การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้า กรณีศึกษา โรงงานผลิตถังน้ำมันรถยนต์

An Application of Toyota Production System : A case study of Automotive Fuel Tank Manufacturer

ปฐมพงษ์ หอมศรี[1] อัมพิกา ไกรฤทธิ์[2] และปรณัฐ วิสุวรรณ[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักที่จะนำแนวความคิดของการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบ โตโยต้าเข้าไปปรับปรุงกระบวนการผลิตถังน้ำมันรถยนต์โดยมุ่งกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดเวลานำในการส่งมอบชิ้นส่วนให้กับลูกค้าลดพื้นที่และวัสดุคงคลังในกระบวนการผลิต เครื่องมือของระบบการผลิตแบบโตโยต้า ได้แก่ งานมาตรฐาน (Standard Work) การวิเคราะห์กระบวนการทำงาน จัดสมดุลสายการผลิตให้น้อยกว่า Takt time เพื่อกำจัดสาเหตุแห่งความสูญเปล่า ระบบคัมบังถูกนำมาใช้ในการสั่งผลิตแบบทันเวลา นอกจากนี้ยังปรับปรุงพื้นที่การทำงานให้สามารถควบคุมด้วยสายตา ผลของการดำเนินการวิจัยสามารถลดรอบเวลาการผลิต (Cycle time) จำนวนถังน้ำมันต่อชั่วโมงของกระบวนการประกอบเพิ่มขึ้น 18.31%, จำนวนพนักงานลดลง11.11%, สินค้าสำเร็จรูปในคลังสินค้าลดลง 17.68%, ปริมาณชิ้นส่วนของงานระหว่างทำและขนาดล๊อต (Lot size) ในกระบวนการผลิตลดลง 14.48%, พื้นที่การจัดเก็บชิ้นส่วนประกอบและสินค้าสำเร็จรูปลดลง 328.81 ตารางเมตร หรือ 34% อีกทั้งเวลานำของกระบวนการผลิตลดลง 86.17% รวมแล้วสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายของโรงงานตัวอย่างเป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 36,008,727.82 บาทต่อปี

คำสำคัญ : ระบบการผลิตแบบโตโยต้า, แทคไทม์, ยามาซูมิ ชาร์ท

Abstract

The main objective of this research is to apply the concept of Toyota Production Systems to improve the automotive fuel tank process in order to eliminating wastes in the manufacturing process and increasing production efficiency, reducing delivery lead time to customer and reducing work space and work-in-process. Many Techniques include standard work, process analysis and production line balancing was implemented to reduce current cycle time to be less than Takt time and to eliminate wastes. The Kanban System was also used to produce parts on time. In addition, improving working area was made to be visually controllable. The results show that increasing the number of tanks assembly process per hour by up to 18.31%, reducing number of operators by 11.11%, reducing the finished goods inventory by 17.68%, reducing the quantity of work-in-process and lot size by 14.48%. Components and finished goods storage space is reduced by up to 328.81 square meters or 34% and production lead time could be reduced by 86.17% with overall cost saving of factory amounting to approximately 36,008,727.82 Baht per year.

Keywords : Toyota Production System, Takt time, Yamazumi Chart

[1] นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

[2] ศาสตราจารย์กิตติคุณ ประจำสาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

[3] รองศาสาตราจารย์ ดร. ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

1. บทนำ

ระบบการผลิตแบบโตโยต้า [1] เป็นระบบที่ได้รับการพัฒนาและส่งเสริมโดยบริษัทโตโยต้า มอเตอร์ ในประเทศญี่ปุ่น ขณะนั้นมีการขึ้นราคาน้ำมันของตลาดโลก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 จุดประสงค์หลักของระบบการผลิตแบบโตโยต้า คือ การลดต้นทุน ซึ่งส่งผลให้อัตราการหมุนเวียนของทุน (ยอดขาย/ทรัพย์สินทั้งหมด) สูงขึ้น และยังเพิ่มผลผลิต (Productivity) โดยรวมของบริษัท

ระบบการผลิตแบบโตโยต้า เป็นวิธีการผลิตสินค้าที่มีเหตุและผลระบบหนึ่ง ทั้งนี้เพราะเป็นระบบที่มุ่งขจัดองค์ประกอบที่ไม่จำเป็นในการผลิตออกไปอย่างสิ้นเชิง โดยมีเป้าหมายหลักที่จะลดต้นทุนการผลิต ความคิดพื้นฐานของระบบ คือผลิตสินค้าเฉพาะสินค้าหรือชิ้นส่วนที่ต้องการ (Right Item) ตามปริมาณที่ต้องการ (Right Amount) และภายในเวลาที่ต้องการ (Right time) อิจิโตโยคะ (Eiji Toyoda) ไทอิจิ โอโนะ (Taiichi Ohno) และผู้จัดการของบริษัทโตโยต้า ได้นำแนวความคิดจากการไปเยี่ยมชมโรงงานของ Ford ในปี 1950 และนำแนวคิดระบบดึง (Pull System) ในซุปเปอร์มาเก็ตของอเมริกา ขณะนั้นมาประยุกต์ใช้กับพื้นที่ปฏิบัติงานของโรงงานตัวเอง โดยมีการเติมทดแทนสินค้าเมื่อปริมาณสินค้าลดลงจนเหลืออยู่บนชั้นวางน้อยลง และเมื่อใดก็ตามที่จำเป็นต้องทดแทนจะทำให้เกิดการดึง ซึ่งจะดึงเป็นลำดับไปจนถึงจุดเริ่มต้นของวงรอบการผลิต โดยเรียกระบบการผลิตแบบทันเวลา (Just in time- JIT) ซึ่งเป็นหนึ่งในสองเสาหลักของระบบการผลิตแบบโตโยต้า โดยมีแนวทางการบริหารเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดี ต้นทุนต่ำที่สุด ใช้เวลาในการผลิต (Lead time) น้อยที่สุด ความปลอดภัยในการทำงานมากที่สุด และขวัญกำลังใจพนักงานดีที่สุด ระบบการผลิตแบบโตโยต้าประกอบด้วย 3 กิจกรรมหลัก คือ Just in time (JIT), Jidoka และ Kaizen

ปัญหาที่พบในกระบวนการผลิต ที่สำคัญคือ ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตต่ำ เวลานำของกระบวนการผลิตสูง สินค้าคงคลังในกระบวนการผลิต และสินค้าสำเร็จรูปก่อนส่งมอบให้ลูกค้ามีจำนวนมาก และปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตสูง เพื่อที่จะทำการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตให้สูงขึ้นลดสินค้าคงคลังและสินค้าสำเร็จรูปเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการใช้งานและลดปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตให้ต่ำลง จำเป็นต้องหาเทคนิคระบบการผลิตที่สามารถมุ่งลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตมาประยุกต์ใช้ เช่น ระบบการผลิตแบบโตโยต้า ระบบการผลิตแบบลีน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ระบบการผลิตแบบโตโยต้าเป็นระบบการผลิตที่ทางบริษัทฯตัวอย่างที่ได้รับการสนับสนุนจาก บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด นำมาประยุกต์ใช้ในบริษัทฯ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างกระบวนการให้มีการไหลอย่างต่อเนื่องทีละขั้นตอน (One piece flow) ขจัดการหยุดนิ่งของการไหลระหว่างกระบวนการโดยทำการสำรวจหน้างานและปรับปรุงโดยครอบคลุมการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการการผลิต, ลดเวลานำในการส่งมอบชิ้นส่วนให้กับลูกค้าและลดพื้นที่และวัสดุคงคลังในกระบวนการการผลิตลง

2. ข้อมูลทั่วไปของโรงงานที่ทำวิจัย

โรงงานที่ทำวิจัยเป็นบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในระบบส่งกำลังและช่วงล่างที่รับจ้างผลิตให้กับลูกค้า OEM (Original Equipment Manufacturer) เช่น TOYOTA, FORD, MAZDA, NISSAN, GENERAL MOTOR และ SUZUKI เป็นต้น มีกระบวนการผลิตหลักคือ นำเม็ดพลาสติก (HD-PE) มาเป่าขึ้นรูป เจาะ ตบแต่งและทำการเชื่อมประกอบชิ้นส่วน ทำการประกอบชิ้นส่วนสำหรับถังน้ำมันที่เป็นดีเซล ถ้าเป็นถังน้ำมันที่เป็นเบนซิน หลังจากตบแต่งและทำการเชื่อมประกอบ แล้วจะส่งเข้าเคลือบสาร Fluorination และนำกลับมาประกอบชิ้นส่วน ทดสอบรอยรั่วด้วยน้ำ ทดสอบการทำงานของปั๊ม ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ และส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า ในแต่ละวันจะมีรอบการจัดส่งวันละ 18 รอบสำหรับโรงงานสำโรง สมุทรปราการ, 8 รอบสำหรับโรงงานบ้านโพธิ์ฉะเชิงเทรา และ 3 รอบสำหรับโรงงานบางปะกง ชลบุรี โดยลูกค้าเป็นผู้มารับสินค้าจากทางโรงงานโดยตรง หรือ Milk run

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 ปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ชิ้นงานไหลต่อเนื่องทีละชิ้น

3.2 ปรับปรุงโดยใช้ระบบดึงด้วยคัมบังมาใช้ในกระบวนการ

3.3 ปรับปรุงสร้างงานที่เป็นมาตรฐาน

3.1 ปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ชิ้นงานไหลต่อเนื่องทีละชิ้น (One Piece Flow) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1.1 เก็บข้อมูลขั้นตอนการผลิตและนำมาเขียน Material Information Flow Chart (MIFC) เพื่อปรับปรุงระบบการผลิตไปสู่ระบบการผลิตแบบทันเวลา ดังภาพที่ 1 และทำการวิเคราะห์การไหลของวัตถุดิบก่อนทำการปรับปรุง ซึ่งพบว่าการไหลของกระบวนการไหลมีความไม่ต่อเนื่อง การสั่งซื้อโดยใช้ Material Requirement Planning (MRP) มีงานระหว่างกระบวนการ WIP ในช่วงรอยต่อระหว่างเครื่องและพนักงานค้างอยู่เป็นจำนวนมาก

3.1.2 สร้างแผนภูมิงานมาตรฐาน [4] เพื่ออธิบายวิธีดำเนินการผลิต แผนภาพสมดุลการวิเคราะห์ปริมาณงาน วิเคราะห์การจัดวางเครื่องจักร ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3 พบว่าความสมดุลของปริมาณงานของคนและเครื่องจักรเท่ากับ Takt time ถ้าความต้องการของลูกค้ามากกว่าในบางเดือนจะทำให้ความสมดุลของปริมาณงาน ของคนและเครื่องจักร มากกว่า Takt time ของลูกค้า ทำให้ไม่สามารถจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้าได้ทันความต้องการ และขณะที่เครื่องจักรกำลังทำการผลิตโดยอัตโนมัติอยู่นั้นพนักงานต้องเฝ้าดูเครื่องจักร ซึ่งถือว่าเป็นการรองาน Loss จากการหยุดนิ่งใช้เวลารองาน 13 วินาที ดังภาพที่ 6 จำนวนพนักงานในสายการผลิตมากกว่าการคำนวณหาพนักงานเมื่อเทียบกับค่า Takt time ทำให้สามารถย้ายพนักงานไปเป็น Transportation Man (TP Man) ลดการจัดเก็บชิ้นส่วนในกระบวนการลง โดยให้สัมพันธ์กับรอบการดึงของลูกค้า

3.1.3 ปรับปรุงผังการจัดวางเครื่องจักร โดยทำการย้ายเครื่องจักรออก หลังจากปรับความสมดุลของปริมาณงานในแต่ละขั้นตอนของพนักงานให้มีค่าใกล้เคียงกับ Takt time ของลูกค้ามากขึ้น

3.1.4 นำข้อมูลการสั่งซื้อของลูกค้า นำมาคำนวณเพื่อหาค่า Takt time ดังนั้น สามารถหาค่า Takt time ได้ดังนี้

Takt Time =

$$= \frac{\textit{เวลาในการผลิตที่มีอยู่ (Working Time)}}{\textit{ปริมาณสินค้ารวมที่ต้องการต่อวัน (Order Demand)}} \qquad (1)$$

Takt Time = 73,440 วินาที / (22,997 ถัง / 21 วัน)
= 73,440 วินาที / 1,095 ถัง = 67 วินาที / ถัง / กะ

3.1.5 ทำการเปรียบเทียบ Cycle Time กับ Takt Time ศึกษากระบวนการที่ทำให้เกิดคอขวด (Bottle-neck process) และบันทึกค่าลงในตารางความสามารถของแต่ละกระบวนการ, แบบฟอร์มตารางรวมงานมาตรฐาน และแบบฟอร์มแผนภูมิงานมาตรฐาน

3.1.6 เก็บข้อมูลเวลาการปฏิบัติงานของพนักงาน ซึ่งเป็นเวลาที่ใช้ไปตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการหรือการปฏิบัติงานจนกระทั่งงานนั้นเสร็จสมบูรณ์ (Cycle Time) ในกระบวนการผลิต ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงรอบการทำงานของพนักงาน (วินาที)

	พนักงาน 1	พนักงาน 2	พนักงาน 3	พนักงาน 4	พนักงาน 5	พนักงาน 6
Cycle Time	54	51.7	60	46	57.6	57.7
Takt Time	67.06	67.06	67.06	67.06	67.06	67.06

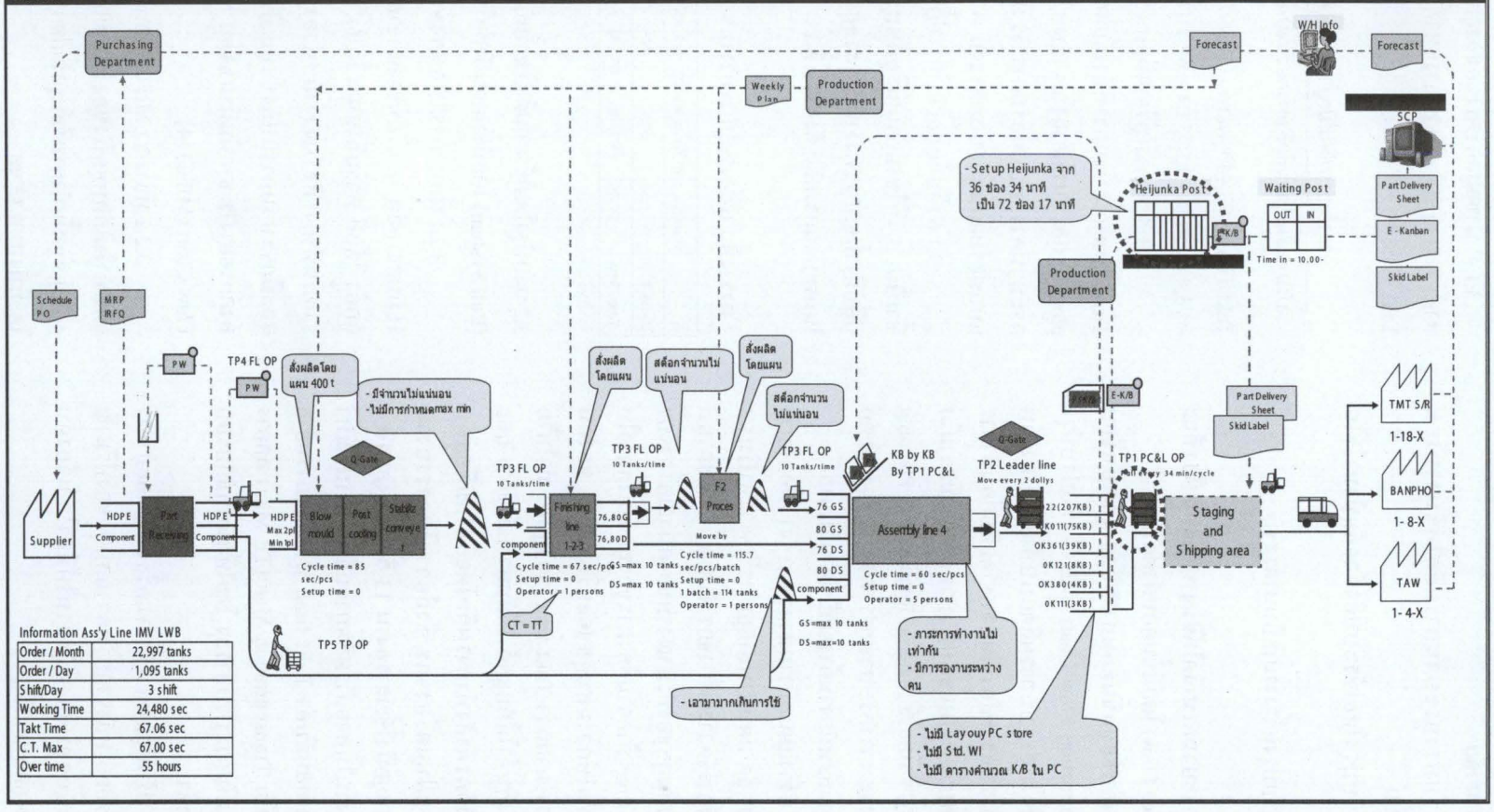
3.2 ปรับปรุงโดยใช้ระบบดึงด้วยคัมบังมาใช้ในกระบวนการ (Pull System) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาการไหลของข้อมูลและวัตถุดิบในระบบการผลิต โดยเริ่มพิจารณาจากข้อมูลการสั่งซื้อจากลูกค้า ได้แก่ ความถี่ในการจัดส่ง รูปแบบในการจัดส่ง จากนั้นทำการพิจารณาว่ามีหน่วยงานที่จะต้องรับข้อมูลและมีกระบวนการแปลงข้อมูลเป็นเอกสารที่ใช้ภายในองค์กรอย่างไร จากนั้นนำมาเขียน Material Information Flow Chart (MIFC) [4]

3.2.2 พิจารณา MIFC (ก่อนการปรับปรุง) เพื่อหาจุดที่ทำให้เกิดหยุดนิ่งของข้อมูลและวัตถุดิบ (Staging point) จากนั้นทำการเขียนจุดที่เกิดการรอคอยลงใน MIFC โดยมีทั้งหมด 13 จุด

MATERIAL AND INFORMATION FLOW CHART

	Supplier	Part Receiving	Blow Molding	Finishing	Fluorination	Assembly line	Store Side Line	Staging and Shipping	Total L/T
Working time	3 Shift/Day	2 Shift/Day	3 Shift/Day	3 Shift/Day	3 Shift/Day	3 Shift/Day	3 Shift/Day	2 Shift/Day	
Infor. L/T	-	514,080 sec	514,080 sec	514,080 sec	514,080 sec	2,040 sec	0 sec	2,040 sec	2,060,400 sec
Process L/T	-	0 sec	85 sec	67 sec	6,942 sec	408 sec	0 sec	2,040 sec	9,542 sec
Stock L/T	-	0 sec	40,236 sec	33,530 sec	33,530 sec	31,116 sec	180,257 sec	0 sec	318,669 sec
Total L/T	0 sec	514,080 sec	554,401 sec	547,677 sec	554,552 sec	33,564 sec	180,257 sec	4,080 sec	2,388,611 sec

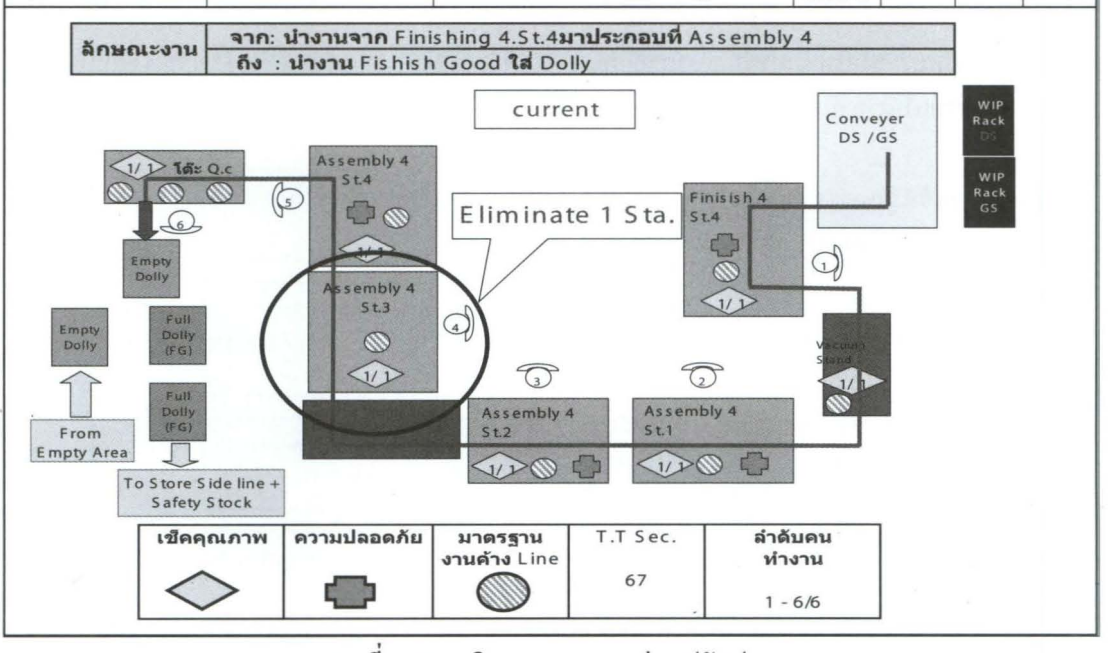


Information Ass'y Line IMV LWB

Order / Month	22,997 tanks
Order / Day	1,095 tanks
Shift/Day	3 shift
Working Time	24,480 sec
Takt Time	67.06 sec
C.T. Max	67.00 sec
Over time	55 hours

ภาพที่ 1 Material Information Flow Chart (MIFC) (ก่อนการปรับปรุง)

LINE : IMV ASSY #1	PROCESS: Assembly	HYOJUN SAGYO HYO Standardized Work Chart **แผนภาพงานมาตรฐาน**	Date	Approved	Checked	Reported
PART NO:	PART NAME:		01-Oct-10			



ภาพที่ 2 แผนภูมิงานมาตรฐาน (ก่อนปรับปรุง)

ตารางความสามารถการทำงานของแต่ละ Process
KOTEIBETSU NORYOKU HYO

Appproved By	Checked By	Prerared By

No.	PROCESS	Basic Time (Sec)			Tooling		Capacity	Handing ——— Machine - - - - - เวลาทำงาน 1 กะ 408*60=24,480 sec
		Handing	Machine	Finish	PCS/Change 1 Time	Changing Time	(662)	2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58
		Sec.	Sec.	Sec.				
1	หยิบ Component* COV ขึ้นจากกล่องพร้อมถอด Cap ยางออก	2		2			12,240	
2	Load Component* COV เข้ากับ Gripper	3		3			8,160	
3	เดินไปที่ Flow rack	2		2			12,240	
4	นำถังจาก flow rack มาที่ Fixture Station 4	4		4			6,120	
5	กดปุ่ม Start cycle ==> เครื่องจะทำการ Surfacing	1	14	15			1,632	
6	เดินไปที่ Vacuum stand	1		1			24,480	
7	ตรวจสอบคุณภาพรอยเชื่อมและทำการ Mark พร้อมเซ็นต์ชื่อกำกับ	5		5			4,896	
8	หยิบสาย Evaporation line จากกล่องพร้อมประกอบเข้ากับ COV	6		6			4,080	
9	เดินกลับมา Station 4 COV	1		1			24,480	
10	ตรวจสอบคุณภาพการปาดผิว COV weldpad	5		5			4,896	
11	กดปุ่ม Start cycle ==> เครื่องจะทำการเชื่อม COV เข้ากับถัง	1	36	37			662	
12	เดินไปที่ Vacuum stand	1		1			24,480	
13	หยิบโฟม 3 ชิ้นคิดที่ถังตามตำแหน่งที่กำหนด	4		4			6,120	
14	ตะแคง Vacuum stand	1		1			24,480	
15	หยิบสายยางใส่ในถังพร้อมดูดเศษภายใน	10		10			2,448	
16	เอาสายยางออกพร้อมยก Vacuum stand แนวระนาบ	5		5			4,896	
17	เลื่อนถังส่งต่อให้กับ Station FSU Assy	1		1			24,480	
18	ยกถังไปที่ Vacuum stand	1		1			24,480	
	Total	54	50					

ภาพที่ 3 ตารางความสามารถการทำงานของแต่ละกระบวนการ (ก่อนการปรับปรุง)

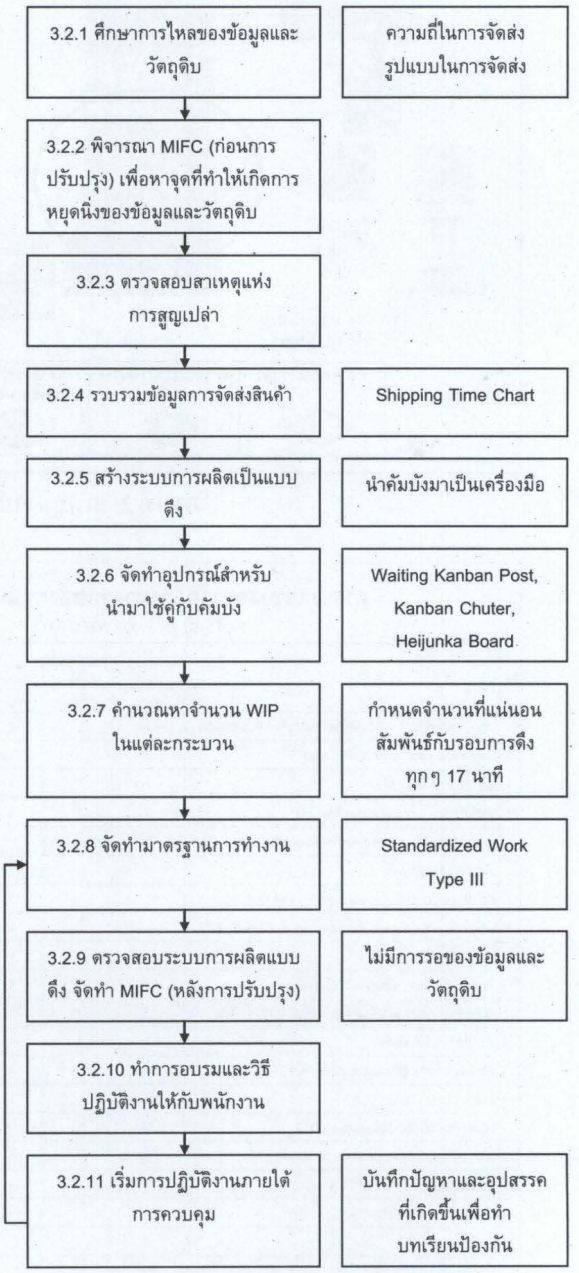
3.2.3 ตรวจสอบสาเหตุแห่งการสูญเปล่า การทำงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพ บ่งชี้ปัญหาและโอกาสที่จะพัฒนา ปรับปรุงวิธีการสื่อสารข้อมูลระหว่างการผลิต การจัดเก็บให้มีความเหมาะสมมากขึ้น เพื่อลดเวลาที่เกิดการรอคอย โดยจะส่งผลให้เวลานำรวมของกระบวนการลดลง

3.2.4 รวบรวมข้อมูลการจัดส่งสินค้าเพื่อจัดทำ Shipping Time Chart เพื่อใช้ในการแสดงในบริเวณสโตร์ และใช้เป็นข้อมูลในการสร้างระบบดึง

3.2.5 สร้างระบบการผลิตเป็นแบบดึง โดยการนำคัมบังมาเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลในการดึงสินค้า (เบิกถอน) หรือคำสั่งผลิตในลักษณะของการแปลงข้อมูลความต้องการของลูกค้าเป็นแผนการผลิต สำหรับเงื่อนไขของโรงงานที่ศึกษารับคำสั่งซื้อจากระบบอิเลคทรอนิกส์เมล์ของโตโยต้า Supplier Communication Portal หรือ SCP (http://portal.toyota.co.th/scpWeb/login.jsp) การจัดส่งสินค้าลูกค้าจะนำรถมารับที่เรียกว่า Milk run ตามรอบการจัดส่ง โดยแบ่งเป็นทั้งหมด 3 โรงงาน คือ สำโรง 18 รอบ, บ้านโพธิ์ 8 รอบ และบางปะกง 3 รอบ โดยมีสโตร์จะทำการดึงสินค้าจากสโตร์ควบคุมการผลิต จากนั้นจะทำการแลกเปลี่ยนคัมบังจากคัมบังเบิกถอนเป็น อี-คัมบังและนำมาเตรียมเพื่อรอการจัดส่ง จากนั้นจะสลับหน้าของคัมบังเป็นคัมบังสั่งผลิตเพื่อสั่งผลิต และแผนกผลิตก็จะไปดึงวัตถุดิบจากกระบวนการก่อนหน้าเพื่อมาทำการประกอบถังน้ำมัน เช่น Blow Molding, Fluorination และชิ้นส่วนจาก สโตร์รับวัตถุดิบ และแผนกสโตร์รับวัตถุดิบก็จะทำการดึงชิ้นส่วนจากผู้ส่งมอบวัตถุดิบ (Supplier) โดยมีแผนภูมิขั้นตอนการดำเนินงานดังภาพที่ 4

3.2.6 จัดทำอุปกรณ์สำหรับนำมาใช้คู่กับคัมบัง ได้แก่ Waiting Kanban Post, Kanban Chuter, Heijunka Board เป็นต้น ดังภาพที่ 5

3.2.7 คำนวณหาจำนวน WIP ในแต่กระบวนการและกำหนดจำนวนที่แน่นอนโดยสัมพันธ์กับรอบการดึงทุก 17 นาที จากรอบการจัดส่งของลูกค้าทั้ง 3 โรงงาน และมีพนักงานที่ดูแลการเติมชิ้นส่วนที่นำมาจากการปรับความสมดุลของปริมาณงานจำนวน 1 คน เมื่อชิ้นส่วนที่อยู่ใน Work-in-process Rack (WIP Rack) ถูกดึงออกไปก็จะต้องไปดึงชิ้นส่วนจากกระบวนการก่อนหน้ามาเติมให้เต็มตามจำนวนที่กำหนดอยู่บนคัมบัง



ภาพที่ 4 แผนภูมิขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2.8 จัดทำมาตรฐานการทำงานใหม่โดยให้เป็น Standardized Work Type III ซึ่งแตกต่างจากมาตรฐานการทำงานเก่าโดยมุ่งเน้น 4 หัวข้อ คือ ทำงานตามขั้นตอนทำงานตามข้อควรระวังที่กำหนด การเคลื่อนไหว และเวลารอบการทำงานจริง

ภาพที่ 5 จัดทำอุปกรณ์สำหรับนำมาใช้คู่กับคัมบัง

3.2.9 ตรวจสอบระบบการผลิตแบบดึง เมื่อไม่มีการรอของข้อมูลและวัตถุดิบแล้วและจัดทำ Material Information Flow Chart หรือ MIFC (หลังการปรับปรุง)

3.2.10 ทำการอบรมและวิธีปฏิบัติงานแบบใหม่ให้กับพนักงานในสายการผลิต จนมั่นใจว่าพนักงานมีความชำนาญและสามารถปฏิบัติงานตามวิธีการทำงานใหม่ได้อย่างถูกต้อง

3.2.11 เริ่มการปฏิบัติงานโดยให้อยู่ภายใต้การควบคุมเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดและเก็บข้อมูลปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างปฏิบัติงาน

3.3 ปรับปรุงสร้างงานที่เป็นมาตรฐาน (Standard Work)

เน้นการสร้างระบบการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการ ทำการสำรวจและปรับปรุงหน้างานเพื่อสร้างกระบวนการทำงานให้เป็นมาตรฐาน ในแต่ละรอบการทำงานของพนักงานจะต้องมีการทำงานที่เหมือนๆ กัน ทุกครั้งและสร้างความสมดุลของเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของพนักงานในสายการผลิต (Balance line) เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.1 นำข้อมูลจาก Takt time และเวลาการทำงานมาเขียนลงในฟอร์มตารางงานมาตรฐานผสม จากตารางงานมาตรฐานผสมพบว่ารอบเวลาการทำงานของพนักงานทุกคนในกระบวนการมีค่าแตกต่างกันระหว่างคนที่ 3 และคนที่ 4 ถึง 14 วินาที และเปรียบเทียบรอบการทำงานกับ Takt time มีความแตกต่าง 13 วินาที

3.3.2 แบ่งแยกงานของแต่ละขั้นตอนของพนักงานตามเนื้อหางานและตรวจสอบยืนยันว่าในแต่ละขั้นตอนประกอบด้วยงานอะไรบ้าง

3.3.3 จับเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของพนักงานตั้งแต่เริ่มรับชิ้นส่วนจนถึงชิ้นส่วนส่งผ่านไปยังกระบวนการถัดไป และนำมาเขียนแผนภูมิงานมาตรฐานเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการปฏิบัติงาน การทำงานตามขั้นตอน การเคลื่อนไหว การทำงานตามข้อควรระวังและรอบการทำงานจริงของพนักงาน

3.3.4 นำข้อมูลจาก Takt time มาเขียน Yamazumi chart ซึ่งเป็นกราฟแสดงค่าของเวลาที่จำเป็นของแต่ละ

ขั้นตอนตามการเคลื่อนที่ (หรือการไหล) เพื่อวิเคราะห์หาความเหมาะสมของพื้นที่ในการปฏิบัติงาน การทำงานตามขั้นตอน การเคลื่อนไหว การทำงานตามข้อควรระวัง และรอบการทำงานจริงของพนักงานเพื่อหารอบเวลาการทำงานที่ใช้เวลามากที่สุดหรือขั้นตอนที่เป็นคอขวด (Bottle-neck process) ของกระบวนการ

3.3.5 วิเคราะห์ Yamazumi chart ก่อนการปรับปรุงดังภาพที่ 7 เพื่อปรับลดสมดุลความสูญเสีย (Balance Loss) [2] ที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนที่มีการหยุดนิ่งของผลิตภัณฑ์ระหว่างผลิตและขั้นตอนที่ต้องรอคอย ให้เกิดความสมดุลของปริมาณงานในแต่ละขั้นตอน (Balance line) มากที่สุด ดังนั้นปริมาณงานในแต่ละขั้นตอนและหน้าที่การทำงานของพนักงานจึงต้องมีความเหมาะสมและให้พนักงานทำงานได้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด โดยหาจำนวนพนักงานที่เหมาะสม กำลังการผลิตที่สูงที่สุด โดยประยุกต์ใช้ Process Activity Mapping [3] เพื่อระบุลักษณะกิจกรรมที่ทำ คือ กิจกรรมที่มีคุณค่าเพิ่ม (VA) กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า แต่จำเป็นต้องทำ (NNVA) และกิจกรรมที่ไม่มีคุณค่า (NVA) และสรุปแสดงเวลาที่ใช้ไปโดยแยกตามคุณค่าของงาน ดังตารางที่ 2 และกำจัด NVA ออกไปจากภาระหน้าที่การทำงานของพนักงาน รวมถึงการใช้หลักการที่ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่าย (Simplify) มาใช้ เพื่อจัดเรียงขั้นตอนการทำงานใหม่ เพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการประกอบ

การหาจำนวนพนักงานที่เหมาะสมของสายการผลิต

$$= \frac{\textit{รอบเวลาในการผลิตรวม}}{\textit{Takt Time}} \qquad (2)$$

เมื่อหารอบเวลาในการผลิตรวมที่ 327 วินาทีด้วยค่า Takt Time เท่ากับ 67.06 วินาที สามารถคำนวณได้ว่ามีความเป็นไปได้ที่จะผลิตตาม Takt Time โดยใช้พนักงานจำนวน 5 คน (ปัจจุบันมีพนักงาน 6 คน)

ตารางที่ 2 แสดงเวลาที่ใช้ไปโดยแยกตามคุณค่าของงาน

พนักงานคนที่	% VA	% NNVA	%NVA
คนที่ 1	5.56%	92.56%	1.85%
คนที่ 2	7.74%	88.36%	3.87%
คนที่ 3	52%	44.67%	3%
คนที่ 4	83%	13%	4%
คนที่ 5	36%	56%	3%
คนที่ 6	27%	73%	0
รวมเวลา (วินาที)	112.3	203.1	11.6

จากภาพที่ 6 พบว่ามีเวลารองานซึ่งเป็น Loss การหยุดนิ่ง 13 วินาที และมีสัดส่วนของ Loss การหยุดนิ่ง 19.40% ประสิทธิภาพสายการผลิต (ก่อนการปรับปรุง)

$$= \frac{\textit{ผลรวมของเวลาแต่ละขั้นตอนของพนักงาน x 100}}{\textit{เวลาขั้นตอนที่เป็นคอขวด x จำนวนพนักงาน}} \qquad (3)$$

$$= \frac{(54 + 51.70 + 60 + 46 + 57.60 + 57.70) \times 100\%}{(60 \times 6)}$$

$$= 90.83\%$$

ถ้าหักลบประสิทธิภาพสายการผลิตออกจาก 100 จะได้ Balance Loss Ratio มีค่าเท่ากับ 9.17%

ดังนั้น Balance Loss Ratio (%) (ก่อนการปรับปรุง)

= 100 - ประสิทธิภาพการจัดสายการผลิต

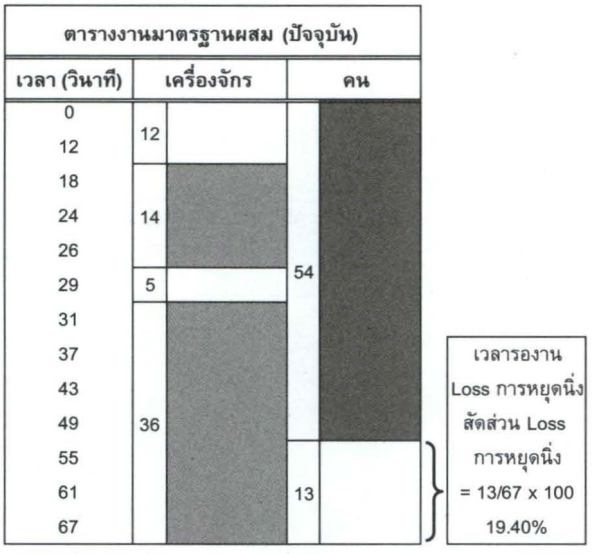
= 100 – 90.83 = 9.17%

กำลังการผลิตรวม (ก่อนการปรับปรุง)

$$= \frac{\textit{เวลาในการผลิตที่มีอยู่ (Working Time)}}{\textit{รอบเวลาของกระบวนการที่เป็นคอขวด}} \qquad (4)$$

$$= \frac{24{,}480 \text{ วินาที}}{67 \text{ วินาที/ชิ้น}} = 365 \text{ ชิ้น/กะ/ 6 คน หรือ } 60.83 \text{ ชิ้น /คน}$$

จากการสมดุลของเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของพนักงานพบว่าสามารถลดพนักงานลงได้ 1 คน ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 6 เวลารองานขณะทำการผลิต (ก่อนการปรับปรุง)

3.3.6 นำเวลาการทำงานของพนักงานหลังจากความสมดุลของปริมาณงานในแต่ละขั้นตอน จาก Yamazumi chart มาเขียนตารางงานมาตรฐานผสม เพื่อดูช่วงระยะเวลาในการทำงานของพนักงาน โดยสามารถรวมปริมาณงานในแต่ละขั้นตอนและหน้าที่การทำงานของพนักงานจาก 6 คนให้สามารถใช้พนักงาน 5 คนได้

ประสิทธิภาพการผลิต (หลังการปรับปรุง)

$$= \frac{(62 + 68 + 68 + 68 + 67) \times 100\ \%}{(68 \times 5)} = 97.74\%$$

ดังนั้น Balance Loss Ratio (%) (หลังการปรับปรุง) ดังภาพที่ 5

= 100 – ประสิทธิภาพการจัดสายการผลิต

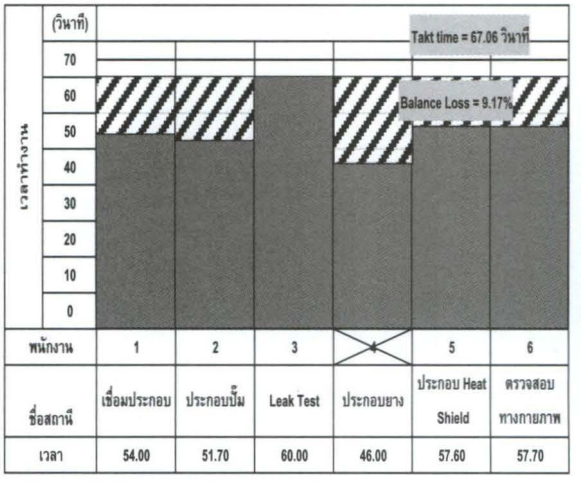
= 100 – 97.94% = 2.06%

กำลังการผลิตรวม (หลังการปรับปรุง)

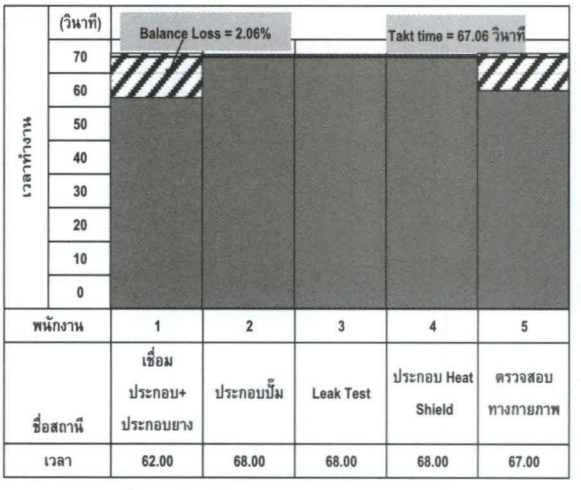
$$= \frac{24{,}480 \text{ วินาที}}{68 \text{ วินาที/ชิ้น}} = 360 \text{ ชิ้น/กะ/ 5 คนหรือ } 72 \text{ ชิ้น /คน}$$

สามารถเพิ่มผลผลิต (Productivity) ได้

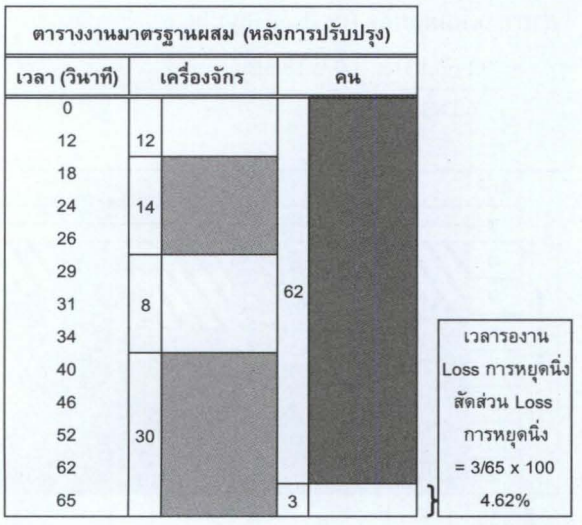
$$= \frac{(72-60.83) \times 100}{60.83} = 18.36\%$$



ภาพที่ 7 Yamazumi Chart ของสายการผลิต (ก่อนการปรับปรุง)



ภาพที่ 8 Yamazumi Chart ของสายการผลิต (หลังการปรับปรุง)



ภาพที่ 9 เวลารองานขณะทำการผลิต (หลังการปรับปรุง)

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ชิ้นงานไหลต่อเนื่องทีละชิ้น

ปรับปรุงผังการจัดวางเครื่องจักรใหม่เพื่อให้ชิ้นงานในกระบวนการสามารถไหลทีละชิ้น โดยสามารถลดเวลานำการส่งมอบชิ้นส่วนให้กับลูกค้าจาก 658 ชั่วโมง เหลือ 89 ชั่วโมง ลดลง 86.47 เปอร์เซ็นต์โดยผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการปรับปรุงความต่อเนื่องของกระบวนการ

ปัญหา	เป้าหมายของบริษัท	ผลการดำเนินงาน (ปี) 2551	ผลการดำเนินงาน (ปี) 2552	หลังการปรับปรุง	สรุปผล
เวลานำการส่งมอบชิ้นส่วนให้ลูกค้า Lead Time	526 ชั่วโมง < 20%	658 ชั่วโมง	658 ชั่วโมง	89 ชั่วโมง 86.47%	เป็นไปตามเป้าหมายเมื่อเทียบกับปี 2552

4.2 ผลการปรับปรุงโดยใช้ระบบดึงด้วยคัมบังมาใช้ในกระบวนการ

การนำระบบคัมบังมาใช้มีประโยชน์ ดังนี้

4.2.1 ลดเวลานำในกระบวนการลงเหลือ 89 ชั่วโมง

4.2.2 ปริมาณของ WIP ในกระบวนการผลิตลดลงจาก 3,950 ชิ้น เหลือ 3,378 ชิ้น ลดลง 14.48% เปอร์เซ็นต์

4.2.3 พื้นที่ในการจัดเก็บชิ้นส่วนในกระบวนการลดลง 328.81 ตารางเมตร หรือ 34%

โดยผลการปรับปรุงแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการปรับปรุงระบบดึงด้วยคัมบังมาใช้ในกระบวนการ

ปัญหา	เป้าหมายของบริษัท	ผลการดำเนินงาน (ปี) 2551	ผลการดำเนินงาน (ปี) 2552	หลังการปรับปรุง	สรุปผล
จำนวนงานระหว่างทำ Work-in-process	3,160 ชิ้น < 20%	3,750 ชิ้น	3,950 ชิ้น	3,378 ชิ้น 14.48%	เป็นไปตามเป้าหมายเมื่อเทียบกับปี 2552
สินค้าสำเร็จรูป Finished Good	1,882 ถัง < 20%	1,640 ถัง	2,352 ถัง	1,936 ถัง 17.68%	เป็นไปตามเป้าหมายเมื่อเทียบกับปี 2552

4.2.4 การผลิตแบบดึงจะทำให้มีการไหลที่ละชิ้น ทำให้สามารถตรวจจับและควบคุมของเสียในกระบวนการทำได้ง่าย ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้รับการปรับปรุงและต้นทุนจากการเกิดของเสียลดลง

4.2.5 ด้วยขนาดของการเติมชิ้นส่วนด้วยล๊อตขนาดเล็ก ทำให้พื้นที่ในสายการผลิตที่ต้องเก็บชิ้นส่วนลดลง และ Flow rack ในการเติมชิ้นส่วนก็จะมีขนาดที่เล็กลง

4.3 ผลการปรับปรุงสร้างงานที่เป็นมาตรฐาน

การทำงานเดิมของกระบวนการก่อนทำ TPS จะมีจำนวนของพนักงานในสายการผลิต 6 คน หลังจากสร้างมาตรฐานการทำงานใหม่ พบว่าสามารถลดจำนวนพนักงานของสายการผลิตลงได้ 1 คน ผลของการสร้างงานมาตรฐานในการทำงาน สามารถสรุปได้ว่า

4.3.1 จำนวนพนักงานลดลง 1 คน หรือ คิดเป็น 11.11 เปอร์เซ็นต์

4.3.2 ลดจำนวนสถานีในสถานีที่ 5 จาก 6 สถานี เหลือ 5 สถานีและทำให้สายการผลิตสั้นลง โดยผลการปรับปรุงแสดงดังตารางที่ 5

ปัญหา	เป้าหมายของบริษัท	ผลการดำเนินงาน (ปี)		หลังการปรับปรุง	สรุปผล
		2551	2552		
ประสิทธิภาพการผลิตในกระบวนการ	860 ถัง	856 ถัง	819 ถัง	969 ถัง	เป็นไปตามเป้าหมาย
Productivity	> 5%			18.31%	เมื่อเทียบกับปี 2552

ตารางที่ 5 ผลการปรับปรุงสร้างงานที่เป็นมาตรฐานในการทำงาน

นอกจากนี้ยังจัดทำแผนภูมิงานมาตรฐานใหม่และ Material Information Flow Chart (MIFC) รวมทั้ง ตารางความสามารถการทำงานของแต่ละกระบวนการ (หลังการปรับปรุง) ดังภาพที่ 10, 11 และ 12 โดยติดไว้ที่หน้างานเพื่อสื่อสารให้พนักงานทราบถึงผลการทำ TPS

5. สรุปผลการการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการปฏิบัติงานที่สามารถเปรียบเทียบเพื่อนำเสนอในเชิงตัวเลขได้แก่ประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้น 18.31 เปอร์เซ็นต์ เวลานำการส่งมอบชิ้นส่วนให้กับลูกค้าลดลง 86.47 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ในการจัดเก็บชิ้นส่วนลดลง 34 เปอร์เซ็นต์ วัสดุคงคลังในกระบวนการการผลิตลดลง 14.48 เปอร์เซ็นต์สินค้าสำเร็จรูปลดลง 17.68 เปอร์เซ็นต์ และพนักงานในกระบวนการผลิตลดลง 11.11 เปอร์เซ็นต์

5.2 การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้ามาประยุกต์ใช้ในโรงงานผลิตถังน้ำมันตัวอย่างพบปัญหาและจุดอ่อนโดยทั่วไป ดังนี้

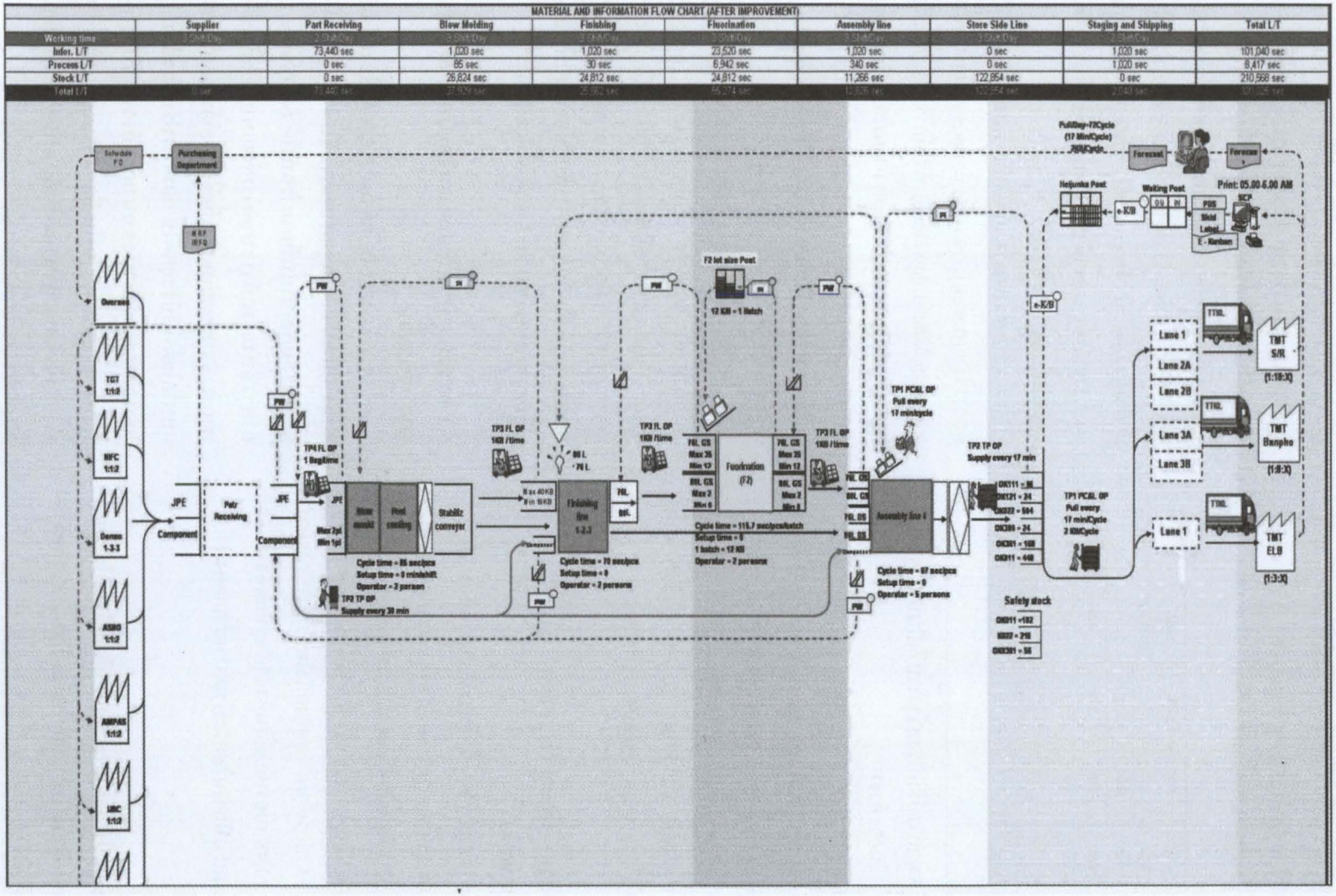
5.2.1 ขาดการประสานงานให้ความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน การนำระบบโตโยต้ามาประยุกต์ใช้ในโรงงานนั้นจะเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการทำที่นอกเหนือจากงานประจำที่ทำอยู่ ซึ่งบ่อยครั้งพนักงานและหัวหน้างานมีงานประจำที่ ต้องทำและรับผิดชอบเป็นประจำ ทำให้ขาดการเฝ้าติดตามผลและให้ความสำคัญกับการนำระบบโตโยต้ามาประยุกต์ใช้บางครั้งทำให้ไม่สามารถดำเนินงานได้และกระทบกับแผนวิจัยที่วางไว้

5.2.2 สภาพเครื่องจักรหลัก มีสภาพที่เก่าซึ่งมีผลต่อการวางแผนซ่อมบำรุง (Plan downtime) และเครื่องจักรหยุด (Unplanned downtime) ทำให้การปรับปรุงเพื่อลดขนาด สต๊อก (Lot Size Control) ท้ายกระบวนการในแต่ละกระบวนการลงเพื่อลดเวลานำของกระบวนการนั้นเป็นไปได้ยากหรืออาจจะไม่สามารถเข้าใกล้การผลิตแบบไหลต่อเนื่องทีละชิ้นได้

5.2.3 การทำงานของพนักงานโดยการนำระบบโตโยต้ามาประยุกต์ใช้ช่วงเริ่มต้นใช้ระบบ (Implement System) นั้นมีอุปสรรคปัญหาเกิดขึ้นมาก เนื่องจากความเคยชินของพนักงานในการทำงานแบบเดิมๆ ดังนั้นจึงอาศัยช่วงเวลาฝึกฝนและการเพิ่มทักษะเพื่อให้พนักงานปฏิบัติงานตามระบบและมาตรฐานที่วางเอาไว้

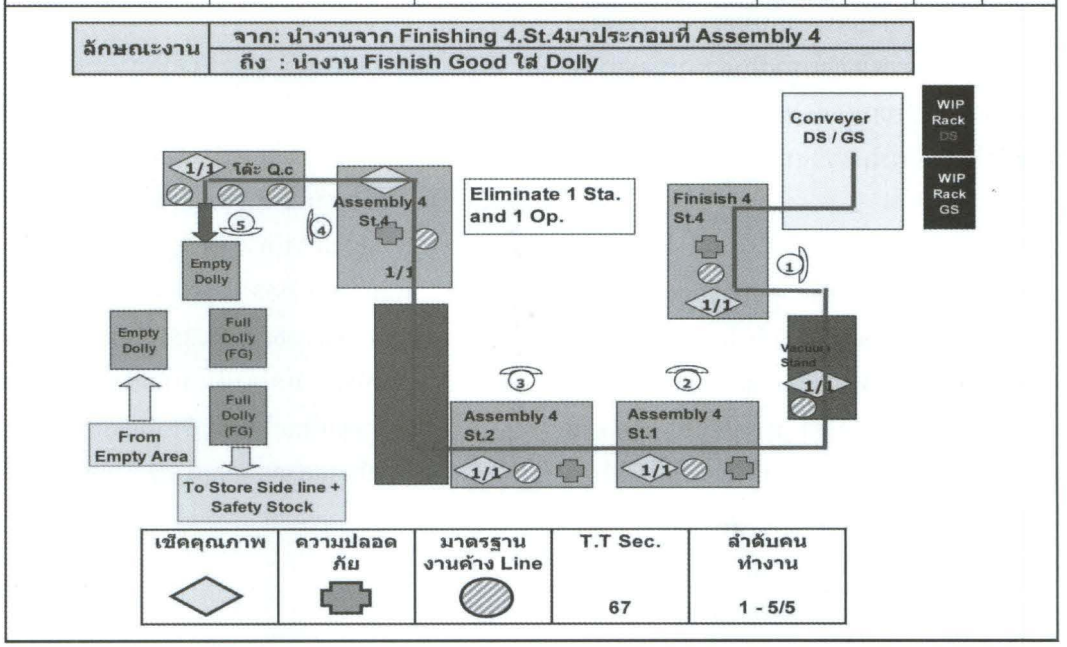
5.3 การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้าสำหรับอุตสาหกรรมอื่น

การนำระบบโตโยต้ามาประยุกต์ใช้นั้น ไม่เพียงแต่มุ่งไปที่จะต้องเป็นอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์หรืออิเลคทรอนิกส์เท่านั้นที่สามารถทำได้ ยังมีอุตสาหกรรมอาหารที่สามารถนำระบบการผลิตแบบโตโยต้าไปใช้ได้ เช่น โรงชำแหละสุกรแห่งหนึ่งซึ่งผู้วิจัยได้นำระบบการผลิตแบบโตโยต้าไปประยุกต์ใช้ ก่อนการปรับปรุงมีพนักงานในสายการผลิตจำนวน 15 คน และหลังการปรับปรุงเหลือพนักงาน 11 คน โดยมุ่งเน้นเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนการทำงานของพนักงานจากความไม่สมดุลของสายการผลิต [6]



ภาพที่ 10 Material Information Flow Chart (MIFC) (หลังการปรับปรุง)

LINE : IMV ASSY #1	PROCESS Assembly	HYOJUN SAGYO HYO *Standardized Work Chart* แผนภาพงานมาตรฐาน	Date	Approved	Checked	Reported
PART NO:	PART NAME:		01-Oct-10			



ภาพที่ 11 แผนภูมิงานมาตรฐาน (หลังการปรับปรุง)

ตารางความสามารถการทำงานของแต่ละ Process
KOTEIBETSU NORYOKU HYO

Appproved By	Checked By	Prerared By

No.	PROCESS	Basic Time (Sec)			Tooling		Capacity	Handing / Machine / เวลาทำงาน 1 กะ 408*60=24,480 sec
		Handing Sec.	Machine Sec.	Finish Sec.	PCS/Change 1 Time	Changing Time	(790)	
1	หยิบ Component " COV ขึ้นจากกล่องพร้อมถอด Cap ยางออก	2		2			12,240	
2	Load Component " COV เข้ากับ Gripper	3		3			8,160	
3	ยกถังจาก Fixture ไปที่ vaccum stand	3		3			8,160	
4	เดินไปที่ Flow rack	1		1			24,480	
5	นำถังจาก flow rack มาที่ Fixture Station 4	2		2			12,240	
6	ดึง anti chock ออกจากถัง	2		2			12,240	
7	กดปุ่ม Start cycle ==> เครื่องจะทำการ Facing	1	14	15			1,632	
8	เดินไปที่ Vacuum stand	1		1			24,480	
9	ตรวจสอบคุณภาพรอยเชื่อมและทำการ Mark พร้อมเซ็นต์ชื่อกำกับ	6		6			4,080	
10	หยิบสาย Evaporation line ประกอบเข้ากับ COV	9		9			2,720	
11	เดินกลับมา Station 4 COV	1		1			24,480	
12	ตรวจสอบคุณภาพการปาดผิว COV weldpatt	2		2			12,240	
13	กดปุ่ม Start cycle ==> เครื่องจะทำการเชื่อม COV เข้ากับถัง	1	30	31			790	
14	เดินไปที่ Vacuum stand	1		1			24,480	
15	clamp Lock สาย Evaporation line เข้ากับ COV	2		2			12,240	
16	หยิบ Real rubber มาประกอบ	6		6			4,080	
17	หยิบโฟม 3 ชิ้นติดที่ถังตามตำแหน่งที่กำหนด	7		7			3,497	
18	ทำการ Mark Front rubber, COV, Eva line	3		3			8,160	
19	ตะแคง Vacuum stand	2		2			12,240	
20	หยิบสายยางใส่ในถังพร้อมอุดเศษภายใน	2		2			12,240	
21	เอาสายยางออกพร้อมยก Vacuum stand แนวระนาบ	2		2			12,240	
22	เลื่อนถังส่งต่อให้กับ Station FSU Assy	2		2			12,240	
23	เดินกลับมาที่ Component " COV	1		1			24,480	
	Total	62	44					

ภาพที่ 12 ตารางความสามารถการทำงานของแต่ละกระบวนการ (หลังการปรับปรุง)

5.4 ข้อเสนอแนะ

การที่จะทำให้ระบบนี้ขับเคลื่อนไปด้วยตัวเองนั้น องค์กรจะต้องให้ความใส่ใจและมุ่งมั่นที่จะทำอย่างจริงจัง ผู้บริหารจะต้องมีศักยภาพโดยเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของทีมงาน พร้อมที่จะรับทราบแนวทางและผลการปฏิบัติงานด้วย และจะทำให้องค์กรนั้นประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

[1] คณะกรรมการวิชาการ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ. 2536.ระบบการผลิตแบบโตโยต้า.วิศวกรรมสถานในพระบรมราชูปถัมภ์แห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ, หน้า 1.

[2] มังกร โรจน์ประภากร. 2553. การปรับปรุงเลย์เอาต์โรงงาน.สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ หน้า 17-18, 206 – 213.

[3] เตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์ และ ดวงพรรณ กริชชาญชัย. 2552.กระบวนการทางธุรกิจเพื่อการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์.สำนักพิมพ์สุเนตรการพิมพ์,กรุงเทพฯ หน้า 99 – 104.

[4] Jeffrey, K. Linker and David Meier. 2006. The Toyota Way Fieldbook, McGraw-Hill, United State of America.

[5] สำเร็จ เกษยา และ บุญเรือง ตันไถง. 2552. การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีนเพื่อการปรับปรุงกระบวนการผลิตกรณีศึกษาโรงงานชิ้นส่วนระบบส่งกำลัง. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ครั้งที่ 7, ประเทศไทย, 21-22 พฤษภาคม 2553: 439-444.

[6] ศรายุทธ วัยวุฒิ และ คณะ. 2554. รายงานผลการปฏิบัติงานกิจกรรมให้คำปรึกษาแนะนำเชิงลึกเทคโนโลยีสะอาดและเทคโนโลยีสีเขียวในอุตสาหกรรมเป้าหมาย (บริษัท เอส เค อินเตอร์ ฟู้ด จำกัด). หน้า 64-66.