การศึกษาเวลามาตรฐานเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต
กรณีศึกษา โรงงานรองเท้าแตะ Ethylene Vinyl Acetate (EVA)

นายชูศักดิ์ สุรังสิมันต์กุล

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สาขาการจัดการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น
ปีการศึกษา 2552

A STUDY OF STANDARD TIME FOR IMPROVE THE PRODUCTIVITY
A CASE STUDY OF ETHYLENE VINYL ACETATE SANDAL FACTORY

Mr. Chusak Surangsimankul

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 2009

หัวข้อสารนิพนธ์	การศึกษาเวลามาตรฐานเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต กรณีศึกษา โรงงานรองเท้าแตะ Ethylene Vinyl Acetate (EVA)
โดย	นายชูศักดิ์ สุรังสิมันต์กุล
สาขาวิชา	การจัดการอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์	ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้นับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์
(ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์)

..... ประธานคณะกรรมการหลักสูตร
(ศาสตราจารย์กิตติคุณ อัมพิกา ไกรฤทธิ์)

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เลอเกียรติ์ วงศ์สารพิกูล)

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ชูศักดิ์ สุรังสิมันต์กุล : การศึกษาเวลามาตรฐานเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต กรณีศึกษา โรงงานรองเท้าแตะ Ethylene Vinyl Acetate (EVA). อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์, 71 หน้า.

สารนิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการหาเวลามาตรฐานโดยใช้วิธีการศึกษาเวลาแบบจับเวลาโดยตรงซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการวัดผลงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความไร้ประสิทธิภาพและเพิ่มประสิทธิผลของการปฏิบัติงาน ในการศึกษาครั้งนี้ ได้นำสายการประกอบรองเท้าแตะ Ethylene Vinyl Acetate (EVA) มาเป็นกรณีศึกษา ซึ่งสายการผลิตนี้มีเวลาในการผลิตที่มากเกินไป และใช้จำนวนของพนักงานที่ปฏิบัติงานจำนวนที่มากกว่าที่ต้องการ

การศึกษาครั้งนี้ เริ่มจากการหาเวลามาตรฐานโดยใช้วิธีการจับเวลาโดยตรง จากนั้นทำการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานและขจัดขั้นตอนการทำงานที่ไร้ประสิทธิภาพโดยใช้หลักการ ECRS (Elimination, Combine, Rearrange, and Simplify) หลังจากนั้นทำการปรับสมดุลสายการผลิต ซึ่งทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานได้ถึง 23.7% และสามารถลดจำนวนพนักงานที่ใช้ในการประกอบรองเท้าแตะจาก 42 คน เหลือเพียง 29 คน และสามารถเพิ่มความสามารถในการผลิตจาก 11.8 คู่ต่อคนต่อชั่วโมง เป็น 17.07 คู่ต่อคนต่อชั่วโมง

บัณฑิตวิทยาลัย ลายมือชื่อนักศึกษา.....

สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2552

CHUSAK SURANGSIMANKUL : A STUDY OF STANDARD TIME FOR PRODUCTIVITY IMPROVEMENT : A CASE STUDY OF ETHYLENE VINYL ACETATE (EVA) SANDAL FACTORY. ADVISOR: DR. KORAKOT HEMSATHAPAT, 71 PP.

The objective of this study is to minimize inefficiency and to increase productivity of operation by utilizing direct time study, one of the work measurement techniques. This study was conducted at an Ethylene Vinyl Acetate (EVA) sandal assembly line which was facing with excessive production time and excessive workers than needed.

In this study, direct time study was employed by measuring standard times in processes. Then working processes were further analyzed to eliminate inefficient working steps by using ECRS (Elimination, Combine, Rearrange, and Simplify) method. Line balancing was later implemented. Consequently, workers' productivity was improved up to 23.7%. In addition, the number of worker can be reduced from 42 workers down to 29 workers. Furthermore, the productivity of the assembly line was improved from 11.8 pair / worker / hour to 17.7 pair / worker / hour.

Graduate School Student's Signature .....

Field of Study Industrial Management Advisor's Signature .....

Academic Year 2009

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาจาก ดร. กรกฎ เหมสถาปัตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ในการศึกษามาโดยตลอดจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณเหมันต์ วิเศษสิงห์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เวลา สติปัญญาช่วยเหลือด้านข้อมูลในทุกๆ ส่วนเป็นอย่างดี และโรงงานศรีสำอางค์ ซับพลายเออร์ ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลอย่างดียิ่ง

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ภรรยา และลูกๆ ที่คอยให้กำลังใจและเข้าใจด้วยดีเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ชูศักดิ์ สุรังสิมันต์กุล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญรูป..... ญ

บทที่

1 บทนำ..... 1
สภาวะความเป็นมา แนวทางเหตุผลและปัญหา..... 1
วัตถุประสงค์ในการทำสารนิพนธ์..... 2
ขอบเขตของการทำสารนิพนธ์..... 2
ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2
แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน..... 3

2 หลักการพื้นฐาน เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4
หลักการพื้นฐาน..... 4
การวัดผล..... 5
หลักการและเทคนิคต่าง ๆ ที่นำมาใช้..... 5
การสำรวจงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง..... 25

3 วิธีการดำเนินงานสารนิพนธ์..... 30
ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน..... 30
ศึกษาและรวบรวมข้อมูลของกระบวนการ..... 31
ศึกษาที่มาของปัญหา สาเหตุ ที่ทำให้เกิดปัญหา..... 33
วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยเครื่องมือทดลอง..... 34

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	การออกแบบวิธีการที่จะแก้ปัญหา กำหนดแนวทางที่เหมาะสม……	40
4	บทสรุปและข้อเสนอแนะ……..	50
	สรุปผลการวิเคราะห์.....	50
	เสนอแนะแนวทางใหม่……	52
	ประโยชน์ที่ได้จากการทำสารนิพนธ์.....	52
บรรณานุกรม.....		53
ภาคผนวก.....		56
	ภาคผนวก ก. ตารางแสดงมาตรฐานในการทำงานจากการจับเวลา.....	57
	ภาคผนวก ข. ตารางแสดงการไหลของกระบวนการ.....	60
	ภาคผนวก ค. รูปตัวอย่างของรองเท้าที่ทำการผลิต.....	63
	ภาคผนวก ง. รูปตัวอย่างสายการประกอบรองเท้า.....	66
ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์……		71

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน.....	3
2	คำนวณเผื่อเวลาพักผ่อน.....	12
3	แสดงเปอร์เซนต์เวลาการเผื่อการพักผ่อนสำหรับคะแนนทั้งหมด.....	13
4	เวลามาตรฐานจากการจับเวลา รองเท้าข้างซ้ายและข้างขวา……..	35
5	สรุปเวลามาตรฐานจากการจับเวลา รองเท้าข้างซ้ายและข้างขวา……	37
6	เปรียบเทียบระหว่างการจับเวลา (Direct Time Study) และ การคำนวณ……..	40
7	สรุปเวลามาตรฐานจากการสมดุลสายการผลิต รองเท้าข้างซ้ายและข้างขวา….	41
8	เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังปรับปรุงสมดุลสายการผลิต……	44
9	สรุปผลประสิทธิภาพหลังการนำวิธี Direct Time Study มาวิเคราะห์หาเวลามาตรฐาน.....	50

สารบัญรูป

รูป		หน้า
1	เวลาเผื่อ.....	10
2	การหาเวลามาตรฐาน.....	14
3	การไหลของกระบวนการจากวัสดุจนกระทั่งเป็นสินค้าส่งไปยังลูกค้า.....	31
4	การไหลของกระบวนการประกอบรองเท้า.....	32
5	สายการประกอบที่นำมาเป็นกรณีศึกษาซึ่งประกอบรองเท้าแตะ.....	34
6	แสดงขั้นตอนและเวลามาตรฐานในการประกอบงานโดยการจับเวลา.....	38
7	แสดงขั้นตอนและเวลามาตรฐานในการประกอบงาน (หลังการสมดุลสายการผลิต).....	42
8	แสดงผังกำลังคนหลังการปรับปรุงสมดุลสายการผลิต.....	44

บทที่ 1
บทนำ

สภาวะความเป็นมา แนวทางเหตุผลและปัญหา

ในสภาวะปัจจุบัน ที่การแข่งขันระหว่างผู้ผลิตรองเท้าแตะ Ethylene Vinyl Acetate (EVA) เป็นไปอย่างเข้มข้น ทั้งในด้านคุณภาพ ราคา และความตรงต่อเวลาในการจัดส่งสินค้าให้แก่ลูกค้า ซึ่งก็คือ ระบบคุณภาพ (Quality) ต้นทุนการผลิต (Cost) และการจัดส่ง (Delivery) ที่คนในวงการผลิตได้ยินกันบ่อยๆ นั่นเอง แต่การที่จะได้มาซึ่งมาตรฐานเหล่านี้นั้นไม่ง่ายนัก และยิ่งการรักษาระดับมาตรฐานให้สามารถคงอยู่อย่างต่อเนื่องนั้นยิ่งยากกว่า โดยหลักการที่จะบรรลุถึงมาตรฐานเหล่านี้ได้นั้น ต้องมีทั้งความรู้ทางด้านวิศวกรรม (Engineering Education) และความสามารถในการจัดการบริหาร (Management) เพื่อที่จะสามารถแข่งขันกับผู้ผลิตรายอื่นๆ ได้ การเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรศึกษาและทำการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ทันกับผู้ผลิตรายอื่นๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

ด้วยเหตุนี้การศึกษาเวลามาตรฐาน จึงมีความสำคัญและกลายเป็นเครื่องมือในการจัดการ การวางแผนและควบคุมการผลิต (Production Planning and Control) ที่นำมาใช้เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจเกี่ยวกับความต้องการด้าน กำลังคน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัตถุดิบ (Material) และการวัดผล (Measurement) ในอนาคตเพื่อดำเนินการผลิต (Manufacturing) การจัดสรร (Allocation) และการจัดตารางการผลิต (Scheduling) ให้ได้ผลผลิตเป็นไปตามที่วางแผนไว้ ทั้งในเชิงคุณภาพ ปริมาณ และเวลา โดยมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำสุด

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ จึงได้ทำการศึกษาเวลามาตรฐานโรงงานผลิตรองเท้าแตะ Ethylene Vinyl Acetate (EVA) ซึ่งในการประกอบงานทั้งหมดก็จะเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนรับคำสั่งผลิต ทำพื้น สกรีน หูรองเท้า เย็บ ประกอบ บรรจุ จนกระทั่งขั้นตอนการตรวจสอบ และส่งมอบสินค้าสำเร็จรูปให้กับลูกค้า

การศึกษาเวลา (Time Study) หรือ การวัดงาน (Work Measurement) หมายถึง การใช้วิธีการต่างๆ เพื่อวัดและตั้งค่ามาตรฐานเวลาในการทำงาน รวมถึงการศึกษาหาเวลามาตรฐานในการทำงานของคนงาน ซึ่งทำงานที่ระดับประสิทธิภาพที่กำหนดให้ โดยอาจเรียกอีกอย่างว่าการวัดผลงาน (วัดเวลาการทำงาน) หาเวลามาตรฐาน เพื่อนำมาคำนวณหาค่าใช้จ่าย และการวางแผนการผลิตให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

วัตถุประสงค์ในการทำสารนิพนธ์

1. เพื่อศึกษาเวลามาตรฐานของการผลิตรองเท้าแตะ EVA
2. ปรับปรุงกระบวนการเพื่อเพิ่มประสิทธิผล (Productivity) โดยขจัดงานที่ไร้ประสิทธิภาพและขจัดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นของพนักงานอันเป็นต้นเหตุของความเมื่อยล้า
3. นำเวลามาตรฐานของการผลิตรองเท้าแตะ EVA ที่ได้มาวางแผนการผลิต

ขอบเขตของการทำสารนิพนธ์

นำวิธีการศึกษาเวลามาตรฐานแบบ ศึกษาเวลามาตรฐานในสายการผลิตรองเท้าแตะ EVA เพื่อกำหนดเป็นเวลามาตรฐานการผลิตรองเท้าแตะ EVA ด้วยการใช้วิธีการศึกษาแบบด้วยวิธีการจับเวลาโดยตรง

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. วิเคราะห์โครงสร้างกิจกรรมในระบบการทำงาน
2. ศึกษาเวลามาตรฐานเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดตารางการผลิต
3. การคำนวณหาเวลามาตรฐาน (Standard Time)
4. การออกแบบวิธีการวัดผล

ก) ทำการจับเวลาและบันทึกในแบบฟอร์มและนำเวลาที่ได้ไปคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ข) นำกระบวนการและเวลามาพิจารณาเพื่อขจัดงานที่ไร้ประสิทธิภาพออกโดยใช้หลักการ ECRS (Elimination, Combine, Rearrange and Simplify) ซึ่งจะอธิบายถึงความหมายและหลักการในบทที่ 2

ค) นำเวลาได้มากำหนดใน Time Study Graph และ Man Power Layout

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำเวลามาตรฐานไปใช้ในการวางแผนและจัดตารางการผลิต
2. สามารถปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงานได้ง่ายขึ้น
3. สามารถนำตัวเลขจากเวลามาตรฐานไปคำนวณ Productivity ที่แท้จริงต่อไปได้
4. ทำให้ทราบประสิทธิภาพการทำงานที่แท้จริงของพนักงาน
5. ลดต้นทุนค่าแรงงานที่เกินความจำเป็นในการผลิต

แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ตารางที่ 1 แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินการ	2552					
		มิ.ย.		ก.ค.		ส.ค.	
1	นำเสนอหัวข้อสารนิพนธ์						
2	วิเคราะห์โครงสร้างกิจกรรมในระบบการทำงาน 2.1 รวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบและอุปกรณ์ที่ใช้ 2.2 กำหนดพื้นที่และตำแหน่งการปฏิบัติงาน 2.3 ศึกษาขั้นตอนและวิธีการในการปฏิบัติงาน 2.4 สรุปจำนวนพนักงานและกำหนดเวลามาตรฐานของแต่ละขั้นตอน						
3	ศึกษาเวลามาตรฐานเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดตารางการผลิต						
4	การคำนวณหาเวลามาตรฐาน (Standard Time)						
5	ทำการจับเวลาและบันทึกลงในแบบฟอร์มและนำเวลาที่ได้ไปคำนวณหาเวลามาตรฐาน						
6	วิเคราะห์และสรุปผล						
7	จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์						

บทที่ 2
หลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการพื้นฐาน

1. วิธีการวัดผลงาน (Work Measurement) สามารถแบ่งออกได้ 3 วิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การจับเวลาโดยตรง (Direct Time Study) คือ เทคนิคการวัดผลงานเพื่อหาเวลาและอัตราการทำงานของงานส่วนย่อยของงานชิ้นหนึ่ง ๆ ภายในสภาวะอันหนึ่ง นอกจากนี้ก็เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลในการหาเวลาเท่าที่ควรใช้ในการทำงานชิ้นหนึ่งในระดับการทำงานที่เหมาะสม โดยก่อนศึกษาเวลาหรือจับเวลาต้องแน่ใจก่อนว่าวิธีที่ทำงานอยู่นั้นเป็นวิธีที่ถูกต้องแล้ว

1.2 การสุ่มงาน (Work Sampling) คือ วิธีการทำเปอร์เซ็นต์ (ตัวอย่างเช่น เราเดินเข้าไปในโรงงานและพบว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ของเครื่องจักรทำงานอยู่ 20 เปอร์เซ็นต์หยุด ถ้าเราเดินเข้าไปสังเกต 20 ครั้ง หรือมากกว่าในเวลาต่างๆ กันของวันแต่ละครั้ง พบว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของเครื่องจักรทำงาน อาจกล่าวได้ด้วยความมั่นใจว่าในเวลาใดๆ ก็ตามเครื่องจักรจะทำงาน 80 เปอร์เซ็นต์ตลอดเวลา) วิธีการทำเปอร์เซ็นต์ที่เกิดขึ้นของเวลาที่ใช้ไปในขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อปฏิบัติงานอันหนึ่ง โดยอาศัยสถิติและการไปเฝ้าสังเกตโดยการสุ่ม ด้วยวิธีการสุ่มงานผู้สังเกตหนึ่งคน สามารถเก็บและบันทึกเวลาของพนักงาน หรือเครื่องจักรจำนวนหลาย ๆ เครื่องได้พร้อมกัน ในขณะที่ผู้จับเวลาหนึ่งคน สามารถศึกษาและบันทึกเวลาของพนักงานเพียงหนึ่งคนด้วยวิธีการศึกษาเวลาหรือจับเวลาโดยตรง

1.3 การวัดเวลาแบบล่วงหน้า (Predetermined Time System: PTS) คือ การวัดการทำงานโดยอาศัยการวิเคราะห์ของงานเข้าไปในการเคลื่อนไหวของมนุษย์โดยพื้นฐาน ตามธรรมชาติของการเคลื่อนไหวแต่ละแบบและสภาวะภายใต้สิ่งที่มันถูกทำตามตารางเวลามาตรฐาน ที่ถูกกำหนดอัตราการทำงานสำหรับแต่ละการเคลื่อนไหว ถูกออกแบบเวลาสำหรับการทำงานด้วยมือ ซึ่งจะมีรายละเอียดมาก ประกอบด้วยการเคลื่อนไหวมูลฐาน เช่น การเอื้อม การหยิบ การวาง เป็นต้น

การวัดผล

การคิดประสิทธิภาพการทำงาน

$$\text{ประสิทธิภาพการทำงาน \%} = \frac{\text{เวลาปฏิบัติงานรวมทั้งกระบวนการ}}{\text{เวลากระบวนการสูงสุด} \times \text{จำนวนกระบวนการ}} \times 100$$

การคิด Productivity

$$\text{Productivity (Pcs. / Man-hr.)} = \frac{\text{จำนวนชิ้นที่ผลิตได้ / วัน x 60 นาที}}{\text{จำนวนคน x เวลาทำงาน (วินาที)}}$$

หลักการและเทคนิคต่าง ๆ ที่นำมาใช้

<u>ทฤษฎีการวัดผลงาน (Work Measurement)</u>

การวัดผลงาน คือ การประยุกต์นำเอาเทคนิคที่ออกแบบไว้ ไปหาเวลาการทำงานชิ้นหนึ่ง สำหรับคนงานในระดับที่เหมาะสม

<u>วัตถุประสงค์ของการวัดผลงาน</u>

ทำให้ทราบถึงเวลาที่ไร้ประสิทธิภาพขณะทำงานและการวัดผลยังช่วยให้สามารถำหนดเวลามาตรฐาน (Standard Time) ในการทำงานแต่ละชิ้นได้ โดยที่เวลามาตรฐาน (Standard Time) จะเป็นเครื่องมือในการเปรียบเทียบเวลาในการทำงานของแต่ละชิ้น และหากว่าวันไหนที่คนงานทำงานเกินกว่าเวลามาตรฐาน (Standard Time) ที่กำหนดไว้ ก็จะทราบถึงเวลาที่ไร้ประสิทธิภาพในการทำงานขึ้น

โดยจะเห็นว่า วัตถุประสงค์ของการวัดผลงานก็เพื่อที่จะค้นหาลักษณะและขอบเขตของเวลาทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ ไม่ว่าจะมีสาเหตุจากอะไรก็ตาม และสามารถแก้ไขให้ดีขึ้นภายหลัง หลังจากนั้นก็วางมาตรฐานการทำงานโดยมีวิธีการทำงานที่ดีขึ้น และมีคนงานที่ได้รับการฝึกอบรมในการทำงานแบบนั้นโดยเฉพาะ

<u>การใช้การวัดผลงาน</u>

ถึงแม้ว่าการค้นหาสาเหตุที่ทำให้เวลาการทำงานที่ไร้ประสิทธิภาพจะสำคัญ ในเรื่องนี้จะพบว่า ในระยะเวลาที่นานขึ้นการกำหนดเวลามาตรฐานจะสำคัญกว่า ทั้งนี้เพราะว่าเวลามาตรฐานจะประยุกต์นำไปใช้ตลอดเวลาตราบเท่าที่มีการผลิตอยู่

ในการกำหนด เวลามาตรฐาน ต้องใช้การวัดผลงาน ดังนี้

ก) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำงานในแบบอื่นๆ ถ้าหากอยู่ภายใต้สภาวะเดียวกัน ซึ่งใช้เวลาน้อยที่สุดเป็นวิธีที่ดีที่สุด

ข) ทำงานที่แบ่งกันทำในแต่ละกลุ่มสมดุล

ค) พิจารณาดูว่าคนงานหนึ่งคนควรจะคุมเครื่องจักรกี่เครื่อง

ภายหลังจากที่ได้เวลามาตรฐานแล้วสามารถนำไป

ก) เป็นข้อมูลให้การวางแผนการผลิตและวางเป้าหมายกำหนดการผลิต ตลอดจนใช้กำลังการผลิตที่เหมาะสม

ข) เป็นข้อมูลในการประมาณการสำหรับการขายและกำหนดการส่งผลิตภัณฑ์

ค) กำหนดมาตรฐานการทำงานของคนงาน

ง) เป็นข้อมูลให้กับการจ่ายค่าแรงของคนงานและทราบค่าใช้จ่ายในการผลิตที่แน่นอน

<u>วิธีปฏิบัติขั้นพื้นฐาน</u>

1. เลือกงานที่จะต้องทำการศึกษา
2. บันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดกับงานชิ้นนี้
3. ตรวจข้อมูลที่เก็บได้ทั้งหมดและแยกงานส่วนที่ไร้ประสิทธิภาพออกจากงานที่เกิดประสิทธิภาพ
4. วัดปริมาณงานที่เกี่ยวข้องในแต่ละส่วน
5. รวบรวม เวลามาตรฐานของงานส่วนนั้น กรณีที่ใช้นาฬิกาจับเวลาต้องบวกเวลาเผื่อเพิ่มขึ้นด้วยสำหรับการพัก หรือกิจวัตรอื่นๆ
6. กำหนดขั้นตอนการทำงานที่เป็นมาตรฐานและจัดทำเป็นเวลามาตรฐานในทุกๆชิ้น

<u>เทคนิคของการวัดผลงาน ประกอบด้วย</u>

1. การสุ่มงาน (Work Sampling) คือ วิธีการทำเปอร์เซ็นต์ที่เกิดขึ้นของการปฏิบัติงาน (Activity) อันหนึ่ง โดยอาศัยสถิติและการไปเฝ้าสังเกตโดยการสุ่ม วิธีที่ดีที่สุด คือ เดินเข้าไปสังเกตในโรงงานในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน บันทึกว่าในแต่ละช่วงในการทำงานมีเวลาแตกต่างกันเพียงใด การกระจายตัวของข้อมูลเป็นอย่างไร
2. การหาเวลาโดยนาฬิกาจับเวลา (Stop-Watch Time Study)

ก่อนที่จะทำการจับเวลาจะต้องบันทึกข้อมูล ตรวจสอบวิธีการทำงานและแบ่งงานย่อยให้เรียบร้อยเสียก่อน การใช้นาฬิกาจับเวลามักมีการจับเวลา 2 แบบ คือ

2.1 การจับเวลาสะสม (Cumulative Timing) นาฬิกาจะเดินอยู่ตลอดเวลาโดยเริ่มที่งานย่อยอันดับแรกของวัฏจักรแรก และไม่มีการหยุดจับเวลาจนกว่าการจับเวลาจะจบลงที่งานย่อยในอันดับสุดท้าย ซึ่งเป็นการจับเวลาต่อเนื่องตั้งแต่กระบวนการแรกจนถึงกระบวนการสุดท้าย เวลาของแต่ละงานย่อยสามารถหาได้จากผลต่างของนาฬิกาที่เดินหลังจากจับเวลา

2.2 การจับเวลาแต่ละครั้ง (Fly Back Timing) โดยจะจับเวลาเจาะจงไปที่กระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง ซึ่งจะแตกต่างจากวิธีการจับเวลาสะสม ซึ่งเน้นจับเวลาไปตั้งแต่ต้นกระบวนการจนถึงกระบวนการสุดท้าย

การศึกษาเวลา (Time Study) คือ เทคนิคของการวัดผลงานเพื่อหาเวลาและอัตราการทำงานของงานส่วนย่อยของงานชิ้นหนึ่งๆ ภายใต้สภาวะอันหนึ่ง นอกจากนี้ก็เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลในการหาเวลาเท่าที่ควร ในการทำงานชิ้นหนึ่งในระดับการทำงานที่เหมาะสม

ข้อมูลมาตรฐาน (Standard Data) คือ ข้อมูลหลังจากที่เราทำการศึกษาเวลา (Time Study) แล้วทำการจดบันทึกไว้เพื่อเป็นมาตรฐานและเป็นข้อมูลเพื่อที่จะนำไปพัฒนาหรือปรับปรุงประสิทธิภาพต่อไป สร้างขึ้นโดยพิจารณาถึงความต้องการของผู้ใช้ในการทำงานหลายชนิด โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. พิจารณางานที่เกี่ยวข้อง งานที่เกี่ยวข้องควรอยู่จำกัดอยู่ในแผนกหรือหน่วยงานใดๆ ของขบวนการผลิต ซึ่งมีงานย่อยหลายอย่างเหมือนกัน ทำงานด้วยวิธีเดียวกันในการที่จะทำงานชิ้นนั้นให้เสร็จ
2. แบ่งงานเป็นงานย่อย แบ่งออกเท่าที่จะทำได้ ซึ่งเป็นงานย่อยร่วมในงานทั้งหลาย โดยดูว่าเวลางานย่อยที่ต่างๆ กันไปในแต่ละขั้นตอนการผลิตจะส่งผลถึงเวลาของการทำงานต่างกันไปด้วย
3. พิจารณาข้อมูลที่อ่านได้ โดยข้อมูลนั้นได้มาจากการจับเวลาด้วยนาฬิกาจะต้องมีจำนวนตัวอย่างมากพอทางสถิติเพื่อความน่าเชื่อถือ
4. พิจารณาองค์ประกอบ ซึ่งการพิจารณาองค์ประกอบซึ่งเหมือนๆกันและมีผลต่อเวลาของแต่ละงานย่อยแล้ว แยกออกเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ และไล่ลำดับความสำคัญลงมาแล้ว จะพบถึงความแตกต่างหลายอย่าง เนื่องจากมีองค์ประกอบหลายอย่าง

<u>การเลือกงานสำหรับการศึกษาเวลาการทำงาน คือ</u>

1. งานชิ้นนั้นเป็นงานใหม่ไม่เคยทำมาก่อน
2. เกิดการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ หรือ วิธีการทำงานต้องใช้เวลามาตรฐานใหม่
3. มีจุดคอคอด (Bottleneck) ที่จุดใดจุดหนึ่งของสายงานประกอบ
4. ต้องการเวลามาตรฐานเพื่อประยุกต์การจ่ายค่าแรงตามระบบเงินจูงใจ
5. เครื่องจักรว่างเกินไปหรือให้ผลงานที่น้อยเกินไป ทำให้ต้องวิเคราะห์วิธีการทำงานใหม่
6. ต้องการนำไปเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ
7. ค่าใช้จ่ายของงานนั้นสูงเกินไป

ขั้นตอนการศึกษาเวลาการทำงาน

1. บันทึกข้อมูลทั้งหมดที่ทำได้ของงานของผู้ปฏิบัติและสภาพแวดล้อมการทำงานนั้น
2. บันทึกวิธีการทั้งหมดและแบ่งงานใหญ่ๆ ออกเป็นงานย่อยๆ
3. วัดค่าโดยนาฬิกาจับเวลา แล้วบันทึกงานที่วัดได้ในแต่ละงานย่อย
4. พิจารณาอัตราการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานของผู้จับเวลา โดยอาศัยหลักการประเมินค่า (Rating)
5. เปลี่ยนเวลาที่จับได้ (Observed Time) เป็นเวลาพื้นฐาน (Basic Time)
6. พิจารณาหาเวลาเผื่อ (Allowance)
7. หาเวลามาตรฐาน (Standard Time) สำหรับงานนั้น

องค์ประกอบที่มีผลต่ออัตราการทำงาน

เวลาการทำงานจริง (Actual Time) อาจจะแตกต่างหรือผิดพลาดไม่ถูกต้อง เนื่องจากองค์ประกอบที่อยู่ภายนอกหรือภายในการควบคุมของคนงาน องค์ประกอบที่อยู่นอกการควบคุมนี้ อาจจะเนื่องจาก

1. ความแตกต่างของคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้อยู่ในขอบเขตที่กำหนดไว้
2. การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพของเครื่องมือหรือเครื่องจักรทั้งๆ ที่อยู่ในอายุการใช้งาน
3. การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพของเครื่องมือหรือเครื่องจักรทั้งๆ ที่อยู่ในอายุการใช้งาน
4. การเปลี่ยนแปลงเล็กๆน้อยๆ ในการทำงาน หรือ การเปลี่ยนแปลงที่หลีกเลี่ยงไม่ได้
5. ความแตกต่างในการตั้งใจทำงาน
6. การเปลี่ยนแปลงด้านสภาวะแวดล้อมในที่ทำงาน

องค์ประกอบที่อยู่ภายใต้การควบคุมของคนงาน

1. การยอมรับความแตกต่างในคุณภาพของผลิตภัณฑ์
2. ความแตกต่างเนื่องจากความสามารถของงานแต่ละคน
3. ความแตกต่างของจุดมุ่งหมายในการทำงาน โดยนำเรื่องตำแหน่งหน้าที่ในการทำงาน

โดยองค์ประกอบที่อยู่ภายใต้การควบคุมของคนงาน มีผลต่อเวลาในการทำงาน คือ ลักษณะการเคลื่อนไหว และอัตราการทำงาน

เวลาเผื่อ (Allowance)

ระหว่างการศึกษาเวลาวิธีการทำงาน (Motion Study) เราพบว่า การวิเคราะห์งานอันดับแรกสุดก่อนงานใดๆ นั่นคือ เวลา แรงงานของคนที่ทำงานนั้น ควรจะลดลงให้น้อยที่สุด โดยการปรับปรุงวิธีการทำงานและขั้นตอนในการทำงาน จึงต้องมีเวลาเผื่อ เพื่อให้ฟื้นจากความเหนื่อยล้าและพักผ่อนเพียงพอ และรวมไปถึงเวลาเผื่อต่างๆ ของผู้ปฏิบัติงานด้วย

เวลาเผื่อการพักผ่อน เป็นเวลาที่เพิ่มเข้าไปในเวลาพื้นฐาน เพื่อให้คนงานมีโอกาสฟื้นตัวจากสภาพความเหนื่อยล้าทางร่างกายและจิตใจ ขณะการทำงานภายใต้สภาวะแวดล้อมอันหนึ่ง และให้คนงานมีเวลาเข้าห้องน้ำทำธุรกิจส่วนตัวได้ เวลานี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของแต่ละงาน

การพิจารณาเวลาเผื่อ อาจเป็นส่วนที่ยุ่งยากสับสนที่สุดของการศึกษาการทำงาน เวลาเผื่อที่จะให้กับงานหนึ่งๆ นั้นยากมากที่จะบ่งลงไปว่าเท่าใด เพราะความจริงที่ว่าการคำนวณหาเวลาเผื่อ ไม่สามารถให้ความถูกต้องแน่นอน เมื่อองค์ประกอบบางอย่างหาไม่พบหรือหลงลืมไป เราจะเห็นได้ว่า ที่ผ่านมาได้แค่เวลาพื้นฐานเท่านั้น และเวลาเผื่อนี้ก็ไม่ควรถือเป็นเวลาที่สูญหายไป

องค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อการคำนวณเวลาเผื่อมี ดังนี้

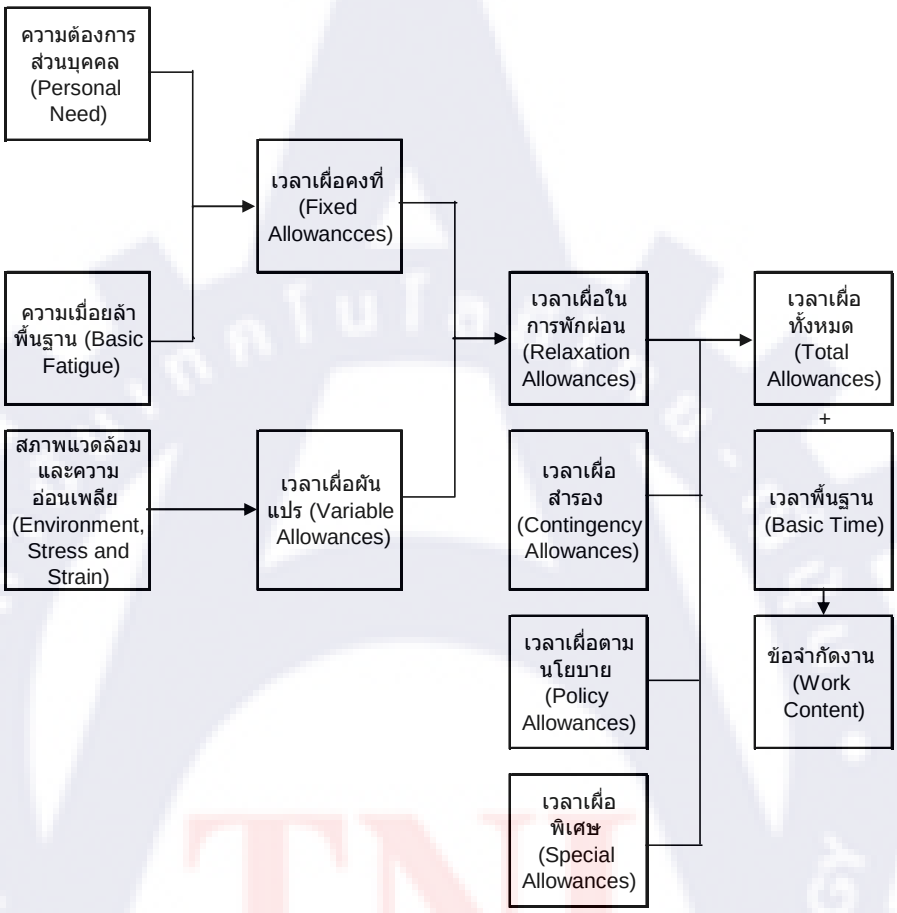
1. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องเฉพาะตัว (Factors Related to the Individual) ถ้าพิจารณาคนงานทุกคนในบริเวณงานเฉพาะ จะพบว่า คนงานที่ตื่นตัว ขยัน ทำงานได้มาก ต้องการเวลาเผื่อน้อย ในการที่จะฟื้นความเมื่อยล้า และมีเหตุผลที่พอเชื่อถือได้ว่า มีความแตกต่างบางอย่างของความเมื่อยล้าที่พบจากประสบการณ์ของคนงานเอง

2. องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับลักษณะธรรมชาติของคนงานเอง มีตารางในการคำนวณหาเวลาเผื่อ ส่วนใหญ่ใช้ได้สำหรับงานเบา และปานกลาง แต่สำหรับงานที่หนัก และใช้แรงงานมากยังมีไม่เพียงพอ นอกจากนี้ ในสภาพงานทุกชนิดจะมีข้อพิเศษเฉพาะของงานเองซึ่งมีผลต่อความเมื่อยล้า

3. องค์ประกอบที่เกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม เวลาเผื่อโดยเฉพาะเวลาที่เผื่อที่ช่วยในการพักผ่อน (Relaxation) ต้องพิจารณาโดยคำนึงถึงภาวะแวดล้อมรอบข้าง เช่น ความร้อน ความชื้น เสียง ฝุ่น ความสั่นสะเทือน แสง ความสะอาด และอื่นๆ มีผลต่อปริมาณเวลาการพักผ่อนที่ต้องการ

การคำนวณเวลาเผื่อ

การคำนวณขั้นพื้นฐานเพื่อหาเวลาเผื่อเป็นส่วนสำคัญเพียงอย่างเดียว ที่เพิ่มเข้าไปในเวลาพื้นฐานส่วนเวลาเผื่ออื่นๆ เช่น เหตุสุดวิสัย และ Policy Allowance จะประยุกต์ใช้บางกรณี จะแสดงได้จากรูปที่ 1



รูปที่ 1 เวลาเผื่อ

เวลาเผื่อการพักผ่อนที่คิดขึ้น ก็เพื่อให้คนงานฟื้นจากความเมื่อยล้า (Fatigue) คำว่าความเหนื่อยล้า อาจจะให้นิยามได้ว่า เป็นความวิตกกังวลเหนื่อยหน่าย ทั้งทางด้านสภาพร่างกายและจิตใจ และมีผลทำให้ความสามารถในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานลดลง ความเหนื่อยล้า ทำให้ลดลงได้โดยมีการพักชั่วครู่ ระหว่างที่ร่างกายลดอัตราการทำงานให้ช้าลงกว่าเดิม

ปกติโดยทั่วไปแล้ว เวลาเผื่อความเหนื่อยล้า (Allowance for Fatigue) มักจะเพิ่มเข้าไปในเวลาพื้นฐานของแต่ละงานย่อย (Element by Element) เพื่อว่าผลงานของแต่ละงานย่อยแยกเป็นอิสระจากกัน งานย่อยๆ ทั้งหลายเมื่อรวมกันแล้วก็เป็นเวลามาตรฐานสำหรับงานทั้งชิ้น

ได้โดยวิธีนี้ เวลาเผื่อซึ่งอาจจะต้องเพิ่มเข้าไปเพื่อชดเชยการทำงานในสภาพอากาศที่ไม่ดีก็ทำได้ในแต่ละงานย่อย

เวลาเผื่อการพักผ่อนมีส่วนประกอบ 2 ส่วนที่สำคัญ คือ เวลาเผื่อคงที่ (Fix Allowances) และเวลาเผื่อแปรเปลี่ยน (Variable Allowances) ประกอบด้วย

<u>เวลาเผื่อคงที่ ประกอบด้วย</u>

1. เวลาสำหรับเข้าห้องน้ำทำธุรกิจส่วนตัว เวลาเผื่อนี้ให้สำหรับความจำเป็นในการออกจากบริเวณงานไปล้างมือ ดื่มน้ำ เข้าห้องน้ำ โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วย 5-7% ของเวลาพื้นฐาน

2. เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าพื้นฐาน (Basic Fatigue) เป็นเวลาเผื่อในขณะที่ทำงานโดยทั่วไปจะเป็น 4% ของเวลาพื้นฐาน ซึ่งเพียงพอสำหรับคนงานที่ทำงานตลอดอย่างสบาย การทำงานแบบง่ายๆ

<u>เวลาเผื่อแปรผัน ประกอบด้วย</u>

เวลาที่เพิ่มเข้าในเวลาเผื่อคงที่ เมื่อสภาพการทำงานแตกต่างจากที่กล่าวข้างต้น โดยเปรียบเทียบจากตารางของเวลาเผื่อ การพักผ่อน โดยใช้ระบบคะแนน แต่จะใช้งานได้กับระบบที่มีการทำงานปานกลาง และทั่วไปเท่านั้น

ด้วยเหตุผลต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เมื่อใช้มาตรฐานอันใดในเวลาเผื่อก็ควรตรวจสอบเวลาพักที่คนงานพักกันจริงๆ โดยตรวจสอบวันที่ทำงาน แล้วเปรียบเทียบกับเวลาพักที่คำนวณให้ การตรวจสอบเช่นนี้จะทำให้ทราบว่า ตารางที่เราใช้นั้นหย่อนเกินไป หรือตึงเกินไป ตารางเวลาเผื่อดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คำนวณเวลาเผื่อการพักผ่อน (Relaxation Allowances)

ชนิดของความเครียด		ปริมาณ		
		น้อย	ปานกลาง	มาก
A.	ความเครียดทางร่างกายจากลักษณะงาน			
1	แรงกระทำเฉลี่ย	0 - 85	0 - 113	0 - 149
2	ท่าทาง	0 - 5	6 - 11	12 - 16
3	ความสั่นสะเทือน	0 - 4	5 - 10	11 - 15
4	วัฏจักรสั้น	0 - 3	4 - 6	7 - 10
5	เสื้อผ้า	0 - 4	5 - 12	13 - 20
B.	ความเครียดทางจิตใจ			
1	ความตั้งใจ/วิตกกังวล	0 - 4	5 - 10	11 - 16
2	ความซ้ำซาก	0 - 2	3 - 7	8 - 10
3	สายตาเมื่อยล้า	0 - 5	6 - 11	12 - 20
4	เสียง	0 - 2	3 - 7	8 - 10
C.	ความเครียดทางร่างกายหรือจิตใจ			
1	อุณหภูมิ			
	ความชื้นต่ำ	0 - 5	6 - 11	12 - 16
	ความชื้นปานกลาง	0 - 5	6 - 14	15 - 26
	ความชื้นสูง	0 - 6	7 - 17	18 - 36
2	การระบายอากาศ	0 - 3	4 - 9	10 - 15
3	ควัน	0 - 3	4 - 8	9 - 12
4	ฝุ่น	0 - 3	4 - 8	9 - 12
5	ความสกปรก	0 - 2	3 - 6	7 - 10
6	ความเปียกแฉะ	0 - 2	3 - 6	7 - 10

ตารางที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์เวลาการเผื่อการพักผ่อนสำหรับคะแนนทั้งหมด

คะแนน	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12
20	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14
30	15	16	16	16	17	17	17	17	17	17
40	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23
50	24	24	25	26	26	27	27	28	28	28
60	30	30	31	32	32	33	34	34	35	36
70	37	37	38	39	40	40	41	42	43	44
80	45	46	47	48	48	49	50	51	52	53
90	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
100	64	65	66	68	69	70	71	72	73	74
110	75	77	78	79	80	82	83	84	85	87
120	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100
130	101	103	105	106	107	109	110	112	113	115
140	116	118	119	121	122	123	125	126	128	130

การพักชั่วขณะ

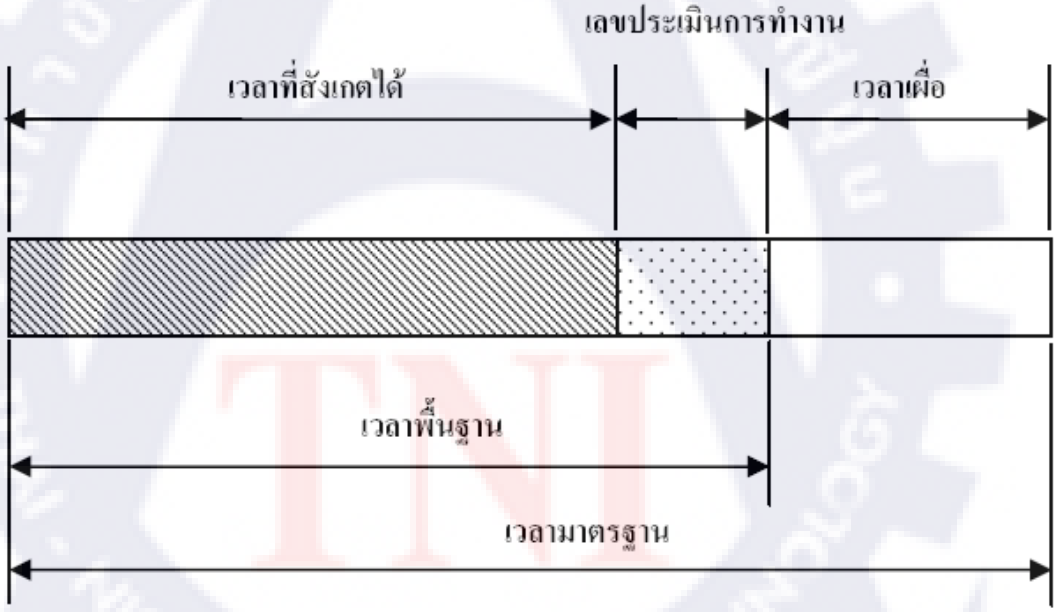
เวลาเพิ่มการพักผ่อนอาจทำได้ในรูปแบบของการพักชั่วขณะ เช่น การพัก 10-15 นาที ในครึ่งเช้า และครึ่งบ่าย

การพักชั่วขณะมีส่วนสำคัญดังนี้

1. ลดความแตกต่างความสามารถของคนงานตลอดวัน และมีแนวโน้มให้ระดับการทำงานใกล้จุดเสมอ
2. ลดความซ้ำซากจำเจตลอดวัน
3. ให้คนงานมีโอกาสฟื้นจากความเมื่อยล้า และทำกิจธุระส่วนตัวได้
4. ลดเวลาคนงานที่จะหยุดงานระหว่างชั่วโมงการทำงานลง

เวลามาตรฐาน (Standard Time)

เวลามาตรฐานเป็นเวลาทั้งหมดที่งานชิ้นนั้นควรจะเสร็จโดยการทำงานอย่างมาตรฐาน มีตัวอย่างภาพการแสดงการหาเวลามาตรฐานดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การหาเวลามาตรฐาน

การวิเคราะห์กระบวนการ (Process Analysis)

ในการวิเคราะห์กระบวนการ มีเครื่องมือที่ใช้กันอยู่ทั่วไป จำนวน 2 ชนิด คือ แผนภูมิกระบวนการดำเนินงาน (Operation Process Chart) แผนภูมิกระบวนการไหลและแผนภาพการไหล (Process Flow Chart and Flow Diagram)

แผนภูมิกระบวนการดำเนินงาน (Operation Process Chart)

แผนภูมิกระบวนการดำเนินงาน คือ แผนภูมิที่บันทึกกรรมวิธีอย่างกว้าง ๆ เพื่อให้เห็นภาพการทำงานของทั้งระบบงาน โดยบันทึกการทำงาน (Operations) และการตรวจสอบ (Inspections) ที่สำคัญทั้งหมดเรียงตามลำดับการเกิดก่อนหลัง

ในการสร้างแผนภูมิกระบวนการดำเนินงานจะใช้สัญลักษณ์ในการบันทึกเพียง 2 ตัวเท่านั้น คือ

ใช้เครื่องหมายวงกลมแทน การทำงาน (Operation) ใช้สำหรับบันทึกกิจกรรมที่เป็นขั้นตอนสำคัญในกรรมวิธีหรือการทำงานใดๆ ที่วัตถุถูกทำให้เปลี่ยนลักษณะ คุณสมบัติ หรือหมายถึง การประกอบวัตถุชิ้นนั้นเข้ากับชิ้นอื่น หรือหมายถึง การถอดประกอบชิ้นงาน หรือหมายถึง การเตรียมวัตถุชิ้นนั้นเพื่อขั้นตอนการทำงานอื่นต่อไป

ใช้เครื่องหมายสี่เหลี่ยมแทน การตรวจสอบ (Inspection) ใช้สำหรับบันทึกกิจกรรมที่เป็นการตรวจสอบ ซึ่งหมายถึง เมื่อวัตถุถูกตรวจสอบในด้านคุณภาพว่าอยู่ในระดับที่พอใจหรือเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ หรือเป็นการตรวจนับด้านปริมาณหรือจำนวนนอกจากจะใช้สัญลักษณ์ทั้งสองในการบันทึกกิจกรรมที่เกิดขึ้นแล้ว จะต้องมีคำอธิบายสัญลักษณ์กำกับไว้ทางขวาของสัญลักษณ์ในแผนภูมิด้วย เพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนการทำงานอย่างชัดเจนขึ้น คำอธิบายควรมีลักษณะสั้น แต่ได้ความชัดเจนสมบูรณ์ และถ้าทราบเวลาในการทำงานก็สามารถกำกับไว้ทางด้านซ้ายของสัญลักษณ์ประโยชน์ของแผนภูมิกระบวนการดำเนินงาน คือ แผนภูมิกระบวนการดำเนินงานใช้บอกเค้าโครงขั้นตอนในกรรมวิธีการทำงานอย่างกว้าง ๆ ทำให้เห็นภาพการทำงานของทั้งระบบ จึงเหมาะสำหรับใช้ศึกษา หรืออธิบายแผนงานทั้งระบบให้เข้าใจในขั้นต้นอย่างรวดเร็วและชัดเจน ซึ่งจะเป็นพื้นฐานของการศึกษางานในรายละเอียดเพื่อการปรับปรุงงานต่อไป เนื่องจากแผนภูมิกระบวนการดำเนินงานได้แสดงขั้นตอนการสร้างของแต่ละชิ้นงานอย่างคร่าวๆ ตามลำดับก่อนหลัง จนกระทั่งมาประกอบกันเข้าเป็นชิ้นงานสำเร็จรูป แผนภูมิกระบวนการดำเนินงานจึงคล้ายกับเป็นผังจำลองการผลิตในโรงงานไปในตัว แผนภูมิกระบวนการดำเนินงานเป็นเครื่องมือที่จำเป็น และมีประโยชน์มากต่อวิศวกรที่จะออกแบบแผนผังโรงงานทั้งชนิดที่จะออกแบบผังโรงงานใหม่และการปรับปรุงผังโรงงานเดิมให้ดีขึ้น แผนภูมิกระบวนการดำเนินงานจึงเปรียบเสมือนเอกสารชิ้นแรกในการให้ข้อมูลที่สำคัญของการออกแบบแผนผังโรงงาน

แผนภูมิกระบวนการไหล (Process Flow Chart)

แผนภูมิกระบวนการไหล คือ แผนภูมิที่เขียนขึ้น เพื่อบันทึกขั้นตอนการทำงาน หรือบันทึกขั้นตอนในกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์โดยละเอียด เพื่อการศึกษาในการปรับปรุงงาน โดยใช้สัญลักษณ์ที่เหมาะสมทั้งหมดที่มีอยู่ในการบันทึกรายละเอียดของงาน

แผนภูมิกระบวนการไหล แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

1. บันทึกการทำงานของคน (Man Type) เป็นแผนภูมิกระบวนการไหลที่จะบันทึกเฉพาะการทำงานของคนเท่านั้น มุ่งที่ลำดับขั้นตอนการทำงานหรือกิจกรรมที่คนกระทำโดยเฉพาะ

2. บันทึกการแปรรูปของวัสดุ (Material Type) เป็นแผนภูมิกระบวนการไหลที่จะบันทึกขั้นตอนที่วัสดุจะต้องผ่านหรือถูกกระทำต่อในการแปรรูปวัสดุนั้น หรือในกระบวนการใดๆ ที่วัสดุนั้นเข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องโดยมุ่งเน้นที่กิจกรรมต่าง ๆ ที่วัสดุนั้นถูกกระทำหรือถูกแปรรูปไปเท่านั้น

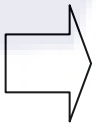
3. บันทึกการใช้งานของเครื่องมือ (Equipment Type) เป็นแผนภูมิกระบวนการไหลที่จะบันทึกสภาพการถูกใช้งานของอุปกรณ์เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการทำงานที่กำลังศึกษาอยู่ สัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกงาน คือ

ใช้แทน การทำงาน (Operation)

ใช้บันทึกเหตุการณ์หรือขั้นตอนการทำงานที่เป็นกิจกรรม ซึ่งมุ่งไปสู่ผลสำเร็จของงานเกิดขึ้น หรือเมื่อวัสดุถูกกระทำ หรือเมื่อวัสดุถูกประกอบเข้าด้วยกัน หรือถอดประกอบออกจากกัน

ใช้แทน การตรวจสอบ (Inspection)

ใช้บันทึกเหตุการณ์ที่เป็นการตรวจสอบคุณภาพ หรือการตรวจนับจำนวน หรือปริมาณ



ใช้แทน การเคลื่อนย้าย (Transportation)

ใช้บันทึกเหตุการณ์ที่มีลักษณะการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนที่ตั้งจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งของคนหรือวัสดุ หรือเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ

ใช้แทน การพักคอย (Delay)

ใช้บันทึกเหตุการณ์ที่มีลักษณะของการรอคอย หรือการเสียเวลาที่จะปฏิบัติงานในขั้นต่อไป ทำให้เหตุการณ์ที่วางแผนการไว้ล่วงหน้าไม่เกิดขึ้นตามเวลา หรือขั้นตอนที่กำหนดไว้

ใช้แทน การเก็บรักษา (Storage)

ใช้บันทึกเหตุการณ์ที่มีการเก็บรักษาหรือควบคุมโดยมีการดูแลรับผิดชอบ เช่น การทำวัสดุอยู่ในความดูแลของคลังพัสดุหรือการเก็บรักษาเอกสารเรื่องราว เพื่อการอ้างถึงในอนาคต

นอกจากนี้ ในกรณีที่มีกิจกรรม 2 อย่างเกิดขึ้นพร้อมกัน อาจใช้สัญลักษณ์ร่วม (Combined Symbols) เช่น หมายถึงสัญลักษณ์ร่วมของการทำงานและตรวจสอบ

ความสำคัญของแผนภูมิกระบวนการไหล คือ แผนภูมิกระบวนการไหล ถูกสร้างขึ้นในลักษณะที่คล้ายกับแผนภูมิกระบวนการดำเนินงาน แต่ใช้สัญลักษณ์ในการบันทึกงานมากกว่า กล่าวคือ แผนภูมิกระบวนการดำเนินงานใช้สัญลักษณ์ในการบันทึกงาน 2 ตัว คือ การทำงาน (Operation) และการตรวจสอบ (Inspection) ส่วนแผนภูมิกระบวนการไหลใช้สัญลักษณ์เพิ่มขึ้นอีก 3 ตัว คือ การเคลื่อนย้าย (Transportation) การพักคอย (Delay) และการเก็บรักษา (Storage) ดังนั้นการจดบันทึกทั้งหมดลงในแผ่นเดียวกัน ดังเช่น แผนภูมิกระบวนการไหล ให้ใช้การเขียนเพียงผังการผลิตย่อยของแต่ละอันแยกกัน ทั้งนี้เพื่อจะได้บรรจุรายละเอียดลงให้ได้มากที่สุด โดยเฉพาะกิจกรรมที่เกี่ยวกับการเคลื่อนย้าย การพักคอย และการเก็บรักษาของแต่ละกระบวนการย่อย จะถูกพิจารณาโดยอิสระเพื่อการปรับปรุงในที่สุดสำหรับการบันทึกการทำงานที่เกี่ยวกับโรงงานผลิต จะเริ่มตั้งแต่เมื่อวัตถุดิบถูกนำเข้าไปในบริเวณโรงงาน การบันทึกจะกระทำในลักษณะเหมือนการติดตามวัสดุนั้นไปทุกหนทุกแห่งของขั้นตอนตั้งแต่ถูกขนไปเข้าคลังวัตถุดิบ ตรวจสอบผ่านขั้นตอนการผลิตโดยเครื่องจักรต่างๆ ประกอบเข้าด้วยกัน จนกระทั่งเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ถ้าศึกษาแผนภูมิกระบวนการไหลโดยละเอียดจะเข้าใจกรรมวิธีในการผลิตโดยตลอด และเกิดความคิดในการปรับปรุงงานไปด้วย

<u>หลักการ ECRS</u>

Elimination	การขจัดออก เป็นการขจัดงานหรือขั้นตอนที่ก่อให้เกิดความสูญเปล่า
Combine	การรวมเข้าด้วยกันเป็นการรวมขั้นตอนที่เกี่ยวข้องหรือการปฏิบัติที่คล้ายกันเป็นขั้นตอนเดียวกัน
Rearrange	การจัดลำดับใหม่ นำข้อมูลมาวิเคราะห์มาจัดลำดับขั้นตอนระบบใหม่
Simplify	การทำให้ง่ายขึ้น ทำให้ขั้นตอนและการทำงานที่สะดวกขึ้น

แนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต (Productivity Improve Technique)

คำว่า Productivity มีการแปลความหมายได้หลายอย่าง เช่น การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต การเพิ่มปริมาณการผลิต การปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิต แต่ความเป็นจริงแล้ว การเพิ่มผลผลิตไม่จำเป็นที่จะต้องเพิ่มปริมาณของผลิตภัณฑ์ ถ้าหากว่าเราสามารถทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง ก็ถือว่าเป็นการเพิ่มผลผลิตเหมือนกัน การลดการสูญเสียการใช้ประโยชน์จากปัจจัยการผลิตให้มากขึ้น ก็นับว่าเป็นการเพิ่มผลผลิต สำหรับแนวคิดในเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต (Productivity) เริ่มต้นจากการนำความคิดตามหลักแนววิทยาศาสตร์มาใช้ในการบริหารซึ่งเริ่มจาก นายเฟรเดอริค ดับบลิว เทเลอร์ ในปี 2454 โดยได้วางแนวความคิดในทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

แนวความคิดในทางวิทยาศาสตร์การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต คือ อัตราส่วนระหว่างมูลค่าสินค้าและบริการที่ผลิตต่อมูลค่าของทรัพยากรที่ใช้ไปหรืออีกนัยหนึ่งว่าผลผลิต (Output) หารด้วยปัจจัยการผลิต (Input) โดย

ผลผลิต (Output) ได้แก่ สินค้าบริการต่างๆ เช่น เครื่องครัวเครื่องใช้ในบ้าน รถยนต์ บ้าน ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิต

ปัจจัยการผลิต (Input) ได้แก่ ทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต ได้แก่ แรงงาน วัตถุดิบ พลังงาน เครื่องจักร เงินลงทุน ฯลฯ

ดังนั้น $\text{Productivity} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$

การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต (Productivity) ในแนวทางความคิดทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีการวัดการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต (Productivity) ซึ่งเราสามารถทำได้ทั้งการวัดทางกายภาพ (Physical Productivity) คือ การวัดผลงานเป็นชิ้น น้ำหนัก เวลา หรือจำนวนคนงาน และการวัดคุณค่า (Value Productivity) วัดเป็นจำนวนค่าที่เป็นตัวเงิน

การพิจารณาการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต (Productivity) ที่มีประสิทธิผลมีด้วยกัน 5 วิธี คือ

1. การเพิ่มขึ้นของผลผลิตและการเพิ่มขึ้นของปัจจัยการผลิต แต่การเพิ่มขึ้นของปัจจัยการผลิตน้อยกว่าการเพิ่มขึ้นของผลผลิต
2. การเพิ่มขึ้นของผลผลิตแต่ปัจจัยคงที่
3. การเพิ่มขึ้นของผลผลิตและการลดลงของปัจจัยการผลิต
4. การลดลงของผลผลิตและการลดลงของปัจจัยการผลิต แต่การลดลงของปัจจัยการการผลิตมากกว่าการลดลงของผลผลิต
5. ผลผลิตคงที่ และการลดลงของปัจจัยการผลิต

ดังนั้นในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต (Productivity) จึงไม่จำเป็นที่จะต้องหมายถึงการเพิ่มปริมาณการผลิต ซึ่งเป็นเรื่องของผลผลิตอย่างเดียว เพราะการเพิ่มปริมาณการผลิตนั้นถ้าเกิดขึ้นในขณะที่ตลาดยังไม่ต้องการ กลับจะเป็นผลร้ายมากกว่าผลดี

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต สามารถทำได้หลายทาง แต่มักจะใช้หลักการของการบริหารการผลิตเข้าช่วยส่วนใหญ่ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการใช้เทคโนโลยี

เทคโนโลยี คือ การนำเอาประสบการณ์ความรู้ความเข้าใจที่มนุษย์มีอยู่มาสร้างวิธีการและอุปกรณ์เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกสบาย และมีประสิทธิภาพโดยใช้เทคโนโลยี คือ การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยการปรับปรุงวิธีการทำงานปรับปรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์หรือการใช้เครื่องมืออัตโนมัติ

2. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการจัดการ

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการจัดการ ไม่ว่าจะเป็นการจัดการด้านการผลิต การจัดการด้านการตลาด การจัดการด้านบุคคล การจัดการด้านการเงิน ย่อมส่งผลกระทบต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

3. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้านบุคคล

3.1 การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้านบุคคลมีวิธีการที่จะเพิ่มผลผลิต คือ การฝึกอบรมและพัฒนาบุคคล

3.2 การปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงาน

3.3 การจัดหา วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือเพื่อความสะดวกในการทำงาน

3.4 การจัดหาสวัสดิการแก่พนักงาน

3.5 การเพิ่มเงินเดือน ค่าจ้าง สิ่งจูงใจ

<u>การวัดการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต</u>

ในการวัดการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตก็เพื่อเป็นการเปรียบเทียบว่า ความพยายามที่ได้ใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพที่ใช้ในการผลิตนั้น ได้ก่อให้เกิดผลผลิตมากน้อยเพียงใด และเป็นการกระตุ้นเตือนให้เกิดการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตให้สูงขึ้นในระดับต่อๆไปด้วยในการวัดอาจแบ่งเป็น

1. การวัดผลเปรียบเทียบระหว่างเวลาที่ต่างกัน
2. การเปรียบเทียบวัดผลระหว่างเวลาที่ใช้ต่างกัน
3. การวัดผลเปรียบเทียบในกลุ่มกิจการ (Interfirm Comparison) ในกลุ่มอุตสาหกรรมเดียวกัน
4. การวัดผลเปรียบเทียบระดับภาคซึ่งอาจแบ่งออกเป็น เกษตรกรรม เหมืองแร่ การก่อสร้าง ไฟฟ้า แก๊ส ประปา ฯลฯ

การจัดสมดุลในสายการผลิต (Line Balancing)

เป็นปัญหาการกำหนดการทำงานให้กับหน่วยผลิตแบบหนึ่งซึ่งเป็นลักษณะของการผลิตสินค้าที่มีปริมาณมากๆ และค่อนข้างสม่ำเสมอและไม่มีการผันแปรมากนัก ตำแหน่งของขั้นตอนการทำงานต่างๆ ส่วนใหญ่จะถูกกำหนดแน่นอนตามลำดับขั้นเป็นสายการผลิต ซึ่งในสายการผลิตจะถูกแบ่งออกเป็นสถานีการทำงาน (Work Station) หลายๆ สถานีต่อเนื่องกัน ปัญหาการจัดสมดุลสายการผลิตจึงเป็นเรื่องการพิจารณากำหนดงานหรือขั้นตอนงานต่างๆที่ใช้ในการประกอบสินค้าให้กับสถานีงานหรือหน่วยผลิต โดยพยายามให้สถานีงานต่างๆ มีภาระงานที่สมดุลกัน ขณะเดียวกันก็สามารถผลิตสินค้าได้ตามอัตราความต้องการ การแก้ไขปัญหาการทำให้สายการผลิตสมดุล ก็คือ การพยายามลดเวลาสูญเปล่า (Idle Time) ในสายการผลิตภายใต้ขีดจำกัดบางอย่าง ข้อจำกัดประการแรกที่จะต้องคำนึงถึงก่อน ก็คือ ปริมาณในการผลิต การเปลี่ยนไปของปริมาณการผลิต จะเป็นผลให้ขาดความสมดุลในสายการผลิต สำหรับข้อจำกัดอื่นๆ มีการเปลี่ยนแปลงแบบผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบมีไม่พอ การขาดแรงงาน และเปลี่ยนแปลงวิธีการผลิตต่างก็มีผลต่อความสมดุลของสายการผลิตทั้งสิ้น การผลิตแบบนี้จะทำงานแบบต่อเนื่อง เริ่มตั้งแต่วัตถุดิบผ่านขั้นตอนตามลำดับจนเป็นสินค้าสำเร็จรูป การเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนจากขั้นหนึ่งไปอีกขั้นหนึ่งมักลำเลียงโดยสายพาน การจัดสายการผลิตแบบต่อเนื่องนี้ ถ้าสามารถจัดให้สถานีทำงานแต่ละสถานีมีความสมดุลกัน เวลาว่างเปล่าในแต่ละสถานีก็จะมีน้อย เมื่อเวลาว่างในสถานีงานมีน้อย ก็แสดงว่า ประสิทธิภาพของสายการผลิตสูง บางทีแต่ละสถานีงานมีงานทำไม่เท่ากัน ทำให้คนงานบางสถานีงานท้อใจ เพราะรู้สึกว่าเสียเปรียบที่ต้องทำงานมาก ทางแก้ทางหนึ่ง ก็คือ ทำสายงานผลิตให้สมดุล คือ จัดให้สถานีงานมีเวลาทำงานใกล้เคียงกัน สถานีงานส่วนใหญ่จะมีคนทำงาน 1 คน มีเครื่องมือเท่าที่จำเป็น คนงานแต่ละคนจะถูกออกแบบให้มีความชำนาญในงานแต่ละอย่างโดยเฉพาะ ซึ่งทำให้การทำงานเร็วขึ้น การแบ่งสายการผลิตออกเป็นสถานีงาน สามารถกระทำได้โดยการนำสินค้าสำเร็จรูปมาวิเคราะห์แยกออกเป็นส่วนๆ และศึกษาขั้นตอนในการประกอบชิ้นส่วนย่อยๆ นั้นเข้าเป็นสินค้าสำเร็จรูป ต่อจากนั้นจึงศึกษาเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละขั้นตอน แล้วจึงนำขั้นตอนของงานเหล่านั้นมาแบ่งในสถานีงานให้ถูกต้องตามลำดับขั้น โดยให้สายการผลิตนั้นมีความสมดุลด้วย งานการจัดสายการผลิตนี้ เป็นงานที่อาจเกิดขึ้นในช่วงของการออกแบบการผลิต หรือเป็นงานในช่วงหลังของการวางแผนการผลิตรวม ถ้าเกิดขึ้นในช่วงของการออกแบบการผลิต หมายถึง กระบวนการผลิตนั้นเป็นแบบแน่นอน เครื่องจักรที่ใช้ส่วนมากเป็นขนาดใหญ่หรือชนิดพิเศษ เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่ง ตำแหน่งของการทำงานต่างๆจะถูกกำหนดแน่นอนตามลำดับขั้น การเปลี่ยนแปลงทำได้ยาก เช่น การผลิตเยื่อกระดาษ การกลั่นน้ำมัน การผลิตน้ำอัดลม เป็นต้น ไม่ว่าแผนการผลิตจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร สายการผลิตนี้ก็จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ในบางกรณีในสายการผลิต งานในสถานีทำงานต่างๆ อาจจะพอเปลี่ยนแปลงได้เพื่อให้สอดคล้องกับแผนการผลิต การผลิตแบบนี้ส่วนใหญ่เป็นพวกสายงาน

ประกอบ ซึ่งอาจใช้คนเข้าประจำสถานีงานต่างๆ หรืออาจจะเป็นเครื่องจักรที่มีความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลงได้พอสมควร

ข้อมูลที่ต้องการในการทำให้เกิดความสมดุลในสายการผลิต

ในการที่จะทำให้สายการผลิตสมดุลมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบเกี่ยวกับข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ปริมาณการผลิต
2. การทำงานและลำดับขั้นการทำงาน
3. เวลาในการทำงานของแต่ละชิ้น

ปริมาณการผลิตนั้นทราบได้จากการสำรวจและการคาดคะเนความต้องการของตลาด เมื่อทราบความต้องการของตลาด ก็จะเป็นผลให้ทราบว่าการผลิตควรจะผลิตในอัตราเท่าไร การทำงานและลำดับขั้นการทำงานของการผลิตจะต้องได้รับการพิจารณาอย่างถูกต้องเสียก่อนก่อนที่จะดำเนินงานขั้นต่อไป ส่วนเวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอนนั้นนับว่าเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญที่สุดในการที่จะทำให้สายการผลิตเกิดความสมดุล ความจริงแล้วการแก้ปัญหานี้ไม่มีอะไรมากไปกว่าการจัดการเกี่ยวกับเวลา ดังนั้นผู้วางแผนผังโรงงานควรมีความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการหาเวลาการทำงานเป็นอย่างดีพอสมควร

การจัดสายงานการผลิตในโรงงานที่มีการผลิตแบบต่อเนื่อง นับว่า มีความสำคัญมากในด้านการออกแบบโรงงาน โรงงานที่มีการจัดสายการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องพยายามจัดสายการผลิตให้มีความสมดุล ซึ่งตามความหมายของการจัดสายการผลิต (Production Line Balancing) ก็คือ การพยายามที่จะจัดให้สถานีงานต่างๆ มีอัตราการทำงานหรือเวลาที่ใช้เท่าๆ กัน แต่ถ้าหากว่าเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงานไม่เท่ากันแล้ว อัตราการผลิตของสินค้านั้นจะถูกกำหนดโดยเวลาในการทำงานของสถานีงานที่ใช้ในเวลามากที่สุด ซึ่งเวลาที่ใช้ในสถานีที่เป็นตัวกำหนดอัตราการผลิตของสินค้านี้ เราเรียกว่า รอบเวลาของการผลิต (Takt Time) ซึ่งหมายถึง เวลาระหว่างที่สินค้าเสร็จออกมาแต่ละชิ้นจะเท่ากับเวลาของสถานีที่ช้าที่สุด ดังนั้น จะเห็นว่าจะเกิดการรอคอยขึ้นในสถานีงานที่ใช้เวลาน้อยกว่า (ซึ่งเราจะต้องพยายามทำให้เกิดน้อยที่สุด) ตามปกติในการจัดสายการผลิต จะเริ่มด้วยการกำหนดรอบเวลาในการผลิต ลำดับขั้นงานต่างๆ และเวลาเฉลี่ยหรือเวลามาตรฐานของการทำงานแต่ละชิ้นนั้น จากนั้นก็พยายามรวมลำดับขั้นงานต่างๆ เข้าไว้ด้วยกันให้เป็นสถานีทำงานโดยพยายามให้เกิดความแตกต่างกันของเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีน้อยที่สุด ในกรณีที่สถานีทำงานมีมากหรือน้อยไปก็อาจจะจัดใหม่ โดยให้รอบเวลาผลิตมากขึ้นหรือน้อยลงตามลำดับ

การกำหนดรอบเวลาผลิต (Takt time)

ในการกำหนดรอบเวลาการผลิต โดยปกติจะขึ้นอยู่กับปริมาณความต้องการของตลาด ซึ่งจะกำหนดมาเป็นอัตราการผลิตต่อปี ต่อวัน หรือต่อชั่วโมง จากนั้นเราจึงมาหาว่าใน 1 ชิ้น ควรจะใช้เวลาเท่าใด จึงจะผลิตได้ตามปริมาณที่ต้องการ โดยเทียบได้ออกมาเป็นรูปแบบสมการดังนี้

$$\text{รอบเวลาการผลิต (Takt time)} = \frac{\text{ความต้องการของตลาด/ความสามารถในการผลิตต่อวัน}}{\text{เวลาการทำงานต่อวัน}}$$

ซึ่งเราจะได้เวลาที่สามารถผลิตออกมาได้ใน 1 หน่วย นั่นหมายถึง ในแต่ละสถานีงานจะใช้เวลาไม่เกิน 1 Takt Time ซึ่งค่าของรอบเวลาการผลิตนั้นมีประโยชน์อย่างมากต่อการออกแบบโรงงานหรือวางผังโรงงานและติดตั้งเครื่องจักร และยังมีประโยชน์ในกรณีที่มีการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตให้เพียงพอกับความต้องการที่เปลี่ยนไป

การหาสถานีการทำงาน (Work Station)

ในการกำหนดสถานีในการทำงานจะนำเอาเวลามาตรฐาน (Standard Time) ที่หาได้มาหารด้วยเวลาของรอบเวลาการผลิต (Takt Time) จะได้ออกมาเป็นรูปแบบสมการดังนี้

$$\text{สถานีการทำงาน (Work Station)} = \frac{\text{เวลามาตรฐาน (Standard time)}}{\text{รอบเวลาของการผลิต (Takt time)}}$$

ประเภทของการจัดสมดุลสายการผลิต

1. Single-Model Line สายการผลิตที่ใช้สำหรับผลิตผลิตภัณฑ์แบบเดียวกันตลอด
2. Batch-Model Line ใช้สายผลิตเดียวสำหรับผลิตภัณฑ์หลายแบบ โดยแต่ละแบบจะมีลักษณะการผลิตที่คล้ายคลึงกัน แต่จะมีการผลิตเป็นงวดๆทำให้มีการผลิตผลิตภัณฑ์แบบเดียวเท่านั้นอยู่ในสายการผลิตไม่ว่าเวลาใด
3. Mixed-Model Line ใช้สายการผลิตเดียวสำหรับผลิตภัณฑ์หลายๆแบบในเวลาเดียวกัน

ข้อจำกัดของการจัดสมดุลสายการผลิต (Constraints)

1. ข้อจำกัดด้านลำดับงาน (Precedence Constraints) ข้อจำกัดว่าก่อนที่จะเริ่มงานย่อยงานหนึ่งๆได้ จะต้องทำงานอื่นใดๆที่ระบุให้เสร็จก่อน

2. ข้อจำกัดด้านความใกล้-ห่าง (Zoning Constraints) ข้อจำกัดในการจัดสถานีงานว่าจะต้องทำงานอะไรใกล้ๆกัน (Positive Zoning Constraints) หรือจะต้องแยกงานอะไรให้อยู่ห่างๆกัน (Negative Zoning Constraints)

3. ข้อจำกัดด้านสถานที่ (Position Constraints) ข้อจำกัดเกี่ยวกับด้านสถานที่และสภาพการผลิต เช่น การประกอบผลิตภัณฑ์ใหญ่มากๆ อาจทำให้งานบางงานต้องถูกแยกที่ทำให้โดยปริยาย

วิธีการจัดสมดุลสายการผลิต

ดังได้กล่าวแล้วในตอนต้นว่า วิธีจัดสมดุลของสายการผลิตนั้นมีด้วยกัน ดังนี้

โดยจะกำหนดให้ Tc = (Takt Time)

Tc_j = เวลาที่ต้องใช้กับงานย่อยที่ $_j$; $_j$ = 1,2,...n

และ $Tc \geq Tc_j$; $_j$ = 1,2,...n

วิธีของ Largest Candidate Rule

วิธีนี้อาศัยกฎการเลือกเวลาที่มากที่สุดก่อน เป็นวิธีการที่ง่ายในการที่จะทำให้สายการผลิตสมดุลด้วยการเลือกงานที่ใช้เวลามากที่สุด และที่จะเป็นไปได้ในการที่จะเอามารวมโดยไม่ขัดต่อกฎของความต้องการก่อนหน้าหลัง และงานที่ใช้เวลามากรองลงมา สำหรับแต่ละหน่วยงาน วิธีนี้เหมาะสมสำหรับปัญหาง่ายๆ เพราะจะให้คำตอบที่รวดเร็วกว่า

ก. เรียงลำดับของ Tc_j จากมากไปน้อย

ข. จัดงานย่อยให้สถานีงานแรก โดยเลือกงานย่อยที่มี Tc_j สูง โดยไม่ขัดต่อข้อจำกัดของงานด้านลำดับงาน และไม่ทำให้เวลางานของสถานีงานสูงกว่ารอบเวลาในการผลิต (Takt Time)

ค. เลือกงานย่อยต่อไปในขั้นที่ 2 จนกระทั่งไม่สามารถเลือกงานให้สถานีนั้นรับงานย่อยได้อีก เพราะเวลาจะต้องไม่เกินรอบเวลาในการผลิต (Takt Time)

ง. เลือกงานลำดับต่อไปที่มีค่า Tc_j ที่มีลำดับเวลารองลงมาจากสถานีแรกจนกระทั่งเลือกงานย่อยต่างๆ ได้หมด

วิธีของ Kilbridge และ Wester

วิธีนี้เป็นการคำนวณด้วยมือและให้ประสิทธิภาพของสายงานผลิตสูง แต่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ถ้าหากงานมีงานจำนวนมากๆ แต่ถ้าหากมีงานจำนวนไม่มากนัก วิธีนี้ก็จะให้ผลได้ดี ซึ่งหลักการของวิธีนี้ พอจะสรุปได้ดังนี้

ก. เขียนแผนผังงานย่อยที่อยู่นำหน้างานอื่นในระดับเดียวกันอยู่ใน Column เดียวกัน

ข. เรียงงานย่อยตามลำดับ Column

ค. จัดงานย่อยให้สถานีงานโดยเริ่มจากงานย่อยใน Column 1 และจัดตามลำดับของลำดับ Column จนกระทั่งเวลาในสถานีงานมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับ รอบเวลาการผลิตแล้วจึงเริ่มเป็นสถานีงานถัดไป

วิธี Ranked positional weight (RPW)

โดยวิธีนี้จะกำหนดงานให้กับสถานีงานตามลำดับของงานที่มีความยาวของเวลาที่เหลืออยู่ในการทำงานทั้งหมดที่สูงที่สุดก่อน โดยก่อนอื่นเราจะต้องทำการกำหนดน้ำหนักให้กับขั้นตอนของงานทุกๆ ขั้นตอนที่อยู่ในสายการผลิตนั้นๆ การกำหนดน้ำหนักให้กับงานแต่ละขั้นก็คือ การหาผลรวมของเวลาการทำงานของขั้นงาน นับตั้งแต่ขั้นงานที่ต้องการหาไปจนถึงขั้นงานสุดท้ายของสายการผลิต

โดยจะกำหนดเวลารวมงานทั้งหมดของงานย่อย = RPW

ก. หาค่าเวลารวมของงานใดๆก็ตามที่ต้องการหาจะเท่ากับผลรวมของเวลาในงานย่อยนั้นๆ รวมกับงานย่อยอื่นๆ ทั้งหมดจนจบสายการผลิต

ข. จัดลำดับงานย่อยโดยเรียงตามค่า RPW ที่มากที่สุดไปยังค่า RPW ที่น้อยที่สุด

ค. จัดงานย่อยต่างๆ ลงสถานีงาน โดยไล่จากงานย่อยข้างบนลงล่างโดยไม่ให้ขัดแย้งกับข้อจำกัดด้านลำดับงาน โดยนำเวลาของสถานีงานย่อยนั้นๆมาคิดแทนและให้เวลารวมของงานย่อยที่แต่ละสถานีงานมีมากที่สุดแต่ไม่เกินรอบเวลาในการผลิต

จากหลักการและทฤษฎีข้างต้นการทำสารนิพนธ์ครั้งนี้ ต้องการหาเวลามาตรฐานปัจจุบัน ดังนั้นจึงเลือกการจับเวลาโดยตรง (Direct Time Study) มาใช้วัดเวลาการทำงานโดยการวิเคราะห์จากเวลาในการปฏิบัติงานของพนักงาน เพราะเป็นวิธีและหลักการซึ่งสามารถนำมาใช้ได้จริง ไม่ซับซ้อนจนเกินกว่าผู้ที่จะทำความเข้าใจและนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะแสดงวิธีการและขั้นตอนในบทต่อไป

การสำรวจงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การสำรวจวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ เป็นการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาข้อมูลที่สำคัญเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัย ซึ่งสามารถรวบรวมวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

เหมันต์ วิเศษสิงห์ (2552) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การสมดุลสายการผลิตโดยเทคนิค Maynard Operation Sequence Technique (MOST) กรณีศึกษา: สายการผลิตเบาะรถยนต์ สารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นการหาเวลามาตรฐานโดยใช้วิธีการศึกษาเวลาแบบ MOST (Maynard Operation Sequence Technique) ซึ่งเป็นหนึ่งในการหาเวลามาตรฐานแบบล่วงหน้า (Predetermined Motion Time : PMT) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความผิดพลาดและความคลาดเคลื่อนจากการหาเวลามาตรฐานโดยใช้การจับเวลาโดยตรง (Direct Time Study) ในการศึกษาครั้งนี้ ได้นำสายการผลิตเบาะหน้ารถยนต์เป็นกรณีศึกษา ซึ่งสายการผลิตนี้จะมีเวลาในการผลิตที่คลาดเคลื่อน เนื่องจากการหาเวลามาตรฐานโดยใช้การจับเวลาโดยตรง และส่งผลให้การวางแผนการผลิตคลาดเคลื่อนจากการประกอบงานจริง

เมธัส หีบเงิน (2549) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาประสิทธิภาพในการผลิตโดยการปรับปรุงกระบวนการผลิต กรณีศึกษา : โรงงานทำตู้น้ำเย็น จากการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูลของโรงงานตัวอย่าง จะพบว่า ปัจจุบันทางโรงงาน ตัวอย่างมีปัญหาด้านการผลิตที่ไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ในแต่ละเดือน โดยได้พบว่า ปัญหาด้านการผลิตที่ไม่สามารถผลิตให้ตรงตามแผนได้ คือ ปัญหาในเรื่องการจัดการด้านการทำงานและปัญหาคอขวด (Bottle Neck) จึงทำให้เกิดการรองานขึ้น เนื่องจากการผลิตที่ไม่สมดุลกันในสายการผลิต ทำให้ขั้นตอนในการทำงานเกิดงานที่อยู่ในระหว่างการผลิต (Work in Process) ขึ้น จึงทำให้ปัญหาในการผลิตไม่ตรงตามแผนการผลิต งานวิจัยนี้ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์ในด้านการพัฒนาประสิทธิภาพในสายการผลิต โดยการใช้วิธีการศึกษาการทำงาน (Work Study) การวัดผลงาน (Work Measurement) การปรับปรุงประสิทธิภาพ (Productivity Improvement) และการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) เพื่อพัฒนาวิธีการทำงานให้เป็นมาตรฐานและเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงาน

จารุพงษ์ บรรเทา (2547) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การจัดตารางการผลิต : กรณีศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ วิทยานิพนธ์นี้ฉบับ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตารางการผลิตสำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่เป็นตัวอย่าง กรณีศึกษาในจังหวัดนครราชสีมา อันเนื่องมาจาก มีการจัดงานให้พนักงานทำงานล่วงเวลาจำนวนมาก เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจนสามารถลดปัญหาดังกล่าว จึงได้ศึกษาการวางแผนการผลิตแบบเดิม การวางแผนการผลิตที่เสนอแนะ และการวางแผนการผลิตในกรณีที่เครื่องจักรเครื่องใดเครื่องหนึ่งเกิดหยุดซ่อมเนื่องจากชำรุดหรือเสียขณะทำการผลิต ในการศึกษาใช้ดัชนีวัดประสิทธิภาพ 4 อย่าง ได้แก่ ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมด (Make Span) ค่าเฉลี่ยเวลาการไหลของงาน (Mean Flow Time) ค่าเฉลี่ยเวลาสายของงาน (Mean Lateness) และค่าเฉลี่ยเวลาล่าช้าของ

งาน (Mean Tardiness) ส่วนตารางการผลิตที่เสนอแนะใช้วิธีการฮิวริสติก ตามกฎการจัดลำดับความสำคัญของงาน 4 กฎ ได้แก่ แบบ EDD (Early Due Date) SPT (Shortest Processing Time) LWKR (Least Working Remaining) และ MWKR (Most Work Remaining) โดยนำมาทดลองจัดตารางการผลิตเปรียบเทียบกับการจัดตารางการผลิตแบบเดิม นอกจากนั้นยังได้ศึกษาเปรียบเทียบตารางการผลิตในกรณีที่ไม่แน่นอน อันเกิดจากการมีเครื่องจักรเสียต้องใช้เวลาในการซ่อม

ศรันยา อุดมศรี (2547) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การจัดตารางการผลิตสำหรับระบบการผลิตแบบไหลเลื่อนที่ไม่มีบัฟเฟอร์ โดยวิธีฮิวริสติก กรณีศึกษา : โรงงานประกอบรถยนต์ งานวิจัยนี้ จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิต สำหรับระบบผลิตแบบไหลเลื่อนที่ไม่มีสถานที่เก็บงานระหว่างกระบวนการ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อหาลำดับของงานที่ทำให้เวลาปิดงานของระบบดีที่สุด โดยในงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรก คือ การพัฒนาวิธีค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติก เป็นการเปรียบเทียบวิธีฮิวริสติก NEH และวิธีฮิวริสติกที่ได้ทำการพัฒนาโดยใช้ข้อมูลเวลาการดำเนินงานที่เป็นค่าคงที่จาก OR-Library และในส่วนที่สอง เป็นการนำวิธีฮิวริสติก NEH และวิธีฮิวริสติกที่พัฒนามาประยุกต์ใช้กับสายการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา ผู้วิจัยทำการพัฒนาวิธีฮิวริสติกซึ่งแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก คือ การเรียงลำดับงานเริ่มต้น โดยในขั้นตอนนี้เป็นการทดลองสร้างลำดับงานเริ่มต้นใหม่ ขั้นตอนที่ 2 คือ ขั้นตอนการแทรกงานลงในตำแหน่งต่าง ๆ ของลำดับงาน ให้สอดคล้องกับลำดับงานเริ่มต้นที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 จากนั้นทำการประเมินผลในงานวิจัยส่วนแรก โดยเปรียบเทียบเวลาปิดงานของระบบที่ได้จากวิธีฮิวริสติก กับค่าคำตอบที่ดีที่สุดที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่า วิธีที่พัฒนาจากวิธีฮิวริสติกของ Palmer วิธี Sum Absolute Differences และวิธี Sum Absolute Residuals สามารถหาค่าคำตอบที่ดีกว่าวิธีฮิวริสติก NEH และวิธีฮิวริสติกที่พัฒนาเหล่านี้มีประสิทธิภาพในการหาคำตอบที่ไม่ต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 90% ในส่วนที่สอง พบว่า วิธีฮิวริสติกที่พัฒนาสามารถหาลำดับของงานที่ทำให้เวลาปิดงานของระบบน้อยลงกว่าแผนการผลิตในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา นอกจากนั้นวิธีฮิวริสติกที่พัฒนายังสามารถหาคำตอบใกล้เคียงกับค่าคำตอบที่ดีที่สุดที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ นั่นคือ เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของคำตอบโดยเฉลี่ยไม่มากกว่า 1% และจากการวิเคราะห์ความไวของวิธีฮิวริสติกที่พัฒนา พบว่า วิธีฮิวริสติกที่พัฒนาจากฮิวริสติกของ Palmer มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงที่น้อยที่สุดจากสมมติฐานว่าถ้าหากมีการเสียของเครื่องจักร

เด่นชาย บำรุงเกาะ (2548) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การจัดตารางการผลิตแบบงานตามสั่ง : กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ วิทยานิพนธ์นี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตแบบงานตามสั่ง (Job Shop Production) ของโรงงานผลิตปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วนรถยนต์ ซึ่งประสบกับปัญหาการส่งมอบล่าช้า ด้วยวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม ในการศึกษาทดสอบในการจัดตารางการผลิตนี้ ใช้หลักการฮิวริสติกส์ด้วย

กฎการจัดลำดับความสำคัญ 3 กฎ ได้แก่ EDD (Earliest Due Date) SPT (Shortest Processing Time) และ LWKR (Least Work Remaining) โดยประยุกต์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป QS (Quantitative Systems) เป็นเครื่องมือในการจัดตารางการผลิต ดัชนีวัดประสิทธิภาพตารางการผลิต คือ ค่าจำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Jobs) ค่าเวลาของงานโดยเฉลี่ย (Mean Tardiness) ค่าเวลาสายงานโดยเฉลี่ย (Mean Lateness) และค่าประสิทธิภาพการใช้งาน (Mean Machine Utilization)

ไพรัตน์ ต่ายใหญ่เที่ยง (2539) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การจัดตารางการผลิตสินค้าตามใบสั่งซื้อในบริษัทผลิตเฟอร์นิเจอร์ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการศึกษาปัญหาในการวางแผนการผลิตตามใบสั่งซื้อของการผลิตเฟอร์นิเจอร์โซฟา ในโรงงานที่มีกำลังการผลิตปานกลาง ประมาณ 150 ชุดต่อสัปดาห์ สินค้าที่ทำการผลิตจะมีคุณภาพดี โดยที่บริษัทจะจับกลุ่มลูกค้าในตลาดสูง วัตถุประสงค์ของการศึกษา คือ การพัฒนาวิธีการวางแผนการผลิต เพื่อให้สินค้าผลิตเสร็จและสามารถส่งมอบลูกค้าได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยบริษัทเสียค่าใช้จ่ายทางด้านแรงงานน้อยที่สุด ลักษณะการสั่งซื้อของลูกค้า จะกำหนดช่วงเวลาการส่งมอบสินค้าไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับความสะดวกของลูกค้า โดยที่ทางบริษัทได้กำหนดช่วงเวลาการส่งมอบสินค้าขั้นต่ำได้ การวางแผนการผลิตในแต่ละสัปดาห์ หรือแต่ละงวดการผลิต จะถูกแบ่งให้ละเอียดลงเป็นการวางแผนการผลิตประจำวัน โดยการผลิตจะอยู่ภายใต้ข้อจำกัดของทรัพยากรที่มีการพัฒนาหลักการในการวางแผนการผลิต ประกอบด้วยหลักการใหญ่ ๆ 2 ส่วน คือ 1. การจัดจำนวนพนักงานให้เหมาะสมกับงาน 2. การจัดลำดับงานผลิตให้สอดคล้องกับวันส่งมอบงาน สมการเชิงเส้นตรง (Linear Programming) ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในแผนกที่เป็นคอขวดของระบบการผลิต โดยการกำหนดจำนวนพนักงานที่เหมาะสมในการผลิตสินค้าแต่ละรุ่น การจัดลำดับงานและการป้อนงานเข้าฝ่ายผลิตจะนำหลักการ ค่าที่น้อยที่สุดของเวลาเสร็จงานก่อนกำหนด (Shortest Slack Time) มาใช้เพื่อให้การวางแผนการผลิตนั้น มีงานที่จะเสร็จช้ากว่ากำหนดส่งมอบงานน้อยที่สุด

อุดมรัศม์ หลายชูไทย (2523) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การจัดตารางการผลิตสำหรับโรงพิมพ์บรรจุภัณฑ์ การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อจัดทำระบบการจัดลำดับงานการผลิตให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและลดอัตราการผลิตงานเสร็จไม่ทันกำหนดส่งมอบ โดยการศึกษาสภาพการทำงานและปัญหาการวางแผนการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพในอุตสาหการสิ่งพิมพ์ประเภทสิ่งพิมพ์บรรจุภัณฑ์ และหาแนวทางแก้ไขโดยการประยุกต์ใช้วิชาการทางวิศวกรรมอุตสาหการด้านการศึกษาวิธีการทำงาน การวางแผนและการควบคุมการผลิต การจัดตารางการผลิต และประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการปรับปรุงระบบการทำงาน ในการศึกษาได้ใช้โรงพิมพ์สิ่งพิมพ์บรรจุภัณฑ์แห่งหนึ่งเป็นกรณีศึกษา โดยมุ่งหวังว่าผลจากการศึกษาจะได้เป็นแบบอย่างแก่โรงงานอุตสาหกรรมประเภทเดียวกัน จากการศึกษา พบว่า สาเหตุสำคัญที่ทำให้ระบบการวางแผนการผลิตไม่มีประสิทธิภาพ ได้แก่ ไม่มีการศึกษากำลังการผลิตที่เป็นจริงของ

โรงงาน ไม่มีหน่วยงานวางแผนการผลิตและผู้รับผิดชอบโดยตรง และการจัดการวัตถุดิบขาดประสิทธิภาพ จากสภาพที่เกิดขึ้นส่งผลให้เกิดการทำงานล่วงเวลามากและการส่งมอบเกิดความล่าช้า ผู้วิจัยได้เสนอแนวทางในการปรับปรุง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดย 1. การประยุกต์ใช้เทคนิคในการศึกษาวิธีการทำงาน (Work Study) เพื่อช่วยในการกำหนด เวลามาตรฐานในการทำงานและกำลังการผลิตของเครื่องจักร 2. การประยุกต์ใช้เทคนิคการวางแผนและการควบคุมการผลิต และการจัดตารางการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิต ซึ่งจะช่วยลดการส่งมอบสินค้าไม่ทันเวลาได้ 3. การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ทางคอมพิวเตอร์ คือ Borland Delphi 5 เข้ามาช่วยในการจัดทำระบบฐานข้อมูลที่จำเป็นต่อการจัดตารางการผลิต และช่วยในการจัดตารางการผลิต ผลจากการศึกษาและวิจัยพบว่า ภายหลังจากการปรับปรุงตามแนวทางต่างๆ ที่เสนอแนะ ทำให้การจัดตารางการผลิตมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งสามารถลดอัตราการทำงานล่วงเวลาลงจากเดิม 4601.10 ชั่วโมงคนต่อเดือน เหลือ 2332.33 ชั่วโมงคนต่อเดือน คิดเป็น 50.69 % และลดอัตราการผลิตงานเสร็จไม่ทันกำหนดส่งมอบลงจากเดิม 134 งานต่อ 180 งาน (74.36 %) เหลือ 119 งานต่อ 216 งาน (55.18 %) นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยสร้างและวิเคราะห์ระบบฐานข้อมูลให้มีความทันสมัย ปรับเปลี่ยนแผนการผลิตได้รวดเร็วขึ้น ซึ่งช่วยผู้บริหารสามารถตัดสินใจด้านบริหารได้รวดเร็วขึ้น

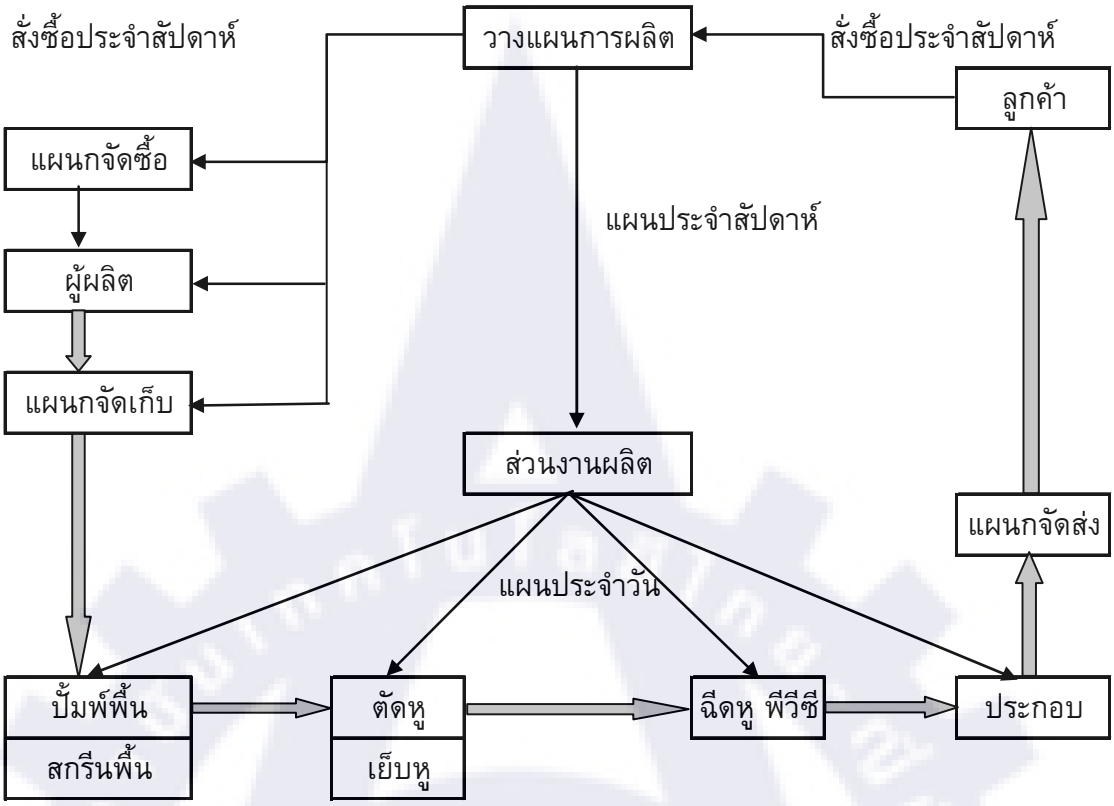
มาโนช ริทินโยม (2545) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การจัดตารางการผลิตสำหรับระบบ Flow Shop กรณีศึกษา กระบวนการผลิตกระสอบสานพลาสติก วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดตารางการผลิตของกระบวนการผลิตแบบ Flow Shop กรณีศึกษาการผลิตกระสอบสานพลาสติก โดยใช้หลักการฮิวริสติคส์ด้วยวิธีกฎการจัดลำดับการผลิต 3 กฎ ได้แก่ Shortest Processing Time (SPT) Earliest Due Date (EDD) และ Least Work Remaining (LWKR) เพื่อจัดลำดับงาน n ชนิดผ่านสถานีการผลิต m สถานีที่ทำงานต่อเนื่องกันแบบอนุกรม ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของงาน คือ ค่า Mean Flow Time ค่า Mean Lateness และค่า Mean Tardiness งานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Quantitative System (QS) โปรแกรม Decision Science (DS) และโปรแกรม Interactive Production Sequencing System (IPSSS) เป็นเครื่องมือสำหรับจัดตารางการผลิต ผลการศึกษา พบว่า การจัดตารางการผลิตด้วยโปรแกรม DS และ IPSSS ให้ผลดีกว่าการจัดตารางการผลิตด้วยระบบเดิมของกรณีศึกษา กฎการจัดลำดับที่ดีต่อดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพ คือ กฎการจัดลำดับ SPT ซึ่งให้ค่า Mean Flow Time เท่ากับ 499.23 ชั่วโมง ค่า Mean Lateness เท่ากับ 286.49 ชั่วโมง และค่า Mean Tardiness เท่ากับ 321.17 ชั่วโมง และเมื่อเปรียบเทียบการจัดตารางการผลิตกับระบบเดิม พบว่า ทำให้ค่า Mean Flow Time ลดลง 14.98 เปอร์เซ็นต์ ค่า Mean Lateness ลดลง 2 เปอร์เซ็นต์ และค่า Mean Tardiness ลดลง 10.08 เปอร์เซนต์

อัจฉรา วัฒนานนท์ (2542) ได้ทำการศึกษาเรื่อง Analysis of Work Standard in the Production of Engine Cylinder Head โดยมีการวางแผนการผลิตให้ได้ตามมาตรฐานการทำงานที่กำหนดไว้นั้น พบว่า ไม่สามารถทำการผลิตได้ตามแผนที่ตั้งไว้ ซึ่งทำให้ต้องมีการปรับแผนการผลิตอยู่บ่อยครั้ง ก่อให้เกิดปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และทำให้เกิดค่าใช้จ่าย ดังนั้น ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จะทำการศึกษาวิจัยเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมของสายการผลิต โดยในการศึกษาครั้งนี้ ได้เลือกสายการผลิตฝาสูบ เพื่อทำการศึกษา เนื่องจากเป็นสายการผลิตที่ทำการผลิตอยู่สม่ำเสมอ และมีเปอร์เซ็นต์ปริมาณการผลิตผิดไปจากแผนการผลิตสูง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ระบบการผลิตเพื่อกำหนดเวลามาตรฐานที่เหมาะสมของสายการผลิตฝาสูบ (Cylinder Head) ของโรงงานตัวอย่าง เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการผลิต

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานสารนิพนธ์

ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน

โรงงานกรณีศึกษานี้ ผลิตรองเท้าแตะชนิดที่ทำมาจากโฟมชนิดหนึ่ง คือ Ethylene Vinyl Acetate (EVA) ซึ่งมีรูปแบบการผลิตแบบ Mass Production โดยขั้นตอนการผลิตจะเริ่มจากลูกค้าส่งแผนการสั่งซื้อมาที่ Production Control เพื่อทำการสั่งผลิต จากนั้นทาง Production Control จะทำการจัดส่งแผนการสั่งซื้อวัสดุ ไปที่ Supplier เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการจัดส่งตามแผนการผลิต และอีกด้านหนึ่งทาง Production Control จะส่งแผนการผลิตมาที่แผนกต่างๆ เพื่อทำการผลิต โดยจะเริ่มที่แผนก Part Control ตรวจสอบชิ้นส่วนที่ส่งมาจาก Supplier Warehouse โดยการรับ Part จาก Supplier และจัดจ่ายเข้าไปที่แผนกตัด แผนกเย็บ แผนกประกอบ และแผนกจัดส่งสินค้าไปที่ลูกค้า ซึ่งแต่ละการผลิต ต้องใช้เวลามาตรฐานในการกำหนดความสามารถในการผลิต (Capacity) และเวลาในการผลิตล่วงหน้า (Lead Time) สินค้าให้กับลูกค้า โดยทางแผนกวิศวกรรมการผลิตที่รับผิดชอบจะทำการหาเวลามาตรฐานในการผลิตชิ้นงานแต่ละขั้นตอนและส่งให้กับทางแผนก ควบคุมการผลิตในส่วนที่เป็น New Model ทางแผนกวิศวกรรมการผลิตจะได้รับข้อมูลจาก แผนก Specification Control ซึ่งก็จะมีในส่วนของแบบ (Drawing) รายการวัสดุ (Part List) ควบคุมมาตรฐาน (Specification Control) เป็นต้น เพื่อนำมาใช้ในออกแบบ การผลิตสินค้า เช่น ไลน์การผลิต จำนวนพนักงาน ขั้นตอนการปฏิบัติงานและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต จากนั้นก็ทำการกำหนดเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานและส่งไปให้กับแผนกต้นทุน เพื่อทำการคิดราคาต้นทุนในการผลิตสินค้า และคิดในส่วนของราคาขาย และอีกส่วนหนึ่งก็จะส่งไปที่แผนกควบคุมการผลิต เพื่อใช้ในการวางแผนการผลิต ซึ่งจะเห็นได้ว่าถ้าเวลามาตรฐานในการทำงานมีความผิดพลาดมากไปจากความเป็นจริงหรือน้อยไป ซึ่งถ้าหากใช้เวลามากไปประสิทธิภาพจะต่ำลง แต่หากน้อยไปจะทำให้เกิดการรอคอยงานของพนักงาน ซึ่งจะส่งผลไปยังราคาต้นทุนทำให้ต้นทุนในการผลิตน้อยทำให้ขาดทุนได้ และในส่วนของแผนกควบคุมการผลิต ก็จะมีผลทำให้ไม่สามารถผลิตงานได้ตามที่แผนการผลิตและตามที่ลูกค้าต้องการได้



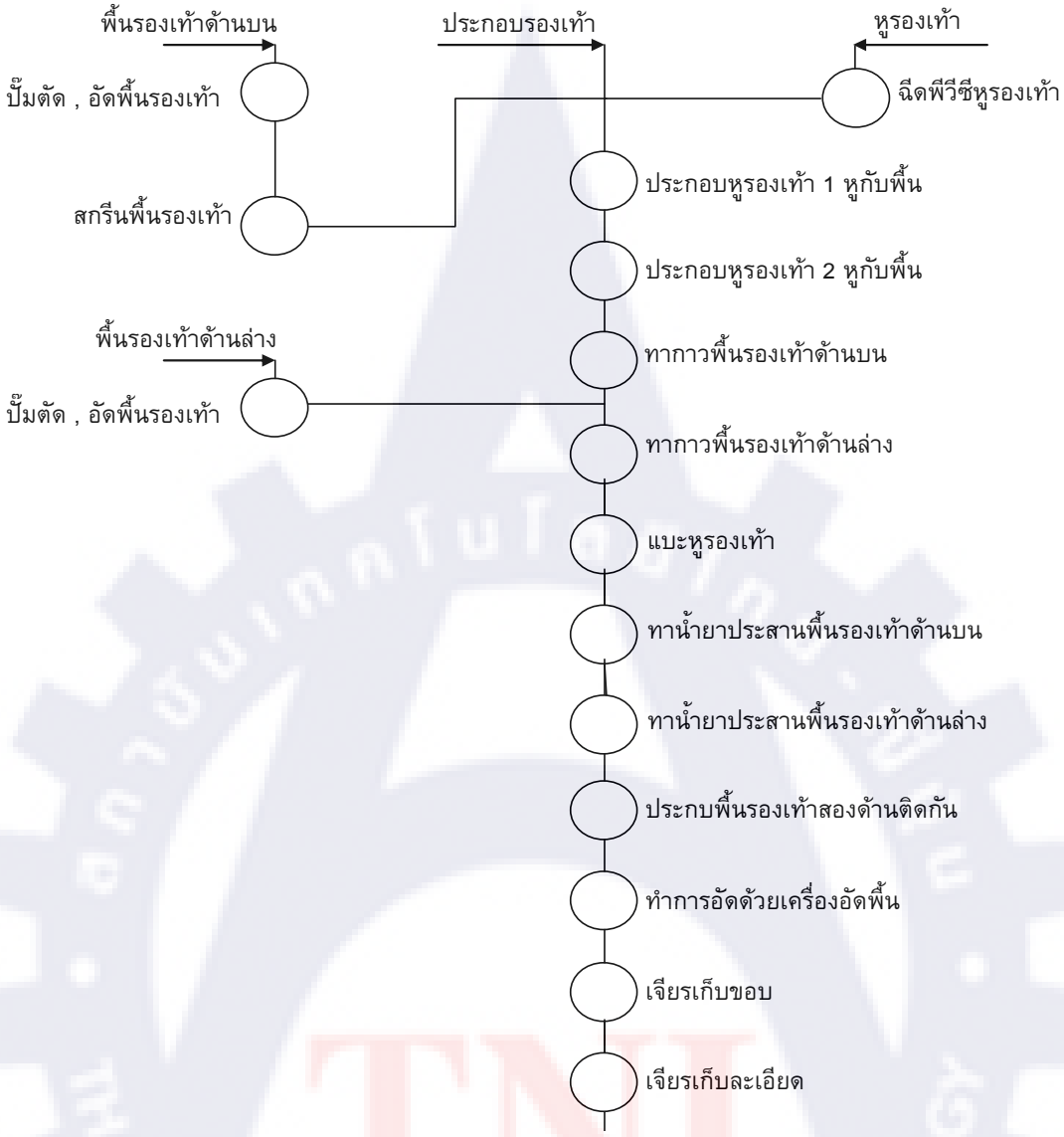
การไหลของกระบวนการจากวัสดุจนกระทั่งเป็นสินค้าส่งไปยังลูกค้า

หมายเหตุ → = การไหลของข้อมูล ⇒ = การไหลของงาน

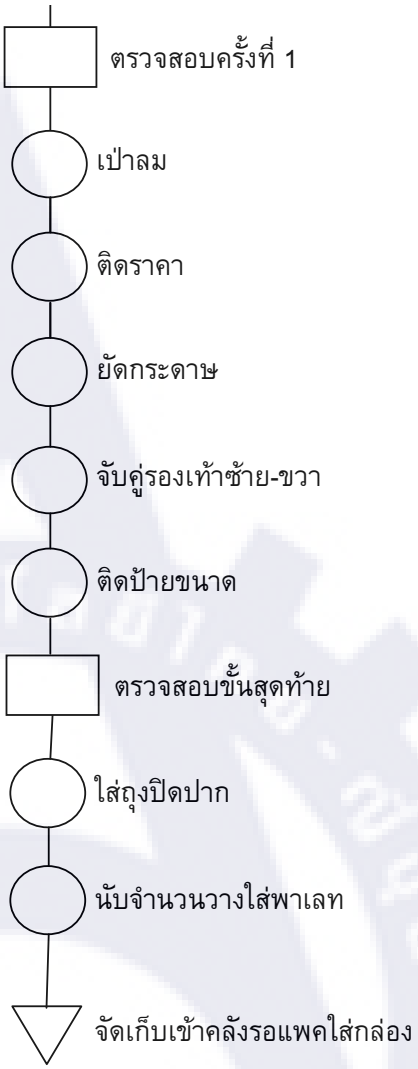
รูปที่ 3 การไหลของกระบวนการจากวัสดุจนกระทั่งเป็นสินค้าส่งไปยังลูกค้า

ศึกษาและรวบรวมข้อมูลของกระบวนการ

สภาพปัจจุบันของกระบวนการทำงาน พนักงานในขั้นตอนการประกอบจะประกอบงานบน Conveyor ซึ่ง Conveyor ก็จะหมุนนำชิ้นงานส่งไปที่สถานีถัดไป ซึ่งในขั้นตอนนี้จะมีการเดินหรือการเคลื่อนไหวออกจากตำแหน่งการประกอบงานน้อยมาก หลังจากทำการประกอบชิ้นงานจะถูกส่งไปเพื่อทำการตรวจสอบ แล้วส่งต่อไปที่ส่วนท้ายของสายการผลิต โดยพนักงานต้องทำการตกแต่งชิ้นงาน ตรวจสอบความสวยงามและความสะอาด ยืนยันจำนวนการผลิตและนำใส่พาเลทรอบรรจุลงกล่อง ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 การไหลของกระบวนการประกอบรองเท้า



รูปที่ 4 การไหลของกระบวนการประกอบรองเท้า (ต่อ)

ศึกษาที่มาของปัญหา สาเหตุ ที่ทำให้เกิดปัญหา

ปัจจุบันกระบวนการผลิตมีการรอคอยงาน ใช้พนักงานในการปฏิบัติงานเป็นจำนวนมาก บางกระบวนการมีงานทำตลอดเวลา บางกระบวนการรอคอยงาน และพนักงานที่ปฏิบัติงานแต่ละคนจะปฏิบัติงานไม่เหมือนกัน อาจทำให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพและประสิทธิผลรวม รวมทั้งไม่มีการศึกษาเวลา อย่างจริงจังทำให้บางครั้งส่งผลเสียต่อการวางแผนการผลิต เนื่องจากไม่ทราบถึงประสิทธิภาพที่แท้จริงของตนเอง

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ด้วยเครื่องมือทดลอง

1. การศึกษาการวิเคราะห์เวลาการปฏิบัติงานโดยวิธีการจับเวลาโดยตรง (Direct Time Study)

แนวทางและขั้นตอนการทำการวิจัย

1.1 หาเวลามาตรฐานโดยวิธีการจับเวลาโดยตรง (Direct Time Study)

1.2 กำหนดรอบเวลาการผลิต (Takt Time)

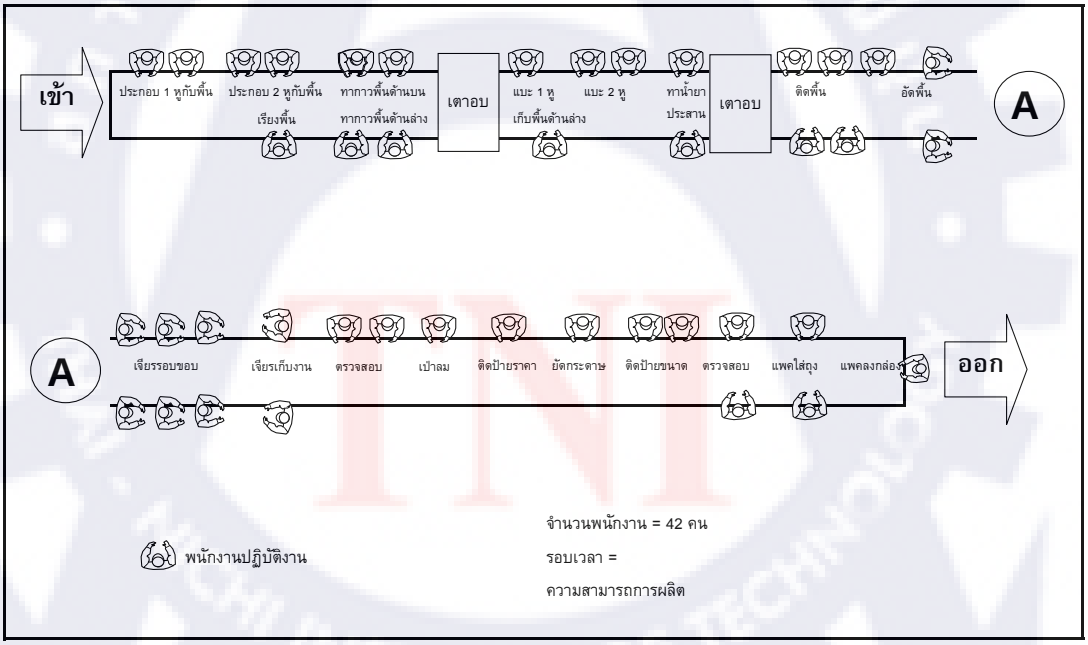
1.3 หาจำนวนคนที่ใช้ในการผลิต (Manpower)

1.4 ทำการสมดุลสายการผลิต (Line Balance)

1.5 เปรียบเทียบประสิทธิผลรวมการทำงานก่อนและหลังสมดุลสายการผลิต

2. หาเวลามาตรฐานใหม่โดยวิธีการจับเวลาโดยตรง (Direct Time Study)

หลังจากที่ได้มีการกำหนดสายการผลิตที่จะทำการสาธิต เพื่อหาเวลามาตรฐาน โดยการใช้นาฬิกาจับเวลา (Direct Time Study) สายการผลิตที่เลือกเป็นการผลิตรองเท้า EVA ซึ่งจะเป็นการทำงานด้วยมือ (Manual) เป็นส่วนใหญ่ โดยการทำงานจะผลิตแบบข้างซ้ายพร้อมข้างขวา ซึ่งประกอบไปด้วยพนักงาน ทั้งหมด 42 คน ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 สายการประกอบที่นำมาเป็นกรณีศึกษา ซึ่งประกอบรองเท้าแตะ

หาเวลามาตรฐานการทำงานโดยวิธีจับเวลา (Direct Time Study) จะเริ่มจากการศึกษาขั้นตอนการทำงาน จากนั้นจึงใช้นาฬิกาจับเวลาพนักงานประกอบงาน ซึ่งพนักงานที่จะจับเวลาต้องเป็นพนักงานที่มีประสบการณ์ในการทำงานและผ่านการประเมินจากหัวหน้างานว่าสามารถประกอบงานได้

ขั้นตอนการทำงานและเวลามาตรฐาน จะสรุปให้เห็นตามตารางที่ 4 ซึ่งในการประกอบงานจะประกอบสลับกัน ทั้งข้างซ้ายและข้างขวา คิดเป็นเวลาทำงาน ทั้งหมด 460 นาทีต่อวัน โดยคิดจากเวลาทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน เท่ากับ 8 X 60 = 480 นาทีต่อวัน และทางโรงงานได้จัดให้มีช่วงพักเบรกช่วงเช้า (10.00 นาฬิกา) และช่วงบ่าย (15.00 นาฬิกา) ช่วงละ 10 นาที รวมเป็น 20 นาที นำมาหักจาก 480 นาที ทำให้เหลือเวลาทำงาน 460 นาทีต่อวัน ซึ่งจะนำค่าไปคำนวณหาค่าอัตราการทำงานและค่าต่างๆ ในหัวข้อถัดไป

ตารางที่ 4 เวลามาตรฐานจากการจับเวลา รองเท้าข้างซ้ายและข้างขวา

การศึกษาเวลา (เวลามาตรฐาน)

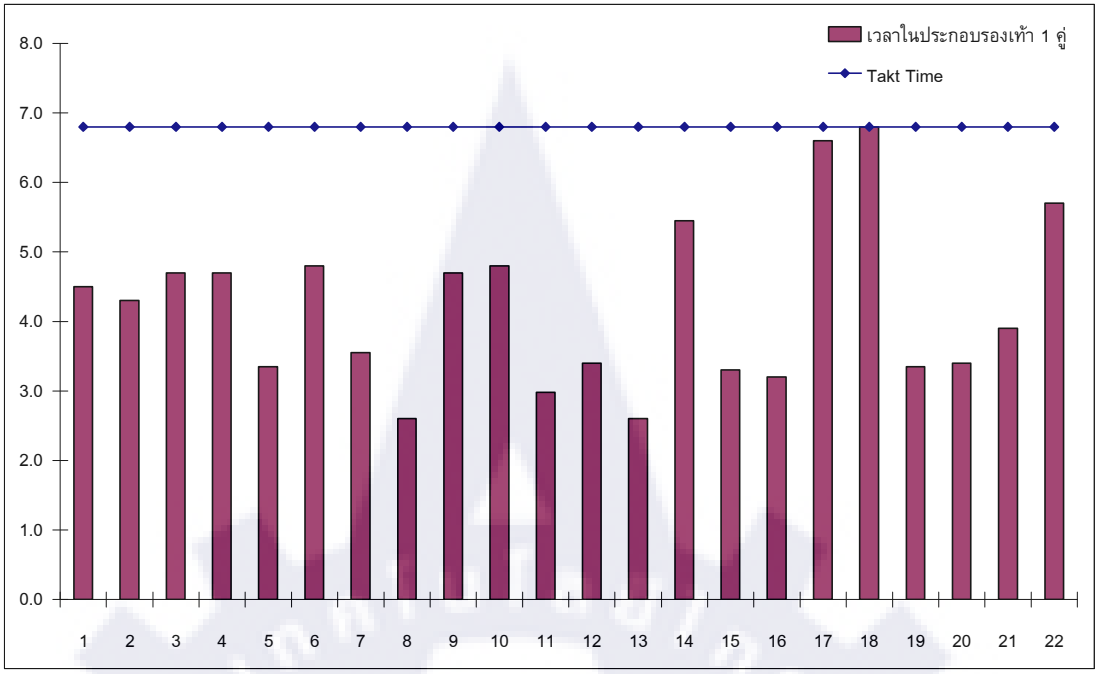
สถานี	ขั้นตอนการประกอบ	OBSERVATION TIME										CT $\bar{x}$	+4%	หมายเหตุ
1	**ประกอบ 1 หูกับพื้นรองเท้า**													
	ประกอบ 1 หูกับพื้นรองเท้าข้างขวา	4	5	5	3	5	4	4	5	4	4	4.3		
	ประกอบ 1 หูกับพื้นรองเท้าข้างซ้าย	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4.4		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**8.7**	**9.0**	
2	**ประกอบ 2 หูกับพื้นรองเท้าข้างขวา**													
	ประกอบ 2 หูกับพื้นรองเท้าข้างขวา	5	4	3	3	4	5	4	4	4	5	4.1		
	ประกอบ 2 หูกับพื้นรองเท้าข้างซ้าย	5	4	3	3	4	5	4	5	4	5	4.2		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**8.3**	**8.6**	
3	เรียงพื้นรองเท้าด้านล่าง													
	เรียงพื้นรองเท้าด้านล่างข้างขวา	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2.3		
	เรียงพื้นรองเท้าด้านล่างข้างซ้าย	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2.2		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**4.5**	**4.7**	
4	ทากาวพื้นรองเท้าด้านล่าง													
	ทากาวพื้นรองเท้าด้านล่างข้างขวา	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2.3		
	ทากาวพื้นรองเท้าด้านล่างข้างซ้าย	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2.2		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**4.5**	**4.7**	
5	ทากาวพื้นด้านบน													
	ทากาวพื้นด้านบนขวา	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3.2		
	ทากาวพื้นด้านบนซ้าย	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3.2		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**6.4**	**6.7**	
6	แบะ 1 หู													
	แบะ 1 หูข้างขวา	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2.2		
	แบะ 1 หูข้างซ้าย	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2.4		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**4.6**	**4.8**	
7	แบะ 2 หู													
	แบะ 2 หูข้างขวา	3	4	3	4	3	4	4	3	4	3	3.4		
	แบะ 2 หู	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3	3.5		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**6.9**	**7.1**	
8	เก็บพื้นรองเท้าด้านล่าง	5	5	6	5	5	4	5	5	5	5	5.0		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**5.0**	**5.2**	

ตารางที่ 4 เวลามาตรฐานจากการจับเวลา รองเท้าข้างซ้ายและข้างขวา (ต่อ)

9	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านบน													
	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านบนขวา	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2.2		
	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านบนซ้าย	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2.3		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**4.5**	**4.7**	
10	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านล่าง													
	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านล่างขวา	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2.2		
	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านล่างซ้าย	3	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2.4		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**4.6**	**4.8**	
11	ประกบพื้นรองเท้าสองด้านติดกัน													
	ประกบพื้นรองเท้าสองด้านติดกันข้างขวา	6	8	6	7	7	8	7	7	8	7	7.1		
	ประกบพื้นรองเท้าสองด้านติดกันข้างซ้าย	6	8	6	8	8	8	7	6	8	7	7.2		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**14.3**	**14.9**	
12	อัดพื้นพื้นรองเท้าสองด้านติดกัน													
	อัดพื้นพื้นรองเท้าสองด้านติดกันข้างขวา	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3.3		
	อัดพื้นพื้นรองเท้าสองด้านติดกันข้างซ้าย	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3.2		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**6.5**	**6.8**	
13	เจียรรอบขอบ													
	เจียรรอบขอบข้างขวา	7	7	8	8	7	8	8	7	8	7	7.5		
	เจียรรอบขอบข้างซ้าย	8	7	8	7	8	8	7	7	8	7	7.5		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**15.0**	**15.6**	
14	เจียรเก็บงาน													
	เจียรเก็บงานข้างขวา	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5.1		
	เจียรเก็บงานข้างซ้าย	6	5	5	5	6	5	6	5	5	6	5.4		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**10.5**	**10.9**	
15	ตรวจสอบครั้งที่ 1	6	6	7	6	6	6	6	7	6	7	6.3		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**6.3**	**6.6**	
16	เป่าลม	3	2	3	3	3	4	3	3	4	3	3.1		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**3.1**	**3.2**	
17	ติดป้ายราคา	6	7	6	7	6	7	6	6	6	6	6.3		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**6.3**	**6.6**	
18	ยัดกระดาษ	6	7	6	8	6	7	6	6	7	6	6.5		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**6.5**	**6.8**	
19	ติดป้ายขนาด	7	6	6	8	6	6	7	6	6	6	6.4		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**6.4**	**6.7**	
20	ตรวจสอบขั้นสุดท้าย	6	6	7	6	6	6	8	6	8	6	6.5		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**6.5**	**6.8**	
21	แพคใส่ถุง	7	8	8	7	7	8	7	8	8	7	7.5		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**7.5**	**7.8**	
22	นับจำนวนวางใส่พาเลท	5	5	6	5	5	7	5	7	5	5	5.5		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**5.5**	**5.7**	
	TOTAL											**152.4**	**158.5**	

ตารางที่ 5 สรุปเวลามาตรฐานจากการจับเวลา รองเท้าข้างซ้ายและข้างขวา

สถานี	ขั้นตอนการประกอบ	เวลาประกอบ (วินาที)	จำนวนพนักงาน (คน)	เวลาประกอบ/จำนวนพนักงาน (วินาที / คน)
1	ประกอบ 1 หูกับพื้นรองเท้า	9.0	2	4.5
2	ประกอบ 2 หูกับพื้นรองเท้าข้างขวา	8.6	2	4.3
3	เรียงพื้นรองเท้าด้านล่าง	4.7	1	4.7
4	ทากาวพื้นรองเท้าด้านล่าง	4.7	1	4.7
5	ทากาวพื้นด้านบน	6.7	2	3.4
6	แบะ 1 หู	4.8	1	4.8
7	แบะ 2 หู	7.1	2	3.6
8	เก็บพื้นรองเท้าด้านล่าง	5.2	2	2.6
9	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านบน	4.7	1	4.7
10	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านล่าง	4.8	1	4.8
11	ประกบพื้นรองเท้าสองด้านติดกัน	14.9	5	3.0
12	อัดพื้นพื้นรองเท้าสองด้านติดกัน	6.8	2	3.4
13	เจียรรอบขอบ	15.6	6	2.6
14	เจียรเก็บงาน	10.9	2	5.5
15	ตรวจสอบครั้งที่ 1	6.6	2	3.3
16	เป่าลม	3.2	1	3.2
17	ติดป้ายราคา	6.6	1	6.6
18	ยัดกระดาษ	6.8	1	6.8
19	ติดป้ายขนาด	6.7	2	3.4
20	ตรวจสอบขั้นสุดท้าย	6.8	2	3.4
21	แพคใส่ถุง	7.8	2	3.9
22	นับจำนวนวางใส่พาเลท	5.7	1	5.7
	ผลเวลารวม	**159.3**	**42**	



สถานี	ขั้นตอนการประกอบ	จำนวนพนักงาน (คน)	เวลาในประกอบรองเท้า 1 คู่
1	ประกอบ 1 หูกับพื้นรองเท้า	2	4.5
2	ประกอบ 2 หูกับพื้นรองเท้าข้างขวา	2	4.3
3	เรียงพื้นรองเท้าด้านล่าง	1	4.7
4	ทากาวพื้นรองเท้าด้านล่าง	1	4.7
5	ทากาวพื้นด้านบน	2	3.8
6	แบะ 1 หู	1	4.8
7	แบะ 2 หู	2	3.6
8	เก็บพื้นรองเท้าด้านล่าง	2	2.6
9	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านบน	1	4.7
10	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านล่าง	1	4.8
11	ประกบพื้นรองเท้าสองด้านติดกัน	5	3.0
12	อัดพื้นพื้นรองเท้าสองด้านติดกัน	2	3.4
13	เจียรรอบขอบ	6	2.6
14	เจียรเก็บงาน	2	5.5
15	ตรวจสอบครั้งที่ 1	2	3.3
16	เป่าลม	1	3.2
17	ติดป้ายราคา	1	6.6
18	ยัดกระดาษ	1	6.8
19	ติดป้ายขนาด	2	3.4
20	ตรวจสอบขั้นสุดท้าย	2	3.4
21	แพคใส่ถุง	2	3.9
22	นับจำนวนวางใส่พาเลท	1	5.7
	ผลเวลารวม	**42**	

รูปที่ 6 แสดงขั้นตอนและเวลามาตรฐานในการประกอบงาน โดยการจับเวลา

จากตารางที่ 5 และรูปที่ 6 สามารถหาเวลามาตรฐานในการทำงานโดยการจับเวลาได้ดังนี้

เวลาทำงานทั้งหมด 460 นาที เกิดการสูญเสียเวลาในการทำงาน 30 นาทีต่อวัน
(การประชุมตอนเช้า = 10 นาทีต่อวัน เปลี่ยนรุ่น = 10 นาทีต่อวัน กิจกรรม 5 ส = 10 นาที)

อัตราการทำงาน (%Operation Rate)	= (เวลาทำงาน-เวลาสูญเสีย) / เวลาทำงาน
	= (460-30) / 460
	= 93.47 %
จำนวนพนักงานที่ประกอบงานทั้งหมด	= 42 คน
รอบเวลาในการปฏิบัติงาน (Cycle Time)	= 6.8 วินาทีต่อคู่ (จากตารางที่ 5)
เวลาในการผลิตต่อคู่ (ผลรวมจากตารางที่ 5)	= 159.3 วินาทีต่อคู่
ความสามารถในการทำงานต่อกะ (Capacity)	= (เวลาทำงาน x อัตราการทำงาน) / รอบเวลา
	= (460*60*93.47%) / 6.8
	= 3794 คู่ต่อกะ
อัตราการสมดุลสายการผลิต (%Balance Rate)	= ผลรวมเวลาทำงาน / (รอบเวลา x สถานีงาน)
	= 159.3 / (6.8 *22)
	= 106.4 %
ประสิทธิผลรวม (Productivity)	= ความสามารถในการทำงานต่อกะ / (จำนวนพนักงาน x จำนวนชั่วโมงทำงาน)
	= 3794 / (42*7.66)
	= 11.8 คู่ต่อคนชั่วโมง

จากการวิเคราะห์หาเวลาโดยการจับเวลา สามารถนำมาเขียนกราฟแสดงเวลาได้ตามรูปที่ 5 ซึ่งจะแสดงจำนวนพนักงานที่ประกอบงานทั้งหมด 42 คน และรอบเวลาในการประกอบงานที่มากที่สุดเท่ากับ 6.8 วินาทีต่อคู่ สามารถผลิตงานได้ 3794 คู่ต่อกะ

3.คำนวนหาจำนวนคนที่ต้องใช้ = ผลรวมรอบเวลา / รอบเวลาการผลิต
= 159.3 / 6.8
= 23.5 คน หรือ 24 คน

4.คำนวนหาประสิทธิผลรวม (Productivity)
ประสิทธิผลรวม (Productivity) = ความสามารถในการทำงานต่อกะ / (จำนวนพนักงาน x จำนวนชั่วโมงทำงาน)
= 3794 / (24 *(460/60)
= 20.6 คู่ต่อคนชั่วโมง

จะเห็นได้ว่า ประสิทธิผลรวมจากการทำงานจริง จากการวิเคราะห์ประสิทธิผลรวมการทำงานที่ได้จากการจับเวลาจริง 11.8 คู่ต่อคนชั่วโมง มีค่าต่ำกว่าประสิทธิผลรวมจากการคำนวน 20.6 คู่ต่อคนชั่วโมง แสดงให้เห็นว่า ประสิทธิผลรวมจากการทำงานจริงน้อยกว่าประสิทธิภาพการคำนวนที่นำมาคิดในปัจจุบัน ซึ่งยังสามารถปรับปรุงประสิทธิผลรวมเพิ่มขึ้นกว่าเดิม

5. เปรียบเทียบประสิทธิผลรวมจากการทำงานจริงและจากการคำนวน

จากการหาเวลามาตรฐานในการทำงานจริงโดยการจับเวลาและจากการคำนวน สามารถเปรียบเทียบกันได้ ตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบระหว่างการจับเวลา (Direct Time Study) และ การคำนวน

รายละเอียด	จับเวลา	วิธีคำนวน
อัตราการทำงาน (Operation Rate)	93.47%	93.47%
จำนวนพนักงาน (คน)	42	24
รอบเวลาในการทำงาน (Cycle Time) (วินาที/คู่)	6.8	6.8
เวลาในการประกอบงาน (Assy Time) (วินาที/คู่)	159.3	159.3
ความสามารถในการผลิต (Capacity) (คู่)	3794	3794
ประสิทธิผล (Productivity) (คู่/(คน*ชั่วโมง))	11.8	20.6

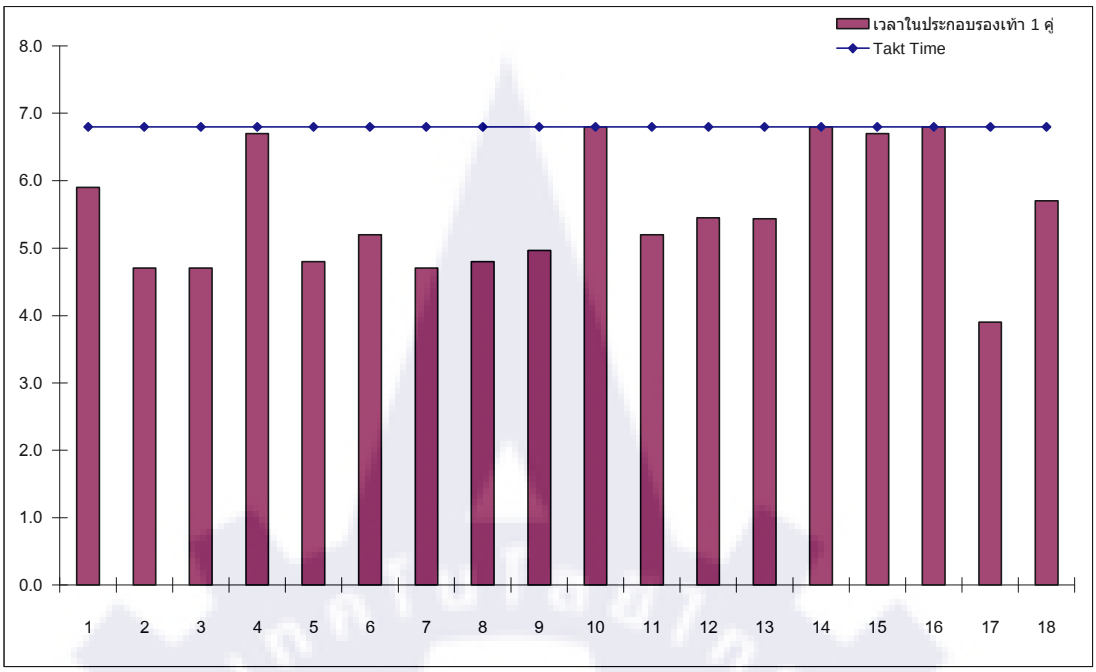
การออกแบบวิธีการที่จะแก้ปัญหา กำหนดแนวทางที่เหมาะสม

จากตารางที่ 6 การเปรียบเทียบเวลามาตรฐานและประสิทธิภาพของพนักงาน จะเห็นว่าประสิทธิผลรวมจากการทำงานจริงที่วิเคราะห์ได้จาก Direct Time Study ค่อนข้างต่ำ ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงต่อโดยนำจำนวนคนที่ได้จากการคำนวน มาทำการปรับสมดุลการผลิต (Line Balance) เพื่อให้มีประสิทธิผลรวมการทำงานที่สูงขึ้น โดยทำการปรับปรุงด้วยหลักการ ECRS

Elimination	การขจัดออก เป็นการขจัดงานหรือขั้นตอนที่ก่อให้เกิดความสูญเปล่า
Combine	การรวมเข้าด้วยกันเป็นการรวมขั้นตอนที่เกี่ยวข้องหรือการปฏิบัติที่คล้ายกัน เป็นขั้นตอนเดียวกัน
Rearrange	การจัดลำดับใหม่ นำข้อมูลมาวิเคราะห์มาจัดลำดับขั้นตอนระบบใหม่
Simplify	การทำให้ง่ายขึ้น ทำให้ขั้นตอนและการทำงานที่สะดวกขึ้น

ตารางที่ 7 สรุปเวลามาตรฐานจากการสมดุลสายการผลิต รองเท้าข้างซ้ายและข้างขวา

สถานี	ขั้นตอนการประกอบ	เวลาประกอบ (วินาที)	จำนวนพนักงาน (คน)	เวลาประกอบ/จำนวนพนักงาน (วินาที / คน)
1	ประกอบ 1 หูกับพื้นรองเท้าประกอบ 2	17.7	3	5.9
2	เรียงพื้นรองเท้าด้านล่าง	4.7	1	4.7
3	ทากาวพื้นรองเท้าด้านล่าง	4.7	1	4.7
4	ทากาวพื้นด้านบน	6.7	1	6.7
5	แบะ 3 หู	9.6	2	4.8
6	เก็บพื้นรองเท้าด้านล่าง	5.2	1	5.2
7	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านบน	4.7	1	4.7
8	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านล่าง	4.8	1	4.8
9	ประกบพื้นรองเท้าสองด้านติดกัน	14.9	3	5.0
10	อัดพื้นพื้นรองเท้าสองด้านติดกัน	6.8	1	6.8
11	เจียรรอบขอบ	15.6	3	5.2
12	เจียรเก็บงาน	10.9	2	5.5
13	ตรวจสอบครั้งที่ 1,เป่าลม,ติดป้ายราคา	16.3	3	5.4
14	ยัดกระดาษ	6.8	1	6.8
15	ติดป้ายขนาด	6.7	1	6.7
16	ตรวจสอบขั้นสุดท้าย	6.8	1	6.8
17	แพคใส่ถุง	7.8	2	3.9
18	นับจำนวนวางใส่พาเลท	5.7	1	5.7
	ผลเวลารวม	**159.3**	**29**	



สถานี	ขั้นตอนการประกอบ	จำนวนพนักงาน (คน)	เวลาในประกอบรองเท้า 1 คู่ (วินาที)
1	ประกอบ 1 หูกับพื้นรองเท้าประกอบ 2 หูกับพื้นรองเท้าข้างขวา	3	5.9
2	เรียงพื้นรองเท้าด้านล่าง	1	4.7
3	ทากาวพื้นรองเท้าด้านล่าง	1	4.7
4	ทากาวพื้นด้านบน	1	6.7
5	แบะ 3 หู	2	4.8
6	เก็บพื้นรองเท้าด้านล่าง	1	5.2
7	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านบน	1	4.7
8	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านล่าง	1	4.8
9	ประกบพื้นรองเท้าสองด้านติดกัน	3	5.0
10	อัดพื้นพื้นรองเท้าสองด้านติดกัน	1	6.8
11	เจียรรอบขอบ	3	5.2
12	เจียรเก็บงาน	2	5.5
13	ตรวจสอบครั้งที่ 1,เป่าลม,ติดป้ายราคา	3	5.4
14	ยัดกระดาษ	1	6.8
15	ติดป้ายขนาด	1	6.7
16	ตรวจสอบขั้นสุดท้าย	1	6.8
17	แพคใส่ถุง	2	3.9
18	นับจำนวนวางใส่พาเลท	1	5.7
	ผลเวลารวม	**29**	

รูปที่ 7 แสดงขั้นตอนและเวลามาตรฐานในการประกอบงาน (หลังการสมดุลสายการผลิต)

อัตราการทำงาน (%Operation Rate) = (เวลาทำงาน-เวลาสูญเสีย) / เวลาทำงาน
= (460-30) / 460
= 93.47 %

จำนวนพนักงานที่ประกอบงานทั้งหมด = 29 คน

รอบเวลาในการปฏิบัติงาน (Cycle Time) = 6.8 วินาทีต่อคู่ (จากตารางที่ 5)

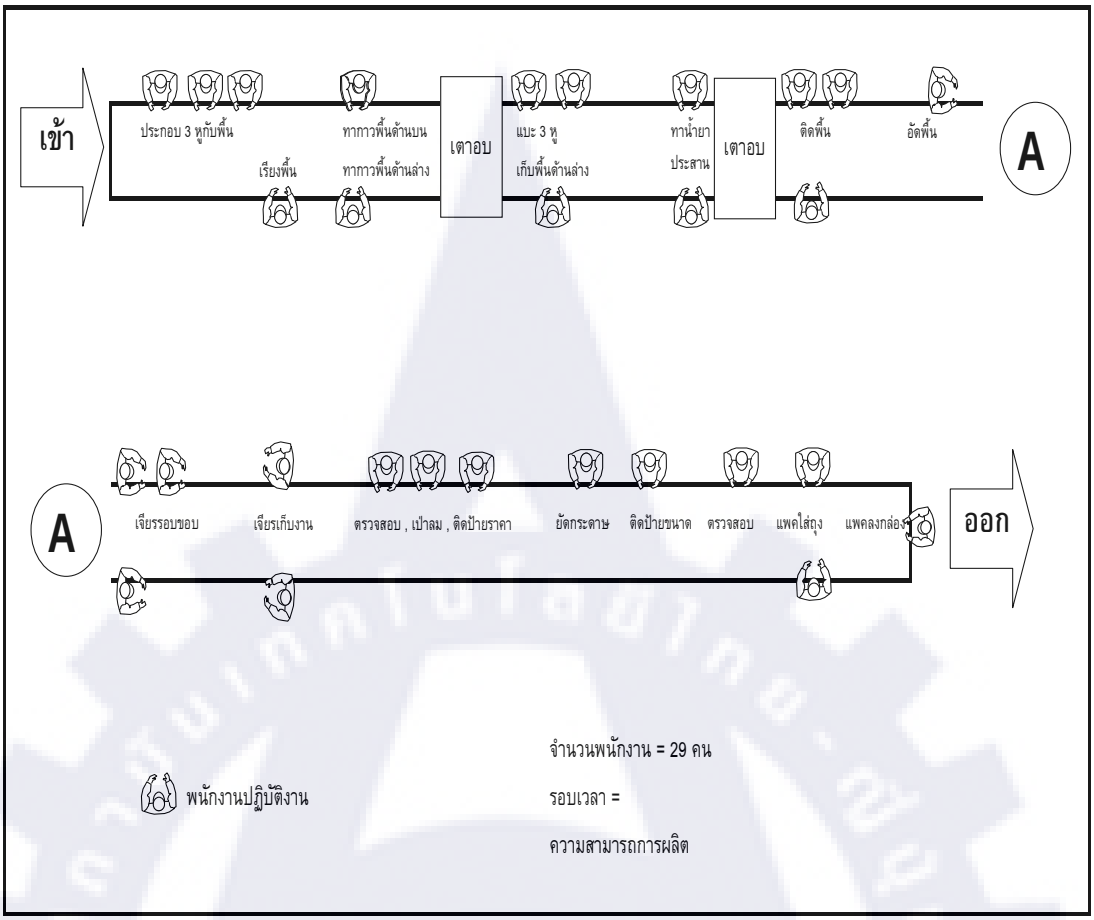
เวลาในการผลิตต่อคู่ (ผลรวมจากตารางที่ 5) = 159.3 วินาทีต่อคู่

ความสามารถในการทำงานต่อกะ (Capacity) = (เวลาทำงาน x อัตราการทำงาน) / รอบเวลา
= (460*60*93.47%) / 6.8
= 3794 คู่ต่อกะ

อัตราการสมดุลสายการผลิต (%Balance Rate) = ผลรวมเวลาทำงาน / (รอบเวลา x สถานีงาน)
= 159.3 / (6.8 *18)
= 130.1 %

ประสิทธิผลรวม (Productivity) = ความสามารถในการทำงานต่อกะ / (จำนวนพนักงาน x จำนวนชั่วโมงทำงาน)
= 3794 / (29*7.66)
= 17.07 คู่ต่อคนชั่วโมง

จากการวิเคราะห์หาจำนวนคนจากการคำนวน และนำมาสมดุลสายการผลิต นำมาเขียนผังกำลังคนได้ตามรูปที่ 8 แสดงจำนวนพนักงานที่ประกอบงาน ทั้งหมด 29 คน และรอบเวลาในการประกอบงานที่มากที่สุด เท่ากับ 6.8 วินาทีต่อคู่ สามารถผลิตงานได้ 3794 คู่ต่อวัน



รูปที่ 8 แสดงผังกำลังคนหลังการปรับปรุงสมดุลสายการผลิต

จากการคำนวณสามารถเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงได้ตามตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังปรับปรุงสมดุลสายการผลิต

รายละเอียด	จับเวลา	หลังปรับปรุง
อัตราการทำงาน (Operation Rate)	93.47%	93.47%
จำนวนพนักงาน (คน)	42	29
รอบเวลาในการทำงาน (Cycle Time) (วินาที/คู่)	6.8	6.8
เวลาในการประกอบงาน (Assy Time) (วินาที/คู่)	159.3	159.3
ความสามารถในการผลิต (Capacity) (คู่)	3794	3794
อัตราการสมดุลย์สายการผลิต (Balance Rate) (%)	106.4%	130.1%
ประสิทธิผล (Productivity) (คู่/(คน*ชั่วโมง))	11.8	17.07

หลังการสมดุลสายการผลิตทำให้สามารถปรับจำนวนพนักงานจาก 42 คน ลงเหลือ 29 คน โดยใช้หลักการ ECRS การขจัดออก (Elimination) การรวมเข้าด้วยกัน (Combine) การจัดลำดับใหม่ (Rearrange) การทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) ทำให้ขั้นตอนและการทำงานที่สะดวกขึ้น โดยมุ่งเน้นเรื่องการรวมกระบวนการ (Combine) และการจัดลำดับใหม่ (Rearrange) เนื่องจากสภาพปัจจุบันพนักงานยืนรองานในหลายกระบวนการ ขั้นตอนและวิธีการสมดุลสายการผลิตตามหลักการดังกล่าวเป็นดังนี้

1. การสมดุลสายการผลิตในกระบวนการที่ 1 ในการจัดสมดุลสายการผลิตโดยการรวมและจัดลำดับใหม่ของกระบวนการที่ 1 และ 2 ของกระบวนการ ซึ่งเดิมก่อนการสมดุลนั้น กระบวนการที่ 1 ใช้พนักงาน 2 คน ประกอบหูที่ 1 ใช้เวลาคนละ 4.5, 4.6 วินาที กระบวนการที่ 2 ประกอบหูที่ 2 และ 3 ใช้พนักงาน 2 คน ใช้เวลาคนละ 4.3, 4.4 วินาที ซึ่งเมื่อพิจรณาจากค่า Maximum Cycle Time (Max.CT) สูงสุด 6.8 วินาที พบว่า Cycle Time (CT) ของกระบวนการเดิมต่ำกว่า 6.8 วินาที แสดงว่า เกิดการรองานของพนักงาน โดยการคำนวณหาได้จากการนำเวลาการทำงานของพนักงานทั้ง 4 คน มารวมกัน (4.5 + 4.6 + 4.3 + 4.4 = 17.7 วินาที) แล้วหารด้วยจำนวนพนักงานทั้งหมด (4 คน) ซึ่งจะได้เวลาในการประกอบต่อพนักงานเท่ากับ 4.43 วินาที/คน (17.7 วินาที / 4 คน) ซึ่งเวลาดังกล่าวต่ำกว่าค่า Maximum Cycle Time (Max.CT) อยู่ถึง 2.37 วินาที ดังนั้นจึงทำการรวมกระบวนการและจัดลำดับงานใหม่ได้จากการรวมเวลาของพนักงานทั้ง 4 คน เท่ากับ 17.7 วินาที นำไปหารกับ Maximum Cycle Time (Max.CT) = 17.7 / 6.8 = 2.6 คน นั่นคือ สามารถปรับจำนวนพนักงานที่เหมาะสม คือ เท่ากับ 3 คน ดังนั้นจึงทำการสมดุลโดยใช้พนักงาน 3 คน โดยเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานเป็นดังนี้

คนที่ 1 ประกอบหูแรก ใช้เวลา 5.9 วินาที คำนวณได้จากการนำค่า Maximum Cycle Time (Max.CT) หารด้วย จำนวนพนักงาน (17.7 วินาที / 3 คน = 5.9 วินาที/คน)

คนที่ 2 ประกอบหูที่ 2 ใช้เวลา 5.9 วินาที

คนที่ 3 ประกอบหูที่ 3 ใช้เวลา 5.9 วินาที

ดังนั้นจากการรวมกระบวนการและการจัดลำดับใหม่สามารถลดพนักงานลงได้จำนวน 1 คน จาก 4 คน เหลือเพียง 3 คน โดยมีค่า Cycle Time (CT) ไม่เกิน 6.8 วินาทีซึ่งเป็นค่า Maximum Cycle Time (Max.CT)

2. การสมดุลสายการผลิตในกระบวนการที่ 5 ในการจัดสมดุลสายการผลิตโดยการรวมและจัดลำดับใหม่ของกระบวนการ ซึ่งเดิมก่อนการสมดุลนั้น กระบวนการที่ 5 ใช้พนักงาน 2 คน ทากาวพื้นด้านบนทั้งข้างซ้ายและขวา ใช้เวลาคนละ 3.35 วินาที รวมเวลาที่พนักงานทั้งสองคนปฏิบัติงานรวมกันแล้ว ใช้เวลาทั้งหมดเพียง 6.7 วินาที ซึ่งเมื่อพิจรณาจากค่า Maximum Cycle Time สูงสุด 6.8 วินาที พบว่า Cycle Time (CT) ของกระบวนการเดิมต่ำกว่า 6.8 วินาที แสดงว่า เราสามารถใช้พนักงานเพียงแค่ 1 คนโดยการปฏิบัติงานของพนักงานไม่เกินค่า Maximum Cycle Time นั่นคือ สามารถปรับลดจำนวนพนักงานที่เหมาะสม คือ เท่ากับ 1 คน

ดังนั้นจึงทำการสมดุล โดยใช้พนักงาน 1 คน ดังนั้นจากการรวมกระบวนการและการจัดลำดับใหม่ สามารถลดพนักงานลงได้จำนวน 1 คน จาก 2 คน เหลือเพียง 1 คนโดยมีค่า Cycle Time (CT) ไม่เกิน 6.8 วินาทีซึ่งเป็นค่า Maximum Cycle Time (Max.CT)

3. การสมดุลสายการผลิตในกระบวนการที่ 1 ในการจัดสมดุลสายการผลิตโดยการรวมและจัดลำดับใหม่ของกระบวนการที่ 6 และ 7 ของกระบวนการ ซึ่งเดิมก่อนการสมดุลนั้นกระบวนการที่ 6 ใช้พนักงาน 1 คน แบะหูหน้าทั้งซ้ายและขวา ใช้เวลา 4.8 วินาที กระบวนการที่ 7 ใช้พนักงาน 2 คน แบะหูหลังทั้งซ้ายและขวา ใช้เวลาคนละ 3.5, 3.6 วินาที ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่า Maximum Cycle Time (Max.CT) สูงสุด 6.8 วินาที พบว่า Cycle Time (CT) ของกระบวนการเดิมต่ำกว่า 6.8 วินาที แสดงว่า เกิดการรองานของพนักงาน โดยการคำนวณหาได้จากการนำเวลาการทำงานของพนักงานทั้ง 3 คน มารวมกัน (4.8 + 3.5 + 3.6 = 11.9 วินาที) แล้วหารด้วยจำนวนพนักงานทั้งหมด (3 คน) ซึ่งจะได้เวลาในการประกอบต่อพนักงานเท่ากับ 3.97 วินาที/คน (11.9 วินาที / 3 คน) ซึ่งเวลาดังกล่าวต่ำกว่าค่า Maximum Cycle Time (Max.CT) อยู่ถึง 2.83 วินาที ดังนั้นจึงทำการรวมกระบวนการและจัดลำดับงานใหม่ได้จากการรวมเวลาของพนักงานทั้ง 3 คน เท่ากับ 11.9 วินาที นำไปหารกับ Maximum Cycle Time (Max.CT) = 11.9 / 6.8 = 1.75 คน นั่นคือ สามารถปรับจำนวนพนักงานที่เหมาะสม คือ เท่ากับ 2 คน ดังนั้นจึงทำการสมดุล โดยใช้พนักงาน 2 คน ดังนั้นจากการรวมกระบวนการและการจัดลำดับใหม่ สามารถลดพนักงานลงได้ จำนวน 1 คน จาก 3 คน เหลือเพียง 2 คน โดยมีค่า Cycle Time (CT) ไม่เกิน 6.8 วินาที ซึ่งเป็นค่า Maximum Cycle Time (Max.CT)

4. การสมดุลสายการผลิตในกระบวนการที่ 11 ในการจัดสมดุลสายการผลิตโดยการรวมและจัดลำดับใหม่ของกระบวนการ ซึ่งเดิมก่อนการสมดุลนั้นกระบวนการที่11 ใช้พนักงาน 5 คน ทำการประกบพื้นด้านบนและด้านล่างเข้าด้วยกันทั้งข้างซ้ายและขวา ใช้เวลาเฉลี่ยคนละ 3 วินาที รวมเวลาที่พนักงานทั้ง 5 คน ปฏิบัติงานรวมกันแล้ว ใช้เวลาทั้งหมดเพียง 14.9 วินาที ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่า Maximum Cycle Time (Max.CT) สูงสุด 6.8 วินาที พบว่า Cycle Time (CT) ของกระบวนการเดิมต่ำกว่า 6.8 วินาที แสดงว่า เกิดการรองานของพนักงาน โดยการคำนวณหาได้จากการนำเวลาการทำงานของพนักงานทั้ง 5 คน (14.9 วินาที) แล้วหารด้วยจำนวนพนักงานทั้งหมด (5 คน) ซึ่งจะได้เวลาในการประกอบต่อพนักงาน เท่ากับ 2.98 วินาที/คน (14.9 วินาที / 5 คน) ซึ่งเวลาดังกล่าวต่ำกว่าค่า Maximum Cycle Time (Max.CT) อยู่ถึง 3.82 วินาที ดังนั้นจึงทำการรวมกระบวนการและจัดลำดับงานใหม่ได้จากการรวมเวลาของพนักงานทั้ง 5 คน เท่ากับ 14.9 วินาที นำไปหารกับ Maximum Cycle Time (Max.CT) = 14.9 / 6.8 = 2.19 คน นั่นคือ สามารถปรับจำนวนพนักงานที่เหมาะสม คือ เท่ากับ 3 คน ดังนั้นจึงทำการสมดุล โดยใช้พนักงาน 3 คน จากการรวมกระบวนการและการจัดลำดับใหม่สามารถลดพนักงานลงได้ จำนวน 2 คน จาก 5 คน เหลือเพียง 3 คน โดยมีค่า Cycle Time (CT) ไม่เกิน 6.8 วินาที ซึ่งเป็นค่า Maximum Cycle Time (Max.CT)

5. การสมดุลสายการผลิตในกระบวนการที่ 12 ในการจัดสมดุลสายการผลิตโดยการรวมและจัดลำดับใหม่ของกระบวนการ ซึ่งเดิมก่อนการสมดุลนั้นกระบวนการที่ 12 ใช้พนักงาน 2 คน ทำการอัดพื้นด้านบนและด้านล่างเข้าด้วยกันทั้งข้างซ้ายและขวา ใช้เวลาเฉลี่ยคนละ 3.4 วินาที รวมเวลาที่พนักงานทั้ง 2 คนปฏิบัติงานรวมกันแล้ว ใช้เวลาทั้งหมด 6.8 วินาที ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่า Maximum Cycle Time (Max.CT) สูงสุด 6.8 วินาที พบว่า Cycle Time (CT) ของกระบวนการเดิมมีค่าเท่ากับ 6.8 วินาที เช่นเดียวกันกับค่า Maximum Cycle Time แสดงว่าเราสามารถใช้พนักงานเพียงแค่ 1 คน โดยการปฏิบัติงานของพนักงานไม่เกินค่า Maximum Cycle Time นั่นคือ สามารถปรับลดจำนวนพนักงานที่เหมาะสม คือ เท่ากับ 1 คน ดังนั้นจึงทำการสมดุล โดยใช้พนักงาน 1 คน ดังนั้นจากการรวมกระบวนการและการจัดลำดับใหม่สามารถลดพนักงานลงได้ จำนวน 1 คน จาก 2 คน เหลือเพียง 1 คน โดยมีค่า Cycle Time (CT) ไม่เกิน 6.8 วินาที ซึ่งเป็นค่า Maximum Cycle Time (Max.CT)

6. การสมดุลสายการผลิตในกระบวนการที่ 13 ในการจัดสมดุลสายการผลิตโดยการรวมและจัดลำดับใหม่ของกระบวนการ ซึ่งเดิมก่อนการสมดุลนั้นกระบวนการที่ 13 ใช้พนักงาน 6 คน ทำการเจียรรอบขอบของพื้นรองเท้าทั้งข้างซ้ายและขวา ใช้เวลาเฉลี่ยคนละ 2.6 วินาที รวมเวลาที่พนักงานทั้ง 6 คนปฏิบัติงานรวมกันแล้ว ใช้เวลาทั้งหมด 15.6 วินาที ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่า Maximum Cycle Time (Max.CT) สูงสุด 6.8 วินาที พบว่า Cycle Time (CT) ของกระบวนการเดิมต่ำกว่า 6.8 วินาที โดยการคำนวณหาได้จากการนำเวลาการทำงานของพนักงานทั้ง 6 คน (15.6 วินาที) แล้วหารด้วยจำนวนพนักงานทั้งหมด (6 คน) ซึ่งจะได้เวลาในการประกอบต่อพนักงาน เท่ากับ 2.6 วินาที/คน (15.6 วินาที / 6 คน) ซึ่งเวลาดังกล่าวต่ำกว่าค่า Maximum Cycle Time (Max.CT) อยู่ถึง 4.2 วินาที ดังนั้นจึงทำการรวมกระบวนการและจัดลำดับงานใหม่ได้จากการรวมเวลาของพนักงานทั้ง 6 คน เท่ากับ 15.6 วินาที นำไปหารกับ Maximum Cycle Time (Max.CT) = 14.9 / 6.8 = 2.29 คน นั่นคือ สามารถปรับจำนวนพนักงานที่เหมาะสม คือ เท่ากับ 3 คน ดังนั้นจึงทำการสมดุล โดยใช้พนักงาน 3 คน จากการรวมกระบวนการและการจัดลำดับใหม่สามารถลดพนักงานลงได้ จำนวน 3 คนจาก 6 คน เหลือเพียง 3 คน โดยมีค่า Cycle Time (CT) ไม่เกิน 6.8 วินาที ซึ่งเป็นค่า Maximum Cycle Time (Max.CT)

7. การสมดุลสายการผลิตในกระบวนการที่ 15, 16, 17 ประกอบด้วย กระบวนการที่ 15 คือ ตรวจสอบขั้นที่ 1 ใช้พนักงาน 2 คน ใช้เวลาคนละ 3.3 วินาที กระบวนการที่ 16 เป่าลม ใช้พนักงาน 1 คน ใช้เวลา 3.2 วินาที กระบวนการที่ 17 ติดป้ายราคา ใช้พนักงาน 1 คน ใช้เวลา 6.6 วินาที ใช้พนักงานทั้งหมด 4 คน ซึ่งเมื่อพิจรณาจากค่า Maximum Cycle Time (Max.CT) สูงสุด 6.8 วินาที พบว่า Cycle Time (CT) ของกระบวนการเดิมต่ำกว่า 6.8 วินาที แสดงว่า เกิดการรองานของพนักงาน โดยการคำนวณหาได้จากการนำเวลาการทำงานของพนักงานทั้ง 4 คน มารวมกัน (3.3 + 3.3 + 3.2 + 6.6 = 16.4 วินาที) แล้วหารด้วยจำนวนพนักงานทั้งหมด (4 คน)

ซึ่งจะได้เวลาในการประกอบต่อพนักงานเท่ากับ 4.1 วินาที/คน (16.4 วินาที / 4 คน) ซึ่งเวลาดังกล่าวต่ำกว่าค่า Maximum Cycle Time (Max.CT) อยู่ถึง 2.7 วินาที ดังนั้นจึงทำการรวมกระบวนการและจัดลำดับงานใหม่ได้จากการรวมเวลาของพนักงานทั้ง 4 คนเท่ากับ 16.4 วินาที นำไปหารกับ Maximum Cycle Time (Max.CT) = 16.4 / 6.8 = 2.41 คน นั่นคือ สามารถปรับจำนวนพนักงานที่เหมาะสม คือ เท่ากับ 3 คน ดังนั้นจึงทำการสมดุล โดยใช้พนักงาน 3 คน โดยเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานเป็นดังนี้

คนที่ 1 ตรวจสอบขั้นแรก ใช้เวลา 5.47 วินาที คำนวณได้จากการนำค่า Maximum Cycle Time (Max.CT) หารด้วย จำนวนพนักงาน (16.4 วินาที / 3 คน = 5.47 วินาที/คน)

คนที่ 2 เป่าลม ใช้เวลา 5.47 วินาที

คนที่ 3 ติดป้ายราคา ใช้เวลา 5.47 วินาที

ดังนั้นจากการรวมกระบวนการและการจัดลำดับใหม่สามารถลดพนักงานลงได้จำนวน 1 คน จาก 4 คน เหลือเพียง 3 คน โดยมีค่า Cycle Time (CT) ไม่เกิน 6.8 วินาที ซึ่งเป็นค่า Maximum Cycle Time (Max.CT) เช่นเดียวกันกับตัวอย่างแรก

8. การสมดุลสายการผลิตในกระบวนการที่ 19 ในการจัดสมดุลสายการผลิตโดยการรวมและจัดลำดับใหม่ของกระบวนการ ซึ่งเดิมก่อนการสมดุลนั้นกระบวนการที่ 19 ใช้พนักงาน 2 คน ทำการติดป้ายขนาด ใช้เวลาเฉลี่ย คนละ 3.4 วินาที รวมเวลาที่พนักงานทั้ง 6 คน ปฏิบัติงานรวมกันแล้ว ใช้เวลาทั้งหมด 6.7 วินาที ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่า Maximum Cycle Time (Max.CT) สูงสุด 6.8 วินาที พบว่า Cycle Time (CT) ของกระบวนการเดิมต่ำกว่า 6.8 วินาที ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่า Maximum Cycle Time (Max.CT) สูงสุด 6.8 วินาที พบว่า Cycle Time (CT) ของกระบวนการเดิมมีค่าเท่ากับ 6.8 วินาที เช่นเดียวกันกับค่า Maximum Cycle Time แสดงว่า เราสามารถใช้พนักงานเพียงแค่ 1 คน โดยการปฏิบัติงานของพนักงานไม่เกินค่า Maximum Cycle Time นั่นคือ สามารถปรับลดจำนวนพนักงานที่เหมาะสม คือ เท่ากับ 1 คน ดังนั้นจึงทำการสมดุลโดยใช้พนักงาน 1 คน ดังนั้นจากการรวมกระบวนการและการจัดลำดับใหม่สามารถลดพนักงานลงได้จำนวน 1 คน จาก 2 คน เหลือเพียง 1 คน โดยมีค่า Cycle Time (CT) ไม่เกิน 6.8 วินาที ซึ่งเป็นค่า Maximum Cycle Time (Max.CT)

9. การสมดุลสายการผลิตในกระบวนการที่ 20 ในการจัดสมดุลสายการผลิตโดยการรวมและจัดลำดับใหม่ของกระบวนการ ซึ่งเดิมก่อนการสมดุลนั้นกระบวนการที่ 20 ใช้พนักงาน 2 คน ทำการตรวจสอบขั้นสุดท้าย ใช้เวลาเฉลี่ย คนละ 3.4 วินาที รวมเวลาที่พนักงานทั้ง 6 คน ปฏิบัติงานรวมกันแล้ว ใช้เวลาทั้งหมด 6.8 วินาที ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่า Maximum Cycle Time (Max.CT) สูงสุด 6.8 วินาที พบว่า Cycle Time (CT) ของกระบวนการเดิมเท่ากับ 6.8 วินาที ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่า Maximum Cycle Time (Max.CT) สูงสุด 6.8 วินาที พบว่า Cycle Time (CT) ของกระบวนการเดิม มีค่าเท่ากับ 6.8 วินาที เช่นเดียวกันกับค่า Maximum Cycle Time แสดงว่า เราสามารถใช้พนักงานเพียงแค่ 1 คน โดยการปฏิบัติงานของพนักงานไม่เกินค่า

Maximum Cycle Time นั่นคือ สามารถปรับลดจำนวนพนักงานที่เหมาะสม คือ เท่ากับ 1 คน ดังนั้นจึงทำการสมดุล โดยใช้พนักงาน 1 คน ดังนั้นจากการรวมกระบวนการและการจัดลำดับใหม่ สามารถลดพนักงานลงได้ จำนวน 1 คน จาก 2 คน เหลือเพียง 1 คน โดยมีค่า Cycle Time (CT) ไม่เกิน 6.8 วินาที ซึ่งเป็นค่า Maximum Cycle Time (Max.CT)

ดังนั้นจากการพิจารณากระบวนการทั้งหมด พบว่า สามารถรวมกันได้ตามหลักการ ECRS นั้น เวลาไม่เกินรอบเวลาการผลิตที่กำหนด ดังนั้นหลังการปรับปรุงสมดุลสายการผลิต ทำให้สามารถลดสถานีปฏิบัติงานได้ 4 สถานี คือ จากเดิมมีสถานีทั้งหมด 22 สถานี ลดลงเหลือ 18 สถานี และลดพนักงานได้ 13 คน จากเดิมมีพนักงานในกระบวนการทั้งหมด 42 คน ลดลงเหลือ 29 คน ซึ่งจะนำค่าที่ปรับปรุงนี้ไปสรุปผลและข้อเสนอแนะในบทต่อไป

บทที่ 4
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิเคราะห์

จากผลการศึกษา การหาเวลามาตรฐานโดยใช้ Direct Time Study เพื่อนำมาปรับสมดุลการผลิตและตั้งค่าเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานให้กับโรงงานรองเท้าที่ทำกรณีศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาและเสนอแนะให้กับทางผู้บริหารของโรงงานรองเท้าแห่งนี้ โดยชี้ให้เห็นถึงข้อมูลที่แท้จริงที่ควรจะเป็นทั้งในเรื่องเวลาปฏิบัติงานที่เหมาะสมที่สุดของพนักงานในแต่ละกระบวนการใดๆก็แล้วแต่ซึ่งไม่ทำให้เกิดการรองาน จำนวนกระบวนการที่เหมาะสมเมื่อเทียบกับการทำงานเดิม ซึ่งทั้งนี้ได้ยึดถือความต้องการของลูกค้าเพื่อนำมาใช้คิดเป็นความสามารถในการผลิตได้ตามจำนวนรองเท้าที่ลูกค้าต้องการ จำนวนพนักงานในสายการผลิตที่แท้จริงหรือที่ควรจะเป็น อัตราการสมดุลการผลิตที่พัฒนาให้ดีขึ้น ประสิทธิผลที่เพิ่มขึ้นซึ่งจะอธิบายถึงตัวเลขและสิ่งที่พัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างไรในหัวข้อถัดไป โดยได้ผลตามที่แสดงดังนี้

ตารางที่ 9 สรุปผลประสิทธิภาพหลังการนำวิธี Direct Time Study มาวิเคราะห์เวลามาตรฐาน

รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
อัตราการทำงาน (Operation Rate)	93.47%	93.47%
จำนวนพนักงาน (คน)	42	29
รอบเวลาในการทำงาน (Cycle time) (วินาที/คู่)	6.8	6.8
เวลาในการประกอบงาน (Assy time)(วินาที/คู่)	159.3	159.3
ความสามารถในการผลิต (Capacity) (คู่)	3794	3794
อัตราการสมดุลสายการผลิต (Balance Rate) (%)	106.4%	130.1%
ประสิทธิผล (Productivity) (คู่/(คน*ชั่วโมง.)	11.8	17.07

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่า เมื่อนำวิธี Direct Time Study มาใช้ในการหาเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานและนำไปปรับสมดุลสายการผลิต ทำให้ประสิทธิภาพการสมดุลสายการผลิตเพิ่มขึ้น 23.7% ลดพนักงานในการผลิตได้ 13 คน สามารถผลิตงานได้เท่ากัน คือ วันละ 3,794 คู่ และการนำวิธี Direct Time Study มาวิเคราะห์เวลามาตรฐานในการทำงานในการประกอบรองเท้านั้น ช่วยให้เห็นประสิทธิภาพการงานได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และยังง่ายต่อการนำไปปรับปรุงต่อ

จากการศึกษาเบื้องต้น จะแสดงให้เห็นความแตกต่างของการนำวิธี Direct Time Study เข้ามาใช้ในการหาเวลามาตรฐานในการทำงานและการปรับสมดุลการผลิต จากเดิมที่ไม่มีการหาเวลามาตรฐานในการทำงานใดๆ ดังจะแสดงให้เห็นดังนี้

ข้อดี

วิธี Direct Time Study จะแสดงขั้นตอนการทำงานที่ละเอียดและจะชี้ให้เห็นถึงการเคลื่อนไหวของพนักงานซึ่งอาจทำให้เกิดความเมื่อยล้าได้

ข้อเสีย

คนที่จะมาทำการวิเคราะห์แบบ Direct Time Study นั้น ต้องผ่านการเรียนรู้และเข้าใจขั้นตอนการทำงาน และต้องใช้เวลาในการเรียนรู้ ซึ่งวิธี Direct Time Study นั้นถือเป็น Industrial Engineering Technique ที่ต้องใช้เวลาในการเรียนรู้และความเข้าใจ

จากที่ได้กล่าวข้างต้นถึงการทำสารนิพนธ์ครั้งนี้ ได้ทำกรณีศึกษาจากโรงงานรองเท้าแห่งนี้ และได้ทำการเสนอแนะถึงผลดี ผลเสีย ที่จะได้รับจากการปรับปรุงตามขั้นตอนการปฏิบัติ แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นจะต้องขึ้นอยู่กับผู้บริหารโรงงานรองเท้าแห่งนี้ในการตัดสินใจที่จะทำตามข้อเสนอที่ได้ทำการศึกษาจากข้อมูลจริง ซึ่งก็เป็นเรื่องที่ผู้บริหารจะต้องนำข้อมูลทุกด้านเพื่อมาประกอบการตัดสินใจซึ่งอาจจะกระทบหรือเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมขององค์กรได้ หรืออาจเกิดการต่อต้านจากคนงานที่ถูกผลกระทบโดยตรงจากการตัดสินใจปรับเปลี่ยนตามรายละเอียดที่ได้ทำการเสนอ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ เรื่องของการลดจำนวนพนักงานลงจากเดิมที่เคยมีจำนวนที่มากกว่าที่ควรจะเป็นก็จริง แต่ปัญหานี้จะสามารถส่งผลไปถึงขวัญและกำลังใจ การร่วมมือร่วมใจ การเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกันของพนักงานที่ทำงานทั้งหมด ซึ่งปัญหาเหล่านี้มักจะเกิดกับผู้ประกอบการในระดับ เอส เอ็ม อี ทั้งหลาย เพราะพนักงานทั้งหมดในโรงงานคุ้นเคยและยอมรับกับการปฏิบัติงานในสภาพการทำงานเดิมๆ เป็นการบอกต่อกันแบบรุ่นต่อรุ่น สิ่งเหล่านี้เอง จึงเป็นเรื่องที่ยากลำบากในการตัดสินใจของผู้บริหารโรงงานรองเท้าแห่งนี้ ซึ่งหากตัดสินใจจะทำตามข้อเสนอแนะนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับกิจการและธุรกิจแล้ว ก็จะต้องให้เกิดผลกระทบและความขัดแย้งของพนักงานให้น้อยที่สุด

เสนอแนะแนวทางใหม่

สามารถปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในสายการผลิตอื่นๆในโรงงานโดยใช้วิธีการหาเวลามาตรฐานแบบ Direct Time Study นี้ไปประยุกต์ใช่ได้ต่อไป

ประโยชน์ที่ได้จากการทำสารนิพนธ์

ได้เรียนรู้วิธีการหาเวลามาตรฐานและสามารถใช้ได้จริงกับการทำงานในสายงานที่ทำสารนิพนธ์ ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการประกอบรองเท้า ลดการเคลื่อนไหวของพนักงานและลดการทำงานที่ไม่จำเป็นลงได้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

จารุพงษ์ บรรเทา. (2547). **การจัดตารางการผลิต : กรณีศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์.** วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). นครราชสีมา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล.

เด่นชาย บำรุงเกาะ. (2548). **การจัดตารางการผลิตแบบงานตามสั่ง : กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์.** วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). นครราชสีมา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล.

ไพรัตน์ ต่ายใหญ่เที่ยง. (2539). **การจัดตารางการผลิตสินค้าตามใบสั่งซื้อในบริษัทผลิตเฟอร์นิเจอร์.** วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

มาโนช ริทินโยม. (2545). **การจัดตารางการผลิตสำหรับระบบ Flow Shop กรณีศึกษากระบวนการผลิตกระสอบสานพลาสติก.** วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). นครราชสีมา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล.

เมธัส หีบเงิน. (2549). **การพัฒนาประสิทธิภาพในการผลิตโดยการปรับปรุงกระบวนการผลิต กรณีศึกษา : โรงงานทำตู้น้ำเย็น**. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคณะ. (2524). **การศึกษาการทำงาน.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศรันยา อุดมศรี. (2547). **การจัดตารางการผลิตสำหรับระบบการผลิตแบบไหลเลื่อนที่ไม่มีบัฟเฟอร์ โดยวิธีฮิวริสติก กรณีศึกษา : โรงงานประกอบรถยนต์**. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เหมันต์ วิเศษสิงห์. (2552). **การสมดุลสายการผลิตโดยเทคนิค Maynard Operation Sequence Technique (MOST).** สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

อัจฉรา วัฒนานนท์. (2542). **การวิเคราะห์มาตรฐานการทำงานการผลิตฝาสูบยานยนต์**. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุดมรัศม์ หลายชูไทย. (2523). **การจัดตารางการผลิตสำหรับโรงพิมพ์บรรจุภัณฑ์**. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
ตารางแสดงมาตรฐานในการทำงานจากการจับเวลา

ตารางที่ 1 แสดงเวลามาตรฐานในการทำงานจากการจับเวลา

สถานี	ขั้นตอนการประกอบ	OBSERVATION TIME										CT $\bar{x}$	+4%	หมายเหตุ
1	**ประกอบ 1 หูกับพื้นรองเท้า**													
	ประกอบ 1 หูกับพื้นรองเท้าข้างขวา	4	5	5	3	5	4	4	5	4	4	4.3		
	ประกอบ 1 หูกับพื้นรองเท้าข้างซ้าย	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4.4		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**8.7**	**9.0**	
2	**ประกอบ 2 หูกับพื้นรองเท้าข้างขวา**													
	ประกอบ 2 หูกับพื้นรองเท้าข้างขวา	5	4	3	3	4	5	4	4	4	5	4.1		
	ประกอบ 2 หูกับพื้นรองเท้าข้างซ้าย	5	4	3	3	4	5	4	5	4	5	4.2		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**8.3**	**8.6**	
3	เรียงพื้นรองเท้าด้านล่าง													
	เรียงพื้นรองเท้าด้านล่างข้างขวา	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2.3		
	เรียงพื้นรองเท้าด้านล่างข้างซ้าย	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2.2		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**4.5**	**4.7**	
4	ทากาวพื้นรองเท้าด้านล่าง													
	ทากาวพื้นรองเท้าด้านล่างข้างขวา	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2.3		
	ทากาวพื้นรองเท้าด้านล่างข้างซ้าย	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2.2		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**4.5**	**4.7**	
5	ทากาวพื้นด้านบน													
	ทากาวพื้นด้านบนขวา	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3.2		
	ทากาวพื้นด้านบนซ้าย	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3.2		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**6.4**	**6.7**	
6	แบะ 1 หู													
	แบะ 1 หูข้างขวา	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2.2		
	แบะ 1 หูข้างซ้าย	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	2.4		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**4.6**	**4.8**	
7	แบะ 2 หู													
	แบะ 2 หูข้างขวา	3	4	3	4	3	4	4	3	4	3	3.4		
	แบะ 2 หู	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3	3.5		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**6.9**	**7.1**	
8	เก็บพื้นรองเท้าด้านล่าง	5	5	6	5	5	4	5	5	5	5	5.0		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**5.0**	**5.2**	
9	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านบน													
	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านบนขวา	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2.2		
	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านบนซ้าย	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2.3		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**4.5**	**4.7**	
10	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านล่าง													
	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านล่างขวา	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2.2		
	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านล่างซ้าย	3	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2.4		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**4.6**	**4.8**	
11	ประกบพื้นรองเท้าสองด้านติดกัน													
	ประกบพื้นรองเท้าสองด้านติดกันข้างขวา	6	8	6	7	7	8	7	7	8	7	7.1		
	ประกบพื้นรองเท้าสองด้านติดกันข้างซ้าย	6	8	6	8	8	8	7	6	8	7	7.2		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**14.3**	**14.9**	

ตารางที่ 1 แสดงเวลามาตรฐานในการทำงานจากการจับเวลา (ต่อ)

12	อัดพื้นพื้นรองเท้าสองด้านติดกัน													
	อัดพื้นพื้นรองเท้าสองด้านติดกันข้างขวา	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3.3		
	อัดพื้นพื้นรองเท้าสองด้านติดกันข้างซ้าย	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3.2		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**6.5**	**6.8**	
13	เจียรรอบขอบ													
	เจียรรอบขอบข้างขวา	7	7	8	8	7	8	8	7	8	7	7.5		
	เจียรรอบขอบข้างซ้าย	8	7	8	7	8	8	7	7	8	7	7.5		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**15.0**	**15.6**	
14	เจียรเก็บงาน													
	เจียรเก็บงานข้างขวา	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5.1		
	เจียรเก็บงานข้างซ้าย	6	5	5	5	6	5	6	5	5	6	5.4		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**10.5**	**10.9**	
15	ตรวจสอบครั้งที่ 1	6	6	7	6	6	6	6	7	6	7	6.3		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**6.3**	**6.6**	
16	เป่าลม	3	2	3	3	3	4	3	3	4	3	3.1		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**3.1**	**3.2**	
17	ติดป้ายราคา	6	7	6	7	6	7	6	6	6	6	6.3		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**6.3**	**6.6**	
18	ยัดกระดาษ	6	7	6	8	6	7	6	6	7	6	6.5		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**6.5**	**6.8**	
19	ติดป้ายขนาด	7	6	6	8	6	6	7	6	6	6	6.4		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**6.4**	**6.7**	
20	ตรวจสอบขั้นสุดท้าย	6	6	7	6	6	6	8	6	8	6	6.5		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**6.5**	**6.8**	
21	แพคใส่ถุง	7	8	8	7	7	8	7	8	8	7	7.5		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**7.5**	**7.8**	
22	นับจำนวนวางใส่พาเลท	5	5	6	5	5	7	5	7	5	5	5.5		
	รอบเวลารวม (Total Cycle Time)											**5.5**	**5.7**	
	TOTAL											**152.4**	**158.5**	

ภาคผนวก ข.
ตารางแสดงการไหลของกระบวนการ

ตารางที่ 1 แสดงการไหลของกระบวนการ

กระบวนการประกอบรองเท้าก่อนปรับปรุง

สัญลักษณ์/ความหมาย		สภาพปัจจุบัน	
		จำนวน	เวลา
○	การปฏิบัติงาน การผลิต การเตรียมงาน	18	132.4
⇨	การเดินทาง การเคลื่อนที่ การเคลื่อนไหว		
D	การรอคอย การรอระหว่างปฏิบัติงาน		
□	การตรวจสอบ การตรวจรับ การตรวจทาน	3	19.1
▽	การจัดเก็บ	1	7.8

กระบวนการ	กิจกรรม	สัญลักษณ์					เวลา/กระบวนการ (วินาที)
		○	⇨	D	□	▽	
1	ประกอบ 1 หูกับพื้นรองเท้า	●					9.0
2	ประกอบ 2 หูกับพื้นรองเท้าข้างขวา	●					8.6
3	เรียงพื้นรองเท้าด้านล่าง	●					4.7
4	ทากาวพื้นรองเท้าด้านล่าง	●					4.7
5	ทากาวพื้นด้านบน	●					6.7
6	แบะ 1 หู	●					4.8
7	แบะ 2 หู	●					7.1
8	เก็บพื้นรองเท้าด้านล่าง	●					5.2
9	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านบน	●					4.7
10	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านล่าง	●					4.8
11	ประกบพื้นรองเท้าสองด้านติดกัน	●					14.9
12	อัดพื้นพื้นรองเท้าสองด้านติดกัน	●					6.8
13	เจียรรอบขอบ	●					15.6
14	เจียรเก็บงาน	●					10.9
15	ตรวจสอบครั้งที่ 1				●		6.6
16	เป่าลม	●					3.2
17	ติดป้ายราคา	●					6.6
18	ยัดกระดาษ	●					6.8
19	ติดป้ายขนาด	●					6.7
20	ตรวจสอบขั้นสุดท้าย				●		6.8
21	แพคใส่ถุง					●	7.8
22	นับจำนวนวางใส่พาเลท				●		5.7
	รวมกิจกรรม	18			3	1	159.3

ตารางที่ 1 แสดงการไหลของกระบวนการ (ต่อ)

ชื่อกระบวนการ

กระบวนการประกอบรองเท้าหลังปรับปรุง

สัญลักษณ์/ความหมาย		สภาพปัจจุบัน		หลังการปรับปรุง	
		จำนวน	เวลา	จำนวน	เวลา
○	การปฏิบัติงาน การผลิต การเตรียมงาน	18	132.4	15	139
⇨	การเดินทาง การเคลื่อนที่ การเคลื่อนไหว				
D	การรอคอย การรอระหว่างปฏิบัติงาน				
□	การตรวจสอบ การตรวจรับ การตรวจทาน	3	19.1	2	12.5
▽	การจัดเก็บ	1	7.8	1	7.8

กระบวนการ	กิจกรรม	สัญลักษณ์ ○	⇨	D	□	▽	เวลา/กระบวนการ (วินาที)
1	ประกอบ 1 หูกับพื้นรองเท้าประกอบ 2 หูกับพื้นรองเท้าข้างขวา	●					17.7
2	เรียงพื้นรองเท้าด้านล่าง	●					4.7
3	ทากาวพื้นรองเท้าด้านล่าง	●					4.7
4	ทากาวพื้นด้านบน	●					6.7
5	แบะ 3 หู	●					9.6
6	เก็บพื้นรองเท้าด้านล่าง	●					5.2
7	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านบน	●					4.7
8	ทาน้ำยาประสานพื้นรองเท้าด้านล่าง	●					4.8
9	ประกบพื้นรองเท้าสองด้านติดกัน	●					14.9
10	อัดพื้นพื้นรองเท้าสองด้านติดกัน	●					6.8
11	เจียรรอบขอบ	●					15.6
12	เจียรเก็บงาน	●					10.9
13	ตรวจสอบครั้งที่ 1,เป่าลม,ติดป้ายราคา	●					16.3
14	ยัดกระดาษ	●					6.8
15	ติดป้ายขนาด	●					6.7
16	ตรวจสอบขั้นสุดท้าย				●		6.8
17	แพคใส่ถุง					●	7.8
18	นับจำนวนวางใส่พาเลท				●		5.7
	รวมกิจกรรม	15			2	1	159.3

ภาคผนวก ค.
รูปตัวอย่างของรองเท้าที่ทำการผลิต

รูปที่ 1 สินค้ารองเท้าแตะที่ผลิตเสร็จพร้อมจำหน่าย

รูปที่ 2 สินค้ารองเท้าแตะที่ผลิตเสร็จพร้อมจำหน่าย (ต่อ)

ภาคผนวก ง.
รูปตัวอย่างสายการประกอบรองเท้า

รูปที่ 1 การประกอบรองเท้า ในกระบวนการทากาวพื้น

รูปที่ 2 การประกอบรองเท้า ในกระบวนการใส่หู

รูปที่ 3 การประกอบรองเท้า ในกระบวนการทากาวและประกบพื้น

รูปที่ 4 การประกอบรองเท้า ในกระบวนการเจียรพื้น