลอด Die Bond Paste นำสาย Syringe Cap ประกอบเข้ากับหลอด Die Bond Paste แล้วล็อคหลอดให้สนิท ทำการ Test Pressure เพื่อไล่อากาศที่อยู่ภายใน Nozzle โดยการกดที่ปุ่ม Dispense Manual ไปที่ “ON” จนสังเกตุเห็น Die Bond Paste ไหลออกมา แล้วหยุดใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดให้เรียบร้อย กดปุ่มป้อนคำสั่งให้หัว Nozzle กลับสู่ตำแหน่งพร้อมทำงาน นำหลอด Die Bond Paste ใช้แล้วไปทิ้งที่กล่องข้างเครื่องจักร เดินกลับมาหน้าเครื่อง

ตารางที่ 3.2 งานย่อยในกระบวนการติดไดย์ (ต่อ)

รหัส	ชื่องาน	จุดเริ่มต้น	จุดสิ้นสุด	รายละเอียดของงาน
NM6	เครื่องเริ่ม verify & run program การทำงาน	กดปุ่ม Loader	ลีดเฟรมอันแรกถูกวางลงใน Rack (Magazine เข้าสู่ตำแหน่งพร้อมทำงาน)	กดปุ่ม Loader แล้วกดปุ่ม Autorun เครื่องจักรเริ่ม verify & run program การทำงานให้ แขนหยิบลีดเฟรมเคลื่อนที่มาแตะที่ลีดเฟรมอันแรก ยกขึ้นและเคลื่อนที่มาวางใน Rack พร้อมทำงาน (หรือ Magazine ที่ Loading Unit เคลื่อนที่เข้าสู่ตำแหน่งพร้อมทำงาน)
NM7	การทา Die Bond Paste บนลีดเฟรมแรก	ลีดเฟรมอันแรก อยู่ในตำแหน่งพร้อมทำงาน	Nozzle วางชิพลงบนลีดเฟรมในตำแหน่งของไอซีตัวที่ 1 แถวที่ 1	เครื่องป้อนลีดเฟรมอันแรกเข้าหาหัว Die Bond Paste Nozzle เพื่อหยอดกาว Die Bond Paste ทีละตัว เรียงเป็นแถว จากนั้น เลื่อนตำแหน่งไปแถวถัดไป จนเสร็จแถวที่ 9 (เฉพาะกลุ่ม : SSOP24P) ซึ่งเป็นเวลาเดียวกับที่ Nozzle อีกอันหนึ่งหยิบ ชิพจากเวเฟอร์ มาวางลงบน ลีดเฟรมในตำแหน่งของไอซีตัวที่ 1 แถวที่ 1
PM8	การทา Die Bond Paste บนลีดเฟรม	Nozzle หยอดกาว Die bond paste ลงบนลีดเฟรมคู่ขนานไปกับการวางชิพบนลีดเฟรมของอีก Nozzle	ยกหัว Nozzle ขึ้นถึงตำแหน่งปกติ	Nozzle หยอดกาว Die bond paste ลงบนลีดเฟรมคู่ขนานไปกับการวางชิพบนลีดเฟรมของอีก Nozzle เมื่อเสร็จ 1 แถว ลีดเฟรมเลื่อนไปตามราง หยอดกาวแถวต่อไปเรื่อยๆ จนกระทั่ง เสร็จสิ้นการหยอดกาวบนลีดเฟรมแถวสุดท้ายของลีดเฟรมอันสุดท้ายของลอต ยกหัว nozzle ขึ้น

ตารางที่ 3.2 งานย่อยในกระบวนการติดไดย์ (ต่อ)

รหัส	ชื่องาน	จุดเริ่มต้น	จุดสิ้นสุด	รายละเอียดของงาน
NM9	การหยิบชิพจากเวเฟอร์มาวางบนลีดเฟรม	Nozzle วางชิพตัวที่ 1 ของแถวที่ 1 บนลีดเฟรม	ชิพตัวที่1 ของลีดเฟรมถัดไปถูกวางลงบนลีดเฟรม	Nozzle วางชิพตัวที่ 1 ของแถวที่ 1 บนลีดเฟรม จากนั้นหยิบชิพตัวต่อไป วางบนลีดเฟรม ทำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะครบทั้งลีดเฟรม ลีดเฟรมฟีดต่อไป จนกระทั่งชิพตัวที่1 ของลีดเฟรมถัดไป ถูกวางลงบนลีดเฟรม
PO10	การตรวจสอบงาน	พนักงาน**เริ่มเอื้อมมือ**หยิบ Tweezer	พนักงานคีบลีดเฟรมใส่ช่องเดิมในแมกกาซีนเสร็จ	เมื่องานลีดเฟรม ที่ 1, 20 และ 40 ของแต่ละแมกกาซีนเสร็จ พนักงานหยิบ Tweezer มาคีบลีดเฟรม เดินไปตรวจงานที่โต๊ะตรวจงาน ถ้าไม่มีปัญหาก็เดินกลับมาคีบลีดเฟรมใส่ช่องเดิม
NO11	การเปลี่ยนเวเฟอร์	Machine : เมื่อหยิบชิพตัวสุดท้ายเสร็จ	พนักงานกดปุ่ม start	เครื่องจักร : เมื่อหยิบชิพตัวสุดท้ายเสร็จ แท่นรองเวเฟอร์เคลื่อนที่ในแนวแกน X-Y จนสุด จากนั้นเลื่อนตัวออกมายังตำแหน่งสำหรับเปลี่ยนเวเฟอร์ เครื่องส่งสัญญาณเตือน
				พนักงาน : กดหยุดเครื่อง เปิดฝาครอบเครื่อง ใช้มือทั้งสองข้างหยิบเวเฟอร์ออกมาตรวจด้วยตา เดินไปยังชั้นเก็บวัตถุดิบ เก็บเวเฟอร์ใส่กล่องเวเฟอร์ใช้แล้ว เปิดกล่องเวเฟอร์ใหม่ หยิบเวเฟอร์ขึ้นมาตรวจด้วยตาเปล่า เดินมาที่เครื่องจักร นำเวเฟอร์ใส่ไปที่จานวางเวเฟอร์ ปิดฝาครอบเครื่อง กดปุ่ม start

เมื่อแบ่งงานย่อย กำหนดจุดเริ่มและจุดสิ้นสุดของแต่ละงานย่อยได้อย่างชัดเจนแล้ว ก็จับเวลาของแต่ละงานย่อย สำหรับทั้ง 20 ผลิตภัณฑ์ที่เลือกมาศึกษา โดยกำหนดจำนวนตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และความคลาดเคลื่อน ±5% ใช้สมการดังนี้

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

n หมายถึง จำนวนข้อมูลที่ต้องเก็บ

n' หมายถึง จำนวนข้อมูลที่อ่านได้ในการศึกษาเบื้องต้น

x หมายถึง ค่าที่อ่านได้

ตัวอย่างเช่น งานย่อย NO1 ของ ผลิตภัณฑ์ A เก็บเวลาเบื้องต้น 6 ครั้ง ได้แก่ 254, 216, 233, 230, 215, 235 วินาที ตามลำดับ นำข้อมูลมาแทนค่าในสมการ

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

$$n = \left(\frac{40\sqrt{6(319811) - (1383)^2}}{1383} \right)^2 = 5.2 \approx 6$$

งานย่อย NO1 สำหรับผลิตภัณฑ์ A ต้องเก็บข้อมูลเวลา 6 ครั้ง

ในวิจัยนี้ ได้หาค่า n ของแต่ละงานย่อยของทั้ง 20 ผลิตภัณฑ์ที่เก็บข้อมูลเวลา และใช้ค่า n ที่มากที่สุดที่คำนวนได้ เช่น งานย่อย NO1 คำนวณค่าตัวอย่างที่ต้องเก็บได้ตามตารางที่ 3.3 ก็จะเก็บค่าเวลาของงานย่อย 6 ครั้งสำหรับทุกผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 3.3 จำนวนตัวอย่างที่คำนวนได้ของงานย่อย NO1

ผลิตภัณฑ์	จำนวนตัวอย่าง
A	6
B	4
C	3
D	2
E	2
F	3
G	3
H	2
I	2
J	3
K	2
L	2
M	3
N	2
O	1
P	6
Q	3
R	3
S	4
T	2

3.2 ผลการศึกษาเวลา

3.2.1 งานย่อย NO1 เปิดลอตการผลิต

ผลการจับเวลาของงานย่อย NO1 เป็นไปดังตารางที่ ข.1 ในภาคผนวก ก เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของเวลา ในแต่ละผลิตภัณฑ์ พบว่างานย่อย NO1 ใช้เวลาการผลิตเท่ากันทุกผลิตภัณฑ์ เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 231.3 วินาที ดังภาพที่ 3.1

3.2.2 งานย่อย NO2 ป้อนแมกกาซีนเปล่าเข้าเครื่อง

ผลการจับเวลาของงานย่อย NO2 เป็นไปดังตารางที่ ข.2 ในภาคผนวก ก เวลาของงานย่อย NO2 แปรผันตามจำนวนแมกกาซีนต่อลอตดังภาพที่ 3.2

3.2.3 งานย่อย NO3 ป้อนเวเฟอร์เข้าเครื่อง

ผลการจับเวลาของงานย่อย NO3 เป็นไปดังตารางที่ ข.3 ในภาคผนวก ก เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของเวลา ในแต่ละผลิตภัณฑ์ พบว่างานย่อย NO3 ใช้เวลาการผลิตเท่ากันทุกผลิตภัณฑ์ เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 17.4 วินาที ดังภาพที่ 3.3

3.2.4 งานย่อย NO4 ป้อนลีดเฟรมเข้าเครื่อง

งานย่อยนี้จะเกิดต่อเมื่อเป็นไอซีที่มีชิพเดียว หรือเป็นชิพลำดับแรกสำหรับไอซีที่มีชิพ 2-3 ตัว ผลการจับเวลาของงานย่อย NO4 เป็นไปดังตารางที่ ข.4 ในภาคผนวก ก เวลาย่อยของงาน NO4 แปรผันตามจำนวนลีดเฟรมต่อลอตการผลิต ดังภาพที่3.4

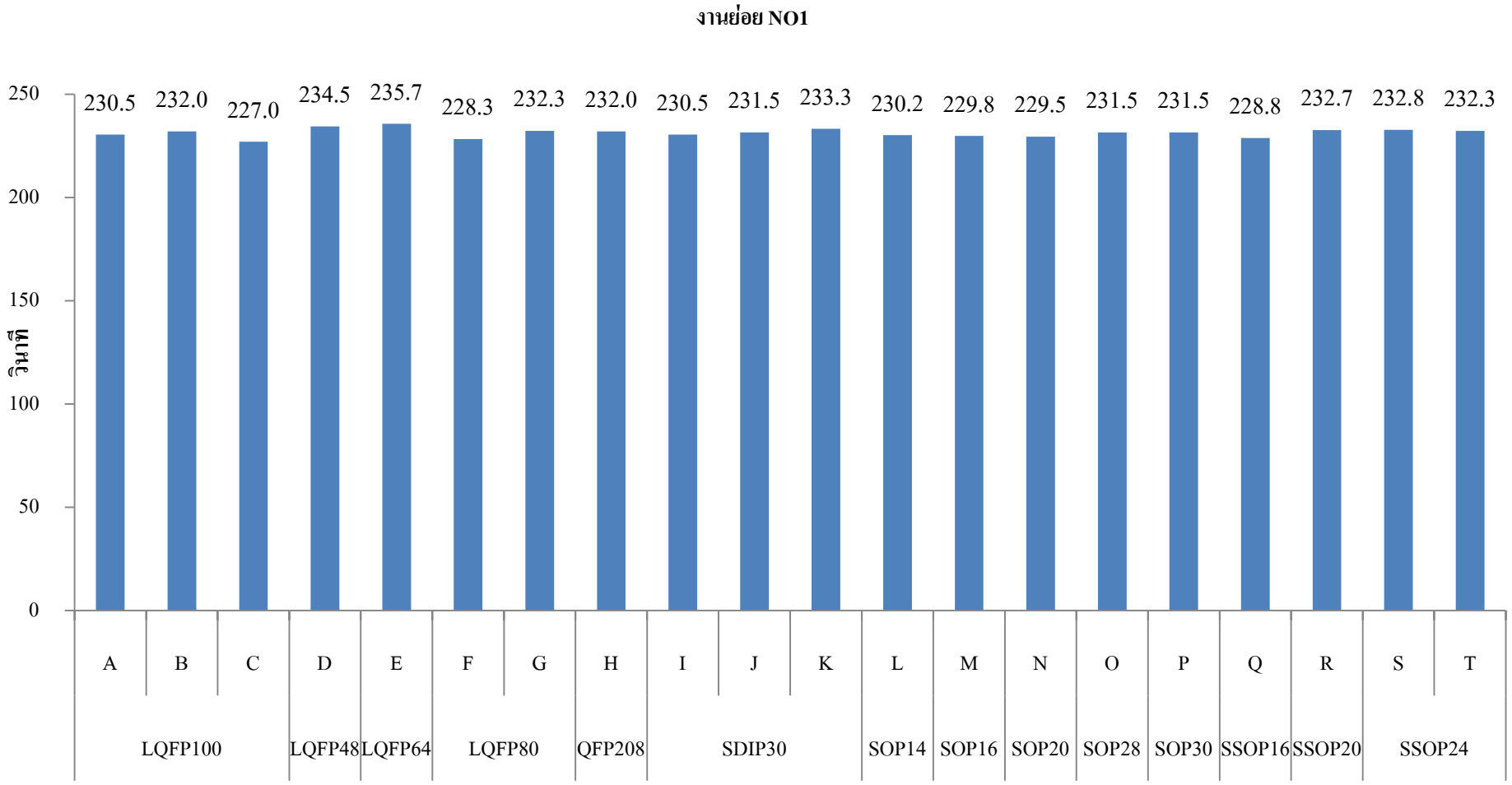
3.2.5 งานย่อย NO4DL ป้อนแมกกาซีน (งานที่ได้จากการวางชิพตัวก่อนหน้า) เข้าเครื่อง

งานย่อยนี้จะเกิดต่อเมื่อเป็นไอซีที่มี 2 หรือ 3 ชิพต่อไอซี ซึ่งจะเกิดเฉพาะกระบวนการติดชิพตัวที่ 2 หรือ 3 บนลีดเฟรมเท่านั้น จากผลิตภัณฑ์ที่ยกมาศึกษา มี 4 ผลิตภัณฑ์ที่มีจำนวนชิพมากกว่า 1 ชิพต่อไอซี ดังตารางที่ 3.4

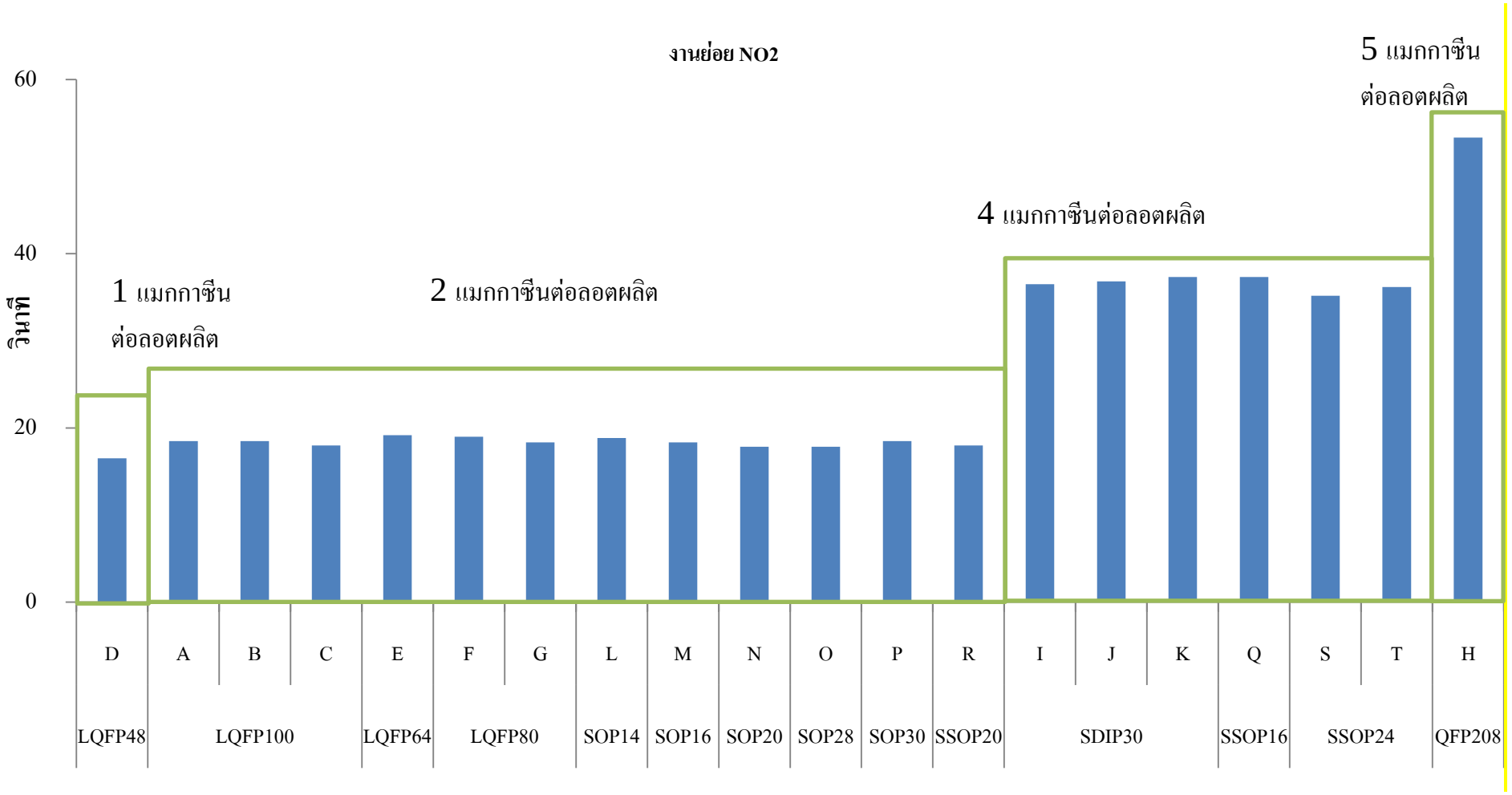
ตารางที่ 3.4 ผลิตภัณฑ์ที่มีจำนวนชิพต่อไอซีมากกว่าหนึ่ง (Multi-chip IC)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี
LQFP100	A	2
LQFP100	C	3
LQFP80	F	2
SOP30	P	2

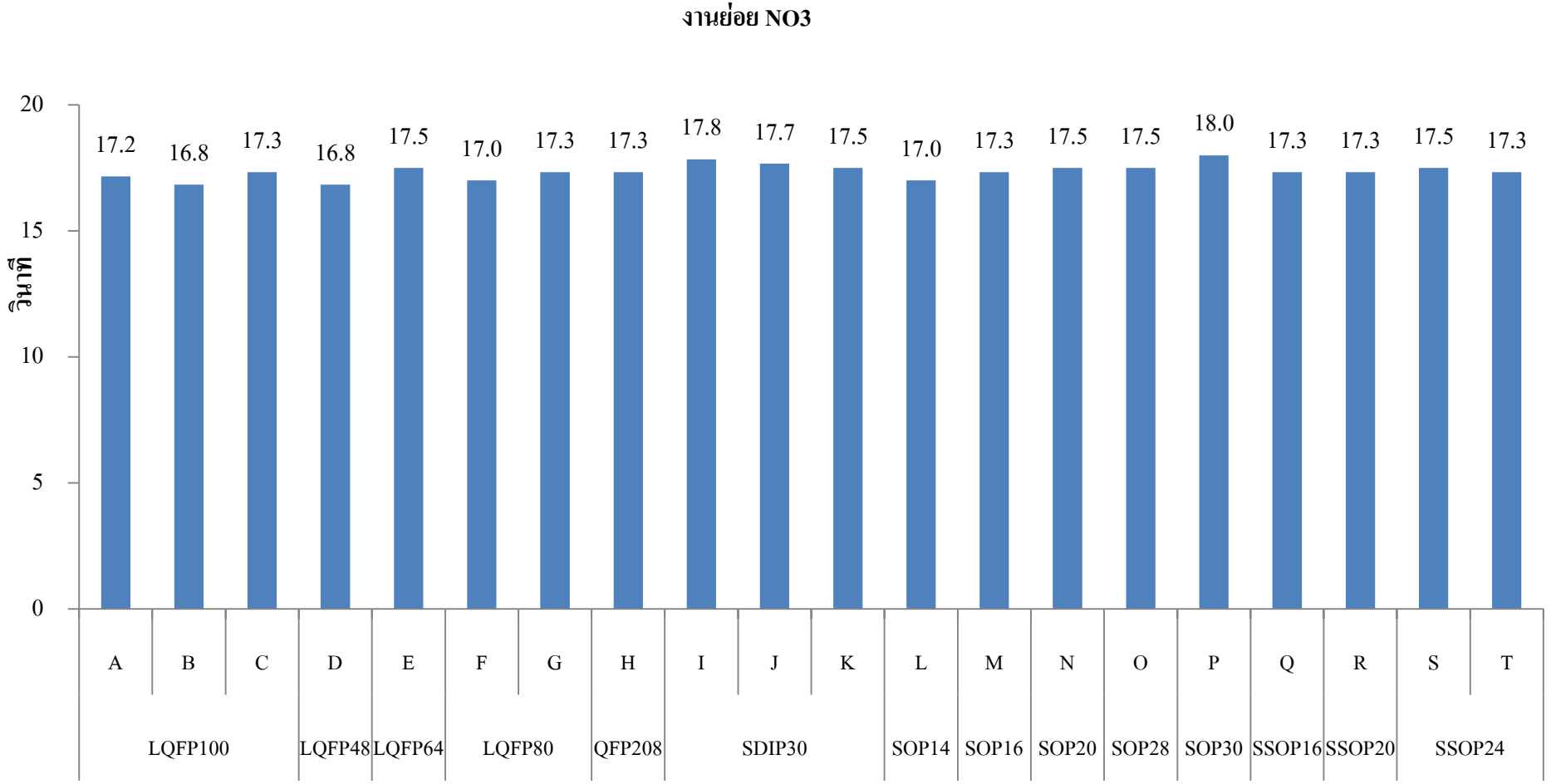
ผลการจับเวลาของงานย่อย NO4DL เป็นไปดังตารางที่ ข.5 ในภาคผนวก ก เวลาของงานย่อย NO4DL เท่ากันทุกผลิตภัณฑ์ ดังภาพที่3.5



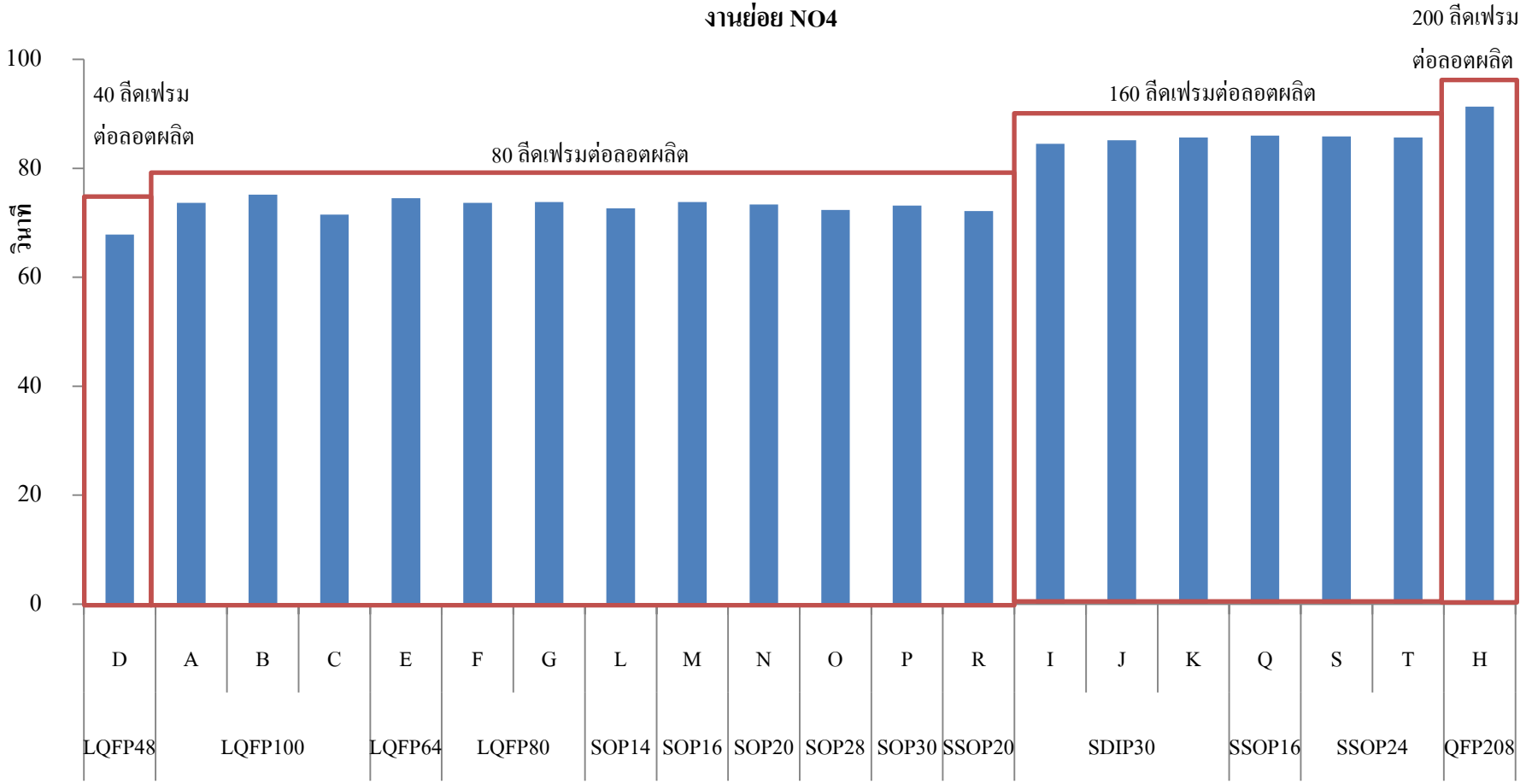
ภาพที่ 3.1 เวลาของงานย่อย NO1



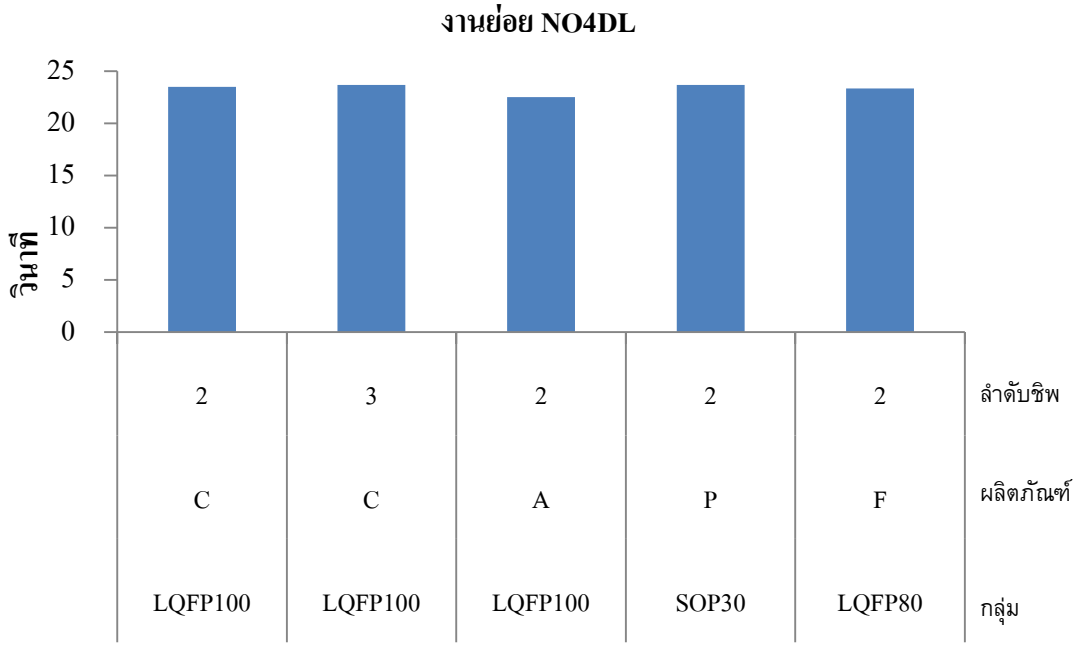
ภาพที่ 3.2 เวลาของงานย่อย NO2



ภาพที่ 3.3 เวลาของงานย่อย NO3



ภาพที่ 3.4 เวลาของงานย่อย NO4



ภาพที่ 3.5 เวลาของงานย่อย NO4DL

3.2.6 งานย่อย NO5 เปลี่ยน Die Bond Paste

ผลการจับเวลาของงานย่อย NO5 เป็นไปดังตารางที่ ข.6 ในภาคผนวก ก ความสัมพันธ์ของเวลา ในแต่ละผลิตภัณฑ์ พบว่างานย่อย NO5 ใช้เวลาการผลิตเท่ากันทุกผลิตภัณฑ์ เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 160.9 วินาที ดังภาพที่ 3.6

3.2.7 งานย่อย NM6 เครื่องเริ่ม Verify & Run program การทำงาน

ผลการจับเวลาของงานย่อย NM6 เป็นไปดังตารางที่ ข.7 ในภาคผนวก ก เวลาของงานย่อย NM6 แปรผันตามกลุ่มผลิตภัณฑ์และลำดับชิพ ดังภาพที่ 3.7

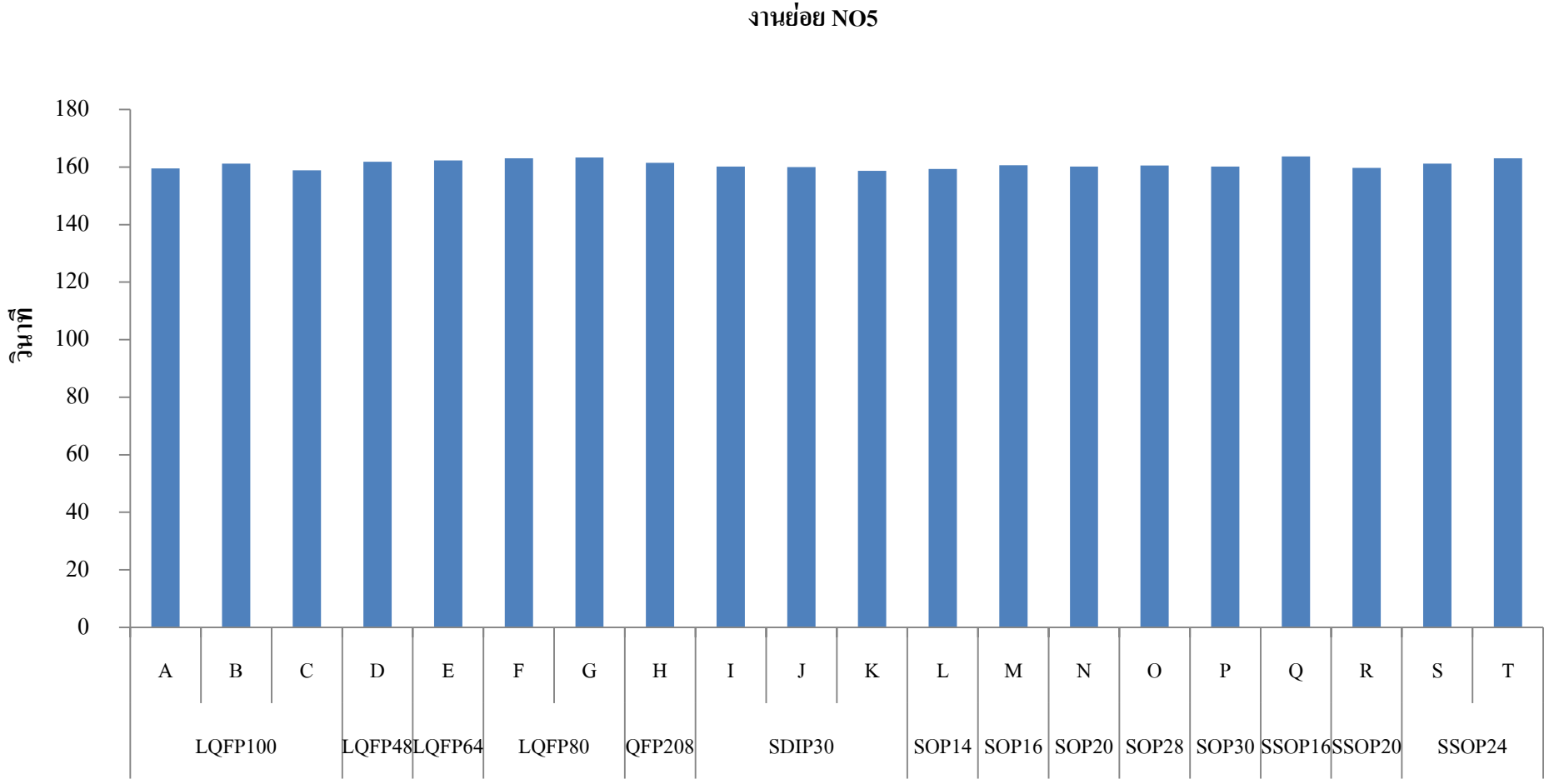
เมื่อพิจารณาในกลุ่มผลิตภัณฑ์เดียวกัน พบว่า หากเป็นชิพลำดับที่ 2 หรือ 3 จะใช้เวลาน้อยกว่าชิพลำดับที่ 1 ดังภาพที่ 3.8

3.2.8 งานย่อย NM7 การทาDie Bond Paste บนลีดเฟรมแรก

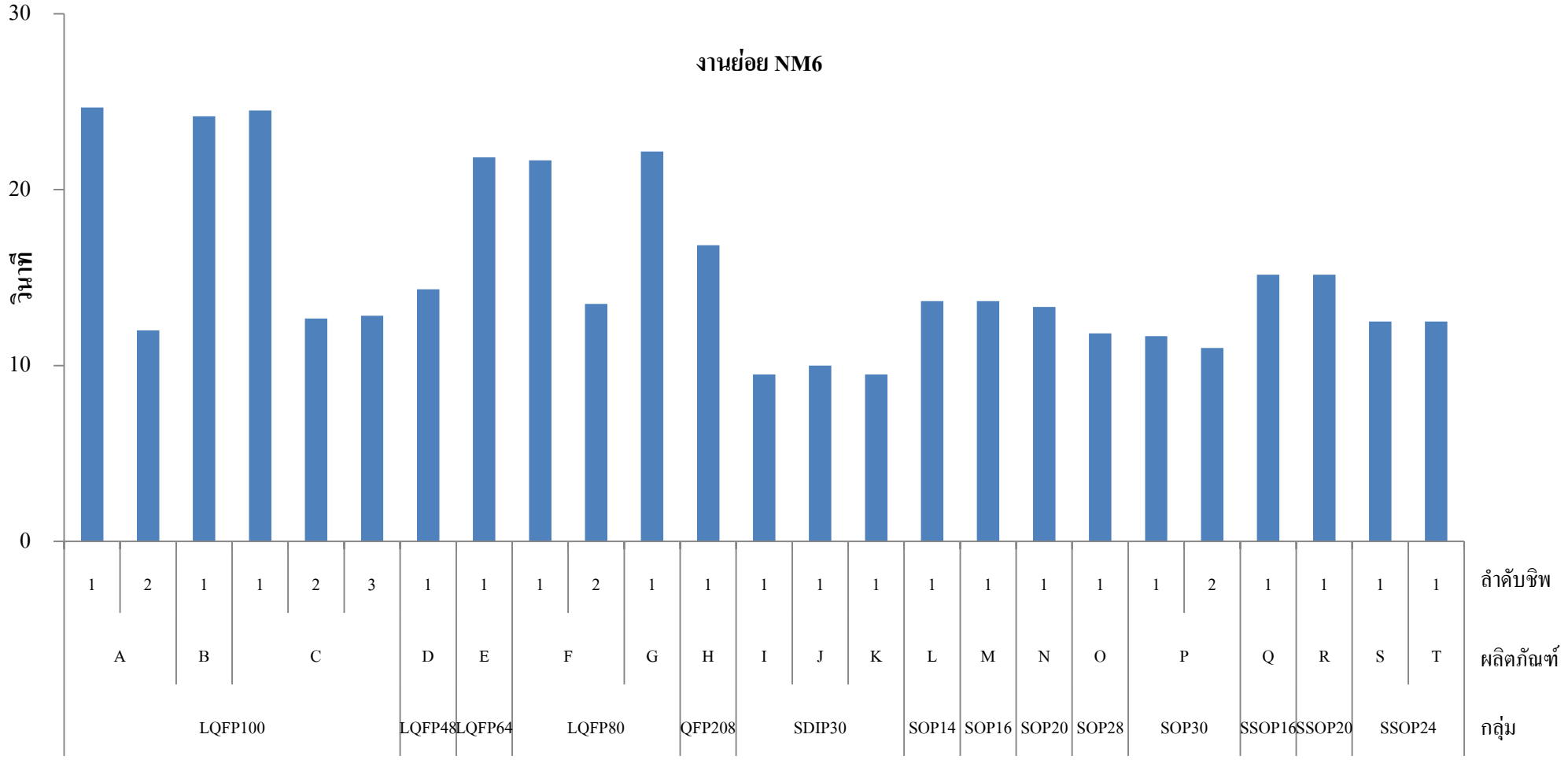
ผลการจับเวลาของงานย่อย NM7 เป็นไปดังตารางที่ ข.8 ในภาคผนวก ก เวลาของงานย่อย NM6 แปรผันตามกลุ่มผลิตภัณฑ์ ดังภาพที่ 3.9

3.2.9 งานย่อย PM8 การทาDie Bond Paste บนลีดเฟรม

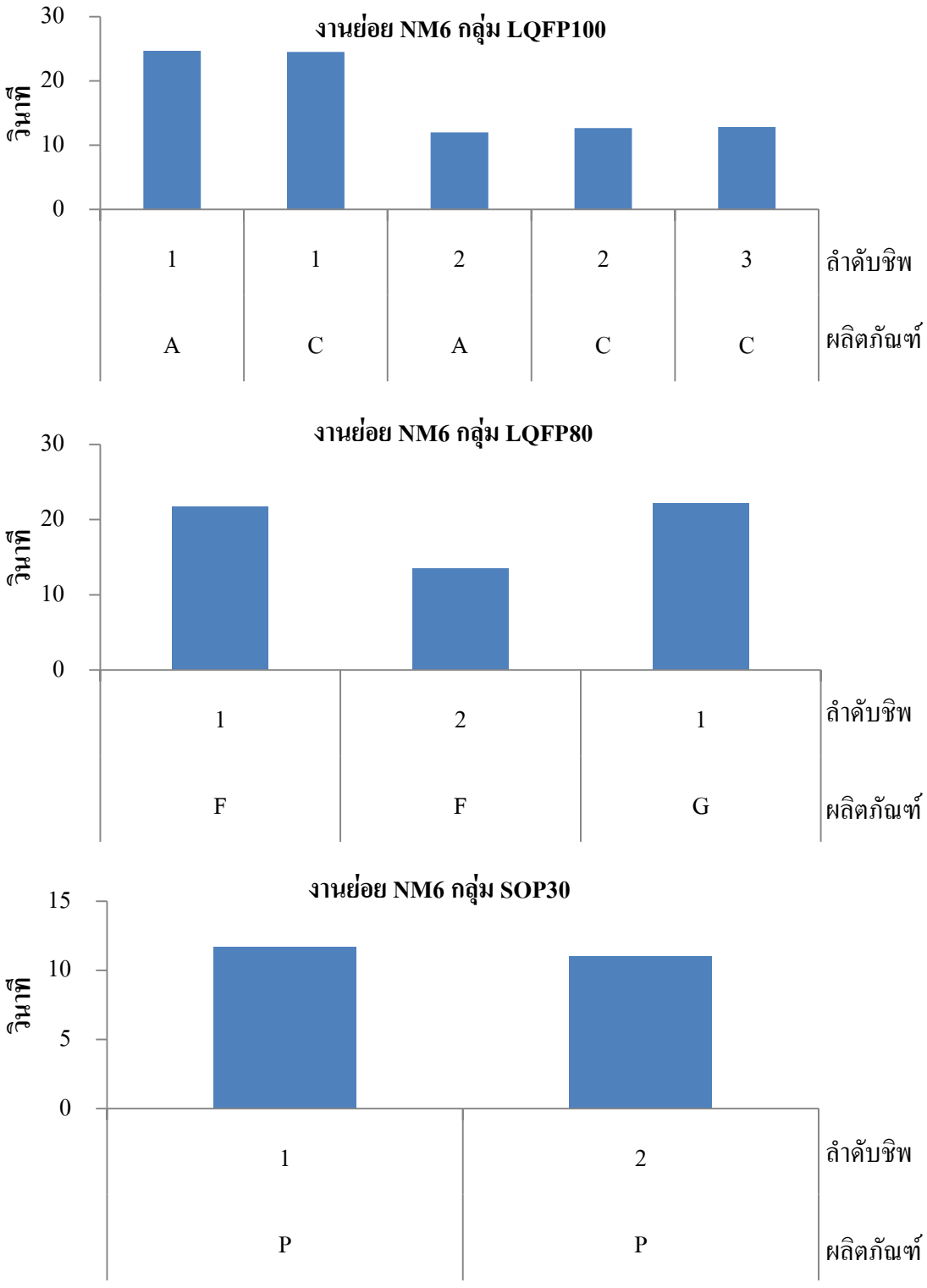
งานย่อย PM8 เป็นงานที่ทำขนานไปกับงานย่อย NM9 เริ่มทำงานนี้พร้อมกับงาน NM9 และงานเสร็จสิ้นก่อน NM9 จึงไม่นำเวลามารวมในเวลามาตรฐาน



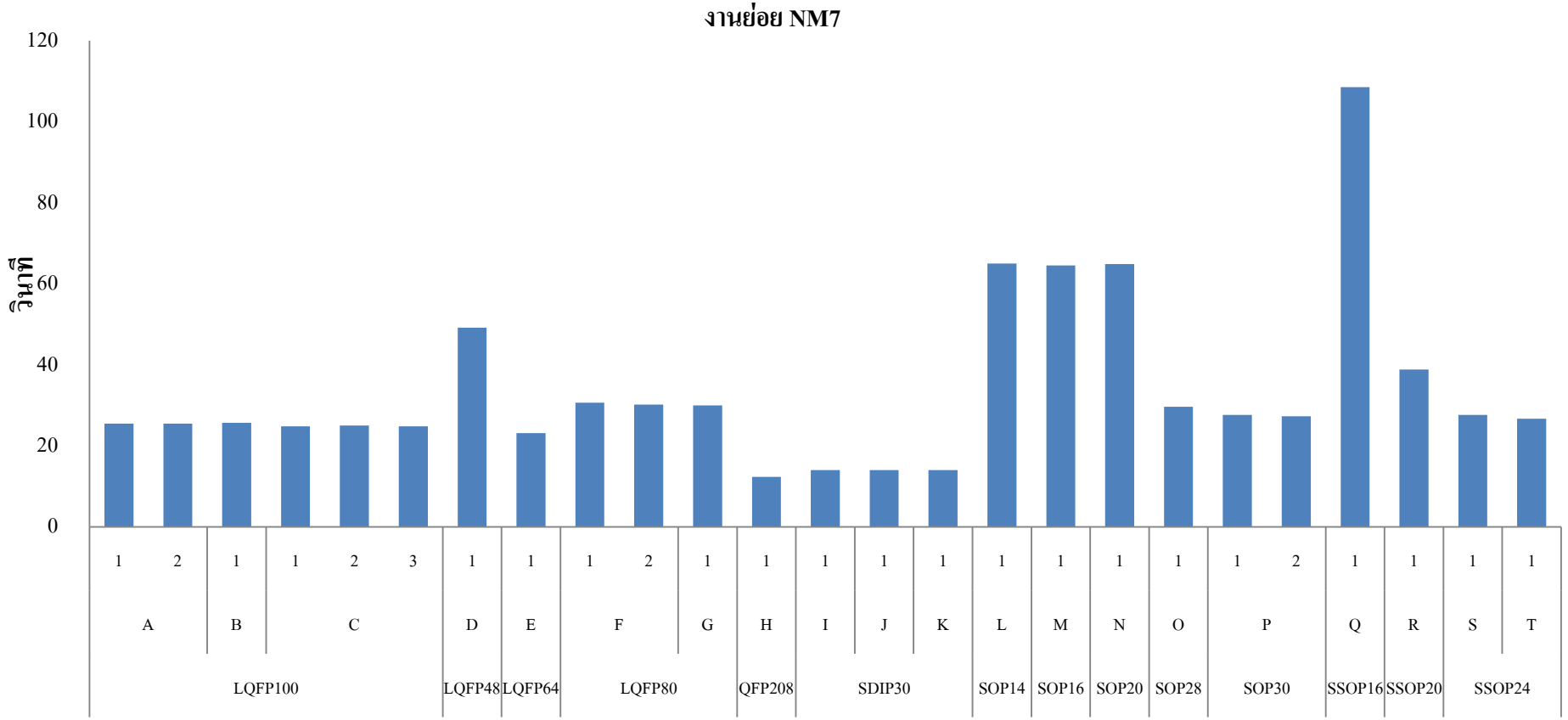
ภาพที่ 3.6 เวลาของงานย่อย NO5



ภาพที่ 3.7 เวลาของงานย่อย NM6



ภาพที่ 3.8 เวลาของงานย่อย NM6 ของผลิตภัณฑ์กลุ่ม LQFP100 (บน) LQFP80 (กลาง) และ SOP30 (ล่าง)



ภาพที่ 3.9 เวลาของงานย่อย NM7

3.2.10 งานย่อย NM9 การหยิบชิพจากเวเฟอร์มาวางบนลีดเฟรม

เวลาที่เก็บค่ามา เป็นเวลาการทำงานต่อ 1 ลีดเฟรม เวลาของงานย่อย NM9 สำหรับทั้งลอตการผลิต จะต้องนำเวลาที่เก็บมาคูณด้วยจำนวนลีดเฟรมต่อลอตการผลิต

ผลการจับเวลาของงานย่อย NM9 เป็นดังตารางที่ ข.9 ในภาคผนวก ก.

เวลาของงานย่อย NM9 แปรผันตามกลุ่มผลิตภัณฑ์ ดังภาพที่ 3.10 แสดงเวลาการทำงานต่อหนึ่งลีดเฟรม และภาพที่ 3.11 แสดงเวลาการทำงานของทั้งลอตการผลิต

3.2.11 งานย่อย PO10 การเปลี่ยนเวเฟอร์

งานย่อย PO10 เป็นการตรวจสอบงานโดยหยิบลีดเฟรมที่ 1, 20 และ 40 ของแต่ละแมกกาซีนเพื่อตรวจคุณภาพด้วยสายตา งานย่อยนี้เป็นงานที่ทำไปพร้อมๆกับงานย่อย NM9 (งานย่อย PO10 เกิดขึ้นหลัง NM9 และเสร็จสิ้นก่อน NM9) จึงไม่นำเวลามาคิดรวมในการหาเวลามาตรฐาน

3.2.12 งานย่อย NO11 การเปลี่ยนเวเฟอร์

ผลการจับเวลาของงานย่อย NO11 แสดงในตารางที่ ข.10 ในภาคผนวก ก.

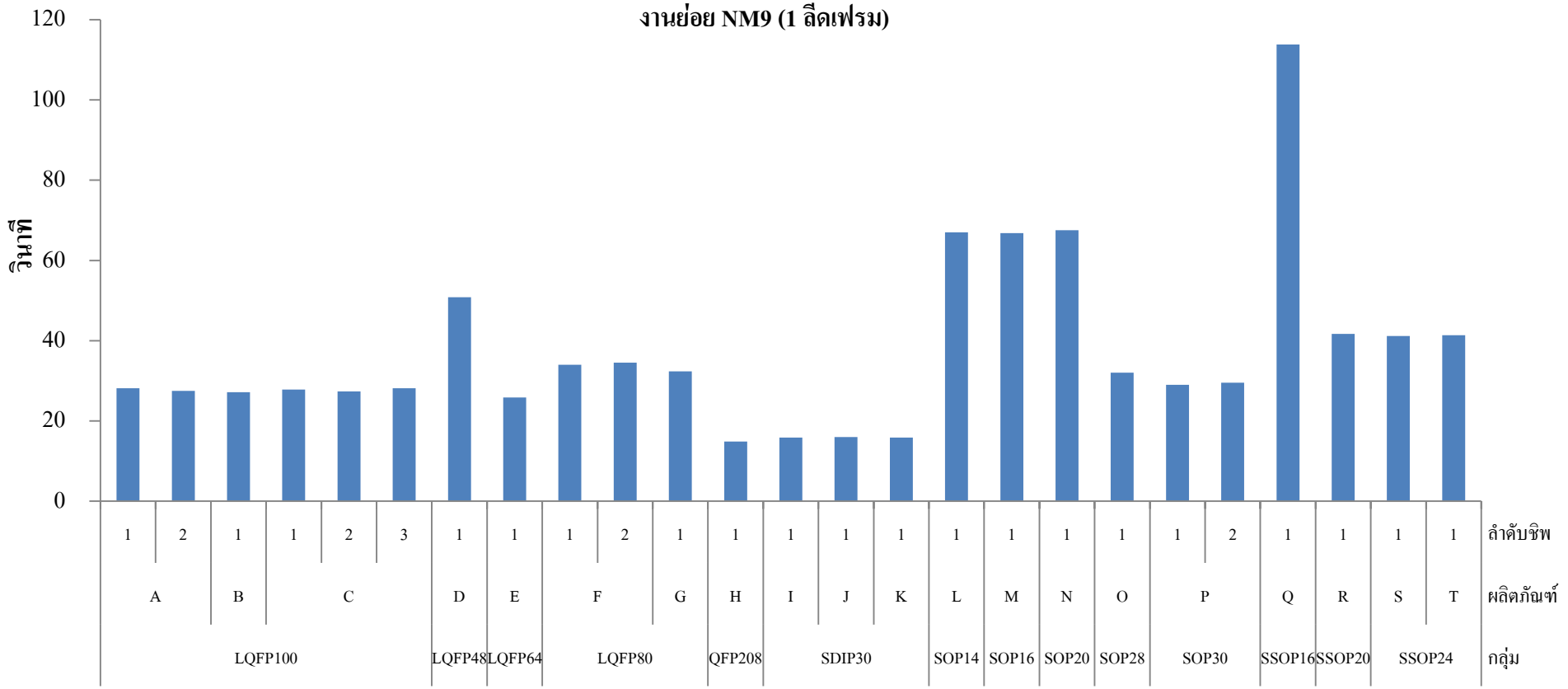
เวลาของงานย่อย ขึ้นกับจำนวนครั้งของการเปลี่ยนเวเฟอร์ที่เกิดขึ้นในหนึ่งลอตผลิต จำนวนครั้งของการเปลี่ยนเวเฟอร์ขึ้นกับจำนวนไอซีต่อลอตผลิต จำนวนชิพที่มีอยู่บนเวเฟอร์วัตถุดิบ และอัตราส่วนชิพดีของเวเฟอร์ เช่น ผลิตภัณฑ์ E มีจำนวนไอซีต่อลอตผลิต 1600 ไอซี จำนวนชิพต่อเวเฟอร์ 1285 ตัว อัตราส่วนชิพดีร้อยละ95 จะทำให้ชิพบน 1 เวเฟอร์ สามารถใช้ได้ 1220 ตัว ดังนั้นจะต้องใช้เวเฟอร์ 2 แผ่น ทำให้ต้องมีการเปลี่ยนเวเฟอร์ 1 ครั้ง

การเก็บข้อมูลเวลาของการเปลี่ยนเวเฟอร์ ดังตารางที่ ข.10 เป็นเวลาของการเปลี่ยนเวเฟอร์ 1 ครั้ง แสดงให้เห็นว่าใช้เวลาไม่ต่างกันในแต่ละผลิตภัณฑ์ เวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 30.1 วินาที ดังแสดงในภาพที่ 3.12 แต่จำนวนครั้งการเปลี่ยนเวเฟอร์แตกต่างกัน ขึ้นกับจำนวนไอซีต่อหนึ่งลอต ชิพดีที่อยู่ในเวเฟอร์ ซึ่งแต่ละผลิตภัณฑ์มีจำนวนชิพต่อหนึ่งเวเฟอร์ไม่เท่ากัน โดยจำนวนชิพดีเฉลี่ยของทุกผลิตภัณฑ์อยู่ที่ร้อยละ95.5

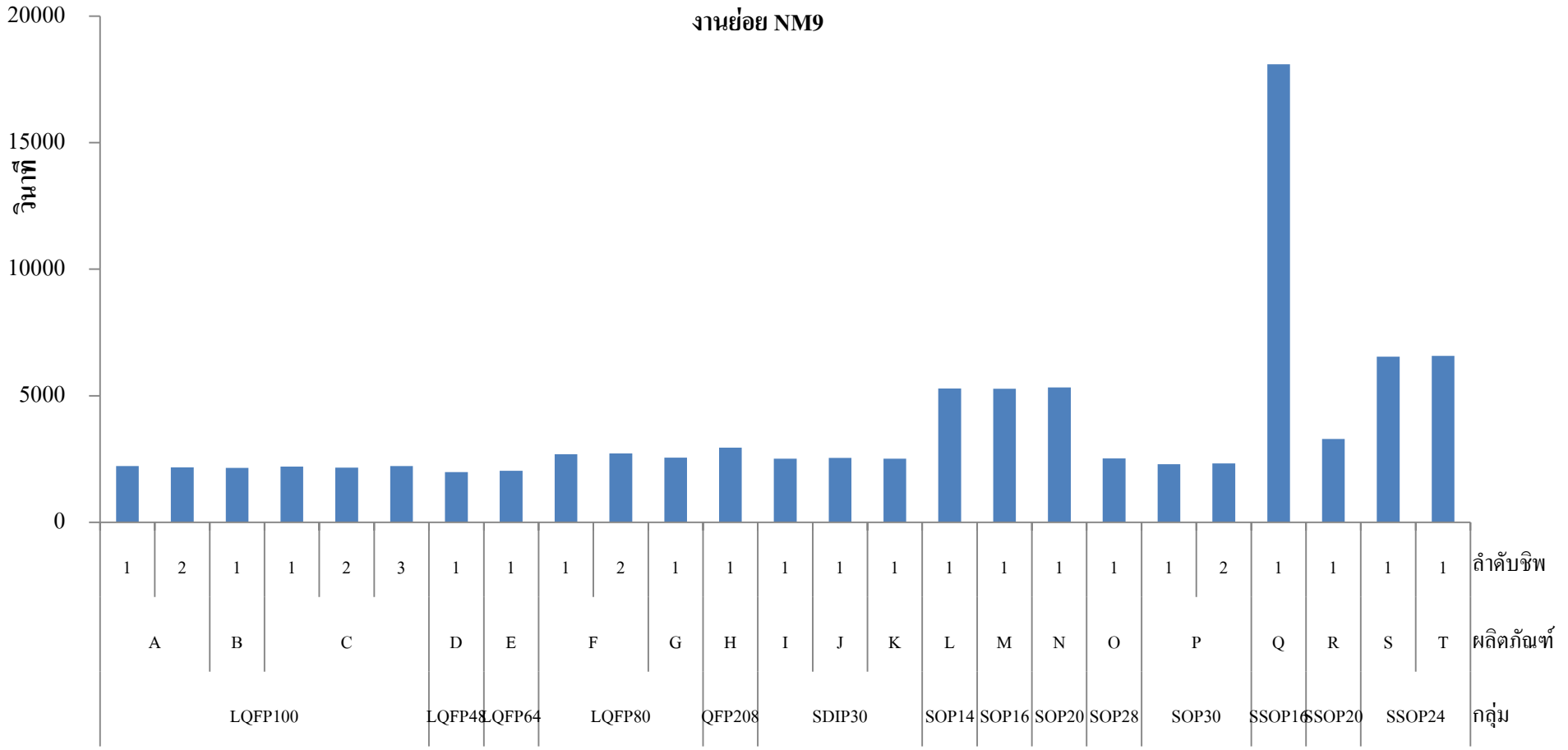
ดังนั้น หากนำเวลาการเปลี่ยนเวเฟอร์ของแต่ละผลิตภัณฑ์มาคูณด้วยจำนวนครั้งที่เปลี่ยนเวเฟอร์ จะได้เวลารวมของงานย่อย NO11 ดังภาพที่ 3.13

3.2.13 งานย่อย NM12 การจบลอต (เครื่องจักร)

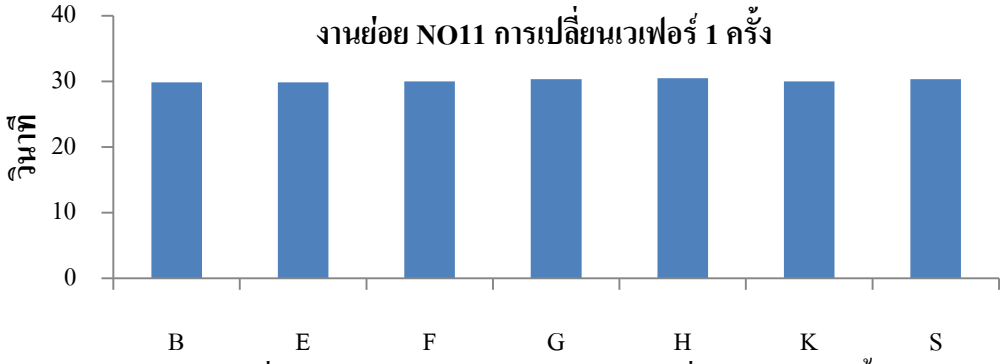
ผลการจับเวลาของงานย่อย NM12 เป็นไปดังตารางที่ ข.11 ในภาคผนวก ก. ซึ่งเวลาแปรผันตามกลุ่มของผลิตภัณฑ์ ดังภาพที่ 3.14



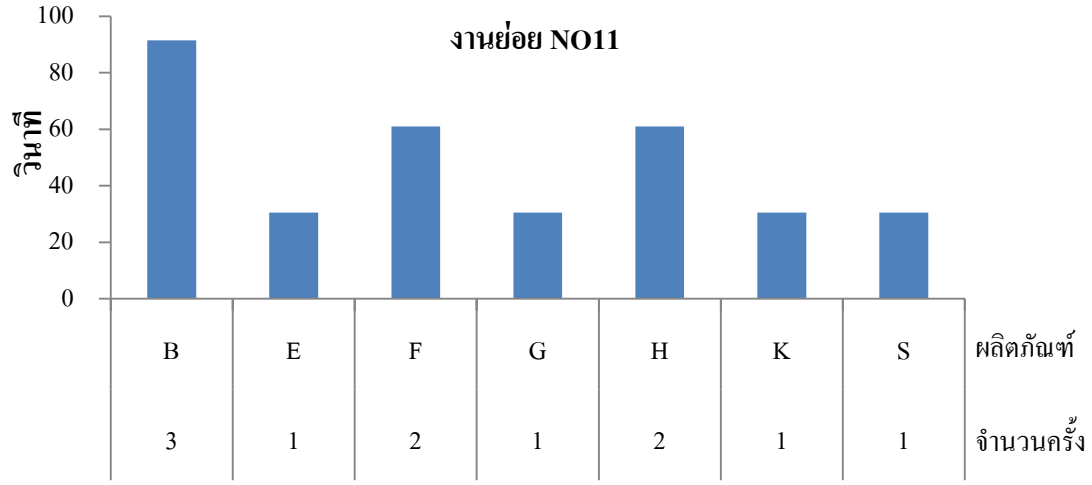
ภาพที่ 3.10 เวลาของงานย่อย NM9 ต่อหนึ่งลีดเฟรม



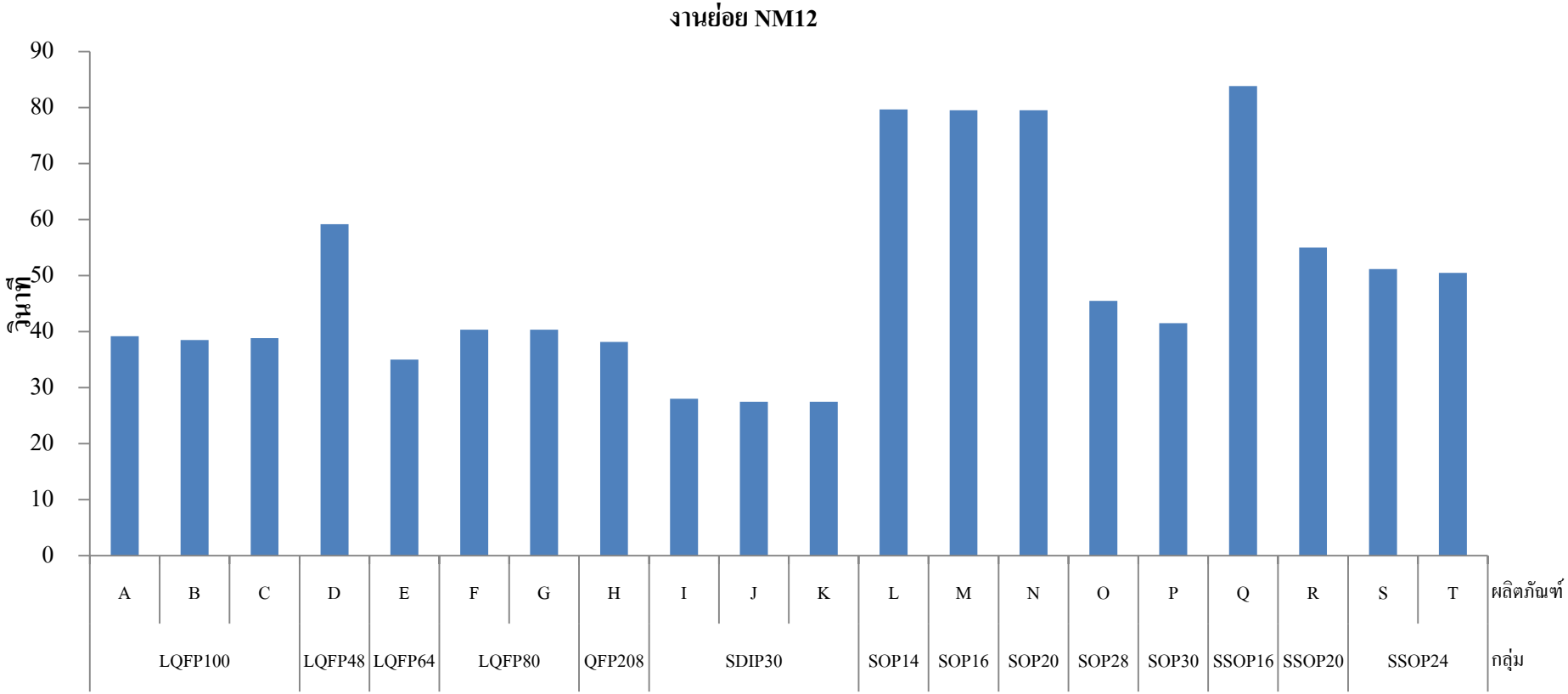
ภาพที่ 3.11 เวลาของงานย่อย NM9 ต่อลอตการผลิต



ภาพที่ 3.12 เวลาของงานย่อย NO11 การเปลี่ยนเวเฟอร์ 1 ครั้ง



ภาพที่ 3.13 เวลารวมของงานย่อย NO11 สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีงานย่อยนี้เกิดขึ้น



ภาพที่ 3.14 เวลาของงานย่อย NM12

3.2.14 งานย่อย NO13 การจบลอต (พนักงาน, ขั้นตอนที่ 1)

ผลการจับเวลาของงานย่อย NO13 เป็นไปดังตารางที่ ข.12 ในภาคผนวก ก. เวลาของงานย่อย NO13 แปรผันตามจำนวนแมกกาซีนต่อลอตการผลิต ดังภาพที่ 3.15

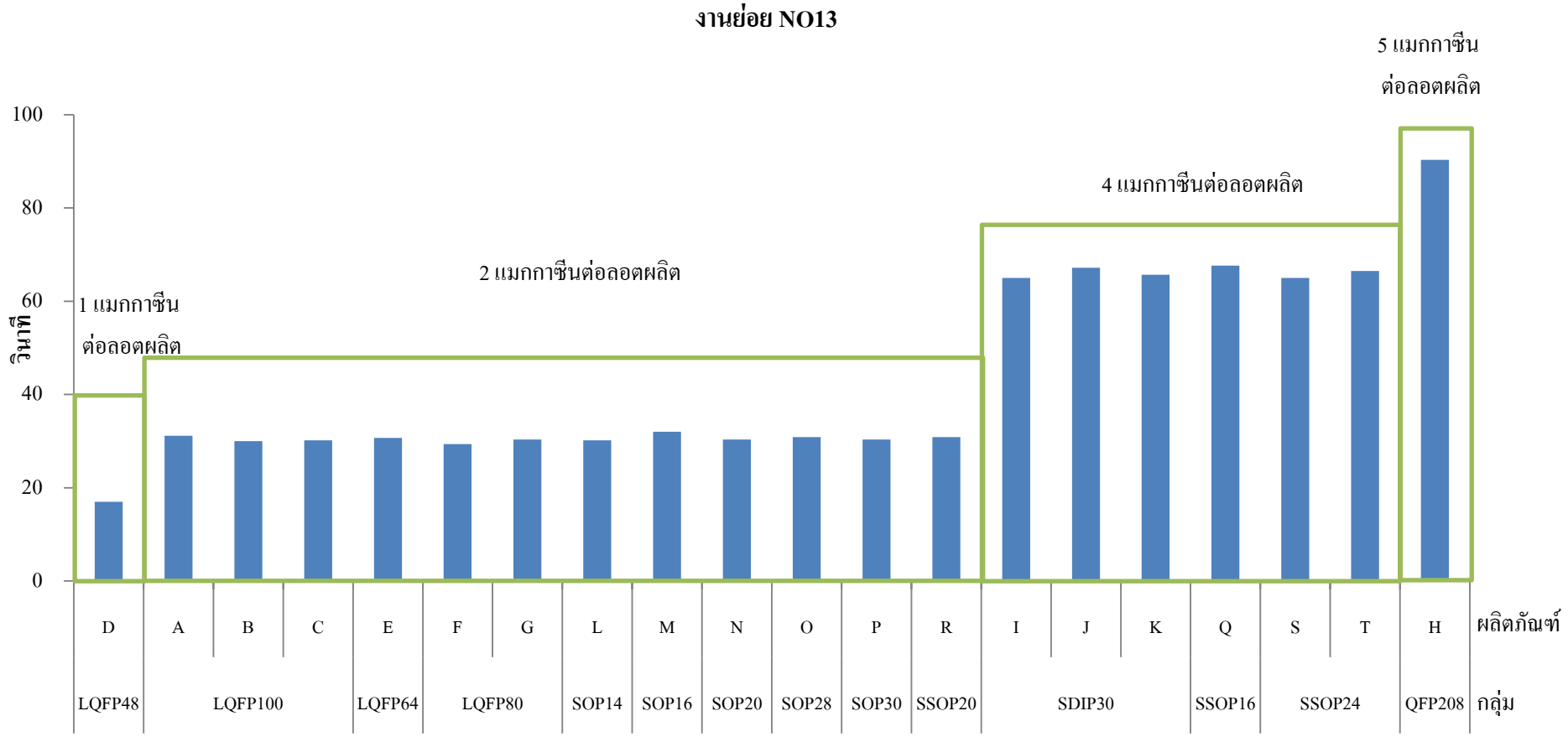
3.2.15 งานย่อย NO14 การจบลอต (พนักงาน, ขั้นตอนที่ 2)

ผลการจับเวลาของงานย่อย NO14 เป็นไปดังตารางที่ ข.13 ในภาคผนวก ก. เวลาของงานย่อย NO14 แปรผันตามจำนวนแมกกาซีนต่อลอตการผลิต ดังภาพที่ 3.16

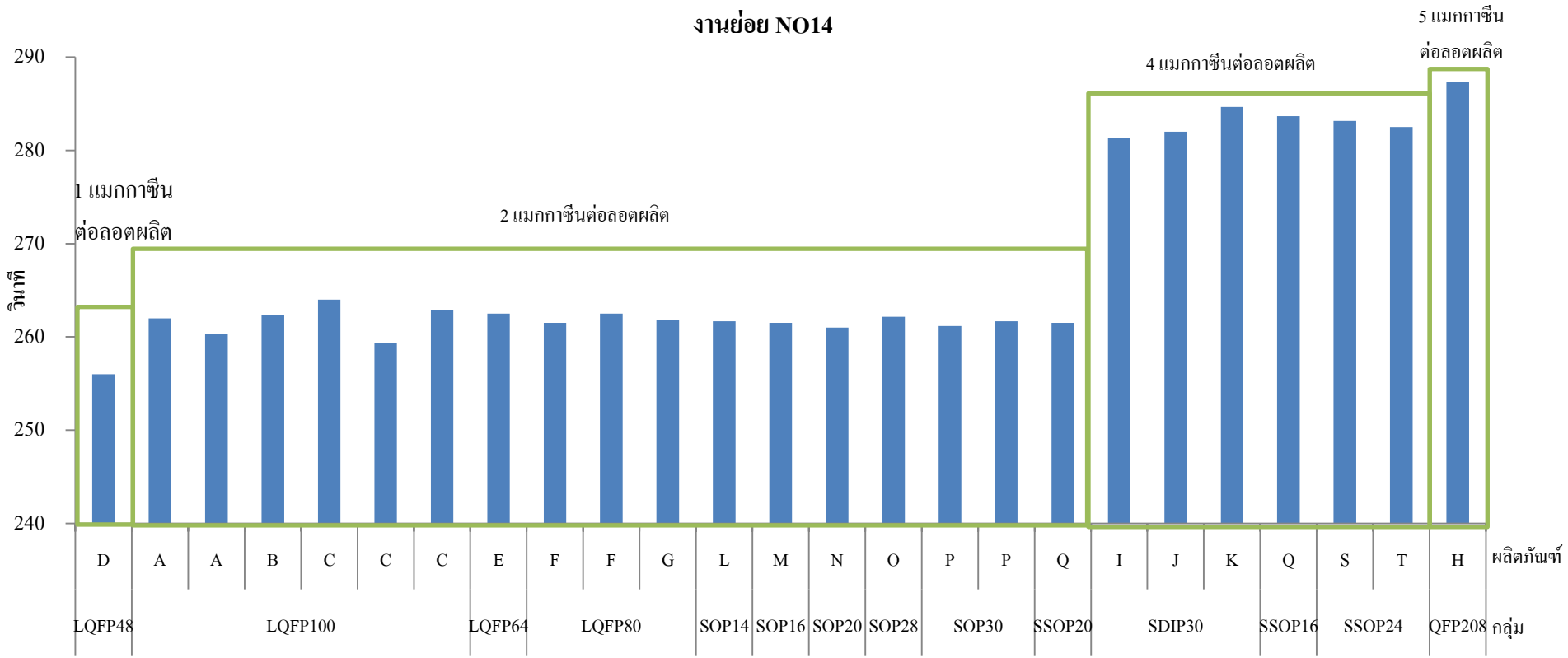
3.2.16 งานย่อย NM15 การข้ามชิพเสีย

ผลการจับเวลาของงานย่อย NM15 เป็นไปดังตารางที่ ข.14 ในภาคผนวก ก. เวลาที่แสดงในตารางที่ ข.14 เป็นเวลาการข้ามชิพ 1 ตัว โดยเครื่องจะข้ามชิพตัวที่เสีย สแกน และหยิบชิพตัวต่อไป เวลาการข้ามชิพ 1 ครั้งเท่ากันในทุกผลิตภัณฑ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.41 วินาที ดังภาพที่ 3.17 (แกนนอนแสดงชนิดผลิตภัณฑ์) หากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีจำนวนชิพมากกว่า1 จะกำกับลำดับชิพไว้หลังชื่อผลิตภัณฑ์ เช่น A2 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ A ลำดับชิพที่ 2

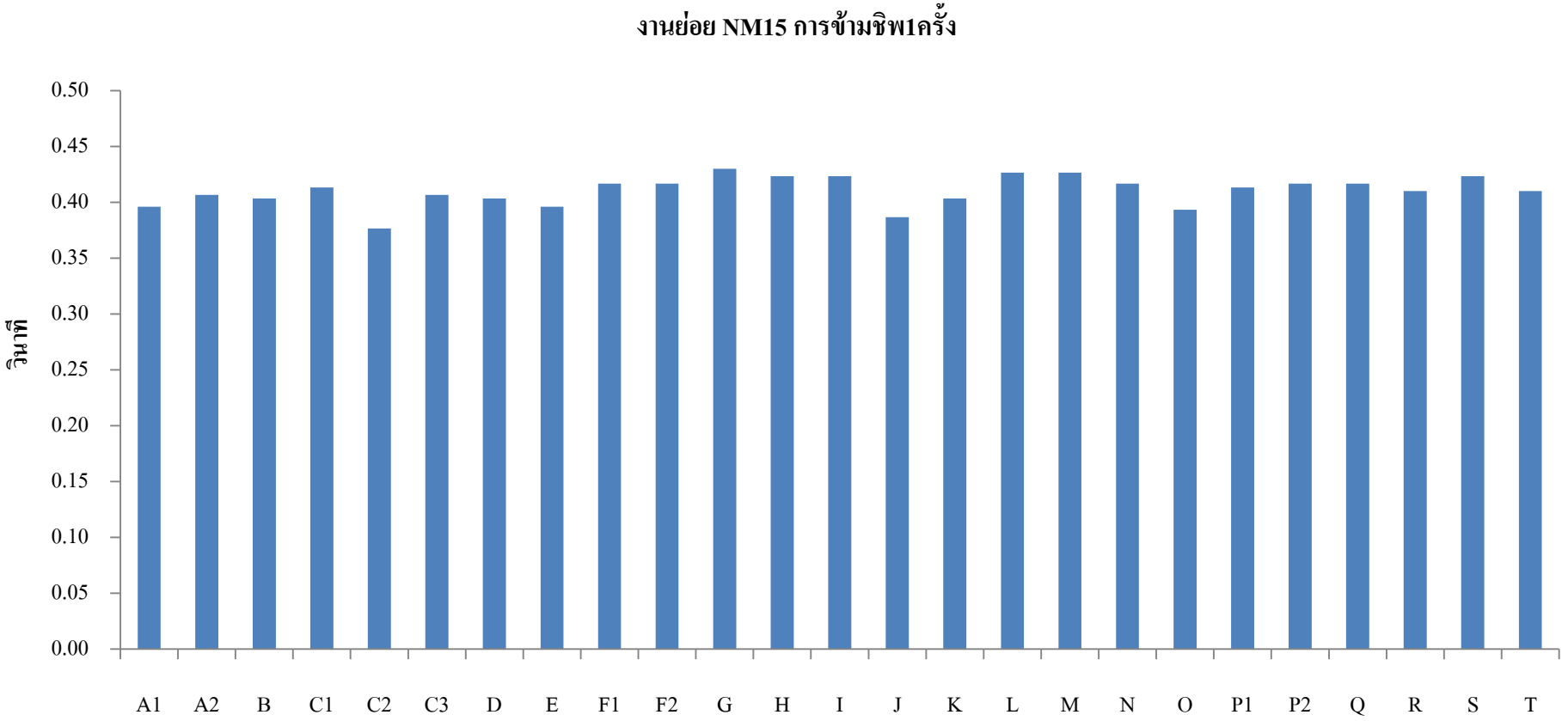
จำนวนครั้งที่ข้ามชิพ ขึ้นอยู่กับจำนวนไอซีต่อลอตผลิต ซึ่งมีจำนวนเท่ากันในกลุ่มผลิตภัณฑ์เดียวกัน และจำนวนชิพเสียที่อยู่ในเวเฟอร์ โดยอัตราส่วนชิพดีของเวเฟอร์และจำนวนไอซีต่อหนึ่งลอตผลิต (ในวิจัยนี้ กำหนดให้อัตราส่วนชิพดีของเวเฟอร์(yield) เป็นค่าคงที่ ร้อยละ 95.5 ดังนั้นเวลาของงานย่อยจะสัมพันธ์กับกลุ่มผลิตภัณฑ์อย่างเดียว) ได้เวลาของงานย่อย NM15 ทั้งหมด ดังภาพที่ 3.18



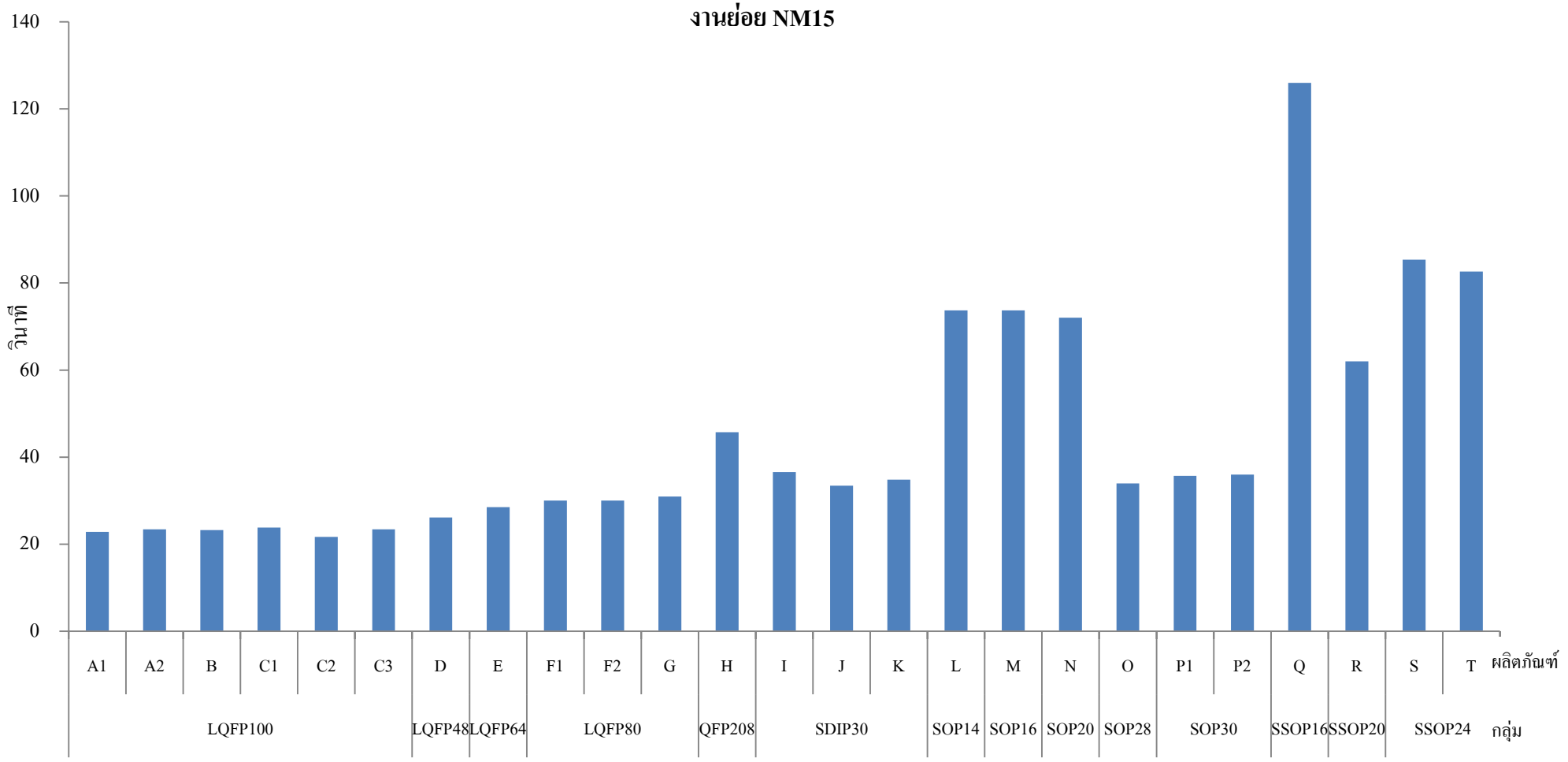
ภาพที่ 3.15 เวลาของงานย่อย NO13



ภาพที่ 3.16 เวลาของงานย่อย NO14



ภาพที่ 3.17 เวลาของงานย่อย NM15 หนึ่งครั้ง



ภาพ 3.18 เวลาของงานย่อย NM15

บทที่ 4

การจัดทำข้อมูลเวลามาตรฐาน

4.1 ฐานข้อมูลเวลามาตรฐาน

เมื่อทำการเก็บข้อมูลเวลาของงานย่อยแต่ละงาน ก็นำข้อมูลที่ได้จากข้อ 3 มาขยายผลเป็นฐานข้อมูลเวลามาตรฐาน โดยฐานข้อมูลประกอบด้วย 2 ส่วนดังนี้

4.1.1 งานย่อย และรายละเอียดของงานย่อย

ระบุจุดเริ่มต้น จุดสิ้นสุด และกิจกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละงานย่อยดังตารางที่ 3.2 เพื่อเป็นมาตรฐานในการจับเวลา โดยสามารถเปลี่ยนแปลงนิยามและรายละเอียดของงานย่อยได้ในอนาคต หากมีการทำงานที่เพิ่มขึ้นหรือเปลี่ยนไปจากการทำงานในปัจจุบัน

4.1.2 ข้อมูลเวลาของแต่ละงานย่อย

แบ่งตามความสัมพันธ์ของแต่ละงานย่อยที่สร้างขึ้นจากข้อมูลเวลาที่เก็บได้ โดยจะแบ่งงานย่อยตามความสัมพันธ์ของเวลาเป็น 7 กลุ่ม

ก. กลุ่มที่ 1 เวลาของงานย่อยเท่ากันในทุกผลิตภัณฑ์ ได้แก่ งานย่อย NO1 งานย่อย NO3 และ งานย่อย NO5 โดยมีเวลาเฉลี่ยของแต่ละงานย่อยดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เวลามาตรฐานของงานย่อยกลุ่มที่ 1

ผลิตภัณฑ์	งานย่อย (วินาที)			เวลารวม (วินาที)
	NO1	NO3	NO5	
ทุกผลิตภัณฑ์	231.3	17.4	160.9	409.6

ดังนั้น ไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ใด จะมีเวลาของงานย่อย NO1 งานย่อย NO3 และงานย่อย NO5 รวมกันเท่ากับ 409.6 วินาที

ข. กลุ่มที่ 2 เวลาของงานย่อยเท่ากันในผลิตภัณฑ์ที่ใช้จำนวนแมกกาซีนต่อลอตผลิตเท่ากัน ซึ่งจำนวนแมกกาซีนต่อลอตผลิต เป็นไปตามกลุ่มผลิตภัณฑ์ด้วย กล่าวคือ ในกลุ่มผลิตภัณฑ์เดียวกัน แมกกาซีนต่อลอตผลิตจะเท่ากันดังแสดงในตารางที่ 4.2 งานย่อยที่มีความสัมพันธ์เวลาจัดอยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ งานย่อย NO2 งานย่อย NO13 และงานย่อย NO14 เวลาเฉลี่ยของแต่ละงานย่อยดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 จำนวนแมกกาซีนต่อลอตผลิตของแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์

กลุ่ม	**จำนวนแมกกาซีนต่อลอตผลิต**
LQFP100	2
LQFP48	1
LQFP64	2
LQFP80	2
QFP208	5
SDIP30	4
SOP14	2
SOP16	2
SOP20	2
SOP28	2
SOP30	2
SSOP16	4
SSOP20	2
SSOP24	4

ตารางที่ 4.3 เวลามาตรฐานของงานย่อยกลุ่มที่ 2

		เวลาของงานย่อย (วินาที)			เวลารวม
		NO2	NO13	NO14	
จำนวนแมกกาซีน	1	16.5	17.0	256.0	289.5
	2	18.4	30.5	261.8	310.7
	4	36.6	66.2	282.9	385.7
	5	53.3	90.3	287.3	430.9

ตัวอย่างจากตาราง พบว่า หากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีจำนวน 2 แมกกาซีนต่อลอตผลิต จะมีเวลาเฉลี่ยรวมของงานย่อย NO2 งานย่อย NO13 และงานย่อย NO14 เท่ากับ 310.7 วินาที

ค. กลุ่มที่ 3 เวลาของงานย่อยแตกต่างกันไปตามกลุ่มผลิตภัณฑ์ ในกลุ่มผลิตภัณฑ์เดียวกันมีเวลาของงานย่อยเท่ากัน ได้แก่ งานย่อย NM7 งานย่อย NM9 งานย่อย NM12 และงานย่อย NM15 ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 เวลามาตรฐานของงานย่อยกลุ่มที่ 3

กลุ่ม	เวลาของงานย่อย (วินาที)				เวลา
ผลิตภัณฑ์	NM7	NM9	NM12	NM15	รวม
LQFP100	25.2	2187.9	38.8	23.6	2275.5
LQFP48	49.2	1982.5	59.2	25.6	2116.4
LQFP64	30.0	2038.2	35.0	29.5	2132.7
LQFP80	30.3	2655.3	40.3	29.5	2755.4
QFP208	12.3	2951.8	38.2	44.3	3046.6
SDIP30	14.0	2526.3	27.7	35.4	2603.4
SOP14	65.0	5293.0	79.7	70.8	5508.5
SOP16	64.5	5279.8	79.5	70.8	5494.7
SOP20	64.8	5332.5	79.5	70.8	5547.7
SOP28	29.7	2528.0	45.5	35.4	2638.6
SOP30	27.5	2310.8	41.5	35.4	2415.2
SSOP16	108.5	18099.5	83.8	124.0	18415.8
SSOP20	38.8	3291.7	55.0	62.0	3447.5
SSOP24	27.2	6558.8	79.5	82.7	6748.1

ตัวอย่างจากตารางที่ 4.4 หากผลิตภัณฑ์ตัวอย่างอยู่ในกลุ่ม SOP30 จะมีเวลาของงานย่อย NM7 งานย่อย NM9 งานย่อย NM12 และงานย่อย NM15 รวมกันเท่ากับ 2415.2 วินาที

ง. กลุ่มที่ 4 เวลาของงานย่อยขึ้นกับจำนวนลีดเฟรมที่ใช้ต่อลอตการผลิต ซึ่งจำนวนลีดเฟรมนี้ ก็จะเป็นไปตามกลุ่มผลิตภัณฑ์ด้วย ดังตารางที่ 4.5 และเวลาของงานย่อย NO4 มีค่าดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 จำนวนลีดเฟรมในแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์

กลุ่ม	จำนวนลีดเฟรมต่อลอตการผลิต
LQFP100	80
LQFP48	40
LQFP64	80
LQFP80	80
QFP208	200
SDIP30	160
SOP14	80
SOP16	80
SOP20	80
SOP28	80
SOP30	80
SSOP16	160
SSOP20	80
SSOP24	160

ตารางที่ 4.6 เวลามาตรฐานของงานย่อยกลุ่มที่ 4

NO4	**จำนวนลีดเฟรมต่อลอตผลิต**			
	40	**80**	**160**	**200**
เวลา (วินาที)	67.8	73.3	85.5	91.3

หากเป็นงานที่อยู่ในกลุ่ม SSOP16 จะมีจำนวน 160 ลีดเฟรมต่อลอตผลิต และมีเวลาของงานย่อย NO4 เท่ากับ 85.5 วินาที

จ. กลุ่มที่ 5 เวลาของงานย่อยขึ้นกับกลุ่มผลิตภัณฑ์ และลำดับชิพบนไอซี โดยมีเวลาเฉลี่ยของงานย่อยNM6 ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 เวลามาตรฐานของงานย่อยกลุ่มที่ 5

กลุ่มผลิตภัณฑ์	ชิพลำดับที่ 1	ชิพลำดับที่ 2 และ 3
LQFF100	24.4	12.5
LQFP48	14.3	-
LQFP64	21.8	-
LQFP80	21.9	13.5
QFP208	16.8	-
SDIP30	9.7	-
SOP14	13.7	-
SOP16	13.7	-
SOP20	13.3	-
SOP28	11.8	-
SOP30	11.7	11
SSOP16	15.2	-
SSOP20	15.2	-
SSOP24	12.5	-

ฉ. กลุ่มที่ 6 เวลาของงานย่อยขึ้นกับกลุ่มผลิตภัณฑ์ และลำดับชิพบนไอซี แต่ต่างกับกลุ่มที่ 5 เพราะงานนี้ไม่ได้เกิดในทุกลอตผลิต จะเกิดขึ้นเฉพาะ การติดชิพลำดับ 2 และ 3 บนไอซีเท่านั้น ได้แก่งาน NO4DL โดยมีเวลาเฉลี่ยของงานย่อย เท่ากันคือ 23.3 วินาทีต่อลอตผลิต

ช. กลุ่มที่ 7 เวลาของงานย่อยที่เกิดขึ้น 1 ครั้งเท่ากันทุกผลิตภัณฑ์ คือ 30.1 วินาที แต่จำนวนครั้งของงานย่อย ที่เกิดขึ้นในแต่ละลอตผลิต ไม่เท่ากัน ขึ้นกับจำนวนไอซีต่อลอตผลิต และจำนวนชิพบนเวเฟอร์ที่เป็นวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์นั้น ได้แก่งานย่อย NO 11 คือการเปลี่ยนเวเฟอร์เมื่อชิพบนเวเฟอร์ถูกหยิบไปวางบนไอซีหมดแล้ว จำนวนครั้งที่งานย่อย NO11 เกิดขึ้น จะคำนวณได้จากจำนวนไอซีต่อลอตผลิต(มีค่าเท่ากันในแต่ละกลุ่มผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 4.8) หารด้วยจำนวนชิพดีที่มีอยู่ในเวเฟอร์ (ในการศึกษานี้ กำหนดให้อัตราส่วนชิพดีเป็นร้อยละ95) จะได้จำนวนเวเฟอร์ที่ต้องใช้สำหรับลอตผลิตนี้ จากนั้นลบหนึ่ง (เวเฟอร์แรก รวมอยู่ในงาน NO3) จากนั้นปัดตัวเลขขึ้นเป็นจำนวนเต็ม จะได้จำนวนครั้งที่ต้องทำการเปลี่ยนเวเฟอร์ ยกตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์ E อยู่ในกลุ่ม

LQFP64 ซึ่งมีจำนวน 1600 ไอซีต่อลอตผลิต เวเฟอร์ที่เป็นวัตถุดิบมีจำนวน 1285 ชิพต่อเวเฟอร์ คิดเป็นชิพดี 1221 ตัว ดังนั้นการผลิตลอตนี้ ต้องใช้เวเฟอร์ทั้งหมด 1.2 แผ่น จึงมีงานย่อย NO1 เกิดขึ้น 1 ครั้ง คิดเป็นเวลา 30.1 วินาที ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.8 จำนวนไอซีต่อลอตผลิตแบ่งตามกลุ่มผลิตภัณฑ์

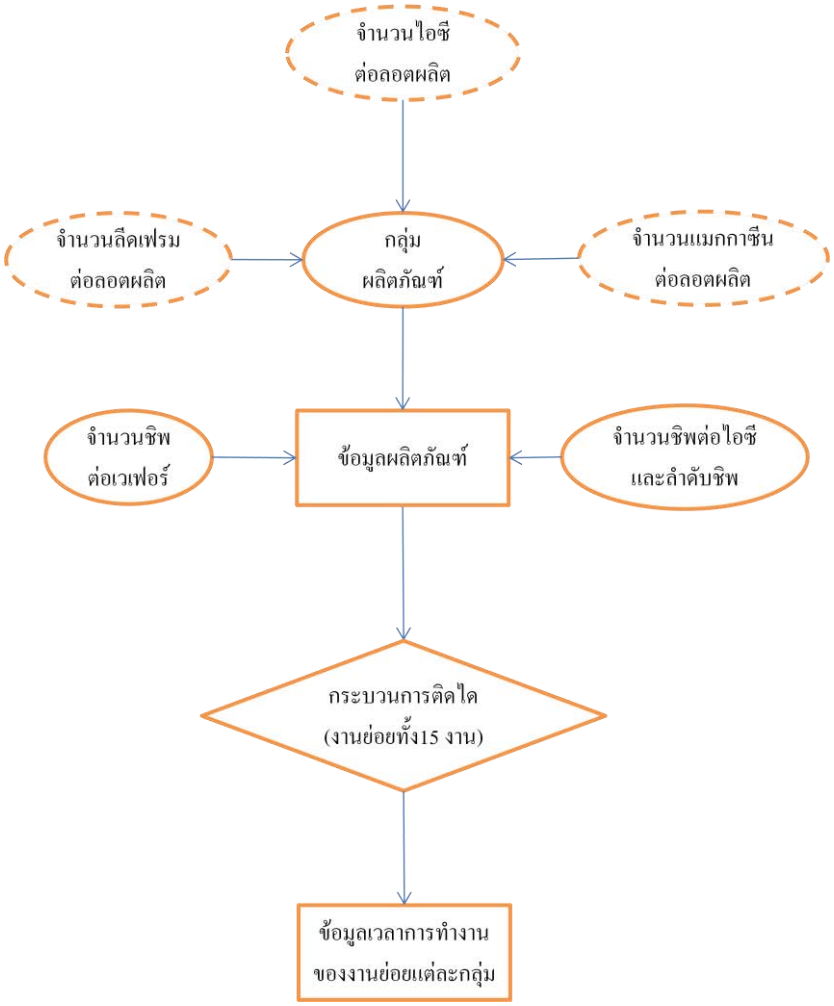
กลุ่ม	**จำนวนไอซีต่อลอตผลิต**
LQFP100	1280
LQFP48	1440
LQFP64	1600
LQFP80	1600
QFP208	2400
SDIP30	1920
SOP14	3840
SOP16	3840
SOP20	3840
SOP28	1920
SOP30	1920
SSOP16	6720
SSOP20	3360
SSOP24	4480

ตารางที่ 4.9 เวลามาตรฐานของงานย่อย NO11

ผลิตภัณฑ์	**เวลาของงานย่อย NO11 (วินาที)**
ทุกผลิตภัณฑ์	30.1

4.2 แบบคำนวณเวลามาตรฐานพรีดีเทอร์มินสำหรับกระบวนการติดได

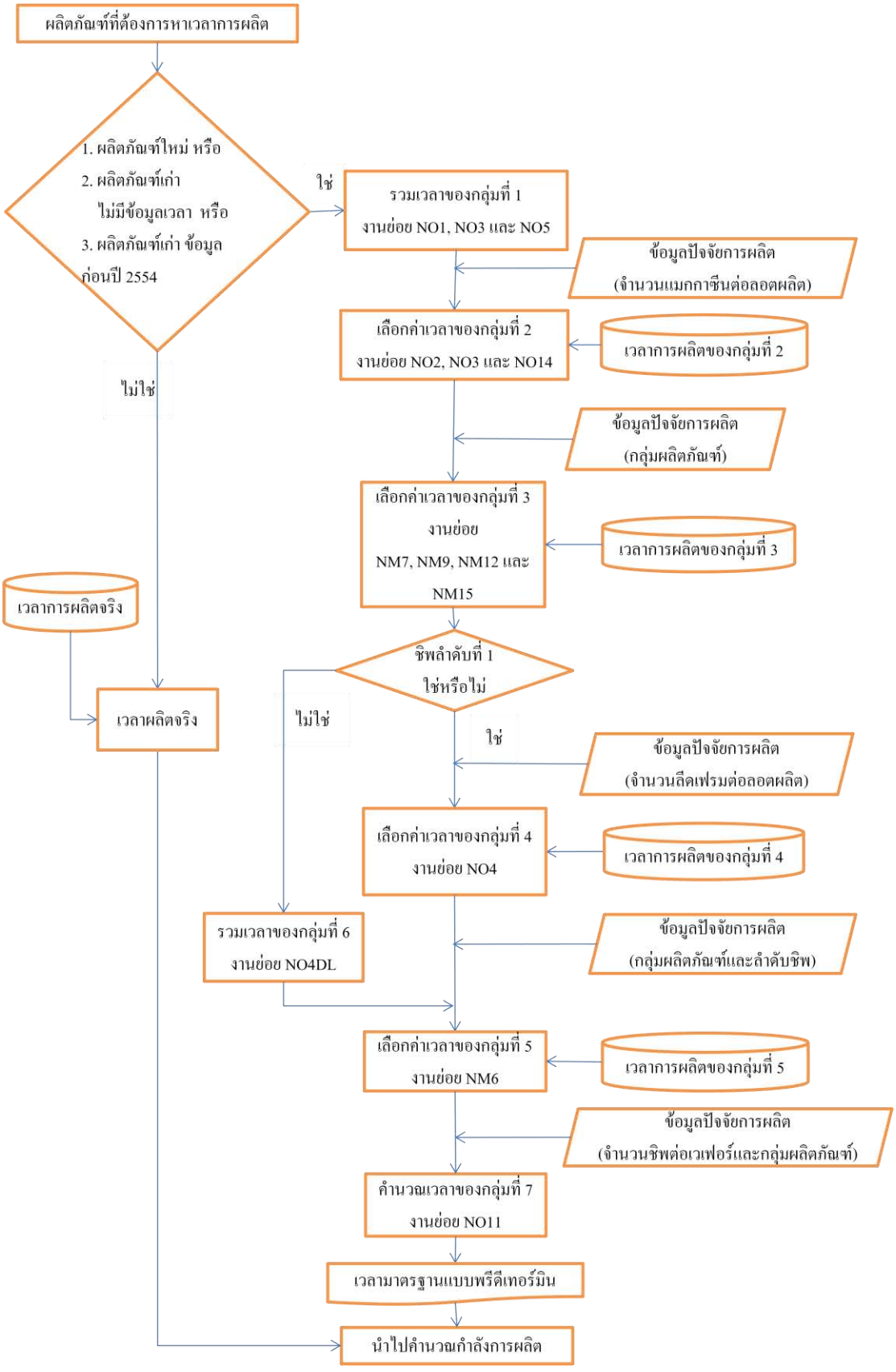
เวลามาตรฐานที่ได้จากหัวข้อ 4.1 นำมาเป็นฐานข้อมูลในการสร้างระบบเวลาที่กำหนดไว้เพื่อคำนวณกำลังการผลิตของผลิตภัณฑ์ใหม่ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 2007 โดยความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในฐานข้อมูลเป็นไปดังภาพที่ 4.1 เมื่อ ป้อนข้อมูลกลุ่มผลิตภัณฑ์ โปรแกรมจะดึงข้อมูล จำนวนไอซีต่อลอตผลิต จำนวนลีดเฟรมต่อลอตผลิต และจำนวนแมกกาซีนต่อลอตผลิตจากฐานข้อมูล จากนั้น ป้อนข้อมูล จำนวนชิพต่อเวเฟอร์ จำนวนชิพต่อไอซี และลำดับชิพ จะได้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นต่อการคำนวณเวลาการทำงานแบบพรีดีเทอร์มิน โดยดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลเวลางานของงานย่อยแต่ละกลุ่ม



ภาพที่ 4.1 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

หลักการคำนวณเวลาพรีดีเทอร์มิน แสดงในภาพที่ 4.2 กล่าวคือ หากเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือ ผลิตภัณฑ์เก่าที่ยังไม่มีข้อมูลเวลาการผลิตที่จับเวลาจริง หรือ ผลิตภัณฑ์เก่า มีเวลาการผลิตที่จับเวลาจริงแต่บันทึกเวลาก่อนปี 2554 จะต้องคำนวณกำลังการผลิตจากเวลาพรีดีเทอร์มิน หากไม่อยู่ในเงื่อนไขนี้ ก็ให้ใช้เวลาการผลิตที่จับจริง

การคำนวณเวลาพรีดีเทอร์มิน เริ่มจาก รวมเวลาของงานย่อยกลุ่มที่ 1 ซึ่งทุกผลิตภัณฑ์มีค่าเท่ากัน จากนั้น ดึงข้อมูลจำนวนแมกกาซีนต่อลอตผลิต เพื่อเลือกค่าเวลาของงานย่อยกลุ่มที่ 2 จากฐานข้อมูลเวลาการผลิตของกลุ่มที่ 2 จากนั้น ดึงข้อมูลกลุ่มผลิตภัณฑ์ เพื่อเลือกค่าเวลาของงานย่อยกลุ่มที่ 3 จากฐานข้อมูลเวลาการผลิตของกลุ่มที่ 3 จากนั้นพิจารณาว่าเป็นชิพลำดับที่ 1 หรือเป็นไอซีที่มีชิพ 1 ตัวหรือไม่ ถ้าใช่ จะต้องผ่านงานย่อย NO4 โดยดึงข้อมูลจำนวนลีดเฟรมจากลอตผลิตเพื่อเลือกค่าเวลาของงานย่อยกลุ่มที่ 4 จากฐานข้อมูล หากเป็นชิพลำดับที่ 2 หรือ 3 จะไม่ผ่านงาน NO4 แต่ จะผ่านงาน NO4DL ก็จะรวมเวลาของงานย่อยกลุ่มที่ 6 ได้เลย จากนั้น ดึงข้อมมูลกลุ่มผลิตภัณฑ์และลำดับชิพเพื่อเลือกค่าเวลาของงานย่อยกลุ่มที่ 5 จากฐานข้อมูล แล้วดึงข้อมูลจำนวนชิพต่อเวเฟอร์และกลุ่มผลิตภัณฑ์ เพื่อคำนวณเวลาของงานย่อยกลุ่มที่ 7 (งาน NO11) จากสูตรคำนวณ แล้วสรุปผลเป็นเวลาพรีดีเทอร์มินเพื่อคำนวณกำลังการผลิตต่อไป



ภาพที่ 4.2 แผนภาพแสดงการหาเวลาการผลิต

ข้อมูลผลิตภัณฑ์ใหม่		
ชื่อผลิตภัณฑ์	A	
กลุ่มผลิตภัณฑ์	SSOP24	*
จำนวนชิพต่อเวเฟอร์	5000	*
จำนวนชิพต่อไอซี	1	*
ลำดับชิพ	1	*
เส้นผ่านศูนย์กลางเวเฟอร์	6	

เวลาของงานย่อย		
กลุ่ม	งานย่อย	เวลา (วินาที)
1	NO1, NO3, NO5	409.6
2	NO2, NO13, NO14	385.7
3	NO7, NO9, NO12, NO15	6748.1
4	NO4	85.5
5	NM6	12.5
6	NO4DL	0.0
7	NO11	0.0
เวลาที่ใช้ต่อลอตผลิต		7641.4
เวลาผลิตต่อไอซีหนึ่งตัว		1.7

ภาพที่ 4.3 รูปแบบการแสดงผลเวลาพรีดีเทอร์มิน

เมื่อต้องการหาเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน อาจเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่แล้วแต่ยังไม่มีข้อมูลเวลามาตรฐาน ผู้ใช้งานกรอกชื่อผลิตภัณฑ์ กลุ่มผลิตภัณฑ์ จำนวนชิพต่อเวเฟอร์ จำนวนชิพต่อไอซี ลำดับชิพ และเส้นผ่านศูนย์กลางของเวเฟอร์ จากนั้นโปรแกรมจะดึงข้อมูลที่ต้องการจากตารางแสดงปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้องกับเวลาการผลิต (ตารางที่ ค.1 ในภาคผนวก ค.) เพื่อเป็นจุดตั้งต้นดึงเวลาจากฐานข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จากการหาเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มินคือเวลารวมที่ใช้ต่อลอตผลิต ซึ่งนำไปคำนวณหากำลังการผลิตต่อไป

4.3 ผลการวิจัย

วิธีการเปรียบเทียบวิธีการประมาณเวลาการผลิตแบบใหม่กับวิธีปัจจุบัน ทำโดยการจับเวลาการผลิตผลิตภัณฑ์อื่น นอกเหนือจาก 20 ผลิตภัณฑ์ที่นำมาทำฐานข้อมูล มาเปรียบเทียบกับเวลาที่ได้จากระบบการหาเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มินที่สร้างขึ้น โดยการทดสอบที (Paired T-Test) แบบสองทางสำหรับเวลาเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ แต่ละชนิด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

การจับเวลาการผลิตจริง 14 กลุ่มผลิตภัณฑ์ จำนวนชิพต่อไอซี 3 กลุ่ม โดยกำหนดจำนวนตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และความคลาดเคลื่อน ±5% ได้ผลดังนี้

4.3.1 <u>เวลาที่วัดจากการผลิตจริง</u>

การจับเวลาการผลิตจริง 14 กลุ่มผลิตภัณฑ์ จำนวนชิพต่อไอซี 3 กลุ่ม โดยกำหนดจำนวนตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และความคลาดเคลื่อน ±5% ยกตัวอย่างเช่น ตารางที่ 4.10 แสดงเวลาการผลิตจริงของกลุ่ม LQFP48 ส่วนกลุ่มอื่นๆ แสดงไว้ในภาคผนวก ง

ตารางที่ 4.10 เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม LQFP48 (1 ชิพต่อไอซี)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
LQFP48	LQFP48-1	1	1	3072	2942	3007	0.7
LQFP48	LQFP48-2	1	1	2891	2996	2943.5	0.5
LQFP48	LQFP48-3	1	1	2915	2897	2906	0.0
LQFP48	LQFP48-4	1	1	2798	2967	2882.5	1.4
LQFP48	LQFP48-5	1	1	2938	3011	2974.5	0.2
LQFP48	LQFP48-6	1	1	2773	3165	2969	7.0
LQFP48	LQFP48-7	1	1	2762	2962	2862	2.0
LQFP48	LQFP48-8	1	1	2755	2733	2744	0.0

4.3.2 ผลการเปรียบเทียบเวลาการผลิตจริงกับเวลาพรีดีเทอร์มิน

จากข้อมูลเวลาจริงเฉลี่ย เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเวลาพรีดีเทอร์มินที่คำนวณได้ของกลุ่ม LQFP48 ได้ผลดังตารางที่ 4.11 ผลการเปรียบเทียบของกลุ่มผลิตภัณฑ์ทั้งหมดแสดงในภาคผนวก จ

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม LQFP48

ผลิตภัณฑ์	เวลาจริง	เวลาพรีดีเทอร์มิน	ความแตกต่าง	สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง	เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
LQFP48-1	3007.0	2920.9	-86.1	86.1	2.9%
LQFP48-2	2943.5	2920.9	-22.6	22.6	0.8%
LQFP48-3	2906.0	2920.9	14.9	14.9	0.5%
LQFP48-4	2882.5	2920.9	38.4	38.4	1.3%
LQFP48-5	2974.5	2897.6	-76.9	76.9	2.6%
LQFP48-6	2969.0	2920.9	-48.1	48.1	1.6%
LQFP48-7	2862.0	2920.9	58.9	58.9	2.1%
LQFP48-8	2744.0	2897.6	153.6	153.6	5.6%

นำเวลาที่ได้จากการจับจริงและเวลาพรีดีเทอร์มินมาทดสอบทีแบบจับคู่ (Paired T-Test) แบบสองทางสำหรับเวลาเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ แต่ละชนิด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ผลดังตารางที่ 4.12 สรุปได้ว่ายอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) สำหรับทุกกลุ่มผลิตภัณฑ์ คือค่าเฉลี่ยของเวลาการทำงานจริงกับเวลาที่คำนวณจากระบบพรีดีเทอร์มินไม่แตกต่างกัน และเปอร์เซนต์ความแตกต่างเฉลี่ยของทุกกลุ่มอยู่ในช่วง 1-6% โดยกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีเปอร์เซนต์ความแตกต่างมากที่สุดคือกลุ่ม SOP20 และกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีเปอร์เซนต์ความแตกต่างน้อยที่สุดคือกลุ่ม LQFP100 ชนิด 3 ชิพต่อไอซี

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบทีแบบจับคู่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

กลุ่มผลิตภัณฑ์	ชิพต่อไอซี	จำนวนผลิตภัณฑ์	เปอร์เซนต์ความแตกต่างเฉลี่ย	P-Value
LQFP100	3	1	1%	0.69
LQFP100	2	3	2%	0.92
LQFP100	1	9	2%	0.17
LQFP48	1	8	2%	0.89
LQFP64	1	10	3%	0.44
LQFP80	2	3	4%	0.91
LQFP80	1	10	3%	0.89
QFP208	1	5	2%	0.46
SDIP30	2	3	2%	0.41
SDIP30	1	8	4%	0.83
SOP16	1	7	3%	0.69
SOP20	1	7	6%	0.17
SOP28	1	8	5%	0.63
SOP30	2	6	3%	0.91
SOP30	1	8	4%	0.27
SSOP16	1	10	3%	0.71
SSOP20	1	9	4%	0.91
SSOP24	1	10	3%	0.24

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำระบบการคำนวณเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มินมาใช้เพื่อแก้ปัญหาการประเมินเวลาผลิตที่ผิดพลาด เนื่องจากการประเมินเวลาของผลิตภัณฑ์ใหม่แบบเดิม ใช้ประสบการณ์ของผู้คำนวณกำลังการผลิตหรือวิศวกร ซึ่งไม่มีหลักการหรือแบบแผนที่แน่นอน ทำให้ประเมินเวลามาตรฐานผิดไปจากความเป็นจริง

โรงงานตัวอย่างที่ศึกษา เป็นโรงงานผลิตไอซี โดยเลือกกระบวนการติดไดขึ้นมาศึกษาเนื่องจากเมื่อเทียบผลิตภัณฑ์ในกลุ่มเดียวกันเอง พบว่ากระบวนการเชื่อมลวดวงจร และกระบวนการติดได มีความผันแปรของเวลามากที่สุด ส่วนกระบวนการอื่นไม่แตกต่างกันในกลุ่มผลิตภัณฑ์ สามารถอ้างอิงเวลาจากผลิตภัณฑ์อื่นในกลุ่มเดียวกันได้ นอกจากนี้ เวลาการผลิตในกระบวนการเชื่อมลวดวงจรมีปัจจัยในการผลิตอื่นๆเช่น วิธีการเชื่อม ความหนาของลวดทอง จำนวนเส้นไวร์ เป็นต้นซึ่งเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถรู้ก่อนการผลิตเป็นเวลานาน จะรู้ก็ถึงขั้นตอนการผลิตสินค้าตัวอย่าง จึงไม่สามารถทำนายเวลาการผลิตล่วงหน้าระยะยาวได้ แต่กระบวนการติดได จะทราบข้อมูลล่วงหน้าระยะยาวเพราะต้องกำหนดวัตถุดิบหลัก (เวเฟอร์) ล่วงหน้าเป็นเวลานานประมาณ 3 ปี

งานวิจัยนี้ เลือกผลิตภัณฑ์ไอซีกลุ่มมีขา (Peripheral) มาศึกษาเนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มการผลิตลดลงในอนาคตเนื่องจากเป็นไอซีที่มีฟังก์ชั่นพื้นฐานและเริ่มล้าสมัย จึงควรปรับลดกำลังการผลิตให้เหมาะสม โดยเลือกผลิตภัณฑ์ประเภทมีขา 20 ผลิตภัณฑ์ จาก 14 กลุ่มผลิตภัณฑ์ ซึ่งมียอดการสั่งผลิตมากที่สุด (ข้อมูลระหว่างเดือนเมษายน 2554 ถึงเดือนมีนาคม 2555)

การวิจัยดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเวลาการทำงาน : ศึกษากระบวนการติดไดอย่างละเอียด และแบ่งเวลาของกระบวนการติดไดเป็นงานย่อย 15 งานย่อย โดยกำหนดจุดเริ่มต้น จุดสิ้นสุด และรายละเอียดของงานอย่างละเอียด เก็บข้อมูลเวลาในแต่ละงานย่อยของ 20 ผลิตภัณฑ์ที่ยกมาศึกษาตามจำนวนตัวอย่างที่ต้องการที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สรุปความสัมพันธ์ของเวลาและปัจจัยในการผลิตของแต่ละงานย่อย

2. จัดทำฐานข้อมูลเวลามาตรฐาน : โดยแบ่งเป็นสองส่วนคือ ส่วนรายละเอียดงานย่อย เป็นส่วนที่ระบุรายละเอียด จุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดของแต่ละงานย่อยเพื่อเป็นมาตรฐานในการทำงานและจับเวลา และอีกส่วนหนึ่งคือการขยายผลข้อมูลเวลาของแต่ละงานย่อย สรุปเป็น 7 กลุ่มของงานย่อยแบ่งตามความสัมพันธ์ เพื่อเป็นฐานการคำนวณเวลา ดังนี้

ก. กลุ่มที่ 1 เวลาของงานย่อยเท่ากันในทุกผลิตภัณฑ์
ข. กลุ่มที่ 2 เวลาของงานย่อยเท่ากันในผลิตภัณฑ์ที่ใช้จำนวนแมกกาซีนต่อลอตผลิตเท่ากัน โดยจำนวนแมกกาซีนต่อลอตผลิต ก็จะเป็นไปตามกลุ่มผลิตภัณฑ์
ค. กลุ่มที่ 3 เวลาของงานย่อยแตกต่างกันไปตามกลุ่มผลิตภัณฑ์
ง. กลุ่มที่ 4 เวลาของงานย่อยขึ้นกับจำนวนลีดเฟรมที่ใช้ต่อลอตการผลิต ซึ่งจำนวนลีดเฟรมนี้ ก็จะเป็นไปตามกลุ่มผลิตภัณฑ์
จ. กลุ่มที่ 5 เวลาของงานย่อยขึ้นกับกลุ่มผลิตภัณฑ์ และลำดับชิพบนไอซี
ฉ. กลุ่มที่ 6 เวลาของงานย่อยขึ้นกับกลุ่มผลิตภัณฑ์ และลำดับชิพบนไอซี แต่ต่างกับกลุ่มที่ 5 เพราะงานนี้ไม่ได้เกิดในทุกลอตผลิต จะเกิดขึ้นเฉพาะ การติดชิพลำดับ 2 และ 3 บนไอซีเท่านั้น
ช. กลุ่มที่ 7 เวลาของงานย่อยที่เกิดขึ้น 1 ครั้งเท่ากันทุกผลิตภัณฑ์ คือ 30.1 วินาที แต่จำนวนครั้งของงานย่อย ที่เกิดขึ้นในแต่ละลอตผลิต ไม่เท่ากัน ขึ้นกับจำนวนไอซีต่อลอตผลิต และจำนวนชิพบนเวเฟอร์ที่เป็นวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์

3. จัดทำระบบคำนวณเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มินสำหรับกระบวนการติดได เป็นการผูกสูตรคำนวณเวลาจากเวลามาตรฐานที่ได้ในข้อ 2 เมื่อผู้ใช้ใส่ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ ได้แก่

กลุ่มผลิตภัณฑ์ จำนวนชิพต่อเวเฟอร์ จำนวนชิพต่อไอซี และลำดับชิพ ระบบจะเลือกเวลามาตรฐานของแต่ละกลุ่มขึ้นมาแสดงผล และรวมเป็นเวลามาตรฐานต่อลอตผลิต

4. เปรียบเทียบและประเมินผล: ทำโดยจับเวลาการทำงานจริงของ 14 กลุ่มผลิตภัณฑ์ มาเปรียบเทียบกับเวลาของระบบพรีดีเทอร์มินด้วยการทดสอบทีแบบจับคู่ (Paired T-Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าผลการทดสอบยอมรับสมมติฐานหลัก คือ ไม่มีความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่ม โดยมีค่า P-Value ระหว่าง 0.17 ถึง 0.92 และมีเปอร์เซนต์ความแตกต่างเฉลี่ยทุกกลุ่มผลิตภัณฑ์ 3%

5. การคำนวณกำลังการผลิต : นำเวลาพรีดีเทอร์มินที่ได้มาหาเวลาการผลิตต่อ 1 ไอซี (Takt time) และนำไปแทนค่าในสูตรคำนวณกำลังการผลิตในหัวข้อ 1.1 จะได้กำลังการผลิตต่อเดือนของผลิตภัณฑ์ เช่น ผลิตภัณฑ์หนึ่งในกลุ่ม LQFP100 มีจำนวนชิพต่อเวเฟอร์ 1194 ตัว จำนวน 1 ชิพต่อไอซี คำนวนเวลาพรีดีเทอร์มินได้ 3116.8 วินาทีต่อลอตผลิต หรือคิดเป็น 2.44 วินาทีต่อไอซี จะคำนวณกำลังการผลิตของเดือนมิถุนายน 2554 (30วันทำงาน) ได้ดังนี้

$$Capacity(ICs/month) = \left(\frac{30\,days \times 24\,hr \times 60\,\text{min} \times 60\,\text{sec}}{2.44} \right) \times 80\%$$

กำลังการผลิต = 851,581 ไอซีต่อเดือน

5.2 อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การหาเวลามาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์ใดๆ สามารถทำได้หลายวิธี ตามความเหมาะสมของกระบวนการ และผลิตภัณฑ์ โดยมีวิธีการหาเวลามาตรฐานหลายวิธีที่เป็นที่ยอมรับ เช่น **Al-Saleh (2011)** ใช้วิธีจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม ARENA เพื่อช่วยหาเวลามาตรฐาน สำหรับงานสถานีตรวจสอบสภาพรถยนต์ หรือในกระบวนการที่ไม่ซับซ้อน มีปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลิตไม่มาก อายุของผลิตภัณฑ์ยาว วิธีการจับเวลาโดยตรง ก็เป็นวิธีที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย สามารถใช้งานได้ง่ายและไม่ซับซ้อนเหมือนวิธีอื่นๆ

งานวิจัยนี้ มีช่องทางให้ศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของปัจจัยการผลิตที่เปลี่ยนไป เช่น อาจต่อยอดในการหาเวลามาตรฐานเมื่อต้องการเปลี่ยนจำนวนไอซีต่อลอตที่เหมาะสม การพัฒนาชิพที่ส่งผลให้จำนวนไอซีต่อเวเฟอร์เปลี่ยนไป การปรับปรุงคุณภาพของชิพซึ่งจะส่งผลต่ออัตราส่วนชิพดีในเวเฟอร์ เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงปัจจัยในการผลิตเหล่านี้ สามารถนำข้อมูลเวลาในวิจัยนี้มาประยุกต์เพื่อหาเวลาแบบพรีดีเทอร์มินก่อนจะทำการผลิตจริงได้ เป็นวิธีที่ง่ายและไม่ต้องเสียทรัพยากรทำการทดลองและจับเวลาจริง

ในขณะเดียวกัน งานวิจัยที่ศึกษานี้เป็นตัวอย่างของกระบวนการที่มีปัจจัยการผลิตที่ส่งผลต่อเวลาหลายปัจจัย ผลิตภัณฑ์มีมากกว่าหนึ่งพันชนิด อายุผลิตภัณฑ์สั้นๆ มีผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาดอยู่ตลอดเวลา และเวลาการผลิตต่อลอตผลิตยาว วิธีการจับเวลาโดยตรงจะสิ้นเปลืองเวลาและกำลังคนเป็นอย่างมาก ไม่สามารถจะจับเวลาได้ครบทุกผลิตภัณฑ์ วิธีการหาเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มินจะช่วยทุ่นแรงได้มาก นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้กับกระบวนการอื่นๆ หรืออุตสาหกรรมอื่นๆ ที่มีสภาพการผลิตใกล้เคียงกัน เพื่อลด ความสูญเปล่าที่เกิดจากการประเมินกำลังการผลิตผิดพลาด หรือแม้แต่ทรัพยากรที่สูญเสียไปในการจับเวลาการทำงาน

รายการอ้างอิง

[1] Barnes. R.M.1980. Motion and Time Study: Design and Measurement of Work. New York : John Wiley & Sons.

[2] Kanawaty G. 1992. Introduction to Work Study. Geneva : International Labor Office.

[3] Schmid. R.O. 1957. An Analysis of Predetermined Time Systems. New Jersey: Department of management engineering of Newark college of engineering.

[4] Davis. L.E. 1949. A Proposed for the Improvement of Time Study. Mechanical Engineering. 71(1949): 399-402

[5] Niebel, B.W. 1976. Motion and Time Study. Illinois : Richard D. Irwin.

[6] Soriguera, F., Rosas, D. and Robuste, F. December 2010. Travel Time measurement in closed toll highways.. Transportation Research Part B 44(2010) : 1242-1267.

[7] Cone, D.C., Davidson S.J. and Que N. February 1998. A Time-Motion Study of the Emergency Medical Services Turnaround Interval. Annals of Emergency Medicine 31(1997) : 241-246.

[8] Ko, C.S., Cha, M.S. and Rho, J.J.. September 2007. A Case study for determining standard time in a multi-pattern and short life-cycle production system. Computer and Industrial Engineering 53(2007) : 321-325.

[9] Al-Saleh, K.S. January 2011. Productivity Improvement of a Motor Vehicle Inspection Station Using Motion and Time Study Techniques. Journal of King Saud University – Engineering Sciences 23(2011) : 33-41.

[10] Werf, E.V., Lievens, Y., Verstraete, J., Pauwels, K. and Bogaert W.V. O. Time and Motion Study of Radiotherapy Delivery: Ecomonic Burden of Increased Quality Assurance and IMRT. Radiotherapy and Oncology 93(2009) : 137-140.

[11] Kreulen, C.M., Moscovich, H., Dansen, K.A. and Creugers, N.H.J. Time-and-Motion Study on Class II Copy-Milled Creamic Inlays. Journal of Dentistry 28(2000): 429-436.

[12] เหรียญ บุญดีสกุลโชค. การคำนวณค่าเวลามาตรฐานสำหรับกิจกรรมการผลิต. วารสารช่างพูด 1(2010): 11.

[13] Crossan, R.M. and Nance, N.W.1972. Master Standard Data. London : McGraw-Hill.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ข้อมูลเวลาที่ใช้คำนวณกำลังการผลิตแบบเดิมของกลุ่ม LQFP100

ภาคผนวก ก.

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลเวลาที่ใช้คำนวณกำลังการผลิตแบบเดิมของกลุ่ม LQFP100

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ข้อมูล ณ วันที่ 30 มีนาคม 2554				ข้อมูล ณ วันที่ 30 สิงหาคม 2554		เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
				เวลาต่อลอตผลิต	ที่มา	จับเวลา ณ วันที่	อ้างอิงจากผลิตภัณฑ์	เวลาต่อลอตผลิต	จับเวลา ณ วันที่	
LQFP100	A	1	1	3063	เวลาจริง	18 ม.ค. 54				
LQFP100	B	1	1	3149	เวลาจริง	16 มี.ค. 54				
LQFP100	C	1	1	3111	เวลาจริง	16 มี.ค. 54				
LQFP100	D	2	2	2694	เวลาจริง	9 ก.ย. 51				
LQFP100	D	2	1	3592	เวลาประมาณ		E	3072	9 มิ.ย. 54	17%
LQFP100	E	2	2	3162	เวลาจริง	4 ก.พ. 54				
LQFP100	E	2	1	3592	เวลาจริง	3 มี.ค. 53				
LQFP100	F	2	2	3162	เวลาประมาณ		E	3189	4 พ.ค. 54	1%
LQFP100	F	2	1	3592	เวลาประมาณ		E	3131	26 เม.ย. 54	15%
LQFP100	G	2	2	3162	เวลาประมาณ		E	3060	4 พ.ค. 54	3%
LQFP100	G	2	1	3592	เวลาประมาณ		E	3025	22 พ.ค. 54	19%
LQFP100	H	2	2	3162	เวลาประมาณ		E	3095	16 พ.ค. 54	2%

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลเวลาที่ใช้คำนวณกำลังการผลิตแบบเดิมของกลุ่ม LQFP100 (ต่อ)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ข้อมูล ณ วันที่ 30 มีนาคม 2554			อ้างอิงจากผลิตภัณฑ์	ข้อมูล ณ วันที่ 30 สิงหาคม 2554		เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
				เวลาต่อลอตผลิต	ที่มา	จับเวลา ณ วันที่		เวลาต่อลอตผลิต	จับเวลา ณ วันที่	
LQFP100	H	2	1	3592	เวลาประมาณ		E	3009	16 พ.ค. 54	19%
LQFP100	I	1	1	2694	เวลาประมาณ		D	3127	26 เม.ย. 54	14%
LQFP100	J	1	1	3025	เวลาจริง	7 มี.ค. 52				
LQFP100	K	1	1	3283	เวลาจริง	3 มี.ค. 53				
LQFP100	L	1	1	2962	เวลาจริง	9 ก.ค. 52				
LQFP100	M	1	1	3131	เวลาจริง	4 ก.พ. 54				
LQFP100	N	1	1	3131	เวลาประมาณ	18 ม.ค. 54	M			
LQFP100	O	1	1	3022	เวลาจริง	3 ก.ย. 53				
LQFP100	P	1	1	3022	เวลาประมาณ		O	3188	16 พ.ค. 54	5%
LQFP100	Q	1	1	3592	เวลาประมาณ		E	3002	4 พ.ค. 54	20%
LQFP100	R	1	1	2962	เวลาประมาณ		L	3301	4 พ.ค. 54	10%
LQFP100	S	1	1	2962	เวลาประมาณ		L	3228	16 พ.ค. 54	8%
LQFP100	T	1	1	2962	เวลาประมาณ		L	3173	18 เม.ย. 54	7%

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลเวลาที่ใช้คำนวณกำลังการผลิตแบบเดิมของกลุ่ม LQFP100 (ต่อ)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ข้อมูล ณ วันที่ 30 มีนาคม 2554			อ้างอิงจากผลิตภัณฑ์	ข้อมูล ณ วันที่ 30 สิงหาคม 2554		เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
				เวลาต่อลอตผลิต	ที่มา	จับเวลา ณ วันที่		เวลาต่อลอตผลิต	จับเวลา ณ วันที่	
LQFP100	U	1	1	2962	เวลาประมาณ		L	3083	20 พ.ค. 54	4%
LQFP100	V	1	1	2962	เวลาประมาณ		L			
LQFP100	W	1	1	2962	เวลาประมาณ		L			
LQFP100	X	1	1	2962	เวลาประมาณ		L			
LQFP100	Y	1	1	2962	เวลาประมาณ		L			
LQFP100	AA	1	1	2962	เวลาประมาณ		L			
LQFP100	AB	1	1	2962	เวลาประมาณ		L			
LQFP100	AC	1	1	3751	เวลาจริง	16 ธ.ค. 52				
LQFP100	AD	2	2	3162	เวลาประมาณ		E	3077	22 พ.ค. 54	
LQFP100	AD	2	1	3592	เวลาประมาณ		E	2994	27 พ.ค. 54	
LQFP100	AE	2	2	3592	เวลาประมาณ		E	3032	3 มิ.ย. 54	
LQFP100	AE	2	1	2962	เวลาประมาณ		L	3153	30 พ.ค. 54	

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลเวลาที่ใช้คำนวณกำลังการผลิตแบบเดิมของกลุ่ม LQFP100 (ต่อ)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ข้อมูล ณ วันที่ 30 มีนาคม 2554			อ้างอิงจากผลิตภัณฑ์	ข้อมูล ณ วันที่ 30 สิงหาคม 2554		เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
				เวลาต่อลอตผลิต	ที่มา	จับเวลา ณ วันที่		เวลาต่อลอตผลิต	จับเวลา ณ วันที่	
LQFP100	AF	2	2	3131	เวลาประมาณ	10 ม.ค. 54	M			
LQFP100	AF	2	1	3149	เวลาประมาณ		B			
LQFP100	AG	2	2	3592	เวลาประมาณ		E	3221	7 มิ.ย. 54	12%
LQFP100	AG	2	1	3299	เวลาจริง	16 ธ.ค. 52				
LQFP100	AH	1	1	3592	เวลาประมาณ			3105	7 มิ.ย. 54	16%
LQFP100	AI	1	1	3592	เวลาประมาณ			3078	18 เม.ย. 54	17%
LQFP100	AJ	2	2	3283	เวลาประมาณ		K	3188	27 พ.ค. 54	3%
LQFP100	AJ	2	1	3283	เวลาประมาณ		K			
LQFP100	AK	1	1	3283	เวลาประมาณ		K			
LQFP100	AL	2	2	3283	เวลาประมาณ		K			
LQFP100	AL	2	1	3283	เวลาประมาณ		K			
LQFP100	AM	1	1	3382	เวลาจริง	27 พ.ย. 52				
LQFP100	AN	1	1	3382	เวลาประมาณ		AN			

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลเวลาที่ใช้คำนวณกำลังการผลิตแบบเดิมของกลุ่ม LQFP100 (ต่อ)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ข้อมูล ณ วันที่ 30 มีนาคม 2554			อ้างอิงจากผลิตภัณฑ์	ข้อมูล ณ วันที่ 30 สิงหาคม 2554		เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
				เวลาต่อลอตผลิต	ที่มา	จับเวลา ณ วันที่		เวลาต่อลอตผลิต	จับเวลา ณ วันที่	
LQFP100	AO	2	2	3382	เวลาประมาณ		AN			
LQFP100	AO	2	1	3592	เวลาประมาณ		E			
LQFP100	AP	1	1	2962	เวลาประมาณ		L			

ภาคผนวก ข
ผลการศึกษาเวลา

ภาคผนวก ข.

ตารางที่ ข.1 เวลาของงานย่อย NO1

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	เวลา (วินาที)						ค่าเฉลี่ย	จำนวนตัวอย่างที่ต้องการ
		1	2	3	4	5	6		
LQFP100	A	254	216	233	230	215	235	230.5	5.2
	B	229	216	240	223	239	245	232.0	3.1
	C	217	226	233	215	231	240	227.0	2.4
LQFP48	D	235	226	236	239	225	246	234.5	1.5
LQFP64	E	237	243	230	247	223	234	235.7	1.8
LQFP80	F	232	223	225	244	233	213	228.3	2.8
	G	233	221	218	241	245	236	232.3	2.9
QFP208	H	239	238	226	229	240	220	232.0	1.7
SDIP30	I	227	231	233	224	243	225	230.5	1.2
	J	246	221	221	230	242	229	231.5	2.7
	K	227	240	245	226	224	238	233.3	1.9
SOP14	L	223	244	227	234	222	231	230.2	1.7
SOP16	M	233	245	217	234	221	229	229.8	2.5
SOP20	N	231	218	232	232	242	222	229.5	1.8
SOP28	O	228	223	238	234	229	237	231.5	0.8
SOP30	P	211	252	223	230	247	226	231.5	5.9
SSOP16	Q	243	218	230	218	225	239	228.8	2.8
SSOP20	R	232	241	225	241	219	238	232.7	2.0
SSOP24	S	216	233	229	251	231	237	232.8	3.2
	T	228	245	226	223	233	239	232.3	1.7

ตารางที่ ข.2 เวลาของงานย่อย NO2

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	เวลา (วินาที)						ค่าเฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
		1	2	3	4	5	6		
LQFP100	A	18	18	19	17	19	20	18.5	4.3
	B	20	19	17	18	18	19	18.5	4.3
	C	18	20	17	18	18	17	18.0	4.9
LQFP48	D	17	15	16	16	18	17	16.5	5.4
LQFP64	E	19	20	19	18	18	21	19.2	5.0
LQFP80	F	19	18	21	18	19	19	19.0	4.4
	G	18	17	18	20	19	18	18.3	4.2
QFP208	H	52	56	54	54	55	49	53.3	2.9
SDIP30	I	36	40	37	35	34	37	36.5	4.3
	J	37	37	33	36	39	39	36.8	4.9
	K	38	36	40	38	36	36	37.3	2.6
SOP14	L	18	21	18	19	19	18	18.8	5.1
SOP16	M	19	18	18	18	18	19	18.3	1.1
SOP20	N	17	17	18	18	17	20	17.8	5.7
SOP28	O	18	17	18	18	17	19	17.8	2.4
SOP30	P	17	20	18	19	19	18	18.5	4.3
SSOP16	Q	35	38	41	37	36	37	37.3	4.1
SSOP20	R	19	18	17	18	19	17	18.0	3.3
SSOP24	S	32	37	36	35	33	38	35.2	5.8
	T	36	34	33	39	38	37	36.2	5.5

ตารางที่ ข.3 เวลาของงานย่อย NO3

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	เวลา (วินาที)						ค่าเฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
		1	2	3	4	5	6		
LQFP100	A	17	17	17	18	17	17	17.2	0.8
	B	16	16	17	17	17	18	16.8	2.7
	C	17	17	19	17	17	17	17.3	3.0
LQFP48	D	17	17	17	17	16	17	16.8	0.8
LQFP64	E	17	18	17	17	17	19	17.5	3.0
LQFP80	F	17	16	17	17	17	18	17.0	1.8
	G	16	18	18	17	18	17	17.3	3.0
QFP208	H	18	18	17	17	17	17	17.3	1.2
SDIP30	I	17	18	20	18	17	17	17.8	5.7
	J	18	17	17	18	17	19	17.7	2.8
	K	17	18	17	17	19	17	17.5	3.0
SOP14	L	16	18	17	17	17	17	17.0	1.8
SOP16	M	18	17	17	18	16	18	17.3	3.0
SOP20	N	17	19	17	18	17	17	17.5	3.0
SOP28	O	17	17	18	17	17	19	17.5	3.0
SOP30	P	20	17	18	17	18	18	18.0	4.9
SSOP16	Q	17	18	17	17	18	17	17.3	1.2
SSOP20	R	18	18	17	17	17	17	17.3	1.2
SSOP24	S	19	17	18	18	16	17	17.5	4.8
	T	16	17	18	17	19	17	17.3	4.7

ตารางที่ ข.4 เวลาของงานย่อย NO4

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	เวลา (วินาที)						ค่าเฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
		1	2	3	4	5	6		
LQFP100	A	69	78	77	77	70	71	73.7	4.1
	B	70	76	73	76	80	76	75.2	2.7
	C	72	72	73	71	64	77	71.5	4.7
LQFP48	D	67	70	66	69	69	66	67.8	0.9
LQFP64	E	74	67	75	76	80	75	74.5	4.3
LQFP80	F	75	70	76	76	70	75	73.7	2.0
	G	73	68	74	74	76	78	73.8	2.8
QFP208	H	90	92	91	91	94	90	91.3	0.4
SDIP30	I	81	86	88	82	85	85	84.5	1.3
	J	87	87	83	85	83	86	85.2	0.6
	K	86	86	84	89	84	85	85.7	0.6
SOP14	L	78	73	71	75	71	68	72.7	3.1
SOP16	M	68	75	74	78	75	73	73.8	2.7
SOP20	N	74	71	72	70	76	77	73.3	2.0
SOP28	O	74	74	75	71	69	71	72.3	1.4
SOP30	P	74	76	75	70	70	74	73.2	1.6
SSOP16	Q	87	87	88	83	85	86	86.0	0.6
SSOP20	R	75	68	73	73	73	71	72.2	1.5
SSOP24	S	82	85	83	86	87	92	85.8	2.3
	T	90	85	85	86	81	87	85.7	1.6

ตารางที่ ข.5 เวลาของงานย่อย NO4DL

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	ลำดับชิพ	เวลา (วินาที)						ค่าเฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
			1	2	3	4	5	6		
LQFP100	C	2	25	24	24	23	23	22	23.5	2.7
LQFP100	C	3	23	23	24	25	24	23	23.7	1.6
LQFP100	A	2	21	23	22	23	23	23	22.5	1.8
SOP30	P	2	24	23	22	26	23	24	23.7	4.4
LQFP80	F	2	25	22	22	23	24	24	23.3	3.6

ตารางที่ ข.6 เวลาของงานย่อย NO5

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	เวลา (วินาที)						ค่าเฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
		1	2	3	4	5	6		
LQFP100	A	154	170	153	155	165	160	159.5	2.4
	B	156	169	160	155	157	170	161.2	2.3
	C	155	152	157	159	166	164	158.8	1.5
LQFP48	D	165	164	153	152	167	170	161.8	2.9
LQFP64	E	162	155	157	167	180	153	162.3	5.1
LQFP80	F	181	152	168	165	157	155	163.0	5.8
	G	176	167	163	160	159	155	163.3	2.7
QFP208	H	167	155	173	153	165	156	161.5	3.3
SDIP30	I	157	155	157	161	167	164	160.2	1.1
	J	158	167	160	152	155	168	160.0	2.1
	K	168	157	162	152	158	155	158.7	1.7
SOP14	L	156	160	167	153	160	160	159.3	1.2
SOP16	M	160	155	162	167	167	153	160.7	1.8
SOP20	N	158	160	162	156	167	158	160.2	0.8
SOP28	O	155	160	160	157	160	171	160.5	1.6
SOP30	P	166	157	162	159	151	166	160.2	1.7
SSOP16	Q	171	162	161	156	165	167	163.7	1.3
SSOP20	R	161	155	171	151	157	163	159.7	2.6
SSOP24	S	173	168	153	160	156	157	161.2	3.1
	T	173	157	160	153	169	166	163.0	2.9

ตารางที่ ข.7 เวลาของงานย่อย NM6

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	ลำดับชิพ	เวลา (วินาที)						ค่าเฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
			1	2	3	4	5	6		
LQFP100	A	1	25	25	25	24	24	25	24.7	0.6
		2	11	12	12	12	12	13	12.0	3.7
	B	1	23	25	24	24	24	25	24.2	1.3
	C	1	25	24	24	26	23	25	24.5	2.4
		2	12	13	13	13	13	12	12.7	2.2
		3	13	12	13	13	13	13	12.8	1.3
LQFP48	D	1	14	15	15	14	13	15	14.3	4.3
LQFP64	E	1	21	22	21	23	22	22	21.8	1.6
LQFP80	F	1	22	21	21	22	23	21	21.7	1.9
		2	14	12	14	14	13	14	13.5	5.1
	G	1	22	22	22	22	23	22	22.2	0.5
QFP208	H	1	16	17	16	18	17	17	16.8	2.7
SDIP30	I	1	9	10	10	10	9	9	9.5	4.4
	J	1	10	10	10	9	10	11	10.0	5.3
	K	1	10	9	9	10	10	9	9.5	4.4
SOP14	L	1	13	15	13	13	14	14	13.7	4.8
SOP16	M	1	13	14	14	14	13	14	13.7	1.9
SOP20	N	1	14	14	13	12	14	13	13.3	5.0
SOP28	O	1	11	12	11	13	12	12	11.8	5.4
SOP30	P	1	12	12	12	11	12	11	11.7	2.6
		2	12	10	11	11	11	11	11.0	4.4
SSOP16	Q	1	15	14	16	16	14	16	15.2	5.6
SSOP20	R	1	15	16	15	15	14	16	15.2	3.3
SSOP24	S	1	12	13	13	12	13	12	12.5	2.6
	T	1	12	13	13	12	13	12	12.5	2.6

ตารางที่ ข.8 เวลาของงานย่อย NM7

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	ลำดับชิพ	เวลา (วินาที)						ค่าเฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
			1	2	3	4	5	6		
LQFP100	A	1	24	25	26	26	25	27	25.5	2.3
		2	25	25	27	25	26	25	25.5	1.4
	B	1	25	27	24	27	25	26	25.7	3.0
	C	1	25	24	25	25	25	25	24.8	0.4
		2	24	25	25	26	26	24	25.0	1.7
		3	23	25	25	26	25	25	24.8	2.1
LQFP48	D	1	50	48	48	50	49	50	49.2	0.5
LQFP64	E	1	24	23	24	23	23	22	23.2	1.4
LQFP80	F	1	30	31	31	31	30	31	30.7	0.4
		2	30	29	31	30	30	31	30.2	0.8
	G	1	29	31	30	30	30	30	30.0	0.6
QFP208	H	1	13	12	13	12	12	12	12.3	2.3
SDIP30	I	1	14	13	14	14	14	15	14.0	2.7
	J	1	14	14	15	13	14	14	14.0	2.7
	K	1	14	14	14	14	14	14	14.0	0.0
SOP14	L	1	64	65	67	64	64	66	65.0	0.5
SOP16	M	1	65	65	64	64	64	65	64.5	0.1
SOP20	N	1	64	67	65	65	64	64	64.8	0.4
SOP28	O	1	30	30	29	29	29	31	29.7	1.0
SOP30	P	1	28	27	27	27	28	29	27.7	1.2
		2	27	28	26	29	27	27	27.3	1.9
SSOP16	Q	1	110	112	110	107	103	109	108.5	1.1
SSOP20	R	1	40	39	38	40	38	38	38.8	0.9
SSOP24	S	1	27	28	27	26	28	30	27.7	3.3
	T	1	26	27	27	27	25	28	26.7	2.0

ตารางที่ ข.9 เวลาของงานย่อย NM9

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	ลำดับชิพ	เวลา (วินาที)						ค่าเฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
			1	2	3	4	5	6		
LQFP100	A	1	29	29	28	28	26	29	28.2	2.3
		2	27	27	28	27	27	29	27.5	1.2
	B	1	26	29	26	28	26	28	27.2	3.2
	C	1	28	27	28	26	29	29	27.8	2.4
		2	25	28	27	27	28	29	27.3	3.3
		3	27	29	28	29	28	28	28.2	1.0
LQFP48	D	1	52	49	50	51	51	52	50.8	0.7
LQFP64	E	1	25	26	26	26	27	25	25.8	1.1
LQFP80	F	1	33	35	34	34	33	35	34.0	0.9
		2	34	36	33	35	35	34	34.5	1.2
	G	1	33	33	34	33	29	32	32.3	3.9
QFP208	H	1	14	15	15	16	14	15	14.8	3.4
SDIP30	I	1	15	16	16	16	15	17	15.8	3.0
	J	1	16	15	16	16	17	16	16.0	2.1
	K	1	16	16	16	17	15	15	15.8	3.0
SOP14	L	1	66	68	67	67	68	66	67.0	0.2
SOP16	M	1	67	67	67	66	68	66	66.8	0.2
SOP20	N	1	66	67	70	66	69	67	67.5	0.8
SOP28	O	1	32	33	33	34	33	32	32.0	0.7
SOP30	P	1	30	29	29	28	29	29	29.0	0.6
		2	29	30	29	29	30	30	29.5	0.5
SSOP16	Q	1	113	115	114	114	113	114	113.8	0.1
SSOP20	R	1	41	42	42	42	41	42	41.7	0.2
SSOP24	S	1	40	41	41	41	42	42	41.2	0.4
	T	1	42	41	41	41	42	41	41.3	0.2

ตารางที่ ข.10 เวลาของงานย่อย NO11

ผลิตภัณฑ์	จำนวนไอซีต่อลอตการผลิต	จำนวนชิพต่อเวเฟอร์	ลำดับชิพ	จำนวนครั้งที่เปลี่ยนเวเฟอร์	เวลา (วินาที)						ค่าเฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
					1	2	3	4	5	6		
B	1280	312	1	3	31	29	28	28	32	31	29.8	4.4
E	1600	1285	1	1	33	29	29	29	28	31	29.8	5.0
F	1600	726	1	2	33	27	30	31	30	29	30.0	5.9
G	1600	983	1	1	29	31	30	31	31	30	30.3	1.0
H	2400	1060	1	2	32	30	32	31	29	29	30.5	2.7
K	1920	1300	1	1	28	32	29	30	30	31	30.0	3.0
S	4480	2411	1	1	30	29	33	30	31	29	30.3	3.3

ตารางที่ ข.11 เวลาของงานย่อย NM12

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	เวลา (วินาที)						ค่าเฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
		1	2	3	4	5	6		
LQFP100	A	39	39	40	40	38	39	39.2	0.5
	B	40	39	37	38	38	39	38.5	1.0
	C	40	39	38	38	38	40	38.8	0.9
LQFP48	D	60	60	59	59	58	59	59.2	0.2
LQFP64	E	35	35	34	36	35	35	35.0	0.4
LQFP80	F	41	41	40	40	41	39	40.3	0.5
	G	42	39	41	40	40	40	40.3	0.9
QFP208	H	38	38	38	38	39	38	38.2	0.2
SDIP30	I	28	28	27	28	28	29	28.0	0.7
	J	27	26	28	28	28	28	27.5	1.2
	K	27	28	27	26	29	28	27.5	1.9
SOP14	L	80	81	78	79	79	81	79.7	0.3
SOP16	M	82	79	78	79	80	79	79.5	0.4
SOP20	N	78	79	80	79	81	80	79.5	0.2
SOP28	O	46	46	45	44	47	45	45.5	0.7
SOP30	P	41	42	42	41	40	43	41.5	0.9
SSOP16	Q	84	84	83	82	85	85	83.8	0.3
SSOP20	R	55	56	54	55	55	55	55.0	0.2
SSOP24	S	50	51	51	53	50	52	51.2	0.7
	T	49	52	50	50	51	51	50.5	0.6

ตารางที่ ข.12 เวลาของงานย่อย NO13

จำนวนแมกกาซีนต่อลอตการผลิต	กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	เวลา (วินาที)						ค่าเฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
			1	2	3	4	5	6		
2	LQFP100	A	29	32	31	34	31	30	31.2	4.1
		B	33	31	29	27	30	30	30.0	5.9
		C	31	31	28	33	30	28	30.2	5.5
1	LQFP48	D	17	17	19	17	16	16	17.0	5.5
2	LQFP64	E	32	33	30	32	28	29	30.7	5.5
2	LQFP80	F	27	32	30	30	27	30	29.3	6.0
		G	30	30	34	30	30	28	30.3	5.6
5	QFP208	H	87	88	90	84	93	100	90.3	5.1
4	SDIP30	I	64	66	70	60	67	63	65.0	3.8
		J	71	68	67	62	67	68	67.2	2.5
		K	62	66	62	69	70	65	65.7	3.5
2	SOP14	L	29	29	31	31	33	28	30.2	4.9
2	SOP16	M	34	32	28	33	33	32	32.0	5.7
2	SOP20	N	33	29	32	30	29	29	30.3	4.4
2	SOP28	O	29	29	34	30	32	31	30.8	5.3
2	SOP30	P	28	31	31	29	33	30	30.3	4.4
4	SSOP16	Q	62	69	70	72	64	69	67.7	4.3
2	SSOP20	R	31	31	29	34	31	29	30.8	4.7
4	SSOP24	S	63	67	71	62	61	66	65.0	4.4
		T	66	69	66	60	73	65	66.5	5.6

ตารางที่ ข.13 เวลาของงานย่อย NO14

จำนวนแมกกาซีนต่อลอตการผลิต	กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	ลำดับชิพ	เวลา (วินาที)						ค่าเฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
				1	2	3	4	5	6		
2	LQFP100	A	1	252	262	287	264	237	270	262.0	5.5
2		A	2	257	255	273	266	233	278	260.3	5.1
2		B	1	269	282	256	238	268	261	262.3	4.3
2		C	1	241	253	257	281	279	273	264.0	5.0
2		C	2	282	262	246	269	252	245	259.3	4.2
2		C	3	243	269	271	268	277	249	262.8	3.5
1	LQFP48	D	1	254	259	246	262	260	255	256.0	0.7
2	LQFP64	E	1	282	265	255	257	266	250	262.5	2.5
2	LQFP80	F	1	260	281	255	260	262	251	261.5	2.1
2		F	2	265	270	258	261	255	266	262.5	0.6
2		G	1	251	267	280	257	266	250	261.8	2.5
5	QFP208	H	1	283	295	286	278	290	292	287.3	0.6
4	SDIP30	I	1	272	277	291	284	281	283	281.3	0.7
4		J	1	294	271	282	273	291	281	282.0	1.4
4		K	1	271	278	295	302	280	282	284.7	2.2
2	SOP14	L	1	265	254	283	251	265	252	261.7	2.9
2	SOP16	M	1	260	255	255	285	263	251	261.5	2.9
2	SOP20	N	1	292	260	265	251	248	250	261.0	5.4
2	SOP28	O	1	266	287	251	250	269	250	262.2	4.3
2	SOP30	P	1	245	255	274	263	269	261	261.2	2.1
2		P	2	242	258	271	260	283	256	261.7	3.8
4	SSOP16	Q	1	291	302	279	275	280	275	283.7	1.9
2	SSOP20	R	1	255	271	269	253	247	274	261.5	2.4
4	SSOP24	S	1	280	281	276	283	300	279	283.2	1.2
4		T	1	271	290	281	284	282	287	282.5	0.7

ตารางที่ ข.14 เวลาของงานย่อย NM15

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	ไอซีต่อลอต	จำนวนชิพต่อเวเฟอร์	ชิพเสีย 4.5%	เวลา (วินาที)															ค่าเฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
LQFP100	A	1280	1895	58	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.3	0.40	12.5
		1280	4388	58	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.41	12.5
	B	1280	312	58	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.40	11.4
	C	1280	2081	58	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.41	10.8
		1280	17796	58	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.38	10.8
		1280	4227	58	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.41	12.5
LQFP48	D	1440	1491	65	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.40	14.6
LQFP64	E	1600	1285	72	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.40	9.1
LQFP80	F	1600	726	72	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.42	14.3
		1600	1712	72	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.42	11.3
	G	1600	983	72	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.43	13.8
QFP208	H	2400	1060	108	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.42	11.5
SDIP30	I	1920	2454	86	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.42	14.5
	J	1920	1860	86	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.39	12.4
	K	1920	1300	86	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.40	11.4

ตารางที่ ข.14 เวลาของงานย่อย NM15 (ต่อ)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	ไอซีต่อลอต	จำนวนชิพต่อเวเฟอร์	ชิพเสีย	เวลา (วินาที)															ค่าเฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
SOP14	L	3840	20112	173	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.43	8.4
SOP16	M	3840	14002	173	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.43	14.3
SOP20	N	3840	7657	173	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.42	11.3
SOP28	O	1920	2454	86	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.39	13.3
SOP30	P	1920	3670	86	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.41	10.8
		1920	6320	86	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.42	14.3
SSOP16	Q	6720	7714	302	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.42	14.3
SSOP20	R	3360	12395	151	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.41	13.3
SSOP24	S	4480	2411	202	0.6	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.42	14.5
	T	4480	4813	202	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.41	13.3

ภาคผนวก ค
แสดงปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้องกับเวลาการผลิต

ภาคผนวก ค.

ตารางที่ ค.1 ตารางแสดงปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้องกับเวลาการผลิต

กลุ่ม	จำนวนแมกกาซีนต่อลอตการผลิต	จำนวนลีดเฟรมต่อลอตการผลิต	จำนวนไอซีต่อลอตผลิต
LQFP100	2	80	1280
LQFP48	1	40	1440
LQFP64	2	80	1600
LQFP80	2	80	1600
QFP208	5	200	2400
SDIP30	4	160	1920
SOP14	2	80	3840
SOP16	2	80	3840
SOP20	2	80	3840
SOP28	2	80	1920
SOP30	2	80	1920
SSOP16	4	160	6720
SSOP20	2	80	3360
SSOP24	4	160	4480

ภาคผนวก ง
เวลาการผลิตจริงของทุกกลุ่มผลิตภัณฑ์

ภาคผนวก ง.

ตารางที่ ง.1 เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม LQFP100 (3 ชิพต่อไอซี)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
LQFP100	LQFP100-1	3	1	3185	3113	3149	0.2
LQFP100	LQFP100-1	3	2	2970	3132	3051	1.1
LQFP100	LQFP100-1	3	3	3066	2922	2994	0.9

ตารางที่ ง.2 เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม LQFP100 (2 ชิพต่อไอซี)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
LQFP100	LQFP100-2	2	1	3167	3211	3189	0.1
LQFP100	LQFP100-2	2	2	3145	3116	3130.5	0.0
LQFP100	LQFP100-3	2	1	3043	3077	3060	0.0
LQFP100	LQFP100-3	2	2	2966	3085	3025.5	0.6
LQFP100	LQFP100-4	2	1	3146	3045	3095.5	0.4
LQFP100	LQFP100-4	2	2	2981	3037	3009	0.1

ตารางที่ ง.3 เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม LQFP100 (1 ชิพต่อไอซี)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
LQFP100	LQFP100-5	2	2	3154	3101	3127.5	0.1
LQFP100	LQFP100-6	2	2	3174	3202	3188	0.0
LQFP100	LQFP100-7	2	2	2911	3093	3002	1.5
LQFP100	LQFP100-8	2	2	3235	3066	3150.5	1.2
LQFP100	LQFP100-9	2	2	3166	3290	3228	0.6
LQFP100	LQFP100-10	2	2	3237	3110	3173.5	0.6
LQFP100	LQFP100-11	2	2	3016	3150	3083	0.8
LQFP100	LQFP100-12	2	2	3163	3047	3105	0.6
LQFP100	LQFP100-13	2	2	3139	3017	3078	0.6

ตารางที่ ง.4 เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม LQFP48 (1 ชิพต่อไอซี)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
LQFP48	LQFP48-1	1	1	3072	2942	3007	0.7
LQFP48	LQFP48-2	1	1	2891	2996	2943.5	0.5
LQFP48	LQFP48-3	1	1	2915	2897	2906	0.0
LQFP48	LQFP48-4	1	1	2798	2967	2882.5	1.4
LQFP48	LQFP48-5	1	1	2938	3011	2974.5	0.2
LQFP48	LQFP48-6	1	1	2773	3165	2969	7.0
LQFP48	LQFP48-7	1	1	2762	2962	2862	2.0
LQFP48	LQFP48-8	1	1	2755	2733	2744	0.0

ตารางที่ ง.5 เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม LQFP64 (1 ชิพต่อไอซี)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
LQFP64	LQFP64-1	1	1	3133	2952	3042.5	1.4
LQFP64	LQFP64-2	1	1	3090	2950	3020	0.9
LQFP64	LQFP64-3	1	1	2921	3011	2966	0.4
LQFP64	LQFP64-4	1	1	3119	3008	3063.5	0.5
LQFP64	LQFP64-5	1	1	3206	3019	3112.5	1.4
LQFP64	LQFP64-6	1	1	3047	3002	3024.5	0.1
LQFP64	LQFP64-7	1	1	3238	3064	3151	1.2
LQFP64	LQFP64-8	1	1	2853	2918	2885.5	0.2
LQFP64	LQFP64-9	1	1	2785	2849	2817	0.2
LQFP64	LQFP64-10	1	1	2893	2726	2809.5	1.4

ตารางที่ ง.6 เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม LQFP80 (2 ชิพต่อไอซี)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
LQFP80	LQFP80-1	2	1	3257	3309	3283	0.1
LQFP80	LQFP80-1	2	2	3694	3714	3704	0.0
LQFP80	LQFP80-2	2	1	3737	3664	3700.5	0.2
LQFP80	LQFP80-2	2	2	3702	3662	3682	0.0
LQFP80	LQFP80-3	2	1	3651	3755	3703	0.3
LQFP80	LQFP80-3	2	2	3472	3516	3494	0.1

ตารางที่ ง.7 เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม LQFP80 (1 ชิพต่อไอซี)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
LQFP80	LQFP80-4	1	1	3489	3581	3410	0.3
LQFP80	LQFP80-5	1	1	3661	3707	3684	0.1
LQFP80	LQFP80-6	1	1	3676	3570	3623	0.3
LQFP80	LQFP80-7	1	1	3492	3612	3552	0.5
LQFP80	LQFP80-8	1	1	3842	3654	3748	1.0
LQFP80	LQFP80-9	1	1	3845	3613	3729	1.5
LQFP80	LQFP80-10	1	1	3764	3676	3720	0.2
LQFP80	LQFP80-11	1	1	3702	3570	3636	0.5
LQFP80	LQFP80-12	1	1	3530	3780	3655	1.9
LQFP80	LQFP80-13	1	1	3500	3401	3450.5	0.3

ตารางที่ ง.8 เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม QFP208 (1 ชิพต่อไอซี)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
QFP208	QFP208-1	1	1	4436	4386	4411	0.1
QFP208	QFP208-1	1	1	4103	4151	4127	0.1
QFP208	QFP208-1	1	1	4210	4228	4219	0.0
QFP208	QFP208-1	1	1	3924	4006	3965	0.2
QFP208	QFP208-1	1	1	4243	3993	4118	1.5

ตารางที่ ง.9 เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SDIP30 (2 ชิพต่อไอซี)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
SDIP30	SDIP30-1	2	1	3402	3417	3409.5	0.0
SDIP30	SDIP30-1	2	2	3482	3451	3466.5	0.0
SDIP30	SDIP30-2	2	1	3369	3334	3351.5	0.0
SDIP30	SDIP30-2	2	2	3504	3492	3498	0.0
SDIP30	SDIP30-3	2	1	3383	3502	3442.5	0.5
SDIP30	SDIP30-3	2	2	3393	3406	3399.5	0.0

ตารางที่ ง.10 เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SDIP30 (1 ชิพต่อไอซี)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
SDIP30	SDIP30-4	1	1	3495	3540	3517.5	0.1
SDIP30	SDIP30-5	1	1	3594	3661	3627.5	0.1
SDIP30	SDIP30-6	1	1	3652	3592	3622	0.1
SDIP30	SDIP30-7	1	1	3554	3611	3582.5	0.1
SDIP30	SDIP30-8	1	1	3621	3744	3682.5	0.4
SDIP30	SDIP30-9	1	1	3269	3122	3195.5	0.8
SDIP30	SDIP30-10	1	1	3358	3442	3400	0.2

ตารางที่ ง.11 เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SOP16 (1 ชิพต่อไอซี)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
SOP16	SOP16-1	1	1	6620	6421	6520.5	0.4
SOP16	SOP16-2	1	1	5982	6095	6038.5	0.1
SOP16	SOP16-3	1	1	6368	6490	6429	0.1
SOP16	SOP16-4	1	1	6184	6223	6203.5	0.0
SOP16	SOP16-5	1	1	6295	6381	6338	0.1
SOP16	SOP16-6	1	1	6422	6452	6437	0.0
SOP16	SOP16-7	1	1	6221	6110	6165.5	0.1

ตารางที่ ง.12 เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SOP20 (1 ชิพต่อไอซี)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
SOP20	SOP20-1	1	1	6052	5927	5989.5	0.2
SOP20	SOP20-2	1	1	5865	6002	5933.5	0.2
SOP20	SOP20-3	1	1	5780	5957	5868.5	0.4
SOP20	SOP20-4	1	1	6672	6884	6778	0.4
SOP20	SOP20-5	1	1	5993	6085	6039	0.1
SOP20	SOP20-6	1	1	5938	5927	5932.5	0.0
SOP20	SOP20-7	1	1	6703	6558	6630.5	0.2

ตารางที่ ง.13 เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SOP28 (1 ชิพต่อไอซี)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
SOP28	SOP28-1	1	1	3922	3862	3892	0.1
SOP28	SOP28-2	1	1	3431	3323	3377	0.4
SOP28	SOP28-3	1	1	3665	3799	3732	0.5
SOP28	SOP28-4	1	1	3352	3125	3238.5	2.0
SOP28	SOP28-5	1	1	3184	3244	3214	0.1
SOP28	SOP28-6	1	1	3536	3481	3508.5	0.1
SOP28	SOP28-7	1	1	3580	3630	3605	0.1
SOP28	SOP28-8	1	1	3550	3467	3508.5	0.2

ตารางที่ ง.14 เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SOP30 (2 ชิพต่อไอซี)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
SOP30	SOP30-1	2	1	3185	3091	3138	0.4
SOP30	SOP30-1	2	2	3116	3180	3148	0.2
SOP30	SOP30-2	2	1	3329	3237	3283	0.3
SOP30	SOP30-2	2	2	3433	3315	3374	0.5
SOP30	SOP30-3	2	1	3104	3090	3097	0.0
SOP30	SOP30-3	2	2	3119	3073	3096	0.1

ตารางที่ ง.15 เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SOP30 (1 ชิพต่อไอซี)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
SOP30	SOP30-4	1	1	3075	3150	3112.5	0.2
SOP30	SOP30-5	1	1	3259	3452	3355.5	1.3
SOP30	SOP30-6	1	1	3188	3272	3230	0.3
SOP30	SOP30-7	1	1	3050	3131	3090.5	0.3
SOP30	SOP30-8	1	1	3225	3165	3195	0.1
SOP30	SOP30-9	1	1	3386	3440	3413	0.1
SOP30	SOP30-10	1	1	3200	3172	3186	0.0
SOP30	SOP30-11	1	1	3056	3154	3105	0.4

ตารางที่ ง.16 เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SSOP16 (1 ชิพต่อไอซี)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
SSOP16	SSOP16-1	1	1	18832	19009	18920.5	0.0
SSOP16	SSOP16-2	1	1	20135	19178	19656.5	0.9
SSOP16	SSOP16-3	1	1	20880	20068	20474	0.6
SSOP16	SSOP16-4	1	1	19355	18716	19035.5	0.5
SSOP16	SSOP16-5	1	1	19113	18811	18962	0.1
SSOP16	SSOP16-6	1	1	19895	20136	20015.5	0.1
SSOP16	SSOP16-7	1	1	20208	19969	20088.5	0.1
SSOP16	SSOP16-8	1	1	19011	18913	18962	0.0
SSOP16	SSOP16-9	1	1	19530	18541	19035.5	1.1
SSOP16	SSOP16-10	1	1	19177	18894	19035.5	0.1

ตารางที่ ง.17 เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SSOP20 (1 ชิพต่อไอซี)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
SSOP20	SSOP20-1	1	1	4055	3885	3970	0.7
SSOP20	SSOP20-2	1	1	4005	4168	4086.5	0.6
SSOP20	SSOP20-3	1	1	4545	4314	4429.5	1.1
SSOP20	SSOP20-4	1	1	4320	4354	4337	0.0
SSOP20	SSOP20-5	1	1	4665	4466	4565.5	0.8
SSOP20	SSOP20-6	1	1	4218	4176	4197	0.0
SSOP20	SSOP20-7	1	1	4660	4464	4562	0.7
SSOP20	SSOP20-8	1	1	4216	4014	4115	1.0
SSOP20	SSOP20-9	1	1	4122	4276	4199	0.5

ตารางที่ ง.18 เวลาการผลิตจริงของกลุ่ม SSOP24 (1 ชิพต่อไอซี)

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	จำนวนตัวอย่าง
SSOP24	SSOP24-1	1	1	7670	7730	7700	0.0
SSOP24	SSOP24-2	1	1	7904	7848	7876	0.0
SSOP24	SSOP24-3	1	1	7117	7432	7274.5	0.8
SSOP24	SSOP24-4	1	1	7287	7471	7379	0.2
SSOP24	SSOP24-5	1	1	7900	8283	8091.5	0.9
SSOP24	SSOP24-6	1	1	7320	7256	7288	0.0
SSOP24	SSOP24-7	1	1	7833	7783	7808	0.0
SSOP24	SSOP24-8	1	1	7355	7403	7379	0.0
SSOP24	SSOP24-9	1	1	7853	7763	7808	0.1
SSOP24	SSOP24-10	1	1	7625	7518	7571.5	0.1

ภาคผนวก จ
ผลการเปรียบเทียบเวลาการผลิตจริงกับเวลาพรีดีเทอร์มิน

ภาคผนวก จ.

ตารางที่ จ.1 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม LQFP100 จำนวน 3 ชิพต่อไอซี

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	เวลาจริง	เวลาพรีดีเทอร์มิน	ความแตกต่าง	สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง	เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
LQFP100	LQFP100-1	3	1	3149	3093.5	-55.5	55.5	1.8%
LQFP100	LQFP100-1	3	2	3051	3031.6	-19.4	19.4	0.6%
LQFP100	LQFP100-1	3	3	2994	3031.6	37.6	37.6	1.3%

ตารางที่ จ.2 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม LQFP100 จำนวน 2 ชิพต่อไอซี

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	เวลาจริง	เวลาพรีดีเทอร์มิน	ความแตกต่าง	สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง	เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
LQFP100	LQFP100-2	2	1	3189.0	3116.8	-72.2	72.2	2.3%
LQFP100	LQFP100-2	2	2	3130.5	3031.6	-98.9	98.9	3.2%
LQFP100	LQFP100-3	2	1	3060.0	3093.5	33.5	33.5	1.1%
LQFP100	LQFP100-3	2	2	3025.5	3031.6	6.1	6.1	0.2%
LQFP100	LQFP100-4	2	1	3095.5	3163.4	67.9	67.9	2.2%
LQFP100	LQFP100-4	2	2	3009.0	3054.9	45.9	45.9	1.5%

ตารางที่ จ.3 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม LQFP100 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	เวลาจริง	เวลาพรีดีเทอร์มิน	ความแตกต่าง	สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง	เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
LQFP100	LQFP100-5	2	2	3127.5	3093.5	-34.0	34.0	1.1%
LQFP100	LQFP100-6	2	2	3188.0	3233.3	45.3	45.3	1.4%
LQFP100	LQFP100-7	2	2	3002.0	3186.7	184.7	184.7	6.2%
LQFP100	LQFP100-8	2	2	3150.5	3233.3	82.8	82.8	2.6%
LQFP100	LQFP100-9	2	2	3228.0	3163.4	-64.6	64.6	2.0%
LQFP100	LQFP100-10	2	2	3173.5	3163.4	-10.1	10.1	0.3%
LQFP100	LQFP100-11	2	2	3083.0	3163.4	80.4	80.4	2.6%
LQFP100	LQFP100-12	2	2	3105.0	3116.8	11.8	11.8	0.4%
LQFP100	LQFP100-13	2	2	3078.0	3116.8	38.8	38.8	1.3%

ตารางที่ จ.4 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม LQFP48 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	เวลาจริง	เวลาพรีดีเทอร์มิน	ความแตกต่าง	สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง	เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
LQFP48	LQFP48-1	1	1	3007.0	2920.9	-86.1	86.1	2.9%
LQFP48	LQFP48-2	1	1	2943.5	2920.9	-22.6	22.6	0.8%
LQFP48	LQFP48-3	1	1	2906.0	2920.9	14.9	14.9	0.5%
LQFP48	LQFP48-4	1	1	2882.5	2920.9	38.4	38.4	1.3%
LQFP48	LQFP48-5	1	1	2974.5	2897.6	-76.9	76.9	2.6%
LQFP48	LQFP48-6	1	1	2969.0	2920.9	-48.1	48.1	1.6%
LQFP48	LQFP48-7	1	1	2862.0	2920.9	58.9	58.9	2.1%
LQFP48	LQFP48-8	1	1	2744.0	2897.6	153.6	153.6	5.6%

ตารางที่ จ.5 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม LQFP64 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	เวลาจริง	เวลาพรีดีเทอร์มิน	ความแตกต่าง	สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง	เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
LQFP64	LQFP64-1	1	1	3042.5	2971.4	-71.1	71.1	2.3%
LQFP64	LQFP64-2	1	1	3020.0	2971.4	-48.6	48.6	1.6%
LQFP64	LQFP64-3	1	1	2966.0	2971.4	5.4	5.4	0.2%
LQFP64	LQFP64-4	1	1	3063.5	3018.0	-45.5	45.5	1.5%
LQFP64	LQFP64-5	1	1	3112.5	2876.3	-236.2	236.2	7.6%
LQFP64	LQFP64-6	1	1	3024.5	3018.0	-6.5	6.5	0.2%
LQFP64	LQFP64-7	1	1	3151.0	2971.4	-179.6	179.6	5.7%
LQFP64	LQFP64-8	1	1	2885.5	2948.1	62.6	62.6	2.2%
LQFP64	LQFP64-9	1	1	2817.0	2876.3	59.3	59.3	2.1%
LQFP64	LQFP64-10	1	1	2809.5	2971.4	161.9	161.9	5.8%

ตารางที่ จ.6 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม LQFP80 จำนวน 2 ชิพต่อไอซี

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	เวลาจริง	เวลาพรีดีเทอร์มิน	ความแตกต่าง	สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง	เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
LQFP80	LQFP80-1	2	1	3283.0	3664.1	381.1	381.1	11.6%
LQFP80	LQFP80-1	2	2	3704.0	3559.1	-144.9	144.9	3.9%
LQFP80	LQFP80-2	2	1	3700.5	3664.1	-36.4	36.4	1.0%
LQFP80	LQFP80-2	2	2	3682.0	3559.1	-122.9	122.9	3.3%
LQFP80	LQFP80-3	2	1	3703.0	3640.8	-62.2	62.2	1.7%
LQFP80	LQFP80-3	2	2	3494.0	3535.8	41.8	41.8	1.2%

ตารางที่ จ.7 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม LQFP80 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	เวลาจริง	เวลาพรีดีเทอร์มิน	ความแตกต่าง	สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง	เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
LQFP80	LQFP80-4	1	1	3410.0	3535.8	125.8	125.8	3.7%
LQFP80	LQFP80-5	1	1	3684.0	3640.8	-43.2	43.2	1.2%
LQFP80	LQFP80-6	1	1	3623.0	3594.2	-28.8	28.8	0.8%
LQFP80	LQFP80-7	1	1	3552.0	3617.5	65.5	65.5	1.8%
LQFP80	LQFP80-8	1	1	3748.0	3594.2	-153.8	153.8	4.1%
LQFP80	LQFP80-9	1	1	3729.0	3640.8	-88.2	88.2	2.4%
LQFP80	LQFP80-10	1	1	3720.0	3640.8	-79.2	79.2	2.1%
LQFP80	LQFP80-11	1	1	3636.0	3757.3	121.3	121.3	3.3%
LQFP80	LQFP80-12	1	1	3655.0	3617.5	-37.5	37.5	1.0%
LQFP80	LQFP80-13	1	1	3450.5	3617.5	167.0	167.0	4.8%

ตารางที่ จ.8 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม QFP208 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	เวลาจริง	เวลาพรีดีเทอร์มิน	ความแตกต่าง	สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง	เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
QFP208	QFP208-1	1	1	4411.0	4461.2	50.2	50.2	1.1%
QFP208	QFP208-1	1	1	4127.0	4041.8	-85.2	85.2	2.1%
QFP208	QFP208-1	1	1	4219.0	4088.4	-130.6	130.6	3.1%
QFP208	QFP208-1	1	1	3965.0	4041.8	76.8	76.8	1.9%
QFP208	QFP208-1	1	1	4118.0	4041.8	-76.2	76.2	1.9%

ตารางที่ จ.9 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SDIP30 จำนวน 2 ชิพต่อไอซี

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	เวลาจริง	เวลาพรีดีเทอร์มิน	ความแตกต่าง	สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง	เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
SDIP30	SDIP30-1	2	1	3409.5	3493.9	84.4	84.4	2.5%
SDIP30	SDIP30-1	2	2	3466.5	3422.0	-44.5	44.5	1.3%
SDIP30	SDIP30-2	2	1	3351.5	3493.9	142.4	142.4	4.2%
SDIP30	SDIP30-2	2	2	3498.0	3422.0	-76.0	76.0	2.2%
SDIP30	SDIP30-3	2	1	3442.5	3493.9	51.4	51.4	1.5%
SDIP30	SDIP30-3	2	2	3399.5	3422.0	22.5	22.5	0.7%

ตารางที่ จ.10 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SDIP30 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	เวลาจริง	เวลาพรีดีเทอร์มิน	ความแตกต่าง	สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง	เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
SDIP30	SDIP30-3	2	2	3399.5	3422.0	22.5	22.5	0.7%
SDIP30	SDIP30-4	1	1	3517.5	3540.5	23.0	23.0	0.7%
SDIP30	SDIP30-5	1	1	3627.5	3517.2	-110.3	110.3	3.0%
SDIP30	SDIP30-6	1	1	3622.0	3517.2	-104.8	104.8	2.9%
SDIP30	SDIP30-7	1	1	3582.5	3493.9	-88.6	88.6	2.5%
SDIP30	SDIP30-8	1	1	3682.5	3540.5	-142.0	142.0	3.9%
SDIP30	SDIP30-9	1	1	3195.5	3540.5	345.0	345.0	10.8%
SDIP30	SDIP30-10	1	1	3400.0	3563.8	163.8	163.8	4.8%

ตารางที่ จ.11 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SOP16 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	เวลาจริง	เวลาพรีดีเทอร์มิน	ความแตกต่าง	สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง	เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
SOP16	SOP16-1	1	1	6520.5	6325.3	-195.2	195.2	3.0%
SOP16	SOP16-2	1	1	6038.5	6395.2	356.7	356.7	5.9%
SOP16	SOP16-3	1	1	6429.0	6325.3	-103.7	103.7	1.6%
SOP16	SOP16-4	1	1	6203.5	6348.6	145.1	145.1	2.3%
SOP16	SOP16-5	1	1	6338.0	6302.0	-36.0	36.0	0.6%
SOP16	SOP16-6	1	1	6437.0	6325.3	-111.7	111.7	1.7%
SOP16	SOP16-7	1	1	6165.5	6325.3	159.8	159.8	2.6%

ตารางที่ จ.12 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SOP20 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	เวลาจริง	เวลาพรีดีเทอร์มิน	ความแตกต่าง	สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง	เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
SOP20	SOP20-1	1	1	5989.5	6377.9	388.4	388.4	6.5%
SOP20	SOP20-2	1	1	5933.5	6354.6	421.1	421.1	7.1%
SOP20	SOP20-3	1	1	5868.5	6377.9	509.4	509.4	8.7%
SOP20	SOP20-4	1	1	6778.0	6401.2	-376.8	376.8	5.6%
SOP20	SOP20-5	1	1	6039.0	6354.6	315.6	315.6	5.2%
SOP20	SOP20-6	1	1	5932.5	6377.9	445.4	445.4	7.5%
SOP20	SOP20-7	1	1	6630.5	6401.2	-229.3	229.3	3.5%

ตารางที่ จ.13 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SOP28 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	เวลาจริง	เวลาพรีดีเทอร์มิน	ความแตกต่าง	สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง	เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
SOP28	SOP28-1	1	1	3892.0	3467.3	-424.7	424.7	10.9%
SOP28	SOP28-2	1	1	3377.0	3467.3	90.3	90.3	2.7%
SOP28	SOP28-3	1	1	3732.0	3467.3	-264.7	264.7	7.1%
SOP28	SOP28-4	1	1	3238.5	3467.3	228.8	228.8	7.1%
SOP28	SOP28-5	1	1	3214.0	3467.3	253.3	253.3	7.9%
SOP28	SOP28-6	1	1	3508.5	3467.3	-41.2	41.2	1.2%
SOP28	SOP28-7	1	1	3605.0	3467.3	-137.7	137.7	3.8%
SOP28	SOP28-8	1	1	3508.5	3467.3	-41.2	41.2	1.2%

ตารางที่ จ.14 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SOP30 จำนวน 2 ชิพต่อไอซี

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	เวลาจริง	เวลาพรีดีเทอร์มิน	ความแตกต่าง	สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง	เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
SOP30	SOP30-1	2	1	3138.0	3220.5	82.5	82.5	2.6%
SOP30	SOP30-1	2	2	3148.0	3169.8	21.8	21.8	0.7%
SOP30	SOP30-2	2	1	3283.0	3220.5	-62.5	62.5	1.9%
SOP30	SOP30-2	2	2	3374.0	3169.8	-204.2	204.2	6.1%
SOP30	SOP30-3	2	1	3097.0	3220.5	123.5	123.5	4.0%
SOP30	SOP30-3	2	2	3096.0	3169.8	73.8	73.8	2.4%

ตารางที่ จ.15 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SOP30 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	เวลาจริง	เวลาพรีดีเทอร์มิน	ความแตกต่าง	สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง	เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
SOP30	SOP30-4	1	1	3112.5	3243.8	131.3	131.3	4.2%
SOP30	SOP30-5	1	1	3355.5	3243.8	-111.7	111.7	3.3%
SOP30	SOP30-6	1	1	3230.0	3267.1	37.1	37.1	1.1%
SOP30	SOP30-7	1	1	3090.5	3243.8	153.3	153.3	5.0%
SOP30	SOP30-8	1	1	3195.0	3290.4	95.4	95.4	3.0%
SOP30	SOP30-9	1	1	3413.0	3267.1	-145.9	145.9	4.3%
SOP30	SOP30-10	1	1	3186.0	3267.1	81.1	81.1	2.5%
SOP30	SOP30-11	1	1	3105.0	3267.1	162.1	162.1	5.2%

ตารางที่ จ.16 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SSOP16 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	เวลาจริง	เวลาพรีดีเทอร์มิน	ความแตกต่าง	สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง	เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
SSOP16	SSOP16-1	1	1	18920.5	19381.7	461.2	461.2	2.4%
SSOP16	SSOP16-2	1	1	19656.5	19381.7	-274.8	274.8	1.4%
SSOP16	SSOP16-3	1	1	20474.0	19381.7	-1092.3	1092.3	5.3%
SSOP16	SSOP16-4	1	1	19035.5	19335.1	299.6	299.6	1.6%
SSOP16	SSOP16-5	1	1	18962.0	19358.4	396.4	396.4	2.1%
SSOP16	SSOP16-6	1	1	20015.5	19311.8	-703.7	703.7	3.5%
SSOP16	SSOP16-7	1	1	20088.5	19311.8	-776.7	776.7	3.9%
SSOP16	SSOP16-8	1	1	18962.0	19358.4	396.4	396.4	2.1%
SSOP16	SSOP16-9	1	1	19035.5	19335.1	299.6	299.6	1.6%
SSOP16	SSOP16-10	1	1	19035.5	19311.8	276.3	276.3	1.5%

ตารางที่ จ.17 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SSOP20 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	เวลาจริง	เวลาพรีดีเทอร์มิน	ความแตกต่าง	สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง	เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
SSOP20	SSOP20-1	1	1	3970.0	4326.2	356.2	356.2	9.0%
SSOP20	SSOP20-2	1	1	4086.5	4256.3	169.8	169.8	4.2%
SSOP20	SSOP20-3	1	1	4429.5	4279.6	-149.9	149.9	3.4%
SSOP20	SSOP20-4	1	1	4337.0	4279.6	-57.4	57.4	1.3%
SSOP20	SSOP20-5	1	1	4565.5	4302.9	-262.6	262.6	5.8%
SSOP20	SSOP20-6	1	1	4197.0	4279.6	82.6	82.6	2.0%
SSOP20	SSOP20-7	1	1	4562.0	4279.6	-282.4	282.4	6.2%
SSOP20	SSOP20-8	1	1	4115.0	4279.6	164.6	164.6	4.0%
SSOP20	SSOP20-9	1	1	4199.0	4256.3	57.3	57.3	1.4%

ตารางที่ จ.18 เปรียบเทียบเวลาผลิตจริงและเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มิน กลุ่ม SSOP24 จำนวน 1 ชิพต่อไอซี

กลุ่ม	ผลิตภัณฑ์	จำนวนชิพต่อไอซี	ลำดับชิพ	เวลาจริง	เวลาพรีดีเทอร์มิน	ความแตกต่าง	สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง	เปอร์เซนต์ความแตกต่าง
SSOP24	SSOP24-1	1	1	7700.0	7781.2	81.2	81.2	1.1%
SSOP24	SSOP24-2	1	1	7876.0	7757.9	-118.1	118.1	1.5%
SSOP24	SSOP24-3	1	1	7274.5	7664.7	390.2	390.2	5.4%
SSOP24	SSOP24-4	1	1	7379.0	7688.0	309.0	309.0	4.2%
SSOP24	SSOP24-5	1	1	8091.5	7734.6	-356.9	356.9	4.4%
SSOP24	SSOP24-6	1	1	7288.0	7664.7	376.7	376.7	5.2%
SSOP24	SSOP24-7	1	1	7808.0	7757.9	-50.1	50.1	0.6%
SSOP24	SSOP24-8	1	1	7379.0	7688.0	309.0	309.0	4.2%
SSOP24	SSOP24-9	1	1	7808.0	7757.9	-50.1	50.1	0.6%
SSOP24	SSOP24-10	1	1	7571.5	7664.7	93.2	93.2	1.2%

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอุรศา ฮันสราช เกิดวันที่ 11 กรกฎาคม พ.ศ.2528 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ) ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในปีการศึกษา 2551 จากนั้นจึงเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ) คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2552 นางสาวอุรศา เข้าทำงานในตำแหน่งวิศวกรวางแผนกำลังการผลิต ฝ่ายวางแผนธุรกิจ (Business Planning Department) ที่บริษัทโซนี่ ดีไวซ์ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551 เป็นระยะเวลา 3 ปี 6 เดือน ปัจจุบันทำงานในตำแหน่ง ผู้วางแผน ที่บริษัทฟาบริเนทจำกัด