ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการวิศวกรรม)

ปริญญา

การจัดการวิศวกรรม — **สาขา**

วิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา — **คณะ**

เรื่อง การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบดึงในอุตสาหกรรมผลิตเพลาขับ

Application of Pull System in Axle Industry

นามผู้วิจัย นางสาวมนัสนันท์ พูลสอน

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิรางค์ กลั่นคำสอน, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์ศิริชัย วัฒนาโสภณ, วศ.ด.)

ประธานสาขาวิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิรางค์ กลั่นคำสอน, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบดึงในอุตสาหกรรมผลิตเพลาขับ

Application of Pull System in Axle Industry

โดย

นางสาวมนัสนันท์ พูลสอน

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการวิศวกรรม)
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มนัสนันท์ พูลสอน 2557: การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบดึงในอุตสาหกรรมผลิตเพลาขับ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการวิศวกรรม) สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สิรางค์ กลั่นคำสอน, Ph.D. 141 หน้า

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประยุกต์ระบบการผลิตแบบดึงมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเพลาขับ ซึ่งการศึกษาจะทำการออกแบบกัมบังการผลิตและหาปัจจัยที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของจำนวนกัมบังการผลิต ขั้นตอนการคำนวณระบบกัมบังในอุตสาหกรรมผลิตเพลาขับประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) คำนวณความต้องการเฉลี่ยของลูกค้า 2) คำนวณเวลาการทำงานของฝ่ายผลิต 3) คำนวณรอบการหมุนเวียนกัมบัง และ 4) คำนวณจำนวนกัมบัง คลังสินค้าสำรองและคลังสินค้าปลอดภัย นอกจากนี้ยังได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบังในระบบโดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย ปัจจัยด้านความต้องการของลูกค้า ปัจจัยด้านประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ปัจจัยด้านปริมาณชิ้นงานในคลังสินค้าปลอดภัย และ ปัจจัยด้านมาตรฐานการบรรจุภัณฑ์

ผลจากการนำกัมบังมาใช้ในการเบิกจ่ายวัตถุดิบและชิ้นส่วนพบว่า สามารถลดจำนวนสินค้าคงคลังขาดแคลนลงได้และจำนวนชิ้นงานรอระหว่างกระบวนการลดลง จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบังในระบบโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า ปัจจัยด้านความต้องการของลูกค้า ปัจจัยด้านประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ปัจจัยด้านปริมาณชิ้นงานในคลังสินค้าปลอดภัย และ ปัจจัยด้านมาตรฐานการบรรจุภัณฑ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบังในการผลิต

_____ _____ __ /____ /__

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Manussanun Phoolsorn 2014: Application of Pull System in Axle Industry. Master of Engineering (Engineering Management), Major Field: Engineering Management, Faculty of Engineering Si Racha. Thesis Advisor: Assistant Professor Sirang Klankamsorn. Ph.D. 141 pages.

The objective of this thesis is to study the application of pull system for axle industry. The study is to design the production kanban and to determine the factors affecting to the change of production kanban number. The steps of kanban calculation for axle industry comprise with 1) calculate the average customer demand 2) calculate working time of production department 3) calculate the kanban turnover and 4) calculate the kanban number , buffer stock and safety stock . In addition, the factors affecting to the change the production Kanban number are studied in which the factors compose of customer demand, Overall Equipment Effectiveness, number of safety stock and packaging standard.

The result of applying the kanban to withdraw the raw material and part is that the number of inventory shortage and number of work-in-process are reduced. The result from the study of factors affecting to the change of production kanban number by using the Analysis of Varience shows that the customer demand, Overall Equipment Effectiveness, number of safety stock and packaging standard have the impact on the chamge of production kanban number.

_____ _____ __ /___ /__

Student's Signature Thesis Advisor's Signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานวิทยานินพธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จด้วยดีตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ผู้วิทยานิพนธ์ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ดร. สิรางค์ กลั่นคำสอน ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้แนวคิดและคำแนะนำในการดำเนินงานวิทยานิพนธ์ตลอดจนแก้ไขปัญหาต่างๆ อันเป็นประโยชน์จนกระทั่งการดำเนินงานวิทยานิพนธ์นี้ได้ลุล่วงผ่านไปได้ด้วยดี

ผู้วิทยานิพนธ์ขอขอบคุณ บริษัท อเมริกัน แอ๊คเซิล แอนด์ แมนูเฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ที่กรุณาเอื้อเฟื้อให้ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับระบบการผลิตเพลาขับและระบบดึงอีกทั้งยังสนันสนุนการดำเนินงานครั้งนี้เป็นอย่างดี และขอบพระคุณบุคคากรภายในบริษัท อเมริกัน แอ๊คเซิล แอนด์ แมนูเฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัดซึ่งให้โอกาสทำการศึกษากระบวนการผลิตชิ้นงานเพลาขับ และผู้บริหาร บริษัท อเมริกัน แอ๊คเซิล แอนด์ แมนูเฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้โอกาสไปศึกษาดูงานเกี่ยวกับการปรับปรุงโรงงานในด้านของลีน เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์เข้ากับวิทยานิพน์ฉบับนี้

มนัสนันท์ พูลสอน

มิถุนายน 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำย่อ	(6)
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	5
การตรวจเอกสาร	60
อุปกรณ์และวิธีการ	60
อุปกรณ์	60
วิธีการ	61
ผลและวิจารณ์	112
ผล	112
วิจารณ์	132
สรุปและข้อเสนอแนะ	137
สรุป	137
ข้อเสนอแนะ	138
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	139
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	141

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รูปแบบการแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel	53
2	ตาราง FG Shortage สำหรับสินค้า Rear 1 PC	76
3	ตาราง FG Shortage สำหรับสินค้า Rear 2 PC	77
4	ตาราง FG Shortage สำหรับสินค้า Front Aux	78
5	สินค้าคงคลังขาดแคลนสะสม	79
6	จำนวนชิ้นงานที่มีอยู่ในสายการผลิตแต่ละสถานีงาน	80
7	คำนวณความต้องการของลูกค้าที่ใช้ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง	95
8	คำนวณประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในการผลิตชิ้นงาน ใช้ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง	95
9	ปัจจัยด้านความต้องการของลูกค้าเทียบกับจำนวนกัมบังที่เปลี่ยนแปลง	97
10	ปัจจัยด้านประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเทียบกับจำนวนกัมบังที่เปลี่ยนแปลง	98
11	ปัจจัยด้านปริมาณการสินค้าคงคลังปลอดภัยเทียบกับจำนวนกัมบังที่เปลี่ยนแปลง	99
12	ปัจจัยด้านมาตรฐานบรรจุภัณฑ์เทียบกับจำนวนกัมบังที่เปลี่ยนแปลง	100
13	ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร	106
14	ปัจจัยและระดับประชากรที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรอบการหมุนเวียนกัมบัง	108
15	ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรอบการหมุนเวียนกัมบัง	109
16	แสดงความต้องการเฉลี่ยต่อวันของลูกค้า	114
17	ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร โดยปราศจากการเปลี่ยนรุ่นในแต่ละกะ	116
18	ผลการวิเคราะห์เวลาการทำงานของฝ่ายผลิต	117
19	คำนวณรอบการหมุนเวียนกัมบัง (Every part every interval หรือ EPEI)	118
20	คำนวณจำนวนกัมบัง คลังสินค้าสำรองและคลังสินค้าปลอดภัย	120

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	ผลการทดสอบปัจจัยด้านความต้องการของลูกค้า	122
22	ผลการทดสอบปัจจัยด้านประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร(OEE)	123
23	ผลการทดสอบปัจจัยด้านปริมาณสินค้าคงคลังปลอดภัย (Safety Stock)	124
24	ผลการทดสอบปัจจัยด้านมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ (Standard Packing)	125
25	ผลการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร	127
26	ผลการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรอบการหมุนเวียนกัมบัง	130
27	เปรียบเทียบจำนวนสินค้าคงคลังขาดแคลนและต้นทุนจากสินค้าคงคลังขาดแคลนในแต่ละระบบการวางแผนผลิต	132
28	การคำนวณต้นทุนจากงานระหว่างผลิตในกระบวนการของระบบกัมบัง	133
29	เปรียบเทียบต้นทุนจากงานระหว่างกระบวนการทั้งรูปแบบการผลิต	134

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	องค์ประกอบรูปแบบการผลิตแบบโตโยต้า	8
2	กระบวนการผลิตสินค้าและบริการ	17
3	แนวคิดของระบบลีน	20
4	วิหารองค์ประกอบของลีน	23
5	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการจัดทำแผนภาพ	32
6	หลักการทำงานของกัมบังควบคุมการผลิต	37
7	ตัวอย่างกราฟ Normality Probability Plot	54
8	ตัวอย่างกราฟ Independence	55
9	ตัวอย่างกราฟ Homoscedasticty	55
10	ตำแหน่งของเพลาขับเฉพาะรถยนต์ประเภทส่วนบุคคล	62
11	เพลาขับเฉพาะรถยนต์ประเภทส่วนบุคคลทั้ง 3 รุ่น	63
12	ส่วนประกอบของเพลาขับรุ่น Front Prop Shaft One Piece CVJ	63
13	ส่วนประกอบของเพลาขับรุ่น Rear Prop Shaft One Piece	64
14	ส่วนประกอบของเพลาขับรุ่น Rear Prop Shaft Two Piece	64
15	เครื่องเชื่อม MIAB	65
16	ชิ้นงานที่มีการฉีดพลาสติกแบบWith cup	66
17	เครื่องตรวจสอบสมดุล	66
18	ลำดับการกระบวนการไหลของชิ้นงานบนสายพานลำเลียง	67
19	การประกอบของ Tube prop และ Weld yoke ของรุ่น Rear 1 PC	68
20	ชิ้นงานที่มีการฉีดพลาสติกแบบPre-shot	69
21	ชิ้นงานที่มีการฉีดพลาสติกแบบ Attach Pre-shot	69
22	การประกอบของท่อนด้านหน้าและท่อนด้านหลังของรุ่น Rear 2 PC	71
23	ชิ้นงานท่อนด้านหน้าที่ผ่านกระบวนการอัด Bearing ASM และ Snap Cap	71

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	การประกอบระหว่างส่วนของท่อนด้านหน้าและท่อนด้านหลัง	72
25	การไหลของกระบวนการผลิต Front Aux	73
26	การไหลของกระบวนการผลิต Rear 1 PC	73
27	การไหลของกระบวนการผลิต Rear 2 PC	74
28	แสดงตำแหน่งของระบบดึงตรงการวางแผนรายวัน (Daily planning)	82
29	บอร์ดกัมบังสั่งผลิต	83
30	ช่องใส่กัมบังสั่งผลิต	84
31	การจัดเก็บเพลาขับรถยนต์ 1 รุ่น	89
32	การติดกัมบังบนรถขนถ่ายชิ้นงาน	89
33	การเชื่อมโยงคำนวณจำนวนกัมบัง คลังสินค้าสำรองและคลังสินค้าปลอดภัย	90
34	การเชื่อมโยงในการคำนวณจำนวนระดับกัมบัง	93
35	การวางแผนกำลังคนในการผลิตแบบที่ 1	103
36	การวางแผนกำลังคนในการผลิตแบบที่ 2	104
37	การวางแผนกำลังคนในการผลิตแบบที่ 3	105
38	กราฟ Individual value ของความต้องการของลูกค้าเทียบกับการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง	123
39	กราฟ Individual value ของOEEเทียบกับการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง	124
40	กราฟ Individual value ของปริมาณสินค้าคงคลังปลอดภัยเทียบกับการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง	125
41	กราฟ Individual value ของมาตรฐานบรรจุภัณฑ์เทียบกับการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง	126
42	กราฟ Residual Plots สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าOEE	128
43	กราฟ Residual Plots สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรอบการหมุนเวียนกัมบัง	131

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

VSM	=	Value stream Mapping
OEE	=	Overall Equipment Effectiveness
EPEI	=	Every Part Every Interval

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบดึงในอุตสาหกรรมผลิตเพลาขับ

Application of Pull System in Axle Industry

คำนำ

จากวิกฤตการณ์เศรษฐกิจในปัจจุบัน อุตสาหกรรมการผลิตในองค์กรจะประสบความสำเร็จจะต้องคำนึงถึงการแข่งขันที่สูงมากขึ้นในอุตสาหกรรมทุกประเภท ส่วนแบ่งการตลาดและการสร้างกำไรให้แก่องค์กร ได้แก่ ต้นทุนการผลิต คุณภาพ และเวลา ทางผู้ประกอบการจึงจำเป็นต้องมีการจัดการการผลิต เพื่อที่จะนำไปสู่เป้าหมายอันได้แก่ ต้นทุนที่ต่ำ คุณภาพสูง และระยะเวลานำสั้น (Lead time) ซึ่งระบบการผลิตแบบดึง (Pull System) นั้นสามารถนำไปใช้ปรับปรุงสถานประกอบการให้มีประสิทธิภาพในการผลิตมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการไหลของงานและข้อมูลรวมไปถึงการใช้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรอย่างเต็มที่

การดำเนินงานที่สำคัญของการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบดึงในอุตสาหกรรมผลิตเพลาขับนี้ คือหาแนวทางลดปัญหาที่เกิดจากการวางแผนผลิตที่ไม่ได้ประสิทธิภาพ และซึ่งยังส่งผลต่อต้นทุนที่สูงขึ้น ระยะเวลาในการผลิตสินค้าที่ยาวนานขึ้น รวมไปถึงความพึงพอใจของลูกค้าที่ได้สินค้าคุณภาพที่ดี ตรงเวลา ซึ่งปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิทยานิพนธ์จะใช้แนวคิดระบบการผลิตแบบลีนมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและความเหมาะสมสูงสุด

ในงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะนำเสนอลำดับขั้นตอนการในการวางแผนการผลิตแบบระบบดึง และรวบรวมขั้นตอนการคำนวณระบบกัมบังโดยนำไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมผลิตเพลาขับ ซึ่งกรณีศึกษาผู้ผลิตที่ผลิตเพลาขับรถยนต์ได้มีการผลิตชิ้นงานหลักๆ ด้วยกัน 3 รุ่น คือรุ่นFront AUX รุ่น Rear 1 PC และ รุ่น Rear 2 PC ซึ่งปัจจุบันสายการผลิตยังไม่มีการใช้ระบบดึงเข้ามาประยุกต์ใช้จึงทำให้เกิดปัญหาในด้านต้นทุนการจัดเก็บวัตถุดิบ การมีสินค้าคงคลังมากเกินไป ผลการวัดประสิทธิภาพของเครื่องจักรโดยรวมต่ำ ซึ่งปัจจุบันวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรวัดได้เพียงร้อยละ 56 ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงมีแนวคิดจะนำระบบดึงเข้ามาประยุกต์ใช้ในการผลิตเพลาขับ เพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นและยังเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนการผลิตให้ดีขึ้น โดยปัจจัยที่เป็นตัวชี้วัดผลสำเร็จคือ ปริมาณวัตถุดิบในสายการผลิตที่ลดลง ลดเวลารอคอยในกระบวนผลิต สินค้าคงคลังขาดแคลนสะสมลดลง ต้นทุนจากการจัดเก็บที่ลดลง อีกทั้งทราบถึง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบังการผลิตในระบบ โดยจะทำการออกแบบกัมบังการผลิตและหาปัจจัยที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของจำนวนกัมบังการผลิต ขั้นตอนการคำนวณระบบกัมบังในอุตสาหกรรมผลิตเพลาขับประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) คำนวณความต้องการเฉลี่ยของลูกค้า 2) คำนวณเวลาการทำงานของฝ่ายผลิต 3) คำนวณรอบการหมุนเวียนกัมบัง และ 4) คำนวณจำนวนกัมบัง คลังสินค้าสำรองและคลังสินค้าปลอดภัย โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทราบถึงปัญหาที่แท้จริงที่จะเกิดขึ้นกับการใช้ระบบกัมบัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบดึงในอุตสาหกรรมผลิตเพลาขับ เพื่อลดปัญหาด้านต้นทุนการผลิต ด้านการวางแผนผลิต รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการวางแผนการผลิตที่เหมาะสม อีกทั้งยังเพิ่มความพึงพอใจให้กับลูกค้า

ขอบเขตของการทำวิจัย

งานวิทยานิพนธ์นี้การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบดึงในอุตสาหกรรมผลิตเพลาขับ ซึ่งมีขอบเขตงานวิทยานิพนธ์ดังนี้

1. ข้อมูลการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบดึงในอุตสาหกรรมผลิตเพลาขับนี้ใช้ข้อมูลพื้นฐานจากบริษัท อเมริกัน แอ๊คเซิล แมนูเฟคเจอร์ริ่ง (ประเทศไทย)

2. ข้อมูลต่างๆ ที่แสดงในงานวิทยานิพนธ์ครั้งนี้เป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากฐานข้อมูลการผลิตในปี พ. ศ 2013

3. งานวิทยานิพนธ์นี้ มุ่งเน้นการประยุกต์และปรับปรุงการผลิตแบบลีน ในสายการผลิตเพลาขับเท่านั้น

4. การประยุกต์ระบบดึงถูกปรับปรุงขึ้นให้สอดคล้องกับบริษัท อเมริกัน แอ๊คเซิล แมนูเฟคเจอร์ริ่ง (ประเทศไทย)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดต้นทุนจากการวางแผนการผลิตเพลาขับได้ ลดเวลาการรอคอยการผลิต ลดพื้นที่ในการจัดเก็บคลังสินค้า

2. มีระบบการวางแผนการผลิตที่ชัดเจน สื่อสารเข้าใจง่าย และง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้ ในสายการผลิตอื่นต่อไป

3. เพิ่มความพึงพอใจให้กับลูกค้า ในเวลาในการส่งมอบที่ตรงเวลา

4. ทราบถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการสั่งผลิตแบบกัมบังการผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

ทฎษฎีเกี่ยวกับระบบการผลิตแบบโตโยต้า

ระบบการผลิตแบบลีน (Lean Production) หรือระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System: TPS) คือ การบริหารจัดการด้านเวลาและการทำงานโดยลดความสูญเปล่า ลดช่วงเวลานำ โดยการกำจัดทุกสิ่งที่ไม่มีคุณค่าเพิ่มในตัวผลิตภัณฑ์ ยึดหลักการผลิตโดยไม่มีของเหลือ ซึ่งในกรณีของโตโยต้า คือ การผลิตมากเกินไป การผลิตสินค้าหลายชนิดที่ต้องการแล้วเก็บไว้ จนกลายเป็นสินค้าคงคลัง แต่เมื่อทำความเข้าใจระบบการผลิต หาสิ่งที่ไม่เกิดคุณค่า และกำจัดออกไปแล้ว ส่งผลให้ระบบการไหลของงานดีขึ้น นอกจากผลิตงานทันเวลาพอดี (Just in time) แล้วยังสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้เป็นอย่างดี

ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT) มีหลากหลายวิธีการที่จะสามารถใช้ประโยชน์จากการส่งสัญญาณการดึง เช่น การใช้การ์ดกัมบัง ภาชนะบรรจุสินค้าที่เป็นมาตรฐาน พื้นที่ในสายการผลิต และการส่งสัญญาณการเติมเต็มด้วยโทรสาร อีเมล์ รวมถึงการแลกเปลี่ยนเอกสารทางธุรกิจด้วยวิธีอิเล็กทรอนิกส์ โดยอาศัยมาตรฐานกลาง (Electronic Data Interchange :EDI)ไปยัง ผู้จัดส่งวัตถุดิบ ซึ่งวิธีการเหล่านี้ มีลักษณะที่คล้ายกัน ประการแรก การส่งสัญญาณการเติมเต็มจะเป็นเสมือนตัวแทนที่อนุญาตให้เริ่มการผลิต ประการที่สอง การผลิตจะไม่เริ่มขึ้นหากไม่มีความต้องการของลูกค้า ประการที่สาม การส่งสัญญาณการเติมเต็มจะช่วยควบคุมปริมาณงานระหว่างกระบวนการที่ยอมรับกันในระบบห่วงโซ่อุปทาน ประการที่สี่ จำนวนคัมบังที่มีอยู่ในระบบจะเป็นตัวกำหนดปริมาณของงานระหว่างกระบวนการ ซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมความผันแปรของระยะเวลาในการได้รับสินค้านับจากวันที่สั่ง ประการที่ห้า งานเสียจะไม่อนุญาตให้ส่งไปยังสถานีงานถัดไป หากพบงานเสียจะต้องหยุด และร่วมมือในการหาทางแก้ไขทันที ประการที่หก ในกระบวนการทำงานมีการจัดลำดับก่อนหลัง (FIFO) ไม่เป็นเพียงการจัดคนเข้าทำงานในแต่ละหน่วยของเซลล์ทำงาน แต่รวมถึงการเคลื่อนย้ายพัสดุ และการตรวจนับอัตราการหมุนเวียนของสินค้าคงเหลือที่มีความสำคัญเช่นเดียวกับอัตราหมุนเวียนทางการเงินของสินค้า โดยมีกฎในการจัดการกัมบังที่พอสรุปได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. สัญญาณการเติมเต็ม (EDI) กัมบังจะเป็นสิ่งที่อนุญาตให้เริ่มการผลิต

2. การทำงานจะไม่เริ่มขึ้นโดยปราศจากความต้องการของลูกค้า

3. กัมบังจะเป็นตัวควบคุมจำนวนงานที่อนุญาตให้มีได้ในกระบวนการ

4. จำนวนกัมบังจะช่วยในการควบคุมระยะเวลาในการได้รับสินค้านับจากวันที่สั่งไปถึง การบริหารจัดการเรื่องการจัดลำดับงาน

5. ไม่มีการส่งงานเสียออกไป

6. การจัดลำดับก่อน-หลัง (FIFO) ของพัสดุ

กัมบังสามารถสร้างขึ้นได้ในระหว่างสถานีงานแต่ละสถานี ระหว่างสถานีงานกับจุดใช้งาน (Point-of-use) แต่ละสถานที่ ระหว่างเซลล์และคลังสินค้าส่วนกลาง ระหว่างเซลล์ประกอบชิ้นส่วนและเซลล์ที่มีการผลิตหลายๆ วัสดุรวมกัน ซึ่งแต่ละส่วนจะมีความสัมพันธ์ต่อกันมีความเป็นเจ้าของในการแจกจ่าย ไปตามสถานที่ ขนาด จำนวน ความรับผิดชอบ อายุในการจัดเก็บ และน้ำหนัก เป็นต้น กัมบังของการดึงวัสดุ แบ่งออกเป็น 2 ชนิดได้แก่ ภายในองค์กรไปยังเซลล์ และภายนอกองค์กรไปยังเซลล์ โดยแต่ละส่วนจะมีความสัมพันธ์กับเซลล์การผลิตและวัตถุประสงค์โดยรวมของการส่งสัญญาณคัมบัง

1. องค์ประกอบของการระบบการผลิตแบบโตโยต้า

สาเหตุที่ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้าไม่สำเร็จเนื่องมากจากความรู้ของพนักงานเกี่ยวกับระบบโตโยต้ามีไม่เท่ากัน เพื่อให้พนักงานมีความเข้าใจในระบบการผลิตที่ตรงกัน จำเป็นต้องให้ความรู้และความร่วมมือกันทุกฝ่าย เพื่อให้เกิดความกระจ่างในการผลิต จึงได้มีการศึกษาค้นคว้าที่สถานที่จริงเป็นเวลานานจนกระทั่งได้ผลลัพท์ดังนี้

1.1 สร้างขั้นตอนการผลิตที่ไหลไปเรื่อยๆ

1.2 สร้าง Takt time (แทกไทม์) ของจำนวนการผลิตที่จำเป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 การผลิตแบบดึงจากกระบวนการในสายการผลิต

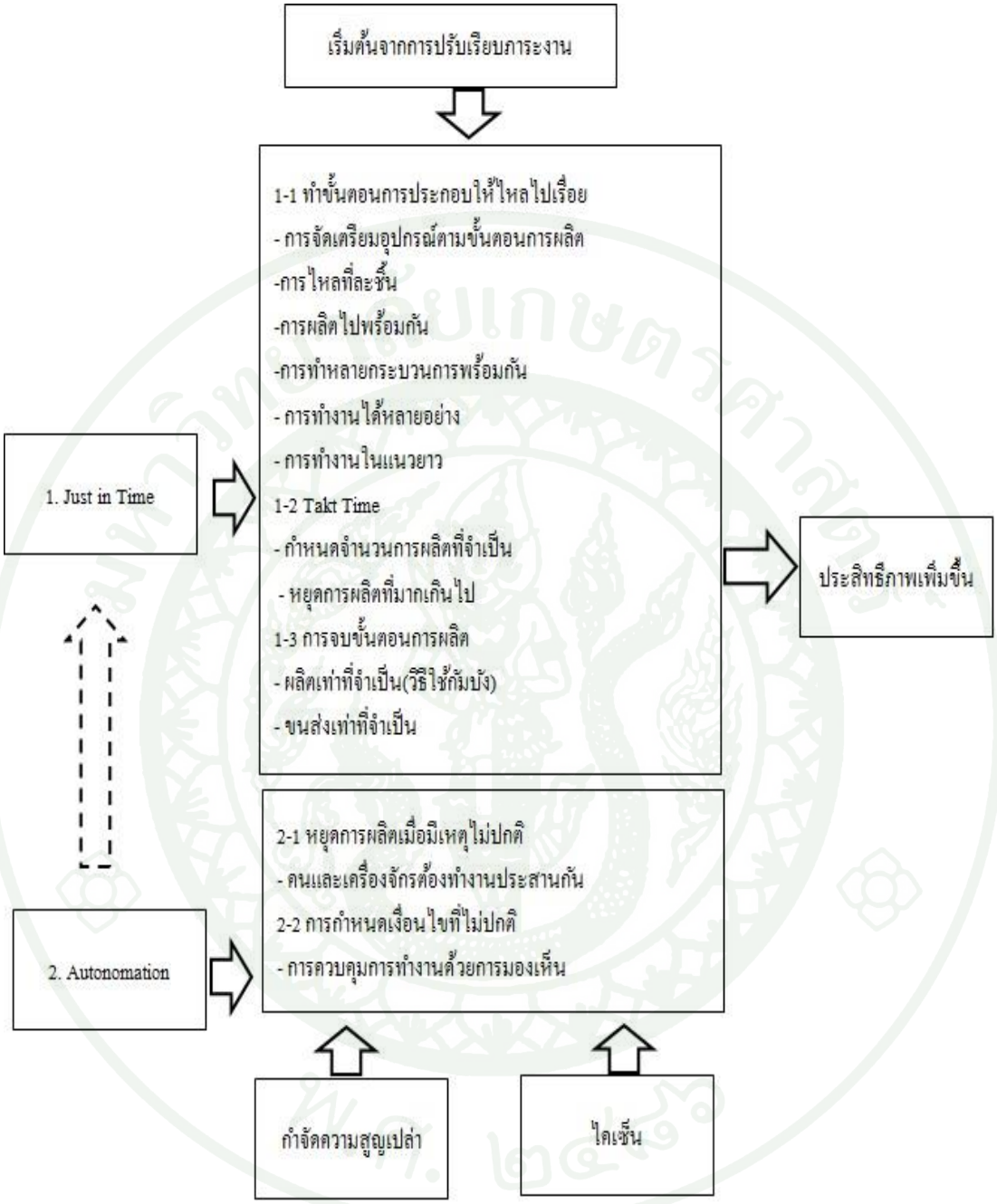
คำว่า Takt time ในระบบการผลิตแบบโตโยต้านับว่ามีความสำคัญมากในการขับเคลื่อนระบบการผลิตแบบ Just in time ซึ่งมีที่มาดังนี้

Takt time = (เวลาของการทำงานแต่ละวัน) / (จำนวนเวลาที่ต้องทำในแต่ละวัน)

ส่วนคำว่าระบบ Autonomation หมายถึง เมื่อมีเหตุการณ์ผิดปกติเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตต้องตัดสินใจหยุดสายเองได้ คำนี้เป็นคำที่สร้างขึ้นมาใหม่มีความหมายว่าเป็นการทำงานอย่างอัตโนมัติที่คิดเองได้อย่างคน ซึ่งหมายความว่าเครื่องจักรทำงานอย่างอัตโนมัติด้วยตัวเอง ในตอนแรกเป้าหมายของการผลิตแบบระบบโตโยต้าคือการเพิ่มผลผลิตโดยรวม นั่นคือสายการผลิตทั้งหมดของโรงงาน ผลที่ได้ตามมาในด้านการผลิตคือ คน สิ่งของ รวมทั้งข้อมูลข่าวสารที่เป็นประโยชน์ในด้านการบริหารงานจะต้องได้รับการปรับปรุงเพิ่มคุณค่า โดยไม่ให้เกิดความสูญเปล่า

สำหรับขั้นตอนการผลิตในระบบการผลิตแบบโตโยต้าจะเป็นแบบการไหลไปเรื่อยๆ ถ้าหากคำนึงถึงแต่วิธีการวางแผนขั้นตอนการทำงานอยู่ ก็จะมีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่มีผลงานออกมาโดยไม่ครอบคลุมทั่วถึงทั้งโรงงาน ดังนั้นการทำให้โรงงาน ทั้งหมดผลิตแบบไหลจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งและด้วยการปรับปรุงที่หน้างานทำให้ประสิทธิภาพของโรงงานเปลี่ยนแปลงไป ผลผลิตจึงเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดแบบเลี่ยงไม่ได้ ส่วนขั้นตอนการผลิตแบบไหลไปเรื่อยๆ ก็จะเป็นการไหลแบบรวดเร็วและประหยัด ขั้นตอนการผลิตนี้ตั้งเป้าหมายแบบไม่ก่อให้เกิดความสูญเปล่า ดังนั้นหากตั้งใจที่จะทำการผลิตแบบกำจัดความสุญเปล่าอย่างแท้จริง ก็จะสามารถวางแผนลดต้นทุนการผลิตได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 องค์ประกอบรูปแบบการผลิตแบบโตโยต้า

ที่มา: ไชยยันต์ (2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. แนวความคิดของการไหลอย่างมีระเบียบ

ในสภาพความเป็นจริงไม่สามารถผลิตงานได้สมบูรณ์แบบที่สุด ต้องมีปัญหาเกิดขึ้นข้อใดข้อหนึ่ง ในการผลิตให้ไหลอย่างมีระเบียบนั้น ชิ้นงานที่ถูกส่งสลับข้ามไปมาในกระบวนการผลิตและมีการไหลที่สับสนซึ่งเราเรียกว่า การไหลสับสน จะถูกจัดระเบียบใหม่ ให้มีการไหลที่ราบรื่นขึ้น ซึ่งจำนวนชิ้นงานที่จะไหลในแต่ละสายการผลิตจะมีกี่ชิ้นก็ได้ โดยแยกตามชนิดของชิ้นงาน หากโรงงานไม่ได้มีการเตรียมการไว้ก่อน การจะเปลี่ยนให้การผลิตแบบเดิมมาเป็นแบบไหลอย่างมีระเบียบนั้นค่อนข้างลำบาก และมักจะมีอุปสรรคค่อนข้างมาก เช่น บางคนอาจจะคิดว่าโรงงานของตนเป็นโรงงานผลิตรถยนต์ซึ่งมีชิ้นส่วนประกอบตั้งมากมาย คำสั่งผลิตก็ไม่สม่ำเสมอ ไม่สามารถทำเฮจุงขะหรือการปรับเรียบภาระการผลิตได้ ลักษณะการผลิตของรถแต่ละแบบก็แตกต่างกันมากด้วย แต่สำหรับงานวิทยานิพนธ์นี้กลับเห็นว่า ขอแต่เพียงทำให้โรงงานแห่งนี้มีกระบวนการผลิตที่ใกล้เคียงกับภาพในอุดมคติได้มากที่สุดก็เพียงพอแล้ว

เริ่มจากการแบ่งหน่วยผลิตย่อยๆ ออกไปตามชนิดของชิ้นงานและจัดกลุ่มกระบวนการผลิตใหม่ หลังจากกำหนดภาพรวมได้แล้ว ก็ต้องมาดูสภาพของกระบวนการผลิตจะเป็นอย่างไร และเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาในการผลิตแบบไหลอย่างเป็นระเบียบ ก็จะต้องมีการทำรายละเอียดของกระบวนการผลิต สภาพการติดตั้งเครื่องจักร และข้อจำกัดต่างๆก่อน โดยหัวข้อที่จะต้องตรวจสอบดังรายการข้างล่างนี้

1. รายการของชิ้นงานที่ต้องการผลิต หมายเลขชิ้นงาน ปริมาณการผลิตต่อเดือน ปริมาณการผลิตต่อวัน

2. สถานะของคำสั่งการผลิตในปัจจุบัน และต้องมองทะลุไปถึงการเคลื่อนย้ายชิ้นงานที่เสร็จแล้วด้วย

3. จัดระเบียบแผ่นวิเคราะห์ (Process Chart) ของการไหลของกระบวนการผลิต

4. จัดให้มี Flowchart หรือแผนผังการไหลของการจัดการเครื่องจักร จำนวนประสิทธิภาพความสามารถในการผลิต และแบบของการผลิต การจัดวางห้องต่างๆ ในโรงงานและที่ตั้งเครื่องจักร รวมทั้งการจัดการ ของและคน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ลักษณะเฉพาะของผลผลิต เช่น คำสั่งซื้อแต่ละชิ้นงาน สินค้าที่ขึ้นอยู่กับฤดูกาล ข้อจำกัดในด้านต่างๆและสถานที่ตั้งโรงงาน

6. ข้อจำกัดทางด้านเทคนิคของโรงงาน ข้อจำกัดด้านความสามารถในการบริหาร และข้อจำกัดในด้านการจัดการกระบวนการผลิต

7. สภาพดำเนินงาน ความปลอดภัย ปัญหาสภาพแวดล้อม ปัญหาแรงงาน และข้อกำหนดทางกฎหมาย

เมื่อการตรวจสอบในหัวข้อต่างๆ ข้างต้นสำเร็จเสร็จสมบูรณ์แล้ว ก็เริ่มวางแผนว่าจะให้มีกี่กระบวนการที่ต้องการให้มีการไหล สุดท้ายก็กำหนดจำนวนสายการผลิตให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมปัจจุบันของโรงงานให้มากที่สุด และเพื่อที่จะให้กระบวนการผลิตสามารถไหลอย่างมีระเบียบได้ควรจะต้องทำตามลำดับขั้นตอนดังนี้

2.1 คำนึงถึงสภาพของชนิดรายการชิ้นงานที่ต้องผลิต ปริมาณการผลิต และการไหลของกระบวนการผลิต เช่น การประมาณการจำนวนที่ต้องการของชนิดของชิ้นงานในแต่ละสายผลิต และจดบันทึกลงในกระดาษบันทึกการทำงาน

2.2 ตรวจสอบประสิทธิภาพและจำนวนของเครื่องจักรที่ต้องใช้ในการผลิต ตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานและเส้นทางการผลิต การดำเนินการผลิต และสภาพการดำเนินการผลิต จากนั้นตรวจสอบด้วยว่าสถานการณ์ที่เห็นจะต้องจัดให้มีกี่ชนิด และกี่ชิ้นงานลงในแต่ละสายการผลิต ซึ่งต้องคำนึงถึงชิ้นงานที่มีสภาพการผลิตที่เหมือนกัน หรือมีชนิดที่คล้ายกันก็ควรจะจัดไว้ในสายผลิตเดียวกัน และคำนึงถึงลักษณะ และจำนวนของสายการผลิตด้วย

2.3 กำหนดชนิดของชิ้นงานลงในแต่ละสายผลิต หากมีสายผลิตเป็นจำนวนมาก ก็ต้องการจัดการการผลิตของชิ้นงานที่ต้องการ โดยเรียงลำดับตามปริมาณที่ต้องการของชิ้นงานนั้นๆ

2.4 ต้องพิจารณาถึงจำนวนของชิ้นงานด้วย ชิ้นงานชนิดไหนที่มีปริมาณการผลิตมากก็ต้องจัดเอาไว้กับสายผลิตที่รับเท่านั้น ส่วนชิ้นงานที่ผลิตจำนวนน้อยๆก็รวบรวมเอาชนิดที่คล้ายกันมาอยู่บนสายการผลิตเดียวกันหรือสายผสม สำหรับชนิดที่ผลิตน้อย ชนิดที่มีจำนวนจำกัด สินค้าชนิดพิเศษ รวมทั้งสินค้าตัวอย่าง และสินค้าทดลองที่ผลิตไม่มากเหล่านี้ หากนำไปผลิตในสายที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลิตเป็นจำนวนมากแล้วจะต้องเสียเวลาในการปรับเปลี่ยนขั้นตอนมาก รบกวนการผลิตสินค้าหลัก การส่งชิ้นส่วน และผู้ที่ปฏิบัติงานในสายก็จะต้องเสียเวลาไปโดยเปล่าประโยชน์ เกิดการผลิตไม่ตรงตามกำหนดเวลา รวมไปถึงได้ผลผลิตไม่ตรงตามเป้าหมายด้วย สิ่งเหล่านี้สามารถที่จะป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นได้ด้วยการจัดให้มีสายผลิตแบบพิเศษเกิดขึ้น

2.5 หลังจากได้สายผลิตตามแนวคิดแล้ว ก็ทำการจัดวางตำแหน่งเครื่องจักร ส่งมักจะเกิดความไม่เพียงพอของเครื่องจักรอยู่เสมอ อย่างไรก็ตามการรักษาจำนวนสายผลิตเอาไว้ถือเป็นเรื่องสำคัญ ดังนั้นหากสามารถหาเครื่องจักรมาเสริมในส่วนที่ขาดหายไปก็จะเป็นสิ่งที่ดีที่สุด ถ้าเป็นไปได้เครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่โตใช้พื้นที่มาก ก็ควรจะเปลี่ยนเป็นเครื่องจักรขนาดเล็กหลายๆ ตัวที่ทำงานต่อเนื่องกันไปจะดีกว่า

2.6 หลังการปรับแต่งโครงสร้างของสายผลิตเรียบร้อยแล้วให้เตรียมแผนผังการวางตำแหน่ง Layout และ Process Chart

3. การดำเนินงานอย่างเป็นระบบ

เป้าหมายของระบบการผลิตแบบโตโยต้าก็คือการเพิ่มประสิทธิภาพซึ่งหมายถึงประสิทธิภาพของสายผลิตทั้งหมด โรงงานทั้งโรงงาน และบริษัททั้งบริษัท ซึ่งรูปแบบการผลิตที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด ก็คือ การผลิตแบบ Just in Time และ Autonomation โดยที่มีการผลิตแบบไหลเป็นจุดศูนย์กลาง

ดังนั้นการปฏิบัติตามระบบการผลิตแบบโตโยต้าอย่างจริงจังก็คือ การทำให้สายการผลิตทั้งหมดไหลไปเรื่อยๆนั้นเอง การทำให้สายการผลิตไหล ไปเรื่อยๆ ต้องเริ่มตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบไปจนกระทั่งการบรรจุหีบห่อหลังกระบวนการผลิตเสร็จสมบูรณ์ โดยไม่คำนึงถึงว่ามีการกำหนดระยะเวลาการผลิตไว้เท่าไหร่ สิ่งสำคัญก็คือทั้งระบบต้องไม่มีการติดขัดเกิดขึ้นในขณะที่ระบบกำลังไหล ไปเรื่อยๆ หากมีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้นที่จะรบกวนการไหลของการผลิตก็จะต้องมีการจำกัดสิ่งเหล่านั้นออกไปทีละเรื่องๆ นอกจากการจะสร้างสายการผลิตให้มีประสิทธิภาพที่ดีด้วยการกระจายกระบวนการผลิตออกเป็นส่วนๆแล้ว ยังต้องมีการใช้คนให้น้อยรวมอยู่ด้วย การใช้คนให้น้อยหมายถึงเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการผลิต ไม่ว่าจะมีการเพิ่มหรือลดคน ก็ต้องรักษาระดับคุณภาพของการผลิตเอาไว้ให้คงที่อยู่ตลอดเวลา ซึ่งแตกต่างจากความหมายของการลดคนหรือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประหยัดคนโดยทั่วไป หรือจะเห็นคำนิยามสายผลิตแบบนี้ว่าสายผลิตที่สามารถใช้คนจำนวนเท่าใดก็ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนผลผลิตที่ต้องการ

การจะสร้างระบบการผลิตแบบไหลขึ้นมานั้นต้องมีการพินิจพิเคราะห์อย่างละเอียด ว่าในโครงสร้างการผลิตทั้งหมดและโรงงานทั้งโรงงานนั้นมีส่วนไหน มีการไหลอยู่บ้าง หากส่วนที่สมควรจะต้อง ไหลกลับไม่ได้รับการผลักดันให้มีการทำงานอย่างต่อเนื่อง ก็ไม่อาจเรียกได้ว่าทั้งระบบไม่มีการไหลเกิดขึ้น หากมีการติดขัดทำให้การผลิตไม่สามารถไหลเรื่อย เหมือนสายน้ำ ก็ไม่สามารถทำให้การผลิตทุกส่วนมีความเร็วที่สัมพันธ์กันได้

ส่วนคำว่า กระบวนการผลิตแบบไหลในระบบการผลิตแบบโตโยต้ามี องค์ประกอบรูปแบบการผลิตแบบโตโยต้า ซึ่งองค์ประกอบเหล่านั้นสามารถแบ่งเป็นส่วนย่อยๆได้ 6 หัวข้อ ดังนี้

1. จัดเรียงอุปกรณ์ช่วยในการผลิตตามลำดับกระบวนการผลิต เครื่องจักรเหล่านั้นใช้ในสายนี้เท่านั้น

2. ผลผลิตต้องไหลไปตามสายทีละชิ้น หรือการผลิตทีละชิ้น

3. ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการผลิตใด ต้องผลิตด้วยความเร็วเท่ากัน หรือในแต่ละสายต้องไม่มีการหยุดชะงัก

4. พนักงานทำงานในสายที่ผลิตได้หลายกระบวนการหรือตามแนวยาวของสาย

5. พนักงานมีความสามารถในหลายกระบวนการผลิต หรือได้รับการฝึกให้ทำงานในสายที่ทำหลายกระบวนการได้

6. พนักงานต้องทำงานได้ตลอด หรือไม่ว่าในกระบวนการผลิตในสายจะเปลี่ยนไปเป็นแบบไหน

อย่างไรก็ตามการทำให้สายการผลิตเพียงแค่ การไหลได้นั้นยังไม่สามารถเรียกได้ว่าเป็นการผลิตแบบไหล แต่การไหลของการผลิตยังต้องเป็นการไหล แบบมีชีวิตด้วย นั้นคือต้องมีการรักษาสภาพการเคลื่อนที่ของผลผลิตอยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้พนักงานก็ต้องมีความตั้งใจจริง และมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความรู้เหมาะสม รวมทั้งมีพลังในการทำงานอย่างมากด้วย การจะทำให้โรงงานทั้งโรงงานทำงานแบบไหลไปได้ ต้องใช้เวลาและขั้นตอนการทำงานอย่างมากมาย

ลำดับขั้นของการลงมือปฏิบัตินี้ต้องมีการปฏิบัติตามทีละขั้นตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ ขั้นตอนในการปฏิบัติที่หน้างานยังได้มีการทำเช็คลิสต์แยกออกเป็น ทีละหัวข้อ ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานตามเช็กลิสต์ หากพนักงานสามารถทำตามขั้นตอนทั้งหมดได้อย่างเป็นลำดับ ก็จะทำให้เกิดประสิทธิผลขึ้น อีกทั้งอาจคงต้องพบกับอุปสรรคด้วย ในหลายกรณีหากต้องการทำให้การปฏิบัติงานประสบผลสำเร็จก็ต้องมีการแก้ไขปัญหาเป็นรายวัน ซึ่งไม่ใช่เรื่องง่ายๆเลยดังนั้นจึงต้องมีการเตรียมตัวในองค์กรจะต้องมีคนทุกระดับที่มีหน้าที่รับผิดชอบอยู่ดังกรณีต่างๆดังนี้

ผู้บริหารระดับสูงต้องกำหนดนโยบาย นั้นคือการกำหนดให้องค์กรทั้งองค์กรมีเป้าหมายในการดำเนินงานไปในทิศทางเดียวกัน ไม่ใช่แต่เพียงฝ่ายผลิตเท่านั้น ยังรวมไปถึงฝ่ายอื่นๆ เช่น ฝ่ายเทคนิค ฝ่ายรักษาความปลอดภัย ฝ่ายเทคโนโลยีการผลิต ฝ่ายวัตถุดิบ ฝ่ายติดต่อประสานงานภายนอก และฝ่ายขาย ต้องสร้างวัฒนธรรมขององค์กรขึ้นมาใหม่ โดยใช้บุคลากรในปัจจุบันขององค์กรมาจัดตั้งเป็นทีมพิเศษเพื่อการนี้โดยเฉพาะ การวางเป้าหมายขององค์กรต้องยึดมั่นต่อหลักการพื้นฐานที่สำคัญ และต้องให้เหมาะสมกับสภาพจริงขององค์กรในปัจจุบันด้วย

ต้องสร้างความจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาปรับปรุงขึ้น นั่นหมายถึงการปรับปรุงไม่ใช่ทำไปหยุดไป เมื่อมีความจำเป็นเกิดขึ้นแล้วการปรับปรุงก็ต้องทำให้สำเร็จให้ได้ ความอดทน ความดื้อรั้นและความไม่ยอมแพ้ เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องได้รับการปลูกฝังให้เกิดกับพนักงานทุกคน ความจำเป็นที่ว่าของระบบการผลิตแบบโตโยต้าก็คือ เมื่อไม่สามารถไปตามเส้นทางที่ได้วางเอาไว้ได้ โดยเฉพาะการหยิบเอาสถานการณ์ที่คับขันขึ้นมา เช่น ผลผลิตเกิดไม่ไหลอย่างราบรื่น ยกตัวอย่าง เช่น การปฏิบัติงานล่าช้า ชิ้นส่วนไม่พอนำมาประกอบ การหยุดเพราะมีตะกรันเข้าไปติด ปัญหาของตะกรัน ผลผลิตไม่ดีพอ หรือ ข้อมูลผิดพลาด ดังนั้นจึงต้องมีการปฏิบัติงานตามเช็กลิสต์ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะที่ 1

ขั้นตอนที่ 1 ไคเซ็นเบื้องต้น

- อบรมและฝึกหัดการปรับปรุงการผลิตตามหลักการของวิศวอุตสาหการ (IE)

- อบรมเรื่องการผลิตแบบไหลทีละชิ้นตั้งแต่ต้นจนจบการผลิต ฝึกการทำไคเซ็นเกี่ยวกับการทำงานในสายและตามมาตรฐานการทำงานที่อยู่ตรงหน้า

ขั้นตอนที่ 2 การแก้ปัญหาการผลิต

- สุ่มตัวอย่างปัญหาในปัจจุบันขึ้นมา แล้วให้หาทางแก้ไข ตัวอย่างเช่น ปัญหาของเครื่องจักร คุณภาพไม่ดี การส่งชิ้นส่วนประกอบผิดเวลาและการวางแผนดังโดริไม่เหมาะสม เป็นต้น

ระยะที่ 2

ขั้นตอนที่ 3 โครงสร้างของรูปแบบที่อยากให้เป็น

- ออกแบบโครงสร้างการผลิตที่คิดว่าจะให้ประสิทธิภาพสูงสุด

ขั้นตอนที่ 4 การผลิตแบบไหลเป็นระเบียบ

- สร้างสายตัวอย่างที่มีการผลิตแบบไหลอย่างเป็นระเบียบ

ระยะที่ 3

ขั้นตอนที่ 5 สร้างขั้นตอนการผลิตแบบไหล

- ขั้นแรกสร้างรูปแบบขั้นตอนการผลิตแบบไหล (จัดเตรียมการไหล 6 หัวข้อ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- การผลิตแบบดึง (การใช้กัมบัง)

ขั้นตอนที่ 6 การใช้วิธีควบคุมการทำงานด้วยการมองเห็น

- สร้างโครงสร้างของการผลิตแบบไหล การทำงานของเครื่องจักร

- โครงสร้างการบริหารงานในภาวะไม่ปกติและป้องกันไม่ให้ภาวะไม่ปกติเกิดซ้ำ

- สถานที่ที่จะวางของได้ การจัดวิธีการวางของ และ 5ส

- ใช้กัมบังอย่างเต็มประสิทธิภาพ เตรียมอุปกรณ์ช่วยในการใช้สายตาควบคุมการทำงาน

ขั้นตอนที่ 7 มาตรฐานขั้นตอนการทำงาน

- ทำไคเซ็นและแก้ไขมาตรฐานขั้นตอนการทำงาน

- พัฒนาปรับปรุงกระดานควบคุมการผลิต

- ปรับการทำงานที่เป็นปัญหาตามมาตรฐานขั้นตอน

- ใช้กัมบังอย่างเต็มประสิทธิภาพ เตรียมอุปกรณ์ช่วยในการใช้ตาควบคุมการทำงาน

ขั้นตอนที่ 8 กำจัดความสูญเปล่า

- กำจัดความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการอย่างจริงจัง

- รายละเอียดให้ดูในเช็คลิสต์และคำอธิบายเพิ่มเติมของแต่ละเช็กลิสต์ที่ระยะที่ 3 ให้ทำสายผลิตเป็นแบบไหลอย่างมีระเบียบและทำงานสลับไปมาได้

ระยะที่ 4

ขั้นตอนที่ 9 ยกระดับการผลิตให้สูงขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- เข้าสู่ระยะนี้ด้วยการทำเวลาในการผลิตแบบไหล ทุกขั้นตอนการผลิตให้ดีขึ้น

- นำเช็กลิสต์กลับมาทำตามอีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 10 การจบการผลิต

- เข้าใกล้การผลิตที่อยากให้เป็น สร้างสายการผลิตที่มีความสำเร็จสูง

- นำเช็กลิสต์กลับมาทำตามอีกครั้ง

ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบลีน (Lean System)

เป็นระบบบริหารจัดการด้านการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าแบบทันที โดยเน้นสร้างประสิทธิผลสูงสุดและลดการสูญเสียในวงจรการผลิตน้อยที่ระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing System) คือ ระบบการผลิตที่มุ่งเน้นในเรื่องการไหล (Flow) ของงานเป็นหลัก โดยทำการกำจัดความสูญเปล่า (Waste) ต่าง ๆ ของงาน และ เพิ่มคุณค่า (Value) ให้กับตัวสินค้าอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจสูงสุด (Customer Satisfaction)

พรมมินทร์ (2549) กล่าวว่าระบบการผลิตแบบลีนคือวิวัฒนาการหนึ่งของการผลิต ที่มุ่งหวังในการลดและจัดการกับของเสียในการผลิต ลดเวลาในกระบวนการผลิตสินค้า สร้างมูลค่าให้แก่ตัวสินค้าและลูกค้า ด้วยการควบคุมการไหลของวัตถุดิบการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป้าหมายของการดำเนินการผลิตแบบลีน คือ คุณภาพสินค้าที่ดีที่สุด ต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุดและใช้เวลาในการผลิตที่สั้นที่สุด โดยมุ่งเน้นการลดความสูญเปล่าที่เกิดจากการดำเนินงาน (7 Wastes)

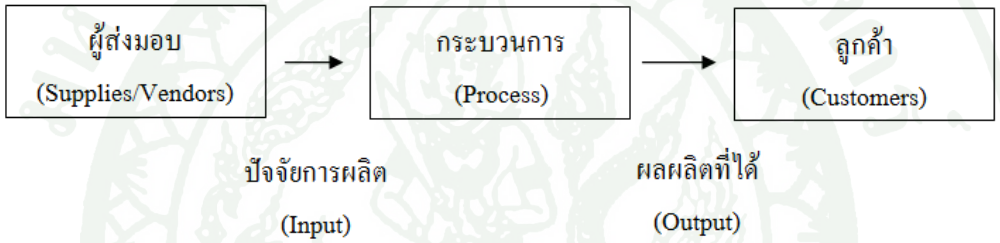
1. แนวคิดเบื้องต้นของระบบลีนกับการผลิต

การเพิ่มผลผลิตเป็นพื้นฐานแนวคิดของระบบลีนซึ่งหมายถึงการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรให้คุ้มค่า ทั้งนี้พนักงานทุกคนภายในองค์กรจะต้องมีทัศนคติของจิตใจที่มุ่งแสวงหาปรับปรุงสิ่งต่างๆให้ดีขึ้นอยู่เสมอ ไม่ยึดติดกับวิธีการทำงานแบบเดิมๆ ดังที่ Frank B. Gilbreth

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาและปรับปรุงการเคลื่อนไหวในการทำงาน (Motion Study) เคยกล่าวเอาไว้ว่า มนุษย์ทุกคนในโลกล้วนมีวิธีการทำงานเป็นของตนเองมีวิธีการที่ดีที่สุด แต่จะมีวิธีที่ดีกว่าเสมอ ดั้งนั้น พนักงานทุกคนในองค์กรจะต้องมีความเชื่อที่ว่า จะสามารถทำวันนี้ให้ดีกว่าเมื่อวานนี้ และพรุ่งนี้จะต้องดีกว่าวันนี้ ผู้บริหารต้องเชื่อมั่นในความก้าวหน้าและสนับสนุนความสามารถของพนักงานพร้อมปรับองค์กรให้ยืดหยุ่นรองรับความเปลี่ยนแปลงโลกธุรกิจที่มีการแข่งขันรุนแรงมากขึ้นทุกวัน

ถ้าหากพิจารณาถึงการเพิ่มผลผลิตในเชิงปริมาณนั้นสามารถวัดออกมาได้โดยการเปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างผลผลิตที่ได้ (Output) กับปัจจัยการผลิตที่ใช้ไปดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กระบวนการผลิตสินค้าและบริการ

ที่มา: ไชยยันต์ (2550)

ในบางครั้งเราเรียกสัดส่วนดังกล่าวว่า ผลิตภาพ ดังสมการ

$$\text{ผลิตภาพ (Productivity)} = \frac{\text{ผลผลิตที่ได้}}{\text{ปัจจัยการผลิตที่ใช้}} \quad (1)$$

ลีน คือ การบูรณาการแนวคิด กิจกรรม และวิธีการที่เป็นระบบในการระบุและกำจัดความสูญเปล่า หรือสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าภายในกระแสคุณค่าของกระบวนการโดยอาศัยการดำเนินตามจังหวะความต้องการของลูกค้า ด้วยระบบดึงทำให้เกิดสภาพการไหลอย่างต่อเนื่อง ราบเรียบ และทำการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อนสร้างคุณค่าให้แก่ระบบอยู่เสมอ โดยอาศัยแนวคิดการเพิ่มผลผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซึ่งมุ่งที่จะผลิตสินค้าหรือบริการเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้ดียิ่งขึ้นโดยใช้ทรัพยากรการผลิตที่น้อยกว่า (Doing More with Less) เป็นพื้นฐานในการปรับปรุงองค์กร

สิ่งที่เป็นอุปสรรคในการเพิ่มผลผลิต ซึ่งเป็นพื้นฐานของระบบลีน ก็คือความสูญเปล่าภายในกระบวนการผลิต ถ้าหากองค์กรดำเนินงานโดยมีความสูญเปล่ามากเท่าใดผลิตภาพขององค์กรก็จะยิ่งถูกดึงให้ลดลงต่ำเท่านั้นดังจะเห็นได้จากสมการ

$$\text{ผลิตภาพ(Productivity)} = \frac{\text{ผลผลิตที่ได้} - \text{ความสูญเปล่า}}{\text{ปัจจัยการผลิตที่ใช้} + \text{ความสูญเปล่า}} \qquad (2)$$

สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องมาจากเมื่อเกิดความสูญเปล่าขึ้นจะทำให้ปริมาณผลผลิตที่ได้คุณภาพลดลง ผลิตสินค้าหรือบริการได้น้อยกว่าที่วางแผนไว้ และต้องใช้ปัจจัยการผลิตมากยิ่งขึ้น ทำให้สิ้นเปลืองเงินทุน แรงงานทางตรง วัตถุดิบ เครื่องจักร เครื่องมือ พลังงาน หรือแม้แต่เวลาในการทำงานเกินความจำเป็น

James P. Womack และ Daniel T. Jones ได้กล่าวถึงขั้นตอนหลักของการสร้างระบบการผลิตแบบ LEAN ในหนังสือชื่อ “LEAN THINKING” โดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การระบุคุณค่าของสินค้าและบริการในมุมมองของลูกค้าไม่ว่าจะเป็นลูกค้าภายในหรือลูกค้าภายนอก (Specified Value)

1. ระบุคุณค่า (Value) ของผลิตภัณฑ์จากมุมมองลูกค้า

2. ไม่ควรกำหนดคุณค่าจากมุมมองของบริษัท องค์กร หน่วยงาน หรือ หน้าที่ หรือเทคโนโลยีที่ใช้ในปัจจุบัน

3. ไม่ว่าจะเป็นสินค้าหรือบริการ จำไว้ว่า ลูกค้าต้องการแค่เพียงสิ่งที่ตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาได้เท่านั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 สร้างกระแสคุณค่า (Value Stream) ในทุกๆขั้นตอนการดำเนินงาน เริ่มต้นตั้งแต่การออกแบบ การวางแผน และการผลิตสินค้า การจัดจำหน่าย ฯลฯ เพื่อพิจารณาว่ากิจกรรมใดที่ไม่เพิ่มคุณค่าและเป็นความสูญเปล่า

1. กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์และการวางจำหน่าย

2. ขั้นตอนการสั่งซื้อของลูกค้าจนกระทั่งจัดส่งสินค้าให้แก่ลูกค้า

3. การรับวัตถุดิบจากผู้ส่งมอบมาผลิตจนกระทั่งจัดส่งสินค้าสำเร็จรูปถึงมือลูกค้า

ขั้นตอนที่ 3 ทำให้กิจกรรมต่างๆที่มีคุณค่าเพิ่มดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง(Flow) พยายามทำให้กระบวนการดำเนินการไปได้โดยปราศจากการอ้อม(Detours) การย้อนกลับ(Backflows) การคอย (Waiting) และของเสีย (Scrap)

ขั้นตอนที่ 4 ใช้ระบบดึง(Pull) โดยให้ความสำคัญเฉพาะสิ่งที่ลูกค้าต้องการเท่านั้น ทำเฉพาะสิ่งที่ที่มีความต้องการ ภายในเวลาที่ต้องการเท่านั้น

ขั้นตอนที่ 5 สร้างคุณค่าและกำจัดความสูญเปล่าโดยค้นหาส่วนเกินที่ซ่อนไว้ซึ่งเป็นความสูญเปล่าและกำจัดต่อไปโดย

1. ทำการจำกัดความสูญเปล่า(Wastes /MUDA) ในทุกๆกิจกรรมและสินทรัพย์ที่ใช้งานโดยพิตารณาความจำเป็นจากลูกค้าเป้าหมาย

2. ดำเนินการ โดยใช้เครื่องมือ การปรับปรุงงาน(Evolution/Kaizen) และนวัตกรรม (Revolution/Kaikaku)

จากแนวคิดการสร้างระบบลีนสามารถสรุปดังภาพที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 3 แนวคิดของระบบลีน

ที่มา: ไชยยันต์ (2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. โครงสร้างของระบบลีน

องค์ประกอบของระบบลีนเปรียบเสมือนโครงสร้างของวิหารดังภาพที่ 4 มีส่วนแรกคือรากฐานของวิหารซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญมากที่สุดส่วนหนึ่งเปรียบเสมือนกับแนวคิดของระบบลีน (Lean Thinking) ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อให้พนักงานทุกคนในองค์กรเกิดความตระหนักถึงความสูญเปล่า สามารถแยกแยะงานที่เพิ่มคุณค่า และไม่เพิ่มคุณค่าออกจากกัน (Initiated Awareness) สามารถจัดการกับความเปลี่ยนแปลง (Change Management) และปรับเปลี่ยนทัศนคติของพนักงานทุกระดับด้วยการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องกิจกรรมไคเซน (Kaizen) นอกจากนี้ยังพิจารณานำเอานวัตกรรมและเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ เพื่อให้พนักงานทุกคนเกิดความมุ่งมันร่วมมือกันกำจัดความสูญเปล่าและพัฒนาคุณค่าของงานที่ทำ

องค์ประกอบส่วนที่สองคือบริเวณพื้นของวิหาร ก่อนการนำเครื่องมือต่างๆของลีนมาใช้จะต้องดำเนินงานการวิเคราะห์หรือวางแผนงาน (Analysis and Planning) โดยประเมินผลการจัดกระบวนการในสภาพปัจจุบันตามแนวทางของระบบลีน (Lean Assessment)และวิเคราะห์ปัญหาของกระบวนการเพื่อหาจุดปรับปรุงและวางแผนการปรับปรุงด้วยแผนภาพกระแสคุณค่า (Value Stream Mapping) ขณะเดียวกันทุกฝ่ายในองค์กรจะต้องร่วมมือกันกำหนดนโยบาย ตัวชี้วัด และเป้าหมายให้สอดคล้องกับแผนการดำเนินงาน แล้วสื่อสารถ่ายทอดไปทั่วทั้งองค์กร (Policy Deployment) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการติดตามความคืบหน้า ปัญหาและอุปสรรคของการปรับปรุง

ถ้าหากวิหารดังกล่าวมีรากฐานและพื้นที่แข็งแรงมั่นคงก็จะส่งผลให้เสาซึ่งเป็นโครงสร้างส่วนถัดมาของวิหารทุกต้นแข็งแรงด้วยเช่นกัน เสาแต่ละต้นในที่นี้ก็คือองค์ประกอบส่วนที่สาม ซึ่งเป็นกิจกรรม หรือเครื่องมือในการลดหรือกำจัดสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าในกระบวนการ และเน้นการสร้างคุณค่าในกระบวนการอย่างเป็นระบบประกอบด้วย

เสาต้นที่ 1: การพัฒนาบุคลากร (Human Development) โดยอบรมพื้นฐานความรู้ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับระบบการผลิตแบบลีน(Lean manufacturing training) ให้แก่พนักงานในระดับต่างๆตามความเหมาะสม การสนับสนุนให้พนักงานรวมกลุ่มในรูปแบบต่างๆเพื่อร่วมมือกันปรับปรุงงาน การสร้างช่องทางให้พนักงานแต่ละคนสามารถแสดงความคิดเห็นและรณรงค์ส่งเสริมการปรับปรุงงาน (Small Group Activities) ด้วยกิจกรรมข้อเสนอแนะ (Suggestion) ตลอดจนการพัฒนาความสามารถของพนักงานให้สามารถทำได้หลายหน้าที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เสาต้นที่ 2: การประกันคุณภาพสินค้า (Quality Assurance) โดยดำเนินการแก้ไขคุณภาพในกระบวนการ (Problem Solving) และสร้างระบบการควบคุมคุณภาพของพนักงานและเครื่องจักรโดยอัตโนมัติ (JIDOKA) ได้แก่ ระบบการควบคุมด้วยสายตาและระบบการป้องกันความผิดพลาดของพนักงานหรือเครื่องจักร

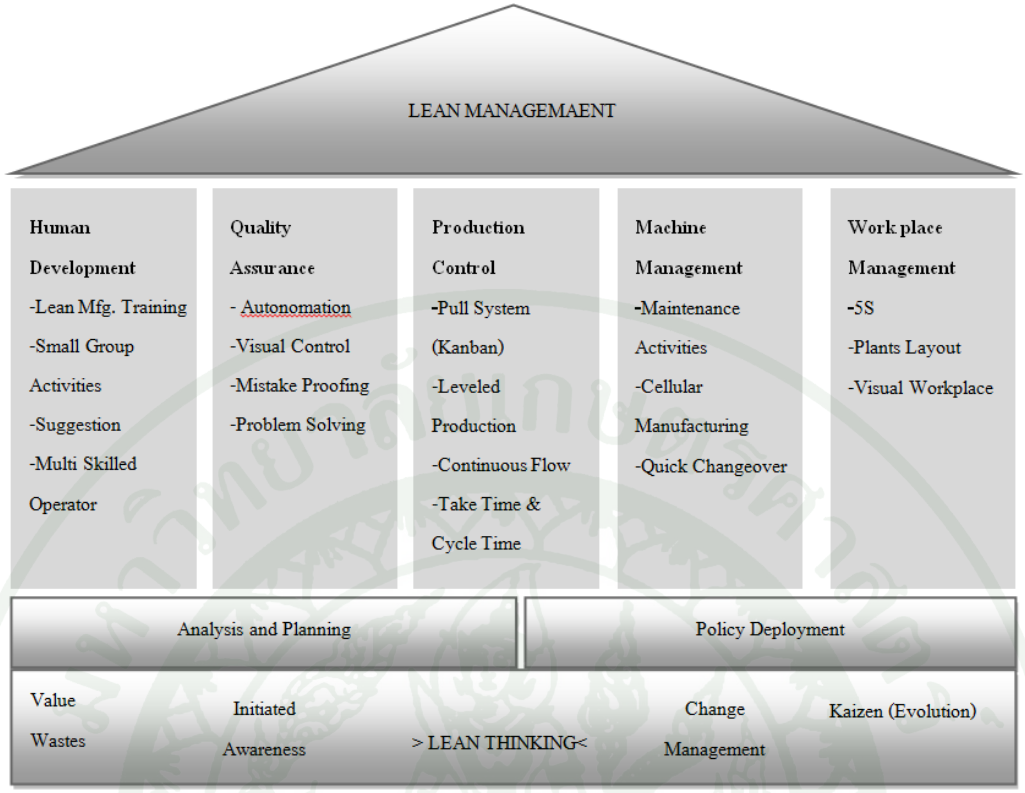
เสาต้นที่ 3: การควบคุมการ (Production Control) ผลิตโดยการสร้างมาตรฐานในการทำงาน (Standardized Work) การกำหนดจังหวะในการผลิตตามความต้องการของลูกค้าด้วยการกำหนดรอบเวลามาตรฐานในการทำงาน(Takt Time) การปรับปรุงรอบเวลาในการทำงานจริง (Cycle Time) การผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow) การปรับเรียบการผลิต (Leveled Production) และการใช้ระบบดึง (Pull System)โดยใช้เครื่องมือระบบคัมบัง (Kanban) มาช่วยในการควบคุมการผลิต

เสาต้นที่ 4: การจัดการเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ (Machine Management) โดยทำการลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร (Quick Changeover) การเพิ่มความยืดหยุ่นให้แก่กระบวนการผลิตด้วยการจัดสายการผลิตแบบเซลล์ (Cellular Manufacturing) กิจกรรมการบำรุงรักษาเครื่องจักร (Maintenance Activities) เช่น การบำรุงรักษาด้วยตนเอง การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

เสาต้นที่ 5: การจัดการสถานที่การทำงาน (Workplace Management) โดยปรับปรุงพื้นที่ทำงานด้วยกิจกรรม 5ส ซึ่งเป็นพื้นฐานของการปรับเปลี่ยนทัศนคติของพนักงานให้เข้าใจ ยอมรับความเปลี่ยนแปลง และให้ความร่วมมือ การปรับปรุงการวางผังโรงงาน(Plant Layout) ตามแนวทางของระบบลีนและพัฒนาประสิทธิภาพในการสื่อสารภายในสถานที่ทำงาน

เมื่อองค์ประกอบทุกอย่างที่กล่าวมาได้รับการจัดวางอย่างลงตัว วิหารขององค์ประกอบลีนจึงจะมีความแข็งแกร่งดังภาพวิหาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 วิหารองค์ประกอบของลีน

ที่มา: ไชยยันต์ (2550)

3. ขั้นตอนการสร้างระบบลีน

การสร้างระบบลีนนั้น สิ่งแรกที่ต้องพิจารณาเสมอคือ จะต้องเริ่มต้นจากคนหรือพนักงานทั่วทั้งองค์กร โดยเฉพาะพนักงานในระดับปฏิบัติการ และหัวหน้างานโดยการเสริมสร้างความเข้าใจ ทำให้พนักงานมีทัศนคติที่ถูกต้อง พยายามหลีกเลี่ยงการเริ่มต้นด้วยการนำเอาเครื่องมือต่างๆ ของระบบ ลีนไปใช้ภายในองค์กร จากนั้นจึงเริ่มวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน วางแผนงานอย่างเป็นระบบ กำหนดเป้าหมายในการปรับปรุงแล้วใช้เครื่องมือต่างๆเข้ามาช่วยปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ขั้นตอนการสร้างระบบลีนแบ่งออก เป็น 7 ระยะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมความพร้อม

แนวคิด เตรียมความพร้อมในด้านต่างๆได้แก่สถานที่ เครื่องมือที่จำเป็น บุคลากรและช่องทางการติดต่อสื่อสารภายในระหว่างสมาชิกผู้ดำเนินโครงการ

เครื่องมือ/วิธีการ เทคนิคการระดมสมอง

แนวคิดพื้นฐานของระบบลีนและ เสริมสร้างความเข้าใจในวัตถุประสงค์ของโครงการและแนวทางปฏิบัติแก่พนักงาน

กิจกรรม กำหนดวัตถุประสงค์

ขอบเขตและแนวทางการดำเนินงานของโครงการ แต่งตั้งผู้ดำเนินโครงการ ประชาสัมพันธ์โครงการ จัดเตรียมสถานที่เครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็น จัดเตรียมช่องทางการสื่อสารระหว่างสมาชิกผู้ดำเนินโครงการ เช่น บอร์ดของโครงการ เว็บบอร์ด
ฝึกอบรมความรู้ความเข้าใจพื้นฐานของระบบลีนและคณะทำงาน

ผลลัพธ์ มีผู้รับผิดชอบโครงการชัดเจน

พนักงานมีทัศนคติที่ดีต่อโครงการและสมาชิกมีความเข้าใจในเรื่อง การพัฒนาพนักงาน การจัดการสถานที่ทำงาน การจัดการด้านคุณภาพ การจัดการเครื่องจักรและอุปกรณ์ การควบคุมการผลิต

ระยะที่ 2 การระบุคุณค่าของสินค้า และบริการ

แนวคิด ระบุคุณค่าของสินค้าและบริการในมุมมองของลูกค้าไม่ว่าจะเป็นลูกค้าภายในหรือลูกค้าภายนอก

เครื่องมือ/วิธีการ เทคนิคการวิจันทางการตลาด(ส่วนของผู้บริโภคเป็นเทคนิคการถ่ายทอดความต้องการของลูกค้าสู่สินค้าและบริการ (Quality Function Deployment)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิจกรรม สำรวจความต้องการของลูกค้า

นำข้อมูลความต้องการของลูกค้ามาสรุปเป็นข้อกำหนดของสินค้าและบริการส่วนประกอบกระบวนการและรายละเอียดในการปฏิบัติการ

ผลลัพธ์ มีข้อมูลสรุปความต้องการของลูกค้า

ข้อกำหนดเกี่ยวกับสินค้า ชิ้นส่วน กระบวนการ และการปฏิบัติงาน

ระยะที่ 3 การสำรวจสถานะ ปัจจุบันของกระบวนการ

แนวคิด รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทั้งหมด มาสรุปลงบนแผนภาพกระแสคุณค่าเพื่อระบุปัญหาและนำไปใช้ในการวางแผนพัฒนากระแสคุณค่าในขั้นตอนต่อไป

เครื่องมือ/วิธีการ เทคนิคการวิทยานิพนธ์ทางการตลาด (ส่วนของผู้บริโภค)เป็นเทคนิคการถ่ายทอดความต้องการของลูกค้าสู่สินค้าและบริการ (Quality Function Deployment)

กิจกรรม การจัดกลุ่มแผนภาพกระแสคุณค่า

วิธีการเขียนแผนภาพกระแสคุณค่าแสดงสถานะในปัจจุบัน หลักการ3จริง ได้แก่สถานที่จริง ของจริง และสภาพการทำงานจริง

ผลลัพธ์ สมาชิกผู้ดำเนินโครงการทุกคนเข้าใจลำดับเรื่องราวและสภาพปัญหาในปัจจุบัน ข้อมูลที่จำเป็นในการวิเคราะห์วางแผนและปรับปรุง

ระยะที่ 4 การประเมินผลการจัดการกระบวนการ

แนวคิด ประเมินสภาพของกระบวนการและตัวชี้วัดผลโครงการตามแนวทางของลีน เพื่อนำไปใช้ประกอบการวางแผนพัฒนากระบวนการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เครื่องมือ/วิธีการ การประเมินผลการจัดการกระบวนการในรูปแบบลีน (ประเมินตนเอง) การกำหนดและคำนวณค่าตัวชี้วัดโครงการ แผนภาพการวิเคราะห์ช่องว่างเพื่อการปรับปรุง

กิจกรรม การประเมินผลการจัดการกระบวนการ (ประเมินตนเอง) กำหนดเป้าหมายและตัวชี้วัดผลของโครงการ

ผลลัพธ์ ผลประเมินภาพรวมองค์กร

คณะทำงานสามารถประเมินกระบวนการแบบลีนได้ทำให้ทราบสถานะปัจจุบันและติดตามความคืบหน้าของโครงการได้

ระยะที่ 5 การวางแผน พัฒนากระบวนการสร้างคุณค่า

แนวคิด พิจารณากระแสคุณค่า (Value Stream) ในทุกขั้นตอนของการดำเนินงานเริ่มตั้งแต่การออกแบบ การวางแผนและการผลิตสินค้า การจัดจำหน่ายเพื่อพิจารณาว่ากิจกรรมใดที่ไม่เพิ่มคุณค่าและเป็นความสูญเปล่าเพื่อวางแผนโครงการและดำเนินการปรับปรุง

เครื่องมือ/วิธีการ วิธีการเขียนแผนภาพกระแสคุณค่าแสดงสถานะในอนาคต การถ่ายทอดนโยบาย (Policy Deployment)

กิจกรรม เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับปริมาณความต้องการของสินค้าของลูกค้า

การวางแผน กำลังการผลิต ข้อจำกัด และปัญหาในกระบวนการผลิตและการส่งมอบ ร่วมกันจัดทำแผนภาพกระแสคุณค่าในอนาคต กำหนดเป้าหมาย และจัดทำแผนการดำเนินโครงการ ดำเนินการถ่ายทอดทอดนโยบายของผู้บริหารสู่พนักงาน และเปิดโอกาสให้พนักงานแสดงความเห็น เพื่อให้เกิดการสื่อสารแบบสองทาง ดำเนินตามแผนการดำเนินงานโครงการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลลัพธ์ ลำดับความสำคัญในการปรับปรุงกระบวนการ

แผนดำเนินโครงการเป้าหมายและตัวชี้วัดความสำเร็จในแต่ละช่วงเวลา พนักงานเข้าใจแผนการดำเนินงานโครงการ และให้ความร่วมมือ การปรับปรุงพัฒนาพนักงานเครื่องจักรอุปกรณ์สถานที่ทำงาน และการประกันคุณภาพเพื่อให้กระบวนการดำเนินการไปได้อย่างต่อเนื่อง

ระยะที่ 6 การขับเคลื่อนกระแสคุณค่า

แนวคิด พยายามทำให้กิจกรรมต่างๆที่มีคุณค่าเพิ่มดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง(Flow) โดยปราศจากการติดขัด การอ้อม การย้อนกลับการคอยหรือการเกิดของเสีย และให้ความสำคัญเฉพาะสิ่งที่ลูกค้าต้องการเท่านั้น

เครื่องมือ/วิธีการ วิธีการควบคุมการผลิตแบบลีนระบบกัมบัง

กิจกรรม ดำเนินการควบคุมระบบการผลิตแบบลีน

ดำเนินการสร้างระบบกัมบัง โดยกำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่และวิธีการหมุนเวียนของกัมยัง เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับคำนวณจำนวนกัมบัง ฝึกอบรมพนักงานที่เกี่ยวข้องและเริ่มต้นใช้งานระบบกัมบังและ ตรวจสอบและปรับปรุงระบบบกัมบัง การปฏิบัติงานตามมาตรฐาน

ผลลัพธ์ ดำเนินการผลิตโดยปราศจากความสูญเปล่า

พัฒนาระบบการสื่อสารภายในกระบวนการและพัฒนาและรักษาสภาพการผลิตแบบทันเวลาพอดี

ระยะที่ 7 การสร้างคุณค่าและกำจัดความสูญเปล่าอย่างต่อเนื่อง

แนวคิด ค้นหาส่วนเกินที่ถูกซ่อนไว้ซึ่งเป็นความสูญเปล่าและกำจัดออกไปอย่างต่อเนื่องและขยายผลการปรับปรุงกระบวนการด้วยระบบลีนไปสู่บริเวณอื่นๆ ตลอดจนลูกค้า ผู้ส่งมอบ และผู้รับเหมา ช่วงการผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เครื่องมือ/วิธีการ กิจกรรมข้อเสนอแนะ กิจกรรมกลุ่มย่อย

ระบบการสื่อสารข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการจัดการด้านลูกค้า ผู้ส่งมอบ และผู้รับเหมา ช่วงการผลิต

กิจกรรม ทำการประเมินกระบวนการแบบลีนอย่างต่อเนื่อง มีการสนับสนุนส่งเสริมให้พนักงานมีส่วนร่วมในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องและสนับสนุนส่งเสริมการใช้ระบบลีนกับผู้ส่งมอบและผู้รับเหมาช่วงการผลิต เช่นการให้คำแนะนำต่างๆ เกี่ยวกับข้อดีและข้อจำกัดของการนำระบบลีนมาใช้ โครงการปรับปรุง

ผลลัพธ์ การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้แก่องค์กร

การเติบโตอย่างยั่งยืนรวมถึงความสามารถในการรองรับความเปลี่ยนแปลงในอนาคต

4. ความสูญเปล่าที่เกิดจากการดำเนินงาน 7 ประการ (7 Wastes)

4.1 ความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินไป สาเหตุเกิดจากการผลิตสินค้ามากเกินความจำเป็นหรือเกินความต้องการ ไม่ว่าจะเป็นงานระหว่างการผลิตหรือสินค้าสำเร็จรูป ทำให้เกิดสินค้าคงเหลือมากเกินไป ส่วนผลกระทบที่ตามมาคือพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้ามากและสินค้ามีโอกาสได้รับความเสียหายสูงรวมไปถึงตรวจสอบคุณภาพสินค้าทำได้ล่าช้าก่อให้เกิดต้นทุนจม

การป้องกันแก้ไขได้แก่ การพยากรณ์ความต้องการสินค้าในแต่ละช่วงเวลาและปรับแผนการผลิตให้ตรงกับความต้องการลดกิจกรรมที่เป็นคอขวดหรือจัดสมดุลระหว่างสถานีในกระบวนการดำเนินงาน การฝึกอบรมพนักงานให้สามารถทำงานได้มากกว่าหนึ่งหน้าที่และลดเวลาติดตั้งเครื่องจักรสามารถป้องกันคอขวดระหว่างสถานี

4.2 ความสูญเปล่าจากการเก็บสินค้าคงคลัง สาเหตุเกิดจากการเก็บสินค้าคงคลังโดยไม่ได้มีความต้องการเกิดขึ้นส่วนผลกระทบที่ตามมาคือสูญเสียพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าและเกิดต้นทุนการจัดการสินค้าคงคลัง ได้แก่ ต้นทุนจัดเก็บและต้นทุนของรายการสินค้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การป้องกันแก้ไขได้แก่ การกำหนดจุดสั่งซื้อประหยัด (EOQ) ซึ่งเป็นปริมาณสั่งซื้อที่มีต้นทุนการจัดการสินค้าคงคลังต่ำที่สุดรวมทั้งการกำหนดจุดสั่งซื้อซ้ำ และจัดทำระบบควบคุมสินค้าคงคลังแบบ FIFO (First In-First Out)

4.3 ความสูญเปล่าจากการขนส่ง สาเหตุเกิดจากการเคลื่อนย้ายจากสถานที่หนึ่งไปยังสถานีอื่น โดยไม่จำเป็นส่งผลกระทบทำให้เกิดความซ้ำซ้อนในการทำงานและเกิดต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนแรงงาน ค่าพลังงานเครื่องจักรขณะเคลื่อนย้ายทำให้สินค้าคงคลังอาจเสียหาย หรือสูญหายขณะขนส่ง

การป้องกันแก้ไขได้แก่การวางผังสิ่งอำนวยความสะดวก (Layout) ระหว่างกิจกรรมให้เหมาะสมกับกระบวนการดำเนินงาน ถ้าเป็นการผลิตจำนวนมาก (Mass Production) หรือการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Production) ควรวางแผนผังตามผลิตภัณฑ์ (Product layout) ถ้าเป็นการผลิตแบบชุด ควรวางแผนผังตามกระบวนการ(Process Layout)

4.4 ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหว สาเหตุเกิดจากการใช้ท่าทางไม่เหมาะสมต่อการทำงานหรือการหยิบจับหรือใช้อุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ไม่เหมาะสม การใช้ท่าทางเดิมๆ เป็นระยะเวลาที่นานเกินไปส่งผลกระทบทำให้เกิดความเมื่อยล้าต่อร่างกายรวมไปถึงการทำงานล่าช้าหรือเสียเวลา เกิดความเสียหายกับสินค้าและการบาดเจ็บต่อร่างกายของพนักงาน

การป้องกันแก้ไขได้แก่การศึกษาของการเคลื่อนไหวร่างกายในการดำเนินงาน จัดหาอุปกรณ์ต่างๆ ให้เหมาะสมต่อการใช้งานเลือกอุปกรณ์ที่สามารถลดการเคลื่อนไหว และหยุดการเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ เพื่อให้ร่างกายได้ผ่อนคลาย

4.5 ความสูญเปล่าจากการรอคอย สาเหตุเกิดจากกระบวนการผลิตที่มีหลายสถานีหรือหลายขั้นตอนและแต่ละสถานีมีรอบระยะเวลาไม่เท่ากันหรือไม่สมดุลกัน ทำให้เกิดการรอคอยระหว่างคนรอเครื่องจักร เครื่องจักรรอคน และเครื่องจักรรอเครื่องจักร ส่งผลกระทบให้กำลังการผลิตไม่แน่นอน เปลี่ยนแปลงไปตามการรอคอยที่เกิดขึ้น

การป้องกันแก้ไขได้แก่การจัดสมดุลของกระบวนการ (Line Balancing) ของการดำเนินงานให้แต่ละสถานีให้มีรอบเวลาทำงานเท่ากัน ฝึกให้พนักงานมีทักษะการทำงานได้มากกว่า 1 สถานี และบำรุงรักษาเครื่องจักรอย่างเสมอเพื่อลดการรอคอย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.6 ความสูญเปล่าจากการผลิตสินค้าไม่มีคุณภาพ สาเหตุเกิดจากกระบวนการผลิตที่ไม่มีคุณภาพ ไม่ได้มาตรฐาน ทำให้เกิดความสูญเปล่าโดยไม่จำเป็นส่งผลกระทบทำให้ต้องแก้ไขสินค้าใหม่อีกครั้ง ทำให้เสียค่าวัตถุดิบและแรงงานเพิ่มขึ้น การเก็บของเสียอาจมีของเสียปะปนไปกับสินค้าดี

การป้องกันแก้ไข ได้แก่การปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีคุณภาพและจัดทำคู่มือกระบวนการการดำเนินงานมาตรฐานปรับปรุงผลิตภัณฑ์และให้ง่ายต่อการผลิต และหมั่นตรวจสอบเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการใช้งาน

4.7 ความสูญเปล่าจากกระบวนการผลิตที่ไม่มีประสิทธิผล สาเหตุเกิดจากการดำเนินกิจกรรมที่ไม่จำเป็น ไม่เพิ่มมูลค่าสินค้าหรือมีความบกพร่องของกระบวนการเกิดขึ้น ส่งผลกระทบทำให้เกิดการทำงานซ้ำซ้อน ค่าใช้จ่ายแรงงานเพิ่มขึ้น เกิดต้นทุนที่ไม่จำเป็น เสียเวลาขนส่งมากกว่าปกติและสูญเสียพื้นที่ในการจัดการกระบวนการเพิ่มขึ้น

การป้องกันแก้ไขได้แก่ การออกแบบกระบวนการดำเนินงานแบบแผนภาพกระบวนการไหล กำจัดกิจกรรมในกระบวนการที่ไม่จำเป็นออก หรือรวมกระบวนการที่ไม่จำเป็นเข้าด้วย หรือจัดกระบวนการใหม่เพื่อให้มีประสิทธิผลตามที่วางแผนไว้

5. แผนภาพกระแสคุณค่า (Value stream Mapping หรือ VSM)

เกียรติขจร (2550) ได้กล่าวว่า การแสดงข้อมูลตามลำดับเรื่องราวที่เกี่ยวข้องทั้งหมดลงในแผนภาพเพื่อสื่อสารให้ทุกคนเข้าใจสภาพปัญหาด้วยการระดมสมอง เพื่อวางแผนและตัดสินใจนำเครื่องมือต่างๆ มาใช้ปรับปรุงกระบวนการได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งสามารถแบ่งออกตามลักษณะการใช้งานออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แผนภาพกระแสคุณค่าแสดงสถานะในปัจจุบัน (The current state VSM หรือ Current VSM) และแผนภาพกระแสคุณค่าแสดงสถานะในอนาคต (The future state VSM หรือ Future VSM)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.1 การจัดกลุ่มแผนภาพกระแสคุณค่า

แผนภาพกระแสคุณค่าขององค์กรต่างๆ อาจจะมีจำนวนหลายแผนภาพ ขึ้นอยู่กับจำนวนสินค้า ความต้องการของลูกค้า และลักษณะของกระบวนการ ดังนั้นเพื่อความสะดวกและลดเวลาในการจัดทำ จำเป็นต้องจัดกลุ่มสินค้าก่อน โดยใช้วิธีการดังต่อไปนี้

5.1.1 การแบ่งกลุ่มตามข้อกำหนดของลูกค้า การจัดกลุ่มVSM โดยพิจารณาลักษณะความต้องการของลูกค้า หรือข้อกำหนดในตัวสินค้าที่เหมือนกันให้อยู่กลุ่มเดียวกัน

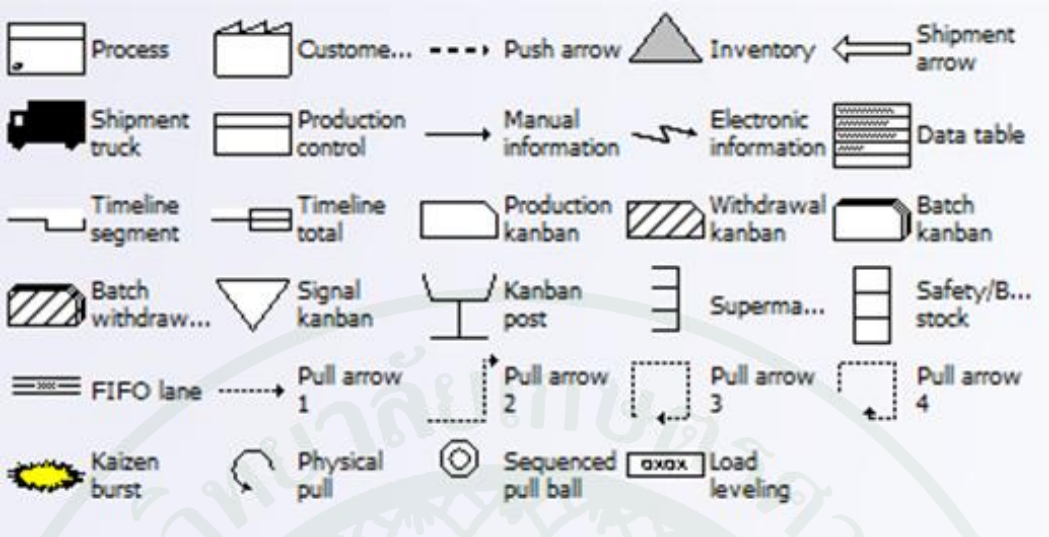
5.1.2 การแบ่งกลุ่มตามปริมาณการผลิตการจัดกลุ่มโดยใช้หลักพาเรโตหรือกฎ 20:80 กล่าวคือ ถึงแม้ว่าองค์กรจะมีสินค้าที่ผลิตจำนวนมากมาย แต่อาจจะมีความสำคัญแตกต่างกันซึ่งเปรียบเทียบได้กับปริมาณการผลิต โดยทั่วไปมักพบว่าสินค้าส่วนมากจำนวนหลายรายการมีความสำคัญน้อย ในขณะที่สินค้าส่วนน้อยเพียงไม่กี่รายการมีปริมาณการผลิตมากที่สุดเป็นอันดับแรก ต่อมาค่อยพิจารณาสินค้าที่มีความสำคัญลดหลั่นลงมาตามลำดับ ซึ่งวิธีนี้เหมาะสำหรับกรณีที่มีสินค้าหลายรายการ แต่มีกระบวนการผลิตที่เหมือนกัน อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้ไม่ได้ให้ความสำคัญกับกระบวนการผลิต ของสินค้าแต่ละชนิด มีปริมาณการผลิตที่แตกต่างกันน้อยมากหรือมีความสำคัญใกล้เคียงกัน

5.1.3 การแบ่งกลุ่มตามกระบวนการ การจัดกลุ่ม VSM โดยพิจารณาเส้นทางการเคลื่อนที่ในกระบวนการสำหรับสินค้าต่างๆ ที่มีลักษณะเหมือนกัน เช่น ใช้เครื่องจักรร่วมกัน วิธีการปฏิบัติและลำดับขั้นตอนเหมือนกัน นำมาจัดอยู่กลุ่มเดียวกัน

5.2 สัญลักษณ์ในแผนภาพกระแสคุณค่า

เนื่องจาก VSM เป็นเครื่องมือในการมองด้วยสายตาประเภทหนึ่ง ดังนั้นการจัดทำแผนภาพจะเน้นใช้รูปสัญลักษณ์แทนความหมายขององค์ประกอบต่างๆ ในการะบวนการ เพื่อความสะดวกในการจัดทำสัญลักษณ์ ดังภาพที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการจัดทำแผนภาพ

ที่มา: โปรแกรม Visio 2007

5.2 การสร้างแผนภาพกระแสคุณค่าแสดงสถานะในปัจจุบัน

กิจกรรมส่วนใหญ่ในการจัดทำ แผนภาพกระแสคุณค่าแสดงสถานะในปัจจุบัน จะเกี่ยวข้องกับการรวบรวมข้อมูลที่มี จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดเข้าประชุมคณะทำงาน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ในขณะเดียวกันอาจจะต้องใช้การระดมสมองจากสมาชิกในทีมด้วย สิ่งสำคัญในการลงพื้นที่เก็บข้อมูล

ขั้นตอนการเขียนแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า สำหรับการเขียนแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าคงไม่มีความซับซ้อนหากผู้จัดทำมีความเข้าใจภาพรวมในกระบวนการทำงาน และสามารถเขียนแผนภูมิกระบวนการไหลหรือแผนภาพของงานได้ สำหรับสัญลักษณ์ไอคอนของ VSM คงไม่มีมาตรฐานที่ตายตัว แต่ที่ใช้งานทั่วไปอาจจำแนกได้เป็นสามกลุ่ม คือ สัญลักษณ์การไหลของวัสดุ (Material Flow Icons)สัญลักษณ์การไหลของสารสนเทศ (Information Flow Icons) และสัญลักษณ์ทั่วไป (General Icons) โดยทั่วไปการจัดทำแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าอาจแบ่งได้เป็นสามช่วง ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ช่วงที่หนึ่ง การร่างแผนภาพจากสภาพปัจจุบัน เพื่อแสดงความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากสภาพการดำเนินงานปัจจุบัน และกำหนดแนวทางความเปลี่ยนแปลงให้สอดคล้องกับคุณค่า ในมุมมองของลูกค้า ซึ่งผลลัพธ์ในช่วงนี้จะแสดงด้วยกิจกรรม ปรับปรุงกระบวนการ

ช่วงที่สอง การจัดทำแผนภาพสายธารแห่งคุณค่าในอนาคต โดยแสดงสภาพความเปลี่ยนแปลงหลังจากดำเนินการปรับปรุง ด้วยการขจัดความสูญเปล่าที่ระบุในช่วงแรก 6-12 เดือน

ช่วงที่สาม พัฒนาแผนปฏิบัติการด้วยการใช้ข้อมูลที่ระบุในช่วงที่สอง เพื่อจัดทำแผนสำหรับให้ทีมงานสามารถดำเนินการ และติดตามประเมินผล โดยแสดงรายละเอียดต่างๆ เช่น รายการกิจกรรม ระยะเวลาดำเนินการของแต่ละกิจกรรม และกำหนดว่าใครคือผู้รับผิดชอบ

สำหรับการเขียนแผนภาพสามารถดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

5.2.1. จัดตั้งทีมงาน (Form a Team) เนื่องจากแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าเป็นการแสดงภาพรวมของทั้งกระบวนการ (Holistic Approach) ซึ่งมีการระดมความคิดเห็นจากบุคลากรฝ่ายงานต่างๆ ในองค์กร ดังนั้นทีมงานที่จัดตั้ง จึงเรียกว่า ทีมงานแบบข้ามสายงาน (Cross Functional Team) เพื่อนำแนวคิดจาก ทีมงานแต่ละคนที่มีความเข้าใจกระบวนการทำงานในส่วนที่ตน รับผิดชอบ สำหรับร่างแผนภาพของงานที่กำลังดำเนินการ เพื่อใช้พัฒนา แผนกิจกรรมปรับปรุงต่อไป

5.2.2 คัดเลือกตระกูล/กลุ่ม ผลิตภัณฑ์ (Select a Product Family) หลังจากได้ดำเนินการจัดตั้งทีมงานในขั้นตอนแรกเสร็จสิ้นก็จะมีการกำหนดขอบเขตในกระบวนการเฉพาะเพื่อดำเนินการวิเคราะห์และปรับปรุงต่อไป เนื่องจากการดำเนินการจัดทำแผนภาพการไหลในทุกงานจะมีความ ยุ่งยากซับซ้อนและใช้เวลาดำเนินการมาก ดังนั้นการกำหนดขอบเขตหรือคัดเลือกเฉพาะกลุ่ม/ตระกูลผลิตภัณฑ์หลักของธุรกิจ เพื่อดำเนินการร่าง VSM จึงเป็นเรื่องที่เป็นไปได้ โดยจะมีการพิจารณาผลิตภัณฑ์หรืองานที่มีลักษณะการไหลของกระบวนการที่ใกล้เคียงกันจัดเป็นกลุ่มเดียวกัน เพื่อเขียนเส้นทางกระบวนการไหล (Process Routings) ผลิตภัณฑ์หลักในกลุ่ม และนำข้อมูลมาดัดแปลงเพียงเล็กน้อยก็สามารถจัดทำแผนภูมิของผลิตภัณฑ์ตัวอื่นในกลุ่มต่อไป ซึ่งสะดวกรวดเร็วกว่าการจัดทำแผนภาพของทุกงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2.3 ดำเนินการเขียนแผนภาพสภาพปัจจุบัน (Draw a Current State Map) โดยเริ่มจากการพิจารณากระบวนการปลายทาง (Downstream) ซึ่งจะทำให้ทราบคุณค่าในมุมมองทางฝั่งลูกค้าและย้อนกลับมายังกระบวนการต้นทาง (Upstream) หรือทางฝั่งผู้ส่งมอบ เพื่อศึกษาถึง ความสอดคล้องหรือปัญหาที่เกิดขึ้น ในสภาพการไหลของงานที่เป็นอยู่ ในปัจจุบัน และนำข้อมูลเหล่านี้มาร่างเป็นแผนภาพการไหลของงานเบื้องต้น (Basic High Level Map) แล้วจึงดำเนินการจัดเก็บรายละเอียดข้อมูลในแต่ละกระบวนการ เช่น รอบเวลากระบวนการ (Process Cycle Time) ขนาดรุ่นการผลิต (Batch Size) เวลาการหยุดเดิ เครื่องจักร (Downtime) อัตราการเกิดของเสีย (Scrap Rate) และระดับสินค้าคงคลัง (Inventory Levels) โดยข้อมูลสำคัญที่จัดเก็บได้จะถูกนำมาลงรายละเอียดในแผนภาพที่ร่างไว้และใช้ลูกศรเชื่อมโยงแผนภาพ เพื่อแสดงภาพรวมของสภาพปัจจุบัน สำหรับขั้นตอนการเขียนแผนภูมิสภาพปัจจุบันสามารถดำเนินการได้ ดังนี้

1. ใช้ไอคอนวาดเพื่อแสดงสัญลักษณ์ ลูกค้า ผู้ส่งมอบ และการควบคุมการผลิต

2. ใส่ข้อมูลแสดงความต้องการของลูกค้าในแต่ละรอบเวลา เช่น รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน

3. นำข้อมูลความต้องการของลูกค้ามาคำนวณปริมาณการผลิตรายวัน (Daily Production)

4. ใช้ไอคอนวาดเพื่อแสดงกิจกรรมจัดส่งภายนอก (Outbound Shipping) และสัญลักษณ์รถบรรทุกพร้อม รายละเอียดความถี่ของการส่งมอบ (Delivery Frequency)

5. แสดงกิจกรรมขนส่งขาเข้า (Inbound Shipping) และความถี่ของกิจกรรมรับของ

6. วาดกล่องกระบวนการ (Process Box) โดยแสดงลำดับจากซ้ายไปขวา

7. ใส่หัวข้อกิจกรรมลงในแต่ละ Process Box

8. ใส่ลูกศรสัญลักษณ์การสื่อสาร (Communication Arrow) โดยแสดงรายละเอียดวิธีการและความถี่ของกิจกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. นำข้อมูลกระบวนการที่ได้รับจากการจัดเก็บเพื่อใส่ลงในแต่ละ Process Box เช่น รอบเวลากระบวนการ ขนาดรุ่นการผลิต เวลาการหยุดเดินเครื่องจักร อัตราการเกิด ของเสียและระดับสินค้าคงคลัง เป็นต้น

10. ใส่สัญลักษณ์แสดงผู้ปฏิบัติงาน(Operator Symbols) และตัวเลข

11. ใส่ตำแหน่งสินค้าคงคลัง (Inventory Location) และปริมาณความต้องการที่กราฟด้านล่าง

12. ใส่เครื่องหมายไอคอนแสดงสัญลักษณ์สำหรับ Push, Pull และ FIFO

13. ใส่ข้อมูลอื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับการใช้วิเคราะห์

14. ใส่ข้อมูลชั่วโมงการทำงาน (Working Hours)

15. ใส่ข้อมูลรอบเวลาและช่วงเวลานำ

16. คำนวณผลรวมของรอบเวลาและช่วงเวลานำทั้งหมด

6. แนวทางการปฏิบัติแบบลีน (The Basic Elements of Lean Production)

แนวทางในการปฏิบัติแบบลีน ได้แก่ ความยืดหยุ่นของทรัพยากร (Flexible resources) คือ การที่คนงานสามารถปฏิบัติหน้าได้มากกว่า 1 หน้าที่ หลายกิจกรรม หรือเครื่องจักร 1 เครื่อง สามารถใช้ประโยชน์ในการผลิตได้หลายแบบ หลายวิธี การวางผังแบบเซลลูล่า (Cellular layouts) เป็นการจัดแบ่งการทำงานของเครื่องจักรออกเป็นหน่วยผลิต การใช้ระบบดึง (The pull system) คือ การผลิตที่ได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้าก่อน และทำการผลิตตามที่ลูกค้าต้องการเท่านั้น การใช้กัมบัง (KANBAN) การผลิตเป็นชุดเล็ก(Small lots) การติดตั้งที่รวดเร็ว (Quick setups) การผลิตที่เป็นเอกลักษณ์ (Uniform production levels) คุณภาพที่แหล่งกำเนิด (Quality at the source) รวมไปถึงการบำรุงรักษาทวีผล (Total productive maintenance) และการสร้างสัมพันธ์ภาพที่ดีกับผู้ส่งมอบ (Supplier relationship managements) ความยืดหยุ่นของทรัพยากร (Flexible resources) ทรัพยากรในที่นี้หมายถึง คนงาน พนักงาน หรือเครื่องจักร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนคำว่าความยืดหยุ่น คือ ความสามารถปรับเปลี่ยนการทำงานได้มากกว่าหนึ่งอย่าง ดังนั้น ความยืดหยุ่นของทรัพยากร หมายถึง การที่คนงานสามารถปฏิบัติหน้าได้มากกว่า 1 หน้าที่ หรือเครื่องจักร 1 เครื่อง สามารถใช้ประโยชน์ในการผลิตได้หลายแบบ หลายวิธี ซึ่งเป็นการเพิ่มผลิตภาพของคนงานหรือเครื่องจักรนั่นเอง ดังนั้นเมื่อวิเคราะห์ด้วยระบบลีน พบว่า ระยะเวลาการทำงานของคนงานและเครื่องจักรนั้น เกิดความไม่สอดคล้องกัน เกิดการรอคอยระหว่างกระบวนการเกิดขึ้น จำเป็นต้องมีการประยุกต์ให้คนงานหนึ่งคน สามารถทำงานกับเครื่องจักรได้มากกว่า 1 เครื่อง โดยการวางผังเครื่องจักรรูปแบบยู หรือ U shape คือ การวางผังแบบกระบวนการเพื่อช่วยคนงานสามารถปฏิบัติงานและควบคุมเครื่องจักรได้หลายเครื่องในเวลาเดียวกัน ทำให้ลดความสูญเปล่าจากการรอคอยได้มากขึ้น เนื่องจากคนงานไม่จำเป็นต้องรอคอยการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง วิธีนี้ช่วยให้ระยะเวลารอบการผลิตสอดคล้องกับความสามารถของคนงานในการผลิต และช่วยลดการรอคอยของเครื่องจักร เนื่องจากเครื่องจักรหนึ่งเครื่องสามารถทำงานได้หลายหน้าที่ เพียงแค่เปลี่ยนชิ้นส่วนบางชิ้นเท่านั้น ก็จะสามารถทำงานในหน้าที่อื่นๆ ได้โดยไม่ต้องรอคอยคนงาน เป็นการเพิ่มอรรถประโยชน์ให้แก่เครื่องจักรได้มากขึ้น เช่น จากที่เครื่องจักรสำหรับงานพิมพ์ ที่พิมพ์ได้เฉพาะแบบสี่เหลี่ยมเท่านั้น ก็ประยุกต์ให้สามารถเปลี่ยนหัวพิมพ์เป็นแบบวงกลม หรือแบบสามเหลี่ยม เพื่อให้พิมพ์รูปแบบอื่นๆ ได้มากขึ้น โดยใช้เครื่องจักรเพียงเครื่องเดียว การทำงานของเครื่องจักรลักษณะนี้ จะทำให้สามารถลดปริมาณเครื่องจักรให้น้อยลงได้อีกทางหนึ่ง การวางผังแบบเซลลูล่า (Cellular layouts) การวางผังแบบเซลลูล่า หรือ Cellular layouts ก็สามารถนำมาเป็นอีกหนึ่งวิธีปฏิบัติในระบบลีน เช่นกัน เพราะการวางผังแบบนี้ เป็นการวางผังกระบวนการและสิ่งอำนวยความสะดวก โดยมุ่งเน้นให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดของพนักงานในการทำงาน มีการจัดแบ่งการทำงานของเครื่องจักรเป็นหน่วยผลิต ซึ่งแต่ละหน่วยผลิตจะมีเครื่องจักร ชิ้นส่วนอุปกรณ์ ที่แตกต่างกันไปตามหน้าที่ แต่รับผิดชอบการผลิตงานที่มีความใกล้เคียงกัน ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวระหว่างงานภายในหน่วยผลิตกันเองด้วย เมื่อคนงานหนึ่งคนสามารถปฏิบัติและควบคุมการทำงานในหนึ่งหน่วยผลิต ทำให้ไม่มีการรอคอยเกิดขึ้น ระยะเวลาของการทำงานก็จะลดน้อยลง

ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบดึง (The pull system)

กระบวนการดำเนินงานในปัจจุบัน โดยทั่วไป ฝ่ายผลิตใช้ระบบผลัก หรือ Push system คือ ทำการผลิตสินค้าสำเร็จรูปแล้วจัดเก็บไว้เพื่อรอคำสั่งซื้อจากลูกค้า ทำให้เกิดต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงเหลือหรือสินค้าอาจไม่เป็นที่ต้องการของลูกค้า รวมทั้งมีการจัดเก็บสินค้ามากเกินความต้องการของลูกค้า ดังนั้น จึงมีการนำระบบดึงหรือ pull system เข้ามาปรับเปลี่ยนแนวความคิดและวิธีการใหม่ โดยระบบการดำเนินงานเริ่มทำงานเมื่อได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้าก่อน และทำการผลิตตามที่

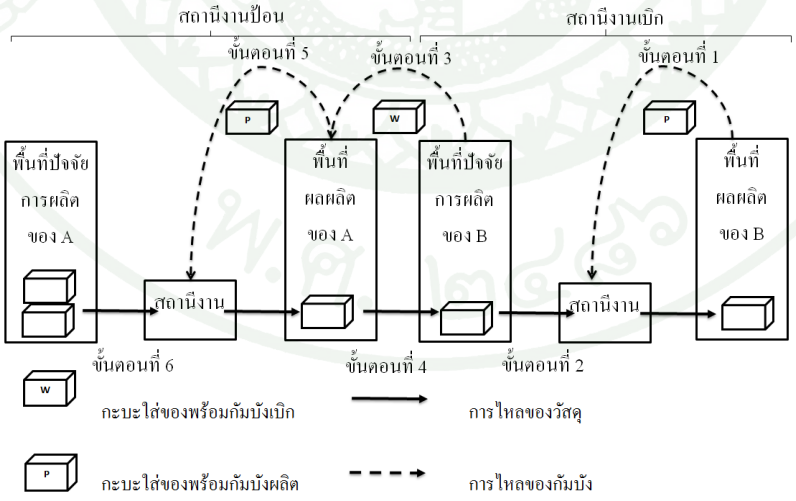
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลูกค้าต้องการเท่านั้น กล่าวโดยนัยก็คือระบบดึงนั้นต้องเกิดความต้องการของลูกค้าก่อน จึงวางแผนการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า ดังนั้น เมื่อสินค้าเหล่านั้นผลิตจากสถานีหนึ่ง และส่งต่อไปยังอีกสถานีหนึ่งทันที ไม่จำเป็นต้องรอคอยคำสั่งซื้อในอนาคต ทำให้การทำงานแต่ละสถานีเกิดความสอดคล้องกันมากขึ้น ไม่มีงานระหว่างทำในแต่ละสถานี และไม่มีสินค้าสำเร็จรูปเก็บไว้โดยปราศจากความต้องการของลูกค้านั่นเอง

1. กัมบัง (Kanban Production)

การใช้กัมบังเป็นแนวทางปฏิบัติแบบลีนอีกวิธีที่สามารถนำมาแก้ไขปัญหาได้ คัมบังในภาษาญี่ปุ่นหมายถึง การ์ดหรือบัตรแสดงข้อมูลรายละเอียดสินค้าหรือชิ้นส่วน เช่น ชื่อและรหัส รายการปริมาณการผลิตแต่ละครั้ง ระยะเวลาส่งมอบ ดังนั้นเมื่อมีคำสั่งซื้อเข้ามาโดยการส่งคัมบังเข้ามาฝ่ายผลิตก็จะใช้ข้อมูลในคัมบังเพื่อผลิตตามที่กำหนดเท่านั้น เมื่อผลิตได้ตามที่คัมบังกำหนดไว้ กระบวนการก็จะหยุดการผลิตและส่งงานไปยังสถานีต่อไปทันที

การใช้กัมบัง ช่วยลดไม่ให้มีสินค้าคงเหลือในสถานีงานการผลิต ทำให้ประหยัดพื้นที่ และประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิตสินค้าที่เกินจากความจำเป็น กัมบังมีอยู่ 2 ชนิด ได้แก่ กัมบังผลิต (Production Kanban) และ กัมบังวัสดุ (Withdrawal Kanban) ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 หลักการทำงานของกัมบังควบคุมการผลิต

ที่มา: บุญเสริม (2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากแผนภาพที่ 6 ขั้นตอนที่ 1 พนักงานจากที่สถานีงาน B รับกะบะเปล่าพร้อมกับกัมบังผลิตที่ติดมากับกะบะ ซึ่งหมายความว่าพนักงานต้องทำการผลิตชิ้นงานที่ถูกร้องขอ และบรรจุลงในกะบะนั้นจนเต็ม ขั้นตอนที่2 เพื่อที่จะทำการผลิตกัมบังที่ได้รับมา พนังงานที่สถานีงานB เบิกชิ้นส่วนที่ต้องการจำนวน1 กะบะเต็มจากพื้นที่ปัจจัยการผลิตของB ขั้นตอนที่ 3 เพื่อเติมทดแทนชิ้นส่วนที่ถูกเบิกออกไป พนักงานที่สถานีงานB จะออกกัมบังเบิกชิ้นส่วนจากสถานีงาน A โดยใส่กะบะเปล่าพร้อมกับกัมบังไปยังพื้นที่ผลิตของสถานีงาน A ขั้นตอนที่ 4 สถานีงานA จะมีชิ้นส่วนสำเร็จรูปจำนวนหนึ่ง พนักงานที่สถานีงานA จะติดกัมบังเบิกเข้ากับกะบะที่มีชิ้นส่วนอยู่เต็ม และส่งกลับคืนไปยังสถานีงาน B ทันที ขั้นตอนที่ 5 พนักงานที่สถานีงานB แกะกัมบังผลิตออกจากกะบะใส่ชิ้นส่วนที่ได้รับมา และนำไปติดกับกะบะเปล่า ในขณะที่สถานีงานA เริ่มทำการผลิตชิ้นส่วนเพื่อทดแทนตามที่ได้รับการร้องขอ ขั้นตอนที่ 6 พนักงานสถานีงานA นำกะบะวัตถุดิบออกจากพื้นที่ปัจจัยการผลิต A

การผลิตดำเนินงานเป็นตามลำดับขั้นตอนแบบนี้ซ้ำๆ กันไป ในการควบคุมการผลิตโดยใช้กัมบัง ผลิตภัณฑ์จะถูกผลิตเพียงครั้งละ 1 กะบะเท่านั้น การผลิตจะไม่สามารถทำได้ตราบที่ไม่มีกัมบังผลิตและในทำนองเดียวกัน ชิ้นส่วนและวัตถุดิบใดก็ตามไม่สามารถเบิกออกไปได้ นอกจากได้รับกัมบังเท่านั้น ดังนั้นกัมบังการ์ดคือเครื่องมือในการประสานการดำเนินการปฏิบัติงานในระบบผลิตแบบดึง ข้อดีของกัมบังคือมองเห็นได้ง่าย ในการปฏิบัติ จำนวนกัมบังการ์ดและจำนวนกะบะจะต้องมีจำนวนเท่ากันและมีจำนวนที่พอดีกับการใช้งาน การมีกัมบังมากเกินไปจะทำให้ต้องผลิตงานบ่อยขึ้นและมักจะก่อให้เกิดปัญหาพัสดุคงคลังสูง ในทางตรงกันข้าม ถ้ามีกัมบังน้อยเกินไปจะทำให้ผลิตงานช้าเกินไป ดังนั้นจึงอาจจะใช้วิธีปรับจำนวนกัมบังให้เหมาะสมเพื่อรักษาสมดุล

สำหรับจำนวนกัมบังที่เหมาะสมสามารถคำนวณได้จากสูตรที่ 1 ดังนี้

$$N = (DL+S)/C$$

โดยที่

N = จำนวนกัมบังหรือการ์ดที่มีในกะบะในกรณี 1 กัมบังต่อกะบะ

D = อัตราความต้องการที่สถานีงาน

L = เวลาที่ใช้ตั้งแต่ออกกัมบังเบิกวัสดุ จนกระทั่งได้รับวัสดุ ตามที่เบิก ซึ่งเรียกว่าเวลาล่วงหน้า (lead time) เช่นเดียวกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

C = ขนาดของกะบะหรือภาชนะที่บรรจุวัสดุ

S = พัสดุคงคลังส่วนเผื่อหรือวัสดุคงคลังปลอดภัย (Safety Stock) เพื่อป้องกันความไม่แน่นอนของระบบโดยปกติจะกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของความต้องการในช่วงเวลาล่วงหน้า

Lead Time = Lead Time ในการผลิต (เวลาในการผลิต+เวลาตกค้าง)
+ Lead Time ในการรวบรวมคัมบัง

$$\text{ปริมาณผลิตต่อวัน} = \frac{\text{ปริมาณผลิตต่อเดือน}}{\text{จำนวนวันที่ทำงาน}}$$

ระบบกัมบังสามารถใช้ในการประสานงานการส่งมอบวัสดุหรือชิ้นส่วนจากผู้ขายหรือผู้จัดส่ง ซึ่งเรียกว่า กัมบังผู้ขายหรือผู้จัดส่ง โดยผู้ขายหรือผู้จัดส่งจะนำสินค้าของตนบรรจุลงในภาชนะที่กำหนด และนำส่งไปวางไว้ยังพื้นที่ที่โรงงานจัดไว้เป็นพื้นที่เฉพาะสำหรับวัสดุหรือชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์จากผู้ขาย และนำภาชนะเปล่าพร้อมกัมบังการ์ดกลับไปเติมสินค้าให้เต็ม แต่เนื่องจากโรงงานผลิตส่วนมากจะมีผู้ขายภายนอกหลายรายการ ดังนั้นอาจจะใช้วิธีการจัดเป็นตู้ใส่กัมบังของแต่ละผู้ขายหรือผู้จัดส่ง เพื่อให้ผู้ขายหรือผู้จัดส่งแต่ละรายสามารถตรวจสอบและรับคำสั่งซื้อสินค้าของตนได้

2. การผลิตเป็นชุดเล็ก (Small lots)

แต่เดิมกระบวนการผลิตสินค้ามักจะทำการผลิตครั้งละปริมาณมาก ทำให้เสียพื้นที่ในการจัดเก็บหรือสินค้าเหลือเกินความต้องการของลูกค้า จนต้องเก็บในคลังสินค้า จนทำให้สินค้าที่ถูกเก็บไว้นั้น เกิดความเสียหายหรือสูญหายระหว่างการจัดเก็บ และอาจจะกลายเป็นสินค้าล้าสมัยไปเลยก็ได้ ดังนั้น ถ้าบริษัทสามารถลดปริมาณการผลิตต่อครั้งได้ ทำให้ช่วยลดพื้นที่ในการจัดเก็บและประหยัดต้นทุนการจัดเก็บซึ่งหากสินค้าเกิดความเสียหาย ก็จะทำให้เกิดความเสียหายเพียงเล็กน้อยเท่านั้น วิธีการผลิตเป็นชุดเล็กที่มีจำนวนน้อยนี้ จึงสามารถช่วยให้มองเห็นปัญหาได้ก่อน ซึ่งวิธีนี้ต้องมีการทำงานอย่างใกล้ชิดระหว่างลูกค้ากับโรงงาน เพื่อให้การผลิตตรงตามจำนวนที่ลูกค้าต้องการ ไม่ผลิตมากจนเกินไปนั่นเอง

3. การติดตั้งที่รวดเร็ว (Quick setups)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การติดตั้งที่รวดเร็วประกอบไปด้วยการลดระยะเวลาใน 4 เรื่องหลักๆ ได้แก่

3.1 การลดระยะเวลาการดำเนินงานที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของคนงานหรือเครื่องจักรให้ผลิตจำนวนมากในเวลาเท่าเดิมหรือเร็วกว่า

3.2 การลดระยะเวลาการเคลื่อนย้ายที่ช่วยให้กระบวนการทำงานง่ายขึ้น กำจัดกระบวนการที่ไม่จำเป็นและซับซ้อนออกไป

3.3 การลดระยะเวลาการรอคอย ทำให้เวลาทำงานของเครื่องจักรและคนสอดคล้องกันมากขึ้น

3.4 การลดระยะเวลาการติดตั้ง โดยเฉพาะเรื่องของคอขวด ดังนั้นการแยกการติดตั้งออกเป็นการติดตั้งภายในและการติดตั้งภายนอก เพราะอย่างที่ทราบกันว่าการติดตั้งเครื่องจักรหนึ่งเครื่องจำเป็นจะต้องหยุดการผลิต ฉะนั้นในบางครั้งอาจทำการติดตั้งภายนอกแทน ซึ่งเครื่องจักรก็ไม่จำเป็นต้องหยุดการทำงาน เพราะสามารถติดตั้งไว้ก่อนล่วงหน้า และนำมาติดตั้งกับเครื่องจักรภายหลังได้ด้วย วิธีนี้สามารถช่วยให้การติดตั้งทำได้เร็วขึ้น ลดเวลาการรอคอยของเครื่องจักร และสามารถสร้างเป็นวิธีการติดตั้งมาตรฐานตามมาได้การผลิตที่เป็นเอกลักษณ์ (Uniform production levels) การผลิตที่เป็นเอกลักษณ์ เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยทำให้ระบบการผลิตในแต่ละสถานีมีความใกล้เคียงกัน ถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงในสถานีใดสถานีหนึ่ง ทำให้ระบบการผลิตมีประสิทธิภาพลดลง ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเหตุการณ์ดังกล่าว บริษัทจะต้องมีการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าที่แม่นยำรวมทั้งการวางแผนการผลิต การจัดเตรียมคนงานและวัตถุดิบ เพื่อทำให้ระดับการผลิตในแต่ละครั้งมีระยะเวลาที่ใกล้เคียงหรือเท่ากันนั่นเอง และที่สำคัญ ในการผลิตขนาดใหญ่ บ่อยครั้งจะมีการประกอบชิ้นส่วนแบบผสม จึงต้องทำให้ระยะเวลาการผลิตหรืออัตราการผลิตของแต่ละสถานีใกล้เคียง เพื่อป้องกันไม่เกิดการผลิตที่มากเกินไปในบางสถานี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. คุณภาพที่แหล่งกำเนิด (Quality at the source)

คุณภาพที่แหล่งกำเนิด Quality at the source เป็นการจัดการคุณภาพที่แหล่งกำเนิด โดยระบบลีนต้องการทำให้กระบวนการผลิตมีคุณภาพสูงสุด ลดจำนวนของเสีย ทำงานด้วยจำนวนที่น้อยที่สุด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์มากกว่าเดิม หรือกล่าวโดยนัยก็คือ เพื่อให้เกิดคุณภาพ ณ จุดที่ผลิตนั่นเอง ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้กันได้แก่ การควบคุมด้วยการมองเห็น โพคาโยเกะ และระบบไคเซ็น

4.1 การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) ทำให้คนงานเหล่านั้นสามารถเห็นปัญหาขณะทำงาน และสามารถแก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้อย่างทันท่วงที โดยไม่ต้องรอกระบวนการดำเนินงานเสร็จสิ้น เช่น การใช้กัมบัง การจัดรูปภาพวิธีการปฏิบัติงานการใช้สัญญาณเสียง การใช้แผนผังควบคุมกระบวนการ การใช้บอร์ดสัญลักษณ์ต่างๆ เพื่อแสดงความผิดปกติหรือการเกิดของเสียระหว่างการผลิต

4.2 โพคาโยเกะ (Poka-yoke) เป็นกระบวนการหรือเครื่องมือในการป้องกันความผิดพลาดหรือความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างผลิตซึ่งอาจเกิดจากความประมาทเลินเล่อของผู้ผลิตสินค้าเอง หรือการประกอบที่ผิดส่วนวิธีการป้องกันความผิดพลาดดังกล่าว เช่น การออกแบบกล่องที่สามารถมองเห็นสีของสินค้าภายในด้วยการเจาะรูเล็กที่ข้างกล่อง ทำให้ไม่จำเป็นต้องแกะกล่องเพื่อเปิดดูสินค้าด้านใน

4.3 ระบบไคเซ็น (Kaizen) เป็นระบบการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้สินค้ามีคุณภาพดีเพิ่มมากขึ้น โดยทุกคนในองค์กรมีส่วนร่วมในการพัฒนา โดยมีเป้าหมายเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าและลดต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

4.4 การบำรุงรักษาทวีผล (Total productive maintenance) การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ การซ่อม และบำรุงรักษา ทั้งนี้การที่เครื่องจักรหยุดทำงาน ทำให้เกิดความสูญเปล่าของกระบวนการผลิต ความสูญเปล่าระยะเวลา และต้นทุนของเครื่องจักร ฉะนั้น การป้องกันที่ดีจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการหยุดกระบวนการดำเนินงาน หรือลดค่าใช้จ่ายการเปลี่ยนเครื่องจักรใหม่ในอนาคต เพราะการซ่อมบำรุงแบบทวีผลสามารถยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักรได้ ซึ่งระบบลีนจะมีการป้องกันโดยให้พนักงานผู้ใช้งานเป็นผู้รับผิดชอบ ไม่ใช่เป็นหน้าที่ของแผนกซ่อมบำรุงเพียงอย่างเดียว โดยการบำรุงรักษาทวีผลเป็นงานของพนักงานทุกคน ไม่เฉพาะฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง ซึ่งจะอาศัยข้อมูลของเครื่องจักรและการปฏิบัติงาน เพื่อทำการวิเคราะห์เพื่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การบำรุงรักษาตามที่กำหนด รวมทั้งสร้างวิธีการป้องกันไม่ให้เครื่องจักรเหล่านั้นเสียหายก่อนกำหนด

4.5 การสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้ส่งมอบ (Supplier relationship managements) การจัดการระบบลีน สิ่งที่สำคัญที่สุด คือ วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตจะต้องมีคุณภาพและสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า รวมถึงระยะเวลาการส่งมอบจะต้องเป็นไปตามที่ฝ่ายผลิตต้องการโดยการจัดการระบบลีน ด้วยการสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้ส่งมอบ ซึ่งมีหลายวิธี ได้แก่

4.5.1 การทำสัญญาระยะยาวกับผู้ส่งมอบ อาจจะเป็นรายปีหรือราย 5 ปีก็ได้ เพื่อให้ผู้ส่งมอบสามารถส่งมอบวัตถุดิบหรือสินค้าทันตามเวลาที่ต้องการและด้วยปริมาณที่กำหนดไว้

4.5.2 ระบบการแจ้งข้อมูลเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิต เพื่อให้ฝ่ายผู้ส่งมอบนั้นปรับเวลาและปริมาณในการส่งมอบให้สอดคล้องกับความต้องการที่แท้จริงได้

4.5.3. การส่งมอบด้วยระยะเวลาที่สั้น ซึ่งถ้ามีการส่งมอบระยะเวลาที่ยาว องค์กรจำเป็นจะต้องมีการจัดเก็บสินค้าคงคลังเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจะทำอย่างไรเพื่อให้การส่งมอบสั้นลง เช่น สร้างโรงงานของผู้ผลิตใกล้กับโรงงานของผู้ส่งมอบ ทำให้การส่งมอบมีระยะเวลาสั้นขึ้น

4.5.4 การกำหนดตารางเวลาการส่งมอบชัดเจน เช่น อาจกำหนดจัดส่งเวลา 10.00 น. หรือ 14.00 น.เพื่อให้ผู้ส่งมอบสามารถวางแผนการส่งมอบได้ตรงกับตารางการผลิต

4.6 ระบบการควบคุมคุณภาพที่โรงงานของผู้ส่งมอบ เพื่อลดเวลา หรือไม่จำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพสินค้าที่โรงงานผู้ผลิตอีกครั้ง

4.7 สร้างมาตรฐานในการส่งมอบและการเติมเต็มสินค้า โดยใช้ระบบเทคโนโลยีมาช่วย เช่น Vender Management Inventory หรือเรียกสั้นๆ ว่า VMI มาใช้ในการจัดการการสินค้าคงคลังของลูกค้าโดยผู้ส่งมอบ

4.8 การสร้างสัมพันธ์ภาพที่ดีในลักษณะไม่เป็นทางการเพื่อให้ผู้ส่งมอบสามารถทำงานร่วมกับองค์กรได้อย่างราบรื่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประโยชน์ของการผลิตแบบลีน (The Benefits of Lean Production) การนำระบบลีนมาประยุกต์ในการดำเนินงาน ทำให้เกิดประโยชน์ได้หลายด้าน ดังนี้

1. สินค้าคงคลังลดลง (Reduced Inventory)

2. พัฒนาคุณภาพ (Improve Quality)

3. ต้นทุนต่ำลง (Lower Costs)

4. ลดความต้องการพื้นที่ใช้สอย (Reduced space requirements)

5. ระยะเวลาส่งมอบที่สั้นลง (Shorter lead time)

6. เพิ่มผลิตภาพ (Increased productivity)

7. มีความยืดหยุ่นสูงขึ้น (Greater flexibility)

8. มีความสัมพันธ์กับผู้ส่งมอบสินค้าดีขึ้น (Better relations with suppliers)

9. จัดตารางและควบคุมกิจกรรมได้ง่ายขึ้น (Simplified scheduling and control activities)

10. กำลังการผลิตเพิ่มขึ้น (Increased capacity)

11. ใช้ทรัพยากรมนุษย์ได้ดีขึ้น (Better use of human resource)

12. ผลิตภัณฑ์มีความหลากหลายเพิ่มขึ้น (More product variety)

การประยุกต์ใช้การผลิตแบบลีน (Implementing Lean Production) องค์กรต่างๆ หลายแห่งที่ประสบความสำเร็จเป็นอย่างมาก มักจะรู้จักและเข้าใจในการประยุกต์ระบบลีนมาใช้ให้สัมพันธ์กับหลักการและสภาพแวดล้อมต่างๆ ขององค์กรตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพและสิ่งนั้นเองแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบลีนได้เป็นอย่างดี ว่าระบบลีนสามารถช่วยลดการสูญเปล่า เพิ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความเร็วการส่งมอบและคุณภาพสินค้า ทำให้มองเห็นปัญหาได้ชัดเจนและช่วยให้คนงานสามารถแก้ปัญหาได้ทันท่วงที ปรับปรุงการไหลของกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ระบบลีนไม่ได้เหมาะกับทุกรูปแบบองค์กร เนื่องจากหัวใจหลักของระบบนี้ ได้แก่ การสร้างการไหลโดยผู้ผลิตจะต้องรู้ความต้องการที่แท้จริงของลูกค้าหรือเวลาที่ลูกค้าต้องการสินค้าให้ได้เสียก่อน จากนั้นปรับตารางการทำงานให้สอดคล้อง และใช้คัมบังควบคุมกระบวนการผลิต วิธีการนี้จึงเหมาะกับองค์กรที่ลูกค้ามีความต้องการที่หลากหลาย หรือสินค้ามีความหลากหลาย แต่มีปริมาณการผลิตที่ต่ำ หรือเป็นสินค้าที่มีลักษณะเฉพาะตัว ระบบลีน ยังสามารถนำมาใช้ในห่วงโซ่อุปทาน หรือ Leaning the Supply Chain ใช้คู่กับระบบซิกซิกม่าเพื่อปรับปรุงกระบวนการ โดยระบบลีนเน้นไปที่การกำจัดของเสียและสร้างกระบวนการไหลขณะที่ระบบซิกซิกม่าลดความแปรปรวนและสนับสนุนด้านความสามารถของกระบวนการ ซึ่งเมื่อทั้งสองระบบมาทำงานร่วมกันทำให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพอย่างยั่งยืน นอกจากนี้ระบบลีนยังนำไปใช้ในเรื่องของสิ่งแวดล้อม เพื่อลดต้นทุนด้านพลังงาน เพิ่มส่วนแบ่งการตลาดและสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันแม้แต่เรื่องของการปริมาณการบริโภค หลายบริษัทก็นำระบบลีนมาช่วยในการจัดการ หรือที่เรียกว่าการบริโภคแบบลีน หรือ lean consumption เพื่อปรับใช้กับกระบวนการผลิตหรือการส่งผ่านของสินค้าและบริการไปยังลูกค้า ไม่ว่าจะเป็นการจัดซื้อ การติดตั้ง การบำรุงรักษา การซ่อมแซม และการนำกลับมาใช้ใหม่

5. ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรหรือOEE

ในอดีตที่ผ่านมาการวัดสมรรถนะของการผลิต (Manufacturing Performance) มีการหาวิธีการกันหลากหลาย ซึ่งส่วนใหญ่จะมีข้อมูลและดรรชนีจำนวนมาก ทั้งในทางกว้างและทางลึก หลายวิธีล้าสมัยและอีกหลายวิธีไม่มีความต่อเนื่องในการวิเคราะห์อีกหลายวิธีมีความพยายามเอารายงานทางบัญชีเข้ามาวิเคราะห์ ซึ่งไม่สามารถให้ความละเอียดในทางลึกหรือนำไปใช้ปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตได้จริง ๆ ปัญหาอื่นที่พบ คือ การมีดรรชนีในการชี้วัดมาก แต่ไม่สัมพันธ์กัน ทำให้ไม่สามารถมองภาพใหญ่ได้อย่างสมบูรณ์และเป็นปัญหาการจัดการ ความไม่สอดคล้องกันของการเก็บข้อมูลแยกส่วนทำให้มีการถกเถียงในข้อมูลที่ไม่ตรงกัน ปกติการปรับปรุงสมรรถนะการผลิตโดยรวม จะต้องทำ 3 สิ่ง สิ่งแรก คือ ต้องวัดสิ่งที่ต้องการปรับปรุงให้ได้อย่างเป็นระบบ (What to Measure) สอง คือ วัดอย่างไรให้ได้ครบถ้วนถูกต้องแม่นยำ (How to Measure) และ สาม คือจะทำการปรับปรุงอย่างไร (How to Improve)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE – Overall Equipment Effectiveness) เป็นวิธีการที่ดีวิธีหนึ่งที่นอกจากทำให้รู้ประสิทธิผลของเครื่องจักรแล้วยังรู้ถึงสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้งในภาพใหญ่ คือ สามารถแยกประเภทการสูญเสียและรายละเอียดของสาเหตุนั้น ทำให้สามารถที่จะปรับปรุง ลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบ

OEE ย่อมาจาก Overall Equipment Effectiveness หรือเรียกภาษาไทยว่า "ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์" ซึ่งในปัจจุบันวิธีในการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ นั้นมีเพียงวิธีนี้วิธีเดียวซึ่งเป็นที่นิยมมาก จนกระทั่งประเทศญี่ปุ่นได้นำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการให้รางวัล Productive Maintenance หรือเป็นรางวัลที่ให้แก่โรงงานที่เป็นที่ยอมรับในการบำรุงรักษาแบบทวีผล เนื่องจากหลักการและวิธีคิดพื้นฐานไม่ซับซ้อนและเห็นภาพได้อย่างชัดเจนในแง่ของความเป็นจริง ทั้งยังสามารถพิสูจน์ได้ และสะท้อนถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตได้อย่างชัดเจน (เอมอมร, 2542) โดยมีหลักการที่สามารถเข้าใจได้ง่ายตั้งแต่ผู้บริหารระดับสูงจนถึงระดับพนักงานคุมเครื่องจักรเครื่องจักรที่ดีไม่ใช่เป็นเพียงแค่เครื่องจักรที่ไม่เสีย หากแต่ต้องเป็นเครื่องจักรที่เกิดขึ้นมาแล้วทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยทั่วไปการลดต้นทุนการผลิตจะประกอบด้วย

1. ลดช่วงเวลาที่ไม่ได้ทำการผลิต (unproductive time)

2. ลดระยะเวลาที่ใช้ผลิต (cycle times)

3. ลดของเสีย/เศษที่เกิดจากการผลิต (waste/scrap)

OEE ประกอบด้วย 3 สิ่งในการลดต้นทุกการผลิต Productive time Cycle times Waste/scrap ซึ่งทั้ง 3 ส่วนจะนำมาคำนวณเป็นค่า OEE

OEE % = Availability % x Performance % x Quality %

Availability = อัตราการเดินเครื่อง คือความพร้อมของเครื่องจักรในการทำงานระยะเวลาที่เครื่องจักรหยุด (Downtime loss) มีสาเหตุมาจากเครื่องจักรขัดข้อง (Breakdowns) การปรับแต่งเครื่องจักร (Setup, Adjustments) หรือการจัดการกระบวนการการทำงานที่ไม่ดี (Management) หาจาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัตราการเดินเครื่องจักร = เวลาที่เครื่องจักรเดินจริง / เวลาที่ต้องการทำงาน

Performance = ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง คือสมรรถนะการทำงานของเครื่องจักร

การสูญเสียประสิทธิภาพ (Performance loss) มีสาเหตุมาจากการหยุดเล็กน้อย การเดินเครื่องตัวเปล่า (Minor Stoppage and Idling Losses) และการสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร (Speed Losses)

ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง = เวลาเดินเครื่องสุทธิ / เวลาเดินเครื่อง

Quality =อัตราคุณภาพ คือความสามารถในการผลิตของดีตรงตามข้อกำหนดของเครื่องจักรการสูญเสียด้านคุณภาพ (Quality Loss) มีสาเหตุมาจากความสูญเสียเนื่องจากชิ้นงานเสีย (Defects) งานซ่อม (Rework) และความสูญเสียช่วงเริ่มต้นการผลิต (Startup Loss)

ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness : OEE) คือค่าที่ได้จากผลคูณระหว่างอัตราการเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพ ซึ่งแสดงถึงความพร้อมของเครื่องจักรในการใช้งานว่าเป็นอย่างไร การเดินเครื่องจักรเต็มความสามารถหรือไม่ มีการผลิตชิ้นงานเสียมากน้อยเท่าไร (ฐิติ, 2554)

การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE)

การออกแบบการทดลองเป็นการออกแบบเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสม โดยการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ซึ่งอาศัยแบบจำลองหรือสมการทางคณิตศาสตร์มาอธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ สามารถศึกษาผลของหลาย ๆ ปัจจัยพร้อมกันในเวลาเดียวกันด้วยวิธีใช้จำนวนการทดลองน้อยกว่าการศึกษาทีละปัจจัย การออกแบบการทดลองจึงเป็นวิธีการเก็บข้อมูลที่มีประสิทธิภาพโดยการเปลี่ยนแปลงหรือปรับค่าของปัจจัย (factors) อย่างมีจุดมุ่งหมายที่จะสังเกตการเปลี่ยนแปลงของผลตอบ (response) ที่เกิดขึ้นกระบวนการที่มีปัจจัย (factors) หรือผลตอบ (response : X1, X2, X3, X4) ต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อค่า Y ซึ่งเป็นคุณลักษณะด้านคุณภาพ (quality characteristic) ของกระบวนการ ในการออกแบบการทดลองเราต้องทำการทดลองอย่างเป็นระบบเพื่อที่จะหาความสัมพันธ์เชิงสถิติของ Y และ Xอื่น ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยที่พยายามใช้ทรัพยากรในการทดลองให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ความสัมพันธ์เชิงสถิติที่ได้จะทำให้เรามีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการ (process knowledge) เพื่อนำไปปรับปรุงกระบวนการต่อไป

1. การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล

การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Experiment of Factorial Design) หมายถึงการทดลองที่พิจารณาถึงผลที่เกิดจากการรวมกันของระดับของปัจจัยทั้งหมดที่เป็นไปได้ในการทดลองนั้น การออกแบบเชิงแฟกทอเรียลมีประโยชน์หลายประการ ได้แก่ ทำให้สามารถหลีกเลี่ยงปัญหาที่เกิดจากอันตรกิริยาของปัจจัยที่จะก่อให้เกิดข้อสรุปที่ผิดพลาดได้ เนื่องจากเป็นการออกแบบการทดลองที่มีประสิทธิภาพเหนือกว่าการทดลองทีละปัจจัย และทำให้เราสามารถประมาณผลของปัจจัยหนึ่งที่ระดับต่างๆ ของปัจจัยอื่นได้ รวมทั้งทำให้เราสามารถหาข้อสรุปที่สมเหตุผลตลอดเงื่อนไขของการทดลองได้ซึ่งการออกแบบเชิงแฟกทอเรียลมีอยู่ด้วยกันหลายแบบ
ได้แก่

1.1 การออกแบบเชิงแฟกทอเรียล 2 ปัจจัย

เป็นการออกแบบเชิงแฟกทอเรียลชนิดที่ง่ายที่สุด จะเกี่ยวข้องกับปัจจัย 2 ปัจจัย เช่น ปัจจัย A และปัจจัย B โดยปัจจัย Aจะประกอบด้วย a ระดับ ส่วนปัจจัย B จะประกอบด้วย b ระดับ ซึ่งในแต่ละเรพลิเคตของการทดลองจะประกอบด้วยการทดลองร่วมปัจจัยทั้งหมดเท่ากับ a x b การทดลองและโดยปกติจะมีจำนวนเรพลิเคตทั้งหมด n ครั้ง

1.2 การออกแบบเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2k

เป็นการออกแบบการทดลองในกรณีมีปัจจัย k ปัจจัย ซึ่งแต่ละปัจจัยประกอบด้วย 2 ระดับ ระดับเหล่านี้อาจจะเกิดจากข้อมูลเชิงปริมาณเช่น อุณหภูมิ ความดัน หรืออาจจะเกิดจากข้อมูลเชิงคุณภาพ เช่น เครื่องจักร คนงานและใน 2 ระดับที่กล่าวนี้จะแทนด้วยระดับสูงและต่ำของปัจจัยหนึ่ง ๆ ใน 1 เรพลิเคตที่บริบูรณ์สำหรับการออกแบบเช่นนี้ จะประกอบด้วยข้อมูลทั้งสิ้น 2k ข้อมูล การออกแบบการทดลองแบบนี้มีประโยชน์มากต่อการทดลองในช่วงเริ่มแรก เมื่อมีปัจจัยเป็นจำนวนมากที่เราต้องการที่จะตรวจสอบ การออกแบบเช่นนี้จะทำให้เกิดการทดลองจำนวนน้อยที่สุดที่สามารถจะทำได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 การออกแบบเชิงแฟกทอเรียลแบบ 3 ระดับ หรือการออกแบบเชิงแฟกทอเรียล3k

การออกแบบเชิงแฟกทอเรียลที่แต่ละปัจจัยประกอบด้วย 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ ระดับกลางและระดับสูง ซึ่งสัญลักษณ์ที่ใช้แทนระดับทั้งสามอาจจะใช้ตัวเลข -1, 0 และ 1ตามลำดับ สังเกตว่าการทดลองแบบนี้จะมีระดับที่สามของปัจจัยเพิ่มเข้ามาในแบบจำลอง ซึ่งทำให้เราสามารถที่จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบ และปัจจัยที่สนใจในลักษณะลักษณะที่เป็นสมการแบบควอดราติกได้

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA)

เป็นวิธีการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป ซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์อัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม (Between-group variance) และความแปรปรวนภายในกลุ่ม (Within-group variance) ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม เป็นค่าที่เกิดจากความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มต่าง ๆ ถ้าค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มต่าง ๆ แตกต่างกันมากค่าความแปรปรวนระหว่างกลุ่มก็จะมากตามไปด้วย สำหรับความแปรปรวนภายในกลุ่มเป็นค่าที่แสดงให้เห็นว่า คะแนนแต่ละตัวที่รวบรวมมานั้นภายในแต่ละกลุ่มมีการกระจายมากหรือน้อย ค่าที่คำนวณได้เรียกว่าความคลาดเคลื่อน (ยุทธ, 2546)

3. แบบจำลองการถดถอย (Regression Model)

แบบจำลองการถดถอย (Regression Model) เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย เพื่อนำไปสร้างสมการทำนายค่าของผลตอบ ซึ่งจะทำให้สามารถหาผลตอบที่จุดใดๆ ในแต่ละช่วงของปัจจัยได้ โดยวิธีการที่ใช้ในการประมาณค่าตัวแปรต่าง ๆ ในแบบจำลองนี้ส่วนใหญ่คือ วิธีกำลังสองน้อยสุด (Least Square Method) ซึ่งเป็นการประมาณค่าตัวแปรที่ไม่ทราบค่า (β) เพื่อทำให้ผลรวมของกำลังสองของความผิดพลาด (2ε) มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งบางครั้งเราเรียก β เหล่านี้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย โดยมีขั้นตอนในการประมาณค่าดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. สร้างผลรวมของกำลังสองของค่าความผิดพลาด โดยการฟิตผลตอบ

2. ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของปัจจัยในเทอมต่าง ๆ ที่ทำให้ผลรวมของกำลังสองของค่าความผิดพลาดมีค่าน้อยที่สุด

3. นำค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ได้ไปเขียนสมการทำนายค่าของผลตอบ

ขั้นตอนการวิเคราะห์ Simple Linear Regression

เมื่อมีตัวแปรต้นและตัวแปรตามเพียงอย่างละ 1 ตัวแปร สมการหรือ Model ที่ได้จะเป็นดังนี้

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X \tag{3}$$

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมข้อมูล X, Y จากตาราง ค่าที่เป็นตัวแปรต้นหรือ X คือความยาวเส้นรอบอก และค่าที่เป็นตัวแปรตามหรือ Y วิธีสังเกตคือค่าที่เราจะหาหรือจะเป็นคำตอบในอนาคตคือตัวแปรตาม(Y) ส่วนค่าที่เราจะต้องใส่ในสมการ (Model) เพื่อให้เห็นคำตอบคือตัวแปรต้น

ขั้นตอนที่ 2 หาค่าผลรวม ค่าเฉลี่ย ผลคูณ ผลรวมของการคูณกันของตัวแปรต้นและตัวแปรตาม และค่ายกกำลังสองของตัวแปรต้น

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาค่าคงที่และค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรต้นในสมการ

$$\beta_1 = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{n}}{\sum X^2 - n(\bar{X})^2} \tag{4}$$

$$\beta_0 = \bar{Y} - \beta_1(\bar{X}) \tag{5}$$

ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบสมมติฐานว่าค่าคงที่ (b_0) และค่าสัมประสิทธิ์ (b_1) ใน Model ที่คำนวณได้นั้นมีความจำเป็นต้องคงไว้ใน Model หรือไม่ ท่านผู้อ่านต้องนึกภาพตามนะครับว่าค่า b_0 และ b_1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่เรากำลังกล่าวถึงนี้เป็นตัวอย่างที่มาจากประชากรจำนวนหนึ่ง ซึ่งจะมีการกระจายรอบๆค่าๆหนึ่ง ซึ่งจริงๆแล้วค่าที่เห็นก็เป็นเพียงตัวอย่างหนึ่งที่ถูกดึงออกมาจากกลุ่ม ที่เราสนใจคือว่าค่าดังกล่าวนี้เป็น 0 หรือไม่ ถึงเราจะเห็นค่าไม่เท่ากับ 0 แต่จริงๆค่าการกระจายกลุ่มนั้นอาจจะอยู่รอบๆ 0 ก็ได้ ถ้าเป็นเช่นนั้นถือว่าค่าดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญของความต่างกับ 0 เราก็สามารถตัดค่า b_0 หรือตัดพจน์ที่ b_1 คูณอยู่ออกจาก Model ได้เลย โดยจะไม่ทำให้ค่า Y ที่ได้มีความแตกต่างกับเมื่อคงค่าดังกล่าวไว้ใน Model แต่อย่างใด และการกระจายของตัวของค่า b_0 และ b_1 นี้ก็เป็น Normal distribution ด้วย เหตุผลนี้เองที่เราต้องใช้ T-Test เพื่อทดสอบสมมติฐาน ว่ามีค่าเท่ากับ 0 หรือไม่

โดยสมมติฐานในการทดสอบ b_0 คือ

$$H_0 : \beta_0 = 0$$
$$H_a : \beta_0 \neq 0$$

การพิสูจน์สมมติฐานนั้นเราจะใช้ t-statistic โดยมีสมการดังนี้

$$\beta_0(i) = Y(i) - \beta_1 X(i) \quad (6)$$

$$(\sigma_{\beta_0})^2 = \frac{\sum(\beta_0(i) - \beta_0)^2}{n} \quad (7)$$

$$t_{\beta_0} = \frac{\beta_0}{\sigma_{\beta_0}} \quad (8)$$

จากสมการข้างบน เราจะเริ่มจากการหาค่า $b_{0(i)}$ และ s_{b0} เพื่อจะนำไปใช้หาค่า t_{b0} ในขั้นตอนสุดท้าย จะได้

$$t_{\beta_0} = \frac{\beta_0}{\sigma_{\beta_0}} = \frac{-377.7}{\sqrt{3304.01}} = \frac{-377.7}{57.48} = -6.57$$

เราจะปฏิเสธสมมติฐาน $H_0 : b_0 = 0$ ถ้า

$$\left|t_{\beta_0}\right| > t_{\alpha/2, n-2} \quad (9)$$

(a = 0.05 , df = n-2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมมติฐานในการทดสอบ b_1 คือ

$$H_0 : \beta_1 = 0$$
$$H_a : \beta_1 \neq 0 \quad (10)$$

การพิสูจน์สมมติฐานนั้นเราจะใช้ t-statistic โดยมีสมการดังนี้

$$(\sigma_{\beta_1})^2 = \frac{\sum (Y(i) - \hat{Y})^2}{\sum (X(i) - \bar{X})^2} \quad (11)$$

$$t_{\beta_1} = \frac{\beta_1}{\sigma_{\beta_1}} \quad (12)$$

เมื่อ $\hat{Y}$ คือค่าที่ได้จากการนำ Model ที่ได้มานั้นมาใส่ค่า X แล้วหาค่า Y

ขั้นตอนที่ 5 การพิสูจน์ว่า Regression model ที่ได้มานั้นเหมาะที่จะนำไปใช้คาดการณ์ (Predict) ค่าY ในอนคตมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะใช้วิธีพิสูจน์ค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ระหว่างค่า Y ที่เก็บข้อมูลมาได้กับค่าที่ได้จากการใส่ค่า X ใน Model ที่ได้มา ซึ่งเรียกว่า Residual ตัวสถิติที่จะใช้ทดสอบความคลาดเคลื่อนนี้ เราเรียกว่า F-Statistic และสมมติฐานคือ

H_0 : Error จากการใช้ Model นี้ Predict ค่า Y เป็น Error ที่ไม่สามารถอธิบายได้เป็นส่วนใหญ่

H_a: Error จากการใช้ Model นี้ Predict ค่า Y เป็น Error ที่สามารถอธิบายได้เป็นส่วนใหญ่
สมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณ มีดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$SS_{Error} = \sum \left(Y(i) - \hat{Y}\right)^2 \quad (13)$$

$$SS_{Total} = \sum \left(Y(i) - \bar{Y}\right)^2 \quad (14)$$

$$SS_{Regression} = SS_{Total} - SS_{Error} \quad (15)$$

$$MS_{Regression} = \frac{SS_{Regression}}{df} \quad (16)$$

$$MS_{Error} = \frac{SS_{Error}}{df} \quad (17)$$

$$F = \frac{MS_{Regression}}{MS_{Error}} \quad (18)$$

โดยที่

SS : Sum Square หมายถึงค่าแต่ละค่ายกกำลังสองแล้วนำมาหาผลรวม

MS : Mean Square หมายถึงค่าการเอาค่า SS มาหาค่าเฉลี่ยอีกโดยหารด้วย Degree of freedom

ขั้นตอนที่ 6 การหา Coefficient of Determination เป็นการคำนวณหาตัวชี้วัดว่า Model นี้สมควรจะได้รับการยอมรับมากน้อยเพียงใด ถึงแม้จะรับรองด้วย F-Statistics แล้วก็ตาม หลักการคือหาค่า Error จากการเปลี่ยนแปลงค่า X ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เราสนใจ กับค่า Error รวมทั้งหมด ถ้าค่าที่ได้ใกล้เคียงกัน ก็ถือว่า ยอมรับได้ ถ้าน้อย ก็แสดงว่าค่า Error อื่นๆที่ไม่รู้ที่ไปที่มา มีปนอยู่มาก ถึงระดับหนึ่งอาจจะไม่สามารถยอมรับ Model นี้ได้เลย เราเรียกตัวชีวัดนี้ว่า R^2 (อ่านว่า R - Square)

$$R^2 = \frac{(SS_{Regression})100}{SS_{Total}}\% \quad (19)$$

อาจจะเป็นไปได้ว่าเพราะความบังเอิญค่า R^2 ที่คำนวณได้จึงสูง เราจะต้องทดสอบดูว่า ที่ค่า R^2 สูงนั้นไม่ได้เป็นเรื่องบังเอิญ หลักการคือให้ทำการลด n ลง 1 ตัวแล้วหาค่า R^2 อีกครั้ง หากยังสูงอยู่ก็ถือว่าไม่ได้เป็นเรื่องบังเอิญ แต่ถ้า R^2 ใหม่นี้มีค่าต่ำกว่าค่าเดิมมาก แสดงว่าค่า R^2 มีความไว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(Sensitivity) ต่อการเปลี่ยนแปลง n มาก ควรจะต้องแก้ไข โดยอาจถึงขั้นต้องไปเก็บข้อมูลเพิ่ม เก็บข้อมูลใหม่ เลยทีเดียว เราเรียกว่า R^2 -Adjusted

$$R^2 - Adjusted = \left\{1 - \left(\frac{n-1}{n-p}\right)\left(1 - R^2\right)\right\}100\% \qquad (20)$$

โดยที่ p คือจำนวนค่าคงที่และค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรต้นใน Regression model $(b_0, b_1, b_2, ...b_n)$ ซึ่งในตัวอย่างนี้คือ 2 คือ b_0, b_1 นั่นเอง

ในกรณีที่เราใช้โปรแกรม Microsoft Excel ช่วยในการวิเคราะห์ จะได้ตารางออกมาดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 รูปแบบการแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel

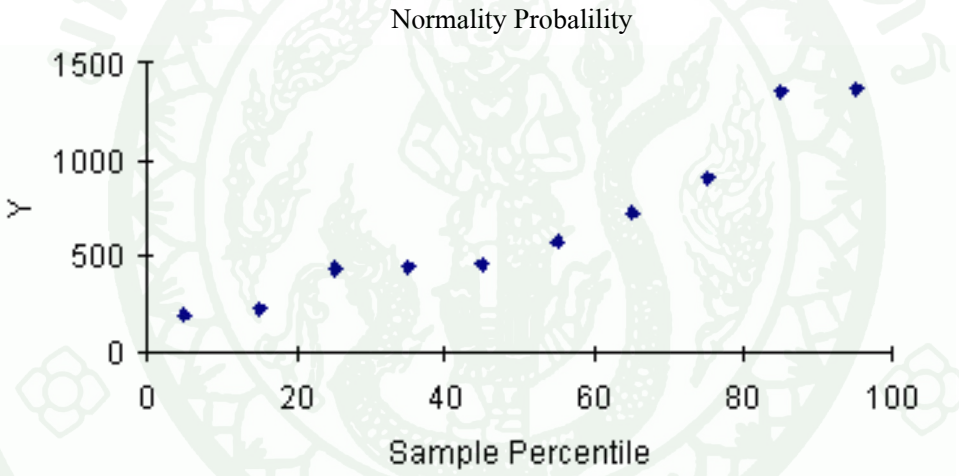
Regression Statistics	
Multiple R	0.989
R Square	0.979
Adjusted R Square	0.976
Standard Error	64.265
Observations	10

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	1538493.86	1538493.86	372.52	0.00000
Residual	8	33040.14	4130.02		
Total	9	1571534			
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	
Intercept	-377.70	57.87	-6.53	0.00	
X	5.17	0.27	19.30	0.00	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จะเห็นว่าถ้าเราใช้โปรแกรมช่วยวิเคราะห์ เราจะเห็นตารางค่าคงที่ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรต้น และค่า T-Statistics ซึ่งได้ค่า P-value เป็น 0.00 แสดงว่าเราต้องปฏิเสธสมมติฐาน H_0: ในขั้นตอนที่ 4 ทั้งกรณีสมมติฐานของค่า b_0 และ b_1 ในส่วนตาราง Anova ใช้เพื่อหาค่า F Statistics ได้ค่า P-value เป็น 0.00 นั่นคือปฏิเสธสมมติฐาน H_0 : ตามขั้นตอนที่ 5 เช่นกัน ในส่วนตาราง Regression statistics ที่สรุปค่า Coefficient of Determination ที่ได้ตามขั้นตอนที่ 6 สุดท้ายเราสรุปว่าค่าที่คำนวณตามขั้นตอนที่ 1 ถึง 6 ได้ตรงกับค่าที่ได้จากการใช้โปรแกรม Micrsoft Excel

ขั้นตอนที่ 7 การพิสูจน์คุณสมบัติ 3 ประการ เนื่องจากในการคำนวณด้วยมือตามขั้นตอนที่ 1-6 มีความยุ่งยากในการเตรียมข้อมูลในการแสดงกราฟ ผู้เขียนขอใช้กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Mocrosoft Excel

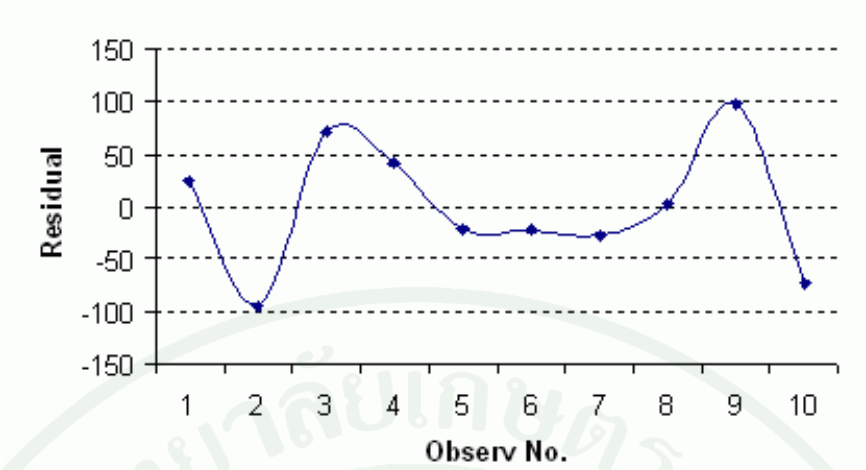


ภาพที่ 7 ตัวอย่างกราฟ Normality Probability Plot

ที่มา: ฉลอง (2552)

จากกราฟ Normality Probalility Plot การเรียงตัวของจุดค่า Y เทียบกับ Percentile เป็นแนว แม้จะไม่เป็นเส้นตรง โอกาสที่จะไม่เป็น Normal ค่อนข้างสูง แต่หากจะยอมรับว่าเข้าใกล้ Normal distribution

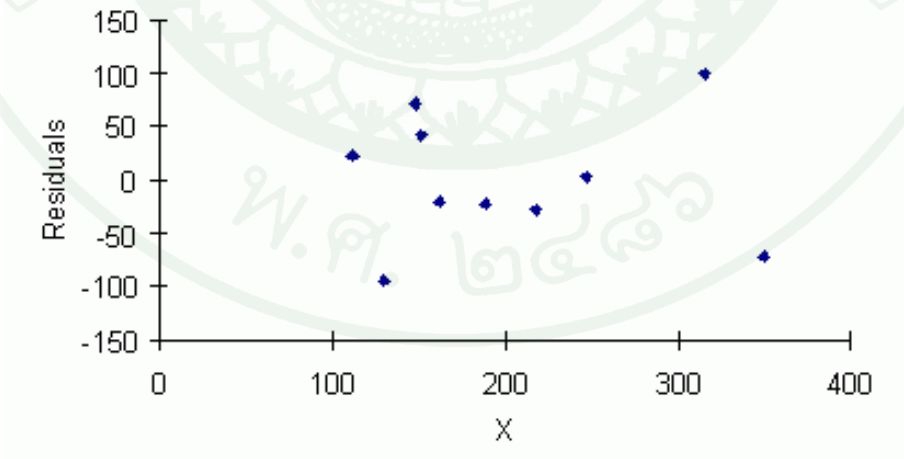
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 ตัวอย่างกราฟ Independence

ที่มา: ฉลอง (2552)

การทดสอบ Independence หรือความเป็นอิสระต่อกันของค่า X แต่ละค่าทำได้โดยการพล้อตค่า Residual เทียบกับหมายเลขของ X ที่เรากำหนดในตาราง จะพบว่า แนวของจุดถือได้ว่าไม่มีทิศทางใดแน่นอน ไม่ได้อยู่ทางด้านลบหรือบวกอย่างเดียว ไม่ได้ขึ้นหรือลงอย่างเดียว ลักษณะเช่นนี้เราถือว่าความเป็นอิสระของ X แต่ละตัวอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้



ภาพที่ 9 ตัวอย่างกราฟ Homoscedasticty

ที่มา: ฉลอง (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดสอบ Homoscedasticity มีวัตถุประสงค์คือ พิสูจน์ว่าค่าความคลาดเคลื่อนทุกๆย่านของค่า X ไม่ได้แตกต่างกันมากจนเกินไป โดยการพล้อต Residual กับค่า X (Fit) หากมีลักษณะอยู่ด้านบวก หรือลบตลอด เป็น 0 ตลอด กว้างออกตลอด เมื่อค่า X สูงขึ้น เราจะถือว่าไม่ผ่านเงื่อนไขนี้ จากกราฟเราพอจะอนุมานได้ว่า Residual ตลอดย่านค่า X ไม่ได้แตกต่างกันจนเกินเหตุ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิลาสินี (2548) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างระบบควบคุมการผลิตแบบผลักและดึง และกำหนดขนาดคัมบังในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์โดยใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ซึ่งการวิทยานิพนธ์ได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้ ส่วนแรก คือ การศึกษาวิเคราะห์แบบจำลองระบบการผลิตอย่างง่ายที่มีการควบคุมการผลิตแบบผลักและดึง ส่วนที่สอง คือ การวิเคราะห์แบบจำลองระบบการผลิตอย่างง่ายที่มีการควบคุมการผลิตแบบดึง โดยมีการกำหนดขนาดคัมบังจากการวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) และกำหนดการวิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) ส่วนที่สาม คือ การศึกษาวิเคราะห์แบบจำลองระบบการผลิตจากกรณีศึกษาโรงงานตัวอย่าง โดยทำการเก็บผลค่าวัด คือ ค่าเฉลี่ยของรอบระยะเวลาการผลิต (Average Cycle Time) สรุปผลการทดลองที่ได้จากอัตราความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรอบระยะเวลาการผลิต(Average Cycle Time) และค่าเฉลี่ยปริมาณงานระหว่างผลิต (Average Work in Process) ระหว่างระบบการผลิตแบบผลักและดึงเมื่อระบบการผลิตมีลักษณะที่คงที่และอัตราการผลิตที่น้อยกว่าความสามารถการผลิตสูงสุดของสายการผลิตระบบควบคุมการผลิตแบบผลักมีผลการดำเนินงานที่ไม่แตกต่างกันในแง่ของรอบระยะเวลาการผลิต แต่เมื่อระบบการผลิตมีลักษณะที่แปรปรวน ระบบควบคุมการผลิตแบบดึงมีผลการดำเนินงานที่ดีกว่าระบบควบคุมการผลิตแบบผลัก

ผลการทดลองเปรียบเทียบระบบการผลิตที่มีการกำหนดขนาดคัมบังจากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และกำหนดจากการวิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์พบว่าระบบที่มีการกำหนขนาดกัมบังด้วยการวิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์มีผลการดำเนินงานที่ดีกว่าระบบที่มีกากำหนดขนาดกัมบังด้วยการวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในแง่ของปริมาณงานระหว่างผลิต แม้ว่าระบบจะมีความแปรปรวนจากปัจจัยภายนอกผลการศึกษาจากกรณีศึกษาโรงงานตัวอย่าง เมื่อนำวิธีการกำหนดขนาดกัมบังด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการวิเคราะห์แบบจำลอสถานการณ์ไปใช้กับระบบการผลิตจริงพบว่าวิธีการกำหนดขนาดคัมบังด้วยกาวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบจำลองสถานการณ์ให้ผลการดำเนินงานในแง่ของรอบระยะเวลาการผลิตและปริมาณการผลิตที่ดีกว่าการกำหนดขนาดกัมบังแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ณัฐพงษ์ (2552)ได้ทำการศึกษาและประเมินการนำกัมบังมาใช้ในสายการผลิต โดยการศึกษาปริมาณ พื้นที่ที่ใช้ในการจัดเก็บสินค้าคงคลังและจำนวนกัมบังหมุนเวียน และทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลการผลิตชิ้นส่วนประกอบหลักที่เกิดขึ้นในแต่ละวันที่บริเวณคลังสินค้าย่อยในแต่ละสายการผลิต โดยทำการศึกษาการผลิตของไส้กรองน้ำมันเครื่องเพื่อประเมินสิ่งผิดปกติในการผลิต โดยใช้เทคนิคของคิวซีเซอร์เคิล มาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา

จากการศึกษาระบบกัมบัง พบว่าการผลิตส่วนใหญ่เกิดความสูญเสียจากการผลิตที่มากเกินไป โดยผลการวิทยานิพนธ์ได้ประเมินด้านปริมาณสินค้าคงคลัง พบว่า ปริมาณสินค้าที่เกิดขึ้นจริงเท่ากับปริมาณการสั่งผลิตด้วยระบบกัมบังเพียงร้อยละ17 และปริมาณสินค้าคงคลังน้อยกว่าปริมาณการสั่งผลิตด้วยระบบกัมบังเพียงร้อยละ 36 และปริมาณสินค้าคงคลังมากกว่าปริมาณการสั่งผลิตด้วยระบบกัมบังร้อยละ47

ธนิต (2554) ได้ทำการศึกษา การออกแบบระบบกัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์สำหรับกระบวนการจัดเตรียมการผลิตซีลยาง โดยใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี(Just In Time) ปัจจุบันการจัดการการผลิตยังพึ่งพาทักษะและความชำนาญของพนักงานในการตัดสินใจปฏิบัติงานจึงมักก่อความผิดพลาดขึ้น ในปีพ.ศ.2554 เกิดปัญหาการส่งยางไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ไม่ทันเวลาถึง699ครั้ง โดย 525 ครั้งหรือร้อยละ75.11ของการจัดเตรียมยางล่าช้านี้เกิดจากขั้นตอนการจัดเตรียมยางและขั้นตอนการรับ -ส่งคำสั่ง การจัดเตรียมยาง เนื่องจากการส่งคำสั่งการทำงานไม่เหมาะสมงานวิทยานิพนธ์นี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงระบบการจัดเตรียมยางให้สามารถส่งยางไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ได้ทันเวลาโดยทำการศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนของกระบวนการจัดเตรียมยางพร้อมทั้งออกแบบการจัดการข้อมูลของกระบวนการจัดเตรียมยางด้วยระบบกัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์เพื่อความสะดวก รวดเร็ว ถูกต้องและครบถ้วนจากการทดลองและติดตามผลการใช้ระบบกัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์ในกระบวนการจัดเตรียมยางตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคมปีพ.ศ.2555พบปัญหาการส่งยางไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ไม่ทันเวลา 86 ครั้งโดยเกิดจากขั้นตอนการจัดเตรียมยางและขั้นตอนการรับ – ส่งคำสั่งการจัดเตรียมยาง เหลือเพียง 11 ครั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พัฒนพงศ์ (2555) ได้ศึกษาการปรับปรุงกระบวนการขนส่งภายในคลังสินค้าโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษา อุตสาหกรรมน้ำอัดลมงานวิทยานิพนธ์นี้ศึกษาระบบการขนส่งภายในคลังสินค้ามีวัตถุประสงค์เพื่อขจัดกิจกรรมที่มีความสูญเปล่า ทั้งนี้ได้เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 120 ชุดและระบุถึงปัญหาที่เกิดจากความสูญเปล่าภายในคลังสินค้า และได้นำเสนอแนวคิดของลีนเพื่อลดความสูญเปล่าดังกล่าว จากการวิเคราะห์ด้วยแผนภาพกิจกรรมการไหลของสินค้าพบว่า เกิดการรอคอยในกระบวนการจัดส่งและเกิดสินค้าคงคลังปริมาณสูงอันเนื่องมาจากการระบายสินค้าออกได้ช้า ดังนั้นการวิเคราะห์หาแนวทางการลดความสูญเสียด้วยแนวความคิดลีนและประยุกต์ร่วมกับโปรแกรมจำลองสถานการณ์ เพื่อสะท้อนภาพการดำเนินงานในสภาพการณ์ปัจจุบันและผลที่คาดว่าจะได้รับจากแนวทางการปรับปรุง 2 แนวทาง ได้แก่ การประยุกต์ใช้ระบบกัมบัง การประยุกต์ใช้ระบบกัมบังและ การส่งสินค้าทันที จากผลการวิเคราะห์พบว่า เมื่อนำระบบคัมบังมาประยุกต์ใช้จะเป็นการควบคุมปริมาณ WIP ในระบบ ส่งผลให้ระยะเวลาการรอสินค้าของรถโฟล์คลิฟเป็น 0 นาที แต่เพิ่มระยะเวลาที่สินค้าจะต้องรอรถมารับแทน ทำให้ระยะเวลาที่สูญเปล่าจากจุดนี้สามารถนำไปใช้ในกิจกรรมการนำขวดเปล่ากลับเข้าสู่กระบวนการ Re-use เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ผลของแนวทางที่ 1 และแนวทางที่ 2 ให้ผลที่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่สามารถลดปริมาณสินค้าคงคลังได้ร้อยละ 10.2, ร้อยละ2.37 และลดเวลารอคอยเหลือ 0 นาที เราจึงสามารถสรุปได้ว่า การประยุกต์ใช้ระบบคัมบังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน และเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมการผลิตที่มีอัตราผลิตต่อเนื่องได้

รมย์ยุพา (2554) การปรับปรุงกระบวนการผลิตยางรถยนต์เพื่อปรับปรุงระบบควบคุมการผลิตในสายการผลิตยางรถยนต์ให้ปริมาณการจัดเก็บงานระหว่างผลิตลดลง จากการศึกษาพบว่าขาดการวางแผนการผลิตชิ้นส่วนประกอบประจำวันและขาดเครื่องมือในการควบคุมระบบการผลิตที่มีประสิทธิภาพ จึงทำให้ปริมาณการผลิตชิ้นส่วนประกอบที่ได้โดยเฉลี่ยเท่ากับ 20,000 เส้นต่อวัน ในขณะที่ความต้องการเส้นยางต่อวันโดยเฉลี่ยเท่ากับ 10,000 เส้นต่อวัน กล่าวคือปริมาณการผลิตจริงสูงกว่าปริมาณของความต้องการเส้นยางประมาณ 2 เท่า จึงส่งผลให้เกิดปัญหาปริมาณการจัดเก็บงานระหว่างผลิตมากเกินความจำเป็น ในการดำเนินงานวิทยานิพนธ์นี้ได้นำระบบคัมบังมาเป็นเครื่องมือในการปรับปรุงระบบควบคุมการผลิตเพื่อให้กระบวนการผลิตมีการทำงานที่เป็นจังหวะเดียวกัน และส่งผลให้ปริมาณการจัดเก็บงานระหว่างผลิตลดลง โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิทยานิพนธ์ 3 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุที่ทำให้เกิดปริมาณการจัดเก็บงานระหว่างผลิตจำนวนมาก ทำการปรับปรุงระบบควบคุมการผลิต โดยใช้ระบบคัมบัง และเปรียบเทียบผลระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงระบบควบคุมการผลิต ผลการดำเนินงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์พบว่าปริมาณการจัดเก็บงานระหว่างผลิตลดลงจากเดิม 23.1 – 38.7 ชั่วโมงต่อวัน เหลือ 22.9 – 23.6 ชั่วโมงต่อวัน

Roongrat (2012) ได้ทำการศึกษาถึงการบรูณาการระบบการผลิตแบบทันเวลาของกระบวนการประกอบและกระบวนการที่ไม่ประกอบโดยการใช้วิธีการออกแบบการทดลองโดยวิเคราะห์ใน ด้านเวลาในการผลิต ด้านค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อัตราการเติมวัตถุดิบ และงานระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งผลของการออกแบบการทดของสามารถลดปริมาณสินค้าคงคลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. โปรแกรมที่ใช้ในการทำระบบดึง

1.1 โปรแกรมVisio2010

1.2 โปรแกรม I-Grafx

1.3 โปรแกรม Microsoft Excel

1.4 โปรแกรม MINITAB 16

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการประยุกต์ระบบดึงในสายการผลิต

2.1 บอร์ดสำหรับใส่แสดงกัมบังผลิต

2.2 กัมบังที่ใช้ในการผลิต

2.3 นาฬิกาจับเวลา

2.4 ตลับเมตรสำหรับวัดพื้นที่การทำงาน

2.5 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล 1 ชุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

ศึกษาสภาพปัจจุบันของการผลิตเพลาขับในโรงงานกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทที่ผลิตสินค้าประเภทเพลาขับซึ่งจัดอยู่ในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ สินค้าที่ทำการผลิตมีเพลาขับหลายรุ่นตามรูปแบบความต้องการของลูกค้า ซึ่งนโยบายการบริหารจัดการภายในบริษัทมุ่งเน้นการใช้การผลิตแบบลีนเป็นหลักตั้งแต่กระบวนการรับวัตถุดิบจนกระทั่งส่งสินค้าไปยังลูกค้า ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะทำการศึกษาการผลิตเพลาขับเฉพาะรถยนต์ประเภทส่วนบุคคลเท่านั้นซึ่งจะประกอบไปด้วยเพลาขับทั้งหมด 3 รุ่น ได้แก่

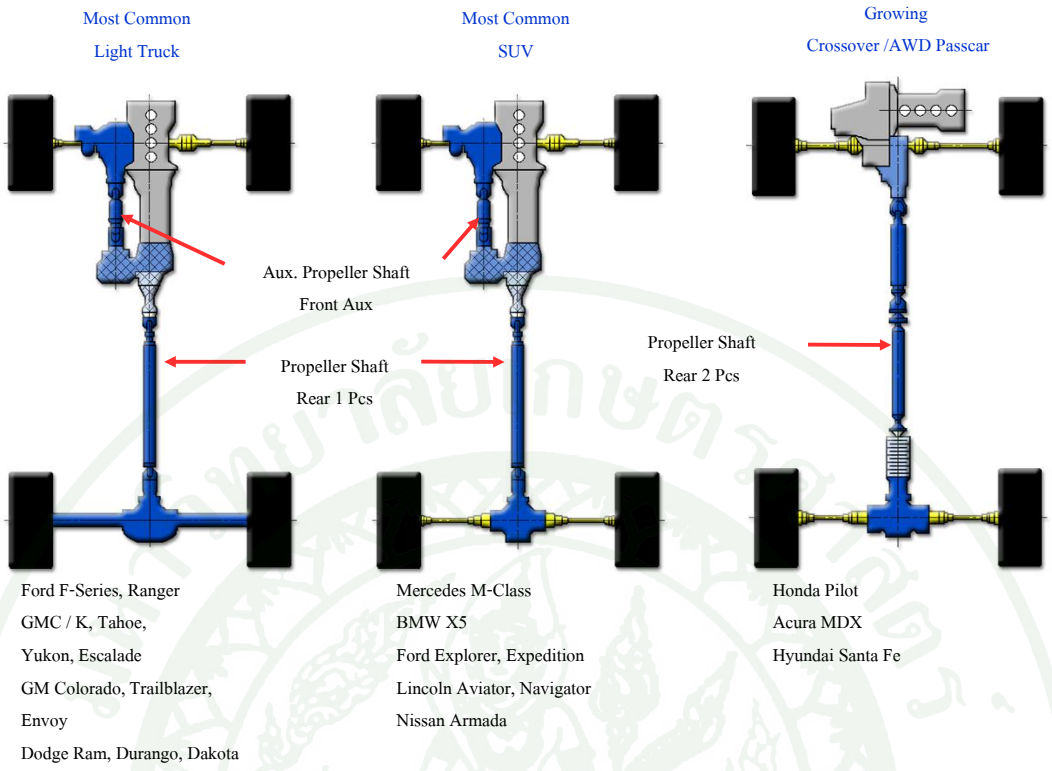
1. รุ่นเพลาขับหน้า (Aux. Propeller Shaft Front Aux หรือ Front Aux)

2. รุ่นเพลาขับหลังท่อนเดียว (Propeller Shaft Rear 1 Pcs หรือ Rear 1 PC)

3. เพลาขับหลังท่อนคู่ (Propeller Shaft Rear 2 Pcs หรือ Rear 2 PC)

ซึ่งเพลาขับแต่ละรุ่นจะใช้กับรถยนต์แตกต่างชนิดกันและมีการจัดวางตำแหน่งของเพลาขับที่แตกต่างกันดังภาพที่ 10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

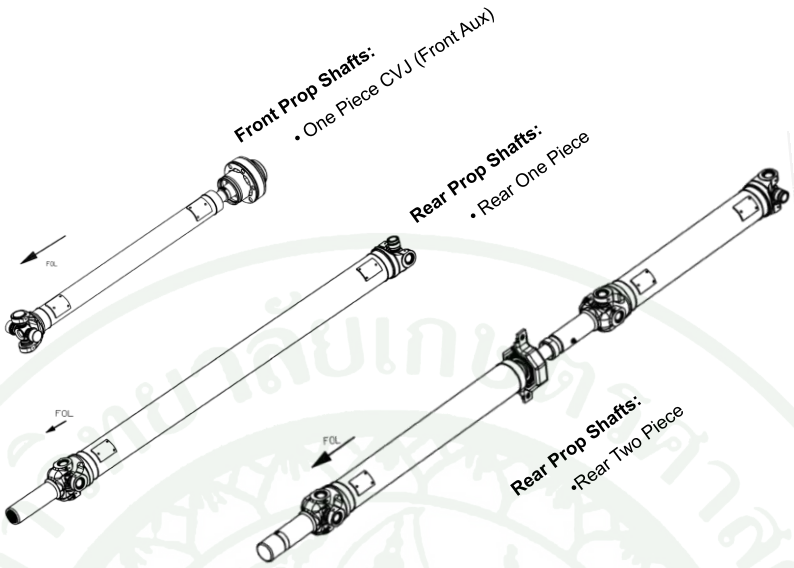


ภาพที่ 10 ตำแหน่งของเพลาขับเฉพาะรถยนต์ประเภทส่วนบุคคล

1. ส่วนประกอบของเพลาขับทั้ง 3 รุ่น

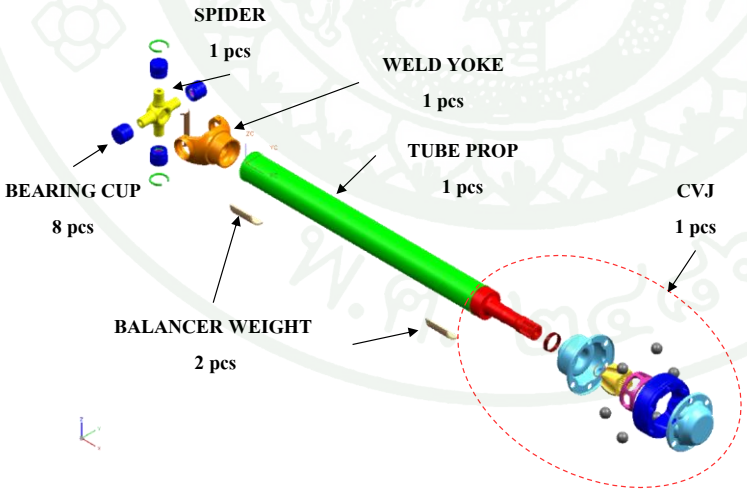
โรงงานกรณีศึกษาผลิตเพลาขับหลายชนิด ทั้งเพลาขับรถกระบะ รถยนต์นั่งส่วนบุคคล และ คันเกียร์ ซึ่งขอบเขตของการศึกษานี้จะศึกษาเฉพาะเพลาขับประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคล เนื่องมาจากเพลาขับรถยนต์นั่งส่วนบุคคลประสบปัญหาเกี่ยวกับการผลิตชิ้นงานไม่ทันต่อคำสั่งซื้อของลูกค้า จากข้อมูลเบื้องต้นของเพลาขับรถยนต์นั่งส่วนบุคคลของโรงงานกรณีศึกษานี้มีด้วยกันทั้งหมด 3 รุ่น ได้แก่ รุ่น Front Prop Shaft One Piece CVJ หรือ Front Aux ใช้กับรถประเภทรถกระบะและรถยนต์นั่งส่วนบุคคล รุ่น Rear Prop Shaft One Piece หรือ Rear 1 PC ใช้กับรถประเภทรถนั่งส่วนบุคคล และ รุ่น Rear Prop Shaft Two Piece หรือ Rear 2 PC ใช้กับรถประเภทรถนั่งสำหรับ 4 คนขึ้นไป ดังภาพที่ 11

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 11 เพลาขับเฉพาะรถยนต์ประเภทส่วนบุคคลทั้ง 3 รุ่น

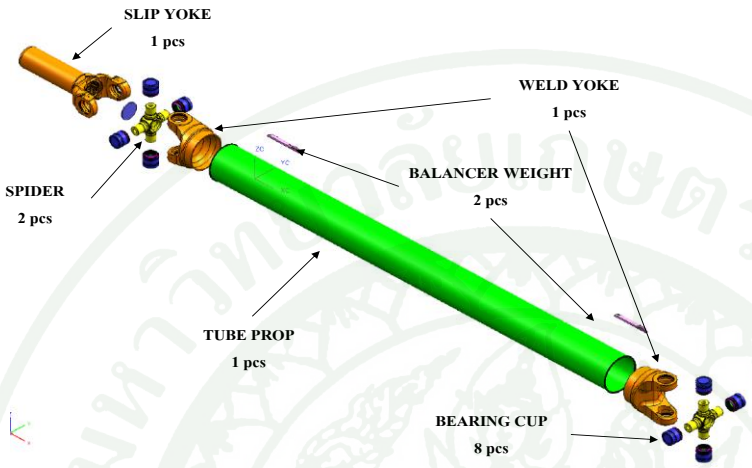
1. รุ่น Front Prop Shaft One Piece CVJ หรือ รุ่น Front Aux มีส่วนประกอบดังนี้ Spider , Bearing cup, Weld yoke , Tube prop ,Balance weight และ CVJ



ภาพที่ 12 ส่วนประกอบของเพลาขับรุ่น Front Prop Shaft One Piece CVJ

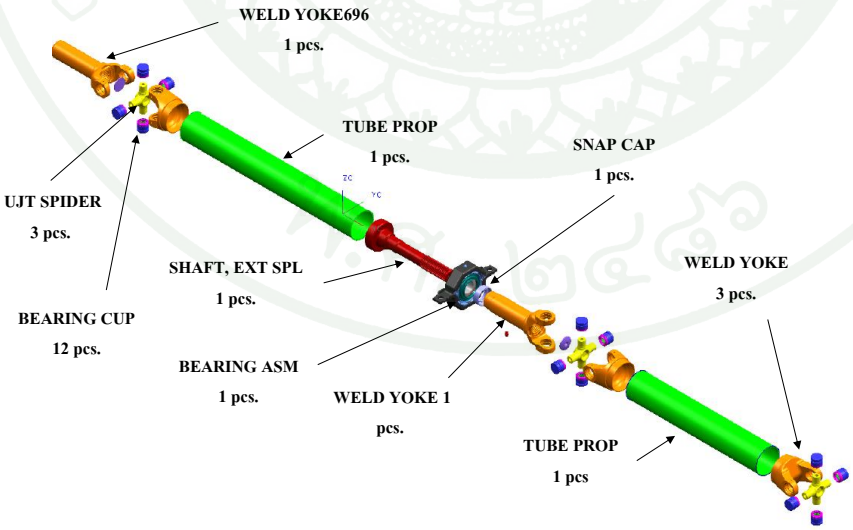
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. รุ่น Rear Prop Shaft One Piece หรือ รุ่น Rear One Piece มีส่วนประกอบดังนี้ Slip yoke , Spider , Bearing cup, Weld yoke , Tube prop , Balance weight ดังภาพที่ 13 ส่วนประกอบของเพลาขับรุ่น Rear Prop Shaft One Piece



ภาพที่ 13 ส่วนประกอบของเพลาขับรุ่น Rear Prop Shaft One Piece

3. รุ่น Rear Prop Shaft Two Piece หรือ รุ่น Rear Two Piece มีส่วนประกอบดังนี้ Slip yoke , Spider , Bearing cup, Weld yoke , Tube prop ,Balance weigh



ภาพที่ 14 ส่วนประกอบของเพลาขับรุ่น Rear Prop Shaft Two Piece

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ขั้นตอนและกระบวนการผลิตเพลาขับ

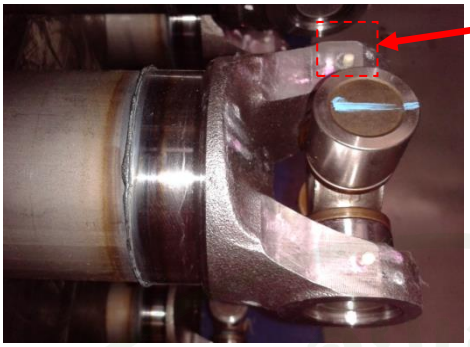
การผลิตเพลาขับแต่ละรุ่นนั้นมีความแตกต่างกันทั้งกระบวนการและส่วนประกอบดังนี้

2.1 กระบวนการผลิตรุ่น Front Prop Shaft One Piece CVJ หรือ รุ่น Front Aux จะประกอบไปด้วยกระบวนการเชื่อมท่อเหล็ก (Tube Prop) เข้ากับ Weld yoke และ CVJ ด้วยเครื่องเชื่อม “MIAB” ดังภาพที่ 15 เครื่องเชื่อม MIABสำหรับเชื่อมท่อเหล็กทุกรุ่น

ภาพที่ 15 เครื่องเชื่อม MIAB

หลังจากชิ้นงานผ่านการเชื่อมท่อเสร็จเรียบร้อยก็จะนำไปสู่กระบวนการฉีดพลาสติกแบบ With cup เป็นการฉีดพลาสติกเข้าไปในรูเพื่อยึดส่วน Baring cup ติดกับ Spider ด้วยเครื่องฉีด ดังภาพที่ 16 ชิ้นงานที่มีการฉีดพลาสติกแบบWith cup เม็ดพลาสติกที่ฉีดจะถูกแทรกอยู่ในรูของท่อนเหล็ก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

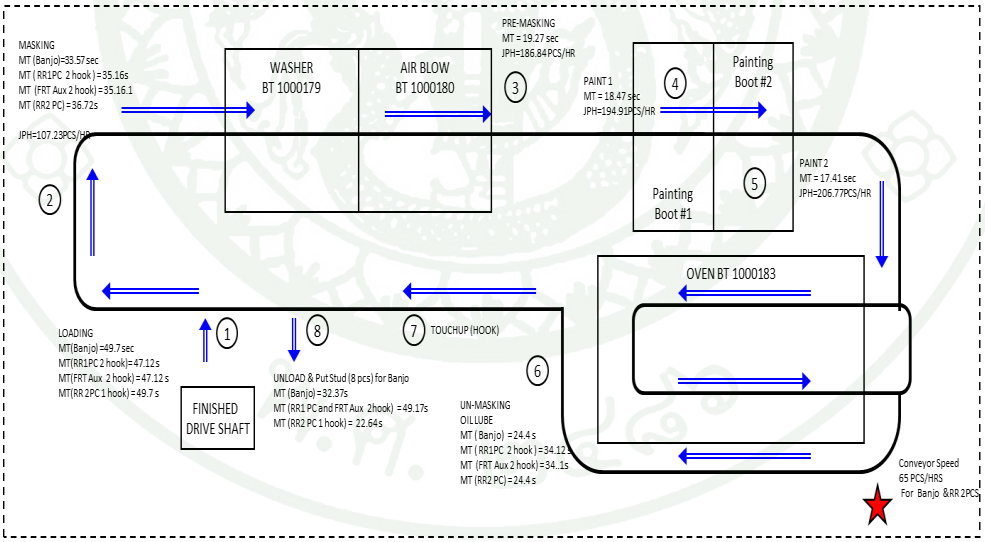


ภาพที่ 16 ชิ้นงานที่มีการฉีดพลาสติกแบบWith cup

หลังจากชิ้นงานผ่านกระบวนการฉีดแล้วจะถูกนำชิ้นงานไปตรวจสอบความสมดุลของชิ้นงานด้วยเครื่องตรวจสอบความสมดุลหรือ เครื่อง Balancer ซึ่งเป็นเครื่องที่ตรวจสอบตำแหน่งหรือจุดบนชิ้นงานที่เกิดความผิดพลาดจากการถ่วงน้ำหนักที่ไม่ได้มาตรฐาน โดยลักษณะการทำงานของเครื่องจะหมุนหาจุดสมดุล และเมื่อเครื่องตรวจพบว่ามีบางตำแหน่งเกิดความไม่สมดุลเครื่องจะนำการระบุตำแหน่งด้วยเซ็นเซอร์และระบุน้ำหนักของตัวถ่วงน้ำหนัก (Balance weight)ให้เหมาะสมกับการคำนวณสมดุลของเครื่องซึ่งในบางครั้งอาจจะพบมากกว่า 1 จุด หลังจากนั้นพนักงานนำตัวถ่วงน้ำหนักชิ้นงาน (Balance weight) มาเชื่อมติดที่ตำแหน่งองศาดังกล่าวดังภาพที่ 17 เครื่องตรวจสอบสมดุลหลังจากทำการตรวจสอบเสร็จเรียบร้อยแล้วจะนำชิ้นงานใส่ในรถเข็นเพื่อส่งต่อไปยังแผนกพ่นสีแผนกพ่นสีจะทำการพ่นสีชิ้นงานให้เป็นสีดำสนิท โดยจะนำชิ้นงานแขวนไว้กับที่แขวนบนสายพานลำเลียง (Conveyor) ซึ่งสายพานลำเลียงจะผ่านกระบวนการดังภาพที่ 18

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 17 เครื่องตรวจสอบสมดุล



ภาพที่ 18 ลำดับการกระบวนการไหลของชิ้นงานบนสายพานลำเลียง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนที่หนึ่ง นำชิ้นงานแขวนบนสายสานลำเลียง

ขั้นตอนที่สองการติดแผ่นป้องกันสี(Masking)เพื่อป้องกันสีที่จะพ่นโดนพื้นที่ของชิ้นงานที่ไม่ต้องการให้พ่นสี

ขั้นตอนที่สาม ทำความสะอาดและจัดตำแหน่งของแผ่นป้องกันสีอีกครั้งก่อนชิ้นงานจะเข้าสู่ห้องพ่นสี (Pre –Masking)

ขั้นตอนที่สี่ ทำการพ่นสีบริเวณด้านหน้าของชิ้นงาน

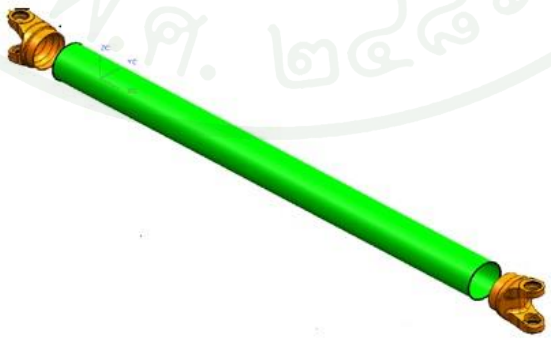
ขั้นตอนที่ห้า ทำการพ่นสีบริเวณด้านหลังของชิ้นงาน

ขั้นตอนที่หก นำแผ่นป้องกันสีออก

ขั้นตอนที่เจ็ด สีทาเพื่อเก็บจุดที่เครื่องพ่นสีเข้าไม่ถึง โดยการแต้มสี

ขั้นตอนที่แปด นำชิ้นงานออกจากสายพานลำเลียง และนำไปไว่ไว้ในรถเข็นเดิม

2.2 กระบวนการผลิตรุ่น Rear Prop Shaft One Piece หรือ รุ่น Rear One Piece ประกอบไปด้วยกระบวนการเชื่อมท่อเหล็ก (Tube prop) 1 ชิ้น ประกอบเข้ากับ Weld yoke จำนวน 2 ชิ้นทั้งด้านซ้ายและด้านขวาดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 การประกอบของ Tube prop และ Weld yoke ของรุ่น Rear 1 PC

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลังจากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการฉีดพลาสติก แต่กระบวนการฉีดพลาสติกแตกต่างจากรุ่น Front Prop Shaft One Piece CVJ คือจะมีการฉีดพลาสติกยึดระหว่าง Slip yoke กับ Spider และ Bearing cup จำนวน 2 ชิ้น ไว้ก่อน ซึ่งขั้นตอนนี้เรียกว่า การฉีด Pre-shot ซึ่งการฉีดPre-Shot นี้จะใช้ประกอบกับรุ่น Rear Prop Shaft One Piece และ Rear Prop Shaft Two Piece เท่านั้น ลักษณะของชิ้นงานที่มีการฉีดแบบ Pre-shot ดังภาพที่ 20 ชิ้นงานที่มีการฉีดพลาสติกแบบPre-shot

ภาพที่ 20 ชิ้นงานที่มีการฉีดพลาสติกแบบ Pre-shot

หลังจากมีการฉีด Pre-shot แล้วก็นำส่วนของชิ้นงานที่ฉีด Pre-shot ไปยึดติดกับท่อเหล็กที่ผ่านกระบวนการเชื่อมที่เครื่อง MIAB แล้วด้วยกระบวนการฉีดพลาสติกอีกครั้งซึ่งกระบวนการฉีดลักษณะนี้เรียกว่าการฉีดพลาสติกแบบ Attach Pre-shot ใช้ประกอบกับรุ่น Rear Prop Shaft One Piece และ Rear Prop Shaft Two Piece เท่านั้น ลักษณะของชิ้นงานที่มีการฉีดแบบ Attach Pre-shot ดังภาพที่ 21 ชิ้นงานที่มีการฉีดพลาสติกแบบ Attach Pre-shot

ภาพที่ 21 ชิ้นงานที่มีการฉีดพลาสติกแบบ Attach Pre-shot

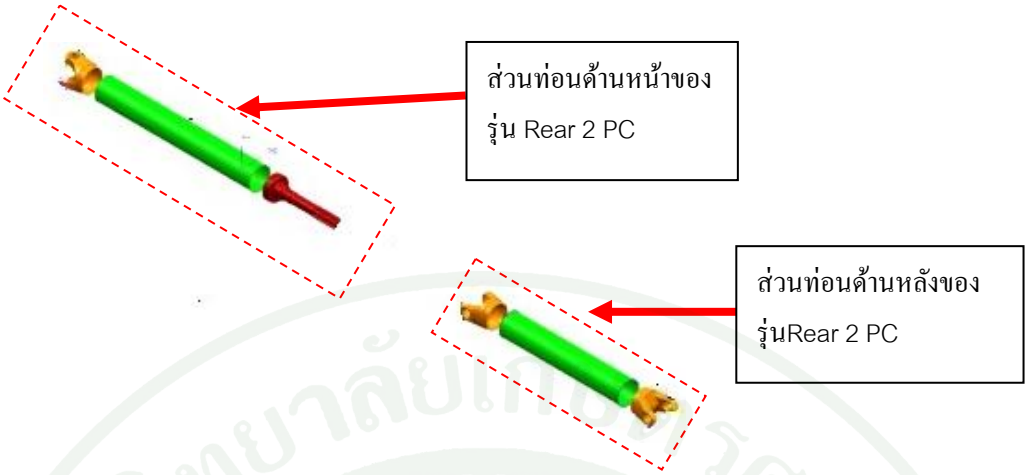
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนอีกด้านหนึ่งของชิ้นงานจะต้องทำการฉีดพลาสติกแบบ With cup หลังจากฉีดพลาสติกครบทั้ง 3 ครั้งแล้วต้องนำชิ้นงานเข้าเครื่องตรวจสอบสมดุล (Balancer machine) เพื่อทดสอบความสมดุลต่อไป

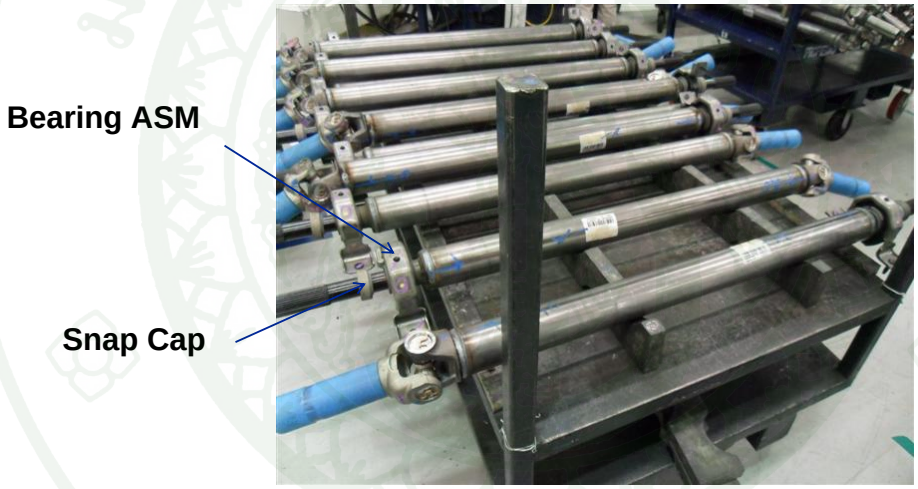
2.3 กระบวนการผลิตรุ่น Rear Prop Shaft Two Piece หรือ รุ่น Rear Two Piece จะมีการเชื่อมท่อเหล็ก (Tube prop) ด้วยกัน 2 ส่วน คือ ส่วนท่อนด้านหน้า (Front tube) และส่วนท่อนด้านหลัง (Rear tube) ส่วนท่อนด้านหน้าประกอบไปด้วยกระบวนการเชื่อมท่อเหล็ก (Tube prop) เข้ากับ Weld yoke จำนวน 2 ชิ้นทั้งด้านซ้ายและด้านขวา ส่วนท่อนด้านหลังประกอบไปด้วยกระบวนการเชื่อมท่อเหล็ก (Tube prop) เข้ากับ Weld yoke จำนวน 1 ชิ้นทั้งด้านซ้ายและ Shaft External ทางด้านขวาดังภาพที่ 22 การประกอบของท่อนด้านหน้าและท่อนด้านหลังของรุ่น Rear 2 PC

หลังจากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการฉีดพลาสติก ซึ่งกระบวนการฉีดพลาสติกของรุ่น Rear Prop Shaft Two Piece จะต้องฉีดพลาสติกด้วยกัน 5 ครั้ง แบ่งเป็น ฉีดแบบ Pre-shot จำนวน 2 ครั้ง สำหรับใช้กับท่อเหล็กท่อนด้านหน้าและท่อนด้านหลังอย่างละ 1 ชิ้น และ ฉีดพลาสติกแบบ Attach Pre-shot จำนวน 2 ครั้ง สำหรับประกอบกับส่วนของท่อเหล็กท่อด้านหน้าและท่อนด้านหลังอย่างละ 1 ชิ้น และการฉีดครั้งสุดท้ายเป็นการฉีดแบบ With cup ซึ่งจะใช้กับท่อเหล็กส่วนด้านหลังเท่านั้น หลังจากฉีดพลาสติกครบทั้ง 5 ครั้งแล้ว จะได้ชิ้นงานแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของท่อนด้านหน้า และส่วนของท่อนด้านหลัง ส่วนของท่อนด้านหน้าต้องนำไปประกอบกับ Bearing ASM และ Snap cap ที่เครื่องกด (Press Center Bearing Machine) ดังภาพที่ 23 ชิ้นงานท่อนด้านหน้าที่ผ่านกระบวนการอัด Bearing ASM และ Snap Cap

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



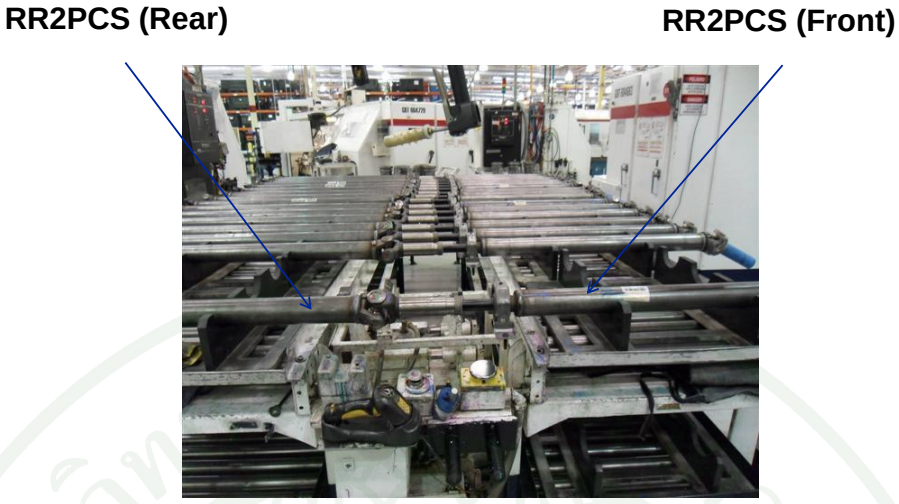
ภาพที่ 22 การประกอบของท่อนด้านหน้าและท่อนด้านหลังของรุ่น Rear 2 PC



ภาพที่ 23 ชิ้นงานท่อนด้านหน้าที่ผ่านกระบวนการอัด Bearing ASM และ Snap Cap

จะทำการนำท่อทั้ง 2 ส่วนประกอบกันโดยปกติแล้วท่อหลังจากการเชื่อมจะมีการบิดงอ ดังนั้นจำเป็นจะต้องนำท่อเหล็กทั้ง 2 ส่วนไปดัดให้ตรงก่อนที่จะนำมาประกอบกันเพื่อลดข้อผิดพลาดขณะสวมประกอบและตรวจสอบสมดุล ซึ่งชิ้นงานรุ่น Rear Prop Shaft Two Piece ถ้าผ่านการตรวจสอบสมดุลแล้วไม่ผ่านจะต้องถูกกำจัดออกทันที โดยไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ หลังจากผ่านกระบวนการดัดด้วยเครื่องดัด (Straightener machine) เรียบร้อยแล้วจะนำท่อเหล็กทั้ง 2 ส่วนมาประกอบเข้าด้วยกันที่เครื่องประกอบ (Assembly Machine) ดังภาพที่ 24 การประกอบระหว่างส่วนของท่อนด้านหน้าและท่อนด้านหลัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

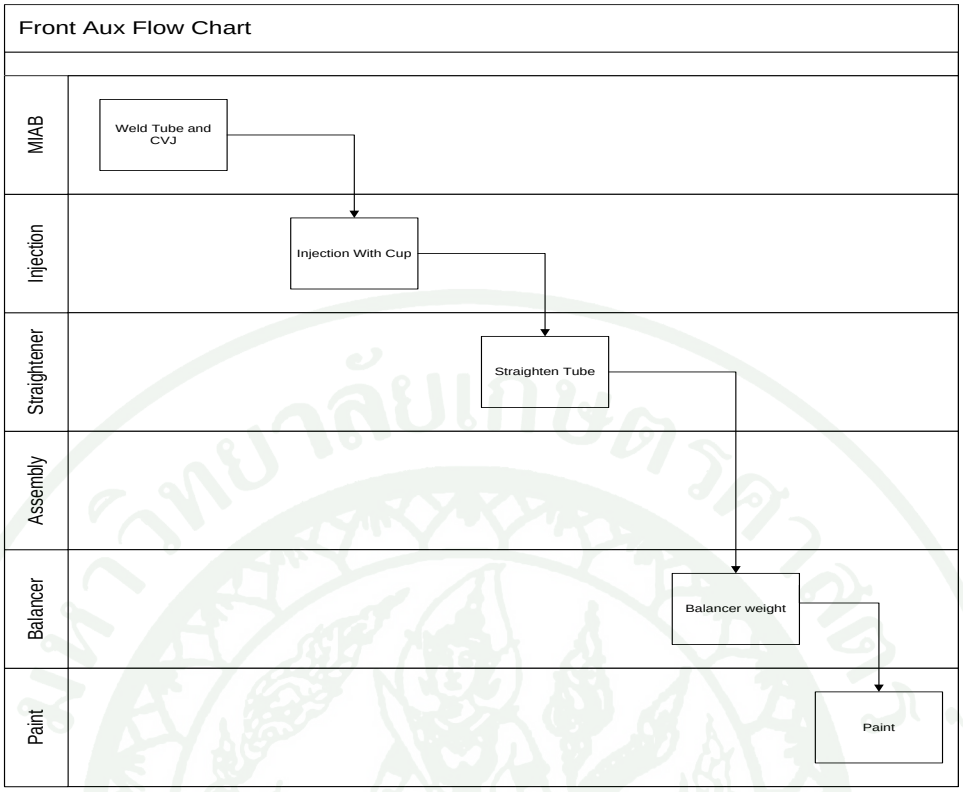


ภาพที่ 24 การประกอบระหว่างส่วนของท่อนด้านหน้าและท่อนด้านหลัง

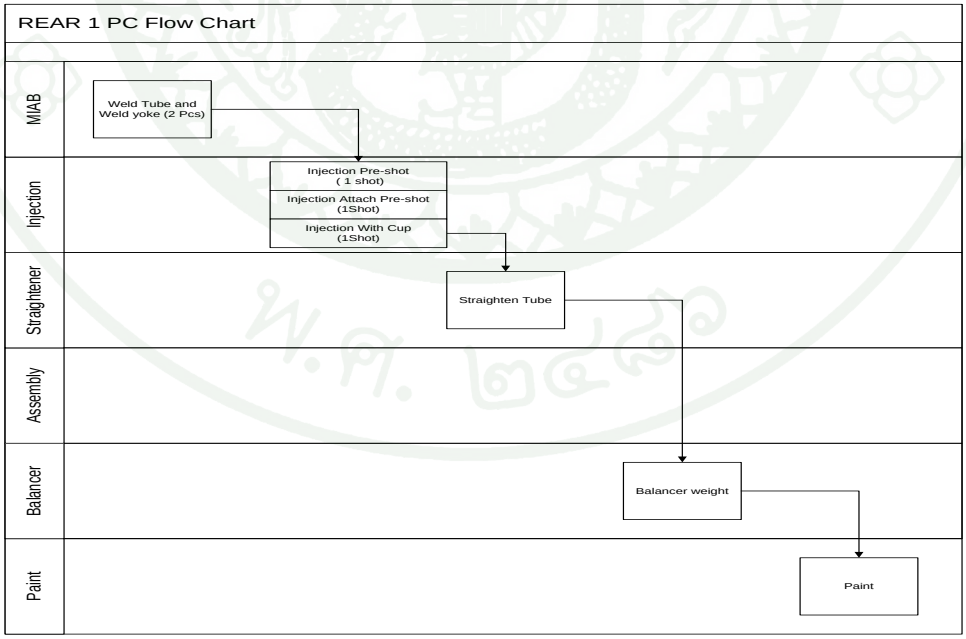
ภายหลังจากประกอบเสร็จแล้วจะนำชิ้นงานเข้าเครื่องตรวจสอบสมดุล (Balancer machine) เพื่อทดสอบความสมดุลต่อไป ถ้าผลการทดสอบสมดุลไม่ผ่านจะต้องถูกทำลายทันที

3. การไหลของกระบวนการผลิตเพลาขับ จะเริ่มตั้งแต่เครื่องเชื่อม ไปจนกระทั่งเครื่องทดสอบสมดุล ซึ่งแต่ละรุ่นจะมีกระบวนการไหลแตกต่างกันและเวลาในการผลิตเพลาขับแต่ละสถานีงานก็แตกต่างกัน หรือ Front Aux หรือ Rear 1 PC และ หรือ Rear 2 PC ดังภาพที่ 25 การไหลของกระบวนการผลิต Front Aux ภาพที่26 การไหลของกระบวนการผลิต Rear 1 PC และ ภาพที่ 27 การไหลของกระบวนการผลิต Rear 2 PC ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

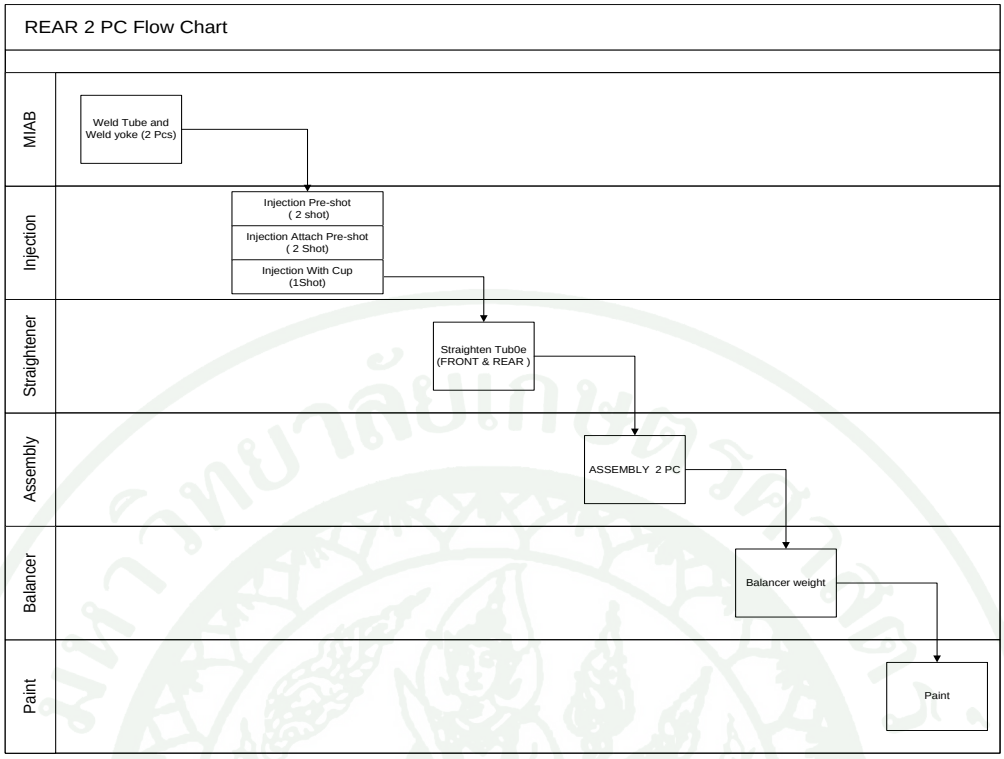


ภาพที่ 25 การไหลของกระบวนการผลิต Front Aux



ภาพที่ 26 การไหลของกระบวนการผลิต Rear 1 PC

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 27 การไหลของกระบวนการผลิต Rear 2 PC

3. ปัญหาของระบบวางแผนการผลิตผลิตเพลาขับรถยนต์ในปัจจุบัน

จากสภาพปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษาได้มีการใช้ระบบ FG Shortage ในการสั่งผลิต ซึ่งระบบ FG Shortage นี้คือระบบที่ฝ่ายวางแผนการผลิตจะทำการตรวจสอบยอดขายและยอดผลิตเพื่อหายอดคงเหลือในคลังสินค้าที่จะส่งสินค้าให้ลูกค้าได้และตรวจสอบระยะเวลาที่ยังมีสินค้าคงคลังเหลือเพื่อจำหน่ายให้แก่ลูกค้า เมื่อสินค้าในคลังสินค้าหมดหรือมียอดติดลบซึ่งแสดงถึงการขาดแคลนของสินค้าจะถูกแสดงในตาราง FG Shortage ดังตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 4 ซึ่งทำการเก็บข้อมูลของคงคลังในมือ ความต้องการสินค้าของลูกค้าและของคงคลังคงเหลือต่อวันในระยะเวลา 1 สัปดาห์โดยที่ตารางที่ 2 แสดง FG Shortageสำหรับชิ้นส่วน Rear 1 PC ส่วนตารางที่ 3 แสดง “FG Shortage” สำหรับชิ้นส่วน Rear 2 PC และตารางที่ 4 แสดง “FG Shortage” สำหรับชิ้นส่วน Front Aux โดยปกติแล้วโรงงานกรณีศึกษาได้ทำการวางแผนโดยใช้หน่วยของเวลาคือสัปดาห์โดยมีการแบ่งระยะเวลาในการวางแผนออกเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงเช้าอยู่ระหว่าง 7.30-16.30 น. ยกเว้นมีการจัดทำล่วงเวลาของช่วงเช้าอยู่ระหว่าง 17.00-19.30 ซึ่งจะทำการวางแผนเพิ่มอีก 2.5 ชั่วโมง และช่วงเวลากลางคืนอยู่ระหว่าง 19.30-4.30 น.โดยล่วงเวลาของช่วงกลางคืนอยู่ระหว่าง 5.00-7.30 น.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวอย่างในการคำนวณหาจำนวนสินค้าประเภท Rear 1 PC ที่ขาดแคลนในช่วงเวลา 1 สัปดาห์ให้ทำการพิจารณาตารางที่ 2

หมายเลขชิ้นส่วน 52036413 ของวันอังคารช่วงเช้า

จำนวนสินค้าคงคลังคงเหลืองวดถัดไป

= ของคงคลังในมือของงวดก่อนหน้า – ความต้องการของลูกค้าแต่ละช่วงเวลา

= 104 – 71 = 33 ชิ้น

เนื่องจากสินค้าคงคลังคงเหลืองวดถัดไปยังมีค่าเป็นบวก ดังนั้นจะทำการยกยอดให้เป็นสินค้าคงคลังในมือของงวดต่อไป

หมายเลขชิ้นส่วน 52036413 ของวันอังคารช่วงบ่าย

จำนวนสินค้าคงคลังคงเหลืองวดถัดไป

= ของคงคลังในมือของงวดก่อนหน้า – ความต้องการของลูกค้าแต่ละช่วงเวลา

= 33 – 74 = -41 ชิ้น

จะเห็นได้ว่ามีของคงคลังขาดแคลนเกิดขึ้น 41 ชิ้น

จากการเก็บข้อมูลในช่วงเวลา 1 สัปดาห์ของสินค้าทั้ง 3 ประเภทสามารถสรุปจำนวนสินค้าขาดแคลนสะสมดังตารางที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 ตาราง FG Shortage สำหรับสินค้า Rear 1 PC

หมายเลขชิ้นส่วน	ของคงคลังในมือ		ระยะเวลาการวางแผนในช่วง 1 สัปดาห์										
			อังคาร	อังคาร	พุธ	พุธ	พฤหัสบดี	พฤหัสบดี	ศุกร์	ศุกร์	เสาร์	จันทร์	จันทร์
			เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	เช้า	บ่าย
52036413	104	ความต้องการของลูกค้า (ชิ้น)	71	74	74	75	39	73	67	65	76	86	82
		ของคงคลังคงเหลือต่อวัน	33	-41	-115	-190	-229	-302	-369	-434	-510	-596	-678
52053808	27	ความต้องการของลูกค้า (ชิ้น)	5	3	3	6	2	1	3	3	8	4	2
		ของคงคลังคงเหลือต่อวัน	22	19	16	10	8	7	4	1	-7	-11	-13
52053809	96	ความต้องการของลูกค้า (ชิ้น)	2	7	3	4	12	6	3	9	7	9	12
		ของคงคลังคงเหลือต่อวัน	94	87	84	80	68	62	59	50	43	34	22
52053810	251	ความต้องการของลูกค้า (ชิ้น)	68	54	53	50	54	54	60	52	51	59	53
		ของคงคลังคงเหลือต่อวัน	183	129	76	26	-28	-82	-142	-194	-245	-304	-357
รวมจำนวนสินค้าขาดแคลน (ชิ้น)= -678-13-357													**-1,048**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ตาราง FG Shortage สำหรับสินค้า Rear 2 PC

หมายเลขชิ้นส่วน	ของคงคลังในมือ		ระยะเวลาการวางแผนในช่วง 1 สัปดาห์										
			อังคาร เช้า	อังคาร บ่าย	พุธ เช้า	พุธ บ่าย	พฤหัสบดี เช้า	พฤหัสบดี บ่าย	ศุกร์ เช้า	ศุกร์ บ่าย	เสาร์ เช้า	จันทร์ เช้า	จันทร์ บ่าย
52053811	19	ความต้องการของลูกค้า (ชิ้น)	3	4	2	3	11	2	7	6	4	4	1
		ของคงคลังคงเหลือต่อวัน	16	12	10	7	-4	-6	-13	-19	-23	-27	-28
52053813	275	ความต้องการของลูกค้า (ชิ้น)	40	43	35	34	51	31	27	34	44	29	33
		ของคงคลังคงเหลือต่อวัน	235	192	157	123	72	41	14	-20	-64	-93	-126
52053814	40	ความต้องการของลูกค้า (ชิ้น)	11	15	10	8	11	13	13	11	10	9	17
		ของคงคลังคงเหลือต่อวัน	29	14	4	-4	-15	-28	-41	-52	-62	-71	-88
รวมจำนวนสินค้าขาดแคลน (ชิ้น)=-28-126-88													**-242**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 ตาราง FG Shortage สำหรับสินค้า Front Aux

หมายเลขชิ้นส่วน	ของคงคลังในมือ		ระยะเวลาการวางแผนในช่วง 1 สัปดาห์										
			อังคาร เช้า	อังคาร บ่าย	พุธ เช้า	พุธ บ่าย	พฤหัสบดี เช้า	พฤหัสบดี บ่าย	ศุกร์ เช้า	ศุกร์ บ่าย	เสาร์ เช้า	จันทร์ เช้า	จันทร์ บ่าย
94713109	512	ความต้องการของลูกค้า (ชิ้น)	108	97	88	84	105	30					
		ของคงคลังคงเหลือต่อวัน	404	307	219	135	30	0	0	0	0	0	0
52053653	0	ความต้องการของลูกค้า (ชิ้น)	0	0	0	0	0	55	87	86	95	88	86
		ของคงคลังคงเหลือต่อวัน	0	0	0	0	0	-55	-142	-228	-323	-411	-497
												รวมจำนวนสินค้าขาดแคลน (ชิ้น)	**-497**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 สินค้าคงคลังขาดแคลนสะสม

ประเภทสินค้า	จำนวนสินค้าคงคลังขาดแคลนสะสม (ชิ้น)
Front Aux	497
Rear 1 PC	1048
Rear 2 PC	242
ขาดแคลนรวม	**1,787**

จากตารางที่ 5 พบว่าเกิดปัญหาในการวางแผนจึงทำให้เกิดของคงคลังขาดแคลนรวม 1,787 ชิ้นในระยะเวลา 1 สัปดาห์ จึงทำการคำนวณหาต้นทุนรวมของคงคลังขาดแคลนโดยที่ต้นทุนสินค้าขาดแคลนต่อหน่วยของสินค้าแต่ละประเภทแสดงได้ดังนี้

สินค้า Front Aux มีต้นทุนสินค้าขาดแคลนเท่ากับ 2,758 บาทต่อชิ้น

สินค้า Rear 1 PC มีต้นทุนสินค้าขาดแคลนเท่ากับ 2,741 บาทต่อชิ้น

สินค้า Rear 2 PC มีต้นทุนสินค้าขาดแคลนเท่ากับ 3,442 บาทต่อชิ้น

ดังนั้น ต้นทุนรวมสินค้าขาดแคลน

= (497*2,758) + (1,048*2,741) + (242*3,442) = 5,076,258 บาท

จะเห็นได้ว่าโรงงานกรณีศึกษามีต้นทุนรวมสินค้าขาดแคลนในปริมาณมากต่อ 1 สัปดาห์ ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงจะแก้ไขปัญหาการขาดแคลนสินค้าโดยในเบื้องต้นจะทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาดัง เพื่อนำไปสู่การออกแบบระบบดึงและกัมบัง

4. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากการวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดสินค้าขาดแคลนพบว่าขาดการวางแผนผลิตล่วงหน้าในปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษายังไม่มีระบบการวางแผนการผลิตที่เป็นแบบแผน มีการสั่งผลิตเป็นรายวัน ไม่มีการเตรียมวัตถุดิบหรือกระบวนการผลิตล่วงหน้าซึ่งส่งผลกระทบดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1 ขาดการวางแผนการผลิตล่วงหน้าที่ดี ส่งผลให้ไม่มีการจัดเตรียมเครื่องจักรอุปกรณ์ให้พร้อมสำหรับการทำการผลิตรุ่นต่อไป อาทิเช่น เมื่อทำการผลิตชิ้นงานรุ่นหนึ่งในสายการผลิตอยู่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง พนักงานพบว่ามีการสั่งเปลี่ยนรุ่นการผลิตกะทันหัน สาเหตุจากชิ้นงานในคลังสินค้าหมด อันเนื่องมาจากความต้องการสินค้าของลูกค้ามีความผันผวนไม่ตรงตามแผนการผลิตที่ลูกค้าได้แจ้งไว้ล่วงหน้า ทำให้สูญเสียเวลาในการจัดเตรียมเครื่องจักรอุปกรณ์เป็นเวลานานหลายชั่วโมง จึงจะสามารถเริ่มผลิตชิ้นงานรุ่นต่อไปได้

4.2 มีวัตถุดิบในกระบวนการและงานระหว่างการผลิตมากเกินไป เพราะขาดการวางแผนการเบิกวัตถุดิบล่วงหน้า ซึ่งจากสภาพปัจจุบัน ฝ่ายวางแผนการผลิตจะทำการสั่งวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิต (Raw materials) มาทำการเก็บไว้ในคลังสินค้าอย่างน้อย 30 วันสำหรับส่วนประกอบที่ผลิตภายในประเทศ และ อย่างน้อย 150 วันสำหรับส่วนประกอบที่ผลิตในต่างประเทศและต้องนำเข้ามาผ่านทางเรือขนส่งสินค้า เพื่อป้องกันการขาดแคลนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต และงานระหว่างผลิตในสายการผลิตที่มีอยู่ตามสถานีงานต่างๆ มีจำนวนมากเกินไป ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 จำนวนชิ้นงานที่มีอยู่ในสายการผลิตแต่ละสถานีงาน

ชิ้นงานที่ถูกเก็บไว้ตามสถานีงานต่างๆ	จำนวนชิ้นงานระหว่างกระบวนการ	ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้าเฉลี่ยต่อหน่วย	ต้นทุนจากงานระหว่างผลิตในกระบวนการ
บริเวณเครื่องเชื่อม (MIAB machine)	363	1,447	525,261
บริเวณเครื่องฉีด (Injection machine)	924	389	359,436
บริเวณเครื่องดัด(Straightener machine)	132	1,836	242,352
บริเวณเครื่องประกอบ(Assembly machine)	132	2,328	307,296
บริเวณเครื่องตรวจสมดุล(Balancer machine)	264	2,647	698,808
รวมทั้งหมด	1,085		2,133,126

4.3 วัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตมีมากเกินไปในคลังสินค้า ก่อให้เกิดปัญหาไม่มีพื้นที่ในการจัดเก็บวัตถุดิบตั้งต้น หรือ ปัญหาด้านคุณภาพของวัตถุดิบตั้งต้น เช่น สนิมเหล็กเกาะตามชิ้นงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนื่องจากพื้นที่จัดเก็บไม่ได้คุณภาพ และระยะเวลาในการจัดเก็บที่ยาวนานเกินไป เป็นเหตุให้ต้องมีการสูญเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการจัดเก็บวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิต

จากสาเหตุที่ได้กล่าวมานั้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้นำแนวคิดของระบบดึงและการออกแบบระบบกัมบังเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาด้านการวางแผนการผลิต ปัญหาด้านการจัดเก็บสินค้าคงคลังที่มากเกินไป และปัญหาด้านคุณภาพในการจัดเก็บวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิต โดยใช้แนวคิดของการออกแบบกัมบัง หรือระบบดึง ซึ่งจะได้แสดงรายละเอียดในหัวข้อต่อไปนี้

การออกแบบระบบดึง (Pull System)

ขั้นตอนในการออกแบบระบบดึงโดยใช้กัมบังแสดงดังต่อไปนี้

1. สร้างแผนภาพกระแสคุณค่า (Value stream mapping)

แผนภาพกระแสคุณค่าได้ถูกสร้างขึ้นดังภาพที่28 โดยมีข้อมูลกระบวนการดังนี้

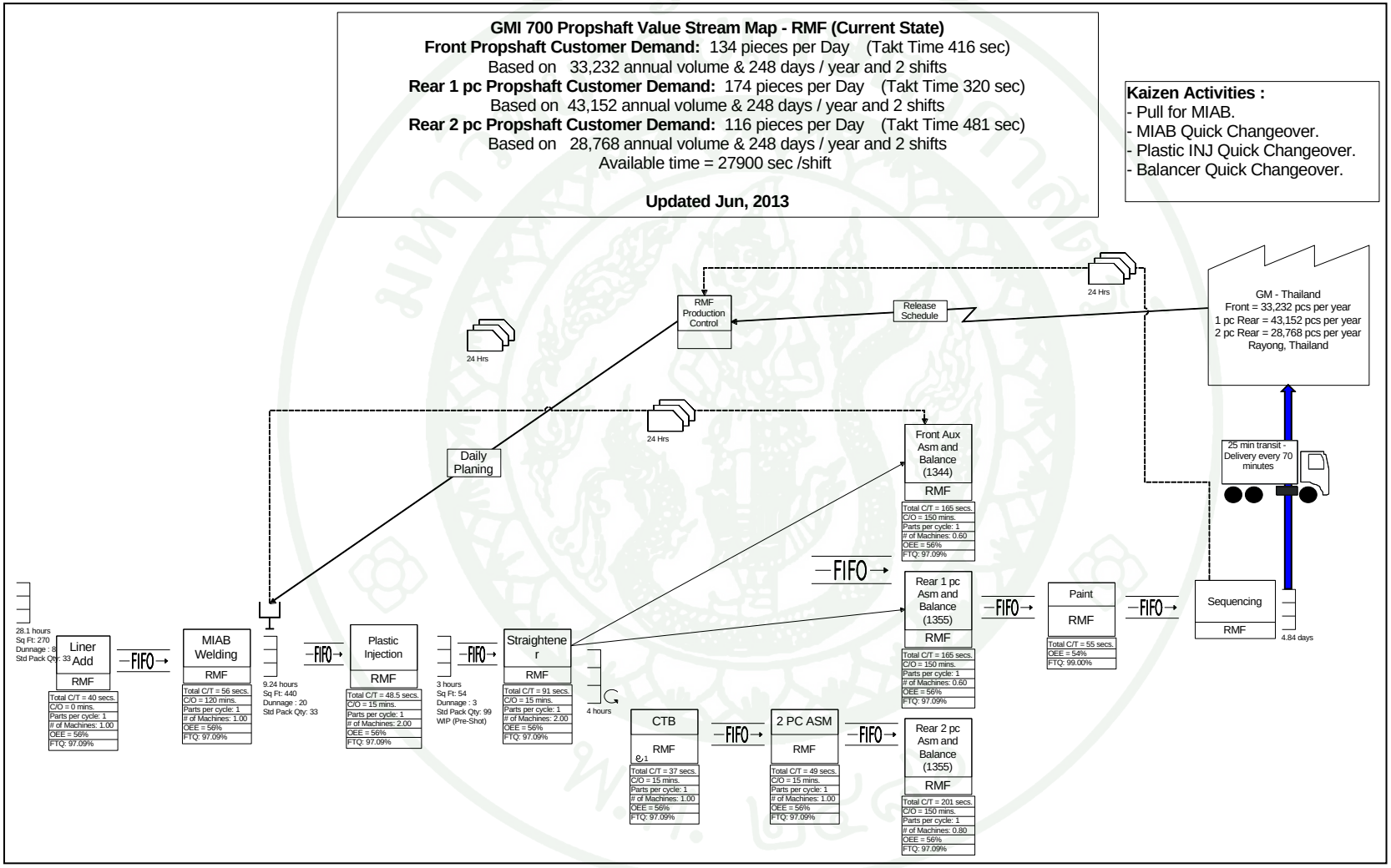
สินค้า Front Aux มีอัตราการผลิตเท่ากับ 134 ชิ้นต่อวัน (Takt time เท่ากับ 416 วินาทีต่อชิ้น) มีปริมาณการผลิตเท่ากับ 33,232 ชิ้นต่อปี จากจำนวนวันทำงาน 248 วันต่อปี (2 กะต่อวัน)

สินค้า Rear 1 PC มีอัตราการผลิตเท่ากับ 174 ชิ้นต่อวัน (Takt time เท่ากับ 320 วินาทีต่อชิ้น) มีปริมาณการผลิตเท่ากับ 43,152 ชิ้นต่อปี จากจำนวนวันทำงาน 248 วันต่อปี (2 กะต่อวัน)

สินค้า Rear 2 PC มีอัตราการผลิตเท่ากับ 116 ชิ้นต่อวัน (Takt time เท่ากับ 481 วินาทีต่อชิ้น) มีปริมาณการผลิตเท่ากับ 28,768 ชิ้นต่อปี จากจำนวนวันทำงาน 248 วันต่อปี (2 กะต่อวัน)

เวลาที่มีในการผลิตทั้งหมดเท่ากับ 27,900 วินาที และภาพรวมกระแสการไหลของชิ้นงานที่เริ่มต้นจาก กระบวนการ Liner Add ไปยังเครื่องเชื่อม MIAB ไปยัง เครื่องฉีดพลาสติก ไปยังเครื่องดัด และถ้าเป็นรุ่นRear 2 Pc จะส่งต่อไปยังเครื่องประกอบแบริ่ง และ เครื่องประกอบท่อส่วนหน้าและส่วนหลังเข้าด้วยกัน หลังจากนั้นจะถูกส่งไปยังเครื่องตรวจสอบสมดุล แต่ถ้าเป็นรุ่น Front Aux และ Rear 1 Pc จะถูกส่งต่อไปยังเครื่องตรวจสอบสมดุล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

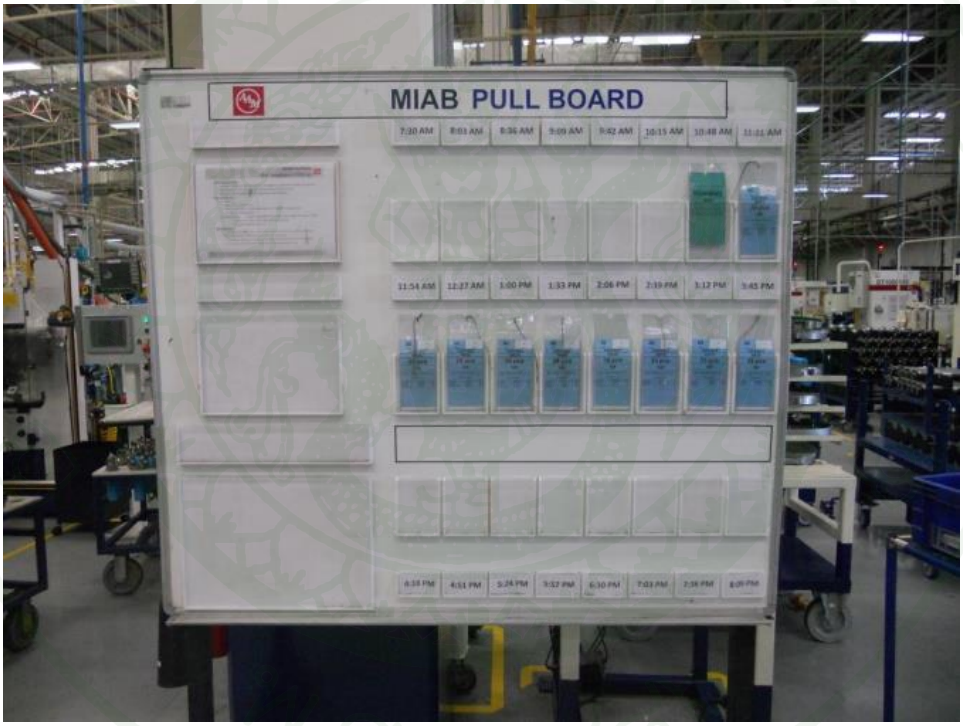


ภาพที่ 28 แสดงตำแหน่งของระบบดึงตรงการวางแผนรายวัน (Daily planning)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

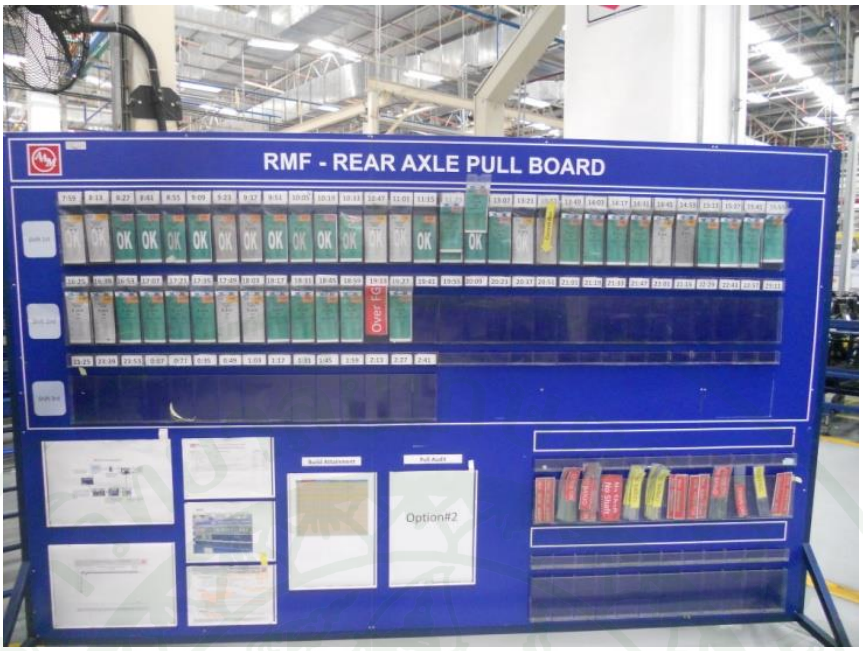
2. กำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่และวิธีการหมุนเวียนกัมบัง

ในการกำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่และวิธีการหมุนเวียนกัมบังจะทำการเก็บข้อมูลจากในแผนภาพกระแสคุณค่าซึ่งระบุจุดที่จะใช้งานระบบกัมบังเอาไว้มาพิจารณา โดยที่เส้นทางการเคลื่อนที่ของกัมบังเริ่มที่เครื่อง MIAB โดยฝ่ายวางแผนการผลิตจะเป็นผู้เสียบกัมบังที่บอร์ดในช่วงเช้าก่อนเวลา 7 นาฬิกา 30 นาที ดังภาพที่ 29 แสดงบอร์ดกัมบังสั่งผลิตและภาพที่ 30 แสดงช่องใส่กัมบังสั่งผลิตซึ่งฝ่ายวางแผนการผลิตจะอ้างอิงแผนการผลิตตาม FG Shortage ซึ่งเมื่อกัมบังถูกเสียบแล้วฝ่ายผลิตจะต้องผลิตตามกัมบังที่อยู่บนบอร์ด โดยกำหนดให้ต้องผลิตชิ้นงานตามขนาดรุ่นหรือเต็มจำนวน 33 ชิ้นต่อรถเข็น 1 คัน



ภาพที่ 29 บอร์ดกัมบังสั่งผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 30 ช่องใส่กัมบังสั่งผลิต

2.1 เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับคำนวณกัมบัง

ในขั้นตอนนี้จะเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

2.1.1 ปริมาณคำสั่งซื้อต่อวัน

2.1.2 เวลาการเปลี่ยนรุ่นของแต่ละเครื่องจักร (Changeover time)

2.1.3 เวลาที่ใช้ในการผลิตของเครื่องจักรแต่ละรุ่น (Cycle time)

2.1.4 เวลาการผลิตงานจริง(Avalible time)

2.1.5 ขนาดบรรจุภัณฑ์ (Packing size)

โดยกำหนดให้สต็อกเผื่อความปลอดภัย (Safty Stock) ที่เหมาะสมกับสายการผลิตนี้อยู่ที่ร้อยละ 10 ซึ่งเป็นการกำหนดจากมาตรฐานของโรงงานตามสมการดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณสต็อกเผื่อความปลอดภัย

= ความแปรปรวนของความต้องการของลูกค้าโดยเฉลี่ย 16 สัปดาห์ล่วงหน้า *รอบของการผลิตในแต่ละวัน

3. คำนวณจำนวนกัมบัง

ในการคำนวณจำนวนกัมบังประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 คำนวณความต้องการเฉลี่ยต่อวันของลูกค้า

ในการคำนวณความต้องการเฉลี่ยต่อวันของลูกค้านั้นได้นำค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้าล่วงหน้าจำนวน 16 สัปดาห์มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อให้ค่าความต้องการสินค้ารายวัน จากนั้นจะทำการคำนวณค่าเผื่อของความต้องการสินค้าที่ 1σ และ 2σ เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาสินค้าคงคลังสำรองต่อไป การคำนวณความต้องการเฉลี่ยต่อวันของลูกค้าแสดงดังตารางที่ 8

3.2 คำนวณเวลาการทำงานของฝ่ายผลิต (Time Available for Production)

ในส่วนของการคำนวณเวลาการทำงานจะต้องใช้ข้อมูลในส่วนของเวลาการทำงาน เวลาพักเที่ยง และเวลาพักเบรคต่างที่ทำให้ฝ่ายผลิตไม่สามารถเริ่มการผลิตได้ ค่าวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรโดยไม่รวมเวลาการเปลี่ยนรุ่นและเวลาการเปลี่ยนรุ่น สาเหตุที่ไม่รวมเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่นมาคำนวณในส่วนนี้เพราะว่าต้องการทราบถึงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรที่แท้จริงโดยตั้งสมมุติฐานว่าเครื่องจักรไม่มีเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนรุ่น

เวลาการทำงานของฝ่ายผลิตแสดงดังสมการต่อไปนี้

เวลาการทำงานของฝ่ายผลิต = (เวลาการทำงานต่อกะ – เวลาพัก – เวลาอื่นๆ ที่ไม่ได้มีการผลิต) *จำนวนสายการผลิต*ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์โดยไม่พิจารณาการปรับเปลี่ยนรุ่นของเครื่องจักร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยที่

1. เวลาการทำงานต่อกะ (Shift Time) หน่วยเป็นนาที คือ เวลาการทำงานต่อกะทั้งหมดตั้งแต่เริ่มงานจนกระทั่งเลิกงาน กำหนดให้พนักงานทำงานตั้งแต่ 7.30-19.30 น.

2. เวลาพัก (Breaks) หน่วยเป็นนาที คือ เวลาพักเบรกกำหนดให้มีเวลาพักเที่ยงตั้งแต่ 12.00-13.00 น.

3. เวลาอื่นๆ ที่ไม่ได้มีการผลิต (Other time not available for production) หน่วยเป็นนาที คือ เวลาพักที่มีผลทำให้ฝ่ายผลิตไม่สามารถทำการผลิตได้ ซึ่งกำหนดให้พนักงานพักเบรคช่วง 16:30 -17:00 น. และ ประชุมตอนเช้าก่อนเริ่มงาน 10 นาที รวมเป็น 40 นาที

4. จำนวนสายการผลิต (Number of cells or lines utilized) โดยใน 1 สายการผลิตจะใช้เครื่องจักรชนิดเดียวกันในการผลิตสินค้าทั้ง 3 รุ่น

5. ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์โดยไม่พิจารณาการปรับเปลี่ยนรุ่นของเครื่องจักร (Adjusted overall equipment effectiveness) มีค่าเท่ากับ ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์จากการผลิตจริง + ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นจากการสูญเสียเวลาในการเปลี่ยนรุ่น

นอกจากนี้จะทำการคำนวณประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์โดยไม่พิจารณาการปรับเปลี่ยนรุ่นของเครื่องจักร (Overall equipment effectiveness without changeover) ดังต่อไปนี้

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์โดยไม่พิจารณาการปรับเปลี่ยนรุ่นของเครื่องจักร

= ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ + ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ที่สูญเสียไปจากการเปลี่ยนรุ่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ที่สูญเสียไปจากการเปลี่ยนรุ่น (Loss changeover OEE)

= (อัตราการผลิตชิ้นงานภายใน 1 ชั่วโมง * เวลาในการเปลี่ยนรุ่นเครื่องจักรอุปกรณ์ที่นานที่สุดในสายการผลิตในตำแหน่งที่เกิดคอขวด) / จำนวนที่ผลิตได้สูงสุดในแต่ละกะ

โดยที่

อัตราการผลิตชิ้นงานภายใน 1 ชั่วโมง (Gross rate part per hour หรือ Gross rate PPH)

$$= \frac{\text{รอบเวลาการผลิตตรงกระบวนการที่เป็นคอขวด}}{3,600}$$

ทั้งนี้จะนำข้อมูลรอบเวลาของสายการผลิตที่เป็นคอขวดมาคำนวณโดยตำแหน่งที่เกิดคอขวดจากแผนภาพกระแสคุณค่าอยู่ตรงกระบวนการตรวจสอบสมดุล (Balancer) ของการผลิตสินค้าทั้ง 3 รุ่น จากนั้นทำการแปลงให้เป็นจำนวนงานต่อชั่วโมง

เวลาในการเปลี่ยนรุ่นเครื่องจักรอุปกรณ์ที่นานที่สุดในสายการผลิตในตำแหน่งที่เกิดคอขวดจะทำการเก็บเวลาจริงจากสายการผลิตโดยใช้นาฬิกาจับเวลา

จำนวนที่ผลิตได้สูงสุดในแต่ละกะ (Maximum shift output)

= อัตราการผลิตชิ้นงานภายใน 1 ชั่วโมง * เวลาที่ผลิตงานจริง (หน่วยเป็นชั่วโมง)

โดยที่

เวลาที่ผลิตงานจริง (Available time) หน่วยเป็นชั่วโมง

= (เวลาที่มีในการผลิตต่อกะ – เวลาพักเบรก – เวลาอื่น ๆ ที่ไม่ได้มีการผลิต)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 คำนวณรอบการหมุนเวียนกัมบัง (Every part every interval หรือ EPEI)

รอบการหมุนเวียนกัมบัง (Every part every interval) หน่วยเป็นวัน

= ผลรวมของเวลามาตรฐานที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นทั้งหมดของแต่ละรุ่น (Total changeover time) / ผลรวมของเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นทั้งหมดของแต่ละรุ่น (Total available time for changeover)

โดยที่

ผลรวมของเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นทั้งหมดของแต่ละรุ่น (Total available for changeover)

= เวลารวมของการวางแผนผลิต (Total planned available time) – เวลารวมที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานตามความต้องการของลูกค้า (Total daily required run time)

โดยที่

เวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานตามความต้องการของลูกค้า (Daily required run time)

= (ความต้องการของลูกค้าเฉลี่ย 16 สัปดาห์ (Daily volume) * เวลามาตรฐานในการผลิตชิ้นงานแต่ละรุ่นในตำแหน่งที่เกิดคอขวด (Cycle time)) / 60

หมายเหตุ: หน่วยเป็นชั่วโมง

3.4 คำนวณจำนวนกัมบัง คลังสินค้าสำรองและคลังสินค้าปลอดภัย

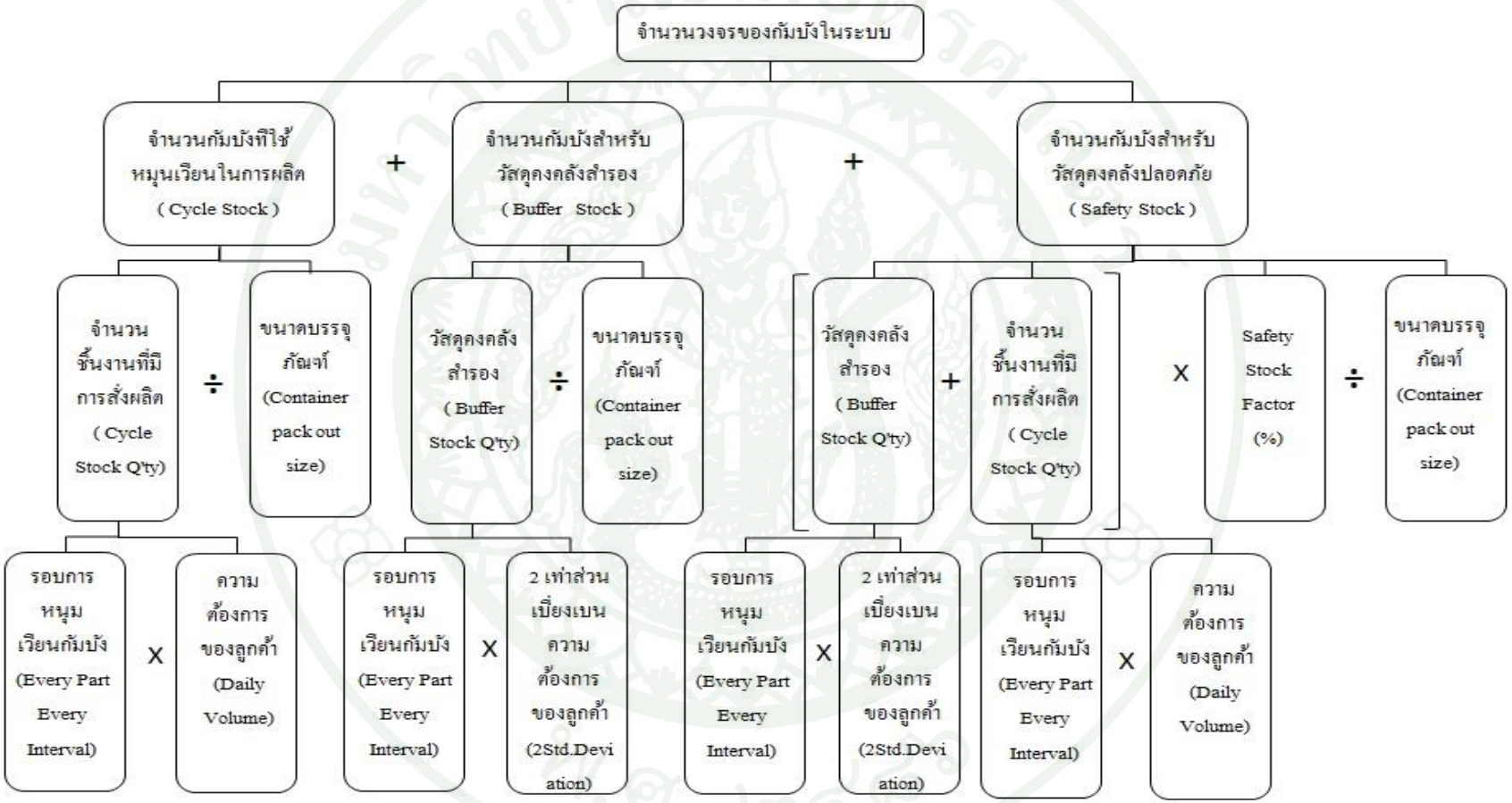
ในการคำนวณจำนวนกัมบังจะต้องการพิจารณาขนาดรุ่น โดยภาพที่ 31 แสดงการจัดเก็บเพลาขับรถยนต์ 1 รุ่นจำนวน 33 ชิ้น และภาพที่ 33 การติดกัมบังบนรถขนถ่ายชิ้นงานในการคำนวณจำนวนกัมบัง คลังสินค้าสำรองและคลังสินค้าปลอดภัยแสดงดังภาพที่ 32 และภาพที่ 33 เป็นรูปแบบการเชื่อมโยงคำนวณจำนวนกัมบัง คลังสินค้าสำรองและคลังสินค้าปลอดภัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 31 การจัดเก็บเพลาขับรถยนต์ 1 รุ่น

ภาพที่ 32 การติดกั้มบังบนรถขนถ่ายชิ้นงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 33 การเชื่อมโยงคำนวณจำนวนกัมบัง คลังสินค้าสำรองและคลังสินค้าปลอดภัย

Container Pack out Size =ขนาดบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการผลิตสินค้าส่งให้ลูกค้าเท่ากับจำนวน 33 ชิ้น ต่อรถขนถ่ายชิ้นงาน

ผลรวมจำนวนวงจรของกัมบังในระบบ (Total pull card in loop)

= จำนวนกัมบังที่ใช้หมุนเวียนในการผลิต (Cycle stock) + จำนวนกัมบังสำหรับวัสดุคงคลังสำรอง (Buffer stock) + จำนวนกัมบังสำหรับวัสดุคงคลังเพื่อความปลอดภัย (Safety stock)

โดยที่

คำนวณจำนวนกัมบังที่ใช้หมุนเวียนในการผลิต (Cycle stock)

= จำนวนชิ้นงานที่มีการสั่งผลิต (Cycle stock quantity) /ขนาดบรรจุภัณฑ์ของชิ้นงาน (Container pack out size)

โดยที่

จำนวนชิ้นงานที่มีการสั่งผลิต (Cycle stock quantity)

= รอบการหมุนเวียนกัมบัง (Every part every interval หรือ EPEI)* ความต้องการของลูกค้า (Daily volume)

โดยที่

คำนวณจำนวนกัมบังสำหรับวัสดุคงคลังสำรอง (Buffer stock)

= จำนวนวัสดุคงคลังสำรอง (Buffer stock quantity)/ขนาดบรรจุภัณฑ์ของชิ้นงาน (Container pack out size)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยที่

จำนวนวัสดุคงคลังสำรอง (Buffer stock quantity)

= รอบการหมุนเวียนกัมบัง (Every part every interval หรือ EPEI)*ความต้องการของลูกค้า ความแปรปรวนกำลังสอง (2Std.Deviation)

โดยที่

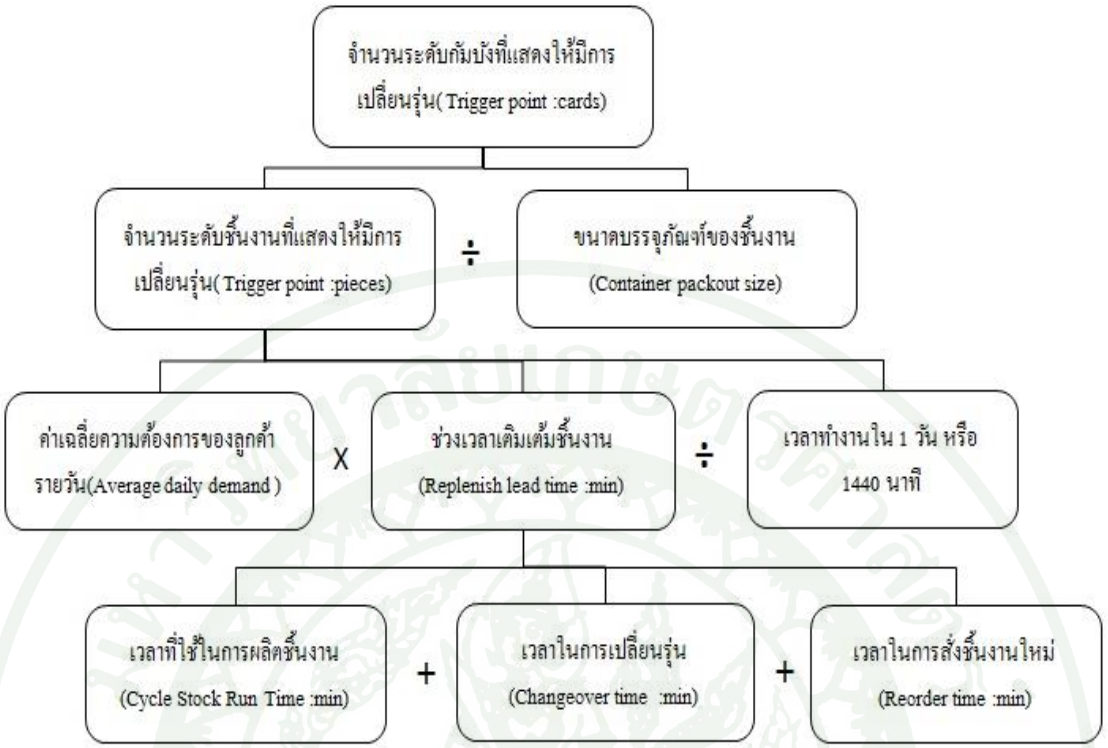
คำนวณจำนวนกัมบังสำหรับวัสดุคงคลังเพื่อความปลอดภัย (Safety stock)

= [จำนวนวัสดุคงคลังสำรอง (Buffer stock quantity) +จำนวนชิ้นงานที่มีการสั่งผลิต (Cycle stock quantity)]* Safety stock factor (%) / ขนาดบรรจุภัณฑ์ของชิ้นงาน (Container pack out size)

โดยที่

Safety stock factor (%) คือร้อยละของปัจจัยในการเก็บวัสดุคงคลังเพื่อความปลอดภัย ซึ่งทางโรงงานได้กำหนดไว้ 10 %ของจำนวนวัสดุคงคลังสำรอง (Buffer stock quantity) ในการคำนวณจำนวนระดับกัมบัง ที่แสดงให้มีการเปลี่ยนรุ่น ดังภาพที่ 34

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 34 การเชื่อมโยงในการคำนวณจำนวนระดับกัมบัง

คำนวณจำนวนระดับกัมบังที่แสดงให้มีการเปลี่ยนรุ่น Trigger point (cards)

= จำนวนระดับชิ้นงานที่แสดงให้มีการเปลี่ยนรุ่น (Trigger point pieces)/ ขนาดบรรจุภัณฑ์ของชิ้นงาน (Container pack out size)

โดยที่

จำนวนระดับชิ้นงานที่แสดงให้มีการเปลี่ยนรุ่น (Trigger point pieces)

= ค่าเฉลี่ยความต้องการของลูกค้ารายวัน (Average daily demand)*ช่วงเวลาเติมเต็มชิ้นงาน (Replenish lead-time) หน่วยเป็นนาที/เวลาทำงานใน 1 วัน หรือ1, 440 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยที่

ช่วงเวลาเติมเต็มชิ้นงาน (Replenish lead-time) หน่วยเป็นนาที

= เวลาที่ใช้ผลิตชิ้นงาน (Cycle stock run time) หน่วยเป็นนาที+เวลาในการเปลี่ยนรุ่น (Changeover time) หน่วยเป็นนาที+เวลาในการสั่งชิ้นงานใหม่ (Reorder time) หน่วยเป็นนาที

ซึ่งเวลาในการสั่งชิ้นงานใหม่ (Reorder time) หน่วยเป็นนาที คือเวลารวมทั้งหมดที่สูญเสียไปกับการรอสั่งชิ้นงาน การเปลี่ยนถ่ายรถขนถ่ายสินค้า

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง

ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกัมบัง โดยการนำสถิติเข้ามาประยุกต์ใช้ในการหาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปวน (Analysis of variance หรือ ANOVA) โดยการกำหนดปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบังไว้ทั้งหมด 4 ปัจจัยคือ ความต้องการของลูกค้า (Customer demand) ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในการผลิตชิ้นงาน (OEE) ปริมาณชิ้นงานในสินค้าคงคลังปลอดภัย (Safety Stock) และ มาตรฐานบรรจุภัณฑ์ (Standard Packing) ซึ่งในวิทยานิพนธ์นี้กำหนดให้มีปริมาณความต้องสินค้าของลูกค้าเพิ่มขึ้นทุกๆ 10 % เป็น 2 เท่าของความต้องการของลูกค้าเฉลี่ยต่อวัน ซึ่งความต้องการของลูกค้าเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 439 ชิ้น ดังนั้น จำนวนการสุ่มในการทดลองจะเท่ากับ 10 กลุ่ม เพื่อใช้ในการทดลองศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบังการผลิต สามารถสรุปเป็นตารางที่ 8 ได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 คำนวณความต้องการของลูกค้าที่ใช้ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง

ความต้องการสินค้าของลูกค้า	อัตราการผลิต (ชิ้น/วัน)	อัตราการผลิตเพิ่มขึ้นของความต้องการของลูกค้า									
		10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
Front Aux	143	158	172	186	201	215	229	244	258	272	286
Rear 1 PC	172	190	207	224	241	258	276	293	310	327	344
Rear 2 PC	123	136	148	160	173	185	197	210	222	234	246
รวมทั้ง 3 รุ่น	438	484	527	570	615	658	702	747	790	833	876

ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในการผลิตชิ้นงาน หรือ OEE ปัจจุบันอยู่ที่ร้อยละ 56 ในการทดลองกำหนดให้ ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในการผลิตชิ้นงานค่ากลางอยู่ที่ร้อยละ56 และมีการเพิ่มประสิทธิภาพขึ้นสูงสุดอีกไม่เกินร้อยละ 30 และลดลงสูงสุดอีกร้อยละ 30 เพื่อใช้ในการทดลองศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบังการผลิต สามารถสรุปเป็นตารางที่ 9

ตารางที่ 8 คำนวณประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในการผลิตชิ้นงาน ใช้ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง

ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรปัจจุบัน	ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นร้อยละ 30	ประสิทธิภาพลดลงร้อยละ 30
56%	56% x130%=39.2%	56% x70%=72.8%

ปริมาณชิ้นงานในคลังสินค้าปลอดภัย(Safety stock) โดยปกติจะกำหนดให้มีปริมาณชิ้นงานในคลังสินค้าอย่างน้อยร้อยละ10 เพื่อป้องกันปัญหาจากคำสั่งซื้อที่แปรปรวนของลูกค้า ดังนั้นในการทดลองจึงกำหนดให้ปริมาณชิ้นงานในคลังสินค้าต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 5วัน และสูงสุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เท่ากับร้อยละ 55 วัน ซึ่งการกำหนดปริมาณชิ้นงานในคลังสินค้าเช่นนี้ เนื่องจากมีพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าเป็นตัวกำหนด ซึ่งสูงสุดไม่เกิน 2.5 วัน

มาตรฐานบรรจุภัณฑ์ (Standard Packing) โดยปกติกำหนดให้ 1 กัมบังสั่งผลิตจะประกอบด้วยชิ้นงาน 33 ชิ้น หรือเต็มมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ ซึ่งในการทดลองจะกำหนดให้ค่าต่ำสุดของมาตรฐานบรรจุภัณฑ์เท่ากับ 26 ชิ้น ตามมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ของ Component part และค่ากลางของมาตรฐานบรรจุภัณฑ์เท่ากับ 33 ชิ้น ค่าสูงสุดมาตรฐานบรรจุภัณฑ์เท่ากับ 66 ชิ้น

หลังจากกำหนดปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบังและกำหนดค่าที่ใช้เป็นตัวแปรในการคำนวณจำนวนกัมบังในระบบแล้ว ผู้ทำการทดลองได้นำค่าต่างๆ ใส่ในตารางการคำนวณทั้ง 4 ขั้นตอนของการคำนวณกัมบังการผลิต เพื่อศึกษาผลของจำนวนกัมบังที่เปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลง ได้ผลของจำนวนกัมบังที่มีการเปลี่ยนแปลงตาม ซึ่งจะแยกการทดสอบออกเป็นที่ละปัจจัยดังตารางที่ 11 ปัจจัยด้านความต้องการของลูกค้าเทียบกับจำนวนกัมบังที่เปลี่ยนแปลงไป ตารางที่ 12 ปัจจัยด้านประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเทียบกับจำนวนกัมบังที่เปลี่ยนแปลงไป ตารางที่ 13 ปัจจัยด้านปริมาณการสินค้าคงคลังปลอดภัยเทียบกับจำนวนกัมบังที่เปลี่ยนแปลงไป และตารางที่ 14 ปัจจัยด้านมาตรฐานบรรจุภัณฑ์เทียบกับจำนวนกัมบังที่เปลี่ยนแปลงไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 ปัจจัยด้านความต้องการของลูกค้าเทียบกับจำนวนกัมบังที่เปลี่ยนแปลง

ลำดับ	ระดับ				จำนวนกัมบัง
	Average Customer Demand (หน่วย:ชิ้นต่อวัน)	OEE (หน่วย:ร้อยละ)	Safety Stock (หน่วย:ร้อยละ)	Standard Package (หน่วย:ชิ้นต่อบรรจุภัณฑ์)	
1	438	56%	10%	33	80
2	484	56%	10%	33	107
3	527	56%	10%	33	151
4	570	56%	10%	33	256
5	615	56%	10%	33	726
6	658	56%	10%	33	-1361
7	702	56%	10%	33	-365
8	747	56%	10%	33	-231
9	790	56%	10%	33	-172
10	833	56%	10%	33	-146
11	876	56%	10%	33	-126

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 ปัจจัยด้านประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเทียบกับจำนวนกัมบังที่เปลี่ยนแปลง

ลำดับ	ระดับ				จำนวนกัมบัง
	Average Customer Demand (หน่วย: ชิ้นต่อวัน)	OEE (หน่วย:ร้อยละ)	Safety Stock (หน่วย:ร้อยละ)	Standard Package (หน่วย:ชิ้นต่อบรรจุภัณฑ์)	
1	438	39.20%	10%	33	236
2	438	41.70%	10%	33	176
3	438	44.35%	10%	33	142
4	438	47.18%	10%	33	117
5	438	50.18%	10%	33	100
6	438	53.38%	10%	33	89
7	438	56.78%	10%	33	77
8	438	60.40%	10%	33	67
9	438	64.25%	10%	33	62
10	438	68.34%	10%	33	56
11	438	72.69%	10%	33	53

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 ปัจจัยด้านปริมาณการสินค้าคงคลังปลอดภัยเทียบกับจำนวนกัมบังที่เปลี่ยนแปลง

ลำดับ	ระดับ				จำนวนกัมบัง
	Average Customer Demand (หน่วย: ชิ้นต่อวัน)	OEE (หน่วย: %)	Safety Stock (หน่วย: %)	Standard Package (หน่วย:ชิ้นต่อบรรจุภัณฑ์)	
1	438	56%	5%	33	77
2	438	56%	10%	33	80
3	438	56%	15%	33	83
4	438	56%	20%	33	85
5	438	56%	25%	33	88
6	438	56%	30%	33	91
7	438	56%	35%	33	93
8	438	56%	40%	33	97
9	438	56%	45%	33	99
10	438	56%	50%	33	103
11	438	56%	55%	33	106

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 ปัจจัยด้านมาตรฐานบรรจุภัณฑ์เทียบกับจำนวนกัมบังที่เปลี่ยนแปลง

ลำดับ	ระดับ				จำนวนกัมบัง
	Average Customer Demand (หน่วย: ชิ้นต่อวัน)	OEE (หน่วย: %)	Safety Stock (หน่วย: %)	Standard Package (หน่วย:ชิ้นต่อบรรจุภัณฑ์)	
1	438	56%	10%	26	97
2	438	56%	10%	30	85
3	438	56%	10%	34	77
4	438	56%	10%	38	69
5	438	56%	10%	42	64
6	438	56%	10%	46	60
7	438	56%	10%	50	56
8	438	56%	10%	54	54
9	438	56%	10%	58	53
10	438	56%	10%	62	48
11	438	56%	10%	66	47

เงื่อนไขและวิธีการทดลองทางสถิติของปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง

การกระจายแบบค่าปกติ (Normality Probability Plot) เป็นการดูลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลที่เก็บ และยืนยันข้อมูลว่าปกติหรือไม่ โดยข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบนั้นทั้ง 4 ปัจจัย เมื่อทดสอบความเป็นการแจกแจงแบบปกติแล้วผ่านทั้ง 4 ปัจจัย และค่าStandard Deiation ก็ถือว่าไม่มีความแตกต่างกัน จึงกำหนดให้ค่าระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05 การทดสอบสมมุติฐานของการทดสอบความแปรปรวน(Anova) มีสมมุติฐานในการทดสอบดังนี้

Ho: ปัจจัยไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของจำนวนกัมบัง

H1: ปัจจัยมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของจำนวนกัมบัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวแปรอิสระคือ ความต้องการของลูกค้า (Customer demand) ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในการผลิตชิ้นงาน(OEE) ปริมาณชิ้นงานในคลังสินค้า (Stock on hand) และมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ (Standard Packing) โดยการดูค่า P (*p*-value) กับระดับนัยสำคัญที่แอลฟ่า 0.05 โดยที่

ถ้า ค่า P (*p-value*) มีค่าน้อยกว่า 0.05 ให้ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก

ถ้า ค่า P (*p*-value) มีค่ามากกว่า 0.05 ให้ยอมรับสมมุติฐานหลัก

Y คือ ตัวแปรตาม ในการทดลองนี้ หมายถึง จำนวนกัมบังที่เปลี่ยนแปลงไป

X คือ ตัวแปรอิสระ ในการทดลองนี้ หมายถึง ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของจำนวนกัมบัง

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร(OEE)

จากกการเก็บข้อมูลของปัจจัยทั้ง 4 ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบังในระบบแล้ว ผู้ทำการทดลองมีแนวคิดว่าปัจจัยทางด้านประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร(OEE) นอกจากจะสัมพันธ์กับ อัตราการเดินเครื่องจักร (Avability) ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร (Preformance) และอัตราคุณภาพ (Quality) แล้วตามทฎษฎี ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่นอกเหนือจาก 3 ส่วนที่กล่าวมาอาจจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร(OEE) ดังนั้น ผู้ทำการทดลองจึงศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อOEE นอกเหนือจาก 3 ส่วนที่กล่าวไปแล้ว คือ การวางแผนกำลังคนในการผลิต (Labor scroll) เวลาการที่ใช้ผลิตชิ้นงาน (Cycle time) ซึ่งจากสถานการณ์จริงที่เกิดปัญหา ฝ่ายผลิตแจ้งปัญหาว่าไม่มีพนักงานมาทำงาน หรือพนักงานไม่ครบตามจำนวนที่วางแผนไว้ ทำให้ค่าวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรต่ำ จึงทำให้ผู้ทำการทดลองสนใจเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว

โดยการทดลองวางแผนกำลังคนในการผลิต(Labor Scroll) ผู้ทำการทดลองได้ออกแบบการวางแผนกำลังคนในการผลิตไว้ 3 แบบ ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

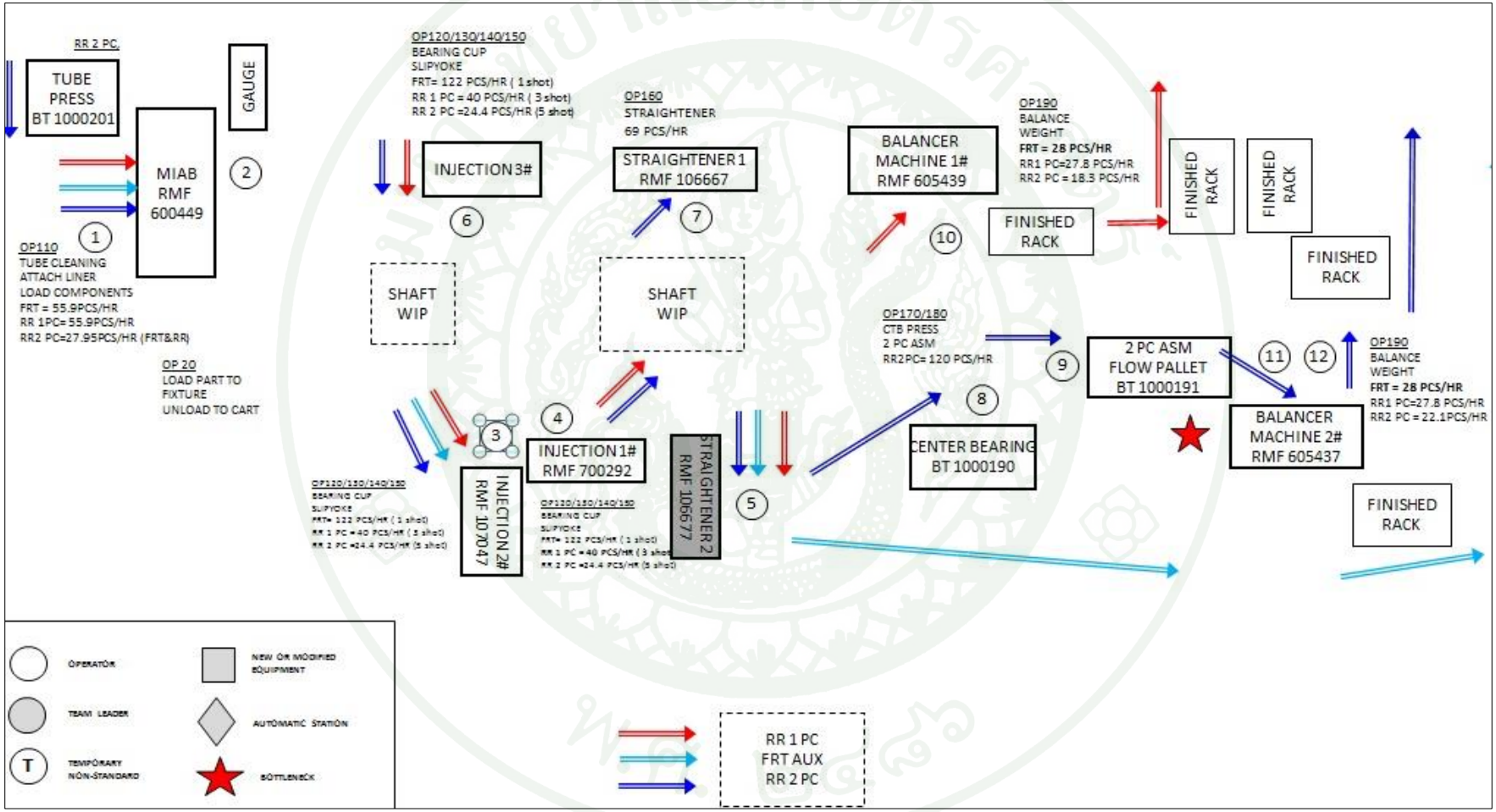
แบบที่ 1 ใช้พนักงานในการทำงานในสายการผลิตทั้งหมด 12 คน จุดคอขวดของสายการผลิตอยู่ที่เครื่องตรวจสอบสมดุล และวางแผนเวลาที่ใช้ผลิตชิ้นงาน (Cycle time)อยู่ที่ 140.29 วินาที/รอบดังภาพที่ 35

แบบที่ 2 ใช้พนักงานในการทำงานในสายการผลิตทั้งหมด 10 คน จุดคอขวดของสายการผลิตอยู่ที่เครื่องตรวจสอบสมดุล และวางแผนเวลาที่ใช้ผลิตชิ้นงาน (Cycle time)อยู่ที่ 151.59 วินาที/รอบ ดังภาพที่ 36

แบบที่ 3 ใช้พนักงานในการทำงานในสายการผลิตทั้งหมด 10 คน จุดคอขวดทขอสายการผลิตอยู่ที่เครื่องฉีดพลาสติก และวางแผนเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน(Cycle time)อยู่ที่ 168.06 วินาที/รอบ ดังภาพที่ 37

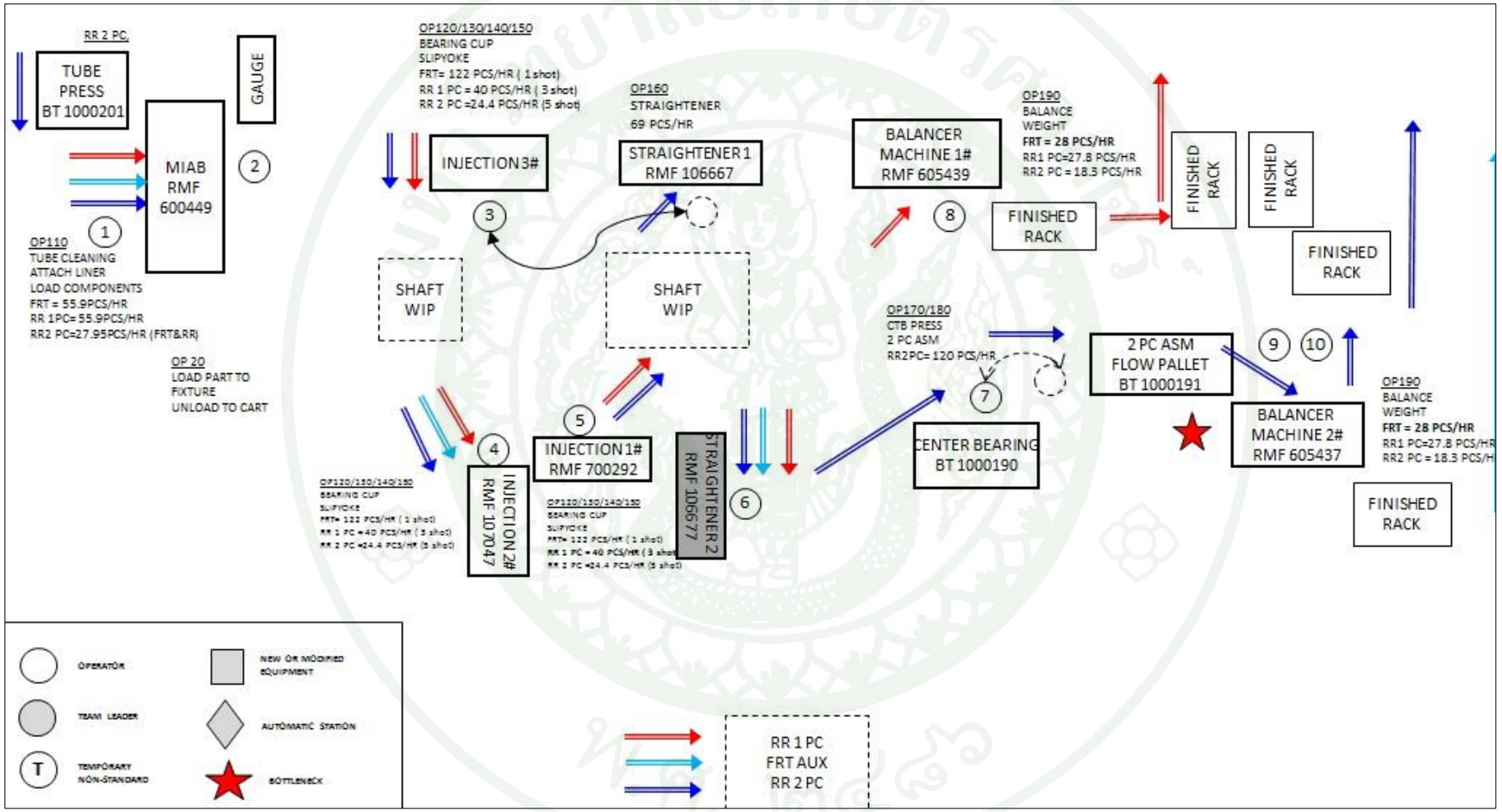
ข้อแตกต่างระหว่างการวางแผนกำลังคนในการผลิตทั้ง3 แบบ คือ แบบที่ 1 เป็นการผลิตแบบปัจจุบันที่ใช้ในการทำปฏิบัติงานปกติ ส่วนแบบที่ 2 เป็นแบบการวางแผนคนทำงานในกรณีที่คนไม่มาทำงานตามจำนวนแผนแบบแรก และแบบที่ 3 เป็นการย้ายจุดคอขวดของสายการผลิตจากเครื่องทดสอบสมดุล ย้ายจุดคอขวดไปเป็นเครื่องฉีดพลาสติก เพื่อดูแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

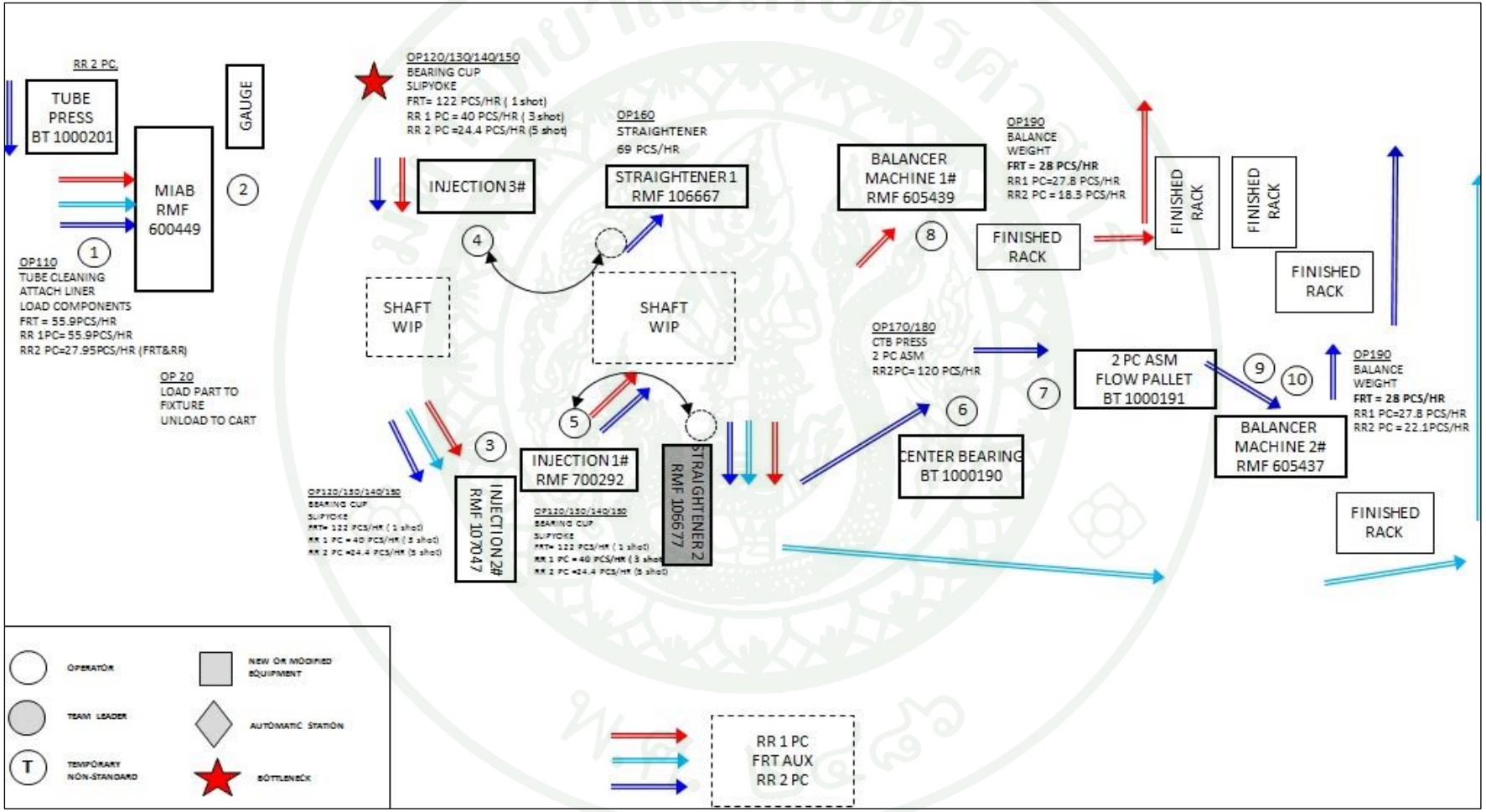


ภาพที่ 35 การวางแผนกำลังคนในการผลิตแบบที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 36 การวางแผนกำลังคนในการผลิตแบบที่ 2



ภาพที่ 37 การวางแผนกำลังคนในการผลิตแบบที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้ทำการทดลองได้ทำการRun@rate ครั้งละอย่างน้อย 3 ชั่วโมง เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลกับการเปลี่ยนแปลงของค่า OEE โดยค่าที่ได้จากการRun@rate คือเวลาที่ใช้ในการผลิตงานจริงของเครื่องจักรที่เป็นจุดคอขวด

โดยการทดลองกำหนดให้ กะเช้า วางแผนกำลังคนตามแบบที่ 1 และกะกลางคืนวางแผนกำลังคนตามแบบที่ 2 และในการคำนวณค่าOEE มีการกำหนดให้อัตราคุณภาพ เท่ากับ 100% และอัตราในการเดินเครื่องจักรเท่ากับ 100% เพื่อทำการตัดปัจจัยตัวอื่นๆที่ไม่ได้ทำการศึกษาออกไป

ตารางที่ 13 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประสิทธ์ภาพโดยรวมของเครื่องจักร

รูปแบบการวางแผน	จำนวนครั้ง	จำนวนพนักงาน	วางแผนเวลาที่ใช้ในการผลิต (วินาที)	เวลาที่ใช้ในการผลิตจริง (วินาที)	%OEE
แบบที่1	1(เช้า)	12	140.29	182.41	77.07%
แบบที่1	2(เช้า)	12	140.29	173.56	81.02%
แบบที่1	3(เช้า)	12	140.29	176.42	79.69%
แบบที่1	4(เช้า)	12	140.29	163.75	85.86%
แบบที่1	5(เช้า)	12	140.29	174.86	80.39%
แบบที่2	1(ดึก)	10	151.59	189.25	80.12%
แบบที่2	2(ดึก)	10	151.59	199.12	76.12%
แบบที่2	3(ดึก)	10	151.59	210.74	79.28%
แบบที่2	4(ดึก)	10	151.59	210.75	79.28%
แบบที่2	5(ดึก)	10	151.59	197.52	76.75%
แบบที่3	1(เช้า)	10	168.06	224.47	74.94%
แบบที่3	2(เช้า)	10	168.06	213.45	70.81%
แบบที่3	3(เช้า)	10	168.06	229.19	73.99%
แบบที่3	4(เช้า)	10	168.06	214.11	78.5%
แบบที่3	5(เช้า)	10	168.06	207.19	74.04%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เงื่อนไขและวิธีการทดลองทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงจำนวนประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร(OEE)

การกระจายแบบค่าปกติ (Normality Probability Plot) เป็นการดูลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลที่เก็บ และยืนยันข้อมูลว่าปกติหรือไม่ ซึ่งข้อมูลที่นำมาทดสอบ เป็นการแจกแจงแบบปกติ จึงกำหนดให้ค่าระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05

การทดสอบสมมุติฐานของสัมประสิทธิ์สมการถดถอย (Testing for Regression Coefficients) มีสมมุติฐานในการทดสอบดังนี้

Ho: ปัจจัยไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

H1: ปัจจัยอย่างน้อย 1 ตัว มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

ตัวแปรอิสระคือ วางแผนกำลังคนในการผลิต (Labor scroll) เวลาการที่ใช้ผลิตชิ้นงาน (Cycle time)

โดยการดูค่า P (P-value) กับระดับนัยสำคัญที่แอลฟ่า 0.05 โดยที่

ถ้า ค่า P (*p-value*) มีค่าน้อยกว่า 0.05 ให้ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก

ถ้า ค่า P (p-value) มีค่ามากกว่า 0.05 ให้ยอมรับสมมุติฐานหลัก

Y คือ ตัวแปรตาม ในการทดลองนี้ หมายถึง ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

X 1คือ ตัวแปรอิสระ ในการทดลองนี้ หมายถึง วางแผนกำลังคนในการผลิต (Labor scroll)

X2 คือ ตัวแปรอิสระ ในการทดลองนี้ หมายถึง เวลาการที่ใช้ผลิตชิ้นงาน (Cycle time)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัจจัยที่มีผลต่อการต้นทุนในการจัดเก็บสินค้า

เนื่องจากต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าเป็นหัวข้อหนึ่งที่สำคัญ ผู้ทำวิทยานิพนธ์ให้ความสนใจในการทำการศึกษา หลังจากมีการปรับเปลี่ยนระบบการผลิตจากระบบ FG Shortage มาเป็นระบบดึง ซึ่งผู้ทำวิทยานิพนธ์ตระหนักดีว่า ต้นทุนการจัดเก็บขึ้นอยู่กับรอบการหมุนเวียนกัมบัง เมื่อรอบการหมุนเวียนกัมบังสั้น ต้นทุนการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้าก็จะต่ำไปด้วย ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบการทดลองเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรอบการหมุนเวียนกัมบัง โดยปัจจัยที่สนใจในการทำการศึกษา ได้แก่ ความต้องการของลูกค้าเฉลี่ยต่อวัน เวลาในการเปลี่ยนรุ่น และเวลาที่ใช้ในการผลิต(Cycle time) และ ซึ่งผู้ทำการทดลองได้กำหนดค่าที่ใช้ในการทดลองดังตารางที่16

ความต้องการเฉลี่ยของลูกค้า ในวิทยานิพนธ์นี้กำหนดให้มีปริมาณความต้องสินค้าของลูกค้าเพิ่มขึ้นและลดลงต่างจากค่าเฉลี่ยความต้องการรายปีของลูกค้าในปัจจุบัน 30 % เพื่อใช้ในการทดลองศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรอบการหมุนเวียนกัมบัง

เวลาในการเปลี่ยนรุ่น กำหนดให้เป็นต่ำสุดที่ 80 นาทีต่อการเปลี่ยนรุ่น 1 ครั้ง เนื่องจากได้มีการปรับปรุงการเปลี่ยนรุ่นโดยการเปลี่ยนแปลงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่น ซึ่งสถิติที่เคยเปลี่ยนรุ่นได้เร็วที่สุด เฉลี่ยอยู่ที่ 80 นาทีต่อครั้ง

เวลาที่ใช้ในการผลิต หาจากเวลาของเครื่องจักรที่เป็นจุดคอขวดของสายการผลิตโดยเวลาต่ำสุดของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 82.5 วินาที/ชิ้น

ตารางที่ 14 ปัจจัยและระดับประชากรที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรอบการหมุนเวียนกัมบัง

จำนวนการสุ่ม	ความต้องการของลูกค้าเฉลี่ยต่อวัน(หน่วย:ชิ้น/วัน)	เวลาในการเปลี่ยนรุ่น (หน่วย : นาที / ครั้ง)	เวลาที่ใช้ในการผลิต (หน่วย : วินาที)
1	309	80	82.5
2	438	100	90
3	570	120	100

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลังจากทำการกำหนดปัจจัยที่มีผลต่อรอบการหมุนเวียนกัมบังแล้วจึงได้ทำการทดลองปัจจัยทั้ง 3 ซึ่งผลแสดงการทดสอบปัจจัยทั้ง 3 ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 15 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรอบการหมุนเวียนกัมบัง

ความต้องการของลูกค้าเฉลี่ยต่อวัน (หน่วย:ชิ้น/วัน)	เวลาในการเปลี่ยนรุ่น (หน่วย : นาที / ครั้ง)	เวลาที่ใช้ในการผลิต (หน่วย : วินาที)	จำนวนรอบการหมุนเวียนกัมบัง
309	80	82.5	1.25
309	80	90	1.35
309	80	100	1.52
309	100	82.5	1.57
309	100	90	1.69
309	100	100	1.9
309	120	82.5	1.88
309	120	90	2.03
309	120	100	2.88
438	80	82.5	1.93
438	80	90	2.31
438	80	100	3.13
438	100	82.5	2.41
438	100	90	2.88
438	100	100	3.92
438	120	82.5	2.89
438	120	90	3.46
438	120	100	4.7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 165 (ต่อ)

ความต้องการของลูกค้าเฉลี่ยต่อวัน (หน่วย:ชิ้น/วัน)	เวลาในการเปลี่ยนรุ่น (หน่วย : นาที / ครั้ง)	เวลาที่ใช้ในการผลิต (หน่วย : วินาที)	จำนวนรอบการหมุนเวียนกัมบัง
570	80	82.5	4.2
570	80	90	7.9
570	80	100	-45.71
570	100	82.5	5.25
570	100	90	9.88
570	100	100	-57.14
570	120	82.5	6.31
570	120	90	11.85
570	120	100	-68.57

เงื่อนไขและวิธีการทดลองทางสถิติของผลต่อการเปลี่ยนแปลงรอบการหมุนเวียนกัมบัง

การกระจายแบบค่าปกติ (Normality Probability Plot) เป็นการดูลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลที่เก็บ และยืนยันข้อมูลว่าปกติหรือไม่ โดยมีค่า P (p-value) น้อยกว่า 0.05ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของข้อมูลที่เก็บ คือ จำนวนรอบการหมุนเวียนกัมบัง

การทดสอบสมมุติฐานของสัมประสิทธิ์สมการถดถอย (Testing for Regression Coefficients) มีสมมุติฐานในการทดสอบดังนี้

Ho: ปัจจัยไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของจำนวนรอบการหมุนเวียนกัมบัง

H1: ปัจจัยอย่างน้อย 1 ตัว มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของจำนวนรอบการหมุนเวียนกัมบัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวแปรอิสระคือ ความต้องการของลูกค้าเฉลี่ยต่อวัน เวลาในการเปลี่ยนรุ่น และ เวลาที่ใช้ในการผลิต

โดยการ

ดูค่า P (P-value) กับระดับนัยสำคัญที่แอลฟ่า 0.05 โดยที่

ถ้าค่า P (p-value) มีค่าน้อยกว่า 0.05 ให้ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก

ถ้า ค่า P (p-value) มีค่ามากกว่า 0.05 ให้ยอมรับสมมุติฐานหลัก

Y คือ ตัวแปรตาม ในการทดลองนี้ หมายถึง จำนวนรอบการหมุนเวียนกัมบัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

งานวิทยานิพนธ์นี้มีเป้าหมายหลักเพื่อนำเสนอขั้นตอนการคำนวณกัมบังการผลิตในระบบอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งผลของการวิทยานิพนธ์นี้สรุปได้ 4 ขั้นตอนการคำนวณกัมบังการผลิต และอีกทั้งยังทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบังการผลิตในระบบ เพื่อให้ผู้ที่นำไปประยุกต์สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ปัจจุบันเมื่อระบบกัมบังดำเนินไปจนถึงจุดจุดหนึ่งที่อาจจะเกิดปัญหา ทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหานั้นได้อย่างรวดเร็วและเป็นระบบ ซึ่งดัชนีชี้วัดของวิทยานิพธ์นี้กำหนดไว้ 2 ด้านคือ ด้านการลดต้นทุนการผลิต ซึ่งได้แก่ ปริมาณวัตถุดิบในสายการผลิตที่ลดลง ลดเวลารอคอยในกระบวนผลิต สินค้าคงคลังขาดแคลนสะสมลดลง ต้นทุนจากการจัดเก็บที่ลดลง และด้านการวางแผนการผลิต ได้แก่ ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบังการผลิตในระบบ

ผล

ผลที่ได้จากการนำระบบดึงหรือระบบกัมบังมา มาประยุกต์ใช้นั้น สามารถแสดงออกมาใน 2 รูปแบบ คือ รูปแบบของการคำนวณกัมบัง การผลิตซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน และผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง ซึ่งประกอบด้วย 4 ปัจจัยที่ทำการศึกษา อีกทั้งยังทำการทดลองเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ซึ่งปัจจัยที่ทำการศึกษาได้แก่ การวางแผนกำลังคนในการผลิต (Labor scroll) เวลาการที่ใช้ผลิตชิ้นงาน (Cycle time)

รูปแบบของการคำนวณกัมบังการผลิต

ในส่วนนี้จะแสดงผลการคำนวณจำนวนกัมบังที่มี 4 ขั้นตอนโดยผลการคำนวณแสดงดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ผลการคำนวณความต้องการเฉลี่ยต่อวันของลูกค้า

โดยพบว่าความต้องการเฉลี่ยต่อวันของลูกค้าสำหรับสินค้าประเภท Front Aux , Rear 1 PC และ Rear 2 PC มีจำนวนรวมทั้งหมดเท่ากับ 439 ชิ้นต่อวัน ค่าเผื่อที่ 1σ มีจำนวนเท่ากับ 83 ชิ้น และค่าเผื่อที่ 2σ มีจำนวนเท่ากับ 167 ชิ้นในตารางที่ 16

2. ผลการคำนวณเวลาการทำงานของฝ่ายผลิต (Time Available for Production)

โดยพบว่าเวลารวมของการทำงานของฝ่ายผลิตทั้ง 2 กะ รวมทั้งหมดเท่ากับ 936 นาที ต่อวัน ซึ่งประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยไม่พิจารณาการปรับเปลี่ยนรุ่นของเครื่องจักรเท่ากับ 75.4% ในตารางที่ 17 และตารางที่ 18

3. ผลการคำนวณรอบการหมุนเวียนกัมบัง (Every part every interval หรือ EPEI)

โดยพบว่าเวลารวมที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานตามความต้องการของลูกค้า 641 นาทีต่อรอบ และ คำนวณรอบการหมุนเวียนกัมบัง เท่ากับ 3.25 วัน ในตารางที่ 19

4. ผลการคำนวณจำนวนกัมบัง คลังสินค้าสำรองและคลังสินค้าปลอดภัย

โดยพบว่า จำนวนกัมบังที่ใช้ในการหมุนเวียนการผลิตทั้งหมด 1,428 ชิ้นและจำนวนกัมบังการ์ดทั้งหมด 48 กัมบังการ์ด

จำนวนสินค้าคงคลังสำรองทั้งหมดเท่ากับ 543 ชิ้นและจำนวนกัมบังการ์ดของคลังสินค้าสำรองเท่ากับ 21 กัมบังการ์ด

จำนวนสินค้าคงคลังปลอดภัยทั้งหมดเท่ากับ 197 ชิ้นและจำนวนกัมบังการ์ดของคลังสินค้าปลอดภัยเท่ากับ 11 กัมบังการ์ด

ผลรวมจำนวนวงจรของกัมบังในระบบเท่ากับ 80 กัมบังการ์ด ดังในตารางที่ 20

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 แสดงความต้องการเฉลี่ยต่อวันของลูกค้า

		ค่าเฉลี่ยความต้องการรายวัน																	คลังสินค้าสำรอง	
หมายเลขชิ้นงาน	ชื่อชิ้นงาน	สัปดาห์ที่1	สัปดาห์ที่2	สัปดาห์ที่3	สัปดาห์ที่4	สัปดาห์ที่5	สัปดาห์ที่6	สัปดาห์ที่7	สัปดาห์ที่8	สัปดาห์ที่9	สัปดาห์ที่10	สัปดาห์ที่11	สัปดาห์ที่12	สัปดาห์ที่13	สัปดาห์ที่14	สัปดาห์ที่15	สัปดาห์ที่16	เฉลี่ยความต้องการ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2* (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
94713109	Front Aux	141	163	141	137	158	141	133	101	161	165	163	137	144	107	141	146	143	18	37
52036413	1 PC Rear	53	45	40	38	62	55	67	33	60	61	65	56	56	70	69	53	56	11	22
52036809	1 PC Rear	11	9	16	12	0	0	0	5	12	10	13	11	11	11	10	10	9	5	10
52036810	1 PC Rear	112	85	84	83	85	88	102	68	102	87	98	105	100	116	113	96	96	13	26

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

		ค่าเฉลี่ยความต้องการรายวัน																	คลังสินค้าสำรอง	
หมายเลขชิ้นงาน	ชื่อชิ้นงาน	สัปดาห์ที่1	สัปดาห์ที่2	สัปดาห์ที่3	สัปดาห์ที่4	สัปดาห์ที่5	สัปดาห์ที่6	สัปดาห์ที่7	สัปดาห์ที่8	สัปดาห์ที่9	สัปดาห์ที่10	สัปดาห์ที่11	สัปดาห์ที่12	สัปดาห์ที่13	สัปดาห์ที่14	สัปดาห์ที่15	สัปดาห์ที่16	เฉลี่ยความต้องการ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2* (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
52036808	1 PC Rear	9	15	7	5	6	8	1	6	10	11	11	13	18	21	18	16	11	6	11
52053813	2 PC Rear	134	127	123	84	91	90	105	102	116	126	107	123	73	75	69	87	102	21	43
52053811	2 PC Rear	2	1	2	8	16	0	0	1	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	8
52053814	2 PC Rear	14	18	16	12	21	26	15	15	25	21	23	23	14	12	11	11	18	5	10
		รวม																439	83	167

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยปราศจากการเปลี่ยนรุ่นในแต่ละกะ

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร	อัตราการผลิต	เวลาที่ใช้ในการผลิต (ชั่วโมง)	จำนวนชิ้นงานสูงสุดในแต่ละกะ	เวลาในการเปลี่ยนรุ่น	ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ที่สูญเสียไปจากการเปลี่ยนรุ่น	ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยปราศจากการเปลี่ยนรุ่น
56%	20.71	10.33	214	2	19.4%	75.4%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์เวลาการทำงานของฝ่ายผลิต

วิเคราะห์เวลาการทำงานของฝ่ายผลิต		
กะเช้า	เวลาการทำงานต่อกะ	720
	เวลาพัก	60
	เวลาอื่นๆ ที่ไม่ได้มีการผลิต	40
	จำนวนสายการผลิต	1
	ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์โดยไม่พิจารณาการปรับเปลี่ยนรุ่นของเครื่องจักร	75.4%
	เวลาการทำงานของฝ่ายผลิต	468
กะกลางคืน	เวลาการทำงานต่อกะ	720
	เวลาพัก	60
	เวลาอื่นๆ ที่ไม่ได้มีการผลิต	40
	จำนวนสายการผลิต	1
	ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์โดยไม่พิจารณาการปรับเปลี่ยนรุ่นของเครื่องจักร	75.4%
	เวลาการทำงานของฝ่ายผลิต	468
24ชั่วโมงต่อวัน	เวลารวมของการทำงานของฝ่ายผลิตทั้ง 2 กะ	936
จำนวนวันทำงาน	จำนวนวันทำงานต่อสัปดาห์	6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 คำนวณรอบการหมุนเวียนกัมบัง (Every part every interval หรือ EPEI)

คำนวณรอบการหมุนเวียนกัมบัง (Every part every interval หรือ EPEI)					
หมายเลขชิ้นงาน	ชื่อชิ้นงาน	เวลาในการเปลี่ยนรุ่น (หน่วย:นาที)	ปริมาณความต้องการของลูกค้ารายวัน	รอบเวลาในการผลิตชิ้นงาน (หน่วย:วินาที)	เวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานตามความต้องการลูกค้า
94713109	Front Aux	120	143	82.50	197
52036413	1 PC Rear	120	56	82.50	77
52036809	1 PC Rear	120	9	82.50	12
52036810	1 PC Rear	120	96	82.50	132
52036808	1 PC Rear	120	11	82.50	15
52053813	2 PC Rear	120	102	82.50	171
52053811	2 PC Rear	120	4	82.50	7
52053814	2 PC Rear	120	18	82.50	30
	รวม	960			641

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 (ต่อ)

คำนวณรอบการหมุนเวียนกัมบัง (Every part every interval หรือ EPEI)			
	ปริมาณความต้องการของลูกค้ารายวัน	รอบเวลาในการผลิตชิ้นงาน (หน่วย:วินาที)	เวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานตามความต้องการลูกค้า
เวลารวมที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานตามความต้องการของลูกค้า	641	นาที / รอบ	-
ผลรวมของเวลามาตรฐานที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นทั้งหมดของแต่ละรุ่น	960	นาที / วัน	-
จำนวนรอบที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่น	8	ต่อรอบ	-
เวลารวมของการวางแผนผลิต	936	นาที / วัน	-
ผลรวมของเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นทั้งหมดของแต่ละรุ่น	295	นาที / วัน	-
คำนวณรอบการหมุนเวียนกัมบัง	3.25	วัน	-
รอบการหมุนต่อวัน	0.31	รอบ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 คำนวณจำนวนกัมบัง คลังสินค้าสำรองและคลังสินค้าปลอดภัย

คอลัมภ์		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	**R**	S	T
หมายเลขชิ้นงาน	ชื่อชิ้นงาน	Container Packout Size	Cycle Stock Order Qty.	Cycle Stock (Cards)	Part Cycle Time (sec)	Cycle Stock Run Time	Change- over Time (min)	Reorder Time (min)	Replenish Lead-time (min)	Longest Lead Time (min)	Takt Time/ Part (min)	Trigger Point (Pieces)	Buffer Stock (Card)	Buffer Stock (Pieces)	Buffer Stock (Cards)	Safety Stock Factor (%)	Safety /Min Stock (Pieces)	Safety Stock (Cards)	Total Pull Cards in Loop	Total / Max Stock (Pieces)	Total Stock (Days on Hand)
94713109	Front Aux	33	465	15	82.5	639.5	120	120	879.5	879.5	6.55	87	3	120	4	10%	58	2	21	693	4.85
52036413	1 PC Rear	33	182	6	82.5	250.4	120	120	490.4	879.5	16.71	19	1	73	3	10%	25	1	10	330	5.89
52036809	1 PC Rear	33	29	1	82.5	40.2	120	120	280.2	879.5	104.	2	1	32	1	10%	6	1	3	99	11
52036810	1 PC Rear	33	312	10	82.5	429.3	120	120	699.3	879.5	9.75	45	2	86	3	10%	40	2	15	495	5.16
52036808	1 PC Rear	33	36	2	82.5	49.2	120	120	289.2	879.5	85.09	2	1	36	2	10%	7	1	5	165	15

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 (ต่อ)

คอลัมภ์		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	**R**	S	T
หมายเลขชิ้นงาน	ชื่อชิ้นงาน	Container Packout Size	Cycle Stock Order Qty.	Cycle Stock (Cards)	Part Cycle Time (sec)	Cycle Stock Run Time (min)	Change- over Time (min)	Reorder Time (min)	Replenish Lead-time (min)	Longest Lead Time (min)	Takt Time/ Part (min)	Trigger Point (Pieces)	Buffer Stock (Card)	Buffer Stock (Pieces)	Buffer Stock (Cards)	Safety Stock Factor (%)	Safety /Min Stock (Pieces)	Safety Stock (Cards)	Total Pull Cards in Loop	Total / Max Stock (Pieces)	Total Stock (Days on Hand)
52053813	2 PC Rear	33	332	11	100.5	555.7	120	120	795.7	879.5	9.18	56	2	139	5	10%	47	2	18	594	5.82
52053811	2 PC Rear	33	13	1	100.5	21.8	120	120	261.8	879.5	234	1	1	25	1	10%	4	1	3	99	24.75
52053814	2 PC Rear	33	59	2	100.5	98.1	120	120	338.1	879.5	52	4	1	33	2	10%	9	1	5	165	9.17
	รวม		1428	48										544	21		197	11	80	2640	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รูปแบบผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง

ผลจากการทดลองด้านสถิติเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของจำนวนกัมบังในระบบ การทดลองกำหนดปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงกัมบังทั้ง 4 ปัจจัย

เพื่อหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบังโดยใช้โปรแกรม Excel และ Minitab ในการหาความสัมพันธ์ของจำนวนกัมบังกับความต้องการของลูกค้าได้ดังตารางที่ 21 ความสัมพันธ์ของจำนวนกัมบังกับประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรได้ดังตารางที่ 22 ความสัมพันธ์ของจำนวนกัมบังกับด้านปริมาณสินค้าคงคลังปลอดภัยได้ดังตารางที่ 23 ความสัมพันธ์ของจำนวนกัมบังกับด้านมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ ได้ดังตารางที่ 24 แสดงผลการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง

ตารางที่ 21 ผลการทดสอบปัจจัยด้านความต้องการของลูกค้า

Anova: Single Factor

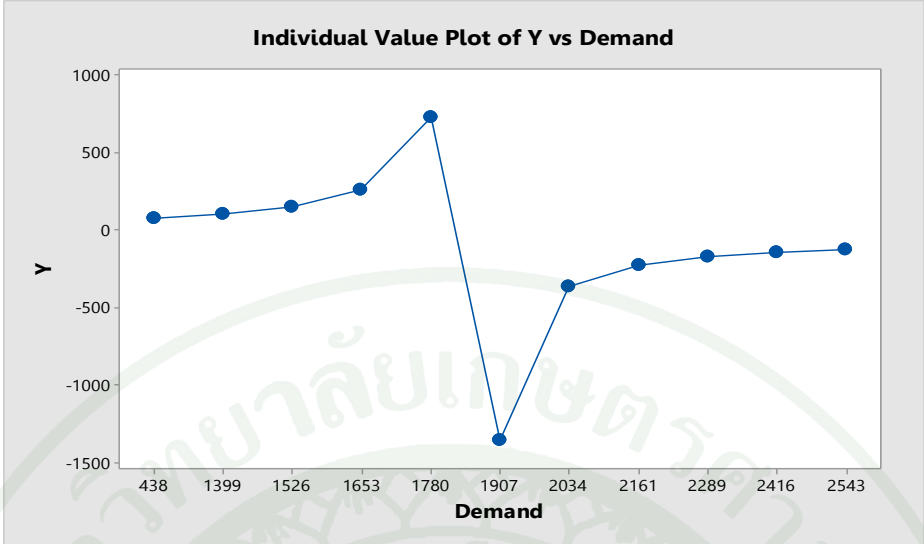
SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
Demand	11	7240	658.1818	21085.96
Y	11	-1081	-98.2727	263271.2

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	3147229	1	3147229	22.13575	0.000136	4.351244
Within Groups	2843572	20	142178.6			
Total	5990801	21				

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 38 กราฟ Individual value ของความต้องการของลูกค้าเทียบกับการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง

ตารางที่ 22 ผลการทดสอบปัจจัยด้านประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)

Anova: Single Factor

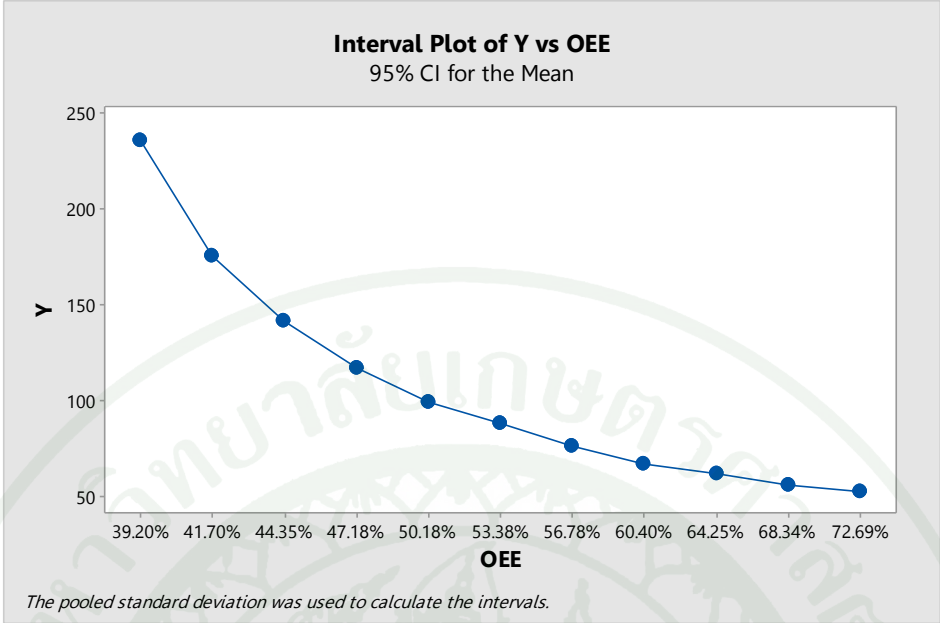
SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
OEE	11	5.9845	0.544045	0.012318
Y	11	1175	106.8182	3314.164

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	62118.06	1	62118.06	37.48628	5.54E-06	4.351244
Within Groups	33141.76	20	1657.088			
Total	95259.82	21				

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 39 กราฟ Individual value ของOEEเทียบกับการเปลี่ยนแปลงจำนวนกันบัง

ตารางที่ 23 ผลการทดสอบปัจจัยด้านปริมาณสินค้าคงคลังปลอดภัย (Safety Stock)

Anova: Single Factor

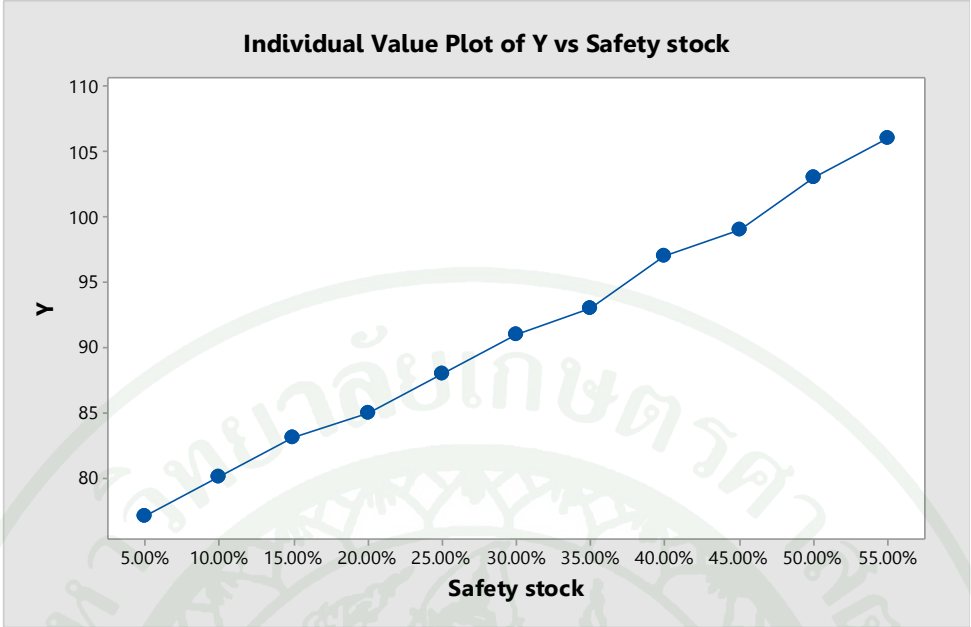
SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
Safety stock	11	3.3	0.3	0.0275
Y	11	1002	91.09091	89.89091

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	45336.44	1	45336.44	1008.391	1.38E-18	4.351244
Within Groups	899.1841	20	44.9592			
Total	46235.62	21				

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 40 กราฟ Individual value ของปริมาณสินค้าคงคลังปลอดภัยเทียบกับการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง

ตารางที่ 24 ผลการทดสอบปัจจัยด้านมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ (Standard Packing)

Anova: Single Factor

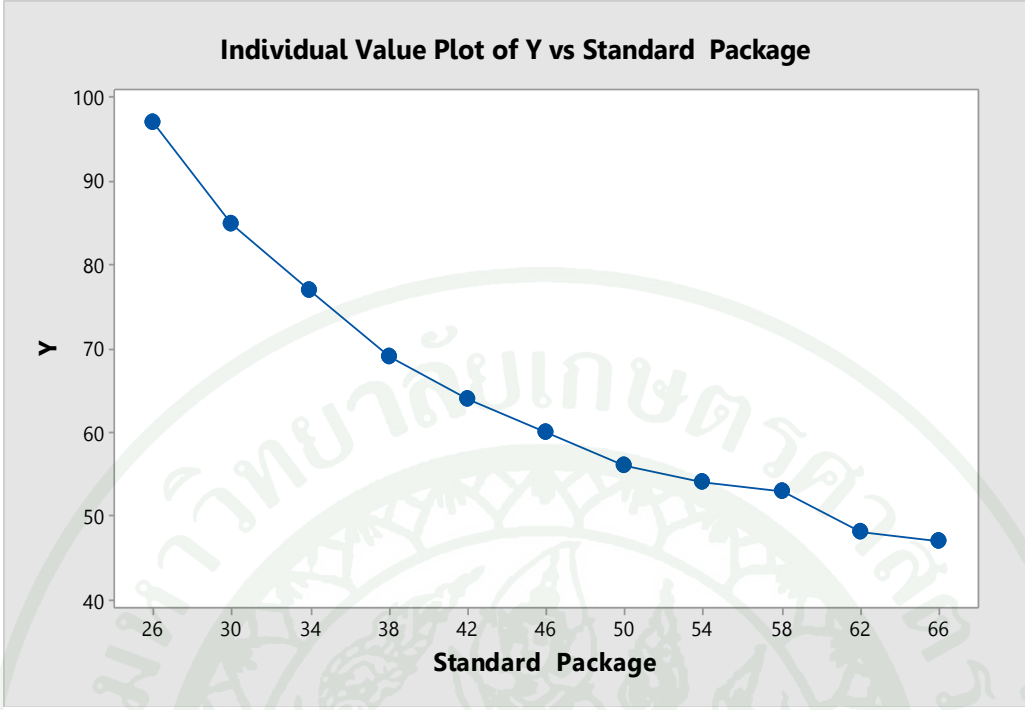
SUMMARY

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
Standard Package	11	506	46	176
Y	11	710	64.54545	256.6727

ANOVA

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	1891.636	1	1891.636	8.743959	0.007793	4.351244
Within Groups	4326.727	20	216.3364			
Total	6218.364	21				

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 41 กราฟ Individual value ของมาตรฐานบรรจุภัณฑ์เทียบกับการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง

จากการวิเคราะห์ประกอบด้วยผลจากข้อมูลในตาราง โดยใช้ค่า *p*-values ในตารางเพื่อประเมินปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบังในระบบ โดยกำหนดให้ระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05 พบว่าทั้ งสี่ปัจจัย คือความต้องการของลูกค้า(Customer demand) ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในการผลิตชิ้นงาน (OEE) ปริมาณชิ้นงานในคลังสินค้าปลอดภัย (Safety Stock) และ มาตรฐานบรรจุภัณฑ์ (Standard Packing) นั้นมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ มีค่า *p* –values มีค่าน้อยกว่า 0.05 ดังนั้นเราจะยอมรับสมมุติฐานรองในการทดลอง H1: ปัจจัยทุกตัวมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของจำนวนกัมบัง

รูปแบบผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

จากการปัญหาเกี่ยวกับประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในปัจจุบันค่อนข้างต่ำทำให้เกิดข้อสงสัยและได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร โดยปัจจุบันที่นำมาศึกษาได้แก่ การวางแผนกำลังคนในการผลิต และ เวลาการที่ใช้ผลิตชิ้นงาน หลังจากทำการเก็บข้อมูล และได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ ได้ผลดังตารางที่ **25** ผลการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 25 ผลการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.737303813
R Square	0.543616913
Adjusted R Square	0.467553066
Standard Error	0.026594537
Observations	15

ANOVA

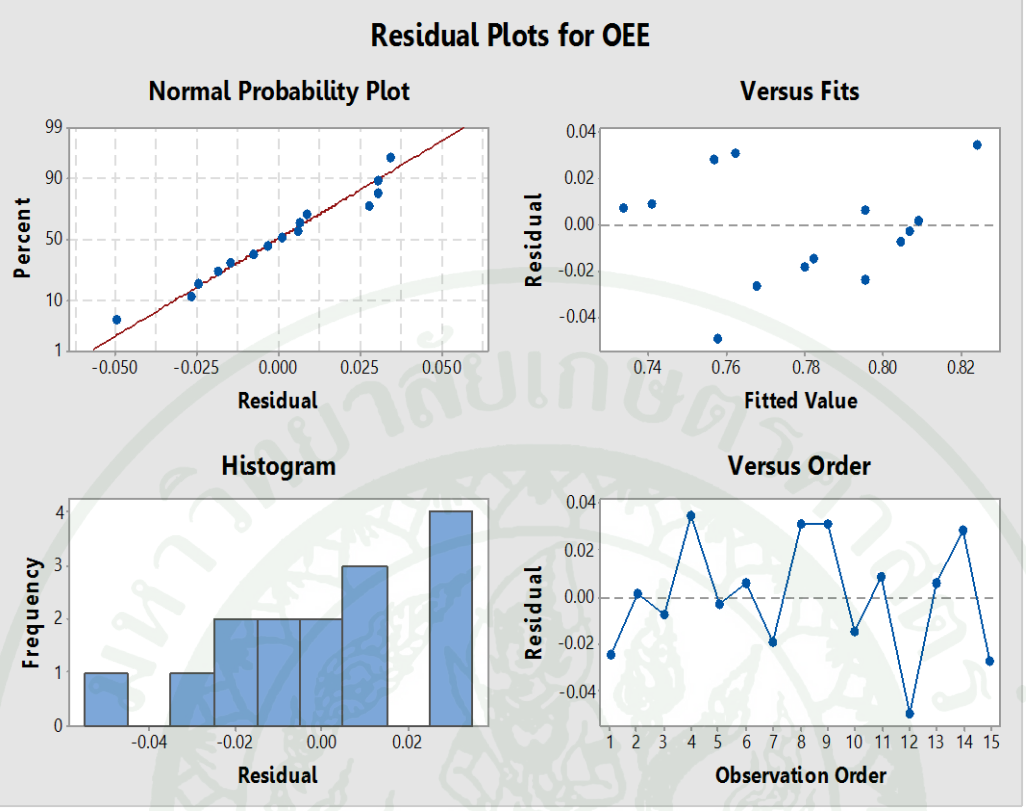
	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	2	0.010109	0.005055	7.14685	0.00903602
Residual	12	0.008487	0.000707		
Total	14	0.018597			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*p-value*
Intercept	1.140301597	0.27654	4.123462	0.001412
Labor	-0.00523905	0.01416	-0.36998	0.717847
Cycle time	-0.00154634	0.000687	-2.2525	0.043799

Regression Equation

OEE = 1.140 - 0.001546 Cycle time - 0.0052 Labor

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 42 กราฟ Residual Plots สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า OEE

จากการวิเคราะห์กราฟ Residual Plots เป็นดังนี้

กราฟ Normal Probability plot เพื่อตรวจดูลักษณะการกระจายตัว การที่จุดบนกราฟเรียงตัวเป็นลักษณะเส้นตรง แสดงว่ามีการประจายตัวแบบปกติ

กราฟ Histogram of the residuals เพื่อดูความโด่งของข้อมูลหลายจุด มีข้อมูลผิดปกติ และการกระจายตัวที่ไม่ปกติ ซึ่งเป็นรูปกราฟเบ้ซ้าย

กราฟ Resuduals versus the fitted values เพื่อตรวจดูการกระจายตัว ซึ่งข้อมูลจุดบนกราฟมีเพียงจุดเดียวแสดงว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เป็นเพียงข้อมูลเดียวไม่มีการกระจายตัวของข้อมูล

กราฟ Residual versus order เพื่อตรวจดูว่าเวลามีผลต่อค่าเศษเหลือหรือไม่ ซึ่งลักษณะกราฟไม่แสดงแนวโน้นหรือรูปแบบใดๆ ของข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดังนั้นเราจึงใช้ค่า *p*-values ในตารางเพื่อประเมินปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรโดยกำหนดให้ระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05 พบการวางแผนกำลังคนในการผลิตนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ มีค่า *p* –values มีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้นเราจะยอมรับสมมุติฐานหลักในการทดลอง H0: ปัจจัยไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

ส่วนการวิเคราะห์ผลจากค่า *p* –values ของเวลาการที่ใช้ผลิตชิ้นงาน(Cycle time) พบว่าค่า *p* –values มีค่าน้อยกว่า 0.05 ซึ่งเวลาการที่ใช้ผลิตชิ้นงาน นั้นมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นเราจะยอมรับสมมุติฐานรองในการทดลอง H1: ปัจจัยอย่างน้อย 1 ตัวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

รูปแบบผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงคลัง

เนื่องจากต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าขึ้นอยู่กับรอบการหมุนเวียนกัมบังดังนั้นผู้ทำการทดลองจะได้ทำการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรอบการหมุนเวียนกัมบังโดยปัจจัยที่นำมาศึกษาคือความต้องการของลูกค้าเฉลี่ยต่อวัน เวลาในการเปลี่ยนรุ่น และ เวลาที่ใช้ในการผลิต (Cycle time) ซึ่งผลที่ได้จากการทอสอบทางสถิติ เป็นดังตารางที่ 26

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 26 ผลการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรอบการหมุนเวียนกัมบัง

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.552801
R Square	0.305589
Adjusted R Square	0.215014
Standard Error	17.64473
Observations	27

ANOVA

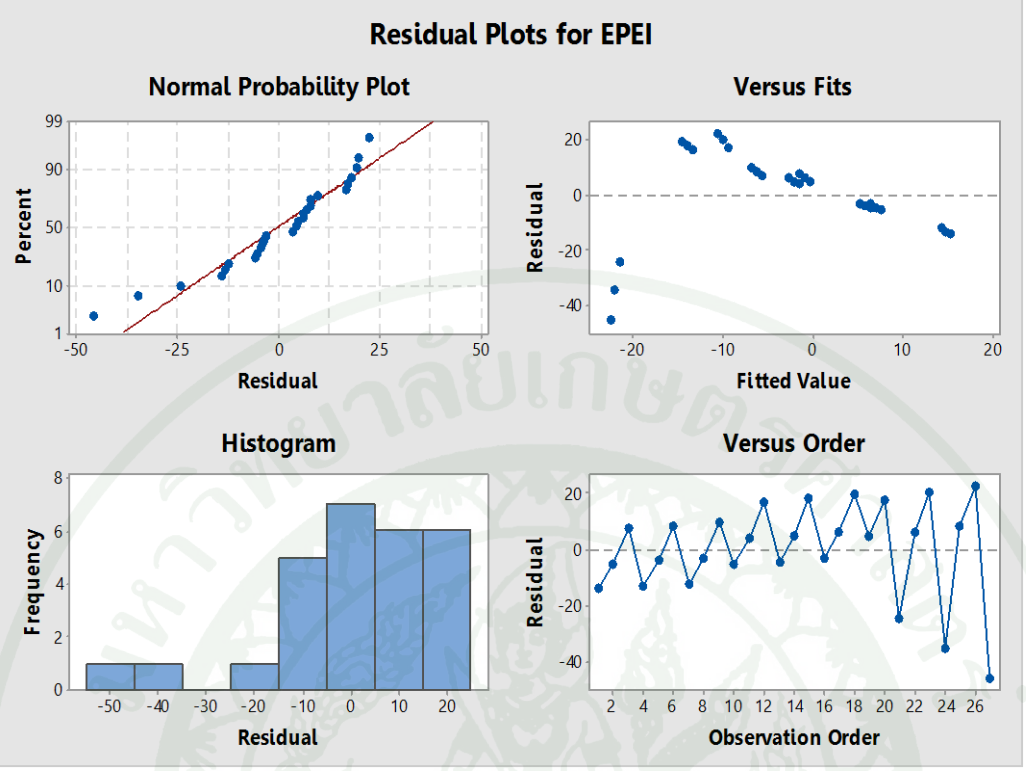
	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	3	3151.227	1050.409	3.37387158	0.035726488
Residual	23	7160.738	311.3364		
Total	26	10311.97			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*
Intercept	136.0795	49.92221	2.725832	0.01205025
Demand	-0.06091	0.031991	-1.90384	0.06951635
Changeover	-0.02903	0.207945	-0.13959	0.8901964
Cycle time	-1.2056	0.473695	-2.54509	0.01809493

Regression Equation

EPEI = 136.1 - 0.0609 Demand - 0.029 Changeover - 1.206 Cycle time

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 43 กราฟ Residual Plots สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรอบการหมุนเวียนกัมบัง

จากการวิเคราะห์กราฟ Residual Plots เป็นดังนี้

กราฟ Normal Probability plot เพื่อตรวจดูลักษณะการกระจายตัว การที่จุดบนกราฟเรียงตัวเป็นลักษณะเส้นตรง แสดงว่ามีการประจายตัวแบบปกติ

กราฟ Histogram of the residuals เพื่อดูความโด่งของข้อมูลหลายจุด มีข้อมูลผิดปกติ และการกระจายตัวที่ไม่ปกติ ซึ่งเป็นรูปกราฟเบ้ซ้าย

กราฟ Resuduals versus the fitted values เพื่อตรวจดูการกระจายตัว ซึ่งข้อมูลจุดบนกราฟเป็นการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ

กราฟ Residual versus order เพื่อตรวจดูว่าเวลามีผลต่อค้าเศษเหลือหรือไม่ ซึ่งลักษณะกราฟไม่แสดงแนวโน้นหรือรูปแบบใดๆ ของข้อมูลเราจึงใช้ค่า *p*-values ในตารางเพื่อประเมินปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงรอบการหมุนเวียนกัมบังโดยกำหนดให้ระดับนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เท่ากับ 0.05 พบว่า ปัจจัยด้านความต้องการของลูกค้าเฉลี่ยต่อวัน และเวลาในการเปลี่ยนรุ่น ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ มีค่า p –values มีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้นเราจะยอมรับสมมุติฐานหลักในการทดลอง H0: ปัจจัยไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของรอบการหมุนเวียนกัมบัง

ส่วนการวิเคราะห์ผลจากค่า *p* –values ของเวลาการที่ใช้ผลิตชิ้นงาน(Cycle time) พบว่าค่า p –values มีค่าน้อยกว่า 0.05 ซึ่งเวลาการที่ใช้ผลิตชิ้นงาน นั้นมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นเราจะยอมรับสมมุติฐานรองในการทดลอง H1: ปัจจัยอย่างน้อย 1 ตัวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของรอบการหมุนเวียนกัมบัง

วิจารณ์

จากการทำวิทยานิพนธ์นี้สรุปได้ว่า หลังจากที่เปลี่ยนการวางแผนการผลิตแบบ FG shortage มาเป็นระบบกัมบังการผลิต ผลที่ได้ ดังนี้

1. จำนวนสินค้าคงคลังขาดแคลนสะสมรวมลดลง

จำนวนสินค้าคงคลังขาดแคลนสะสมรวมลดลงจาก 1,787 ชิ้น เป็น 0 เพราะเนื่องจากได้มีการปรับเปลี่ยนแบบเดิมการสั่งผลิตแบบ FG Shortage ซึ่งจะวางแผนการผลิตเป็นรายสัปดาห์ มาเปลี่ยนเป็นสั่งผลิตด้วยระบบกัมบังการผลิต ซึ่งจะมีการปรับเปลี่ยนแผนการผลิตตามความต้องการของเฉลี่ยของลูกค้า ซึ่งระบบกัมบังการผลิตจะกำหนดให้มีจำนวนคลังสินค้าปลอดภัยอย่างน้อย 10 ร้อยละ เพื่อป้องกันปัญหาการขาดแคลนสินค้าที่จะต้องส่งให้ลูกค้า ซึ่งรอบในการหนุมเวียนอยู่ที่ 3.25 วันต่อรอบ ดังนั้นเมื่อเทียบเป็นจำนวนเงินที่ต้องสูญเสียไปจากการที่สินค้าคงคลังขาดแคลนดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 เปรียบเทียบจำนวนสินค้าคงคลังขาดแคลนและต้นทุนจากสินค้าคงคลังขาดแคลนในแต่ละระบบการวางแผนผลิต

ระบบการผลิต	จำนวนสินค้าคงคลังขาดแคลน	ต้นทุนจากสินค้าคงคลังขาดแคลน
FG Shortage	1787 ชิ้น	5,076,258 บาท
กัมบัง	0 ชิ้น	0 บาท

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. จำนวนชิ้นงานที่ชิ้นงานรอผลิตระหว่างกระบวนการหรือ WIP ลดลง

สาเหตุเนื่องจากการใช้ระบบการผลิตแบบ FG Shortage ทำให้ไม่ทราบถึงแผนการผลิตล่วงหน้า ทำให้ฝ่ายผลิต จำเป็นต้องมีชิ้นงานรอระหว่างกระบวนการทุกรุ่น เพื่อป้องปัญหาสินค้าคงคลังขาดแคลน เนื่องจากระยะเวลาในการผลิตแต่ละรุ่นขั้นต่ำโดยเฉลี่ยประมาณ 42.6 ชั่วโมง หลังจากเปลี่ยนระบบการผลิตใหม่เป็นระบบกัมบังพบว่า จำนวนชิ้นงานที่ชิ้นงานรอผลิตระหว่างกระบวนการลงลงเหลือ 544 ชิ้น ตามจำนวนกัมบังในคลังสินค้าสำรอง เมื่อนำคำนวนกับราคาต้นทุนสินค้าแล้วได้ดังตารางที่ **28** ซึ่งราคาต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยนั้น ผู้ทำการทดลองได้นำข้อมูลต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้าเฉลี่ยต่อหน่วยในแต่ละพื้นที่มาเฉลี่ย เนื่องจากผู้ทำการทดลองไม่สามารถทราบได้ว่าแต่ละตำแหน่งที่มีการจัดเก็บสินค้าคงคลังสำรองมีจำนวนเท่าไรแน่นอน ทราบแต่เพียงว่าในระบบต้องมีสินค้าคงคลังสำรองตามการคำนวณระบบกัมบังจำนวน 544 ชิ้นเพียงเท่านั้น ส่วนตารางที่ 29 แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนระหว่างต้นทุนจากงานระหว่างผลิตในกระบวนการแบบระบบการผลิต FG Shortage และระบบการผลิตแบบกัมบัง

ตารางที่ 28 การคำนวณต้นทุนจากงานระหว่างผลิตในกระบวนการของระบบกัมบัง

หมายเลขชิ้นงาน	ชื่อชิ้นงาน	จำนวนคลังสินค้าสำรอง (Buffer Stock)	ต้นทุนต่อเฉลี่ยหน่วย	ต้นทุนรวม
94713109	Front Aux	120	1,735	208,200
52036413	1 PC Rear	73	1,735	126,655
52036809	1 PC Rear	32	1,735	55,520
52036810	1 PC Rear	86	1,735	149,210
52036808	1 PC Rear	36	1,735	62,460
52053813	2 PC Rear	139	1,735	241,165
52053811	2 PC Rear	25	1,735	43,375
52053814	2 PC Rear	33	1,735	57,255
รวม		544		943,840

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปรียบเทียบต้นทุนจากงานระหว่างผลิตในกระบวนการของระบบการผลิตแบบ FG Shortage และ ระบบกัมบัง

ตารางที่ 29 เปรียบเทียบต้นทุนจากงานระหว่างกระบวนการทั้งรูปแบบการผลิต

ชิ้นงานรอผลิตระหว่างสถานีงานของแต่ละระบบ	จำนวนระหว่างกระบวนการ (ชิ้น)	ต้นทุนจากงานระหว่างผลิตในกระบวนการ (หน่วย: บาท)
FG Shortage	1,085	2,133,126
กัมบัง	543	943,840

3. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบังการผลิต

จากการทำการทดลองศึกษาปัจจัยปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง พบว่าปัจจัยทั้ง 4 ด้านที่ทำการศึกษาได้แก่ ความต้องการของลูกค้า(Customer Demand) ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ปริมาณชิ้นงานในคลังสินค้า(Safety Stock) และมาตรฐานบรรจุภัณฑ์(Standard Package) ล้วนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง ซึ่งจากการสังเกตผลการทดลอง พบข้อสังเกตดังต่อไปนี้

3.1 ค่าการเปลี่ยนแปลงของจำนวนกัมบังมีค่าติดลบ

ผู้ทำการทดลองจึงทำการหาสาเหตุของค่าติดลบ นั้นๆ พบว่าค่าติดลบเกิดจากกำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ทำให้ เมื่อมีการใช้กัมบังการผลิตในระบบแล้วอาจจะทำให้เกิดภาวะสินค้าคงคลังขาดแคลนได้เนื่องจากปัญหาหลักเกิดจากำลังการผลิตที่ไม่เพียงพอ

3.2 ความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้นอย่างฉับพลันอาจจะส่งผลต่อระบบการผลิตกัมบัง

จากการศึกษาผลที่เกิดจากปัจจัยด้านความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้น เมื่อถึงจุดจุดหนึ่งแล้ว ระบบกัมบังจะไม่สามารถสั่งผลิตได้ เนื่องจากค่าผลจากการคำนวณกัมบังการผลิตมีค่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ติดลบ ดังนั้น การแก้ไขปัญหาดังกล่าวควรจะมีการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตเพิ่มขึ้น เพื่อรองรับความต้องการสินค้าที่เพิ่มขึ้น หรือเพิ่มจำนวนสินค้าคงคลัง ในกรณีที่ความต้องการมีการเปลี่ยนแปลงฉับพลันและชั่วคราว

3.3 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบัง

จากการศึกษาประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรหรือ OEE พบว่า ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบังในระบบ เมื่อค่า OEE สูงขึ้นกัมบังในระบบจะลดลงสาเหตุเนื่องจากค่า OEE จะไปมีผลกระทบต่อรอบการหมุนเวียนกัมบัง เมื่อรอบการหมุนเวียนกัมบังลดลง จะทำให้จำนวนกัมบังที่ต้องหมุนเวียนกลับมาใช้ในระบบสั้นขึ้นเป็นผลทำให้จำนวนกัมบังในระบบลดลง

3.4 ปริมาณสินค้าคงคลังปลอดภัยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกัมบัง

จากการศึกษาปริมาณสินค้าคงคลังปลอดภัยหรือSafety Stock นั้น พบว่าปริมาณการเก็บสินค้าคงคลังปลอดภัยที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้จำนวนกัมบังในการผลิตเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากเมื่อมีการเก็บสินค้าในคลังสินค้ามากขึ้น ทำให้จำนวนกัมบังที่ค้างอยู่ในคลังสินค้าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

3.5 ปริมาณของมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ มีผลต่อการการคำนวณกัมบัง

จากการศึกษาปริมาณของมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ พบว่ามาตรฐานบรรจุภัณฑ์ ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้จำนวนกัมบังในการผลิตลดลง เนื่องจากปริมาณของมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ เป็นตัวบ่งบอกจำนวนกัมบังในระบบ ถ้ากำหนดให้มาตรฐานบรรจุภัณฑ์มาก จำนวนกัมบังในระบบก็จะลดลง เพราะ จำนวน1 กัมบังสามารถบรรจุชิ้นงานได้มากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันการกำหนดมาตรฐานขนาดบรรจุภัณฑ์ต้องมีองค์ประกอบหลายส่วนเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ด้านคุณภาพ ด้านความปลอดภัย และ ด้านสรีระศาสตร์ของผู้ปฏิบัติงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร(OEE)

จากการทำการศึกษาปัจจัยทั้ง 2 ปัจจัย ได่แก่ การวางแผนกำลังคนในการผลิต และ เวลาการที่ใช้ผลิตชิ้นงาน (Cycle time) พบว่า การวางแผนกำลังคนในการผลิตนั้นไม่มีผลต่อค่าการวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร แต่การวางแผนการคนในการผลิตจะมุ่งเน้นไปด้านการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานและปรับปรุงด้านเวลาในการผลิต ในกรณีที่จุดคอขวดของสายการผลิตเป็นเวลาที่พนักงานปฏิบัติงาน(Manual Time)

ส่วนเวลาการที่ใช้ผลิตชิ้นงาน(Cycle time)มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ OEE เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการผลิตบ่งบอกถึงระยะเวลาในการทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์ เมื่อรอบการผลิตชิ้นงานเร็วมากขึ้นเท่าไร จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ก็จะเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน

5. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงคลัง

ต้นุทนการจัดเก็บสินค้าคงคลังมีความสัมพันธ์กับรอบการหนุมเวียนกัมบัง ดังนั้นจึงทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรอบการหมุนเวียนกัมบัง ซึ่งผลการทดลองพบว่าปัจจัยด้านความต้องการของลูกค้าเฉลี่ยต่อวัน และเวลาในการเปลี่ยนรุ่น ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรอบการหมุนเวียนกัมบัง เนื่องจาก ปัจจัยด้านความต้องการของลูกค้าเฉลี่ยต่อวัน และเวลาในการเปลี่ยนรุ่นไม่ได้มีโดยตรงกับรอบการหมุนเวียนกัมบัง แต่จะมีผลโดยตรงกับเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน (Avalible time) ซึ่งเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานจะเป็นตัวบอกถึงระยะเวลาในการทำงานจริงทั้งหมดของการผลิตชิ้นงาน ถ้าระยะเวลาในการทำงานจริงน้อยลง ส่งผลให้รอบการหมุนเวียนกัมบังช้าลงเช่นกัน

ส่วนเวลาในการผลิตชิ้นงาน (Cycle time)มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรอบการหมุนเวียนกัมบังโดยตรง เนื่องจาก เวลาที่ใช้ในการผลิต (Cycle time) เป็นตัวกำหนดระยะเวลาและปริมาณชิ้นงานในคลังสินค้า ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า เวลาในการผลิตชิ้นงาน(Cycle time)มีผลต่อต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงคลัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบดึงในอุตสาหกรรมผลิตเพลาขับ ซึ่งผลที่ได้จากการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คือ ทราบถึงการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบดึงในอุตสาหกรรมผลิตเพลาขับ เพื่อลดปัญหาด้านต้นทุนการผลิต ด้านการวางแผนผลิต และแนวทางในการปรับปรุงระบบกัมบังการผลิต รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนกัมบังการผลิต ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่อง รวมไปถึงปัจจัยที่มีผลกับต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง

จากการนำเสนอแนวทางในการประยุกต์ใช้ระบบดึงในอุตสากรรมการผลิตเพลาขับแล้วยังพบว่า เวลาในการผลิต (Cycle time)มีผลต่อต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงคลัง และต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงคลังเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนการผลิต และเวลาในการผลิต (Cycle time)ยังมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

ซึ่งประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ความต้องการของลูกค้า ปริมาณสินค้าคงคลังปลอกภัย และมาตรฐานบรรจุภัณฑ์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนกัมบังในการผลิต ซึ่งจำนวนกัมบังการผลิตจะบ่งบอกถึงปริมาณชิ้นงานทั้งหมดที่มีในระบบการผลิต ทำให้สามารถคาดการและวางแผนระบบดึงหรือระบบการใช้กัมบังในการผลิตชิ้นงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการนำระบบดึงในใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเพลาขับพบว่า

จุดเด่นของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คือ การแสดงขั้นตอนการคำนวณกัมบังที่ชัดเจน และแสดงปัจจัยที่ไม่มีผลต่อจำนวนกัมบัง เพื่อให้ผู้ที่ศึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถนำไปประยุกต์กับอุตสาหกรรมประเภทอื่นได้ง่าย

ข้อจำกัดในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คือไม่สามารถแสดงรายละเอียดด้านต้นทุนการผลิตได้ชัดเจน เนื่องจากข้อมูลทางด้านการเงินถือว่าเป็นความลับของบริษัทกรณีศึกษาพบว่าจำนวนสินค้าคงคลังขาดแคลนสะสมรวมลดลงจนเป็นศูนย์นั้นหมายความว่าโรงงานสามารถผลิตชิ้นงานได้ตาม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความต้องการของลูกค้าตลอดเวลาและจำนวนชิ้นงานที่ชิ้นงานรอผลิตระหว่างกระบวนการหรือ WIP ลดลงจากเดิม 1085 ชิ้น ลดลงเหลือ 548 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ49.95

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ผู้ที่วางแผนการผลิตควรมีการตรวจสอบปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของจำนวนกัมบังเป็นระยะ ตามความเหมาะสม หรือการตรวสอบกระบวนการซ้ำ (Audit process) เพื่อให้มั่นใจว่าจำนวนกัมบังในระบบ ดำเนินไปอย่างเป็นระบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เกียรติขจร โฆมานะสิน. 2550. **Lean: วิถีแห่งการสร้างคุณค่าสู่องค์กรที่เป็นเลิศ.** กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้ง.

ไชยยันต์ สาวนะชัย. 2550**. การจัดการระบบการผลิตแบบโตโยต้า แบบเดินที่ละขั้น**. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ. แปลจาก TOYOTA PRODUCTION SYSTEM (Toyota Seisan Hoshiki Tenkai Manual).

ฉลอง สีแก้วสิ่ว. 2552. **Regression Analysis .** แหล่งที่มา http://www.geocities.ws/chalong_sri/index.htm

ฐิติ บุญประกอบ. 2554. **Overall Employee Effectiveness**. แหล่งที่มา http://www.tpa.or.th/tpanews/upload/mag_content/46/ContentFile764.pdf

ณัฐพงษ์ จงรักษ์ลิขิต. 2552. **การศึกษาการปรับปรุงระบบการผลิตคัมบังในสายการผลิตรถยนต์ : กรณีศึกษา สายการผลิตไส้กรอง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ธนิต ปญัญาไวย์. 2554. **การออกแบบระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์สำหรับกระบวนการจัดเตรียมการผลิตซีลยาง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญเสริม วันทนาศุภมา . 2549. **คัมบัง (Kanban for the Shopfloor)**. บริษัทซีเอ็ดยุเคชั่น, กรุงเทพฯ.

พัฒนพงศ์ น้อยนวล. 2555. **การปรับปรุงกระบวนการขนส่งภายในคลังสินค้าโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษา อุตสาหกรรมน้ำอัดลม**. วารสารวิทยานิพนธ์และพัฒนา มจธ. ปีที่ 35 ฉบับที่ 3กรกฎาคม - กันยายน 2555

ยุทธ ไกยวรรณ์. 2546. สถิติเพื่อการวิทยานิพนธ์. บริษัท พิมพ์ดี จำกัด, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภูษิต วงศ์หล่อสายชล. 2555. **การจัดการดำเนินงานOperations management**. ท้อป. กรุงเทพฯ แปลจาก Operations Management Along the Supply Chain, Russell & Taylor

รมย์ยุพา นาควะรี. 2554. **การปรับปรุงกระบวนการผลิตยางรถยนต์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิลาสินี รอดนิ่ม. 2548. **การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างระบบควบคุมระบบการผลิตแบบผลักและแบบดึงและกำหนดขนาดของกัมบังในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ โดยใช้การจำลองสถานะการณ์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอมอร คำนุช. 2542. **การปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตเพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขันในอุตสาหกรรมอาหารของไทย**. สถาบันวิทยานิพนธ์ผลผลิตแห่งชาติ . กรุงเทพฯ.

Pisuchpen, R. 2013**. Integration of JIT flexible manufacturing, assembly and disassembly using a simulation approach**. Faculty of Engineering, Kasetsart University: 51-61

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวมนัสนันท์ พูลสอน
วัน เดือน ปี ที่เกิด	8 กรกฎาคม พ.ศ. 2528
สถานที่เกิด	อ.ในเมือง จ.เพชรบูรณ์
ประวัติการศึกษา	วศบ.อุตสาหการ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	วิศวกรฝ่ายอุตสาหกรรม
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท อเมริกัน แอ๊คเซิล แอนด์ แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์