

การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตลูกหมาก
กรณีศึกษา บริษัท อุตสาหกรรมอะไหล่ (1999) จำกัด

ปริญญา เร่งพินิจ

TNI

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ปีการศึกษา 2559

EFFICIENCY IMPROVEMENT IN BUSH TORQUE ROD PROCESS
A CASE STUDY PARTS INDUSTRY (1999) LIMITED

Parinya Rengpinij

TNI

A Term Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Business Administration Program in Industrial Management

Graduate School
Thai-Nichi Institute of Technology

Academic Year 2016

หัวข้อสารนิพนธ์

การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตลูกหมาก

กรณีศึกษา บริษัท อุตสาหกรรมอะไหล่ (1999) จำกัด

โดย

ปริญญา เร่งพินิจ

สาขาวิชา

การจัดการอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จักร ดิงศภักดิ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้นับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิศุทธิ์ พงศ์ชัยฤกษ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จักร ดิงศภักดิ์)

ปริญา เร่งพินิจ : การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตลูกหมาก กรณีศึกษา บริษัท อุตสาหกรรมอะไหล่ (1999) จำกัด. อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จักร ดิงศภักดิ์, 87 หน้า.

การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตลูกหมาก กรณีศึกษา บริษัท อุตสาหกรรมอะไหล่ (1999) จำกัด ในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิต วิเคราะห์แนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในสายการผลิตลูกหมาก พร้อมนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพในสายการผลิตลูกหมาก พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลการจัดความสมดุลของสายงานผลิตลูกหมากด้วยวิธีวิธีสติกอัลกอริทึม 3 เทคนิค คือ 1) กฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด (Largest-Candidate Rule) 2) วิธีการของกิลบริดจ์ และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester's Model) 3) วิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weights Method) ซึ่งการจัดสมดุลสายการผลิตลูกหมากมีจำนวนงานย่อยทั้งหมด 49 งานย่อย จากความต้องการของลูกค้าจำนวน 50 ชิ้นต่อวัน สามารถนำมากำหนดเป็น Takt Time เพื่อการปรับเท่ากับ 576 วินาที

จากการวิเคราะห์ทั้ง 3 เทคนิค พบว่า วิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด มีค่าการสูญเสียความสมดุล เท่ากับ 19.89% Takt Time เท่ากับ 568 วินาที วิธีการที่ใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง มีค่าการสูญเสียความสมดุล เท่ากับ 20.50% Takt Time เท่ากับ 572 วินาที และวิธีการของกิลบริดจ์ และเวสเตอร์ ค่าการสูญเสียความสมดุล เท่ากับ 15.58% Takt Time เท่ากับ 539 วินาที สรุปวิธีที่ดีที่สุดคือวิธีการของ กิลบริดจ์ และเวสเตอร์ เพราะมีค่าการสูญเสียความสมดุล (Balance Delay) ต่ำที่สุด

บัณฑิตวิทยาลัย

สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2559

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

PARINYA RANGPINIJ : EFFICIENCY IMPROVEMENT IN BUSH TORQUE
ROD PROCESS : A CASE STUDY PARTS INDUSTRY (1999) LIMITED.
ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR CHARK TINGSABHAT, (DOCTOR OF
MANAGEMENT, P.E.), 87 PP.

The objective of this term paper focused on the way Efficiency Improvement in Bush Torque Rod Process in the Parts Industry (1999) Limited. This is intended study the process analyze the way to increase efficiency in the production line and presenting guidelines for improving the efficiency of the production line by comparison of the effect using three methods. 1) the positioning rules using the highest value (Largest-Candidate Rule) 2) Kilbridge and Wester's Method) 3) How to use a weight positioner (Position Positional Weights Method)

By balancing the production line, the total number of jobs is 49. Based on 50 customer requests per day This can be set to Takt Time to adjust to 576 seconds.

Based on the analysis of the three methods, it is found that the method of determining the position using the maximum value. The equilibrium loss equals 19.89%. Takt Time is 568 seconds. The weight method determines the position. The equilibrium loss equals 20.50%. The Takt Time is 572 seconds, and the Gilbert and Wester's method equals 15.58%. Takt Time is 539 seconds. Kilbridge and Wester's methods have the lowest balance loss

TNI

Graduate School
Field of Study Industrial Management
Academic Year 2016

Student's Signature.....
Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์เรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตลูกหมาก กรณีศึกษา บริษัท อุตสาหกรรมอะไหล่ (1999) จำกัด นี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความกรุณาอย่างยิ่งของอาจารย์ที่ปรึกษา และคณะอาจารย์หลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาการจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ได้ให้ความรู้และประสบการณ์ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านของ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ให้ความช่วยเหลืออย่างดีในทุกๆ ด้าน

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ รวมถึง บริษัท อุตสาหกรรมอะไหล่ (1999) จำกัด ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และ ให้กำลังใจ รวมถึงผู้ที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จในครั้งนี้ทุกท่าน

ปริญญา เร่งพินิจ

TNI

THAI - JAPAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูป	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
สภาวะความเป็นมา แนวทางเหตุผลและปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	6
ขอบเขตของการศึกษา	6
แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
2 หลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
หลักการพื้นฐาน	8
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการของการศึกษางาน (Work Study)	8
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการปรับปรุงสมดุลการผลิต (Line Balancing)	28
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	35
3 วิธีการดำเนินงานสารนิพนธ์	41
ขั้นตอนการดำเนินงาน	41
เครื่องมือในการดำเนินงาน	42
การเก็บรวบรวมข้อมูล	42
การวิเคราะห์ข้อมูล	42
4 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	43
สรุปผลการศึกษา	43
ส่วนที่ 1 กระบวนการบวนการผลิตลูกหมาก แบบเดิม	43

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์และหาแนวทางในการปรับปรุงการทำงาน โดยใช้การจัดความสมดุลของสายงานผลิตด้วยวิธีต่างๆ (Methods of Line Balancing)	56
	ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตลูกหมาก กรณีศึกษา บริษัท อุตสาหกรรมอะไหล่ (1999) จำกัด	71
	ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป	72
	บรรณานุกรม	73
	ภาคผนวก	77
	ภาคผนวก ก. ข้อมูลเวลามาตรฐานของทางบริษัท	78
	ภาคผนวก ข. ข้อมูลการทวนสอบเวลามาตรฐาน	84
	ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์	87

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 ปริมาณจำหน่ายรถบรรทุกในภูมิภาคต่างๆ ของโลก (หน่วย : พันคัน)	2
2 ข้อมูลจำนวนผู้ประกอบการและกำลังการผลิตรถยนต์เพื่อการพาณิชย์ของไทย จากปี 2556	3
3 รายชื่อผู้ประกอบการต่อตัวถังรถบรรทุกขนาดใหญ่ประเทศไทยในปี ค.ศ. 2013	4
4 แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน	6
5 ตัวอย่างแบบฟอร์มแผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart).....	10
6 การเปรียบเทียบวิธีการทำงาน	12
7 อัตราการทำงานต่างๆ บนสเกล	18
8 เวลาเพื่อสำหรับธุรกิจส่วนตัวและความเมื่อยล้า.....	21
9 ขั้นตอนการผลิตลูกหมาก.....	52
10 การจัดส่วนของงานตามค่าเวลาของวิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่ง โดยใช้ค่าสูงสุด	56
11 การจัดส่วนของงานลงในสถานีนงาน โดยใช้กฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่ง โดยใช้ค่าสูงสุด	59
12 การจัดส่วนของงานลงในตารางตามลำดับสตรมภ์จากรูปที่ 8 ด้วยวิธีกิลบริดจ์ และเวสเตอร์	63
13 ส่วนของงานที่จัดตามค่า RPW โดยวิธีการที่ใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง	66
14 การจัดส่วนของงานลงในสถานีน ตามวิธีการที่ใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง	69
15 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	71
16 จำนวนครั้งที่จับเวลาเพื่อหาวัฏจักรที่จะจับเวลา (n)	79
17 การจับเวลาย่อย 30 ครั้ง.....	81
18 การจัดทำเวลามาตรฐานของงานย่อยจำนวน 49 งานย่อย.....	82
19 ข้อมูลการจับเวลาเพื่อทดสอบความถูกต้องในเรื่องเวลามาตรฐาน	85

สารบัญรูป

รูป		หน้า
1	ปริมาณการเติบโตของตลาดการผลิตบรรจุภัณฑ์ในปี 2555-2556.....	3
2	ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปของบริษัท.....	5
3	การวิเคราะห์ PQ Analysis Sheet	5
4	องค์ประกอบของเวลามาตรฐาน	17
5	แผนภูมิกระบวนการผลิตลูกหมาก	54
6	แผนภาพแสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตลูกหมาก	55
7	การจัดส่วนงานตามวิธีการของกิลเบิร์ตและเวสเตอร์	62



TNI

บทที่ 1

บทนำ

สภาวะความเป็นมา แนวทางเหตุผลและปัญหา

การจำหน่ายรถบรรทุกขนาดใหญ่ (ต่อจากนี้จะเรียกว่ารถบรรทุก) เป็นอุปสงค์สืบเนื่อง (Derived Demand) จากความต้องการขนส่งสินค้า ซึ่งมีอัตราการเติบโตตามภาวะเศรษฐกิจ ดังนั้นการเติบโตของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) จึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเติบโตของการจำหน่ายรถบรรทุก โดยในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาพบว่า ปริมาณจำหน่ายรถบรรทุกในประเทศเศรษฐกิจเก่า (Mature Market หรือ TRIAD Market) มีอัตราการเติบโตลดลง ในขณะที่ปริมาณจำหน่ายในประเทศเศรษฐกิจใหม่ (Emerging Market) มีอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้น ซึ่งนอกจากผลของการเติบโตของ GDP แล้วยังเป็นผลมาจากการที่ประเทศเศรษฐกิจใหม่มีอัตราการเติบโตของความเป็นเมือง (Urbanization) เพิ่มขึ้น รวมทั้งการเติบโตของระบบโครงสร้างพื้นฐานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในประเทศจีนที่มีการก่อสร้างและสร้างถนนเพิ่มขึ้นหลายสาย

ในปี ค.ศ. 2011 การจำหน่ายรถบรรทุกทั่วโลกรวมทั่วโลก มีจำนวน 4.4 ล้านคัน โดยเป็นผลมาจากการฟื้นตัวทางเศรษฐกิจของประเทศในภูมิภาคอเมริกาเหนือ ยุโรป รวมทั้งอเมริกาใต้ที่เติบโตเช่นกัน (ยกเว้นในประเทศบราซิลที่เศรษฐกิจในประเทศอยู่ในช่วงชะลอตัวและผู้บริโภคที่ชะลอการซื้อ เพราะกำลังจะมีการประกาศมาตรฐานมลพิษฉบับใหม่) ทั้งนี้ ในปี ค.ศ. 2011 การจำหน่ายในประเทศจีนเป็นปัจจัยหลักในการขับเคลื่อนตลาดรถบรรทุกโลก แสดงดังตารางที่ 1

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

ตารางที่ 1 ปริมาณจำหน่ายรถบรรทุกในภูมิภาคต่างๆ ของโลก (หน่วย : พันคัน)

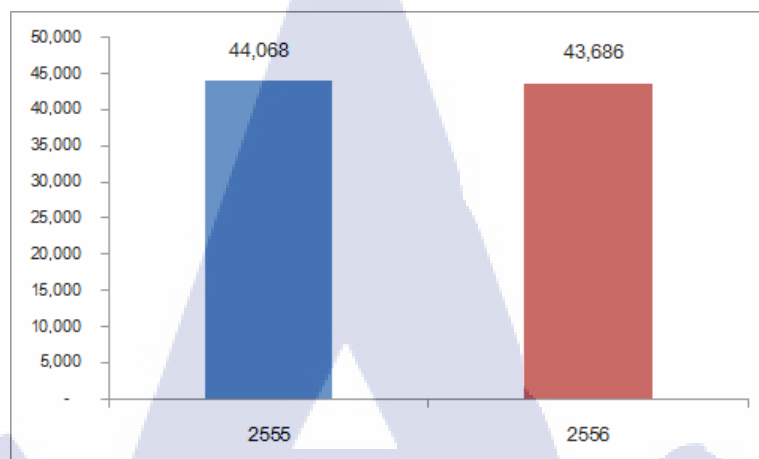
ภูมิภาค	2008	2009	2010	2011	2012 (f)	2013 (f)	2014 (f)	2015 (f)	2016 (f)
ยุโรป	885	464	514	667	707	821	711	744	836
	(-9)	(-48)	(11)	(32)	(4)	(16)	(-13)	(5)	(12)
อเมริกาเหนือ	572	369	420	574	719	831	893	799	750
	(18)	(36)	(14)	(37)	(25)	(16)	(7)	(-10)	(6)
เอเชีย	1,729	1,985	2,738	2,610	2,545	2,630	2,637	2,730	2,738
	(2)	(15)	(38)	(-5)	(-2)	(3)	(0)	(2)	(2)
อเมริกาใต้	303	259	352	384	317	340	373	390	403
	(17)	(-15)	(36)	(9)	(-17)	(7)	(10)	(4)	(3)
อื่น ๆ	218	201	214	242	239	247	262	270	261
	(-2)	(-8)	(7)	(13)	(-1)	(3)	(6)	(3)	(-3)
รวมทั่วโลก	3,708	3,278	4,238	4,486	4,527	4,869	4,876	4,900	4,988
	(-4)	(-12)	(29)	(6)	(1)	(8)	(0)	(1)	(2)

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บหมายถึง อัตราการเติบโตของปริมาณจำหน่าย มีหน่วยเป็นร้อยละ
(f) หมายถึง การคาดการณ์

ที่มา : Automotive World. (2012). **Information and Networking for Auto Industry.**
Online.

สาเหตุที่ทำให้ประเทศจีนเป็นตลาดรถบรรทุกที่ใหญ่ที่สุดในโลก เนื่องจากอยู่ในช่วงที่เศรษฐกิจภายในประเทศกำลังเติบโตอย่างต่อเนื่อง แม้ในปี ค.ศ. 2009 ที่เกิดภาวะเศรษฐกิจตกต่ำทั่วโลก แต่ตลาดการจำหน่ายรถบรรทุกของประเทศจีนก็ไม่ได้ได้รับผลกระทบดังกล่าว โดยรถบรรทุกที่จำหน่ายในประเทศ เป็นรถที่ไม่ได้ใช้เทคโนโลยีในระดับสูงเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานของประเทศในฝั่งตะวันตก เนื่องจากปัจจัยหลักที่ผู้บริโภคในประเทศพิจารณาซื้อรถบรรทุก คือ รูปแบบการใช้งาน (Function) และราคา โดยคุณภาพและมาตรฐานความปลอดภัยเป็นปัจจัยที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญค่อนข้างน้อย แต่อย่างไรก็ตาม ด้วยแนวโน้มของราคาพลังงานและค่าแรงที่ปรับตัวสูงขึ้นในประเทศจีน ทำให้ผู้บริโภคเริ่มตระหนักถึงค่าใช้จ่ายในการถือครองทั้งหมด (Total Cost Ownership) ซึ่งรวมถึงค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง เป็นปัจจัยพิจารณาในการซื้อรถเช่นเดียวกับผู้บริโภคในประเทศเศรษฐกิจเก่า

แนวโน้มและทิศทางการเติบโตของอุตสาหกรรม (ข้อมูลสถิติที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นการอ้างอิงที่มีน้ำหนัก) ซึ่งอาจหมายถึงเฉพาะทิศทางการเติบโตของตลาดในประเทศ หรือ ครอบคลุมถึงตลาดนำเข้า ส่งออกด้วยขึ้นกับขอบเขตและทิศทางของสถานประกอบการที่ศึกษา จำนวนในการผลิตรถบรรทุก ในปี 2555 จำนวน 44,068 คัน ในปี 2556 จำนวน 43,368 คัน



รูปที่ 1 ปริมาณการเติบโตของตลาดการผลิตรถบรรทุกในปี 2555-2556

ที่มา : สมาคมอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย. (2556). ข้อมูลจำนวนผู้ประกอบการและกำลังการผลิตรถยนต์เพื่อการพาณิชย์ของไทยจากปี 2556. ออนไลน์.

จำนวนผู้ผลิตในอุตสาหกรรมรถเพื่อการพาณิชย์ของไทย ได้แก่ รถบรรทุก และ รถโดยสาร มีจำนวน 5 ราย มีกำลังการผลิตรวม 43,368 คัน ซึ่งเป็นการผลิตเพื่อการบริโภคภายในประเทศทั้งหมด มีผู้ผลิต 2 ราย ที่มีศักยภาพ คือ Hino และ Isuzu มีกำลังการผลิตสูงสุดคือ 20,000 คัน มีสัดส่วนการผลิตรถบรรทุกขนาดเล็กมากที่สุด โดยคิดเป็นสัดส่วนกว่าร้อยละ 50 ส่วน Hino มีกำลังการผลิต 12,000 คันต่อปี การผลิตส่วนใหญ่เป็นรถบรรทุกขนาดใหญ่ โดยมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 60 ของกำลังการผลิตทั้งหมด

ตารางที่ 2 ข้อมูลจำนวนผู้ประกอบการและกำลังการผลิตรถยนต์เพื่อการพาณิชย์ของไทยจากปี 2556

ลำดับ	บริษัท	แบรนด์	กำลังการผลิตสูงสุด (คัน/ปี)
1	Isuzu Motor (Thailand) Co.,Ltd.	อีซูซุ	20,000.00
2	Hino Motro (Thailand) Co.,Ltd.	ฮิโน	12,000.00
3	Thai-Sweden Assemrby Co.,Ltd.	วอลโว่	10,000.00
4	Thonburi Automotive Assembly Co.,Ltd.	เมอร์เซเดส-เบนซ์	1,080.00
5	Scania Siam Co.,Ltd.	สแกนเนีย	288.00
รวม			43,368

ที่มา : สมาคมอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย. (2556). ข้อมูลจำนวนผู้ประกอบการและกำลังการผลิตรถยนต์เพื่อการพาณิชย์ของไทยจากปี 2556. ออนไลน์.

นอกจากนี้ ในอุตสาหกรรมต่อตัวถึงรถบรรทุกก็มีผู้ประกอบการรายใหญ่ (แสดงดังตารางที่ 1 - 2) ที่มีเทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัย มีกำลังการผลิตมากเพียงพอที่สามารถตอบสนองผู้ใช้งานที่เป็นกิจการขนาดใหญ่ได้ อาทิ การขนส่งสินค้าอุปโภคบริโภค การขนส่งในท่าอากาศยาน การขนส่งรถยนต์ เป็นต้น โดยจะเป็นการผลิตครั้งละมากๆ (Mass production) ทำให้ได้ประโยชน์จากการประหยัดต่อขนาด (Economy of Scale) แตกต่างจากผู้ประกอบการต่อตัวถึงรายย่อยที่จะผลิตแบบตามสั่ง (Tailor Made) ดังนั้นผู้ผลิตทั้งสองกลุ่มจึงมีตลาดเป้าหมายที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 3 รายชื่อผู้ประกอบการต่อตัวถึงรถบรรทุกขนาดใหญ่ประเทศไทยในปี ค.ศ. 2013

ผู้ประกอบการต่อตัวถึง	จังหวัดที่ตั้ง	ผู้ถือหุ้น (ร้อยละ)	ทุนจดทะเบียน (ล้านบาท)	กำลังการผลิต (คัน/ปี)	จ้างงาน (คน)
บมจ.สามมิตรมอเตอร์สแมนูแฟคเจอร์	สมุทรสาคร	-	700	15,000	300
บมจ.ช.ทวี ดอลลาเซียน	ขอนแก่น	-	180		80
บจก.พนัส แอสเซมบลีย์	ชลบุรี	ไทย 100	270	3,600	385
บจก.อาร์ ซี เค รุ่งเรือง	ชลบุรี	ไทย 100	150		220
บจก.ซีไอเอ็มซี วีสเคิล (ประเทศไทย)	ระยอง	อังกฤษ 82 ญี่ปุ่น 18	260	520	n.a

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2559). รายชื่อผู้ประกอบการต่อตัวถึงรถบรรทุกขนาดใหญ่ประเทศไทย. ออนไลน์.

บริษัท อุตสาหกรรมอะไหล่ (1999) จำกัด ประกอบกิจการผลิตชิ้นส่วนอะไหล่ช่วงล่างรถบรรทุก ก่อตั้งเมื่อ พ.ศ. 2516 มีทุนจดทะเบียน 1,500,000 บาท พื้นที่โรงงาน 11 ไร่ โดยมีรูปแบบกระบวนการผลิตทั้งผลิตตามคำสั่งซื้อ และผลิตเพื่อจัดเก็บ (Make to Order and Make to Stock) ผลิตภัณฑ์หลัก ดังนี้



ผลิตภัณฑ์สายแหรง



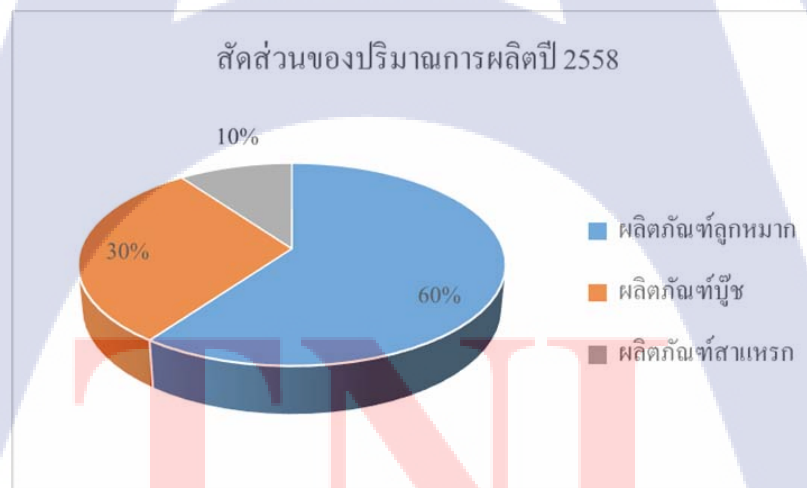
ผลิตภัณฑ์ลูกหมาก



ผลิตภัณฑ์บูช

รูปที่ 2 ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปของบริษัทฯ

จากความสำคัญและที่มาของปัญหาข้างต้น จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการศึกษาความต้องการของลูกค้า โดยทำการเลือกผลิตภัณฑ์ด้วยสัดส่วนยอดขายสูงสุดในเดือนมกราคม-เดือนธันวาคม 2558 พบว่า กลุ่มผลิตภัณฑ์ของบริษัทฯ มี 3 ตัว คือ สายแหรง ลูกหมาก และบูช



ประเภทสินค้า	จำนวนที่ต้องการ	จำนวนที่ต้องการสะสม	เปอร์เซ็นต์
ผลิตภัณฑ์ลูกหมาก	26,613	26,613	60%
ผลิตภัณฑ์บูช	13,307	39,920	30%
ผลิตภัณฑ์สายแหรง	4,436	44,356	10%

รูปที่ 3 การวิเคราะห์ PQ Analysis Sheet

เมื่อพิจารณาสัดส่วนจำแนกตามยอดขายในปี 2558 กลุ่มผลิตภัณฑ์ลูกหมากเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์หลักที่มีสัดส่วนการขายอยู่ที่ 60% กลุ่มเบาะเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์รองลงมาที่มีส่วนแบ่งอยู่ที่ 30% และกลุ่มสาเหบกเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์อันดับสามที่มีส่วนแบ่งอยู่ที่ 10% ของยอดขายสินค้ารวม (แสดงดังรูปที่ 3) พร้อมทั้งศึกษาขั้นตอนในการผลิตเพื่อวิเคราะห์ นำเสนอการจัดสมดุลในสายการผลิต (Line Balance) ในวิธีวิธีสติก อัลกอริทึม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และสอดคล้องต่อความต้องการของลูกค้าที่มีความต้องการ 100 ตัวต่อวัน

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษากระบวนการ และวิเคราะห์แนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในสายการผลิตลูกหมาก
2. เพื่อนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพในสายการผลิตลูกหมาก
3. เพื่อเปรียบเทียบผลจัดความสมดุลของสายงานผลิตลูกหมากด้วยวิธีวิธีสติก อัลกอริทึมที่ดีที่สุด

ขอบเขตของการศึกษา

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาความต้องการของลูกค้า (Demand Forecast) โดยทำการเลือกผลิตภัณฑ์ด้วยสัดส่วนยอดขายสูงสุดในเดือนมกราคม-เดือนธันวาคม 2558 พร้อมทั้งศึกษาขั้นตอนในการผลิตลูกหมากเพื่อวิเคราะห์ นำเสนอการจัดสมดุลในสายการผลิต (Line Balance) ในวิธีวิธีสติกอัลกอริทึม ในการจัดความสมดุลของสายงานผลิตด้วยวิธีต่างๆ (Methods of Line Balancing) ได้แก่ วิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด (Largest-Candidate Rule) วิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester's Method) และวิธีการที่ใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weights Method) โดยมีช่วงเวลาของการศึกษาระหว่างเดือนมกราคม 2559 - สิงหาคม 2559

แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ตารางที่ 4 แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

เนื้อหา	ปี 2559							
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.
เก็บข้อมูลการตลาดและการผลิตเบื้องต้น								
ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง								
เก็บข้อมูลการผลิตเชิงลึก								
วิเคราะห์ข้อมูลแนวทางในการปรับปรุง								
สรุปผล								

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบขั้นตอน และเวลามาตรฐานในกระบวนการผลิตลูกหมาก
2. นำเสนอแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตด้วยวิธีอีวีรียติค

อัลกอริทึม



บทที่ 2

หลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการพื้นฐาน

การศึกษาวิจัยเรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตลูกหมาก กรณีศึกษา บริษัท อุตสาหกรรมอะไหล่ (1999) จำกัด ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงหลักการพื้นฐาน จากเอกสารและผลงานวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ดังนี้

1. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการของการศึกษางาน (Work Study) และการปรับปรุงงาน
2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการปรับปรุงสมดุลการผลิต (Line Balancing)
3. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดสมดุลของสายการผลิตด้วยวิธีต่างๆ (Method of Line Balancing) 3 วิธี ได้แก่ วิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด (Largest-Candidate Rule) วิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester's Method) และวิธีการที่ใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weights Method)

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการของการศึกษางาน (Work Study)

1. การศึกษางาน (Work Study)

การศึกษางาน (Work Study) เป็นการศึกษาการเคลื่อนไหวและระยะเวลา (Motion and Time Study) โดยต้องการศึกษากระบวนการทำงาน ขั้นตอนการทำงาน ว่าประกอบด้วยขั้นตอนอะไรบ้างพร้อมทั้งศึกษาเวลาในการทำงานของขั้นตอนนั้นด้วย ซึ่งเป็นเทคนิคในการวิเคราะห์ของการปฏิบัติงานเพื่อขจัดความสูญเปล่าและสรรหาวิธีการทำงานซึ่งดีที่สุดเร็วที่สุดในการปฏิบัติงาน สุดท้ายเกิดการปรับปรุงมาตรฐานของการทำงาน สภาพแวดล้อมในการทำงาน ปรับปรุงเครื่องมือต่าง ๆ และการฝึกคนงานให้ทำงานด้วยวิธีที่ถูกต้อง

การศึกษาวิธีการทำงาน

การศึกษาวิธีการทำงาน (Methods Study) เป็นการศึกษาขั้นตอนการทำงานอย่างอย่างมีระบบ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาวิธีการทำงานให้ประสิทธิภาพ เกิดต้นทุนประหยัดและทำให้พนักงานทำงานได้สบายขึ้นสะดวกขึ้น การศึกษาวิธีการทำงานมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน
2. เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้วัตถุดิบ
3. เพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมในโรงงาน

4. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนย้าย

5. เพื่อลดความเมื่อยล้าของพนักงาน

ขั้นตอนการศึกษาวิธีการทำงาน

1. การเลือกงาน เป็นกระบวนการแรกที่ต้องพิจารณาให้ดี เนื่องจากว่า งานที่เลือกมาศึกษาต้องมีนัยสำคัญ โดยเกณฑ์การพิจารณาในการเลือกงานมาศึกษาอาจต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างที่เกี่ยวข้องหลายปัจจัย เช่น งานนั้นทำแล้วส่งผลดีโดยรวมต่อองค์กร งานนั้นทำแล้วคุ้มค่า หรือ งานนั้นทำแล้วทำให้พนักงานทำงานได้ง่ายขึ้นสะดวกขึ้น

2. การเก็บข้อมูลวิธีการทำงาน เพื่อจะสามารถวิเคราะห์และปรับปรุงการทำงาน จำเป็นจะต้องทำการเก็บข้อมูลวิธีการทำงานที่เลือกศึกษาวิธีการทำงานแล้วทำการบันทึกข้อมูลวิธีการทำงานให้ถูกต้องแม่นยำครบถ้วนตามความเป็นจริง เพื่อนำไปสู่วิเคราะห์และพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีขึ้นได้อย่างเหมาะสม การบันทึกข้อมูลที่ไม่ถูกต้องครบถ้วนอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทำงานที่เป็นอยู่ทำให้เกิดผลเสียมากกว่าผลดี โดยวิธีการเก็บข้อมูลสิ่งที่ต้องพิจารณาดังนี้

- เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกวิธีการทำงาน ซึ่งมีเครื่องมือที่หลากหลายที่ช่วยในการบันทึกข้อมูล เริ่มจากแบบพื้นฐาน คือ กระดาษและเครื่องเขียน จนไปถึงการบันทึกวิธีใดด้วยกล้องโดยแต่ละวิธีจะมีความยากง่ายต่างกัน อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีแบบฟอร์มต่างๆที่ถูกพัฒนาขึ้นมาช่วยในการบันทึกข้อมูล ซึ่งจะทำให้การบันทึกข้อมูลไม่ว่าจะดำเนินการผ่านวิธีไหนก็สามารถทำได้ง่ายและรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำมากขึ้น

- สัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกวิธีการทำงาน สัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกวิธีการทำงานจะใช้อยู่ 5 สัญลักษณ์เพื่อแทนกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ซึ่งจะช่วยให้การบันทึกรวดเร็ว แต่สิ่งสำคัญคือ ต้องเข้าใจก่อนว่าแต่ละสัญลักษณ์หมายถึงการทำกิจกรรมใด โดยสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการบันทึกมีดังนี้

○ Operation การปฏิบัติงาน บอกถึงการสร้างมูลค่าเพิ่ม หรือเปลี่ยนแปลงรูปของชิ้นส่วนวัสดุหรือผลิตภัณฑ์

□ Inspection การตรวจสอบงาน การบอกถึงการตรวจสอบเพื่อให้งานได้คุณภาพหรือตรวจสอบปริมาณของงาน

○ Delay การเก็บพักชั่วคราว การรอ หรือ ความล่าช้าของงานเนื่องจากมีอุปสรรคมาขัดขวางโดยไม่ให้ขั้นตอนการปฏิบัติงานขั้นต่อไปดำเนินต่อไป

▽ Storage การเก็บพักถาวร การเบิกดูแลชิ้นส่วนอย่างถาวรการเก็บหรือจ่ายออกไป การควบคุมอย่างเป็นทางการ การเบิกจ่ายต้องมีคำสั่งหรือจากหนังสือผู้เกี่ยวข้อง

⇒ Transportation การขนถ่ายเคลื่อนย้ายจากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่ง

การบันทึกการทำงานโดยใช้สัญลักษณ์จะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาขั้นตอนวิธีการทำงานโดยรวม
2. แยกขั้นตอนการทำงานเป็นขั้นตอนย่อยๆ พร้อมกำหนดกำหนดจุดเริ่มและสิ้นสุดของงาน
3. กำหนดสัญลักษณ์ตามกิจกรรมย่อยที่กำหนดขึ้น
4. ทวนสอบข้อมูลที่บันทึกกับขั้นตอนการทำงานจริง
5. ให้บุคคลที่สามอ่านข้อมูลการบันทึกเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของข้อมูลที่บันทึก
6. ตรวจสอบพร้อมบันทึกรายละเอียดอื่นๆ ให้ครบถ้วน (วิจิตร ตัณฑสุทธี. 2535 : 83-85)

ตารางที่ 5 ตัวอย่างแบบฟอร์มแผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart)									
แผนภูมิหมายเลข _____ แผ่นที่ _____ ของ _____				สรุปผล					
ผลิตภัณฑ์ / วัสดุ / พนักงาน				Activity	ปัจจุบัน	หลังปรับปรุง	ลดลง		
กิจกรรม :				ปฏิบัติงาน ☐					
				เคลื่อนย้าย ☐					
				ล่าช้า ☐					
				ตรวจสอบ ☐					
วิธีการทำงาน: ปัจจุบัน / ปรับปรุง				เก็บ ☐					
สถานที่ :				ระยะเวลา					
พนักงาน เวลา				ต้นทุน :					
บันทึกโดย วันที่				ค่าแรง					
อนุมัติโดย วันที่				ค่าวัสดุ					
				รวม					
คำอธิบาย	ปริมาณ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาฬิกา)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
				☐	☐	☐	☐	☐	
				☐	☐	☐	☐	☐	
				☐	☐	☐	☐	☐	
				☐	☐	☐	☐	☐	
				☐	☐	☐	☐	☐	
				☐	☐	☐	☐	☐	
				☐	☐	☐	☐	☐	
				☐	☐	☐	☐	☐	
รวม				☐	☐	☐	☐	☐	

ที่มา : รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม; และเนื้อโสม ดิงสัญชลี. (2538). การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา. หน้า 112.

3. การวิเคราะห์วิธีการทำงาน เป็นกระบวนการเพื่อที่ช่วยในการกำหนดแนวทางในการปรับปรุงวิธีการทำงาน ซึ่งในการปรับปรุงการทำงานมักใช้เทคนิคการตั้งคำถาม โดยเทคนิคนี้ใช้ชื่อว่า “6W-1H” ซึ่งกระบวนการตั้งคำถามจะช่วยตรวจสอบความเหมาะสมของงาน โดยใช้กลุ่มคำถาม 2 กลุ่ม

1. กลุ่ม What, Who, When, Where, How เพื่อทำความเข้าใจในสภาพปัจจุบันของกระบวนการทำงาน

2. กลุ่ม Why, Which เพื่อที่จะพัฒนาแนวทางการปรับปรุงวิธีการทำงาน

การใช้เทคนิคนี้จะตรวจสอบเหตุผลความเหมาะสมของวิธีการทำงานและเปิดโอกาสในการเสนอทางเลือกอื่นๆ ในการใช้คำถามว่า “ทำอะไร” ถ้าสามารถอธิบายถึงงานที่ทำว่าทำอะไรและเข้าใจในสิ่งที่จะถูกถามต่อไปว่า “ทำไมต้องทำ” เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเป้าหมายและขอบข่ายของงาน ถ้ามีเหตุผลตอบได้ แสดงว่างานนั้นมีความจำเป็นต้องทำจะถูกถามต่อไปว่า “มีงานอย่างอื่นที่ทำได้ไหม” เพื่อให้เกิดความคิดว่าอาจจะมียานอย่างอื่นที่ทำได้ดีกว่า ง่ายกว่า และสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของงานได้ เช่นเดียวกันในทำนองตรงกันข้ามถ้าไม่สามารถตอบว่า “ทำอะไร” แสดงว่าไม่เข้าใจงานที่ทำหรือสักแต่ทำตามคำสั่งโดยไม่รู้ว่าทำอะไร การตอบคำถามทำให้เกิดความเข้าใจเป้าหมายและขอบข่ายของงาน มากขึ้นหรือทำให้รู้ว่าจริง ๆ แล้วไม่มีประโยชน์อะไรเลยในการทำงานนั้นๆ ทำให้สามารถจัดงานที่ไม่จำเป็นออกได้ การใช้คำถามทำนองเดียวกันสำหรับการตรวจสอบความเหมาะสมของคนทำงานจึงได้ประโยชน์ในทำนองเดียวกันช่วยให้สามารถกำหนดแนวทางปรับปรุงวิธีการทำงานอย่างได้ผล เทคนิคการตั้งคำถามนอกจากใช้ประโยชน์ในการพิจารณาตรวจตรา วิเคราะห์วิธีการทำงานแล้วยังใช้ประโยชน์ประยุกต์กับกิจกรรมด้านการบริหารอื่น ๆ มากมาย เทคนิคนี้จึงน่าควรจดจำและใช้งานอย่างกว้างขวางต่อไป (วิจิตร ตันตสุทธิ์. 2535 : 90-93)

4. การปรับปรุงวิธีการทำงาน การปรับปรุงวิธีการจะได้จากการใช้เทคนิค “6W-1H” ซึ่งเทคนิคการปรับปรุงซึ่งมีหลักการดังนี้

1. ตัด
2. แยก/รวม
3. เปลี่ยนขั้นตอน
4. ทำขบวนการให้เรียบง่ายขึ้น
5. ใช้เครื่องมือเข้ามาช่วย

การพิจารณาว่ากิจกรรมใดในขั้นตอนของวิธีการทำงานนั้นเป็นกิจกรรมที่ไม่มีความจำเป็นหรือไม่มีความจำเป็นในการทำงานนั้นให้พิจารณาจากการสร้างมูลค่าเพิ่มจากกิจกรรมนั้นๆ ถ้าเป็นงานที่ไม่สร้างมูลค่าเพิ่มก็ให้ดำเนินการตัดทิ้งไป ในทำนองเดียวกันกิจกรรมต้องทำงานหลายๆ กิจกรรมย่อย เช่น งานการประกอบรถยนต์อาจจะเป็นงานการเชื่อมหลายๆ งาน หลักการในข้อนี้คือ “รวมแล้วดีให้รวม แยกแล้วดีให้แยก”

สำหรับการปรับเปลี่ยนขั้นตอนงานในกลุ่มจะเป็นงานที่สามารถสลับสับเปลี่ยนกันได้ เช่น การขนย้ายอาจจะสามารถทำการขนย้ายในขั้นตอนสุดท้ายเพื่อให้ระบบการควบคุมการไหลของงานดีขึ้นขั้นตอนของงานถ้ามีการเปลี่ยนแปลงสลับกันแล้วให้คล่องตัวขึ้นก็จะสามารถปรับเปลี่ยนเพื่อการทำงานโดยรวมดีขึ้น การทำงานให้ง่ายขึ้น คือ การที่ปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่ให้มีความซับซ้อนและยุ่งยากน้อยลง เช่น ขั้นตอนการทำหนังสือเดินทางของกระทรวงต่างประเทศของไทยจากในอดีตมีความซับซ้อนยุ่งยากให้มีขั้นตอนที่ง่ายมีประสิทธิภาพดีขึ้นผลผลิตสูงขึ้น

5. การเปรียบเทียบการวัดผลงานการทำงาน เป็นการสะท้อนภาพให้เห็นว่าวิธีการทำงานที่ปรับปรุงใหม่ดีกว่าเก่าจริงหรือไม่ ดีกว่าเก่าแค่ไหนมีอะไรเป็นเกณฑ์วัดผลงานถ้าจะบอกว่ามีขั้นตอนการทำงานน้อยกว่าจะใช้สัญลักษณ์ที่บันทึกก่อนและหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน เช่น ก่อนการปรับปรุงวิธีการทำงานมีจำนวนสัญลักษณ์เท่ากับ 23 สัญลักษณ์ หลังการปรับปรุงวิธีการทำงานสัญลักษณ์ลดลงเหลือ 15 สัญลักษณ์ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ดีขึ้นร้อยละ 34.78 ดังแสดงในตารางที่ 6 การเปรียบเทียบวิธีการทำงาน

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบวิธีการทำงาน

สัญลักษณ์	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
○	10	8
□	5	3
→	5	2
D	2	1
▽	1	1
รวม	23	15

ที่มา : รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม; และเนื้อโสม ดิงสัญชลี. (2538). การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา. หน้า 140.

นอกจากนี้ยังสามารถยังการวัดผลงานสามารถใช้การเปรียบเทียบวิธีการทำงานเดิมและวิธีการทำงานใหม่อย่างอื่น ๆ ได้อีก เช่น จำนวนคนที่ลดลง จำนวนวัสดุที่ใช้ลดลง จำนวนเครื่องจักรที่น้อยลงหรือค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ลดลง รวมทั้งยังสามารถใช้มูลค่าความสูญเสียในรูปแบบต่าง ๆ ที่สามารถจัดได้เป็นเกณฑ์ในการวัดเปรียบเทียบผลของการศึกษาวิธีการทำงาน (รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม; และเนื้อโสม ดิงสัญชลี. 2538 : 138-139)

2. การศึกษาเวลา

การศึกษาเวลา (Time Study) คือ การหาค่าของเวลามาตรฐานในการทำงานของ คนงาน ซึ่งจะได้รับการฝึกงานนั้นมาอย่างดีแล้วทำงานนั้นได้ในอัตราปกติ (Normal Pace) ด้วยวิธีการทำงานที่กำหนดให้ (Specified Method) โดยมีขั้นตอนการศึกษาเวลาดังนี้

การเลือกงาน

โดยทั่วไปจะใช้หลักเกณฑ์ในการเลือกงานการศึกษาเวลาแบบเดียวกันกับ การเลือกงานสำหรับการศึกษาเวลาการทำงาน คือ พิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้น หรือผลที่จะได้รับจากผลสำเร็จในการศึกษางานนั้นๆ อย่างไรก็ตามจะพบว่างานที่เลือกศึกษาเวลาจะต้องมีองค์ประกอบด้านความต้องการแรงด้นมาเกี่ยวข้องและความต้องการจะต้องเกิดจาก

1. ต้องการที่จะทำการศึกษาเวลาของงานใหม่ เช่น ผลิตภัณฑ์ใหม่ ชิ้นส่วนใหม่ หรือวิธีการทำงานใหม่
2. ต้องการที่จะกำหนดเวลามาตรฐานใหม่เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงวัสดุหรือเครื่องมือและอุปกรณ์ซึ่งต้องใช้เวลามาตรฐานใหม่
3. ได้รับการเรียกร้องหรือการวิจารณ์เกี่ยวกับมาตรฐานเดิมจากคนงานหรือตัวแทนคนงาน
4. ต้องการเวลามาตรฐานมาช่วยในการตัดสินใจจ่ายเงินค่าแรงหรือใช้ในแผนการจ่ายเงินจูงใจ
5. ต้องการเปรียบเทียบวิธีการทำงานอื่นๆ ที่นำมาเสนอ
6. ต้องการประเมินค่าใช้จ่ายของงานบางส่วนซึ่งมีสูงเกินไป
7. ต้องการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร
8. เมื่อมีจุดคอขวดและต้องการจัดสมดุลในสายงานการผลิต
9. เมื่อต้องการจัดระบบต้นทุนมาตรฐานและศูนย์กำไร
10. เมื่อต้องการจัดระบบงานการผลิตและกำหนดแนวทางผลิต
11. เมื่อต้องการกำหนดต้นทุนแรงงานและระบบควบคุมต้นทุนแรงงาน

การบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเวลานอกจากการบันทึกเวลาการทำงานยังมีข้อมูลซึ่งแสดงรายละเอียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับเงื่อนไขมาตรฐานของการศึกษาเวลาซึ่งจำเป็นต้องบันทึกในแบบฟอร์มการศึกษาเวลาโดยจะทำการบันทึกก่อนศึกษาเวลา

การแบ่งแยกย่อยงาน

การแยกย่อยงานเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการศึกษาเวลา ซึ่งจะทำให้สามารถสังเกตส่วนประกอบของงานได้อย่างถูกต้องชัดเจน ส่งผลให้การวัดเวลาสะดวกและแม่นยำสาระสำคัญของขั้นตอนก่อนเริ่มจับเวลาจริงนั้นต้องสามารถกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของวัฏจักรหรือรอบการผลิตของงานให้ได้เสียก่อนซึ่งในแต่ละวัฏจักรของการทำงานจะถูกแบ่งย่อยเป็นกิจกรรมย่อย โดยมีหลักการในการแบ่งกิจกรรมย่อยดังต่อไปนี้

1. แบ่งแยกงานย่อยที่ได้ผลผลิตออกจากงานย่อยที่ไม่ได้ผลผลิต
2. แบ่งแยกงานย่อยที่มีจุดเปลี่ยนประเภทของการเคลื่อนที่ชัดเจน
3. แบ่งงานแยกย่อยที่จะเป็นจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด ซึ่งเป็นจุดต่อเชื่อมของวัฏจักรงาน
4. งานย่อยที่แบ่งออกมาควรจะมีระยะเวลาที่ยาวนานพอที่จะทำการวัดหรือจับเวลาได้
5. รวมงานกลุ่มย่อยที่เวลาสั้นเกินกว่าการจับเวลาที่เข้าเป็นงานเดียวกัน
6. แยกงานย่อยที่ทำด้วยมือออกจากงานย่อยที่ทำด้วยเครื่องจักร
7. แยกงานย่อยที่เป็นงานย่อยคงที่ออกจากงานย่อยที่แปรค่า
8. แยกงานย่อยที่มีความล้าเป็นพิเศษออก

การวัดและบันทึกเวลา

ในการวัดและบันทึกข้อมูลเวลา จำเป็นจะต้องใช้เครื่องมือต่างๆ ประกอบด้วย

1. เครื่องมือจับเวลา

- นาฬิกาจับเวลานาฬิกาจับเวลาที่มีทั้งแบบชนิดที่มีเข็มนาฬิกาและชนิดที่เป็นตัวเลขถึงแม้ว่านาฬิกาที่ใช้ตัวเลขจะใช้สะดวกกว่าแต่การใช้นาฬิกาชนิดมีเข็มนาฬิกาก็ยังเป็นที่ยอมรับทั่วไป

- กล้องถ่ายวิดีโอหรือกล้องถ่ายรูป
- เครื่องเก็บข้อมูลเวลาและคอมพิวเตอร์

2. แบบฟอร์มบันทึกและวิเคราะห์เวลา

3. อุปกรณ์สำนักงานอื่นๆ

การกำหนดจำนวนในการจับเวลา

ในการคำนวณจำนวนที่จะบันทึกจับเวลา คือ การหาขนาดตัวอย่างในการบันทึกเวลาโดยทั่วไปเมื่อเรบันทึกเวลาเราจะพบว่าโอกาสที่จะบันทึกเวลาให้สามารถจับเวลาของงานย่อยแต่ละงานให้มีค่าเดียวกันในทุกๆ รอบของกิจกรรมที่จับได้เป็นเรื่องยากเนื่องจากเกิดความผิดพลาดในการจับเวลาหรือความไม่สม่ำเสมอในการทำงานของคนหรือเพราะมีความผันแปรด้านอื่นๆ ของงาน ดังนั้นเราจำเป็นต้องบันทึกข้อมูลเวลาหลายๆ รอบเพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือ

เมื่อเราต้องการที่เปิดค่าตารางสถิติของการแจกแจงแบบนอร์มอลมาตรฐาน (Standard Normal-Distribution) จะมีระดับความเชื่อมั่นดังนี้

$\pm 1\sigma_x$	คือ	68.26%
$\pm 2\sigma_x$	คือ	95.46%
$\pm 3\sigma_x$	คือ	99.73%

σ_x คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลเวลา (Standard Deviation) ดังนั้น ถ้าเราต้องการให้มีระดับความเชื่อมั่น 95% และค่าความผิดพลาด 5% เราจะตั้งสมการเพื่อหาสูตรได้ดังนี้

$$2\sigma_x = 0.05 \bar{X}$$

โดยที่

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

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

$$\sigma_x = \frac{\sigma_x}{N}$$

$$\sigma = \text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลเวลา}$$

$$\sigma_x = \text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย}$$

$$N = \text{จำนวนตัวอย่างที่ต้องการหา}$$

$$n = \text{จำนวนที่ทดลองจับเวลาก่อน}$$

$$X = \text{เวลาที่ได้จากการจับเวลา}$$

ดังนั้น

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

$$\text{หรือ } N = 40 \frac{\sqrt{(\sum X^2 - (\sum X)^2 / n) / n}}{\sum X / n}$$

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

ในกรณีที่ขนาดตัวอย่างที่จะเก็บบันทึกเวลามีจำนวนน้อยจะมีการคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น

$$\sigma_x = \sqrt{(\sum x^2 - (\sum x)^2 / n) / (n-1)}$$

ดังนั้น สูตรการคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่ต้องการหาจะเป็น

$$N = \frac{40n}{\sum X} \left[\frac{\sqrt{(\sum X^2 - (\sum X)^2 / n)}}{n-1} \right]$$

เวลามาตรฐาน (Standard Time)

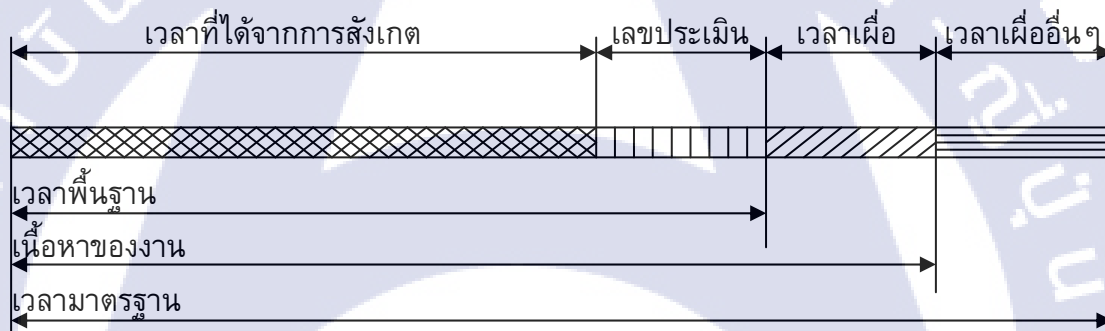
การศึกษาเวลางานเพื่อต้องการหาเวลามาตรฐาน ที่จะมาเป็นตัวกำหนดในการหาปริมาณงานที่ควรจะเป็นต่อช่วงเวลา หรือ นำไปใช้ในวางแผนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งเชื่อมโยงไปสู่การจ่ายค่าแรงที่ยุติธรรมหากการจ้างเหมา หรือ การนำไปสู่การตัดสินใจการลงทุนการผลิตที่ถูกต้องด้วย ซึ่งการหาเวลามาตรฐาน มีวิธีการหาด้วยกันหลายวิธีดังนี้

- ก) การหาด้วยการประมาณ
- ข) การหาจากข้อมูลการทำงาน ที่มีบันทึกในอดีต
- ค) การหาการทำงานจริง ด้วยกระบวนการวัดงาน
- ง) การหาจากการใช้ข้อมูลที่รวบรวมไว้ในระบบแล้ว

ในที่นี้จะขออธิบายแค่วิธี การหาเวลามาตรฐานการทำงานจริงด้วยกระบวนการวัดงานและส่วนเวลามาตรฐานจากการใช้ข้อมูลที่รวบรวมไว้เป็นระบบแล้ว เพราะว่า วิธีที่ใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาเวลาได้ดีและสะดวก ซึ่งจะมีขั้นตอนลำดับการปฏิบัติในการศึกษาตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งได้ผลลัพธ์ของเวลามาตรฐานออกมา ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่จำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์มากนักก็สามารถทำได้ เป็นวิธีที่ได้มีการรวบรวมจากการทดลองและประสบการณ์ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ทันที

การหาเวลามาตรฐานการทำงานจริงด้วยขบวนการวัด (Work Measurement) เป็นวิธีมาตรฐานสากลที่ใช้กันสำหรับวิธีการศึกษาเวลาจากการทำงานจริง ให้ความสะดวกและยุติธรรม ในการตัดสินใจและลงความเห็นชี้ชัดเป็นมาตรฐานโดยทั่วไปได้ เทคนิควิธีนี้จะขึ้นอยู่กับพื้นฐาน ของความเป็นจริงในการทำงาน ซึ่งต้องพิจารณาข้อมูลรายละเอียดในการทำงาน และสภาวะการทำงานนั้นๆ ที่มีความสัมพันธ์ต่อกัน ความแม่นยำ และเที่ยงตรง ในการหาเวลามาตรฐานที่หามาได้มีความแม่นยำเที่ยงตรงสูง จะช่วยในการวางแผนดำเนินงานในการผลิตได้เป็นอย่างดี และเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตด้วย แต่ ถ้าเวลามาตรฐานที่หามาได้ ผ่านวิธีการหาเวลามาตรฐานอย่างง่าย ๆ โดยขาดหลักการมองความเป็นจริง ทำให้เวลามาตรฐานที่ได้ขาดความเที่ยงตรง ไม่สามารถเป็นที่เชื่อถือของพนักงานและฝ่ายบริหารสุดท้ายก็จะส่งผลให้เกิดความขัดแย้งภายในองค์กร

องค์ประกอบที่จะใช้เป็นเวลามาตรฐานโดยทั่วไปที่สำคัญและควรทราบสามารถแสดงได้ดังรูป ที่ 4 ดังนี้



รูปที่ 4 องค์ประกอบของเวลามาตรฐาน

ที่มา : วิจิตร ตันทสุทธิ. (2535). การศึกษาการทำงาน. หน้า 298.

เวลาการทำงานจริงเป็นเวลาที่คุณงานแต่ละคนใช้ในการทำงานใดๆ จนสำเร็จลุล่วง เวลาทำงานจริงของแต่ละคนจะไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์การทำงาน ความสามารถในการทำงาน สภาพการทำงาน และการเรียนรู้ของแต่ละคน จึงไม่สามารถใช้การทำงานจริงนี้มาเป็นเวลามาตรฐานได้ ดังนั้นจึงมีการกำหนดสภาวะและการทำงานในระดับปกติ เป็นการการทำงานที่เป็นจังหวะคล่องตัว ซึ่งประกอบไปด้วยประสบการณ์การทำงานเพียงพอ การทำงานไปด้วยตนเอง โดยรักษาสภาพการใช้กำลังและจิตใจได้คงที่ ไม่รีบร้อนหรือเกิดการชะงัก ในระหว่างการเคลื่อนไหว และอยู่ในระดับที่ประสิทธิภาพการใช้เครื่องมือเครื่องใช้ให้สัมพันธ์กับการทำงานอย่างต่อเนื่องไม่ติดขัด เมื่อได้มีการกำหนดการทำงานในระดับปกติขึ้นแล้วก็สามารถทราบได้ว่า การทำงานของแต่ละคนมีเวลาการทำงานจริงอยู่ในระดับเหนือกว่าปกติหรือต่ำกว่า

ในการคำนวณหาเวลามาตรฐานนั้นเพื่อความเหมาะสมและยุติธรรม ต้องมีเวลาเผื่อบวกเข้ากับเวลาพื้นฐานด้วย ซึ่งเวลามาตรฐานสามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$ST = N + (N \times AL\%)$$

เมื่อ ST = เวลามาตรฐานของการทำงานย่อยนั้นๆ (Element Standard Time)

N = เวลาพื้นฐาน (Basic Time)

AL = เวลาเผื่อส่วนบุคคล (Allowances)

โดยที่ เวลาพื้นฐาน = $\frac{\text{เวลาที่ได้จากการจับเวลา} \times \text{เลขประเมิน}}{\text{มาตรฐานการประเมิน}}$

หรือ เวลาพื้นฐาน = เวลาเฉลี่ย $\times$ อัตราความเร็ว

โดยทั่วไปใช้เวลามาตรฐานการประเมิน 100 แสดงเลขประเมิน ได้ดังตารางที่ 7 ตารางอัตราการทำงานต่างๆ บนสเกล

ตารางที่ 7 อัตราการทำงานต่างๆ บนสเกล

สเกล				คำบรรยาย	การเปรียบเทียบอัตราความเร็วในการเดิน	
60-80	75-100	100-133	0-100 standard		ไมล์/ชม	กม./ชม.
0	0	0	0	อยู่เฉยๆ ยังไม่ได้ทำงาน	0	0
40	50	67	50	ทำงานช้ามาก งุ่มง่าม คนทำงานดูคล้ายง่วงนอน หรือไม่สนใจทำงาน	2	3.2
60	75	100	75	ทำงานด้วยความมุ่งมั่นตั้งใจ ไม่รีบร้อนมองดู คล้ายกับช้า แต่ไม่มีการเสียเวลาเลย	3	4.8
80	100	133	100	ทำงานด้วยความรวดเร็ว ว่องไว แม่นยำ เช่นคนที่ได้รับการฝึกอบรมมาจนชำนาญ ทำงานภายใต้ระบบการจ่ายเงินรางวัล	4	6.4
100	125	167	125	ทำงานเร็วมาก คนงานที่มีความสามารถในการใช้เครื่องมือ และการประสานงานกันของการเคลื่อนไหวทุกส่วนได้อย่างรวดเร็ว และแม่นยำ มีความสามารถเหนือคนทั่วไป	5	8

ตารางที่ 7 อัตราการทำงานต่างๆ บนสเกล (ต่อ)

สเกล				คำบรรยาย	การเปรียบเทียบอัตรา ความเร็วในการเดิน	
60-80	75-100	100-133	0-100 standard		ไมล์/ชม	กม./ชม.
120	150	200	150	ทำงานเร็วขึ้น ต้องอาศัยความพยายาม และ ความตั้งใจอย่างพิเศษ โดยปกติแล้วไม่ สามารถให้ระดับความเร็วนี้ได้เป็น เวลานาน ผลงานซึ่งนับได้ว่าเป็นหนึ่งใน ร้อย	6	9.6

ที่มา : วิจิตร ตันทสุทธิ์. (2535). การศึกษาการทำงาน. หน้า 280.

อย่างไรก็ตามเวลามาตรฐานที่คำนวณได้เมื่อนำไปใช้ อาจต้องมีการปรับค่าให้
เหมาะสมกับการใช้งาน บางครั้งเวลามาตรฐานที่คำนวณได้ อาจมีค่าสูงกว่าหรือต่ำกว่าก็เป็นได้
ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงนโยบายของผู้บริหารด้วย

เวลาเฉลี่ย (Average Time)

การศึกษาเวลางานเพื่อต้องการหาเวลามาตรฐานนั้น ต้องมีการคำนวณหาเวลา
เฉลี่ยจากการหาขนาดตัวอย่างที่ต้องการเพื่อนำมาคำนวณหาเวลาพื้นฐานที่มีความเหมาะสมกับ
การทำงานของพนักงาน โดยรวมเวลาจากขนาดตัวอย่างที่ต้องการหาหารด้วยขนาดของ
ตัวอย่างที่ต้องการ ซึ่งเวลาเฉลี่ยสามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ

X คือ เวลาที่ได้จากการจับเวลา

N คือ จำนวนตัวอย่างที่ต้องการหา

เวลาเผื่อ (Allowance)

เวลาเผื่อ คือ เวลาที่เพิ่มให้จากเวลาพื้นฐานของคณงานที่เหมาะสมเพื่อกิจธุระ
ส่วนตัว เพื่อลดความเมื่อยล้า และเผื่อสำหรับความล่าช้าของกิจกรรมการรอต่าง ๆ ซึ่งเวลาเผื่อ
ที่ยอมให้มียูมีดังนี้

1. เวลาเพื่อสำหรับกิจธุระส่วนตัว (Personal Allowance) คือ เวลาเพื่อให้คนงานทำกิจธุระส่วนตัว การทำกิจธุระส่วนตัวในระหว่างการทำงานของคนงาน เป็นเวลาของเหตุการณ์ สอดแทรกอันหนึ่งที่จะต้องมิโดยหลีกเลี่ยงไม่ได้อันเป็นธรรมชาติของมนุษย์ การทำกิจธุระส่วนตัวได้แก่ เข้าห้องน้ำ ล้างมือ พักดื่มน้ำ หรือแม้กระทั่งเหตุฉุกเฉินประจำเดือนของสตรี สภาพการทำงานหรือบริเวณทำงาน โดยทั่วไปจะต้องจัดเตรียมรับเหตุการณ์สอดแทรกประเภทนี้เป็นอย่างดี เพื่อช่วยลดเวลานี้ลงได้ อันเกิดจากความสะดวก แต่ถึงอย่างไรก็ดี สภาพการทำงานแต่ละชนิดจะเป็นสาเหตุหนึ่งของการใช้เวลาสำหรับกิจธุระส่วนตัวไม่เหมือนกัน เช่น การทำงานในห้องปรับอากาศ งานเบาจะแตกต่างจากงานหนักในโรงงาน ที่ร้อนอบอ้าว เป็นต้น ซึ่งการทำงานในห้องปรับอากาศจะไม่ดื่มน้ำบ่อย แต่จะไปเข้าห้องน้ำบ่อยหรืองานที่ใช้กำลังเหนื่อยมาก อาจต้องดื่มน้ำบ่อย ซึ่งการทำงานในสภาพที่ใช้กำลังมากและอากาศร้อนต้องการเวลาเผื่อมากกว่างานเบา จากการศึกษาวิเคราะห์หาเวลาโดยเฉลี่ยได้ว่า เวลาส่วนเผื่อสำหรับการทำกิจธุระส่วนตัวจะตกอยู่ระหว่าง 2-5% หรือประมาณ 10 ถึง 24 นาที ต่อการทำงาน 8 ชั่วโมง 1 วัน สำหรับงานที่หนักหรืออยู่ในสภาวะที่ผิดปกติ หรืออุณหภูมิค่อนข้างสูงอาจพิจารณาเพิ่มได้มากกว่า 5% ทั้งนี้เวลาเผื่อจะแปรเปลี่ยนไปได้ขึ้นกับการทำงานสำหรับ 5% จะเป็นจำนวนที่พอเหมาะเพียงพอ สำหรับทั้งชายและหญิง และเวลาเผื่อส่วนตัวจะต้องสูงขึ้นถ้าเงื่อนไขการทำงานเลวลง เช่น งานหนัก ร้อน ฝุ่นจัด เสียงดัง เหม็น ชื้น เป็นต้น

2. เวลาเพื่อความเมื่อยล้า (Fatigue Allowance) คือ เวลาเพื่อความเมื่อยล้าจากการทำงาน แต่เวลาที่ต้องการพักนี้ก็ยังขึ้นกับคนงาน โดยทั่วไปการทำงานของคนเราจะทำงานต่อเนื่องกันเป็นเวลานานๆ ไม่ได้ เนื่องจากการใช้พลังงานในร่างกายมีช่วงเวลาของการเสื่อมสลายลง เป็นสาเหตุหนึ่งของความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้น ดังนั้นนอกเหนือจากเวลาเผื่อสำหรับทำธุระส่วนตัวแล้วยังต้องมีเวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าของคนอยู่ด้วย สาเหตุของการเกิดความเมื่อยล้าในระหว่างการทำงาน มีด้วยกันหลายสาเหตุดังนี้

- จากสภาพแวดล้อมการทำงานไม่ดี ได้แก่ อิทธิพลจากแสง เสียง อุณหภูมิ เป็นต้น
- จากการทำงานได้แก่ งานหนัก ระยะเวลาในการทำงานติดต่อกันยาวนานเกินไป งานที่ทำซ้ำซาก ไม่ได้เปลี่ยนอิริยาบถ เป็นต้น
- จากสุขภาพทั่ว ๆ ไป ของร่างกายและจิตใจของคนงาน เช่น พักผ่อนไม่เพียงพอ อาหารการกินบำรุงร่างกายได้ไม่เพียงพอ (วิจิตร ตันตสุทธิ์. 2535 : 252-264)

จากตาราง 8 เป็นตารางค่าเวลาเผื่อที่ได้กำหนดขึ้นใช้ ของ ILO (International Labor Office) ซึ่งเป็นค่าเวลาเผื่อสำหรับทำกิจธุระส่วนตัว และความเมื่อยล้าเกี่ยวข้องกับสภาพการทำงาน ที่ต้องยื้นขะทำงาน การใช้แรง แสงสว่าง สภาพอากาศ เสียง ความซ้ำซาก ด้านจิตใจ และความน่าเบื่อ

ตารางที่ 8 เวลาเพื่อสำหรับธุรกิจส่วนตัวและความเมื่อยล้า

Allowance	Men (%)	Women (%)
Standing Allowance	2	4
Weight Allowance		
Weight Encountered (IB) : 5	-	1
10	1	2
20	3	4
40	9	13
50	13	20 (Max.)
70	22	-
Bad Light	2	2
Heat&Humidity		
Cooling Power (Kate Thermometer) 12 or More	-	-
10	3	-
8	10	-
6	21	-
Fine or Exciting Work	2	2
Noise Level		
Intermittent, Loud	2	2
Intermittent, Very Loud	5	5
Mental Strain :		
Fairly Complex	1	1
Very Complex	8	0
Monotory :		
Medium	1	1
High	4	4

ที่มา : รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม; และเนื้อโสม ดิงสัญชลี. (2538). การศึกษา
การเคลื่อนไหวและเวลา. หน้า 136.

3. เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า (Delay Allowance) คือ เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า เนื่องจากการปรับเปลี่ยนเครื่องมือ เครื่องจักร หรือเวลาที่เสียไป เนื่องจากเครื่องจักรชำรุด ไฟฟ้าดับ เป็นต้น (วิจิตร ตันตสุทธิ์. 2535 : 252-264)

สรุปการคำนวณเวลาเผื่อได้จากสูตรดังนี้

เวลาเผื่อ = เวลาปกติ × เปอร์เซนต์ความเผื่อส่วนบุคคล

การปรับปรุงงาน

การปรับปรุงงาน (Work Improvement) หมายถึง การพัฒนาหรือกำหนดหาวิธีการใหม่ๆ มรการดำเนินการ การปรับปรุงงานจึงรวมถึงสภาพการทำงานและกระบวนการทำงาน เพื่อลดความผันแปรที่เกิดขึ้นจากสาเหตุต่างๆ ในกระบวนการผลิต โดยองค์การจัดเตรียมความพร้อมทั้งที่ใช้ในการปฏิบัติงานและใช้ในการป้องกันให้ได้มาตรฐาน ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ การปรับปรุงจึงมีวัตถุประสงค์สำคัญคือ

1. เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพวิธีการทำงาน
2. เพื่อรักษาเป้าหมายและมาตรฐานของงานตามที่ต้องการกำหนดไว้
3. เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงาน และปรับปรุงการดำเนินงาน
4. เพื่อการพัฒนามาตรฐานหรือเป้าหมายของการดำเนินงานให้สูงขึ้น

การปรับปรุงจะเป็นการกำหนดว่า องค์การจะปรับปรุงแก้ไขหรือพัฒนาการดำเนินงานขั้นตอนใดและด้วยวิธีการใดตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ตามวิธีการที่เหมาะสม เช่น การปรับปรุงระบบงานหรือวิธีการดำเนินงาน การปรับปรุงทรัพยากรหรือการพัฒนาบุคลากร เป็นต้น ถ้าองค์การพบว่างานที่ทำนั้นสามารถตัดทอนลงได้ เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการดำเนินงาน หรือขั้นตอนของงานที่ซับซ้อน ถ้าแยกงานนั้นออกจากกันจะทำให้การดำเนินงานได้เร็วขึ้นก็ควรจะแยกออกเพื่อให้การดำเนินงานขององค์การมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเพิ่มขึ้น สรุปขั้นตอนการปรับปรุงงานได้ดังนี้

1. การปรับปรุงประสิทธิภาพด้านการผลิตขององค์การ ได้แก่
 - ลดต้นทุนของคงคลังสินค้า และต้นทุนต่อหัวผู้ปฏิบัติงาน
 - ลดชั่วโมงการทำงานในกระบวนการผลิต
 - ลดเวลากระบวนการผลิต และช่วงเวลาการจัดหาวัตถุดิบ
2. การปรับปรุงประสิทธิภาพ หน้าที่การทำงาน ได้แก่
 - ยกระดับการปฏิบัติงาน ด้วยการปรับปรุงคุณภาพและความเที่ยงตรง
 - การปฏิบัติงานให้ราบรื่น โดยการแลกเปลี่ยนข่าวสารที่มีประโยชน์
 - บริหารการจัดงานที่ทันต่อเหตุการณ์

- ยกระดับและสร้างมาตรฐานในการทำงาน
- ปรับปรุงสัดส่วนของบุคลากรที่มีทักษะหลายอย่างให้สูงขึ้น
- 3. ปรับปรุงและสร้างสรรค์งานได้แก่
 - ลดการปฏิบัติงานที่ซับซ้อน
 - ปรับเปลี่ยนการปฏิบัติงานให้ง่ายขึ้น
 - ปรับเปลี่ยนบรรยากาศการสร้างขวัญและกำลังใจในการทำงาน
 - ยกระดับความสนใจในการปฏิบัติงานที่ทำหยาต่อความสามารถของพนักงาน

พนักงาน

ความสูญเปล่า (Waste/Muda)

ความสูญเปล่า (Waste/Muda) หมายถึง การกระทำใดๆ ก็ตามที่ใช้ทรัพยากร แรงงาน วัตถุดิบ เวลา เงิน หรืออื่นๆ แต่ไม่ทำให้สินค้าหรือบริการเกิด “คุณค่าหรือการเปลี่ยนแปลง”

ความสำคัญของความสูญเปล่านั้น ในการปฏิบัติขั้นตอนกระบวนการผลิตใดๆ นั้น จะมีขั้นตอนที่ถือเป็นขั้นตอนการสร้างคุณค่าให้กับสินค้าหรือการผลิตอยู่เพียง 5 % อีก 95% ถือเป็นความสูญเปล่าทั้งสิ้นซึ่งในความสูญเปล่านั้นแบ่งออกเป็น ความสูญเปล่าที่มีความจำเป็นให้เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และความสูญเปล่าที่ไม่จำเป็น ดังนั้นถ้าองค์กรยังไปปรับปรุงในส่วนที่ไม่จำเป็นความสูญเปล่า หรือเป็นสิ่งที่เพิ่มรู้คุณค่าอยู่แล้วก็อาจทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมดีขึ้นเล็กน้อยแต่ตรงกันข้าม ถ้าหากองค์กรให้ความสนใจการเข้าถึงความสูญเปล่า แล้วทำการลดหรือกำจัดออกไปเสีย จะทำให้องค์กรมีประสิทธิภาพโดยรวมดีขึ้น ความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ

1. ความสูญเปล่าเนื่องจากผลิตมากเกินไป (Over Production) เกิดจากแนวคิดที่ผลิตสินค้าออกมาให้มาก โดยไม่คำนึงถึงความไม่จำเป็น ไม่ตรงความต้องการของลูกค้า และในเวลาที่ไม่เหมาะสม การผลิตสินค้ามีปริมาณมากเกินไปความต้องการใช้งานในขณะนั้น หรือผลิตไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน มาจากแนวคิดที่ว่าแต่ละขั้นตอนจะต้องผลิตสินค้าออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดในแต่ละครั้ง โดยไม่คำนึงถึงว่าจะทำให้งานระหว่างทำในกระบวนการมีเป็นจำนวนมาก และทำให้กระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น

ความสูญเปล่า : ความต้องการพื้นที่จัดเก็บมากขึ้น และเกิดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ หรือใช้ทรัพยากรในการบริหารโดยไม่จำเป็น เช่น การเช่าพื้นที่ในการจัดเก็บวัตถุดิบ หรือสินค้า การเกิดความเสื่อมสภาพของสินค้า เป็นต้น

- ปัญหาจากการผลิตสินค้ามากเกินไป
- เสียเวลาแรงงานและเสียพื้นที่ในการจัดเก็บงานตกค้าง
- สิ้นเปลืองทรัพยากรในการขนย้าย
- ปิดบังปัญหาการผลิต

2. ความสูญเปล่าจากการรอคอย (Waiting) การรอคอยเกิดจากการที่เครื่องจักรหรือพนักงานมีการหยุดการทำงานเนื่องจากการรอบางปัจจัยที่จำเป็นในการผลิต เช่น รอวัตถุดิบ รอการดำเนินงานเนื่องจากระบบการผลิตไม่สมดุล การรอนานจากกระบวนการทำงานก่อนหน้า

ความสูญเปล่า : ทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิต และส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการส่งมอบที่ล่าช้า เกิดความสูญเปล่าจากการรอคอย

- ปัญหาจากการรอคอย
- ต้นทุนที่สูญเปล่าของแรงงาน เครื่องจักร
- ต้นทุนค่าเสียโอกาส
- เกิดปัญหาเรื่องขวัญและกำลังใจ

3. ความสูญเปล่าจากการขนย้าย (Transportation) การเคลื่อนย้ายวัสดุหรือสินค้าที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม และอาจก่อให้เกิดความเสียหายจากการขนย้ายที่ไม่จำเป็น เกิดจากการวางผังโรงงานที่ไม่ดีจากการจัดระเบียบในการเก็บชิ้นงาน การผลิตที่เกินกว่าความจำเป็น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องควบคุมและลดระยะในการขนส่งลงให้เหลือเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

ความสูญเปล่า : เกิดจากความเสียหายระหว่างการขนย้ายและเกิดอุบัติเหตุจากการขนย้ายเสียแรงงานและเวลาในการขนส่ง ที่ก่อให้เกิดต้นทุนสูง

- ปัญหาจากการขนย้าย
- ปัญหาการขนส่ง
- ต้นทุนในการขนส่ง ได้แก่ เชื้อเพลิง
- เสียเวลาในการผลิต
- วัสดุเสียหายหากวิธีการขนส่งไม่เหมาะสม
- เกิดอุบัติเหตุหากขาดความระมัดระวังในการขนส่ง

4. ความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพ (Non-Value Added Processing) เกิดจากกระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำๆ กันในหลายขั้นตอน ซึ่งไม่มีความจำเป็น เพราะงานเหล่านั้นไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับสินค้า รวมทั้งงานในกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ตัวสินค้าเกิดความเที่ยงตรงเพิ่มขึ้นหรือคุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าซึ่งกระบวนการที่ไม่ทำให้มูลค่าเพิ่มกับสินค้า ดังกระบวนการนี้ควรรวมอยู่ในกระบวนการผลิต ให้พนักงานที่หน้างานเป็นผู้ตรวจสอบไปพร้อมกับการทำงาน หรือขณะคอยเครื่องจักร และปัญหามักเกิดจากการที่ใช้เครื่องจักรที่ไม่ถูกต้อง มาตรฐานการทำงานไม่เพียงพอทำให้พนักงานทำงานไม่เป็นระบบ และอาจก่อให้เกิดความเสียหาย และเกิดจากการจัดลำดับงานที่ไม่เหมาะสม ขาดการทำงานให้เข้าจังหวะเดียวกันในระหว่างการผลิต ส่งผลทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน

ความสูญเปล่า : เสียเวลาและแรงงานในการเตรียมงานในการผลิตต่างๆ ก่อให้เกิดต้นทุนที่ไม่จำเป็น

- ปัญหาจากกระบวนการผลิต
- เกิดต้นทุนที่ไม่จำเป็นในการทำงาน
- สูญเสียพื้นที่การทำงานสำหรับกระบวนการนั้นๆ
- ใช้เครื่องจักรและแรงงานโดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่สินค้า

5. ความสูญเสียจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Excess Inventory) เป็นความสูญเปล่าที่ไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการทำงานของผู้บริหารในสายการผลิต แต่การที่ต้องสร้างโกดังเพื่อเก็บชิ้นส่วนประกอบ หรือสินค้าสำเร็จรูป โดยต้องจ่ายเพื่อการควบคุมดูแลรักษา ค่าเช่าโกดัง ค่าแรงงานต่างๆ ซึ่งจะเป็นผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ไม่ว่าจำเป็นชิ้นส่วนอะไหล่ อุปกรณ์ทั้งในโรงงานและสำนักงาน หากเก็บไว้นานๆ ก็คงไม่เกิดมูลค่าเพิ่ม ทั้งยังเป็นเพิ่มต้นทุนค่าใช้จ่ายอีกด้วย เป็นผลมาจากการซื้อวัสดุมากๆ เพื่อประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับการผลิตตลอดเวลาเพื่อให้ลดค่าใช้จ่ายจากการสั่งซื้อ จะส่งผลให้วัสดุคงคลังมีปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการการใช้งานอยู่เสมอ เป็นภาระการดูแลและการจัดการ

ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยสร้างคลังย่อยขึ้นมาในสายการผลิต เพื่อสามารถจัดเก็บชิ้นส่วนที่ต้องการและในเวลาที่ต้องการใช้กัน และการสั่งซื้อวัสดุควรสั่งซื้อครั้งละไม่มากเกินไปให้เพียงพอแก่การผลิต

ความสูญเปล่า : เสียพื้นที่ในการจัดเก็บมากขึ้น เกิดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บและต้นทุนจม เช่น ดอกเบี้ย ความเสื่อมสภาพของวัสดุ

- ปัญหาจากการเก็บวัสดุคงคลัง
- ใช้พื้นที่จัดเก็บมาก
- ต้นทุนจม
- วัสดุเสื่อมคุณภาพ (หากระบบการควบคุมวัสดุคงคลังไม่ดีพอ)
- สั่งซื้อซ้ำซ้อน (หากระบบการควบคุมวัสดุคงคลังไม่ดีพอ)

6. การสูญเสียจากการเคลื่อนไหว (Excess Motion) ความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนไหวหรือการออกแบบสภาพการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น เกิดจากท่าทางการทำงานไม่เหมาะสม เช่น เอื้อมหยิบของที่อยูไกล ยกของหนักที่วางอยู่บนพื้น ทำให้เกิดการล้าต่อร่างกายและทำให้เกิดการล้าซ้ำในการทำงานอีกด้วย นอกจากนี้ยังเกิดจากสาเหตุการจัดวางผังที่ไม่เหมาะสม ทำให้เสียแรงงานในการขนย้าย การจัดลำดับงานที่ไม่เหมาะสมขาดความเข้าใจในการทำงาน เช่น ขาดความชัดเจนในเอกสารประกอบการเคลื่อนไหวร่างกายโดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มในการทำงาน เช่น การเดินหาของ การส่งของ การยกของ การแบกของที่มีน้ำหนักมาก

ความสูญเปล่า : เกิดจากความเหนื่อยล้าและส่งผลต่อการทำงาน เสียเวลาในการทำงาน เนื่องจากการเคลื่อนไหวโดยไม่จำเป็น เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย เกิดต้นทุนที่สูญเปล่า

- ปัญหาจากการเคลื่อนไหว
- เกิดระยะทางในการเคลื่อนไหวที่ทำให้สูญเสียเวลาในการผลิต
- เกิดความล่าและความเครียด
- เกิดอุบัติเหตุ
- เสียเวลาและแรงงานในการทำงานที่ไม่จำเป็น

7. ความสูญเสียจากการผลิตของเสีย (Defect) ความสูญเสียที่เกิดจากงานเสียรวมไปถึงการที่สามารถแก้ไขงานได้ทันที โดยเฉพาะการผลิตครั้งละมากๆ จะมีงานค้างคั่งค้างสะสมอยู่ระหว่างแต่ละกระบวนการมาก อันมีผลทำให้การตรวจพบงานเสียนั้นทำได้ช้า นอกจากนี้ความสูญเสียของงานที่เสีย ยังรวมถึงความสูญเสียของการซ่อมงาน วิธีการผลิตไม่ถูกต้อง การออกแบบในการผลิตไม่ดี วัตถุดิบไม่ได้คุณภาพ ความเสียหายจากการขนย้าย ขาดการตรวจสอบและติดตาม เมื่อของเสียผลิตออกมา และนอกจากนี้สิ่งที่ทำให้เกิดของเสีย คือ เครื่องจักร เช่น เครื่องจักรเก่า เครื่องจักรชำรุด เครื่องจักรขาดการบำรุงรักษา ก็เป็นอีกสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิต

ความสูญเสีย : เสียเวลาและแรงงานในการตรวจสอบ การแก้ไขข้อบกพร่อง เกิดต้นทุนสูญเสีย อาจทำให้เกิดการส่งมอบล่าช้า เนื่องจากการแก้ไขงานและทำงานซ้ำ ต้องใช้พื้นที่ในการจัดเก็บและกำจัดของเสีย

- ปัญหาจากการผลิตของเสีย
- ต้นทุน วัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์
- สิ้นเปลืองสถานที่ในการจัดเก็บและกำจัดของเสีย
- เกิดการทำงานซ้ำเพื่อแก้ไขงาน
- เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส

การลดความสูญเสียทั้ง 7 ประการ

1. การลดความสูญเสียจากการผลิตที่เกินความจำเป็น

- บำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมผลิตตลอดเวลา
- การลดเวลาในการติดตั้งเครื่องโดยศึกษาเวลาการทำงานของเครื่องจักร
- ทำการผลิตเฉพาะที่มีความจำเป็นผลิตในเวลาและปริมาณที่ต้องการ
- ปรับเวลาของกระบวนการให้สอดคล้องกับปริมาณการผลิต
- ปรับปรุงขั้นตอนที่เป็นคอขวด เพื่อลดรอบเวลาการผลิต

2. การลดเวลาสูญเสียจากการรอคอย การปรับการไหลของงานให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิตเพื่อลดปัญหาในการรอคอย จัดการวางแผนการผลิต วัตถุดิบและลำดับการผลิตได้ดีขึ้น

- จัดปริมาณแรงงานและเครื่องจักร เพื่อเกิดสมดุลในสายการผลิต
- บำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา
- วางแผนขั้นตอนการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตจัดสรรกำลังคนให้เหมาะสม
- เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ ให้พร้อมก่อนการหยุดเครื่องจักร
- ใช้อุปกรณ์เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกในการปรับเปลี่ยนการผลิต

3. การลดความสูญเปล่าจากการขนย้าย ปรับปรุงการวางผังโรงงาน โดยงานที่เกี่ยวข้องอยู่กลุ่มเดียวกัน เช่น การจัดการสายประกอบสุดท้ายให้อยู่ใกล้กับคลังเก็บสินค้าเพื่อลดระยะทาง

- หาแนวทางในการขนถ่ายวัสดุ เพื่อลดปริมาณในการขนถ่ายให้น้อยลง
- จัดทำกิจกรรม 5 ส.
- วางผังเครื่องจักรใหม่จัดเครื่องจักรตามกระบวนการผลิตให้อยู่ในบริเวณเดียวกันเพื่อลดระยะทางในการขนส่ง
- ลดการขนส่งซ้ำซ้อน
- ลดปริมาณชิ้นงานในการขนส่งแต่ละครั้ง เพื่อให้ส่งงานไปให้ขั้นตอนต่อไปได้อย่างรวดเร็วไม่ต้องเสียเวลารอนาน

4. การลดความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่จำเป็น

- ศึกษาและวิเคราะห์ขั้นตอนกระบวนการผลิตทั้งหมด โดยใช้ผังการไหลของกระบวนการ เพื่อพิจารณาว่ากิจกรรมใดสำคัญที่สุด
- การหาแนวทางในการขจัดความสูญเปล่าด้วยการนำหลักทางวิศวกรรมเพื่อปรับลดกระบวนการที่ไม่จำเป็นออก
- ใช้หลักการทางวิศวกรรมในขั้นตอนในการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อลดความซ้ำซ้อนของชิ้นงาน

- ใช้หลักการ “6W-1H” เพื่อวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละกระบวนการ
- หากกระบวนการทดแทนที่ก่อให้เกิดผลลัพธ์ของงานอย่างเดียว

5. การลดความสูญเปล่าจากเก็บวัสดุคงคลัง

- ปรับกระบวนการไหลของงานให้สอดคล้องกับกระบวนการ เพื่อลดการสะสมของงานระหว่างกระบวนการ
- ลดช่วงเวลาในการจัดซื้อเพื่อลดปริมาณการจัดซื้อครั้งละมากๆ ลงโดยการสร้างความสัมพันธ์กับคู่ค้า
- จัดทำแผนการซื้อให้สอดคล้องกับกำหนดการผลิต
- สร้างระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time)
- กำหนดระดับในการจัดเก็บมีจุดสั่งซื้อที่ชัดเจน
- ใช้ระบบเข้าก่อนออกก่อนเพื่อป้องกันไม่ให้วัสดุตกค้างเป็นเวลานาน

- วิเคราะห์วัสดุทดแทนที่ไม่สามารถสั่งซื้อได้ง่ายมาแทนเพื่อลดปริมาณวัสดุที่ต้องการจัดเก็บ

6. การลดความสูญเสียจากการเคลื่อนไหว

- ศึกษาหลักการเคลื่อนไหวอย่างประหยัดหรือการนำหลักของเออร์โกมิกส์เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานให้เกิดการเคลื่อนไหวน้อยที่สุด

- ปรับปรุงการเคลื่อนไหว โดยนำเครื่องอำนวยความสะดวกมาใช้
- ปรับลำดับขั้นตอนการทำงานเพื่อให้เป็นมาตรฐาน
- จัดผังกระบวนการ (Process Layout) ให้เหมาะสมเพื่อลดการเดินทาง
- จัดสภาพการทำงานให้เหมาะสม
- การปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงานให้เหมาะสมกับสภาพ

ร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน

- ทำอุปกรณ์ช่วยในการหยิบยัดชิ้นงาน (Jig&Fixtures) เพื่อให้สามารถทำงานได้สะดวกมากขึ้น

7. การลดเวลาสูญเสียที่เกิดจากของเสีย

- พัฒนาวิธีการทำงาน เพื่อป้องกันในการเกิดของเสียซ้ำ

- สร้างระบบประกันคุณภาพให้กับทุกกระบวนการที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดการส่งต่อของเสียให้แก่กระบวนการถัดไป

- ลดความซ้ำซ้อนของกระบวนการ โดยพัฒนาเทคนิคในการออกแบบ
- มีมาตรฐานของงานและมาตรฐานวัตถุดิบที่ถูกต้อง
- พนักงานต้องปฏิบัติงานให้ถูกต้องตามมาตรฐานตั้งแต่แรก
- พยายามปรับปรุงอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันการทำงานที่ผิดพลาด
- มีการบำรุงรักษาเครื่องจักรทุก ๆ เดือน
- ฝึกพนักงานให้มีจิตสำนึกทางด้านคุณภาพ (ยุพา กลอนกลาง. 2549 : 1-160)

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการปรับปรุงสมดุลการผลิต (Line Balancing)

1. สมดุลการผลิต

สมดุลการผลิตจะขึ้นอยู่กับการจัดกระบวนการผลิตของแต่ละสถานีและงานการประกอบของแต่ละสถานีต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้เวลาในแต่ละสถานีเท่ากัน โดยการรวมส่วนของงานต่าง ๆ เข้าด้วยกันกับสถานีงาน จึงจะทำให้การผลิตเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ สิ่งที่ต้องรู้ก่อนที่จะกล่าวถึงวิธีการแก้ปัญหาสมดุลของสายการผลิต ประกอบด้วย

1. งานทั้งหมด (Total Work Content) คือ ผลรวมของส่วนของงานต่าง ๆ ที่จะต้องประกอบบนสายงานเวลาทั้งหมด

2. เวลาของสถานี (Work Station Process Time) คือ เวลาที่ต้องใช้สำหรับการประกอบในแต่ละสถานี โดยที่ส่วนของงานอาจจะมีมากกว่า 1 งานก็ได้

3. รอบเวลาในการผลิตรวม (Total Cycle Time) คือ ผลรวมของรอบเวลาในการผลิตของแต่ละสถานีงานในกระบวนการผลิต

4. การสูญเสียความสมดุล (Balance Delay) เป็นเครื่องชี้ถึงประสิทธิภาพของสายงานประกอบหรือผลิตงานที่มีความไม่สมบูรณ์เกิดขึ้น โดยพิจารณาที่เวลาสูญเสียไปจากการจัดแจงงานลงในสถานีงาน

การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balance) คือ กระบวนการที่ได้มีการกระจายองค์ประกอบของงานออกเท่าๆ กัน ตลอดทั้งกระบวนการผลิตเพื่อให้สามารถผลิตได้ตามค่า Takt Time การจัดสมดุลสายการผลิตช่วยให้สามารถใช้พนักงานได้อย่างเหมาะสมด้วยการจัดสมดุลปริมาณงานเพื่อไม่ให้มีใครทำงานน้อยเกินไปหรือมากเกินไป ซึ่งปริมาณความต้องการอาจแกว่งไปแกว่งมาได้ และการเปลี่ยนค่า Takt Time นั้น ทำให้จำเป็นต้องมีการจัดสมดุลการผลิตใหม่อยู่เสมอ

Takt Time (TT) คือ เวลาในการผลิตสินค้าที่ลูกค้าสามารถยอมรับได้ ในเวลาที่กำหนดและเป็นตัวกำหนดความเร็วในการขาย ที่สะท้อนความต้องการของลูกค้า โดยค่า Takt Time นี้สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{Takt Time} = \text{เวลาการทำงานปกติ/ปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการ}$$

หน่วย Takt Time คือ หน่วยของเวลาต่อชิ้นงาน 1 ชิ้น (วินาที/ชิ้น, นาที/ชิ้น หรือ ชั่วโมง/ชิ้น)

กำหนดจำนวนพนักงานหรือสถานีงานที่ต้องการ โดยการใช้อุปเวลาในการผลิตผลิตภัณฑ์รวมหารด้วยด้วยค่า Takt Time ดังนี้

$$\text{จำนวนพนักงานที่ต้องการ} = \text{Total Cycle Time/Takt Time}$$

หรือ

$$\text{จำนวนสถานีงานที่ต้องการ} = \text{Total Cycle Time/Takt Time}$$

ถ้าเวลาที่พนักงานใช้หรือเวลาแต่ละสถานีงานเกินกว่า Takt Time จะได้ผลผลิตออกมาน้อยกว่าความต้องการลูกค้า ซึ่งจะส่งผลต่อการส่งมอบสินค้า สำหรับวิธีในการแก้ไขปัญหาหากเวลาที่ใช้จริงเกิน Takt Time ต้องทำการปรับลดเวลาทำงานของพนักงานหรือของ

สถานีนงานให้อยู่ภายใต้เวลาการทำงานของ Takt Time หรือ อีกวิธีหนึ่งถ้าไม่สามารถปรับลดเวลาทำงานของพนักงานในกระบวนการนั้นๆ ได้ ต้องเพิ่มเวลาการทำงานให้แก่พนักงาน ในช่วงเวลา OT

2. ปัญหาเกี่ยวกับการสมดุลของสายงานผลิต (The Line Balancing Problem)

ปัญหาเรื่องการสมดุลสายงานผลิตจะขึ้นอยู่กับการจัดกระบวนการผลิตของแต่ละสถานี และงานการประกอบของสถานีต่างๆ ซึ่งจะต้องทำให้เวลาในแต่ละสถานีเท่ากัน เพื่อให้การผลิตเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ในทางปฏิบัติแล้วการที่เราจะสามารถจัดเวลาในแต่ละสถานีเป็นไปตามทฤษฎีนั้นเป็นไปได้ยาก เพราะในความเป็นจริงเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีที่เราทำการจัดรวมกันมักจะแตกต่างกัน ซึ่งผลที่ตามมาคือ เวลาที่จะเป็นตัวกำหนดอัตราการผลิตของสายงาน จึงขึ้นอยู่กับสถานีงานที่ใช้เวลานานที่สุด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเข้าใจความหมายของคำเหล่านี้ คือ

1. ส่วนของงาน (Work Element) คือ การแบ่งงานที่จะต้องประกอบให้อยู่ตามสถานีในสายงาน โดยการแบ่งงานออกเป็นส่วนของงานย่อยๆ จนไม่สามารถจะแบ่งต่อไปได้อีก
2. งานทั้งหมด (Total Work Content) คือ ผลรวมของส่วนของงานต่างๆ ที่จะต้องประกอบบนสายงานเวลาทั้งหมด แทนด้วยสัญลักษณ์ T_{wc}

$$T_{wc} = \sum_{j=1}^{N_e} T_{e_j}$$

3. เวลาของสถานี (Workstation Process Time) คือ เวลาที่ต้องใช้สำหรับการประกอบในแต่ละสถานี โดยที่ส่วนของงานอาจจะมีมากกว่า 1 งานก็ได้ สัญลักษณ์ที่ใช้แทนคือ T_{s_i} ค่า i หมายถึงสถานีงาน จากจำนวนสถานีทั้งหมด n แห่ง และจะต้องแน่ใจว่าเวลาของสถานีจะต้องเท่ากับผลบวกของส่วนของงานในสถานีนั้นๆ

$$\sum_{i=1}^n T_{s_i} = \sum_{j=1}^{N_e} T_{e_j}$$

4. รอบเวลา (Cycle Time) หมายถึง ช่วงเวลาระหว่างงานที่งานออกจากสายการผลิต ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎี (T_c) การหาค่า T_c นั้นจะขึ้นอยู่กับอัตราการผลิตที่ต้องการบนสายงานนอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึงเวลาที่สูญเสียไปในสายงานอีกด้วย ดังสมการ

$$T_c \leq \frac{E}{R_p}$$

เมื่อ E หมายถึง ประสิทธิภาพการผลิตแบบธรรมดา (manual) จะมีค่าใกล้เคียง 100% ทั้งนี้เนื่องจากขัดข้องทางด้านเชิงกลมีโอกาสดังขึ้นน้อย สำหรับ หมายถึง อัตราการผลิตที่ต้องการ

5. ข้อจำกัดที่อยู่ก่อนหน้า (Precedence Constraints) หมายถึง ลำดับขั้นตอนที่จำเป็นทางเทคนิคในสายงานผลิตนอกเหนือจากข้อจำกัดที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังมีข้อจำกัดในเรื่องการจัดสถานี หรือที่เรียกว่า ข้อจำกัดด้านโซน (zoning restriction) ซึ่งจะมีทั้งด้านบวกและด้านลบ กล่าวคือ ถ้าส่วนของงานที่สามารถจะจัดให้อยู่ใกล้กันและอยู่ในสถานีงานเดียวกันได้ เราจะเรียนว่า ข้อจำกัดด้านบวก ส่วนข้อจำกัดด้านลบ หมายถึง ส่วนของงานที่ไม่สามารถจะจัดได้เหมือนกับการจัดตั้งที่ได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งจะต้องจัดให้อยู่ห่างกัน

6. ผังแสดงลำดับขั้นตอน (Precedence Diagram) เป็นการแสดงขั้นตอนของส่วนงานโดยใช้กราฟที่เป็นไปตามข้อจำกัด ซึ่งโดยทั่วๆ ไปจะใช้จุดเชื่อม (Node) เป็นสัญลักษณ์ในการเชื่อมต่อระหว่างส่วนของงาน และมีลูกศรเป็นตัวกำหนดทิศทางในการดำเนินงาน การดำเนินงานจะเริ่มจากซ้ายสุดของผังผ่านกระบวนการประกอบต่างๆ จนได้เป็นผลิตภัณฑ์

7. การสูญเสียความสมดุล (Balance Delay) เป็นเครื่องชี้ถึงประสิทธิภาพของสายงานประกอบหรืองานผลิตที่มีความไม่สมบูรณ์เกิดขึ้น โดยพิจารณาที่เวลาสูญเปล่า (Idle Time) จากการจัดแจกงานลงในสถานีงาน ซึ่งจะแทนด้วยสัญลักษณ์ d และสูตรการหาจากสมการ (ชุมพล ศฤงคารสิริ. 2556 : 320-332)

$$d = \frac{nT_c - Tw_c}{nT_c}$$

3. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดสมดุลของสายการผลิตด้วยวิธีต่างๆ (Method of Line Balancing)

บรรยง ศรีสม (2550) ได้กล่าวถึงการพัฒนาการจัดสมดุลของสายการผลิตว่า การจัดสมดุลสายการผลิตมีความยุ่งยาก และซับซ้อนพอสมควรเพราะต้องพยายามจัดสมดุลของสายการผลิตให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะมีสายการผลิตที่ประกอบด้วยงานย่อยจำนวนมาก การหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดจึงเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ยากซึ่งเทคนิคการจัดสมดุลของสายการผลิต หนีไปสู่การหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้แก่ รอบเวลาการผลิตที่เหมาะสมที่สุดจำนวนสถานีงานที่เหมาะสมในสายการผลิตเป็นต้น ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

การพัฒนาเทคนิค ในการจัดสมดุลของสายการผลิตซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธี ได้แก่ วิธีทางทฤษฎี และวิธีฮิวริสติกโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีทางทฤษฎี (Theoretical Approach)

วิธีทางทฤษฎีเป็นวิธีที่สามารถหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยใช้ความรู้ในการวิจัยมาประยุกต์ ได้แก่ โปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) และโปรแกรมพลวัต (Dynamic Programming) แต่ในทางปฏิบัติแล้ววิธีนี้เหมาะสำหรับการคำนวณในสายการผลิตขนาดเล็ก

2. วิธีฮิวริสติก (Heuristic Approach)

วิธีฮิวริสติกเป็นวิธีที่ใช้กฎเกณฑ์ที่สมเหตุสมผลในการจัดสมดุลของสายการผลิต วิธีนี้ถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อหาทางหลีกเลี่ยงความยุ่งยากซับซ้อนของวิธีทางทฤษฎี เพราะสามารถจัดสมดุลของสายงานการผลิตได้ในเวลาอันรวดเร็ว แต่ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีนี้ไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดหรือไม่ เป็นเพียงผลลัพธ์ที่น่าพอใจและใกล้เคียงกับผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเท่านั้นซึ่งวิธีฮิวริสติกที่คิดค้นขึ้นมาเพื่อจัดสมดุลสายงานการผลิตมีอยู่หลายวิธีด้วยกันดังต่อไปนี้

- 1) วิธีคอลัมน์รูล (Column Rule)
- 2) วิธีจัดน้ำหนัก (Ranked Positional Weight)
- 3) วิธีคอมโซล (Comsoal)
- 4) วิธีหาผลลัพธ์คะแนนดีที่สุดแบบย้อนกลับ (Optimum Seeking Backtracking Method)
- 5) วิธีทูเฟส (Two-Phase Method)
- 6) วิธีของฮอฟแมน (Hoffman Technique)
- 7) วิธีจัดงานย่อยที่มีเวลางานย่อยมากที่สุดก่อน (Longest Work Element Time)
- 8) วิธีจัดงานย่อยที่มีจำนวนงานย่อยตามหลังมากที่สุดก่อน (Larges Number of Following Element Heuristic)

นุชสรุ เกียรติกรกฎ; และปรีชา เกียรติกรกฎ (2554) ได้กล่าวถึงการประยุกต์ใช้การจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธีฮิวริสติกโดยมีรายละเอียดดังนี้

1) วิธีการของ Kilbridge & Wester (K & W) เป็นวิธีคำนวณด้วยมือ และให้ประสิทธิภาพของสายงานผลิตสูง แต่ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้หากมีงานจำนวนมากๆ ซึ่งหลักการของวิธีนี้ คือ เริ่มจากการจัดงานย่อยแรกทางซ้ายมือก่อน พยายามรวมงานย่อยต่างๆ เข้าเป็นสถานีงานหนึ่งและให้มีเวลาใกล้เคียงเวลาผลิตมากที่สุด และการเลือกงานเข้าสถานีงานให้พิจารณาเลือกจากงานที่ไม่มีงานอยู่ก่อนหน้า และพยายามอย่าให้ขัดกับลำดับชั้นงานย่อยนั้น

2) วิธีการใช้เกณฑ์น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weight; RPW) เทคนิคนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย เฮลจิสัน และเบอร์นี (Heigeson & Birnie) โดยการจัดงานย่อยเข้าสถานีงานตามลำดับค่า RPW ซึ่งค่า RPW คือ ผลรวมของเวลางานย่อยที่กำลัง

พิจารณารวมกับเวลาทุกชิ้นงานที่ตามหลังงานย่อยนั้น ถ้าค่า RPW ของงานย่อยที่พร้อมจะถูกมอบหมายให้มีค่าสูงที่สุดก็จะถูกเลือกเข้าสถานีนงานก่อน

3) วิธีการใช้เกณฑ์เวลามากที่สุด (Maximum Task Time; Max. T.) วิธีการนี้ลำดับแรกจะทำการเลือกงานย่อยต่างๆ ที่พร้อมจะถูกมอบหมายให้เข้าสถานีนงาน โดยงานย่อยที่ถูกเลือกเป็นงานที่มีเวลามากที่สุดก่อน แต่ถ้าในกรณีที่ม้งานย่อย 2 งาน หรือมากกว่า ผ่านเกณฑ์ข้อแรก ให้เลือกงานย่อยที่มีจำนวนงานย่อยที่ตามมาทั้งหมดมากที่สุดเข้าสถานีนงานก่อน

4) วิธีการที่ใช้เกณฑ์จำนวนงานย่อยที่ตามมาทั้งหมดมากที่สุด (Total Maximum Number of Following Tasks; Max. N.F.) วิธีการนี้จะพยายามที่จะเคลื่อนที่ผ่านแผนผังลำดับก่อนหลังให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ก็คือ ขั้นตอนแรกจะเลือกงานย่อยต่างๆ ที่พร้อมจะถูกมอบหมายเข้าสถานีนงาน โดยจะเลือกงานที่มีจำนวนงานย่อยที่ตามมาทั้งหมดมากที่สุดก่อน ในกรณีที่ม้งานย่อย 2 งานหรือมากกว่า ที่ผ่านเกณฑ์ข้อแรก ให้เลือกงานย่อยที่ใช้เวลานานที่สุดเข้าสถานีนงานก่อน

จากข้างต้นที่กล่าวถึงผู้วิจัยจะพิจารณาถึงการแก้ปัญหา เทคนิคในการจัดสมดุลของสายงานผลิตด้วยวิธี ฮิวริสติก (Heuristic) คือ อาศัยสามัญสำนึก (Common Sense) ดังนั้นจึงไม่อาจรับรองได้ว่าผลการจัดสมดุลสายการผลิตที่ได้นั้นจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดหรือเหมาะสมที่สุด โดยผู้วิจัยที่การเลือกวิธีการจัดสมดุลสายการผลิตจำนวน 3 วิธี ซึ่งวิธีการเหล่านั้นได้แก่

1. กฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด (Largest-Candidate Rule)
2. วิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester's Method)
3. วิธีการที่ใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weights Method)

กฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด

เป็นวิธีการที่กำหนดให้นำส่วนของงานที่ใช้เวลามากในการผลิตมาเริ่มทำการผลิตก่อนแต่ยังคำนึงถึงการทำงานก่อน-หลัง โดยการจัดส่วนของงานลงในสถานีนงานนั้น มีเงื่อนไขว่าเวลารวมในแต่ละสถานีนงานจะต้องไม่เกิน Takt Time ซึ่งสามารถอธิบายขั้นตอนการจัดสมดุลของสายงานผลิตได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ลงรายการส่วนของงานทั้งหมด โดยเรียงลำดับตามเวลาในการผลิตจากที่ใช้เวลามากหาที่ใช้เวลาน้อยที่สุด

ขั้นตอนที่ 2 จัดส่วนของงานลงในสถานีนงานแรก โดยเริ่มจากรายการที่อยู่บนสุดลงมาหรือส่วนของงานใช้เวลาามาก โดยพิจารณาถึงลำดับขั้นตอนก่อนหลังในการทำงานเป็นหลักแต่ผลบวกของเวลาในแต่ละสถานีนงาน จะต้องไม่เกิน Takt Time

ขั้นตอนที่ 3 จัดส่วนของงานลงในสถานีนงานอื่นๆ เหมือนกับขั้นตอนที่ 2 และตรวจสอบดูว่าส่วนของงานที่เพิ่มเข้าไปนั้นไม่เกินค่า Takt Time

ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการเหมือนกับขั้นตอนที่ 2 และ 3 กับสถานีงานอื่นๆ จนไม่มี ส่วนของงานเหลืออยู่เลย

วิธีการของกิลบริดจ์ และเวสเตอร์

เทคนิคของกิลบริดจ์นี้ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาเรื่องการสมดุลของสายงานผลิตที่มีความสลับซับซ้อนได้เป็นผลสำเร็จ และได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก วิธีการนี้จะเริ่มต้นด้วยการเขียนผังการจัดลำดับงาน (Precedence Diagram) แล้วทำการเลือกส่วนของงานเพื่อจัดลงสถานีงานโดยจะเป็นไปตามลำดับตำแหน่งที่อยู่ในผังการจัดลำดับงาน (Precedence Diagram) โดยการจัดส่วนของงานลงในสถานีงานนั้น มีเงื่อนไขว่าเวลารวมในแต่ละสถานีงานจะต้องไม่เกิน Takt Time ซึ่งในวิธีกฎเกณฑ์นี้มีขั้นตอนการจัดสมดุลของสายงานผลิตได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างผังการจัดลำดับงาน แยกตามชิ้นส่วน แล้วเรียงกระบวนการผลิตแต่ละชิ้นส่วนตามลำดับขั้นตอนการผลิต ทำให้ครบทุกชิ้นส่วนพร้อมระบุเวลาของแต่ละส่วนของงาน จากนั้นจัดกระบวนการผลิตแบบขีดขวาเพื่อจัดลงแยกตามสมตกร์ โดยสมตกร์ที่ 1 ให้อยู่ซ้ายมือ ส่วนสมตกร์สุดท้ายให้อยู่ขวามือ

ขั้นตอนที่ 2 การจัดส่วนของงานลงในสถานี ต้องเริ่มจากส่วนของงานที่อยู่ในสมตกร์ที่ 1 แล้วจึงไล่การจัดส่วนของงานไปยังสมตกร์อื่นๆ ตามลำดับจากซ้ายไปขวาโดยผลบวกของเวลาในแต่ละสถานีงาน จะต้องไม่เกิน Takt Time

ขั้นตอนที่ 3 จัดส่วนของงานลงในสถานีงานอื่นๆ เหมือนกับขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบดูว่าส่วนของงานที่เพิ่มเข้าไปนั้นไม่เกินค่า Takt Time

ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการเหมือนกับขั้นตอนที่ 2 และ 3 กับสถานีงานอื่น ๆ จนไม่มี ส่วนของงานเหลืออยู่เลย

วิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง

วิธีการนี้เกิดจากการรวมกลยุทธ์ของกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงที่สุดกับวิธีการของกิลบริดจ์เข้าด้วยกัน หรือ ใช้ชื่อเรียกว่า RPW วิธีการของ RPW นี้ จะหาเวลาของตัวเองบวกกับเวลาของกระบวนการต่อท้ายจนจบกระบวนการผลิต เป็นค่า RPW แล้วทำการใช้ค่า RPW ที่มากในการผลิต มาเริ่มทำการผลิตก่อนแต่ยังคำนึงถึงการทำงานก่อน-หลัง โดยการจัดส่วนของงานลงในสถานีงานนั้น มีเงื่อนไขว่าเวลารวมในแต่ละสถานีงานจะต้องไม่เกิน Takt Time ซึ่งในวิธีวิธีการของ RPW มีขั้นตอนการจัดสมดุลของสายงานผลิตได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างผังการจัดลำดับงาน แยกตามชิ้นส่วน แล้วเรียงกระบวนการผลิตแต่ละชิ้นส่วนตามลำดับขั้นตอนการผลิต ทำให้ครบทุกชิ้นส่วน พร้อมระบุเวลาของแต่ละส่วนของงาน

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณค่า RPW โดยการบวกเวลาของส่วนงานนั้นๆ เข้ากับเวลาของส่วนงานที่ตามหลังทั้งหมดของผังการจัดลำดับงาน

ขั้นตอนที่ 3 ลงรายการส่วนของงานทั้งหมดตามลำดับ RPW โดยจัด RPW ที่มีค่าสูงสุดไว้ด้านบนพร้อมทั้งบอกเวลาในแต่ละส่วนงาน

ขั้นตอนที่ 4 จัดส่วนของงานลงสถานีงานตามค่า RPW แต่ยังคำนึงถึงการทำงานก่อน-หลังโดยผลบวกของเวลาในแต่ละสถานีงาน จะต้องไม่เกิน Takt Time

ขั้นตอนที่ 5 จัดส่วนของงานลงในสถานีงานอื่นๆ เหมือนกับขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบดูว่าส่วนของงานที่เพิ่มเข้าไปนั้นไม่เกินค่า Takt Time

ขั้นตอนที่ 6 ดำเนินการเหมือนกับขั้นตอนที่ 4 และ 5 กับสถานีงานอื่นๆ จนไม่มีส่วนของงานเหลืออยู่เลย (ชุมพล ศฤงคารสิริ. 2556 : 324-330)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิเชฐ พุ่มเกษร; และสุวิมล ตาคำดี (2557) งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษากระบวนการผลิตเสื้อ T-Shirt ในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพิ่มประสิทธิภาพสายผลิตเสื้อ T-Shirt โดยมีเป้าหมายการสูญเสียความสมดุล (Balance Delay) ให้ต่ำที่สุด โดยผู้วิจัยได้ทำการเลือกผลิตภัณฑ์ ศึกษากระบวนการผลิตขั้นตอนต่างๆ งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์วิธีการใช้แก้ปัญหาเป็น แบบฮิวริสติก (Heuristic) คือ ใช้จำนวน 3 วิธี คือ 1) กฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด (Largest-Candidate Rule) 2) วิธีการของกิลบริดจ์ และ เวสเตอร์ (Kilbridge and Wester's Model) 3) วิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weights Method) ก่อนการจัดสมดุลสายการผลิตมีจำนวนงานทั้งหมด 21 งาน 17 สถานี ค่าเวลารวมเท่ากับ 100.66 นาที และมีค่าการสูญเสียความสมดุลก่อนปรับปรุงเท่ากับ ร้อยละ 38.03 จากการประยุกต์ทั้ง 3 วิธี ผลพบว่า มีจำนวนสถานีงานลดลงเหลือ 15, 15 และ 14 สถานีงาน เวลารวมทั้ง 3 วิธี ลดลงเหลือเท่ากับ 97 นาที และมีค่าการสูญเสียความสมดุล เท่ากับ ร้อยละ 27.12 , ร้อยละ 27.12 และ ร้อยละ 21.91 ตามลำดับ

ณัฐวัตร แก้วบุญปัน (2557) การเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตชิ้นส่วนคอมเพรสเซอร์แอร์ด้วยการจัดสมดุลสายการผลิต, งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิตชิ้นส่วนคอมเพรสเซอร์แอร์ จากสถานะในปัจจุบันของค่าแรงขั้นต่ำเกิดการปรับขึ้นอย่างต่อเนื่อง ผู้บริหารของโรงงานกรณีศึกษามีความต้องการที่จะเตรียมความพร้อมในด้านการลดต้นทุนทั้งในด้านแรงงานและการเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตให้สูงขึ้น จากการศึกษาสภาพปัจจุบันพบว่าประสิทธิภาพของสายการผลิตชิ้นส่วนคอมเพรสเซอร์แอร์ในสายการผลิตชิ้นส่วน ลำตัว (Pipe) ฝาปิด (Top) และฐาน (Bottom) มีประสิทธิภาพร้อยละ 67.11, ร้อยละ 55.56 และ ร้อยละ 56.67 ตามลำดับซึ่งประสิทธิภาพต่ำกว่ามาตรฐานของปี พ.ศ. 2558 ที่ตั้งไว้ร้อยละ 88.24 ภายหลังจากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาตามหลักทฤษฎี

Lean Manufacturing และ Line Balancing ทำให้ทราบว่าการปฏิบัติงานสายการผลิต Pipe-Top-Bottom เป็นการวางแผนการผลิตแบบแยกกระบวนการจึงทำให้เกิดความไม่สมดุลของสายการผลิตเกิดขึ้น จากการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลาได้แสดงถึงความสูญเสียจากการรอคอยและเกิดงานไม่เพิ่มมูลค่า ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงการจัดสมดุลการปฏิบัติงานของพนักงานและการจัดวางผังเครื่องจักรตามแนวคิด ECRS โดยออกแบบสายการผลิตใหม่ด้วยวิธีการรวมสายการผลิต Pipe-Top-Bottom เข้าด้วยกันเพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนลำดับขั้นตอนและลดการปฏิบัติงานที่ไม่จำเป็นจึงส่งผลให้ประสิทธิภาพสายการผลิตเพิ่มขึ้นจากของเดิมอยู่ที่ร้อยละ 62.06 เป็นร้อยละ 90.75 และส่งผลให้เส้นเวลาในการผลิต (Production Lead Time) ลดลงจากเดิม 40 ชั่วโมง เหลือ 9.23 ชั่วโมง ซึ่งสามารถเพิ่มการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้นได้อย่างรวดเร็วและยังส่งผลให้จำนวนชิ้นงานระหว่างการผลิตลดลงจาก 2,400 ชิ้น เหลือ 555 ชิ้น จำนวนพนักงานลดลงจาก 22 คน เหลือ 16 คน ซึ่งสามารถลดต้นทุนด้านแรงงานทางตรงได้ 2,220,000 บาทต่อปี หลังปรับปรุงการใช้เครื่องจักรชิ้นงานลดลงจากเดิม 3 เครื่อง เหลือ 2 เครื่อง ทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของกระบวนการผลิตลดลงได้ถึง 281,155.7 บาทต่อปี ดังนั้นประเมินความสำเร็จการดำเนินงานวิจัยสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิตรวมทั้งสิ้น 2,501,155 บาทต่อปี

นุชสรา เกรียงกรกฎ; และปรีชา เกรียงกรกฎ (2554) การจัดสมดุลสายการผลิตกรณีรอบเวลาการผลิตแปรเปลี่ยนตามเงื่อนไขการผลิตบทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพที่เหมาะสมที่สุดของสายการผลิต โดยทำการเปรียบเทียบการจัดสมดุลสายการผลิตใน 2 ลักษณะคือ (1) แบบวิธีปกติหรือแบบที่กำหนดให้รอบเวลาการผลิตมีเพียงค่าคงที่ค่าเดียว และ (2) แบบที่รอบเวลาการผลิตแปรเปลี่ยนตามเงื่อนไขการผลิต ซึ่งในการจัดสมดุลสายการผลิต จะใช้วิธีฮิวริสติกจำนวน 4 วิธี คือ วิธีเวลาที่มากที่สุด, วิธีเวลาที่น้อยที่สุด, วิธีงานที่มีน้ำหนักตำแหน่งสูงสุด, และวิธีงานที่มีจำนวนงานตามหลังที่มากที่สุด หลังจากนั้นทำการทดสอบวิธีการต่างๆกับปัญหาตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนสถานงานและประสิทธิภาพของสายการผลิต ทั้งนี้เพื่อหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด ผลจากการศึกษาหลังจากที่ทดสอบกับปัญหาตัวอย่าง สรุปได้ว่า (1) กรณีการจัดสมดุลแบบปกติ คือที่ค่ารอบเวลาการผลิตเท่ากับ 13 นาที/ชิ้น วิธีที่ให้ค่าคำตอบที่ดีที่สุดคือ วิธีงานที่มีน้ำหนักตำแหน่งสูงสุด และวิธีงานที่มีจำนวนงานตามหลังที่มากที่สุด คือให้ค่าจำนวนสถานงานน้อยสุดคือ 9 สถานงานและค่าประสิทธิภาพสายการผลิตเป็น ร้อยละ 89.74 และ (2) กรณีการจัดสมดุลแบบที่รอบเวลาการผลิตแปรเปลี่ยนตามเงื่อนไขการผลิตที่กำหนดนั้น ที่รอบเวลาการผลิตเท่ากับ 18 นาที/ชิ้น วิธีเวลาที่มากที่สุด และวิธีงานตามหลังที่มากที่สุด จะให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

ชัยยุทธ กิตติไพบูลย์ผล (2556) การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ท่อช่วยหายใจ โดยการจัดสมดุลสายการผลิตและการมอบหมายงาน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตของโรงงานเครื่องมือแพทย์ตัวอย่างให้สูงขึ้น โดยเลือกสายการผลิต

ผลิตภัณฑ์ที่ช่วยหายใจเนื่องจากสายการผลิตนี้ยังทำการผลิตได้ไม่ทันต่อความต้องการของ ลูกค้า และสายการผลิตยังไม่สมดุล โดยผู้วิจัยได้ทำการประยุกต์วิธีการจัดปรับปรุงสายการผลิต โดยเริ่มต้นวิเคราะห์กระบวนการด้วยการจัดสมดุลด้วยวิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic) โดยงานวิจัยนี้ เลือกมา 2 คือ วิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งสูงสุด (Largest Candidate Rule) และวิธีการใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weight Method: RPW) และการวิเคราะห์ ทักษะการทำงาน ด้วยการปรับปรุงประสิทธิภาพในการมอบหมายงานโดยใช้ Excel LP Solver งานวิจัยนี้เริ่มต้นจากการศึกษาเวลามาตรฐานของแต่ละสถานงาน ซึ่งสายการผลิตผลิตภัณฑ์ ที่ช่วยหายใจ ปัจจุบันประกอบด้วย 12 สถานงาน และใช้พนักงานในการผลิต 16 คน โดยมี ประสิทธิภาพการผลิตอยู่ที่ ร้อยละ 65.3 จากนั้นนำมาปรับปรุงกระบวนการต่อการจัดสมดุล สายการผลิตด้วยวิธีฮิวริสติกส์ พบว่า วิธีทั้งสองให้ประสิทธิภาพที่เท่ากันร้อยละ 93.50 โดยมี สถานงานลดลงเป็น 7 สถาน และใช้พนักงานลดลงเหลือ 14 คน จากนั้นนำมาปรับปรุงต่อด้วย วิธีมอบหมายงาน ผลที่ได้คือ ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 93.61

ปาติดา อินตะจาย (2555) งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการ ผลิตเครื่องดื่มน้ำส้มพาสเจอร์ไรส์ โดยใช้เทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา โดยมุ่งเน้นที่ การปรับปรุงกระบวนการผลิตและวิธีการทำงานของ บริษัท เบบีบี เบฟเวอเรจ จำกัด เริ่มจาก การศึกษากระบวนการผลิตและวิธีการทำงานโดยใช้ เครื่องมือตามเทคนิคการศึกษาการ เคลื่อนไหวและเวลา ได้แก่ แผนผังการไหล (Flow Diagram) กระบวนการผลิต (Process Chart) จากการวิเคราะห์ พบว่า ปัญหาหลักที่ทำให้ไม่สามารถผลิตสินค้าได้ตามใบสั่งซื้อของ ลูกค้าเกิดจากวิธีการทำงาน ขั้นตอนการทำงาน และการวางแผนกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้ แผนภูมิกระบวนการผลิต และปรับปรุง วิธีการทำงานเพื่อลดเวลารอบเวลาการผลิต (Manufacturing Cycle Time) และเพิ่มประสิทธิภาพ ในกระบวนการผลิต ด้วยการใช้หลักการ ECRS และ เทคนิคการตั้งคำถาม (5W-1H) โดยได้ทำ การเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการทำงานรวมทั้งยังใช้หลักการ ECRS และออกแบบวิธีการทำงาน ใหม่ในบางขั้นตอน หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตก่อนและหลังการ ปรับปรุงเพื่อนำเสนอแนวทางในการแก้ไข ปัญหาให้กับทางโรงงาน ผลการปรับปรุง พบว่า สามารถลดรอบเวลาในกระบวนการผลิตจาก 384.78 นาที เป็น 327.21 นาที คิดเป็น ร้อยละ 14.96 ลดระยะทางการเคลื่อนที่จาก 36 เมตรเป็น 32 เมตร คิดเป็นร้อยละ 11.11 และลด ขั้นตอนในกระบวนการผลิตจาก 24 ขั้นตอนเป็น 21 ขั้นตอน คิดเป็นร้อยละ 12.5

ณัฐพล ภู่ว่าง (2555) การปรับปรุงผลิตภาพโดยเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต กระเทียมเจียวของห้างหุ้นส่วนจำกัดคาธาราการ์ลิกแอนด์ โพรเซสฟู้ดส์ จังหวัดลำพูน งานวิจัย นี้เป็นการศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้เทคนิคการศึกษางาน และเทคนิค สมดุลการผลิตในกระบวนการผลิตกระเทียมเจียวของห้างหุ้นส่วนจำกัด คาธาราการ์ลิก แอนด์ โพรเซสฟู้ดส์ เนื่องจากกระบวนการผลิตในปัจจุบันเกิดปัญหางานรอการไหลของงานไม่ต่อเนื่อง

ไม่สามารถผลิตสินค้าส่งมอบให้ลูกค้าได้ทัน จากการเก็บข้อมูลเพื่อทำงานวิจัยทำให้ทราบว่า โรงงานมีกำลังผลิตสูงสุด 390.53 กิโลกรัมต่อวัน ดังนั้นเป้าหมายของงานวิจัยนี้คือ การหาเวลา มาตรฐานในกระบวนการผลิตและปรับปรุงผลิตผลกระเทียมเจียว ในขั้นแรกได้นำเทคนิค การศึกษางานเพื่อหาเวลามาตรฐานของแต่ละกระบวนการผลิต จากนั้นนำเวลามาตรฐานมาใช้ ในกระบวนการจัดสมดุลการผลิตใหม่โดยให้สอดคล้องกับกำลังการผลิตที่ต้องการในแต่ละวัน จากการดำเนินการ พบว่ากระบวนการที่เป็นปัญหามี 2 กระบวนการคือ 1.กระบวนการทอด 2. กระบวนการผึ่งลม ทำให้เกิดงานรอ เพราะฉะนั้นจึงปรับปรุงโดยการเพิ่ม หม้อทอดจากเดิม 4 หม้อทอด เป็น 8 หม้อทอด และเพิ่มกระบะผึ่งลมเพื่อลดเวลารอทำให้มีกำลัง ผลิตเพิ่มขึ้น 771.68 กิโลกรัมต่อวัน หรือ คิดเป็นประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นร้อยละ 97.60

มนตรี พิพัฒน์ไพบูลย์ (2555) วิทยานิพนธ์นี้เป็นการวิจัยเพื่อหาแนวทางในการ ปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องสุขภัณฑ์หินอ่อนเทียม โดย ปรับปรุงด้านการผลิต การจัดองค์กร การวางแผนโรงงานและการจัดการพัสดุคงคลัง ผล การศึกษาพบว่า สาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตต่ำ เกิดจากการจัดองค์กรที่ไม่เด่นชัด การ สื่อสารระหว่างสำนักงานกับฝ่ายผลิต การวางแผนโรงงาน การจัดพัสดุคงคลัง ขนาดและจำนวน ของโมลด์ที่ใช้ในการผลิตยังไม่เหมาะสม จากการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตทำให้อัตราการ ผลิตเฉลี่ยต่อเดือนของผลิตภัณฑ์หินอ่อนเทียม และผลิตภัณฑ์หินหยกเพิ่มขึ้นจาก 3,497 กิโลกรัม/เดือน และ 112 กิโลกรัม/เดือน เป็น 6,583 กิโลกรัม/เดือน และ 197 กิโลกรัม/เดือน ตามลำดับ โดยมีอัตราการผลิตต่อค่าแรงทางตรงเฉลี่ยต่อเดือนของหินอ่อนเทียมเพิ่มขึ้นจาก 0.228 กิโลกรัม/ชั่วโมงแรงงานทางตรง เป็น 0.430 กิโลกรัม/ชั่วโมง แรงงานทางตรง และอัตรา การผลิตต่อค่าแรงทางตรงเฉลี่ยต่อเดือนของหินหยกเพิ่มขึ้นจาก 0.007 กิโลกรัม/ชั่วโมงแรงงาน ทางตรง เป็น 0.012 กิโลกรัม/ชั่วโมงแรงงานทางตรง

ธนัพร ไชกระโทก; และกิตติพงษ์ แผงกระโทก (2555) วิทยานิพนธ์นี้ จัดทำขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตในแผนก Compression จากการศึกษาระบวนการผลิต JA 21724 COMMUTATOR พบว่าในขั้นตอนการ Brushing ใช้เวลาเป็นจำนวนมาก ซึ่งใช้เวลา เฉลี่ย 14.30 วินาที/ชิ้น เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการจับยึดชิ้นงานไม่มีประสิทธิภาพ ส่งผลทำให้ พนักงานเกิดความเมื่อยล้า ชิ้นงานไม่ได้มาตรฐาน ทำให้เกิดการรอกอยงาน ไม่สามารถทำการ ผลิตในกระบวนการถัดไปได้ ดังนั้นจึงดำเนินการศึกษาวิเคราะห์และปรับปรุงด้วยการออกแบบ อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานใหม่ เพื่อช่วยแก้ปัญหาในกระบวนการผลิตดังกล่าว ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตในแผนก Compression โดยการออกแบบอุปกรณ์จับยึด ชิ้นงานใหม่และนำมาปรับปรุงใช้ในกระบวนการผลิต JA 21724 COMMUTATOR ทำให้สามารถ ลดเวลารอกอยในการผลิตลงได้ โดยใช้เวลาเฉลี่ย 2.71 วินาที/ชิ้น คิดเป็นประสิทธิภาพได้ร้อยละ 81.05

พิชัย พูลทอง (2555) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีจุดประสงค์เพื่อวิจัยปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโรงงานผลิตแปรง ผู้จัดทำได้ประสานงานกับผู้บริหารของโรงงานเพื่อขอข้อมูลต่างๆ อันได้แก่ รายงานประจำวัน รายงานเดือน รายงานประจำปี ออกแบบสอบถาม และสังเกตวิธีการทำงานของพนักงาน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล คือ ตารางแสดงผลผลิต ตารางแสดงต้นทุนการผลิต ตารางแสดงปริมาณการสูญเสียวัตถุดิบจากการผลิต และผังขบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง ส่วนวิธีการที่นำมาใช้แก้ไขปัญหามีดังต่อไปนี้ 1. กำหนดมาตรฐานในการทำงาน โดยร่วมมือกับโรงงาน 2. กำหนดหลักการในการตั้ง Batch No. และ Lot No. เพื่อให้สามารถควบคุมและตรวจสอบข้อมูลได้ 3. ปรับปรุงอุปกรณ์และสถานที่ทำงานให้เหมาะสมกับการทำงานที่แท้จริงตามหลักการ Work Study 4. ปรับปรุงแบบฟอร์มที่ใช้บันทึกและติดตามผลการทำงานทุกระยะผลที่ได้รับจากการวิจัยมีดังนี้ 1) ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.38 2) ทำให้การทำงานมีมาตรฐานมากขึ้นง่ายต่อการปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงตามสถานการณ์ วิธีการแก้ไขปัญหาลำดับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และพัฒนากระบวนการผลิตให้ได้มาตรฐานสากลและสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามวิธีการแก้ไขดังกล่าวนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ ที่ต้องการ เข้าสู่ระบบสากลได้

ชนิกานต์ เณลิมงาม (2554) การศึกษาเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) ของบริษัท ไช้โก้ อินสทรูเม้นท์ (ประเทศไทย) จำกัด มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการขัดชิ้นงาน การปรับปรุงประสิทธิภาพทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตและลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงประกอบด้วย (1) ลดขั้นตอนการขัดจาก 2 ขั้นตอน เป็น 1 ขั้นตอน (2) เปลี่ยนหินขัดเป็นรหัส GC180 L 7V5S (3) เพิ่มความเร็วรอบหมุนของหินขัดจาก 60 RPM เป็น 70 RPM ต้นทุนการผลิตลดลงร้อยละ 51.18 จาก 0.0015 บาท ต่อชิ้น เป็น 0.00073 บาทต่อชิ้น และผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมลดลงร้อยละ 49.87

ธีรวัฒน์ สมศิริกาญจนคุณ (2554) การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตของสายการประกอบคอมเพรสเซอร์ด้วยการใช้เทคนิคลีน โดยการประยุกต์ใช้แผนผังสายธารคุณค่า, ไคเซ็น, การกำหนดงานมาตรฐานและการจัดสมดุลสายการผลิต จากการศึกษาพบว่าสาเหตุของความสูญเสียเปล่าและเวลาที่ไม่มีประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเดิม ได้แก่ การสูญเสียเวลาในการผลิตจากการหยุดเครื่องจักรบ่อยๆ ของเครื่องโลวเวอร์ แบร์ริงเวลด์ โดยส่วนมากเกิดจากคอมเพรสเซอร์ไม่ตรงตำแหน่งและโลวเวอร์ แบร์ริง ไม่ตรงตำแหน่งซึ่งเป็นผลมาจากตัวจับท่อที่ไม่รองรับท่อของคอมเพรสเซอร์ทุกขนาด นาไปสู่การปรับปรุงและออกแบบตัวจับท่อใหม่ ส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น 35% นอกจากนี้ยังมีอีกสาเหตุหนึ่งคือการมีจุดคอขวดที่มีเวลาเกินค่าแท็ก ไทม์อยู่ในกระบวนการประกอบ ซึ่งเกิดจากการที่มีงานย่อยมากจนเกินไป จึงได้ทำการแบ่งงานย่อยดังกล่าวไปให้สถานงานใกล้เคียงทำ ส่งผลให้รอบเวลาการทำงานลดลงจาก 54.33 วินาทีเหลือ 48.92 วินาทีโดยมีค่าแท็ก ไทม์อยู่ที่ 53.04 วินาที จากการ

ที่ได้ดำเนินการปรับปรุงดังกล่าวส่งผลให้กระบวนการประกอบมียอดการประกอบเพิ่มขึ้นจาก 386 ตัวต่อวันเป็น 517 ตัวต่อวัน หรือมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นร้อยละ 40

ยุทธพงษ์ อดทน (2552) แนวทางการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษา : โรงงานโคมไฟฟ้า, จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลของโรงงานตัวอย่างพบว่าโรงงานตัวอย่างประสบปัญหา ทางด้านกระบวนการผลิต คือ เวลาที่ใช้ในการผลิตมีความไม่แน่นอน จึงไม่สามารถบอกปริมาณ และระยะเวลาการผลิตที่แน่นอน ส่งผลให้การส่งมอบงานให้กับลูกค้าไม่สามารถวางแผนได้ ทำให้ เกิดมูลค่าเสียโอกาสเกิดขึ้นกับโรงงานตัวอย่างเป็นจำนวนมาก การศึกษาปัญหาพิเศษครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษา : โรงงานโคมไฟฟ้า โดยทำการศึกษาระบวนการผลิตโคมไฟฟ้า SCALA SR SS BI BB PR PS SP และ PART ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตอย่างสม่ำเสมอ การศึกษานี้ได้ศึกษา วิธีการทำงาน การหาเวลามาตรฐานในการทำงาน การจัดทำสมดุลสายการผลิตโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงพัฒนากระบวนการผลิต ผลการศึกษาพบว่า การจัดสมดุลสายการแบบหลายผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีจัดน้ำหนักคะแนน วิธีจัดงานย่อยที่มีเวลางานย่อยมากที่สุดก่อน วิธีคอมโซล และวิธีกิลบริดจ์และเวสเตอร์ วิธีที่ เหมาะสมที่สุดคือ วิธีจัดน้ำหนักคะแนน สามารถจัดสถานีงานได้ 12 สถานีงาน ประสิทธิภาพ เท่ากับร้อยละ 78.65 เวลาสถานีงานสูงสุดคือ 27,757.86 วินาที จากรอบระยะเวลาที่กำหนดคือ 28,800.00 วินาที จากการทดลองจัดสายการผลิตในโรงงานจะต้องเพิ่มพนักงาน 1 อัตรา จากเดิม 49 คน เป็น 50 คน และสามารถคืนทุนได้ภายใน 11.14 วัน

ราชันย์ สิริ; กฤษฎา มารโกชน์; และโสภณ แยมเนตร (2551) ปรินูญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษางานเกี่ยวกับการประกอบวาล์วทองเหลืองซึ่งในกระบวนการผลิตวาล์วทองเหลืองรุ่น V6QCC มีขั้นตอนการประกอบ 24 ขั้นตอน จากการศึกษาพบว่ามีขั้นตอนล่าช้าเป็นขั้นตอนวิกฤตที่ต้องปรับปรุงอยู่ 1 ขั้นตอนคือ การตรวจสอบวาล์วในระหว่างการประกอบ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับขั้นตอนอื่นๆ ในการปรับปรุงขั้นตอนการตรวจสอบวาล์วครั้งนี้ ใช้หลักการมือซ้ายและมือขวาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานแทนจากการศึกษาพบว่าจากเดิมทดสอบครั้งละ 1 ตัว จะต้องทดสอบ 1 ครั้งใช้เวลา 60 วินาที/ตัว หลักการปรับปรุงโดยใช้หลักการมือซ้ายและมือขวาประสิทธิภาพในการทำงาน รวมถึงวิธีการใส่วาล์วเพื่อทดสอบใหม่ และปรับปรุงเครื่องทดสอบวาล์ว โดยให้มีการทดสอบครั้งเดียวแต่จำนวนวาล์วในการทดสอบแต่ละครั้งเพิ่มขึ้นเป็น 5 ตัว อุปกรณ์ทดสอบเพิ่มเป็น 5 จุดในเครื่องทดสอบ 1 เครื่องโดยต่อเข้ากับอุปกรณ์ และปรับปรุงวิธีการใส่วาล์วและระยะของวาล์วในการทดสอบ ผลที่ได้รับในการทดสอบวาล์วจำนวน 5 ตัวใช้เวลาเพียง 20 วินาที/ชิ้น ซึ่งคิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 66% ของเวลาเดิมที่ใช้ไปทั้งหมด ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกระบวนการประกอบที่ล่าช้านี้เป็นอย่างมาก และส่งผลให้อัตราการผลิตของสายการผลิตของสายงานเพิ่มขึ้นจาก 480 ตัว/วัน เป็น 1,440 ตัว/วัน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานสารนิพนธ์

การศึกษาเรื่อง “การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตลูกหมาก ของ บริษัท อุตสาหกรรมอะไหล่ (1999) จำกัด ผู้ศึกษาได้กำหนดแนวทางเพื่อ ศึกษากระบวนการ วิเคราะห์ การเพิ่มประสิทธิภาพในสายการผลิตพร้อมจัดทำแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพ และ เปรียบเทียบผลการปรับปรุงก่อน-หลังในสายการผลิต ของบริษัทตัวอย่าง

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาวิธีการทำงานและกระบวนการต่างๆ โดยรวมของบริษัท
2. เลือกศึกษาขั้นตอนการผลิต กรรมวิธีการผลิตของบริษัทอย่างละเอียด
 - ศึกษาข้อมูลโดยรวมของบริษัทผู้ศึกษาได้พบว่าปัญหา คือ การผลิตล่าช้า และ ยอดการผลิตที่ไม่แน่นอน พร้อมทั้งมีงานระหว่างผลิตจำนวนมาก
 - คัดเลือกผลิตภัณฑ์จากยอดการสั่งผลิตที่มากที่สุด โดยใช้ข้อมูลระหว่าง มกราคม-ธันวาคม ปี 2558 เพื่อจัดทำข้อมูลในการตัดสินใจ
 - แบ่งงานย่อยผลิตภัณฑ์ที่เลือก พร้อมศึกษาข้อจำกัดก่อนหน้า เวลาในแต่ละ กระบวนการ
3. รวบรวมงานวิจัย ศึกษาทฤษฎี การจัดความสมดุลของสายงานผลิตด้วยวิธีต่างๆ (Methods of Line Balancing) ได้แก่
 - วิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด (Largest-Candidate Rule)
 - วิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester's Method)
 - วิธีการที่ใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weights Method)
4. ศึกษาขั้นตอนการผลิตวิธีการผลิตการทำงานของเครื่องจักรโดยวิธีเฝ้าสังเกต พฤติกรรมการทำงานของคนงานในแต่ละขั้นตอนการผลิตซึ่งผู้ศึกษาได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเฝ้าสังเกตการณ์ให้คนงานเหล่านั้นทราบเป็นอย่างดีแล้ว
5. ตรวจสอบการแบ่งขั้นตอนการผลิตเป็นงานย่อยๆ พร้อมทั้งการตรวจสอบเวลา มาตรฐานที่ทางโรงงานจัดทำขึ้น
6. เก็บข้อมูลในการปฏิบัติงานจริงโดยการจับเวลาในแต่ละงานย่อยเพื่อทดสอบ ความถูกต้องเวลามาตรฐานของทางโรงงาน
7. วิเคราะห์วิธีการจัดความสมดุลของสายงานผลิต พร้อมเปรียบเทียบประสิทธิภาพ
8. สรุปผลการศึกษาและเสนอแนวทางในการพัฒนากระบวนการผลิต

เครื่องมือในการดำเนินงาน

1. ใช้นาฬิกาดิจิตอลแบบทศนิยมของชั่วโมงทำงานโดยการกดปุ่มด้านบนขวาของนาฬิกาครั้งแรกจะทำให้นาฬิกาเริ่มเดินกดครั้งที่สองนาฬิกาจะหยุดกดครั้งที่สามด้านบนซ้ายของนาฬิกาจะกลับไปตำแหน่งศูนย์หรือจุดเริ่มต้น
2. แผ่นกระดานพลาสติกเป็นแผ่นพลาสติกเรียบซึ่งสามารถทำให้แบบฟอร์มที่จะบันทึกเวลาหนีบติดกับแผ่นกระดานพลาสติกมีความมั่นคงและทำให้คล่องตัวในการจดบันทึกเวลา
3. แบบฟอร์มบันทึกการบันทึกข้อมูลควรจะทำแบบฟอร์มที่มีขนาดและแบบที่ได้มาตรฐานเหมือนกันตลอดเพื่อให้ทำการศึกษาหาเวลาได้ดียิ่งขึ้นและไม่มีข้อมูลใดๆ ตกหล่น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้ศึกษาดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ข้อมูลมาจาก 2 ส่วน ดังนี้

1. การเก็บข้อมูลจากข้อมูลทางบริษัท ที่เป็นการศึกษาเอกสารที่ใช้ในการดำเนินงานทั้งในส่วนการตลาดและการผลิต ส่วนของการตลาดเป็นข้อมูลสัดส่วนการขายแยกตามสินค้าระหว่าง มกราคม-ธันวาคม 2558 ส่วนของการผลิตเป็นข้อมูลปริมาณการผลิตระหว่าง มกราคม-ธันวาคม 2558 และข้อมูลเวลามาตรฐานของทางบริษัทที่ใช้ในปัจจุบัน
2. การเก็บข้อมูลจากการเฝ้าสังเกตการณ์ทำงานจริงพร้อมทั้งการจับเวลาเพื่อทำการทวนสอบเวลามาตรฐานที่จะนำมาใช้ในการจัดสมดุลสายการผลิต ผ่านวิธีการทั้ง 3 วิธี

การวิเคราะห์ข้อมูล

- ผู้ศึกษาได้ดำเนินการทวนสอบเวลามาตรฐานที่ทางบริษัทใช้เป็นมาตรฐานในการทำงานและนำข้อมูลในเรื่องเวลามาตรฐานมาทำการจัดสมดุลสายการผลิต สำหรับแนวทางในการจัดสมดุลสายการได้ใช้วิธีการ 3 วิธี คือ วิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด (Largest-Candidate Rule) วิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester's Method) และวิธีการที่ใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weights) เพื่อหาแนวทางการทำงานที่ดีที่สุด ผ่านการคำนวณเปรียบเทียบในเรื่องค่าการสูญเสียความสมดุล

บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตลูกหมาก กรณีศึกษา บริษัท อุตสาหกรรมอะไหล่ (1999) จำกัด สามารถสรุปผลการศึกษาก่อเป็น 4 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 กระบวนการบวนการผลิตลูกหมาก แบบเดิม

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์และหาแนวทางในการปรับปรุงการทำงาน โดยใช้ การจัดควาสมดุลของสายงานผลิตด้วยวิธีต่างๆ (Methods of Line Balancing)

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตลูกหมาก กรณีศึกษา บริษัท อุตสาหกรรมอะไหล่ (1999) จำกัด

ส่วนที่ 1 กระบวนการบวนการผลิตลูกหมาก แบบเดิม

ผู้ศึกษาดำเนินการศึกษาวีธีการทำงานและกระบวนการผลิตลูกหมาก ทำให้ทราบถึงขั้นตอนการผลิตและเวลามาตรฐานในการทำงานแต่ละส่วนงานย่อย โดยขั้นตอนการผลิตเป็นเอกสารประกอบการจัดทำระบบบริหารคุณภาพของทางบริษัท ส่วนเวลามาตรฐานดังกล่าวได้มาจากการใช้ข้อมูลเวลามาตรฐานของทางบริษัทที่มีการจัดทำไว้แล้ว ซึ่งผู้ศึกษาได้ตรวจสอบเอกสาร ทวนสอบวิธีการจัดทำเวลามาตรฐานของทางบริษัท พร้อมทั้งได้ทำการสังเกตหน้างานพร้อมจับเวลาเปรียบเทียบเวลาการทำงานจริงในปัจจุบันเทียบกับเวลามาตรฐานของทางบริษัท ซึ่งจากการจับเวลาจริงเปรียบเทียบพบว่า เวลามาตรฐานของทางบริษัท มีค่าสอดคล้องกับเวลาจริงที่ผู้ศึกษาได้ทำการจับเวลา ดังนั้นในการใช้ข้อมูลเวลาในการผลิตจึงนำเอาเวลามาตรฐานที่ทางบริษัทจัดทำไว้นั้น มาใช้เพื่อการศึกษาในครั้งนี้

ขั้นตอนในการผลิตลูกหมาก

แกน

1. ขั้นตอนในการตัดแกน

- ก่อนจะตัดเหล็กเพลลา ต้องเลือกชนิดของเหล็กให้ตรงกับใบสั่งผลิต
- ทำการคำนวณหาจำนวนชิ้นงานที่ตัดได้จากเหล็ก 1 เส้น
- นำจำนวนเหล็กเพลลาที่เข้ามาเข้าเครื่องสายพาน กรณีตัดเพลลามากกว่าครึ่งละ 1

เส้นให้ทำการจัดเรียงให้ปลายด้านท้ายของเหล็กเสมอกัน และทำการเชื่อมไฟฟ้าด้านท้ายให้เหล็กยึดติดกัน เพื่อไม่ให้เหล็กคลาดเคลื่อนขณะทำงาน

- กดปุ่มล็อกปากกาจับงานให้แน่นแล้วทำการตัดส่วนหัวของเพลลาเพื่อให้ด้านหัว
และท้ายของเหล็กเสมอกัน

- ทำการตัดเพลลาโดยดูวิธีการใช้เครื่องเลื่อยสายพานจนหมดเส้น
- เริ่มขึ้นชิ้นงานใหม่ โดยปฏิบัติตามขั้นตอนที่ 1-5

2. ขั้นตอนในการทำแกน

- อ่านแบบ และไปสั่งผลิต
- ทำการเปลี่ยนฟันจับชิ้นงานให้ตรงตามขนาดชิ้นงาน และจับยึดชิ้นงานให้แน่น
- ตรวจสอบชิ้นงาน ถ้ามีขนาดตรงตามแบบ ให้ทำตามขั้นตอนโดยดูวิธีการใช้

เครื่อง CNC

- ใส่ชิ้นงานเข้าเครื่อง เหยียบสวิทช์เท้าเพื่อล็อกชิ้นงาน
- ปิดการ์ดป้องกัน และทำการกลึง โดยดูวิธีการใช้เครื่อง CNC
- นำชิ้นงานออก และสุ่มตรวจสอบขนาดตามแบบของลูกหมาก
- ทำการกลึงอีกด้านให้ได้ตามแบบ

3. ขั้นตอนในการปาดหน้าแกน

- นำชิ้นงานเข้าเครื่อง ขึ้นล็อกหัวกลึงจับงานให้แน่น
- ทำการปาดหน้าแกนทั้ง 2 ด้านโดยดูวิธีการใช้เครื่องกลึง
- สุ่มตรวจสอบแกนให้ได้ขนาดตามเบอร์ของลูกหมาก

4. ขั้นตอนในการเจาะรูแกนลูกหมาก

- ใส่ชิ้นงานเข้าแบบเจาะ และขันสกรูล็อกชิ้นงานให้แน่น
- ทำการเจาะรู โดยดูขั้นตอนการใช้เครื่องเจาะ
- นำชิ้นงานออก และเช็คครุที่เจาะ

5. ขั้นตอนในการยอลบมุมใน

- ใส่ชิ้นงานเข้าแบบยอลบมุม โดยวางให้รูที่เจาะตรงกับดอกสว่าน
- ทำการยอลบมุมในโดยดูวิธีการใช้เครื่องเจาะ
- ยอลบมุมให้ครบทั้งสองรู

6. ขั้นตอนในการตอกแกน

- เตรียมงานและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตอกแกน
- ทำการตอกตัวเลข, ยี่ห้อ, วันเดือนปีที่ผลิตตามข้อกำหนดของแต่ละรายการ
- ตอกชิ้นงานจนครบตามจำนวนที่กำหนด

แป๊ปปลอกนอก

1. ขั้นตอนในการตัดแป๊ปปลอกนอก

- ก่อนจะตัดเหล็กแป๊ป ต้องเลือกชนิดของเหล็กให้ตรงกับใบสั่งผลิต
- ทำการคำนวณหาจำนวนชิ้นงานที่ตัดได้จากเหล็ก 1 เส้น
- นำจำนวนเหล็กแป๊ปที่ใช้มาเข้าเครื่องเลื่อยสายพาน กรณีตัดแป๊ปมากกว่าครึ่งเส้น 1 เส้นให้ทำการจัดเรียงให้ปลายด้านท้ายของเหล็กเสมอกัน และทำการเชื่อมไฟฟ้าด้านท้ายให้เหล็กยึดติดกัน เพื่อไม่ให้เหล็กคลาดเคลื่อนขณะทำงาน
- กดปุ่มล็อกปากกาจับงานให้แน่นแล้วทำการตัดส่วนหัวของแป๊ป เพื่อให้ด้านหัวและท้ายของเหล็กเสมอกัน

- ทำการตัดแป๊ปโดยดูวิธีการใช้เครื่องเลื่อยสายพานจนหมดเส้น
- เริ่มขึ้นชิ้นงานใหม่ โดยปฏิบัติตามขั้นตอนที่ 1-5

2. ขั้นตอนในการรูดแป๊ปปลอกนอก

- เตรียมงาน แหวนรองและแหวนรูดให้ตรงกับใบสั่งผลิต
- นำชิ้นงานวางบนแหวนรูด ตั้งให้รอยตะเข็บของแป๊ปตรงกับรอยมาร์กที่แหวนรูด
- ทำการรูดแป๊ป โดยรูดจากแหวนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่สุดไปหาแหวนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กสุด ทีละแหวนและดูวิธีการใช้เครื่องไฮโดรลิคส์
- รูดชิ้นงานจนครบ 1 แหวน
- เมื่อเปลี่ยนขนาดแหวนรูด ให้ปฏิบัติตามข้อ 1-4 จนทำการรูดครบ 1-7 แหวน

3. ขั้นตอนในการปาดตะเข็บ

- เตรียมงาน แป้นรองและสลักปาดตะเข็บแป๊ปให้ตรงกับใบสั่งผลิต
- จับแป๊ปตั้งขึ้นวางสลักปาดตะเข็บแป๊ป โดยหันรอยตะเข็บให้ตรงกับรอยมาร์กที่แหวนรูด
- ใส่สลักปาดให้รองปาดตรงกับรอยตะเข็บ
- ทำการปาดตะเข็บ โดยดูวิธีการใช้เครื่องไฮโดรลิคส์
- ทำชิ้นงานต่อไปประมาณ 10 ชิ้น แล้วเอาเศษเหล็กที่ปาดออกจากร่องสลักปาด

แหวนรูด

ตะเข็บ

- ปฏิบัติตามข้อ 2-5 จนปาดตะเข็บชิ้นงานครบ

4. ขั้นตอนในการลบมุมแป๊ป

- นำแป๊ปเข้าเครื่อง ขันล็อกหัวกลึงจับงานให้แน่น
- ทำการลบมุมหัวท้ายของแป๊ปโดยดูวิธีการใช้เครื่องกลึง
- ใช้ตะไบลบมุมด้านในของแป๊ป
- สุ่มตรวจแป๊ปให้ได้ขนาดตามเบอร์ของลูกหมาก

5. ขั้นตอนในการรูดแป๊ปปลอกนอก

- เตรียมงาน แหวนรองและแหวนรูดให้ตรงกับใบสั่งผลิต
- นำชิ้นงานวางบนแหวนรูด ตั้งให้รอยตะเข็บของแป๊ปตรงกับรอยมาร์กที่แหวนรูด
- ทำการรูดแป๊ป โดยดูวิธีการใช้เครื่องไฮโดรลิกส์
- รูดแป๊ป 1 แหวน เพื่อลดการเสียรูปจากการลบมุม

6. ขั้นตอนในการเจียรผิวแป๊ปปลอกนอก

- ใส่ชิ้นงานวางบนสะพาน ตั้งให้ได้ระดับ
- ค่อยๆ ดันชิ้นงานเข้าไปเพื่อทำการเจียร โดยดูวิธีการใช้เครื่อง C-04-40
- วัดดูชิ้นงานให้ได้ขนาดตามต้องการ หากไม่ได้ขนาดให้ค่อยๆ ปรับหินเจียรเข้า

ไป จนได้ขนาดตามที่ต้องการ

- ดำเนินการเจียรต่อไปจนเสร็จรายการผลิต (เจียร 1-8 รอบ)

7. ขั้นตอนในการพ่นทราย

- นำชิ้นงานเข้าตู้พ่นประมาณ 50-60 ชั้น และปิดฝาให้เรียบร้อย
- ทำการพ่นทราย โดยดูวิธีการใช้เครื่องพ่นทราย
- พ่นชิ้นงาน

8. ขั้นตอนในการทำความสะอาด

- นำชิ้นงานที่พ่นทรายแล้ว มาเช็ดด้วยน้ำยาทำความสะอาด 1 รอบ
- แล้วใช้ผ้าแห้งเช็ดชิ้นงานอีก 1 รอบ

9. ขั้นตอนในการทากาวแป๊ปปลอกนอก

- ทาด้านในและขอบชิ้นงานด้วยสีเทา 1 รอบ
- ทาด้านในและขอบชิ้นงานด้วยสีดำรอบที่ 1
- ทาด้านในด้วยสีดำรอบที่ 2 จึงนำมาพ่นยาง

API

1. ขั้นตอนในการตัด API

- ทำการคำนวณหาจำนวนชิ้นงานที่ตัดได้จาก API 1 เส้น
- นำจำนวน API ที่เข้ามาเข้าเครื่องเลื่อยสายพาน กรณีตัดมากกว่าครั้งละ 1 เส้น

ให้ทำการจัดเรียงให้ปลายด้านท้ายของ API เสมอกัน และทำการเชื่อมไฟฟ้าด้านท้ายให้ API ยึดติดกัน เพื่อไม่ให้ API คลาดเคลื่อนขณะทำงาน

- กดปุ่มล็อกปากกาจับงานให้แน่นแล้วทำการตัดส่วนหัวของ API เพื่อให้ด้านหัวและท้ายเสมอกัน

- ทำการตัด API โดยดูวิธีการใช้เครื่องเลื่อยสายพานจนหมดเส้น
- เริ่มขึ้นชิ้นงานใหม่ โดยปฏิบัติตามขั้นตอนที่ 1-5

2. ขั้นตอนในการรูด API

- เตรียมงาน แหวนรองและแหวนรูดให้ตรงกับใบสั่งผลิต
- นำชิ้นงานวางบนแหวนรูด ตั้งให้รอยตะเข็บของแป๊ปปลอกในตรงกับรอยมาร์กที่แหวนรูด

- ทำการรูดแป๊ปปลอกใน โดยรูดจากแหวนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่สุด ไปหาแหวนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กสุด ทีละแหวนและดูวิธีการใช้เครื่องไฮโดรลิกส์

- รูดชิ้นงานจนครบ 1 แหวน
- เมื่อเปลี่ยนขนาดแหวนรูด ให้ปฏิบัติตามข้อ 1-4 จนทำการรูดครบ 1-5 แหวน

3. ขั้นตอนในการกลึงแป๊ปปลอกใน (API)

- อ่านใบสั่งผลิต
- ใส่ชิ้นงานเข้าเครื่อง เขี่ยบังคับโยกเท้าเพื่อล็อกชิ้นงาน
- ปิดการ์ดป้องกัน และทำการกลึง โดยดูวิธีการใช้เครื่อง CNC
- นำชิ้นงานออก และสุ่มตรวจเช็คขนาด
- ทำการกลึงอีกด้านให้ได้ตามแบบ

4. ขั้นตอนในการพ่นทราย

- นำชิ้นงานเข้าตู้พ่นประมาณ 50-60 ชั้นและปิดฝาให้เรียบร้อย
- ทำการพ่นทราย โดยดูวิธีการใช้เครื่องพ่นทราย

5. ขั้นตอนในการทำความสะอาด API

- นำชิ้นงานที่พ่นทรายแล้ว มาเช็ดด้วยน้ำยาทำความสะอาด 1 รอบ
- แล้วใช้ผ้าแห้งเช็ดชิ้นงานอีก 1 รอบ

6. ขั้นตอนในการทากาว API

- ทาด้านนอกและขอบชิ้นงานด้วยสีเทา 1 รอบ ทั้งไว้
- ทาด้านนอกและขอบชิ้นงานด้วยสีดำรอบที่ 1 ทั้งไว้
- ทาด้านนอกด้วยสีดำรอบที่ 2 ทั้งไว้ จึงนำมาพินยาง

ยางพินลูกหมาก

1. ขั้นตอนในการตัดยาง

- เตรียมยางที่จะตัด และตั้งสเกลตามระยะความยาวที่จะตัด
- นำแผ่นยางเข้าเครื่อง โดยใช้มือจับแผ่นยางดันให้ชนสเกล และดูวิธีการใช้เครื่องไฮโดรลิกส์ เพื่อให้ใบมีดเลื่อนลงมาตัดยาง
- นำยางที่ตัดแล้วออกจากเครื่อง วัดขนาดให้ได้ตามต้องการ

2. ขั้นตอนในการซั้ยาง

- นำยางที่ตัดแล้วมาซั้ให้ได้น้ำหนักตามที่กำหนด
- ถ้าน้ำหนักยางไม่ได้ตามที่ต้องการให้ตัดยางมาเพิ่ม และซั้ให้ได้ตามที่ต้องการ

การอัดยางลูกหมาก

1. ขั้นตอนในการทำความสะดวกยาง

- เตรียมแปรง และน้ำมันเบนซิน
- ใช้แปรงจุ่มน้ำมันเบนซิน ทำความสะดวกยางด้านที่ลอกพลาสติกออก

2. ขั้นตอนในการพันยาง

- นำยางที่ทำความสะดวกมาพันรอบ API ที่ทาขาวแล้ว และนำแป๊ปปลอกนอกมาประกอบเข้าด้วยกัน

3. ขั้นตอนในการอัดยาง

- ทำความสะดวกแม่พิมพ์ด้วยน้ำยาเช็ดแม่พิมพ์ก่อนเริ่มอัดรอบแรก และทุกๆ 3 รอบ
- นำชิ้นงานเข้าแม่พิมพ์พร้อมอัด และเปิดวาล์วน้ำมัน
- ทำการอัดลูกหมากโดยดูวิธีการใช้เครื่องอัดไฮโดรลิกส์ และอัดที่ความดัน 2000 PSI
- เปิดวาล์วน้ำมันเครื่องต่อไปที่อยู่ในแนวเดียวกันและปิดวาล์วตัวแรกที่ใช้ไป
- ใช้เวลาในการอัดชิ้นงานประมาณ 30 นาที/ชิ้น โดยคอยตรวจอุณหภูมิไม่ให้ลดหรือเพิ่ม

- ปิดวาล์วน้ำมัน โยกคันโยกวาล์วไฮโดรลิกส์ขึ้นและนำชิ้นงานออก

4. ขั้นตอนในการขัดยางปลอกลูกหมาก

- นำชิ้นงานที่ผ่านการอัดแล้วมาขัด โดยใช้มือทั้งสองข้างจับชิ้นงานให้แน่น
- ทำการขัดชิ้นงานบริเวณขอบแป๊ปและขอบ API ที่มีเศษยางติดอยู่ โดยดูวิธีการใช้เครื่องขัด
- จับชิ้นงานให้แน่น ค่อยๆดันชิ้นงานเข้าหาแปรงขัดแล้วหมุนชิ้นงานขัดเศษยางให้หมด
- เมื่อขัดเสร็จตรวจดูชิ้นงาน ถ้าหากพบชิ้นงานที่มีตำหนิให้แยกไว้
- ปฏิบัติตามข้อ 1-3 จนครบตามจำนวนที่ต้องการ

5. ขั้นตอนในการเหยียบลูกหมาก

ชิ้นงาน

- เลือกแม่พิมพ์ให้เหมาะสมกับงานที่จะทำการเหยียบ
- นำชิ้นงานวางบนแม่พิมพ์ ทำการเหยียบ โดยดูวิธีการใช้เครื่อง พร้อมกับหมุน
- นำชิ้นงานออกและปฏิบัติงานครบจำนวนที่ต้องการ

ซีล

1. ขั้นตอนในการตัดซีล

ให้เหลือเศษน้อยที่สุด

- เตรียมเหล็กแผ่น และเลือกแบบให้ตรงกับใบสั่งผลิต
- ใส่เหล็กแผ่นเข้าเครื่อง และทำการตัดโดยดูขั้นตอนการใช้เครื่องปั๊ม P-10-40

- ทำการตัดจนได้ตามจำนวนที่ต้องการ

2. ขั้นตอนในการปั๊มขึ้นรูปซีล

โดยดูวิธีการใช้เครื่องปั๊ม P-10-40

- เตรียมงานที่จะทำ และเลือกแบบให้เหมาะสมกับงานที่จะทำ
- ใส่งานที่ได้จากการตัดเข้าเครื่องที่ละชิ้น หางยด้านที่มีครีบนขึ้นและทำการขึ้นรูป
- นำชิ้นงานออกจากเครื่อง โดยใช้ตะขอเกี่ยวงานออก และใส่ในภาชนะ
- ขึ้นรูปชิ้นงานจนครบตามที่ต้องการ

3. ขั้นตอนในการเจาะรูกลาง

01-40

- เตรียมงานที่จะเจาะ และเลือกแบบให้เหมาะสมกับงานที่จะทำ
- ใช้ตะขอตักงานเข้าเครื่องที่ละชิ้น ทำการปั๊มเจาะโดยดูวิธีการใช้เครื่องปั๊ม P-01-40
- ใช้ตะขอเกี่ยวงานออกจากเครื่อง และเจาะชิ้นงานจนครบตามที่ต้องการ

4. ขั้นตอนในการชุบทองเหลือง

- จ้างบริษัทชุบทองเหลือง

5. ขั้นตอนในการทำความสะอาดซีล

แห้ง

- นำชิ้นงานที่ชุบทองเหลืองแล้วมาล้างทินเนอร์เพื่อทำความสะอาด และทิ้งไว้ให้

6. ขั้นตอนในการตากาวซีล

- นำชิ้นงานมาทาด้วยสีเทา 1 รอบ
- ทาสีดำ 1 รอบ ทิ้งไว้ 25-30 นาที
- ทาอีกด้านที่เหลือ โดยทำตามข้อ 1-2

7. ขั้นตอนในการอัดซีล

รอบ

- ทำความสะอาดแม่พิมพ์ด้วยน้ำยาเช็ดแม่พิมพ์ก่อนเริ่มอัดรอบแรก และทุกๆ 3

3000 PSI

- นำชิ้นงานเข้าแม่พิมพ์พร้อมอัด
- ทำการอัดแหวนยางโดยดูวิธีการใช้เครื่องอัดไฮโดรลิคส์และอัดที่ความดัน 2,900-

หรือเพิ่ม

- เปิดวาล์วน้ำมันเครื่องต่อไปที่อยู่ในแนวเดียวกันและปิดวาล์วตัวแรกที่ใช้ไป
- ใช้เวลาในการอัดชิ้นงานประมาณ 15 นาที/ครั้ง โดยคอยตรวจอุณหภูมิไม่ให้ลด
- ปิดวาล์วน้ำมัน โยกคันโยกวาล์วไฮโดรลิคส์ขึ้นและนำชิ้นงานออก
- ตรวจเช็คความสมบูรณ์เรียบร้อยของชิ้นงาน รอให้เย็นแล้วนำไปตากแห้ง

แหวน

1. ขั้นตอนในการตัดแหวน

- เตรียมเหล็กแผ่น และเลือกแบบให้ตรงกับใบสั่งผลิต
- ใส่เหล็กแผ่นเข้าเครื่อง และทำการตัดโดยดูขั้นตอนการใช้เครื่องปั๊ม P-10-40

ให้เหลือเศษน้อยที่สุด

- ทำการตัดจนได้ตามจำนวนที่ต้องการ

2. ขั้นตอนในการเจาะรูกลาง

- เตรียมงานที่จะเจาะ และเลือกแบบให้เหมาะสมกับงานที่จะทำ
- ใช้ตะขอดึงงานเข้าเครื่องที่ละชิ้น ขณะทำการปั๊มเจาะให้ด้านที่มีครีบกว่าลง

และทำการปั๊มเจาะโดยดูวิธีการใช้เครื่องปั๊ม P-01-40

- ใช้ตะขอเกี่ยวงานออกจากเครื่อง และปั๊มเจาะชิ้นงานจนครบตามที่ต้องการ

3. ขั้นตอนการต้มชิ้นงาน

4. นำชิ้นงานที่ต้องการล้างคราบน้ำมันใส่ลงในตะแกรง แล้วปิดฝาหม้อ

5. ดูขั้นตอนการใช้หม้อต้มเหล็ก และต้มทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที

6. ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที ก่อนนำชิ้นงานออก

การประกอบลูกหมาก

1. ขั้นตอนในการใส่พลาสติก

- ใส่ชิ้นงานลงในแบบล่าง และใส่พลาสติกคว่ำลง วางบนปลอกลูกหมาก
- กดพลาสติกลงในชิ้นงาน โดยดูวิธีการใช้เครื่องไฮโดรลิคส์
- นำชิ้นงานออกจากเครื่อง เพื่อประกอบเข้ากับแกนลูกหมาก

2. ขั้นตอนในการประกอบ

- ใส่ปลอกลูกหมากที่พร้อมประกอบ แล้ววางลงบนแบบล่าง (หมายเลข 2)
- ใส่แกน โดยให้แกนอยู่ตรงกลางของปลอก แล้วทำการกดลงไปโดยใช้เครื่อง

ไฮโดรลิกส์

- ใส่พลาสติกเข้ากับแกน แล้วทำการกดลงไปโดยใช้เครื่องไฮโดรลิกส์
- ใส่แหวนเข้ากับแกน แล้วทำการกดลงไปโดยใช้เครื่องไฮโดรลิกส์
- กลับข้างเพื่อใส่แหวนอีกด้าน แล้วทำการกดลงไปโดยใช้เครื่องไฮโดรลิกส์
- ปฏิบัติจนครบตามจำนวนที่ต้องการ

3. ขั้นตอนในการสับล็อกลูกหมาก

- ใส่ชิ้นงานที่ประกอบแล้วลงในแบบและล็อกด้วยตัวล็อก
- ทำการสับล็อกโดยวิธีการใช้เครื่องมือ
- นำชิ้นงานออกจากแบบและกลับด้านเพื่อทำการสับล็อก โดยปฏิบัติตามข้อ 1-2

4. ขั้นตอนในการตอกซีล

- ใส่ซีลลงในลูกหมากที่สับล็อกแล้ว
- ใช้ค้อนตอกซีลให้พอดีกับลูกหมาก
- กลับด้านเพื่อตอกซีลอีกด้านที่เหลือ

5. ขั้นตอนในการขัดเงาลูกหมาก

- นำชิ้นงานขึ้นมาขัด โดยใช้มือทั้งสองข้างจับชิ้นงานให้แน่น
- ทำการขัดชิ้นงานบริเวณผิวเหล็กรอบนอก โดยวิธีการใช้เครื่องขัดลูกหมาก
- เมื่อขัดเสร็จตรวจสอบดูชิ้นงาน ถ้าหากพบชิ้นงานที่มีตำหนิให้แยกไว้
- ปฏิบัติตามข้อ 1-3 จนครบตามจำนวนที่ต้องการ

6. ขั้นตอนในการทาแล็กเกอร์

- เตรียมแปรง และแล็กเกอร์ที่จะใช้ในการทา
- ใช้แปรงจุ่มแล็กเกอร์ และทาบริเวณแป้นปลอกนอกให้ทั่ว
- ทาให้ครบตามจำนวนที่กำหนดและทิ้งไว้ให้แห้ง

7. ขั้นตอนในการพ่นสี

- เตรียมสีที่จะใช้ตรงกลับริายการผลิตของลูกหมาก
- ทำการพ่นสีบริเวณตรงแกนให้ทั่วทั้ง 2 ด้าน
- พ่นสีให้ครบตามจำนวนที่กำหนดและทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที เพื่อให้สีแห้ง

8. ขั้นตอนในการบรรจุลูกหมาก

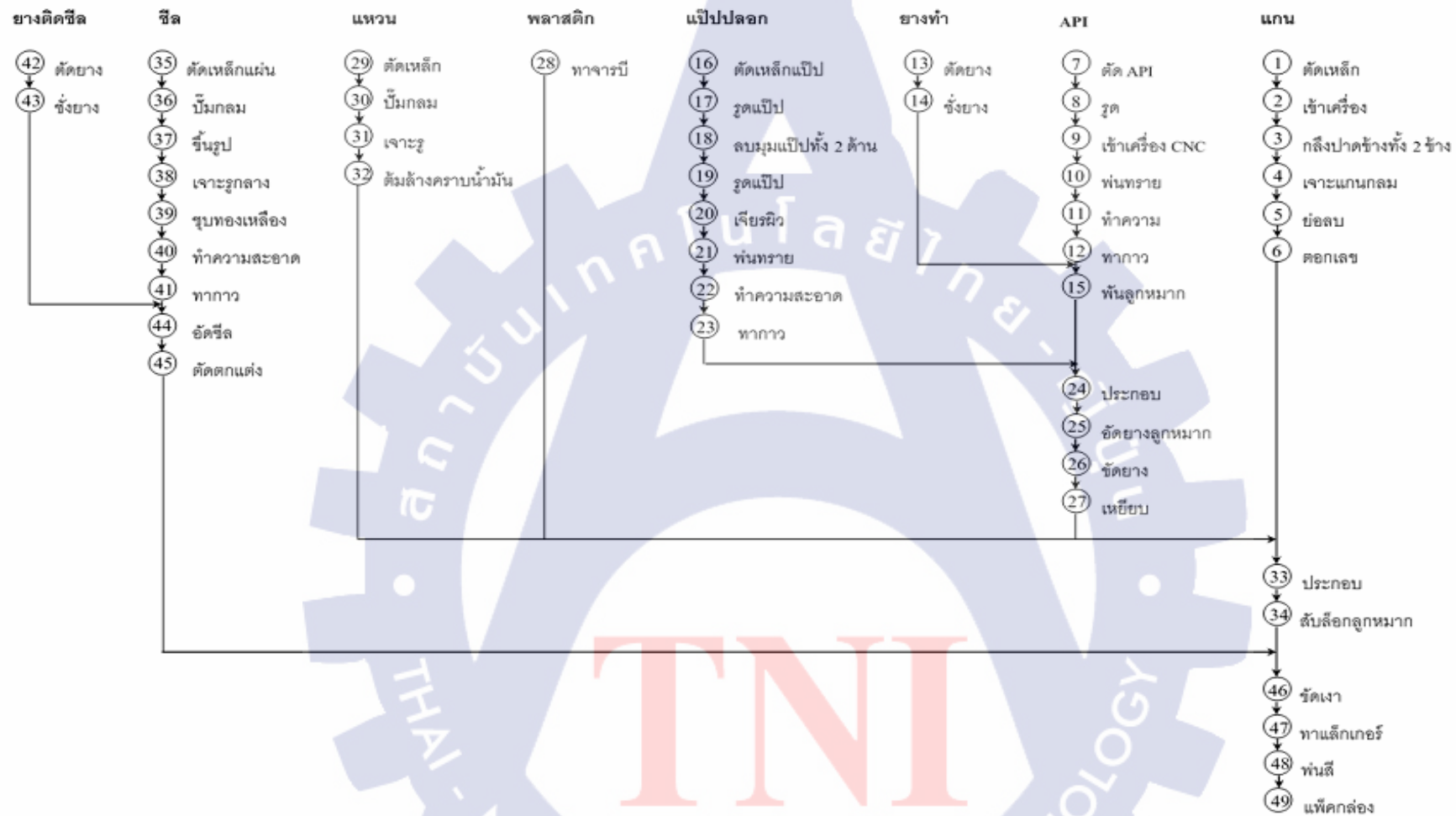
- นำลูกหมากที่พ่นสีแห้งแล้ว บรรจุใส่ถุงพับปากถุงให้เรียบร้อย
- บรรจุใส่กล่องเล็กกล่องละหนึ่งตัวปิดฝากล่องให้สนิท
- บรรจุใส่กล่องใหญ่กล่องละ 6 ตัวแล้วแพ็คกล่องให้เรียบร้อย

ตารางที่ 9 ขั้นตอนการผลิตลูกหมาก

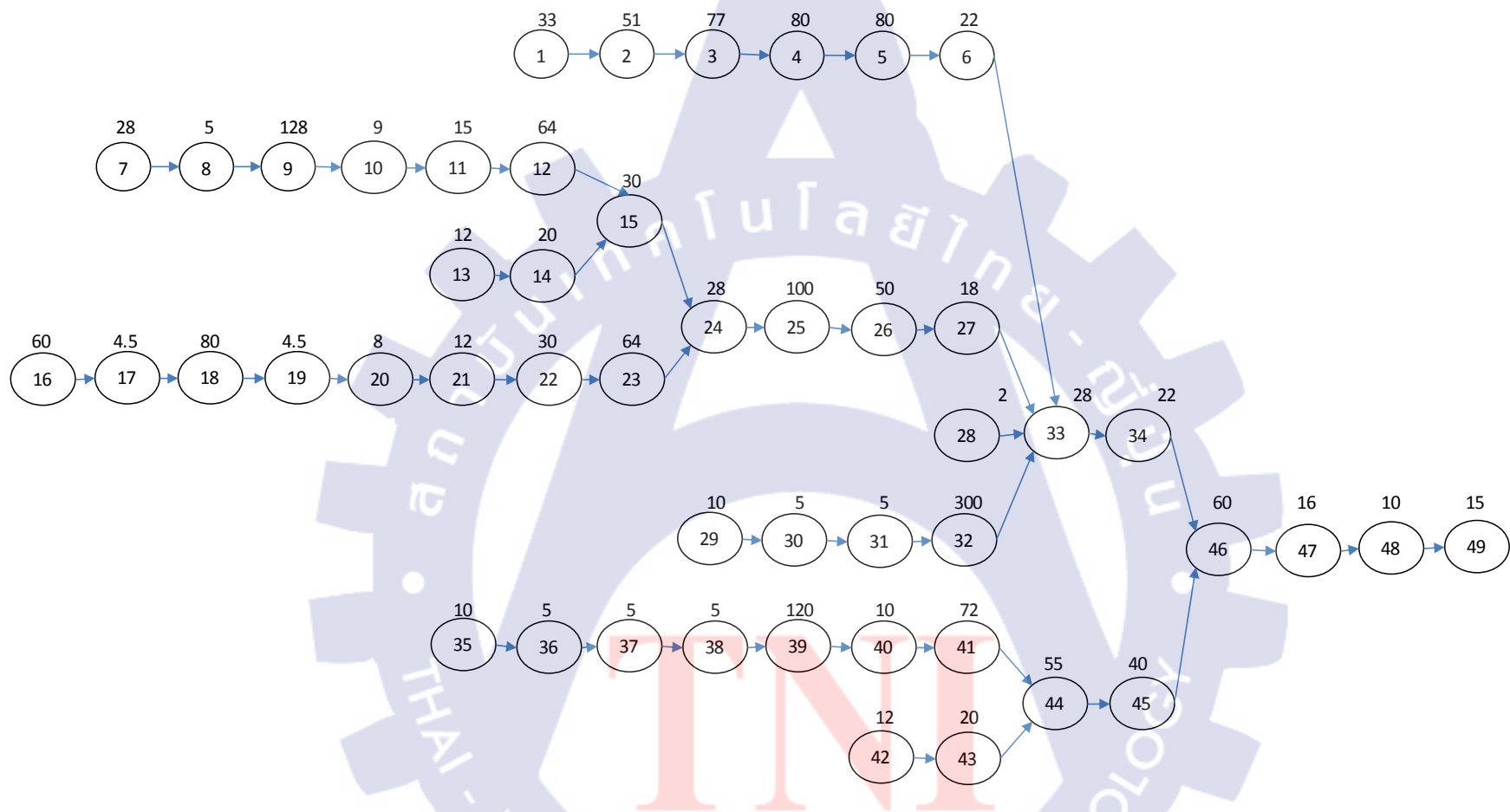
กลุ่มงาน	ลำดับ งาน	รายละเอียดของ งาน	งานที่ต้องทำก่อนหน้า	เวลา มาตรฐาน (วินาที)
แกนกลม	1	ตัดเหล็กเพลลา	-	33
แกนกลม	2	เข้าเครื่อง CNC	1	51
แกนกลม	3	กลึงปาดข้างทั้ง 2 ข้าง	1,2	77
แกนกลม	4	เจาะแกนกลม	1,2,3	80
แกนกลม	5	ยอลบมุม	1,2,3,4	80
แกนกลม	6	ตอกเลข	1,2,3,4,5	22
API	7	ตัด API	-	28
API	8	รูต	7	5
API	9	เข้าเครื่อง CNC	7,8	128
API	10	พ่นทราย	7,8,9	9
API	11	ทำความสะอาด	7,8,9,10	15
API	12	ทากาว	7,8,9,10,11	64
ยางทำ ลูกหมาก	13	ตัดยาง	-	12
ยางทำ ลูกหมาก	14	ซั้ยาง	13	20
API	15	พ่นลูกหมาก	7,8,9,10,11,12,13,14	30
API	16	ตัดเหล็กแป๊ป	-	60
API	17	รูตแป๊ป	16	4.5
API	18	ลบมุมแป๊ปทั้ง 2 ด้าน	16,17	80
API	19	รูตแป๊ป	16,17,18	4.5
API	20	เจียรผิว	16,17,18,19	8
API	21	พ่นทราย	16,17,18,19,20	12
API	22	ทำความสะอาด	16,17,18,19,20,21	30
API	23	ทากาว	16,17,18,19,20,21,22	64
API	24	ประกอบ	7,8,9,10,11,12,13,14,15, 16,17,18,19,20,21,22,23	28
API	25	อัดยางลูกหมาก	7,8,9,10,11,12,13,14,15, 16,17,18,19,20,21,22,23,24	100
API	26	ขัดยาง	7,8,9,10,11,12,13,14,15,16, 17,18,19,20,21,22,23,24,25	50
API	27	เหยียบ	7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17, 18,19,20,21,22,23,24,25,26	18

ตารางที่ 9 ขั้นตอนการผลิตลูกหมาก (ต่อ)

กลุ่มงาน	ลำดับงาน	รายละเอียดของงาน	งานที่ต้องทำก่อนหน้า	เวลามาตรฐาน (วินาที)
พลาสติก	28	ทาบารบีพลาสติก	-	2
แหวน	29	ตัดเหล็กแผ่น	-	10
แหวน	30	ปั๊มกลม	29	5
แหวน	31	เจาะรูกลาง	29,30	5
แหวน	32	ต้มล้างคราบน้ำมัน	29,30,31	300
แกนกลม	33	ประกอบ	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32	28
แกนกลม	34	สับล็อกลูกหมาก	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33	22
ซีล	35	ตัดเหล็กแผ่น	-	10
ซีล	36	ปั๊มกลม	35	5
ซีล	37	ขึ้นรูป	35,36	5
ซีล	38	เจาะรูกลาง	35,36,37	5
ซีล	39	ชุบทองเหลือง	35,36,37,38	0
ซีล	40	ทำความสะอาด	35,36,37,38,39	10
ซีล	41	ทากาว	35,36,37,38,39,40	72
ยางติดซีล	42	ตัดยาง	-	12
ยางติดซีล	43	ซั้งยาง	42	20
ซีล	44	อัดซีล	35,36,37,38,39,40,41,42,43	55
ซีล	45	ตัดตกแต่ง	35,36,37,38,39,40,41,42,43,44	40
แกนกลม	46	ขัดเงา	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45	60
แกนกลม	47	ทาแล็กเกอร์	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46	16
แกนกลม	48	พ่นสี	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47	10
แกนกลม	49	แพ็คกล่อง	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,48	15



รูปที่ 5 แผนภูมิกระบวนการผลิตลูกหมาก



รูปที่ 6 แผนภาพแสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตลูกหมาก

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์และหาแนวทางในการปรับปรุงการทำงาน โดยใช้การจัดความสมดุลของสายงานผลิตด้วยวิธีต่าง ๆ (Methods of Line Balancing)

ผู้ศึกษาพิจารณาถึงการแก้ปัญหา เรื่องการสมดุลของสายงานผลิตด้วยวิธีแบบธรรมดาชนิดต่างๆ วิธีการที่ใช้แก้ปัญหานี้จะเป็นแบบฮิวริสติก (Heuristic) คือ อาศัยสามัญสำนึก (Common Sense)

จากการศึกษากระบวนการทำงาน พบว่า จำนวนชิ้นส่วนย่อยของลูกหมากมีทั้งหมด 8 ชิ้นส่วน มีกระบวนการผลิตตามขั้นตอนย่อยๆ รวม 49 ขั้นตอน โดยรอบเวลาในการผลิตรวมทั้งหมดเท่ากับ 1.820 วินาที

การกำหนดค่า Takt Time ที่ใช้ในปรับปรุง เท่ากับ 576 วินาที โดยพิจารณาจากความต้องการลูกหมากของลูกค้าในอดีตในปี 2558 เท่ากับ 50 ตัวต่อวัน (เวลาทำงานปกติ 8 ชั่วโมง) จากเดิมที่บริษัทฯ สามารถผลิตได้ 35 ตัวต่อวัน (เวลาทำงานปกติ 8 ชั่วโมง) หรือ Takt Time 822 วินาที

$$\text{Takt Time} = \frac{28,800 \text{ sec/day}}{50 \text{ pec./day}} = 576 \text{ sec/day}$$

1. กฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด (Largest-Candidate Rule)

ขั้นตอนที่ 1 ลงรายการส่วนของงานทั้งหมด โดยเรียงลำดับตามเวลาในการผลิตจากที่ใช้เวลามากหาที่ใช้เวลาน้อยที่สุด

ตารางที่ 10 การจัดส่วนของงานตามค่าเวลาของวิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด

ลำดับงาน	T (วินาที)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า
32	300	29,30,31
9	128	7,8
25	100	7,8,9,10,11,12,13,14,15, 16,17,18,19,20,21,22,23,24
4	80	1,2,3
5	80	1,2,3,4
18	80	16,17
3	77	1,2

ตารางที่ 10 การจัดส่วนของงานตามค่าเวลาของวิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้
ค่าสูงสุด (ต่อ)

ลำดับงาน	T (วินาที)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า
41	72	35,36,37,38,39,40
12	64	7,8,9,10,11
23	64	16,17,18,19,20,21,22
16	60	-
46	60	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17, 18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30, 31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45
44	55	35,36,37,38,39,40,41,42,43
2	51	1
26	50	7,8,9,10,11,12,13,14,15,16, 17,18,19,20,21,22,23,24,25
45	40	35,36,37,38,39,40,41,42,43,44
1	33	-
15	30	7,8,9,10,11,12,13,14
22	30	16,17,18,19,20,21
7	28	-
24	28	7,8,9,10,11,12,13,14,15, 16,17,18,19,20,21,22,23
33	28	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17, 18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32
6	22	1,2,3,4,5
34	22	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18, 19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33
14	20	13
43	20	42
27	18	7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17, 18,19,20,21,22,23,24,25,26

ตารางที่ 10 การจัดส่วนของงานตามค่าเวลาของวิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้
ค่าสูงสุด (ต่อ)

ลำดับงาน	T (วินาที)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า
47	16	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18, 19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32, 33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46
11	15	7,8,9,10
49	15	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18, 19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32, 33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,48
13	12	-
21	12	16,17,18,19,20
42	12	-
29	10	-
35	10	-
40	10	35,36,37,38,39
48	10	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18, 19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32, 33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47
10	9	7,8,9
20	8	16,17,18,19
8	5	7
30	5	29
31	5	29,30
36	5	35
37	5	35,36
38	5	35,36,37
17	4.5	16
19	4.5	16,17,18
28	2	-
39	0	35,36,37,38

ขั้นตอนที่ 2 จัดส่วนของงานลงในสถานีงานแรก โดยเริ่มจากรายการที่อยู่บนสุดลงมาหรือส่วนของงานใช้เวลามาก โดยพิจารณาถึงลำดับขั้นตอนก่อนหลังในการทำงานเป็นหลัก แต่ผลบวกของเวลาในแต่ละสถานีงาน จะต้องไม่เกิน Takt Time

ขั้นตอนที่ 3 จัดส่วนของงานลงในสถานีงานอื่นๆ เหมือนกับขั้นตอนที่ 2 และตรวจสอบดูว่าส่วนของงานที่เพิ่มเข้าไบนั้นไม่เกินค่า Takt Time

ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการเหมือนกับขั้นตอนที่ 2 และ 3 กับสถานีงานอื่นๆ จนไม่มีส่วนของงานเหลืออยู่เลย

ตารางที่ 11 การจัดส่วนของงานลงในสถานีงาน โดยใช้กฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด

สถานีงาน	ส่วนของงาน	T (วินาที)	เวลารวมของสถานีงาน
1	16	60	568
	1	33	
	7	28	
	13	12	
	42	12	
	29	10	
	35	10	
	28	2	
	2	51	
	14	20	
	8	5	
	30	5	
	31	5	
	36	5	
	37	5	
	38	5	
	39	0	
	32	300	

ตารางที่ 11 การจัดส่วนองงานลงในสถานีนงาน โดยใช้กฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด (ต่อ)

สถานีนงาน	ส่วนองงาน	T (วินาที)	เวลารวมของสถานีนงาน
2	40	10	518
	9	128	
	3	77	
	17	4.5	
	4	80	
	5	80	
	18	80	
	6	22	
	10	9	
	19	4.5	
	11	15	
	20	8	
3	12	64	538
	15	30	
	21	12	
	41	72	
	22	30	
	23	64	
	24	28	
	25	100	
	26	50	
	27	18	
	33	28	
	34	22	
	43	20	

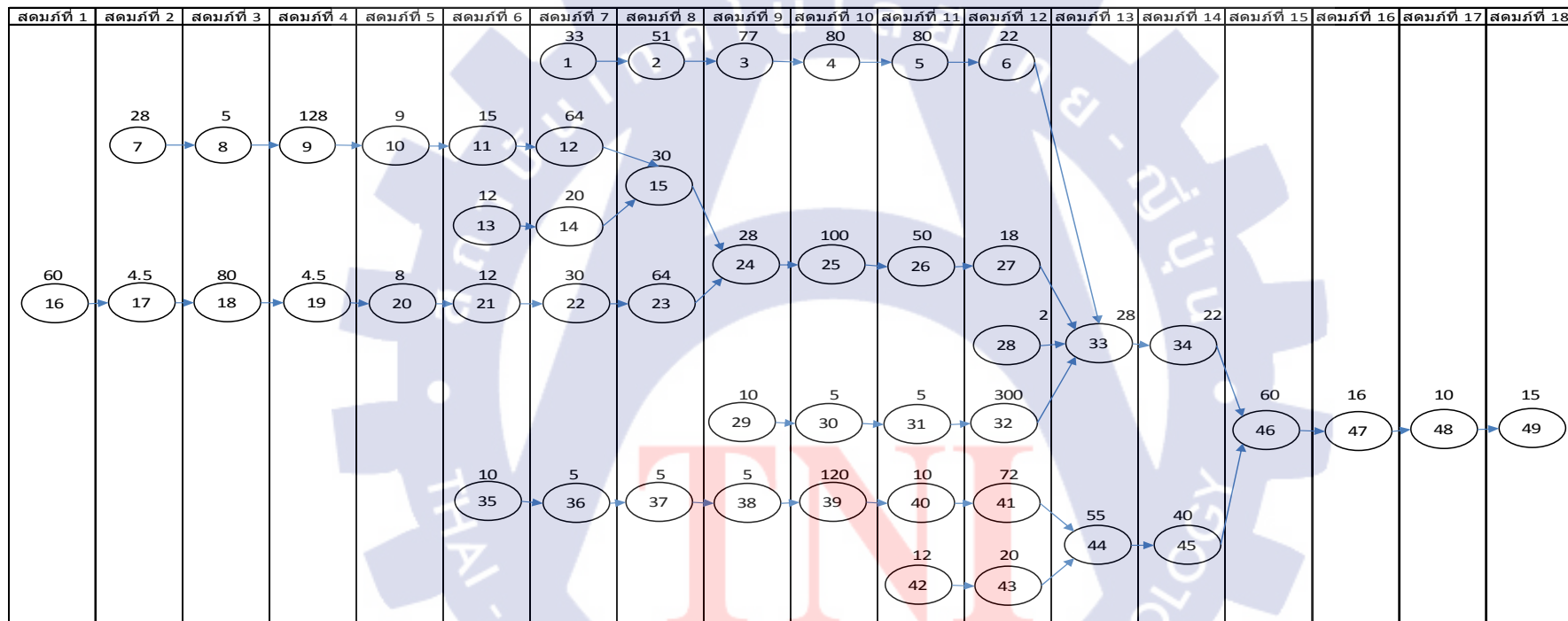
ตารางที่ 11 การจัดส่วนของงานลงในสถานงาน โดยใช้กฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด (ต่อ)

สถานงาน	ส่วนของงาน	T (วินาที)	เวลารวมของสถานงาน
4	44	55	196
	45	40	
	46	60	
	47	16	
	48	10	
	49	15	

$$\begin{aligned}
 \text{การสูญเสียความสมดุล (Balance Delay)} &= \frac{4(568) - 1,820}{4(568)} \\
 &= 0.199 \text{ หรือ } 19.89\%
 \end{aligned}$$

2. วิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester's Method)

ขั้นตอนที่ 1 สร้างผังการจัดลำดับงาน แยกตามชิ้นส่วน แล้วเรียงกระบวนการผลิตแต่ละชิ้นส่วนตามลำดับขั้นตอนการผลิต ทำให้ครบทุกชิ้นส่วนพร้อมระยะเวลาของแต่ละส่วนของงาน จากนั้นจัดกระบวนการผลิตแบบขีดขวางเพื่อจัดลงแยกตามสมตกร์ โดยสมตกร์ที่ 1 ให้อยู่ซ้ายมือ ส่วนสมตกร์สุดท้ายให้อยู่ขวามือ



รูปที่ 7 การจัดส่วนงานตามวิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์

ขั้นตอนที่ 2 การจัดส่วนของงานลงสถานี ต้องเริ่มจากส่วนของงานที่อยู่ในสแตมภ์ที่ 1 แล้วจึงไล่การจัดส่วนของงานไปยังสแตมภ์อื่นๆ ตามลำดับจากซ้ายไปขวาโดยผลบวกของเวลาในแต่ละสถานีงาน จะต้องไม่เกิน Takt Time

ขั้นตอนที่ 3 จัดส่วนของงานลงในสถานีงานอื่นๆ เหมือนกับขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบดูว่าส่วนของงานที่เพิ่มเข้าไปนั้นไม่เกินค่า Takt Time

ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการเหมือนกับขั้นตอนที่ 2 และ 3 กับสถานีงานอื่นๆ จนไม่มีส่วนของงานเหลืออยู่เลย

ตารางที่ 12 การจัดส่วนงานลงในตารางตามลำดับสแตมภ์จากรูปที่ 8 ด้วยวิธีกิลบริดจ์และเวสเตอร์

สถานีงาน	ส่วนประกอบ	สแตมภ์ที่	T (วินาที)	เวลารวมของสถานีงาน
1	16	1	60.	528
	7	2	28.	
	17	2	4.5	
	8	3	5	
	18	3	80	
	9	4	128.	
	19	4	4.5	
	10	5	9	
	20	5	8	
	11	6	15	
	13	6	12	
	21	6	12	
	35	6	10	
	1	7	33	
	12	7	64	
	14	7	20	
	22	7	30	
	36	7	5	

ตารางที่ 12 การจัดส่วนงานลงในตารางตามลำดับสดมภ์จากรูปที่ 8 ด้วยวิธีกิลเบิร์ตและเวสเตอร์
(ต่อ)

สถานีงาน	ส่วนประกอบ	สดมภ์ที่	T (วินาที)	เวลารวมของสถานีงาน
2	2	8	51	535.0
	15	8	30	
	23	8	64	
	37	8	5	
	3	9	77	
	24	9	28	
	29	9	10	
	38	9	5	
	4	10	80	
	25	10	100	
	30	10	5	
	39	10	0	
	5	11	80	
3	26	11	50	539
	31	11	5	
	40	11	10	
	42	11	12	
	6	12	22	
	27	12	18	
	28	12	2	
	32	12	300	
	41	12	72	
	43	12	20	
	33	13	28	

ตารางที่ 12 การจัดส่วนงานลงในตารางตามลำดับสดมภ์จากรูปที่ 8 ด้วยวิธีกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (ต่อ)

สถานีงาน	ส่วนประกอบ	สดมภ์ที่	T (วินาที)	เวลารวมของสถานีงาน
4	44	13	55	218
	34	14	22	
	45	14	40	
	46	15	60	
	47	16	16	
	48	17	10	
	49	18	15	

$$\begin{aligned}
 \text{การสูญเสียความสมดุล (Balance Delay)} &= \frac{4(539) - 1,820}{4(539)} \\
 &= 0.1558 \text{ หรือ } 15.58\%
 \end{aligned}$$

3. วิธีการที่ใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weights Method)

ขั้นตอนที่ 1 สร้างผังการจัดลำดับงาน แยกตามชิ้นส่วน แล้วเรียงกระบวนการผลิตแต่ละชิ้นส่วนตามลำดับขั้นตอนการผลิต ทำให้ครบทุกชิ้นส่วน พร้อมระบุเวลาของแต่ละส่วนของงาน

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณค่า RPW โดยการบวกเวลาของส่วนงานนั้นๆ เข้ากับเวลาของส่วนงานที่ตามหลังทั้งหมดของผังการจัดลำดับงาน

ขั้นตอนที่ 3 ลงรายการส่วนของงานทั้งหมดตามลำดับ RPW โดยจัด RPW ที่มีค่าสูงสุดไว้ด้านบนพร้อมทั้งบอกเวลาในแต่ละส่วนของงาน

ตารางที่ 13 ส่วนของงานที่จัดตามค่า RPW โดยวิธีการที่ใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง

ลำดับงาน	T (วินาที)	RPW	งานที่ต้องทำก่อนหน้า
7	28	631	-
16	60	610	-
8	5	603	7
9	128	593	7,8
17	4.5	550	16
18	80	545.5	16,17
1	33	494	-
29	10	471	-
19	4.5	465.5	16,17,18
10	9	465	7,8,9
2	51	461	1
20	8	461	16,17,18,19
30	5	461	29
11	15	456	7,8,9,10
31	5	456	29,30
21	12	453	16,17,18,19,20
32	300	451	29,30,31
12	64	441	7,8,9,10,11
22	30	441	16,17,18,19,20,21
35	10	423	-
36	5	413	35
23	64	411	16,17,18,19,20,21,22
3	77	410	1,2
13	12	409	-
37	5	408	35,36
38	5	403	35,36,37
39	0	398	35,36,37,38
14	20	397	13
15	30	377	7,8,9,10,11,12,13,14

ตารางที่ 13 ส่วนของงานที่จัดตามค่า RPW โดยวิธีการที่ใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (ต่อ)

ลำดับงาน	T (วินาที)	RPW	งานที่ต้องทำก่อนหน้า
24	28	347	7,8,9,10,11,12,13,14,15, 16,17,18,19,20,21,22,23
4	80	333	1,2,3
25	100	319	7,8,9,10,11,12,13,14,15, 16,17,18,19,20,21,22,23,24
40	10	278	35,36,37,38,39
41	72	268	35,36,37,38,39,40
5	80	253	1,2,3,4
42	12	228	-
26	50	219	7,8,9,10,11,12,13,14,15,16, 17,18,19,20,21,22,23,24,25
43	20	216	42
44	55	196	35,36,37,38,39,40,41,42,43
6	22	173	1,2,3,4,5
27	18	169	7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17, 18,19,20,21,22,23,24,25,26
28	2	153	-
33	28	151	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17, 18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32
45	40	141	35,36,37,38,39,40,41,42,43,44
34	22	123	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18, 19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33
46	60	101	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17, 18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30, 31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45
47	16	41	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18, 19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32, 33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46

ตารางที่ 13 ส่วนของงานที่จัดตามค่า RPW โดยวิธีการที่ใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (ต่อ)

ลำดับงาน	T (วินาที)	RPW	งานที่ต้องทำก่อนหน้า
48	10	25	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18, 19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32, 33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47
49	15	15	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18, 19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32, 33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,48

ขั้นตอนที่ 4 จัดส่วนของงานลงสถานีงานตามค่า RPW แต่ยังคำนึงถึงการทำงานก่อน-หลังโดยผลบวกของเวลาในแต่ละสถานีงาน จะต้องไม่เกิน Takt Time

ขั้นตอนที่ 5 จัดส่วนของงานลงในสถานีงานอื่นๆ เหมือนกับขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบดูว่าส่วนของงานที่เพิ่มเข้าไบนั้นไม่เกินค่า Takt Time

ขั้นตอนที่ 6 ดำเนินการเหมือนกับขั้นตอนที่ 4 และ 5 กับสถานีงานอื่นๆ จนไม่มีส่วนของงานเหลืออยู่เลย

TNI

TAHITI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

ตารางที่ 14 การจัดส่วนงานลงสถานี ตามวิธีการที่ใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง

สถานีงาน	ส่วนของงาน	T (วินาที)	เวลารวมของสถานีงาน
1	7	28	458
	16	60	
	8	5	
	9	128	
	17	4.5	
	18	80	
	1	33	
	29	10	
	19	4.5	
	10	9	
	2	51	
	20	8	
	30	5	
	11	15	
	31	5	
	21	12	
2	32	300	572
	12	64	
	22	30	
	35	10	
	36	5	
	23	64	
	3	77	
	13	12	
	37	5	
	38	5	
	39	0	

ตารางที่ 14 การจัดส่วนงานลงสถานี ตามวิธีการที่ใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (ต่อ)

สถานีงาน	ส่วนของงาน	T (วินาที)	เวลารวมของสถานีงาน
3	14	20	557
	15	30	
	24	28	
	4	80	
	25	100	
	40	10	
	41	72	
	5	80	
	42	12	
	26	50	
	43	20	
4	44	55	233
	6	22	
	27	18	
	28	2	
	33	28	
	45	40	
	34	22	
	46	60	
	47	16	
	48	10	
	49	15	

$$\begin{aligned}
 \text{การสูญเสียความสมดุล (Balance Delay)} &= \frac{4(572) - 1,820}{4(572)} \\
 &= 0.205 \text{ หรือ } 20.5\%
 \end{aligned}$$

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตลูกหมาก กรณีศึกษา บริษัท อุตสาหกรรมมะไหล่ (1999) จำกัด

จากผลการศึกษาวิธีการทำงานและกระบวนการผลิตโดยรวมของบริษัท พร้อมทั้งศึกษาขั้นตอนในการผลิตลูกหมาก พบว่า จำนวนชิ้นส่วนย่อยของลูกหมากมีทั้งหมด 8 ชิ้นส่วน มีกระบวนการผลิตตามขั้นตอนย่อยๆ รวม 49 ขั้นตอน รอบเวลาในการผลิตรวมทั้งหมดเท่ากับ 1,820 วินาที โดยมีการกำหนดค่า Takt Time ที่ใช้ในปรับปรุง เท่ากับ 576 วินาที เมื่อพิจารณาจากความต้องการลูกหมากของลูกค้าในอดีในปี 2558 เท่ากับ 50 ตัวต่อวัน(เวลาทำงานปกติ 8 ชั่วโมง) จากเดิมที่บริษัทสามารถผลิตได้ 35 ตัวต่อวัน (เวลาทำงานปกติ 8 ชั่วโมง) หรือ Takt Time เท่ากับ 822 วินาที

ผู้ศึกษาพิจารณาถึงการแก้ปัญหาสมดุลของสายงานผลิตด้วยวิธีแบบธรรมดาชนิดต่างๆ โดยการแก้ปัญหานี้จะเป็นแบบฮิวริสติก (Heuristic) คือ อาศัยสามัญสำนึก (Common Sense) โดยใช้เทคนิคในการจัดสมดุลสายการผลิต 3 วิธี ได้แก่ กฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด (Largest-Candidate Rule) ,วิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์ (Kilbridge and Wester's Method) และวิธีการที่ใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง (Ranked Positional Weights Method) ซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

	วิธีปัจจุบัน	วิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด	วิธีการของกิลบริดจ์และเวสเตอร์	วิธีการที่ใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง
ค่าการสูญเสียความสมดุล	72.32	19.89%	15.58%	20.50%
ค่า T_c	822	568	539	572
จำนวนสถานีงาน	8	4	4	4

จากการวิเคราะห์ทั้ง 3 วิธี พบว่า วิธีกฎเกณฑ์การกำหนดตำแหน่งโดยใช้ค่าสูงสุด มีค่าการสูญเสียความสมดุล เท่ากับ 19.89% Takt Time เท่ากับ 568 วินาที วิธีการที่ใช้น้ำหนักเป็นตัวกำหนดตำแหน่ง มีค่าการสูญเสียความสมดุล เท่ากับ 20.50% Takt Time เท่ากับ 572 วินาที และวิธีการของกิลบริดจ์ และเวสเตอร์ ค่าการสูญเสียความสมดุล เท่ากับ 15.58% Takt Time เท่ากับ 539 วินาที สรุปวิธีที่ดีที่สุดคือวิธีการของ กิลบริดจ์ และเวสเตอร์ เพราะมีค่าการสูญเสียความสมดุล (Balance Delay) ต่ำที่สุด

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1. การศึกษาครั้งนี้วิเคราะห์การจัดสมดุลการผลิตด้วยวิธี แบบฮิวริสติก (Heuristic) คือ อาศัยสามัญสำนึก (Common Sense) เท่านั้น ซึ่งในการวิเคราะห์การจัดสมดุลสายการผลิตยังมีวิธีอื่นๆ อีก ซึ่งอาจจะได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่านี้
2. การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้คำนึงถึงการวางแผนเครื่องจักร และพื้นที่ในการจัดวาง จำนวนของเครื่องจักร และแรงงานประจำเครื่องจักร ซึ่งหากนำมาวิเคราะห์ร่วมด้วยจะสามารถดำเนินการได้จริงมากยิ่งขึ้น



บรรณานุกรม

TNI

บรรณานุกรม

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2559). รายชื่อผู้ประกอบการต่อตัวถังรถบรรทุกขนาดใหญ่
ประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ 17 มกราคม 2559, จาก <http://www.diw.go.th/hawk/>.
- ชนิกานต์ เณลิมงาม. (2554). การศึกษาเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรใน
กระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) ของบริษัท ไชโก๋ อินสทรูเมนต์
(ประเทศไทย) จำกัด. การค้นคว้าอิสระ บธ.ม. (บริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ชัยยุทธ กิตติไพบูลย์ผล. (2556). การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ท่อช่วยหายใจ
โดยการจัดสมดุลสายการผลิตและการมอบหมายงาน. วิทยานิพนธ์ วศ.ม.
(การจัดการงานวิศวกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ชุมพล ศฤงคารศิริ. (2556). การวางแผนและควบคุมการผลิต. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- ณัฐพล ภู่อ่าง. (2555). การปรับปรุงผลิตภาพโดยเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต
กระเทียมเจียวของห้างหุ้นส่วนจำกัดคาราการ์ลิดแอนด์ โพรเซสฟู้ดส์ จังหวัด
ลำพูน. วิทยานิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการ). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
เชียงใหม่.
- ณัฐวัตร แก้วบุญปัน. (2557). การเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตชิ้นส่วนคอมเพรสเซอร์
แอร์ด้วยการจัดสมดุลสายการผลิต. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (การจัดการ
อุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ.
- ธนัชพร ไชกระโทก; และกิตติพงษ์ แผงกระโทก. (2555). การศึกษากระบวนการผลิต JA
21724 Commutator. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม). นครราชสีมา :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.
- ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ. (2554). การเพิ่มผลผลิตกระบวนการประกอบคอมเพรสเซอร์.
งานประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม 2554. หน้า 1. 20-21 ตุลาคม
2554. ชลบุรี : โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ซิตี จอมเทียน พัทยา.
- นุชสรุา เกรียงกรกฎ; และปรีชา เกรียงกรกฎ. (2554, เมษายน-มิถุนายน). การจัดสมดุล
สายการผลิตกรณีรอบเวลาการผลิตแปรเปลี่ยนตามเงื่อนไขการผลิต. วารสาร
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 13(2) : 10-13.
- บรรยง ศรีสม. (2550). เทคนิคการจัดสมดุลการผลิตเพื่อการประยุกต์. วารสารวิศวกรรม
สาร ฉบับวิจัยและพัฒนา. 5(1) : 78-80.

- ปาลิดา อินตะจาย. (2555). การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเครื่องดื่มน้ำส้มพาสเจอร์ไรส์ โดยใช้เทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา. การค้นคว้าอิสระ บธ.ม. (บริหารธุรกิจ). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พิเชฐ พุ่มเกษร; และสุวิมล ตาคำดี. (2557). การแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษากระบวนการผลิตเสื้อ T-Shirt". งานประชุมวิชาการข่างงานวิศวกรรมอุตสาหการ 2557. หน้า 2-3. 30-31 ตุลาคม 2556. สมุทรปราการ : โรงแรมโนโวเทล สยามบิณสุวรรณภูมิ.
- พิชัย พูลทอง. (2555). การปรับปรุงการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในโรงงานผลิตแปรง. การค้นคว้าอิสระ บธ.ม. (บริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.
- มนตรี พิพัฒน์ไพบูลย์. (2555). การวิจัยเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องสุกภัณฑ์หินอ่อนเทียม. งานประชุมวิชาการข่างงานวิศวกรรมอุตสาหการ. หน้า 5. 17-19 ตุลาคม 2555. เพชรบุรี : โรงแรมเมธาวลัย ชะอำ.
- ยุทธพงษ์ อดทน. (2552). แนวทางการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษา : โรงงานคอมพิวเตอร์. การค้นคว้าอิสระ บธ.ม. (การจัดการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ยุพา กลอนกลาง. (2549). การบ่งชี้ "ความสูญเปล่า. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ อี.ไอ.สแควร์พับลิชชิ่ง.
- รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม; และเนื่อโสเม ดิงสัญชสี. (2538). การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.
- ราชนัย ศิริ; กฤษฏา มารโกชน; และโสภณ แยมเนตร. (2551). การปรับปรุงกระบวนการประกอบวาล์วทองเหลือง. วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น.
- วิจิตร ตันตสุทธิ. (2535). การศึกษาการทำงาน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมาคมอุตสาหกรรมตัวถังรถบรรทุกและรถพ่วงไทย. (2559). รายชื่อผู้ประกอบการต่อตัวถังรถบรรทุกขนาดใหญ่ประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ 17 มกราคม 2559, จาก <http://www.busandtruckmedia.com/page.php?a=122&con=1969>.

สมาคมอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย. (2556). ข้อมูลจำนวนผู้ประกอบการและกำลังการผลิตรถยนต์เพื่อการพาณิชย์ของไทยจากปี 2556. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2559, จาก <http://www.nstda.or.th/prs/index.php/database-article/343-database-e-e-market-table29>.

Automotive World. (2012). **Information and Networking for Auto Industry**. Retrieved February 10, 2012, from <http://www.automotiveworld.com/analysis/oems-and-markets-analysis>.



ภาคผนวก

TNI

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลเวลามาตรฐานของทางบริษัท

TNI

ตารางที่ 16 จำนวนครั้งที่จับเวลาเพื่อหาวิถัจักรที่จะจับเวลา (n)

กลุ่มงาน	ลำดับงาน	รายละเอียดของงาน	จำนวนครั้งที่จับเวลาเพื่อหาวิถีจักรที่จะจับเวลา (n)										Σx^2	$(\Sigma x)^2$	$n \Sigma x^2$	$n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2$	$\sqrt{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$	$40 \sqrt{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$	$(40 \sqrt{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}) / \Sigma x$	$((40 \sqrt{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}) / \Sigma x)^2$	การกำหนดวิถีจักรที่จะจับเวลา (N)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
แกนกลม	1	ตัดเหล็กเพล	27.32	29.28	27.68	31.62	28.19	27.22	31.06	26.42	26.43	26.30	8,068.63	80,390.34	80,686.28	295.94	17.20	688.11	2.43	5.89	6.00
แกนกลม	2	เข้าเครื่อง CNC	47.48	45.44	44.62	43.74	45.51	47.99	48.92	47.51	45.93	45.98	21,471.56	214,479.97	214,715.64	235.66	15.35	614.05	1.33	1.76	2.00
แกนกลม	3	กลึงปาดข้างทั้ง 2 ข้าง	66.17	71.51	69.17	70.39	66.66	70.44	67.65	67.71	69.32	71.57	47,723.98	476,900.52	477,239.78	339.26	18.42	736.76	1.07	1.14	2.00
แกนกลม	4	เจาะแกนกลม	68.74	71.48	68.81	72.21	73.33	69.49	73.49	69.07	68.83	73.76	50,338.34	502,968.72	503,383.39	414.67	20.36	814.54	1.15	1.32	2.00
แกนกลม	5	บอกลมม	74.16	72.28	74.41	72.77	69.80	69.65	74.21	72.77	69.85	71.30	52,044.90	520,129.27	520,449.04	319.77	17.88	715.28	0.99	0.98	1.00
แกนกลม	6	ตอกเซ	18.51	20.92	17.18	17.87	19.94	19.07	19.15	19.48	17.95	20.06	3,626.93	36,150.54	36,269.34	118.80	10.90	435.99	2.29	5.26	6.00
API	7	ตัด API	24.09	27.30	22.85	25.73	27.24	26.68	25.29	22.23	24.89	23.92	6,288.76	62,606.90	62,887.58	280.68	16.75	670.14	2.68	7.17	8.00
API	8	รูต	5.99	5.83	5.38	5.91	5.44	5.00	4.77	4.85	4.11	4.66	273.29	2,698.39	2,732.87	34.48	5.87	234.88	4.52	20.44	21.00
API	9	เข้าเครื่อง CNC	112.92	115.45	114.98	112.32	113.06	115.74	116.61	116.88	113.48	116.02	131,694.11	1,316,692.17	1,316,941.13	248.96	15.78	631.14	0.55	0.30	1.00
API	10	พันทราย	8.77	6.43	8.31	9.48	7.86	7.70	7.36	9.95	9.57	8.19	710.17	6,993.34	7,101.73	108.39	10.41	416.44	4.98	24.80	25.00
API	11	ทำความสะอาด	12.03	12.42	12.02	14.92	13.98	11.10	13.33	12.45	14.97	14.19	1,742.95	17,268.95	17,429.50	160.55	12.67	506.83	3.86	14.87	15.00
API	12	ทากาว	55.28	59.29	57.78	57.85	54.98	57.54	59.87	55.04	54.34	56.18	32,313.39	322,800.26	323,133.93	333.67	18.27	730.66	1.29	1.65	2.00
ยางทำลูกหมาก	13	ตัดยาง	9.09	12.00	9.60	13.00	11.94	12.77	12.49	10.11	10.74	9.28	1,253.02	12,324.88	12,530.25	205.37	14.33	573.23	5.16	26.66	27.00
ยางทำลูกหมาก	14	ซึ่งยาง	20.07	19.02	20.45	18.06	15.49	15.68	16.40	16.17	18.13	17.01	3,143.01	31,143.28	31,430.14	286.86	16.94	677.47	3.84	14.74	15.00
API	15	พันลูกหมาก	25.90	28.61	24.21	25.93	27.16	28.46	27.65	26.67	25.15	24.99	7,029.29	70,091.57	70,292.94	201.37	14.19	567.62	2.14	4.60	5.00
API	16	ตัดเหล็กแป๊ป	52.94	52.30	51.35	51.24	54.77	54.24	56.93	54.88	56.56	53.25	29,028.63	289,931.27	290,286.27	355.00	18.84	753.66	1.40	1.96	2.00
API	17	รูตแป๊ป	4.61	4.77	5.42	4.86	4.12	5.58	4.12	5.58	5.84	5.99	262.99	2,587.71	2,629.91	42.20	6.50	259.86	5.11	26.09	27.00
API	18	ลบมุมแป๊ปทั้ง 2 ด้าน	70.03	72.69	69.66	70.22	69.45	70.31	71.91	71.12	71.51	73.36	50,461.58	504,458.27	504,615.83	157.56	12.55	502.10	0.71	0.50	1.00
API	19	รูตแป๊ป	4.20	4.01	4.63	4.98	4.99	4.52	5.00	4.04	5.20	4.25	211.69	2,099.25	2,116.91	17.66	4.20	168.10	3.67	13.46	14.00
API	20	เจียรผิว	7.02	6.32	6.01	6.37	5.18	7.78	6.35	6.48	5.06	6.62	404.99	3,992.80	4,049.87	57.08	7.55	302.19	4.78	22.87	23.00
API	21	พันทราย	9.89	12.85	9.14	12.18	10.58	10.17	11.95	9.54	12.40	9.74	1,192.79	11,760.57	11,927.87	167.30	12.93	517.38	4.77	22.76	23.00
API	22	ทำความสะอาด	28.72	29.89	26.40	26.58	27.48	26.50	29.13	24.67	24.08	29.97	7,514.30	74,758.70	75,142.96	384.27	19.60	784.11	2.87	8.22	9.00
API	23	ทากาว	54.98	55.09	58.68	54.19	56.06	59.99	55.88	56.65	55.84	58.81	32,088.54	320,556.54	320,885.41	328.87	18.13	725.40	1.28	1.64	2.00
API	24	ประกอบ	26.91	24.98	27.87	27.48	25.49	27.23	26.66	22.93	27.53	26.83	6,985.29	69,646.02	69,852.86	206.84	14.38	575.28	2.18	4.75	5.00
API	25	อัดยางลูกหมาก	87.21	91.78	88.36	87.12	86.33	89.59	87.08	87.72	91.66	89.02	78,510.71	784,776.95	785,107.09	330.14	18.17	726.79	0.82	0.67	1.00
API	26	ขัดยาง	45.22	42.53	42.94	47.33	42.72	44.44	47.72	45.98	47.92	43.48	20,316.27	202,757.57	203,162.69	405.12	20.13	805.10	1.79	3.20	4.00
API	27	เทียบ	13.51	15.73	18.30	14.01	13.42	13.10	18.88	13.10	15.54	13.92	2,276.17	22,354.39	22,761.69	407.29	20.18	807.26	5.40	29.15	30.00
พลาสติก	28	ทาจางบีพลาสติก	2.05	2.16	2.32	2.88	2.48	2.95	2.54	2.96	2.05	2.31	62.14	610.00	621.40	11.39	3.38	135.01	5.47	29.88	30.00
แหวน	29	ตัดเหล็กแผ่น	7.10	7.93	7.72	7.64	8.47	7.33	7.84	8.70	8.84	8.92	651.62	6,478.71	6,516.21	37.50	6.12	244.95	3.04	9.26	10.00
แหวน	30	บีมกลม	4.89	4.75	5.28	5.29	5.53	5.67	4.82	5.60	5.18	5.39	275.55	2,745.90	2,755.53	9.63	3.10	124.12	2.37	5.61	6.00
แหวน	31	เจาะรูกลาง	5.57	4.76	5.76	5.32	5.72	4.26	4.43	4.45	4.82	4.25	246.68	2,433.73	2,466.81	33.08	5.75	230.07	4.66	21.75	22.00
แหวน	32	คีมลึงควาบน้ำมัน	269.12	266.22	268.40	265.97	265.49	267.91	266.90	270.52	267.66	270.49	717,564.99	7,175,362.90	7,175,649.89	287.00	16.94	677.64	0.25	0.06	1.00
แกนกลม	33	ประกอบ	24.40	24.41	27.44	25.49	23.16	25.30	26.65	25.38	23.22	27.12	6,399.69	63,794.87	63,996.91	202.04	14.21	568.67	2.25	5.07	6.00
แกนกลม	34	สับอีกลูกหมาก	18.78	22.53	19.86	21.21	18.95	18.53	17.20	17.20	21.14	21.66	3,914.38	38,829.60	39,143.83	314.23	17.73	709.06	3.60	12.95	13.00
ซีล	35	ตัดเหล็กแผ่น	8.02	10.78	9.71	7.74	7.41	7.66	8.30	9.83	8.85	9.41	780.86	7,694.45	7,808.59	114.14	10.68	427.35	4.87	23.74	24.00
ซีล	36	บีมกลม	5.39	5.95	4.60	4.26	5.21	4.08	4.74	5.99	5.33	4.24	252.37	2,479.69	2,523.70	44.01	6.63	265.36	5.33	28.40	29.00
ซีล	37	ขึ้นรูป	5.69	4.34	5.99	4.25	5.15	5.04	4.17	4.96	5.50	5.49	259.41	2,557.89	2,594.12	36.22	6.02	240.75	4.76	22.66	23.00
ซีล	38	เจาะรูกลาง	4.17	5.45	4.99	5.62	4.00	4.24	4.51	4.89	4.26	5.12	226.20	2,232.73	2,261.96	29.22	5.41	216.24	4.58	20.94	21.00

ตารางที่ 16 จำนวนครั้งที่จับเวลาเพื่อหาวัฏจักรที่จะจับเวลา (n) (ต่อ)

กลุ่มงาน	ลำดับงาน	รายละเอียดของงาน	จำนวนครั้งที่จบเวลาเพื่อหาวัฏจักรที่จะจบเวลา (n)										Σx^2	$(\Sigma x)^2$	$n \Sigma x^2$	$n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2$	$\sqrt{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$	$40 \sqrt{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$	$(40 \sqrt{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}) / \Sigma x$	$((40 \sqrt{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}) / \Sigma x)^2$	การกำหนดวัฏจักรที่จะจบเวลา (N)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
ชื่อ	39	ชุดทองเหลือง	ดำเนินการจัดส่งผู้รับจ้างผลิต																		
ชื่อ	40	ทำความสะอาด	9.81	9.50	8.65	9.77	9.45	9.05	9.33	8.56	8.33	9.85	854.44	8,516.76	8,544.41	27.65	5.26	210.34	2.28	5.19	6.00
ชื่อ	41	ทากาว	64.99	65.30	64.59	64.17	64.04	65.80	64.63	65.38	65.53	64.32	42,091.08	420,876.89	420,910.79	33.90	5.82	232.90	0.36	0.13	1.00
ยางดัดชื่อ	42	ตัดยาง	11.20	10.46	10.46	11.22	10.13	10.92	10.86	11.64	11.85	11.16	1,210.51	12,079.01	12,105.12	26.11	5.11	204.38	1.86	3.46	4.00
ยางดัดชื่อ	43	ซึ่งยาง	18.34	17.57	18.32	18.51	17.21	17.66	18.56	17.43	17.28	17.15	3,172.45	31,695.51	31,724.49	28.99	5.38	215.35	1.21	1.46	2.00
ชื่อ	44	อัสชื่อ	48.12	49.87	48.46	48.07	49.58	49.84	48.75	48.07	49.16	48.89	23,896.99	238,924.48	238,969.90	45.42	6.74	269.57	0.55	0.30	1.00
ชื่อ	45	ตัดตกแต่ง	35.83	36.71	35.65	36.54	36.29	36.76	36.85	35.10	36.44	36.50	13,156.33	131,534.56	131,563.32	28.76	5.36	214.50	0.59	0.35	1.00
แกนกลม	46	ชุดเงา	54.83	54.12	54.22	54.58	53.02	53.35	54.44	53.74	54.15	53.04	29,107.95	291,042.86	291,079.52	36.65	6.05	242.17	0.45	0.20	1.00
แกนกลม	47	ทาแล็กเกอร์	15.47	15.62	15.40	15.09	15.58	15.02	14.79	14.55	15.72	14.88	2,316.11	23,146.70	23,161.15	14.45	3.80	152.03	1.00	1.00	1.00
แกนกลม	48	พื้นสี	9.01	9.08	8.36	9.56	8.29	9.24	9.19	8.31	9.35	8.67	794.86	7,929.11	7,948.60	19.49	4.41	176.59	1.98	3.93	4.00
แกนกลม	49	แป้กล้อ	13.46	14.20	14.82	13.28	14.53	13.51	14.24	14.50	14.96	14.72	2,026.14	20,228.57	20,261.44	32.87	5.73	229.31	1.61	2.60	3.00
																				MAX	6.00
																				MIN	1.00

ตารางที่ 17 การจับเวลาย่อย 30 ครั้ง

รายละเอียดของงาน		จับเวลาเพื่อหาวัฏจักรที่จะจับเวลา (s)																														S.D.	ค่าเฉลี่ย	อัตรา	เวลาเฉลี่ย	2%	เวลา	
งาน		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30							
1	ตัดเหล็กเสา	27.32	29.28	27.68	31.62	28.19	27.22	31.06	28.42	26.43	26.30	23.34	28.39	29.27	35.42	24.56	35.98	29.45	30.72	24.53	23.10	23.63	32.44	28.44	29.28	34.29	34.55	26.72	30.67	28.74	32.24	3.49	28.98	1.10	31.87	0.64	32.51	33.00
2	เข้าเครื่อง CNC	47.48	45.44	44.62	43.74	45.51	47.99	48.92	47.51	45.93	45.98	45.10	40.38	41.83	41.27	47.77	42.71	45.33	47.51	46.54	45.91	50.52	40.48	41.00	48.48	42.75	43.22	45.45	46.49	48.55	47.64	2.71	45.40	1.10	49.94	1.00	50.94	51.00
3	กลึงปากหัวทั้ง 2 ข้าง	66.17	71.51	69.17	70.39	66.66	70.44	67.65	67.71	69.32	71.57	71.06	76.94	72.56	74.92	60.87	66.74	68.90	70.20	68.38	68.50	66.41	60.09	73.22	64.55	76.54	68.33	62.56	64.29	64.30	68.24	4.09	68.61	1.10	75.47	1.51	76.98	77.00
4	เจาะแกนกลม	68.74	71.48	68.81	72.21	73.33	69.49	73.49	69.07	68.83	73.76	69.85	74.55	70.36	67.82	65.57	80.47	80.79	74.19	70.41	73.59	65.70	76.47	77.20	63.70	68.91	66.01	64.89	68.47	67.79	74.67	4.33	71.02	1.10	78.12	1.56	79.68	80.00
5	ปล่อยมุม	74.16	72.28	74.41	72.77	69.80	69.65	74.21	72.77	69.85	71.30	69.39	72.90	68.83	65.30	75.65	64.96	67.48	63.96	72.69	71.21	75.58	70.21	71.38	68.30	67.78	77.00	67.90	75.45	78.58	71.60	3.58	71.24	1.10	78.37	1.57	79.94	80.00
6	ดอกแฉะ	18.51	20.92	17.18	17.87	19.94	19.07	19.15	19.48	17.95	20.06	18.00	13.63	17.80	21.44	16.72	17.84	13.19	22.47	21.51	15.29	19.75	20.48	14.40	22.94	14.18	20.76	22.89	20.94	17.77	21.22	2.70	18.78	1.10	20.66	0.41	21.07	22.00
7	ตัด API	24.09	27.30	22.85	25.73	27.24	26.68	25.29	22.23	24.89	23.92	27.16	22.97	19.67	19.09	20.79	25.53	26.75	27.00	24.53	26.22	22.31	28.60	23.53	28.18	26.99	27.86	27.14	21.28	26.65	23.69	2.59	24.87	1.10	27.36	0.55	27.91	28.00
8	รูส	5.99	5.83	5.38	5.91	5.44	5.00	4.77	4.85	4.11	4.66	3.16	4.12	5.16	3.80	4.10	4.20	3.06	4.06	4.44	3.58	3.81	4.34	3.80	4.33	4.30	4.15	4.70	4.41	4.21	3.94	0.74	4.45	1.10	4.90	0.10	5.00	5.00
9	เข้าเครื่อง CNC	112.92	115.45	114.98	112.32	113.06	115.74	116.61	116.88	113.48	116.02	100.06	111.15	121.53	119.02	107.83	121.15	123.02	104.04	125.94	110.65	111.21	125.30	107.26	101.79	110.00	104.89	124.45	124.39	103.19	106.43	7.32	113.69	1.10	125.06	2.50	127.56	128.00
10	พันทราย	8.77	6.43	8.31	9.48	7.86	7.70	7.36	9.95	9.57	8.19	9.13	5.71	6.50	7.79	8.91	6.27	7.40	4.44	9.62	9.54	7.61	9.80	5.98	6.70	8.56	4.06	5.30	7.66	6.71	4.14	1.71	7.52	1.10	8.27	0.17	8.43	9.00
11	ทำความสะอาด	12.03	12.42	12.02	14.92	13.98	11.10	13.33	12.45	14.97	14.19	15.85	8.76	12.64	11.93	10.33	13.96	13.44	9.03	14.82	12.59	13.34	14.22	9.80	14.16	12.59	13.37	10.76	13.44	15.08	12.59	1.79	12.80	1.10	14.08	0.28	14.37	15.00
12	ทากาว	55.28	59.29	57.78	57.85	54.98	57.54	59.87	55.04	54.34	56.18	57.76	53.19	52.44	62.92	55.66	51.60	55.84	56.14	61.12	52.59	59.40	62.94	56.08	51.09	60.35	56.96	58.14	59.76	54.77	59.37	3.11	56.88	1.10	62.56	1.25	63.81	64.00
13	ตัดงาน	9.09	12.00	9.80	13.00	11.94	12.77	12.49	10.11	10.74	9.28	7.90	8.75	10.32	11.64	11.62	11.85	8.71	7.68	9.02	12.55	10.97	11.88	9.43	11.14	8.50	11.71	11.60	8.31	12.83	12.47	1.66	10.66	1.10	11.72	0.23	11.96	12.00
14	ขันยาง	20.07	19.02	20.45	18.06	15.49	15.68	16.40	16.17	16.13	17.01	19.95	20.92	19.36	19.33	19.66	14.54	19.54	14.61	13.19	18.21	12.61	20.83	20.48	12.19	15.71	20.29	12.55	14.33	12.35	13.65	2.94	17.03	1.10	18.73	0.37	19.10	20.00
15	พันลูกหมาก	25.90	28.61	24.21	25.93	27.16	28.46	27.65	26.67	25.15	24.99	27.40	23.72	26.95	22.69	26.23	25.35	25.44	26.10	26.40	25.98	22.24	26.20	23.57	30.29	26.02	30.69	25.49	23.35	29.77	27.42	2.08	26.20	1.10	28.82	0.58	29.40	30.00
16	ตัดเหล็กแป้น	52.94	52.30	51.35	51.24	54.77	54.24	56.93	54.88	56.56	53.25	53.76	49.04	48.98	47.11	55.74	60.30	59.44	57.57	49.68	48.38	48.46	55.99	51.06	54.90	55.12	49.19	55.43	50.85	51.47	3.57	53.35	1.10	58.68	1.17	59.85	60.00	
17	รูแป้น	4.61	4.77	5.42	4.86	4.12	5.56	4.12	5.58	5.64	5.99	3.20	3.50	3.88	3.30	3.50	3.59	3.64	3.32	3.50	3.30	3.85	3.33	3.55	3.45	3.50	3.54	3.73	3.15	3.22	3.30	0.88	4.01	1.10	4.41	0.09	4.50	4.50
18	ลบมุมแป้นทั้ง 2 ด้าน	70.03	72.69	69.66	70.22	69.45	70.31	71.91	71.12	71.51	73.36	65.53	70.79	80.81	76.51	68.00	73.37	66.97	72.83	69.48	70.55	68.99	74.93	75.36	65.22	79.59	65.85	68.51	69.08	68.62	65.73	3.82	70.90	1.10	77.99	1.56	79.55	80.00
19	รูแป้น	4.20	4.01	4.63	4.98	4.99	4.52	5.00	4.04	5.20	4.25	3.80	4.06	3.90	4.08	3.80	3.54	3.60	3.59	3.89	3.45	3.80	3.30	3.70	3.80	3.90	3.15	3.70	3.80	3.90	3.80	0.51	4.01	1.10	4.41	0.09	4.50	4.50
20	เชื่อมหัว	7.02	6.32	6.01	6.37	5.18	7.78	6.35	6.48	5.06	6.82	5.69	6.37	8.94	7.92	8.40	8.22	8.93	8.96	6.07	4.40	8.19	8.55	4.05	6.73	7.95	5.50	6.72	5.70	6.81	8.35	1.37	6.85	1.10	7.54	0.15	7.69	8.00
21	พันทราย	9.89	12.85	9.14	12.18	10.58	10.17	11.95	9.54	12.40	9.74	9.35	11.76	9.79	10.07	10.01	11.47	10.53	11.40	10.02	9.88	9.50	12.93	10.77	11.66	9.22	10.68	10.33	10.28	12.00	10.12	1.11	10.67	1.10	11.74	0.23	11.98	12.00
22	ทำความสะอาด	28.72	29.69	26.40	26.58	27.48	26.50	29.13	24.67	24.08	29.97	24.37	28.27	24.33	26.90	24.11	27.50	27.72	28.90	24.10	27.03	26.02	26.42	25.11	27.46	25.49	24.59	27.59	25.94	24.89	27.55	1.74	26.73	1.10	29.41	0.59	30.00	30.00
23	ทากาว	54.98	55.09	58.68	54.19	56.06	59.99	55.88	56.65	55.84	58.81	58.01	55.91	59.57	58.36	56.14	58.08	55.49	54.31	55.64	54.28	59.12	54.04	55.82	54.29	55.76	56.60	56.19	56.44	58.95	58.20	1.76	56.58	1.10	62.24	1.24	63.48	64.00
24	ประกอบ	28.91	24.98	27.87	27.48	25.49	27.23	26.66	22.93	27.53	26.83	28.84	28.31	24.21	18.58	20.94	20.32	19.38	20.01	23.30	23.01	27.33	27.84	27.39	25.72	29.34	24.75	24.99	24.26	21.20	26.02	3.02	24.69	1.10	27.16	0.54	27.70	28.00
25	ยึดลูกหมาก	87.21	91.78	88.36	87.12	86.33	89.59	87.08	87.72	91.66	89.02	86.32	84.79	86.44	101.64	78.24	82.50	80.44	102.42	90.54	85.96	89.79	98.66	82.30	85.50	91.73	92.53	79.91	90.22	95.68	78.32	6.01	88.33	1.10	97.16	1.94	99.10	100.00
26	ขันยาง	45.22	42.53	42.94	47.33	42.72	44.44	47.72	45.98	47.92	43.48	43.74	41.29	41.59	43.89	50.01	48.68	40.35	47.13	40.33	42.22	45.40	45.66	43.20	48.32	40.57	44.83	47.33	40.65	50.79	40.47	3.05	44.56	1.10	49.01	0.98	49.99	50.00
27	เบียด	13.51	15.73	18.30	14.01	13.42	13.10	18.88	13.10	15.54	13.92	18.88	17.43	16.45	18.73	16.21	18.09	15.24	16.74	15.10	11.18	17.70	12.88	17.60	14.75	12.84	15.83	15.26	11.52	18.67	18.09	2.30	15.62	1.10	17.18	0.34	17.52	18.00
28	ทากาวปิดพลาสติก	2.05	2.16	2.32	2.88	2.48	2.95	2.54	2.96	2.05	2.31	1.57	1.65	1.80	1.54	1.58	1.58	1.04	1.34	1.39	1.57	1.38																

ตารางที่ 18 การจัดทำเวลามาตรฐานของงานย่อยจำนวน 49 งานย่อย

ลำดับงาน	ค่าเฉลี่ย	อัตรา ความเร็ว	เวลาเฉลี่ย X อัตราความเร็ว	2%	เวลา มาตรฐาน
				เวลาเผื่อ	
1	28.98	1.10	31.87	0.64	33.00
2	45.40	1.10	49.94	1.00	51.00
3	68.61	1.10	75.47	1.51	77.00
4	71.02	1.10	78.12	1.56	80.00
5	71.24	1.10	78.37	1.57	80.00
6	18.78	1.10	20.66	0.41	22.00
7	24.87	1.10	27.36	0.55	28.00
8	4.45	1.10	4.90	0.10	5.00
9	113.69	1.10	125.06	2.50	128.00
10	7.52	1.10	8.27	0.17	9.00
11	12.80	1.10	14.08	0.28	15.00
12	56.88	1.10	62.56	1.25	64.00
13	10.66	1.10	11.72	0.23	12.00
14	17.03	1.10	18.73	0.37	20.00
15	26.20	1.10	28.82	0.58	30.00
16	53.35	1.10	58.68	1.17	60.00
17	4.01	1.10	4.41	0.09	4.50
18	70.90	1.10	77.99	1.56	80.00
19	4.01	1.10	4.41	0.09	4.50
20	6.85	1.10	7.54	0.15	8.00
21	10.67	1.10	11.74	0.23	12.00
22	26.73	1.10	29.41	0.59	30.00
23	56.58	1.10	62.24	1.24	64.00
24	24.69	1.10	27.16	0.54	28.00
25	88.33	1.10	97.16	1.94	100.00
26	44.56	1.10	49.01	0.98	50.00
27	15.62	1.10	17.18	0.34	18.00
28	1.78	1.10	1.96	0.04	2.00
29	8.25	1.10	9.07	0.18	10.00
30	4.43	1.10	4.87	0.10	5.00
31	4.44	1.10	4.89	0.10	5.00
32	267.25	1.10	293.98	5.88	300.00

ตารางที่ 18 การจัดทำเวลามาตรฐานของงานย่อยจำนวน 49 งานย่อย (ต่อ)

ลำดับงาน	ค่าเฉลี่ย	อัตรา ความเร็ว	เวลาเฉลี่ย X อัตราความเร็ว	2%	เวลา มาตรฐาน
				เวลาเผื่อ	
33	24.86	1.10	27.34	0.55	28.00
34	19.01	1.10	20.91	0.42	22.00
35	8.82	1.10	9.70	0.19	10.00
36	4.28	1.10	4.71	0.09	5.00
37	4.45	1.10	4.90	0.10	5.00
38	4.34	1.10	4.77	0.10	5.00
39					-
40	8.85	1.10	9.73	0.19	10.00
41	63.86	1.10	70.24	1.40	72.00
42	10.65	1.10	11.72	0.23	12.00
43	17.77	1.10	19.54	0.39	20.00
44	48.81	1.10	53.70	1.07	55.00
45	35.44	1.10	38.99	0.78	40.00
46	53.46	1.10	58.81	1.18	60.00
47	14.26	1.10	15.69	0.31	16.00
48	8.76	1.10	9.63	0.19	10.00
49	13.35	1.10	14.68	0.29	15.00

ภาคผนวก ข.

ข้อมูลการทวนสอบเวลามาตรฐาน

TNI

ตารางที่ 19 ข้อมูลการจับเวลาเพื่อทดสอบความถูกต้องในเรื่องเวลามาตรฐาน

ลำดับ งาน	รายละเอียดของงาน	เวลา มาตรฐาน	ทำการทดสอบความถูกต้องของเวลามาตรฐาน				
			1	2	3	4	5
1	ตัดเหล็กเพลลา	33.00	31.25	35.77	31.10	31.06	35.77
2	เข้าเครื่อง CNC	51.00	49.02	51.97	49.56	51.83	51.24
3	กลึงปาดข้างทั้ง 2 ข้าง	77.00	76.77	78.07	75.64	75.45	78.89
4	เจาะแกนกลม	80.00	79.64	80.88	78.22	79.77	80.78
5	ยอลบมุม	80.00	78.75	80.04	80.61	81.46	78.49
6	ตอกเลข	22.00	21.06	23.03	22.08	20.96	22.13
7	ตัด API	28.00	26.77	28.10	28.25	28.91	27.06
8	รูต	5.00	4.98	4.66	4.66	5.69	4.99
9	เข้าเครื่อง CNC	128.00	129.62	127.80	127.08	126.60	128.37
10	พ่นทราย	9.00	8.55	8.05	9.07	9.08	9.73
11	ทำความสะอาด	15.00	14.21	15.85	13.21	14.40	14.30
12	ทากาว	63.00	64.40	63.51	64.41	63.88	62.61
13	ตัดยาง	11.00	11.02	14.98	11.75	11.31	10.14
14	ซึงยาง	19.60	20.87	18.90	20.14	20.00	19.79
15	พันลูกหมาก	29.40	29.50	29.11	28.33	30.00	29.00
16	ตัดเหล็กแป๊ป	60.00	59.80	61.25	58.44	58.49	59.20
17	รูตแป๊ป	4.60	4.40	4.55	4.65	4.30	4.60
18	ลบมุมแป๊ปทั้ง 2 ด้าน	80.00	80.27	80.52	78.90	78.40	80.51
19	รูตแป๊ป	4.50	4.55	4.67	4.10	4.42	4.78
20	เจียรผิว	8.00	6.13	9.66	8.00	9.00	6.79
21	พ่นทราย	12.00	11.92	12.00	10.13	10.10	14.37
22	ทำความสะอาด	30.00	31.92	28.74	30.60	29.27	28.51
23	ทากาว	64.00	62.23	64.17	63.89	62.55	66.29
24	ประกอบ	28.00	28.60	27.50	28.70	27.80	26.11
25	อัดยางลูกหมาก	100.00	99.98	99.52	100.67	98.74	99.65
26	ขัดยาง	50.00	50.44	49.36	49.18	49.33	50.98
27	เหยียบ	18.00	20.36	16.65	16.36	17.03	19.42
28	ทาสีพลาสติก	1.96	1.98	2.33	1.77	1.85	1.89
29	ตัดเหล็กแผ่น	10.00	8.55	11.02	10.30	10.26	9.49
30	ปั๊มกลม	5.00	4.43	5.67	4.65	4.57	4.70

ตารางที่ 19 ข้อมูลการจับเวลาเพื่อทดสอบความถูกต้องในเรื่องเวลามาตรฐาน (ต่อ)

ลำดับ งาน	รายละเอียดของงาน	เวลา มาตรฐาน	ทำการทดสอบความถูกต้องของเวลามาตรฐาน				
			1	2	3	4	5
31	เจาะรูกลาง	4.97	4.96	4.66	5.65	5.06	4.65
32	ต้มล้างคราบน้ำมัน	300.00	299.06	298.28	299.78	299.30	302.76
33	ประกอบ	28.00	27.19	27.88	27.80	26.07	28.17
34	สับลือกหมูหมัก	22.00	23.20	22.99	20.12	20.32	23.01
35	ตัดเหล็กแผ่น	10.00	11.27	10.47	8.16	8.38	8.43
36	ปั๊มกลม	5.00	4.26	6.17	3.05	5.08	5.70
37	ขึ้นรูป	5.00	5.12	5.45	4.61	4.20	3.30
38	เจาะรูกลาง	5.00	6.19	5.30	3.11	4.76	4.33
39	ชุบทองเหลือง	จัดจ้างภายนอกดำเนินการ					
40	ทำความสะอาด	10.00	10.38	8.92	10.25	12.00	8.11
41	ตากาว	72.00	72.82	74.29	70.23	70.91	70.72
42	ตัดยาง	12.00	11.45	11.65	10.39	12.52	13.08
43	ซึงยาง	20.00	18.14	21.10	19.99	19.72	19.24
44	อัดซีล	55.00	53.97	53.32	53.34	57.80	55.71
45	ตัดตกแต่ง	40.00	40.53	39.74	39.40	38.02	41.66
46	ขัดเงา	60.00	61.22	59.89	60.87	58.51	58.91
47	ทาแล็กเกอร์	16.00	17.87	17.00	14.51	16.13	14.42
48	พ่นสี	10.00	8.09	11.52	10.79	8.01	10.61
49	แพ็คกล่อง	15.00	14.63	15.66	13.34	15.60	15.34