

การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้า กรณีศึกษา สายการประกอบ Side Step

APPLICATION TOYOTA PRODUCTION SYSTEM IN MANUFACTURING A CASE STUDY OF SIDE STEP ASSEMBLY LINE

วิชัย นันทประดิษฐ์กุล^{#1} และวิจิณัฐ ภัทรพรหมินทร์[#]

[#]บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต / สาขาการจัดการอุตสาหกรรม / สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

¹e-mail:nntprdkl@yahoo.co.th

บทคัดย่อ - การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อนำระบบการผลิตแบบโตโยต้ามาประยุกต์ใช้กับกระบวนการผลิต-ประกอบชิ้นส่วนยานยนต์ของโรงงานตัวอย่าง ในการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้าได้ดำเนินการโดยมุ่งเน้นที่กิจกรรม Standardized Work และกิจกรรม Pull System ซึ่งผลจากการประยุกต์ใช้พบว่า การใช้พื้นที่ลดลงร้อยละ 52.40 การใช้กำลังคนในสายการผลิตลดลงร้อยละ 35.65 สินค้าคงคลังสำเร็จรูปลดลงร้อยละ 11.25 และสินค้าคงคลังระหว่างกระบวนการลดลงร้อยละ 100 แต่ในขณะเดียวกันความสามารถในการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 57.81

คำสำคัญ - ระบบการผลิตแบบโตโยต้า

Abstract - The purpose of this case study is applying Toyota Production System (TPS) to model line that side step assembly process. Focus to implemented Toyota Production System (TPS) activities as Standardized Work and Pull System. The results of implement are following. Working area utilized decreasing 52.40%. Manpower utilized decreasing 35.65%. Finished goods decreasing 11.25% and there is no work in process inventory while productivity was increasing 57.81%.

Keywords - Toyota Production System (TPS).

1. บทนำ

การดำเนินธุรกิจในสภาวะที่มีการแข่งขันสูงอย่างปัจจุบัน องค์กรธุรกิจทุกประเภทต้องปรับตัว สร้างสรรค์กลยุทธ์ กำหนดการเปลี่ยนแปลง พัฒนา และปรับปรุงกระบวนการภายในองค์กรให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อให้สามารถอยู่รอดและแข่งขันได้ในสภาวะเศรษฐกิจที่มีผู้ผลิตมากกว่าผู้ซื้อ โดยเฉพาะภาคอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ การที่รัฐบาลได้วางนโยบายในการที่จะให้ประเทศไทยเป็น Detroit of Asia เป็นการยืนยันถึงแนวทางการเจริญเติบโตของธุรกิจอุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศ ทำให้บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ค่ายต่างๆ สนใจเข้ามาลงทุน ใช้ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตชิ้นส่วนประกอบรถยนต์ กระจ่ายชิ้นส่วน และชิ้นส่วนประกอบไปยังประเทศต่างๆ ทั่วโลกอีกด้วย สิ่งที่สำคัญมากอย่างหนึ่งในการแข่งขัน คือ การทำให้ต้นทุนต่างๆ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศได้ ในการพัฒนา

ศักยภาพในการบริหารการผลิตเป็นสิ่งสำคัญ ระบบการจัดการโรงงานได้ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการผลิตที่สูงขึ้น รวมทั้งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตให้แข่งขันในตลาดได้ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันในวงการอุตสาหกรรมการผลิตว่า บริษัท โตโยต้ามอเตอร์ มีชื่อเสียงเป็นเลิศในด้านการผลิตรถยนต์ที่มีคุณภาพสูงด้วยต้นทุนต่ำสุดฯ ชนิดที่ไม่มีคู่แข่งรายใดเทียมทานได้ เป็นองค์กรเดียวที่ในช่วงวิกฤตเศรษฐกิจตกต่ำ บริษัทฯ ไม่ได้ปรับลดพนักงาน โดยการปลดพนักงานออก แต่แก้ปัญหาโดยการผลิตช้าลง เนื่องจากมองว่า พนักงานเป็นทรัพยากรที่สำคัญที่สุดและมองการณ์ไกลไปถึงช่วงเศรษฐกิจฟื้นตัวในอนาคต การตัดสินใจดังกล่าว ทำให้บริษัทฯ ได้รับการยอมรับมากขึ้น จนถึงปัจจุบันนี้ ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System) หรือที่เราเรียกติดปากกันว่า TPS ได้รับการยอมรับไปทั่วโลกว่าเป็นแบบแผนของการบริหารการผลิตที่ดี และก้าวหน้าที่สุดในประวัติศาสตร์ของมนุษยชาติ การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (TPS) นั้นสามารถอธิบายได้เป็นรูปธรรม โดยสามารถที่จะชี้ให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหา และการควบคุมกระบวนการผลิตให้เป็นงานมาตรฐาน เพื่อลดต้นทุนและรายได้เปรียบทางธุรกิจ [1-12] สำหรับการศึกษา นี้ เริ่มต้นโดยการนำเสนอหลักการเบื้องต้นของระบบการผลิตแบบโตโยต้า (TPS) ที่นำมาซึ่งการแตกแขนงของระบบการบริหารจัดการที่เกี่ยวข้องปลีกย่อยต่างๆ เช่น การลดความสูญเปล่า 7 ประการในการผลิต การผลิตแบบทันเวลาพอดี KANBAN เป็นต้น และการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (TPS) กับโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต ประกอบชิ้นส่วนยานยนต์ชนิดหนึ่งที่เป็นกรณีศึกษา

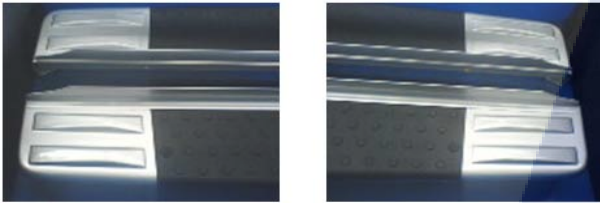
2. วิธีการดำเนินงาน

โรงงานผลิตประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์เสริมยานยนต์ กรณีศึกษานั้น ผู้ศึกษาได้เลือกสายการผลิตหนึ่ง คือ สายการผลิต ประกอบบันไดข้าง (Side Step) เป็นสายการผลิตต้นแบบ (Model Line) ในการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (TPS) โดยมีลำดับดำเนินการศึกษาดังนี้

2.1 ศึกษาสภาพปัจจุบันของโรงงาน อุตสาหกรรมผลิต ประกอบกรณีศึกษา

ผลิตภัณฑ์ของบริษัทฯ คือ บันไดข้างรถยนต์ มี 2 รุ่นดังนี้

1. บันไดข้างรุ่น SPC (Silver) หรือภายในบริษัท เรียก Extension Cab ดังรูป 1



รูปที่ 1 บันไดข้างรถยนต์ รุ่น Extension Cab

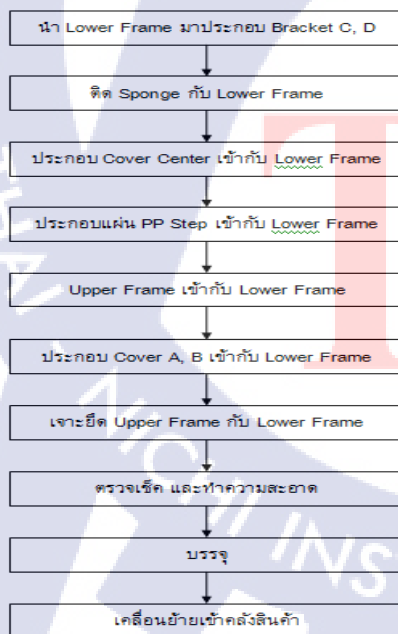
2. บันไดข้างรุ่น DCAB (Silver) หรือภายในบริษัท เรียก Crew Cab ดังรูป 2



รูปที่ 2 บันไดข้างรถยนต์ รุ่น Crew Cab

2.2 ศึกษากระบวนการผลิตในสายการผลิตต้นแบบ (Model Line) ของโรงงานอุตสาหกรรมผลิต ประกอบกรณีศึกษา

ในขณะที่ขั้นตอนการผลิต ประกอบบันไดข้างทั้งสองรุ่น มี ลำดับขั้นตอนการทำงาน ที่มีลักษณะ เหมือนกัน ตามแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การไหลของการประกอบบันไดข้างรถยนต์

2.3 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของโรงงาน อุตสาหกรรมผลิต ประกอบกรณีศึกษา

ในการศึกษาข้อมูลสภาพปัญหาของบริษัทฯ สรุปแหล่งที่มาของปัญหาได้ดังนี้

คำสั่งซื้อลูกค้า

สินค้าสำเร็จที่ลูกค้าสั่งซื้อมีอยู่ 2 รุ่น ได้แก่ Side Step รุ่น Extend Cab และ Side Step รุ่น Crew โดยที่ทั้ง 2 รุ่นมีปริมาณการสั่งซื้อคิดเป็นสัดส่วนโดยเฉลี่ย 70 : 30 ถึง 60 : 40 โดยประมาณต่อเดือน ซึ่งจะมียอดประมาณแจ้งให้บริษัทฯทราบล่วงหน้า 3 เดือนภายในวันที่ 20 ของทุกเดือนโดยประมาณ ข้อมูลที่ได้รับจากลูกค้า เพื่อกำหนดแผนการผลิตหลักประกอบด้วย

1. แผนเรียกสินค้า รุ่น Extend Cab ประจำวันในหนึ่งเดือน

2. แผนเรียกสินค้า รุ่น Crew Cab ประจำวันในหนึ่งเดือน

ปัญหาที่พบ คือ ขนาด ปริมาณคำสั่งซื้อ และความถี่ของเรียกสินค้าทั้ง 2 รุ่นไม่สม่ำเสมอราบเรียบในแต่ละวัน ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 3 แผนการเรียกสินค้าผลิตภัณฑ์บันไดข้าง เดือนธันวาคม 2551

Delivery Date	12/03	12/04	12/08	12/09	12/11	12/12	12/15	12/16	12/17	12/18	12/19	12/22	12/23	12/24	Total
Side Step SPC (Silver)	210	240	240	210	300	270	270	240	240	270	240	210	180	60	3180
Side Step DCAB (Silver)	120	120	60	150	150	180	120	90	90	90	60	120	120	30	1500

การวางแผนการผลิต

เมื่อได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า ทำการกำหนดแผนการผลิต เพื่อให้มีสินค้าสำเร็จพร้อมการส่งมอบ ตามแต่ละวันที่ลูกค้าต้องการ ทำให้การวางแผนการผลิตเป็นไปตามความต้องการของลูกค้า โดยไม่ได้คำนึงถึงความราบเรียบของกระบวนการผลิต ขาดการกำหนดขั้นตอนรายละเอียดในการปฏิบัติงานที่ชัดเจน ซึ่งมีปัญหามากต่อการควบคุมการผลิตให้เป็นไปตามแผนผลิต ด้วยปัจจัยการผลิตที่ยังอยู่นอกเหนือการควบคุม ทำให้บริษัทฯมีประสิทธิภาพการผลิตต่ำ ตลอดจนไม่ได้มีการกำหนดสินค้าคงคลังให้มีอย่างเพียงพอเหมาะสมการผลิต

ปัญหาที่พบในการผลิตก็คือ ปริมาณที่ผลิตได้ตามแผนการผลิตต่ำ บ่อยครั้งที่ผลิตภาพไม่คงที่ เนื่องจากการแบ่งงาน และการจัดลำดับขั้นตอนการทำงานยังไม่ชัดเจน ไม่มีการศึกษาเวลามาตรฐานของขั้นตอนการทำงานแต่ละส่วน เพื่อกำหนดให้เป็นงานมาตรฐาน แล้วดำเนินการปรับปรุงให้การปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดส่ง

สภาพปัจจุบันที่พบได้ในการส่งมอบ เป็นการส่งมอบตามแผนผลิต และจัดส่ง ตามคำสั่งซื้อของลูกค้า แต่ด้วยขนาด ปริมาณ และความถี่ในแต่ละรอบของการจัดส่งจะเห็นได้ว่าไม่มีความสัมพันธ์กับยอดการผลิตที่ถือว่าเป็นกระบวนการก่อนหน้า การผลิตไม่สามารถทำได้ตามแผนการผลิตทำให้เกิดการส่งมอบล่าช้า ไม่เป็นไปตามความต้องการของลูกค้า

2.4 ปรับปรุงด้วยการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (TPS) กับสายการผลิตต้นแบบ (Model Line) ของโรงงาน อุตสาหกรรมผลิตประกอบกรณีศึกษา

กิจกรรมระบบการผลิตแบบโตโยต้า (TPS) มีลำดับการนำมาประยุกต์ใช้ 4 ขั้นตอนด้วยกัน เริ่มจาก

2.1.1) การปรับปรุงพื้นที่ทำงาน (Work Site Control)

สิ่งที่ได้ดำเนินการก่อนการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้าในครั้งนี้ คือ กิจกรรม 5 ส กิจกรรมเคเซ็น หรือการปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่อง

2.2.2) การปรับปรุงกระบวนการผลิตให้งานไหลต่อเนื่อง (Continuous Flow)

การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา, การมีมาตรฐานในการทำงาน และการปรับเรียบผลิต

2.2.3) การปรับปรุงงานมาตรฐานของพนักงาน (Standardized Work)

เนื่องจากในสายการผลิตต้นแบบ (Model Line) ของโรงงาน อุตสาหกรรมผลิตประกอบกรณีศึกษา ไม่มีการใช้เครื่องจักรในการผลิต ผู้ศึกษาจึงประยุกต์ใช้เอกสารดังต่อไปนี้

1. ตารางงานมาตรฐานผสม (Standardized Work Combination Table)

2. แผนภาพงานมาตรฐาน (Standardized Work Chart)

3. แผนภูมิเวลางานมาตรฐาน (Yamazumi Chart)

2.2.4) ระบบการผลิตแบบดึง (Pull System)

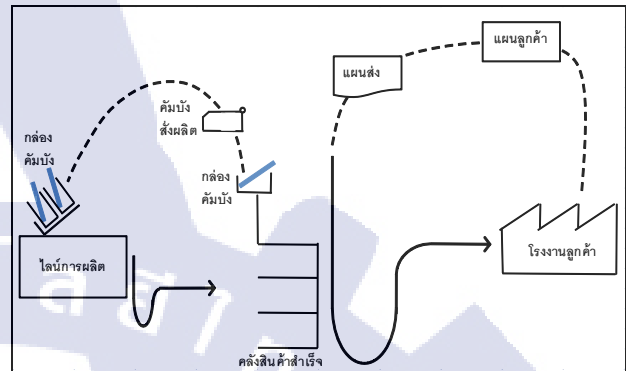
ผู้ศึกษาได้กำหนดวิธีการใช้บัตรคำสั่งผลิต หรือที่เรียกกันว่า คัมบัง (Kanban) มาประยุกต์ใช้ที่สายการผลิตต้นแบบ (Model Line) จุดหนึ่งที่ท้ายไลน์การผลิตในกระบวนการบรรจุ (Packing Process) กับคลังสินค้า (Store FG) โดยกำหนดบัตรคำสั่งผลิต หรือคัมบังที่เรียกว่า Pallet Control Card ซึ่งจำนวนที่ใช้คำนวณตามปริมาณสินค้าสำเร็จลงคลังพร้อมส่งมอบลูกค้าที่ระดับสินค้าคงคลังสูงสุดต่อวันตามที่ลูกค้าต้องการ โดยมีแผนการเรียกสินค้ารายวัน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณการเรียกผลิตภัณฑ์บันไดข้างรายวัน เดือนธันวาคม 2551

Delivery Date	12/03	12/04	12/08	12/09	12/11	12/12	12/15	12/16	12/17	12/18	12/19	12/22	12/23	12/24	Total
Side Step SPC (Silver)	210	240	240	210	300	270	270	240	240	270	240	210	180	60	3180
Side Step DCAB (Silver)	120	120	60	150	150	180	120	90	90	90	60	120	120	30	1500
Total	330	360	300	360	450	450	390	330	330	360	300	330	300	90	4680

บริษัทฯ ผู้ผลิตจะต้องส่งมอบสินค้าสำเร็จแก่ลูกค้าต่อวันสูงสุด คือ 450 ยูนิตในวันที่ 11 และ 12 ธันวาคม 2551 โดยผลิตภัณฑ์ Side Step SPC (Silver) มียอดส่งสูงสุดในเดือนเท่ากับ 300 ยูนิตในวันที่ 11 ธันวาคม 2551 คิดเป็น 38 Pallet Kanban ดูรูปที่ Pallet Kanban หรือ Pallet Control Card ที่ใช้ในสายการผลิตต้นแบบ พาเลทสินค้าสำเร็จ ขนาดบรรจุ 8 ยูนิต (1 พาเลทมีขนาดบรรจุ 8 ยูนิต เฉพาะเป็น 1 Pallet Kanban) จึงกำหนดให้มี Pallet Control Card สำหรับ Side Step SPC (Silver) 38 ใบตามความต้องการสูงสุดต่อวันของลูกค้า

ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ Side Step DCAB (Silver) มียอดส่งสูงสุดในเดือนเท่ากับ 180 ยูนิต คิดเป็น 23 Pallet Kanban (1 พาเลทมีขนาดบรรจุ 8 ยูนิต เฉพาะเป็น 1 Pallet Kanban) จึงกำหนดให้มี Pallet Control Card สำหรับ Side Step DCAB (Silver) 23 ใบ รวม Pallet Kanban ที่ใช้สำหรับการผลิตในเดือนธันวาคม 2551 เป็นจำนวน 61 ใบที่หมุนเวียนใช้ระหว่างคลังสินค้ากับกระบวนการผลิตสุดท้าย ทั้งยังใช้เป็นคำสั่งแก่สายการผลิตตามจำนวนและชนิดของผลิตภัณฑ์ที่จะผลิตต่อไป



รูปที่ 4 Material and Information Flow Chart (MIFC) หลังการประยุกต์ใช้ Pull System

3. ผลการศึกษา

การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (TPS) กับกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตประกอบ กรณีศึกษา โดยข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบวัดผลการศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (TPS) นี้ จึงใช้ผลของรายงานการผลิตประจำเดือน ธันวาคม 2551 ที่ใช้ระบบการผลิตแบบเดิมเปรียบเทียบกับผลของรายงานการผลิตประจำเดือนเมษายน 2553 ที่มีการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (TPS) กับโรงงานอุตสาหกรรม การผลิต ประกอบกรณีศึกษา โดยการประยุกต์ใช้กิจกรรมลำดับที่ 3 Standardized Work และกิจกรรมลำดับ ที่ 4 Pull System จากบันได 4 ขั้นตอนของการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (TPS) ได้ผลเชิงเอกสาร ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประยุกต์ใช้กิจกรรม Standardized Work และ Pull System เชิงเอกสาร

การประยุกต์ใช้	ก่อนการประยุกต์ใช้			หลังการประยุกต์ใช้		
	มีและชัดเจน	มีแต่ไม่ชัดเจน	ไม่มี	มีและชัดเจน	มีแต่ไม่ชัดเจน	ไม่มี
เอกสารวิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction)		/				/
ตารางงานมาตรฐานผสม (Standardized Work)			/	/		

ตารางที่ 3 ผลการประยุกต์ใช้กิจกรรม Standardized Work และ Pull System เชิงเอกสาร (ต่อ)

การประยุกต์ใช้	ก่อนการประยุกต์ใช้			หลังการประยุกต์ใช้		
	มีและชัดเจน	มีแต่ไม่ชัดเจน	ไม่มี	มีและชัดเจน	มีแต่ไม่ชัดเจน	ไม่มี
แผนภาพงานมาตรฐาน (Combination Chart)			/	/		
ระบบการผลิตแบบดึง (Pull System)			/	/		

ในขณะเดียวกัน ภาย หลังจากได้ทำการประยุกต์ใช้ TPS นำผลที่ได้จากรายงานการผลิตประจำวัน มาวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นจริงจากการประยุกต์ใช้ ว่าการผลิตมีการพัฒนาในทางที่ดีกว่าเดิม ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประยุกต์ใช้กิจกรรม Standardized Work และ Pull System เชิงสถิติ

ดัชนีวัดผล	การผลิตเดิม	หลังการประยุกต์ใช้ TPS	การเปรียบเทียบ
การใช้พื้นที่	12 * 20 ม. = 240 ตร.ม.	8.4 * 13.6 ม. = 114.24 ตร.ม.	ลดลง 52.40 %
ความสามารถในการผลิต	3.20 ชิ้น/คน/ชั่วโมง (1.6 ยูนิต์/คน/ชั่วโมง)	5.05 ชิ้น/คน/ชั่วโมง (2.5 ยูนิต์/คน/ชั่วโมง)	เพิ่มขึ้น 57.81%
สินค้าคงคลังสำเร็จรูป	240 ยูนิต์ (วางแผนการผลิต)	213 ยูนิต์ (426 ชิ้น/วัน)	ลดลง 11.25 %
สินค้าคงคลังที่เป็น W.I.P.	80 ชิ้น	0	ลดลง 100 %
การใช้กำลังคนในสายการผลิต	17 คน	11 คน	ลดลง 35.65 %

4. สรุป

ผลการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้าได้ดำเนินงานโดยมุ่งเน้นที่กิจกรรม Standardized Work และกิจกรรม Pull System ซึ่งผลจากการประยุกต์ใช้ พบว่าการใช้พื้นที่ลดลงร้อยละ 52.40 การใช้กำลังคนในสายการผลิตลดลงร้อยละ 35.65 สินค้าคงคลังสำเร็จรูปลดลงร้อยละ 11.25 และสินค้าคงคลังระหว่างกระบวนการลดลงร้อยละ 100 แต่ในขณะเดียวกันความสามารถในการผลิตเพิ่มขึ้น ร้อยละ 57.81

เอกสารอ้างอิง

- [1] โกศล ดีศีลธรรม. (2547). *เพิ่มศักยภาพการแข่งขันด้วยแนวคิดแบบลีน*. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- [2] ชุมพล ศฤงคารศิริ. (2545). *การวางแผนและควบคุมการผลิต*. (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- [3] โตโยต้า เซซัง โอซึกิ โอะ คังอะเอะรุ โคโย. (2550). *ระบบการผลิตแบบโตโยต้า ฉบับเข้าใจง่าย*. แปลโดย มังกร โรจน์ประภากร. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- [4] โปรดักศิริดี เพรส ดีเวลลอปเม้นท์ ทีม. (2549). *การผลิตแบบดึง*. แปลโดย วิทยา สุทธิพิตรารัง และ ยุพา กลอนกลาง. กรุงเทพฯ : อี. ไอ. สแควร์.
- [5] รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม; และ เนื่อโสม ดึงสัญชัย. (2538). *การเคลื่อนไหวและเวลา*. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซนเตอร์.

- [6] จิราภรณ์ จันทร์สว่าง. *การลดเวลาในการตรวจสอบสายเคเบิลอินฟินิแบนด์ : กรณีศึกษา แผนกตรวจสอบโรงงานผลิตสายเคเบิล*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ) : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, (2548).
- [7] ชัชวาล คาคการณ์ไกล. *เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีไคเซ็น*. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. (ธุรกิจอุตสาหกรรม) : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, (2549).
- [8] รุติศักดิ์ ยุทธนาเสวิน. *การพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตโดยการวางแผนตารางการผลิตหลัก กรณีศึกษา : โรงงานเครื่องทำน้ำเย็น*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ) : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, (2549).
- [9] พงษ์พิงศ์ โพธิ์ราพรรณ. *การประยุกต์ใช้การผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมแบบผสม (แบบต่อเนื่อง-แบบช่วงยาว) : กรณีศึกษาโรงงานผลิตเหล็กรูปพรรณ*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ) : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, (2548).
- [10] Hirano, Hiroyuki. (1989). *JIT Factory Revolution*. Translated by JT. Black. Oregon : Edwards Brothers.
- [11] Ohno, Taiichi. (1988). *Toyota Production System*. Translated by Productivity Inc. Oregon : Productivity Press.
- [12] Toyoharu, Fujimoto. (1991). *Management Challenge: The Japanese Management System in an International Environment*. Singapore : McGraw Hill.