

การปรับปรุงผลการดำเนินงานโรงงานโดยการพัฒนากระบวนการผลิตแบบเซลล์ กรณีศึกษาบริษัทผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง

พิภพ ลลิตาภรณ์ อนันต์ มุ่งวัฒนา เอกรัตน์ ชันดำรงรักษ์
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

สายการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงของบริษัทที่ใช้เป็นกรณีศึกษา ดังเดิมนั้น มีลักษณะรูปแบบการผลิตแบบไหล (Flow Shop) หรือสายการผลิต (Production Line) โดยมีการจัดวางเครื่องจักรของแต่ละหน่วยผลิตไปตามขั้นตอนของกระบวนการผลิต จากสถานีงานเริ่มต้นจนถึงสถานีงานสุดท้าย ต่อกันไปแบบอนุกรม โดยแต่ละสถานีงานจะมุ่งเน้นผลิตให้ได้จำนวนชิ้นงานตามแผนการผลิตที่กำหนดไว้ และคำนึงถึงประสิทธิภาพสูงสุดในหน่วยผลิตที่ตัวเองรับผิดชอบ หน่วยผลิตใดสามารถผลิตได้เร็วกว่าหน่วยผลิตอื่นก็จะส่งชิ้นงานรอให้สถานีงานถัดไปนำไปผลิตต่อ นอกจากนี้ยังขาดการประสานงานของแต่ละหน่วยผลิต เมื่อหน่วยผลิตหนึ่งเกิดการขัดข้องต้องหยุดผลิตเพื่อแก้ไขปัญหา หน่วยผลิตที่อยู่ก่อนหน้าก็ยังคงป้อนงานเข้ามาตามแผนของตน จึงเป็นสาเหตุให้มีชิ้นงานเข้ามาวางรออยู่หน้าหน่วยผลิตแต่ละหน่วยเป็นจำนวนมาก และถ้าชิ้นงานที่ส่งเข้ามามีข้อบกพร่องที่ต้องแก้ไขด้วยแล้ว ทำให้เสียเวลาส่งผลให้การผลิตล่าช้า บ่อยครั้งที่ทำให้การส่งมอบไม่ทันตามกำหนดของลูกค้า

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาและปรับปรุงสายการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าของบริษัทดังกล่าวให้สามารถไหลไปที่ละชิ้นในแต่ละสถานีงานอย่างสมดุล และด้วยอัตราที่สอดคล้องกับสถานีงานที่เป็นคอขวดของกระบวนการผลิต(Bottleneck work station) โดยการประยุกต์แนวคิดของระบบผลิตแบบเซลล์ (Cellular Manufacturing System) และการจัดสมดุลสายการผลิต ในการจัดงานในแต่ละสถานีงาน ทำให้การผลิตของแต่ละสถานีงานมีความสมดุล มีรอบเวลาผลิตที่ใกล้เคียงกันทุกสถานี และเพื่อควบคุมให้การดำเนินงานสามารถดำเนินไปได้อย่างสม่ำเสมอ จึงได้จัดให้มีสัญญาณแจ้งเตือนรอบการผลิตและสัญญาณแจ้งเตือนเมื่อพบปัญหาในระหว่างการผลิต รวมถึงจัดทำ ชุดมาตรฐานการปฏิบัติงานของแต่ละสถานีตามรุ่นของหม้อแปลงแต่ละรุ่น เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเรียนรู้และนำมาใช้ในการปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็ว และสอดคล้องกับรอบเวลาผลิตที่กำหนดไว้สำหรับหม้อแปลงแต่ละรุ่น

ผลการพัฒนาและปรับปรุงสายการผลิตให้มีความสมดุล และเป็นสถานีงานแบบ เซลล์ ทำให้ช่วงเวลานำการผลิต(Lead Time)ลดลงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และ ประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องจักร (Utilization)สูงขึ้นมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ งานระหว่างผลิตในแต่ละสถานีงานลดลงโดยเฉลี่ยมากกว่า 22 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังส่งผลให้เวลาในการเตรียมการผลิตสำหรับหม้อแปลงรุ่นใหม่ลดลงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ (จาก 40 ชั่วโมง เหลือเพียง 4 ชั่วโมง) ขณะเดียวกันทำให้งานด้านการบริหารการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถควบคุม ติดตาม และรับรู้ความก้าวหน้าของการผลิตได้ง่ายและรวดเร็ว มีความประสานงานและร่วมมือกันระหว่างสายการผลิตมากขึ้น

1. บทนำ

ระบบการผลิตแบบเซลล์ (Cellular Manufacturing System) เป็นแนวคิดที่จะรวมกลุ่มชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ที่มีกระบวนการผลิตและทรัพยากรการผลิตที่ใกล้เคียงกันมารวมกลุ่มเข้าด้วยกัน ตามลำดับของการผลิต หรือตามการไหลของชิ้นงาน โดยแต่ละเซลล์ได้ถูกกำหนดขอบเขตไว้แน่นอนว่ากลุ่มของชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ใดบ้างที่จะสามารถนำเข้ามาทำการผลิตในเซลล์ดังกล่าวได้ เนื่องจากกลุ่มผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนเหล่านี้ได้ถูกจัดรวมกลุ่มเข้ามาตามความคล้ายคลึงกันของชิ้นส่วนหรือกระบวนการผลิต ทำให้การเปลี่ยนรุ่นการผลิต ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนภายในกลุ่มทำได้ง่ายและสะดวก เนื่องจากใช้เวลาในการติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์(setup time) น้อยลง แต่ทั้งนี้พนักงานที่ปฏิบัติงานจะต้องมีทักษะในการผลิตที่หลากหลายและมีความรับผิดชอบในการดำเนินการ

เนื่องจากโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงแห่งนี้ ได้ถูกออกแบบผังโรงงานและจัดพื้นที่อาคารสำหรับการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าเพียงแรงสูงเพียงกลุ่มเดียวอยู่แล้ว ซึ่งขั้นตอนในการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงแต่ละรุ่นหรือแต่ละขนาดก็มีลักษณะที่คล้ายคลึงกันและความต้องการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ ก็สามารถใช้ร่วมกันได้เป็นส่วนใหญ่ ด้วยสาเหตุดังกล่าวนี้จึงทำให้ทีมงานผู้บริหารของบริษัทดังกล่าวมองเห็นว่า น่าจะนำแนวคิดของการผลิตแบบเซลล์ และ สมดุลสายการผลิต มาประยุกต์ใช้กับสายการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแห่งนี้ได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาและพัฒนาระบบการผลิตแบบเซลล์ แทนการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแบบดั้งเดิมซึ่งเป็นระบบการผลิตแบบไหล (Flow Shop) หรือสายการผลิต (Production Line) โดยใช้สถานที่ทดลองจากโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแห่งหนึ่ง สำหรับในช่วงเริ่มต้นได้กำหนดคุณลักษณะพื้นฐานของการผลิตแบบเซลล์ที่ต้องการพัฒนาไว้ดังนี้

- มีการไหลของงานในแต่ละสถานีงานที่ละหน่วยด้วยอัตราเร็วเท่ากับรอบเวลาผลิตของหม้อแปลงรุ่นนั้นๆ โดยจะต้องพยายามจัดสายการผลิตให้มีความสมดุลกัน คือพยายามจัดให้สถานีงานต่างๆใช้เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานเท่าๆกัน

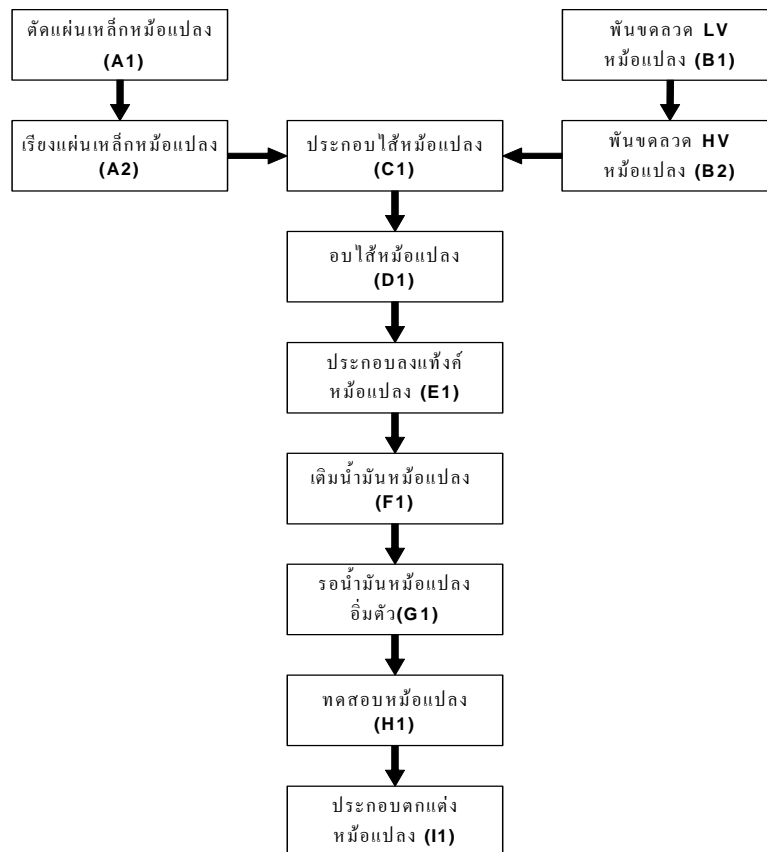
- ต้องมีสัญญาณแจ้งเตือนการผลิตในแต่ละรอบเวลาผลิต (Cycle Time) พร้อมๆกันทุกขั้นตอน เพื่อให้การขนส่งชิ้นงานในแต่ละขั้นตอนเป็นรอบเวลาที่สอดคล้องกัน และ เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นในสายการผลิตสัญญาณแจ้งเตือนจะแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องเข้ามาทำการแก้ไขทันที ถ้าการแก้ไขใช้เวลาเกินรอบเวลาผลิตต้องหยุดการผลิตทั้งหมดเพื่อไม่ให้เกิดการผลิตชิ้นงานค้างเกิดขึ้น จนกว่าการแก้ไขปัญหาเสร็จสิ้น จึงจะเริ่มผลิตใหม่พร้อมเพรียงกันทุกสถานีงาน

- เมื่อมีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าพนักงานสามารถปรับและเตรียมการผลิตได้อย่างรวดเร็ว โดยในแต่ละสถานีงานจะต้องจัดทำชุดมาตรฐานการปฏิบัติงานของหม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละรุ่น ซึ่งในแต่ละชุดจะต้องมีรายละเอียด เกี่ยวกับ จำนวนวัตถุดิบ อุปกรณ์ เครื่องมือ วิธีการผลิต เวลาที่ใช้ในการผลิต วัสดุอย่างพร้อมเพียงและครบถ้วน เพื่อให้พนักงานสามารถนำมาใช้ได้อย่างทันที

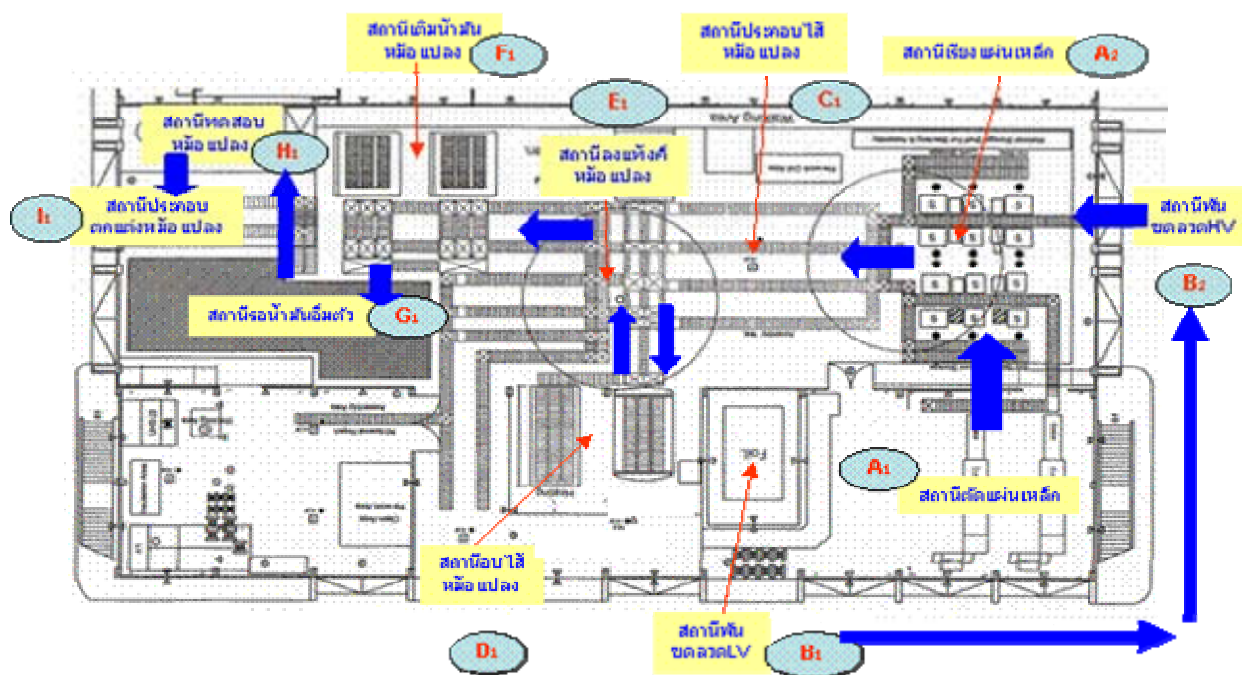
2. สภาพการผลิตและปัญหาดังเดิม

หม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง คืออุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง ดังกล่าวทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายเข้าไปในตัวหม้อแปลงไฟฟ้าให้ต่ำลงเพื่อจ่ายออกไปใช้งานต่อไป

สายการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงของบริษัทที่นำมาเป็นกรณีศึกษาเป็นการผลิตแบบไหล (Flow Shop) หรือสายการผลิต (Production Line) มีการจัดวางเครื่องจักรของแต่ละหน่วยผลิตไป ตามขั้นตอนของกระบวนการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง จากสถานีงานเริ่มต้นจนถึงสถานีงานสุดท้ายต่อกันไปแบบอนุกรม ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ผังกระบวนการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง



ภาพที่ 2 แสดงการจัดผังโรงงานสายการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงก่อนปรับปรุง

สำหรับการวางผังการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง แบบดั้งเดิมจะมีลักษณะ ดังภาพที่ 2 โดยการเคลื่อนย้ายชิ้นงานจากขั้นตอนหนึ่งไปยังขั้นตอนต่อไปจะใช้อุปกรณ์ขนย้ายโรลเลอร์ลาย (Roller Line) ซึ่งสามารถเคลื่อนย้ายชิ้นงานได้ตลอดเวลา

การผลิตของแต่ละสถานีงานจะมุ่งผลิตชิ้นงานให้ได้จำนวนตามที่แผนการผลิตกำหนดไว้ในแต่ละวัน โดยชิ้นงานที่ผลิตเสร็จจะนำไปวางรอให้สถานีงานถัดไปรับชิ้นงานไปผลิตต่อเกิดปัญหาขึ้นไม่สามารถผลิตต่อได้ เช่น เกิดการเสียหายของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์การผลิต หรือ ชิ้นงานที่ผลิตเสร็จแล้วทดสอบค่าไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด จำเป็นต้องหยุดการผลิตในสถานีงานนั้นเพื่อทำการแก้ไขให้เสร็จก่อน จึงเป็นสาเหตุให้มีชิ้นงานเข้ามาวางรอที่หน้าสถานีงานเป็นจำนวนมาก ดังตัวอย่างภาพที่ 3 สถานีประกอบไส้หม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง เกิดปัญหาแกนเหล็กหม้อแปลงเมื่อนำมาประกอบกับขดลวดแล้วทดสอบค่าไม่ผ่าน ทำให้แกนเหล็กที่ผลิตจากสถานีตัดแผ่นเหล็ก และสถานีเรียงแผ่นเหล็กต้องแก้ไขเหล็กใหม่ แต่สถานีพันขดลวดไม่มีปัญหาจึงผลิตออกมาตามแผนผลิตจนทำให้มีขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงมาวางรอในสถานีประกอบไส้หม้อแปลงจำนวนมาก

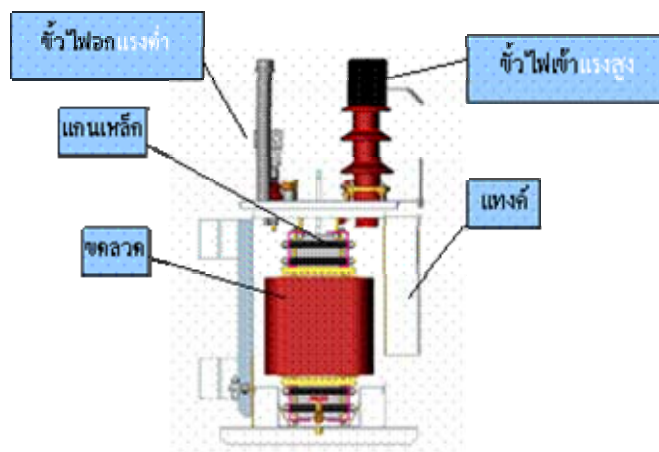
กรณีดังกล่าวส่งผลให้มีงานค้างระหว่างผลิตเป็นจำนวนมาก ขณะที่ช่วงเวลานำการผลิตยาวนานขึ้นซึ่งบ่อยครั้งทำให้การส่งมอบไม่ทันตามกำหนดของลูกค้า



ภาพที่ 3 ชั้นงานระหว่างผลิตที่รออยู่หน้าสถานีประกอบไส้หม้อแปลง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้หม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงขนาด 150kVA (ดังแสดงในภาพที่ 4) เป็นต้นแบบ ในศึกษาการจัดสายการผลิตแบบเซลล์ ซึ่งจากการศึกษาเวลาการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนของสถานีงาน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

จากเวลาการปฏิบัติงานของแต่ละสถานีงานในตารางที่ 1 ได้แสดงให้เห็นว่า แต่ละสถานีงานใช้รอบ เวลาผลิตไม่เท่ากัน ทำให้การไหลของงานในแต่ละสถานีงาน ไม่สมดุล ส่งผลให้รอบเวลาการผลิตต่อหน่วยโดย เฉลี่ยสูงตามสภาพของสถานีงานที่เป็นคอขวด ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์เครื่องจักรต่ำ และมีงานระหว่าง ผลิตสูง



ภาพที่ 4 ส่วนประกอบหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง

ตารางที่ 1 แสดงเวลาผลิตในแต่ละสถานีงาน ของหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด150kVA ก่อนปรับปรุง

		หน่วย: นาที
สถานีงาน	รหัสงาน	เวลาปฏิบัติงาน
ตัดแผ่นเหล็ก	A1-120	113
	A1-110	39
	A1-100	36
	A1-90	38
รวม		226
เรียงแผ่นเหล็ก	A2	119
พันขดลวด LV	B1-A	69
	B1-B	69
	B1-C	69
รวม		207
พันขดลวด HV	B2-A	141
	B2-B	141
	B2-C	141
รวม		423
ประกอบใส่หม้อแปลง	C1	298
อบใส่หม้อแปลง	D1	2275
ประกอบลงแทงค์	E1	59
เติมน้ำมัน	F1	291
รอน้ำมันหม้อแปลงอิมตัว	G1	724
ทดสอบทางไฟฟ้า	H1	100
ประกอบตกแต่งหม้อแปลง	I1	118

3. วิธีการ

ในการพัฒนาสายการผลิตสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงตามแนวทางของการผลิตแบบเซลล์ จะเริ่มต้นด้วยการคำนวณหารอบเวลาการผลิต หลังจากนั้นจึงทำการจัดสมดุลการผลิต และ ตามด้วยการจัดเซลล์การผลิต และสร้างกลไกการควบคุม

3.1 การคำนวณรอบเวลาการผลิต

โดยใช้ข้อมูลสัญญาการซื้อขายกับหน่วยงานของการไฟฟ้า ในปี 2547 ซึ่งหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงรุ่น 150kVA จะต้องส่งมอบทั้งสิ้น จำนวน 380 เครื่อง โดยแบ่งการจัดส่งเป็น 4 งวด โดย งวดแรกต้องจัดส่ง จำนวน 95 เครื่อง ภายใน 60 วัน งวดที่สอง จำนวน 95 เครื่อง ภายใน 90 วัน งวดที่สาม จำนวน 95 เครื่อง ภายใน 120 วัน และงวดที่สี่ จำนวน 95 เครื่อง ภายใน 150 วัน

บริษัทได้นำเงื่อนไขสัญญาการส่งมอบมาจัดทำแผนการผลิต โดยในกรณีข้างต้นบริษัทได้จัดทำแผนการผลิตให้มีอัตราการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า 95 เครื่องต่อเดือน หลังจากนั้นจึงทำการ

คำนวณหาอัตราการผลิตโดยเฉลี่ยต่อวัน โดยนำเอาอัตราการผลิตตามแผนที่กำหนดไว้คือ 95 เครื่องต่อเดือนหารด้วยจำนวนวันทำงานต่อเดือน (ซึ่งทางบริษัทได้ใช้ 24 วันทำงานต่อเดือน) ได้ผลลัพธ์เท่ากับ 3.95 หรือ เท่ากับ 4 เครื่องต่อวันโดยเฉลี่ย อัตราดังกล่าวนี้จะถูกนำไปกำหนดเป็นเป้าหมายการผลิตของแต่ละสถานีนงาน

หลังจากนั้นได้นำอัตราการผลิตตามความต้องการของแผนการผลิตมาทำการคำนวณรอบเวลาด้วยสูตรต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{รอบเวลาผลิต} &= \frac{\text{เวลาที่พร้อมสำหรับการผลิตต่อวัน}}{\text{อัตราความต้องการต่อวัน}} \\ \text{รอบเวลาผลิต} &= \frac{8 \text{ ชั่วโมงต่อวัน}}{4 \text{ หน่วยต่อวัน}} = 2 \text{ ชั่วโมง} \end{aligned}$$

ผลการคำนวณได้รอบเวลาผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง ขนาด 150kVA เท่ากับ 2 ชั่วโมงหรือ 120 นาทีต่อหน่วย ซึ่งหมายความว่า แต่ละสถานีนงานจะต้องผลิตงานออกมาได้ 1 หน่วยในทุกๆ 120 นาที หลังจากนั้นจึงนำรอบเวลาผลิตที่คำนวณได้ ไปจัดสมดุลสายการผลิต โดยให้แต่ละสถานีนงานมีรอบเวลาการผลิต 120 นาที

3.2 จัดทำสมดุลการผลิต (Line Balance)

การจัดสมดุลการผลิตของหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงขนาด 150kVA เริ่มต้นโดยการรวมเวลาปฏิบัติงานของงานต่างๆภายในสถานีนงาน(จากตารางที่ 1)เข้าด้วยกัน หลังจากนั้นจึงนำมาหารด้วยรอบเวลาผลิต เพื่อคำนวณหาจำนวนชุดของทรัพยากรการผลิต(พนักงาน เครื่องจักร หรือ อุปกรณ์ ฯลฯ) ในแต่ละสถานีนงานให้เพียงพอที่จะทำให้แต่ละสถานีนงานมีอัตราการผลิตโดยเฉลี่ยต่อหน่วยเท่ากับรอบเวลาการผลิต ซึ่งจะทำให้แต่ละสถานีนงานมีความสมดุลการไหลต่อหน่วยโดยเฉลี่ยเท่ากับรอบเวลาการผลิต ดังเช่น หน่วยผลิตตัดแผ่นเหล็กหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง ใช้เวลารวม 226 นาที ในการตัดแผ่นเหล็กให้ได้จำนวนที่เพียงพอจะนำไปใช้ทำเป็นแกนเหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้า 1 เครื่อง เมื่อหารด้วยเวลารอบผลิต 120 นาที จะเท่ากับ $226 / 120 = 1.88$ นั่นก็คือต้องมีสถานีนตัดเหล็กตามทฤษฎีจำนวน 1.88 สถานีนงาน จึงจะสามารถตัดแผ่นเหล็กโดยเฉลี่ย 1 หน่วยไม่เกินรอบเวลาผลิต แต่ในทางปฏิบัติจริงเราจำเป็นต้องใช้ 2 สถานีนงาน ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของหน่วยผลิตตัดเหล็กเท่ากับ 94% (ประสิทธิภาพของหน่วยผลิต คำนวณจาก อัตราส่วนของจำนวนสถานีนงานตามทฤษฎีต่อจำนวนสถานีนงานที่ใช้จริง)

สำหรับ หน่วยผลิตอื่นๆที่เหลือ ก็มีวิธีคำนวณในทำนองเดียวกัน ภายหลังจากการจัดสมดุลจะได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการจัดสมดุลสายการผลิตและการกำหนดจำนวนหน่วยปฏิบัติงาน

หน่วยผลิต	รหัสงาน	เวลาปฏิบัติงาน (นาที)	จำนวนสถานีงานตามทฤษฎี	จำนวนสถานีงานที่ต้องการจริง	เวลาแบ่งการปฏิบัติงานตามมาตรฐานใหม่ (นาที)		ประสิทธิภาพหน่วยผลิต
ตัดแผ่นเหล็ก	A1-120	113	1.88	2	1	113	94%
	A1-110	39					
	A1-100	36					
	A1-90	38			2	113	
	รวม	226					
เรียงแผ่นเหล็ก	A2	119	.99	1	1	119	99%
พันขดลวด LV	B1-A	69	1.725	2	1	104	86%
	B1-B	69					
	B1-C	69			2	104	
	รวม	207					
พันขดลวด HV	B2-A	141	3.525	4	1	106	88%
	B2-B	141					
	B2-C	141			3	106	
	รวม	423					
ประกอบไส้หม้อแปลง	C1	298	2.483	3	1	99	83%
					2	99	
					3	99	
อบไส้หม้อแปลง	D1	2275	-	-	1	2275	-
					2	2275	
ประกอบลงแทงค์	E1	59	0.49	1	1	59	49%
เติมน้ำมัน	F1	291	-	-	1	291	-
					2	291	
รอน้ำมันอิมตัว	G1	724	-	-	1	724	-
ทดสอบทางไฟฟ้า	H1	100	0.83	1	1	100	83%
ประกอบตักแต่ง	I1	118	0.98	1	1	118	98%

สำหรับ สถานีอบไส้หม้อแปลง เป็นเตาอบที่ต้องใช้เวลาอบต่อเนื่องและใช้เวลานานถึง 2275 นาที ในการอบหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงขนาด 150kVA บริษัทได้กำหนดให้มีขนาดรูนการอบเท่ากับ 8 เครื่อง เช่นเดียวกับกับ สถานีเติมน้ำมันหม้อแปลงและสถานีรอน้ำมันหม้อแปลงอิมตัวต้องใช้เวลาการปฏิบัติงานต่อเนื่องเป็นเวลายาวนานกว่ารอบการผลิต ไม่สามารถ จัดรอบเวลาผลิตให้อยู่ภายใน 120 นาทีได้ ด้วยเงื่อนไขดังกล่าวนี้ จึงทำให้กระบวนการเหล่านี้กลายเป็นข้อจำกัดของกระบวนการผลิตแบบเซลล์ ที่ไม่สามารถทำให้สายการผลิตไหลไปที่ละชิ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ต้องยอมรับการรอคอยงานและการสะสมของงานระหว่าง

ผลิตหน้ากระบวนกรเหล่านี้ อย่างไรก็ตามการพัฒนาการผลิตแบบเซลล์ ก็ทำให้การรอคอยและงานระหว่างผลิตมีอยู่ในระดับเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

3.3 จัดทำมาตรฐานการทำงานใหม่

หลังจากจัดสมดุลสายการผลิตเรียบร้อยแล้ว จึงจัดทำชุดมาตรฐานการปฏิบัติงานใหม่เพื่อให้การทำงานบนแต่ละขั้นตอนสอดคล้องกับ การแบ่งขั้นตอนการทำงานในแต่ละสถานีงานที่ได้จัดสมดุลไว้ โดยมาตรฐานการทำงานจะมีรายละเอียดที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน เช่น รหัสงานที่สอดคล้องกับผังกระบวนกรผลิต รายการวัตถุดิบที่ใช้ รายการเครื่องมือที่ใช้ ขั้นตอนการทำงานของพนักงานแต่ละคนตั้งแต่เริ่มต้นถึงเสร็จงาน และมีระยะเวลา ชื่อพร้อมรูปภาพพนักงาน

พนักงานที่จะปฏิบัติงานในแต่ละจุดของสถานีงานได้จะต้องผ่านการอบรมและทดสอบการปฏิบัติงานอย่างเพียงพอ โดยมีหัวหน้างานเป็นผู้ให้การรับรอง จึงจะสามารถประจำตามจุดของสถานีงานได้ และพนักงานจะมีแบบฟอร์มมาตรฐานงานเป็นหลักฐานในการวัดความสามารถของพนักงานในการประเมินผลงาน และเป็นข้อมูลในการปรับปรุงประสิทธิภาพของพนักงานต่อไป

โดยจัดทำแบบสายการผลิตแบบเซลล์ ดังภาพที่ 5 นำเสนอผู้บริหารบริษัทในกรณีศึกษา เพื่ออนุมัติในการปรับปรุงสายการผลิต

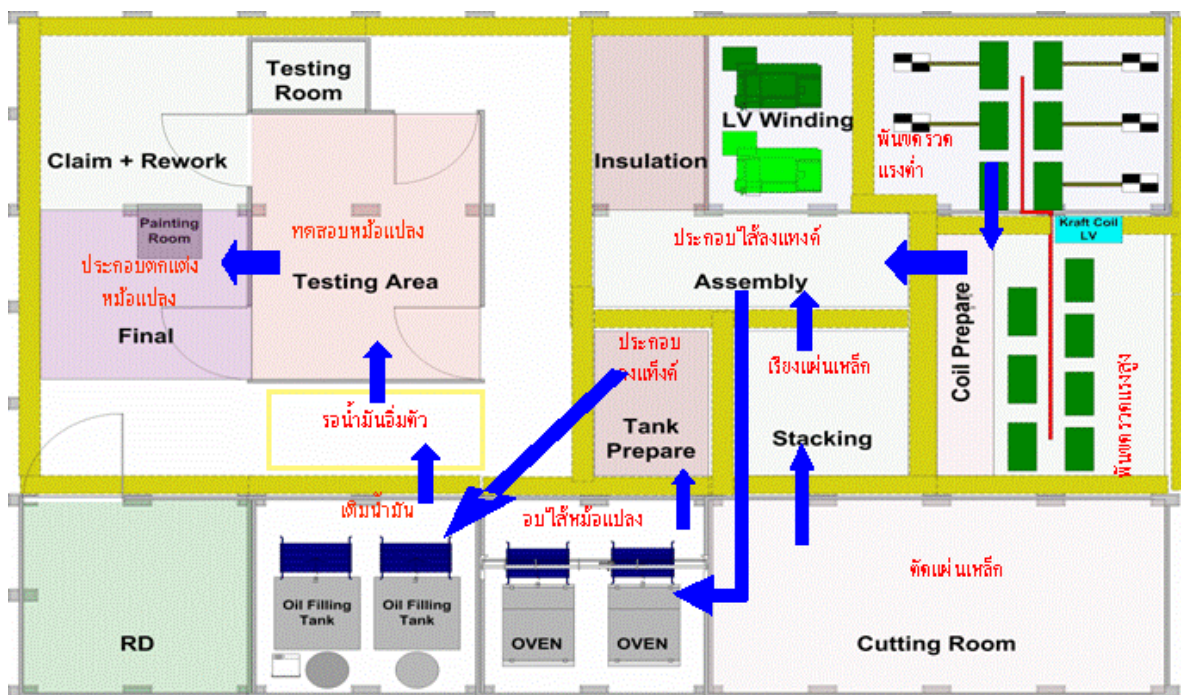
3.4 การทดลองปฏิบัติงาน

ภายหลังจากได้จัดทำเอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงาน ตามแนวทางการจัดสมดุลและ สายการผลิตแบบเซลล์ เสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงได้ทำการอบรมและชี้แจงให้พนักงานทุกระดับทราบและเข้าใจเป็นอย่างดี หลังจากนั้น จึงได้เริ่มทดลองปฏิบัติงานตามแนวทางที่พัฒนาขึ้นไปที่สถานีงานควบคู่ไปกับการปฏิบัติงานเดิม จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจตามที่ตั้งไว้ จึงได้ทำการจัดทำผังโรงงานตามสายการผลิตที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อนำเสนอขออนุมัติจากผู้บริหารในการขอปรับผังโรงงาน

4. สรุปผล

สำหรับผังโรงงานที่ได้รับการอนุมัติให้ปรับใหม่ได้แสดงดังภาพที่ 5 และ 6 พร้อมทั้งได้ติดตั้งสัญญาณแจ้งเตือนรอบเวลาผลิต ดังภาพที่ 7 สัญญาณแจ้งเตือนนี้จะกำหนดให้ดังตามตามรอบเวลาผลิต ซึ่งเป็นสัญญาณบอกให้ทุกสถานีรู้ว่าถึงรอบเวลาผลิตอะไร พนักงานในจุดปฏิบัติงานต้องปฏิบัติตามมาตรฐานที่กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด ซึ่งทำให้หัวหน้างานสามารถทราบความก้าวหน้าการผลิตตลอดเวลา

นอกจากนั้นในทุกสถานีงานจะติดตั้งปุ่มกดสัญญาณแจ้งปัญหาผลิต โดยจะแบ่งเป็นปุ่มหลอดไฟสีเขียวเมื่อพบปัญหาในสายการผลิต ซึ่งพนักงานที่พบปัญหานั้นจะเป็นผู้กดปุ่มให้หัวหน้างานรับทราบและรีบเข้าไปแก้ไขทันทีเมื่อแก้ไขเสร็จให้กดปุ่มยกเลิก แต่ถ้าแก้ไขปัญหานั้นไม่ได้หรือต้องใช้เวลาแก้ไขเกินรอบเวลาผลิต หัวหน้างานจะกดปุ่มไฟสีแดงเพื่อให้หยุดการผลิตทุกสถานี เพื่อไม่ให้เกิดงานระหว่างผลิต ในการแก้ไขกรณีนี้หัวหน้าแผนก วิศวกรและผู้เกี่ยวข้องทั้งหมดจะต้องมาช่วยจนกว่าการแก้ไขจะเสร็จ จึงจะกดปุ่มยกเลิกสีแดงและเริ่มการผลิตใหม่ตามรอบเวลาผลิต ที่เหลือ และต้องผลิตให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ในแต่ละวัน หากไม่ทันในเวลาทำงานปกติจะต้องทำล่วงเวลาต่อเพื่อให้ได้จำนวนตามเป้าหมาย



ภาพที่ 5 ผังสายการผลิตแบบเซลล์ของสายการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง หลังปรับปรุง

ผลจากการปรับปรุงสายการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงให้เป็นระบบผลิตแบบเซลล์ ซึ่ง การจัดวางเครื่องจักรและสถานียังไม่เป็นแบบเซลล์ทั้งหมด บางสถานียังเป็นขั้นตอนการผลิตแบบเดิมอยู่บ้าง เนื่องจากข้อจำกัดหลายด้าน ซึ่งจะต้องปรับปรุงแก้ไขต่อไป สิ่งที่เห็นได้ชัดเจนสำหรับสายการผลิตที่พัฒนาขึ้นมาใหม่คือความคล่องตัวในการทำงาน เนื่องจากการเคลื่อนย้ายในสายการผลิตได้ยกเลิกการเคลื่อนย้ายแบบเดิมคือโรเลอร์ลาย เปลี่ยนเป็นการเคลื่อนย้ายบนรถเข็นแทน ทำให้การเคลื่อนย้ายเป็นไปอย่างสะดวกคล่องตัวและมีความปลอดภัยกว่าเดิมดูภาพที่ 6 และ ภาพที่ 8 ประกอบ



ภาพที่ 6 สายการผลิตแบบเซลล์หม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง หลังปรับปรุง



ภาพที่ 7 แผงสัญญาณแจ้งเตือนรอบเวลาผลิต



a) ก่อนปรับปรุง



b) หลังปรับปรุง

ภาพที่ 8 ภาพเปรียบเทียบการเคลื่อนย้ายหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง ก่อนและหลังปรับปรุง

สำหรับเวลาเตรียมการผลิต (Setup time) ในการผลิตแบบดั้งเดิมจะใช้เวลามากถึง 40 ชั่วโมงดังแสดงในตารางที่ 3 เวลาส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับ การจัดเตรียมเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการผลิต และการจัดอบรมพนักงานก่อนการผลิต หลังจากปรับปรุงเป็นการผลิตแบบเซลล์ สามารถลดเวลาในการเตรียมการผลิตลงได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากทุกขั้นตอนการผลิตในแต่ละสถานีงานได้จัดทำเป็นมาตรฐานการทำงานที่สามารถนำมาใช้ได้ทันที จึงทำให้เวลาเตรียมการผลิตลดลงถึง 90% โดยใช้เวลาเพียง 4 ชั่วโมงจากเดิมที่ใช้สูงถึง 40 ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 แสดงการเตรียมการผลิต หม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง ขนาด 150kVA ก่อนปรับปรุง
(หน่วย: ชั่วโมง)

ขั้นตอน	เวลา
1. จัดทำแผนปฏิบัติการไหลของกระบวนการผลิตในแต่ละสถานีงาน	8
2. ประชุมเพื่อซักซ้อมขั้นตอนการผลิตและความต่อเนื่องของแต่ละสถานีงานเพื่อให้ได้งานตามแผนการผลิต	4
3. คัดเลือกและมอบหมายงานในแต่ละสถานีงาน	8
4. อบรมพนักงานให้รับทราบขั้นตอนการผลิต แผนการผลิต และเป้าหมายการผลิต	8
5. จัดเครื่องมือและอุปกรณ์ในแต่ละสถานีงานให้เพียงพอ	4
6. รั่ววัตถุดิบส่งมาจากคลัง จัดและนับเข้าแต่ละสถานีงาน	8
รวม	40

ที่มา: ข้อมูลการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงปี 2547

ตารางที่ 4 แสดงการเตรียมการผลิต หม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงขนาด 150kVA หลังปรับปรุง
(หน่วย: ชั่วโมง)

ขั้นตอน	เวลา
1. เตรียมแบบฟอร์มมาตรฐานการทำงาน ตามรหัสงานที่จัดทำไว้พร้อมแล้ว	1
2. ประชุมรับทราบตารางการผลิตตามมาตรฐานของแต่ละสถานีงาน	1
3. มอบหมายงานให้พนักงานในแต่ละสถานีซึ่งมีรายชื่อระบุตามใบมาตรฐานงานอยู่แล้ว	0.5
4. จัดเครื่องมืออุปกรณ์ในแต่ละสถานีงาน ตามที่ระบุในมาตรฐานการทำงาน	0.5
5. รั่ววัตถุดิบส่งมาจากคลังวัตถุดิบซึ่งจะถูกส่งมาตามสถานีงานตามที่ระบุในใบมาตรฐานการทำงาน	1
รวมเวลา	4

ที่มา: ข้อมูลการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงขนาด 150kVA ปี 2548

จำนวนงานระหว่างผลิตของทุกสถานีงานลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน ซึ่งบางสถานีงานสามารถลดงานระหว่างผลิตลงได้ถึง 75 % (ดูงานระหว่างผลิตที่เกิดขึ้นในวันที่ 8 ของแต่ละสถานีงานในตารางที่ 5 และ 6 ประกอบ) แต่เมื่อพิจารณาทั้งสายการผลิตแล้วสามารถลดลงได้โดยเฉลี่ยประมาณ 22% เมื่อเทียบงานระหว่างผลิตก่อนปรับปรุง ทั้งนี้เนื่องจากของจำกัดของสถานีงานบางสถานียังไม่สามารถปรับแก้ไขได้

ตารางที่ 5 แสดงเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานระหว่างผลิตของแต่ละสถานีผลิตวันที่ 1 - 4 ของการผลิต
(หน่วย: ชิ้น)

สถานีงาน	วันที่ 1		วันที่ 2		วันที่ 3		วันที่ 4	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
ตัดแผ่นเหล็ก	4	-	4	1	4	1	4	1
เรียงแผ่นเหล็ก	-	-	4	1	4	1	4	1
พันขดลวด LV	4	4	4	4	4	4	4	4
พันขดลวด HV	-	-	4	2	4	2	4	2
ประกอบไส้หม้อแปลง	-	-	-	-	4	4	0	-
อบไส้หม้อแปลง	-	-	-	-	-	-	8	8
ประกอบลงแท็งค์	-	-	-	-	-	-	-	-
เติมน้ำมันหม้อแปลง	-	-	-	-	-	-	-	-
รอน้ำมันหม้อแปลงอิมตัว	-	-	-	-	-	-	-	-
ทดสอบหม้อแปลง	-	-	-	-	-	-	-	-
ประกอบคอกแต่งหม้อแปลง	-	-	-	-	-	-	-	-

ที่มา: ข้อมูลจำนวนชิ้นงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงขนาด 150kVA ปี 2547 และปี 2548

ตารางที่ 6 แสดงเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานระหว่างผลิตของแต่ละสถานีผลิต วันที่ 5 -8 ของการผลิต
(หน่วย: ชิ้น)

สถานีงาน	วันที่ 5		วันที่ 6		วันที่ 7		วันที่ 8	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
ตัดแผ่นเหล็ก	4	1	4	1	4	1	4	1
เรียงแผ่นเหล็ก	4	1	4	1	4	1	4	1
พันขดลวด LV	4	4	4	4	4	4	4	4
พันขดลวด HV	4	2	4	2	4	2	4	2
ประกอบไส้หม้อแปลง	4	4	0	-	4	4	0	0
อบไส้หม้อแปลง	8	8	12	12	8	8	12	12
ประกอบลงแท็งค์	-	-	-	-	-	-	-	-
เติมน้ำมันหม้อแปลง	-	-	-	-	-	-	-	-
รอน้ำมันหม้อแปลงอิมตัว	-	-	4	4	4	4	4	4
ทดสอบหม้อแปลง	-	-	-	-	4	4	4	4
ประกอบคอกแต่งหม้อแปลง	-	-	-	-	-	-	-	-

ที่มา: ข้อมูลจำนวนชิ้นงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูงขนาด 150kVA ปี 2547 และปี 2548

นอกจากนั้น จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเดือน มีนาคม 2549 ปรากฏว่า ช่วงเวลานำการผลิตสามารถลดลงจากเดิมได้โดยเฉลี่ยประมาณ 50 % (จากเดิม 2 สัปดาห์ ลดลงเหลือ 1 สัปดาห์ ในการเจรจาตกลงกับฝ่ายขาย) และ ประสิทธิภาพการใช้เครื่องจักร(Utilization) ก็สามารถเพิ่มขึ้นจากเดิมโดยเฉลี่ย 10 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 10.7 ทั้งนี้เนื่องจากสายการผลิตมีความสมดุล และมีการเสียของเครื่องจักรน้อยลง มีการควบคุมรอบเวลาผลิตของแต่ละสถานีงานด้วยแผนสัญญาณแจ้งเตือน และมีไฟสัญญาณแจ้งปัญหาการผลิตชัดเจนตามสถานีงาน ทำให้การประสานการทำงานและการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องเป็นไปอย่างรวดเร็ว และเน้นวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันมากขึ้น

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้เครื่องจักรในหนึ่งสัปดาห์ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

รายการ	ก่อนปรับปรุง(ชค/47)	หลังปรับปรุง(มีค./49)
เฉลี่ยชั่วโมงทำงานจริง(Average actual hours worked)	681	671
ชั่วโมงทำงานที่จัดให้ (Available hours) *	820	720
ประสิทธิภาพการใช้เครื่องจักร(Utilization)**	83%	93.3

* ชั่วโมงทำงานที่จัดให้ ขึ้นอยู่กับ จำนวนเครื่องจักร เวลาทำงานต่อวัน และ จำนวนวันต่อสัปดาห์

** Utilization = (Average actual hours worked/available hours) x 100%

โดยสรุปจากผลการพัฒนาและปรับปรุงสายการผลิตให้มีความสมดุล และเป็นสถานีนงานแบบ เซลล์ ทำให้ช่วงเวลานำการผลิต(Manufacturing Lead Time)ลดลงจากเดิมประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และ ประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องจักร(Utilization)สูงขึ้นจากเดิมมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ งานระหว่างผลิตในแต่ละสถานีนงานลดลงจากเดิมโดยเฉลี่ยมากกว่า 22 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังส่งผลให้เวลาในการเตรียมการผลิตสำหรับหม้อแปลงรุ่นใหม่ลดลงจากเดิมถึง 90 เปอร์เซ็นต์ (จาก 40 ชั่วโมง เหลือเพียง 4 ชั่วโมง) ขณะเดียวกัน ทำให้งานด้านการบริหารการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถควบคุม ติดตาม และรับรู้ความก้าวหน้าของการผลิตได้ง่ายและรวดเร็ว มีความประสานงานและร่วมมือกันในระหว่างสายการผลิตมากขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- Richard Cooney. 2002. Is "Lean" a universal production system? Batch production in the automotive Industry. **International Journal of Operations & Production Management.** 22: 1130-1147
- Dennis F.X Mathaisel and Clare L. Comm. 2000. Developing, implementing and transferring lean quality initiatives from the aerospace industry to all industries. **Managing Service Quality.** 10: 248-256
- Christer Karlsson. 2000. Sequences of manufacturing improvement initiatives:the case of delayering. **International Journal of Operations & Production Management.** 20: 1259-1277
- J T. Black.2000. **Cell design for Lean Manufacturing.** North American Manufacturing Research Conference. North America
- Chen, J.C. 1999. A Kaizen based approach for cellular manufacturing system design: A case study. **The journal of technology studies,** 15(2), 125-132 ,
- Gaiher, Norman. and FraZier, Gregory V. 1999 Production and Operations Management : Line Balancing 280-288, 5 th ed. , **International Thomson Publishing Company.** Ohio,
- Taj, S. and Cochran, D.C. Simulation and production planning for manufacturing cells. 1998. **Massachusetts Institute of technology, Department of Mechanical Engineering Cambridge, U.S.A.**
- David E Bowen. William E Youngdahi. 1998. "Lean" service : in defence of a production-line approach. **International Journal of Service Industry Management.** Vol.9 No.3. USA.

- Mr. Kitano , "Toyota Production System-One-by-One Confirmation" **University of Kentucky** , Lean Manufacturing Conference , May 14-16 ,1997
- James Womack. 1997. Apply lean thinking to a value stream to create a lean enterprise.
The Antinodote. 8: 11-14
- Jay Jina. Arindam K Bhattacharya. Andrew D Walton. 1997. **Applying lean principle for high product variety and low volumes : some issues and propositions.** Logistics Information Management Vol.10 No.1. USA.
- Lee, Quarterman , *Facilities and Workplace Design*, Atlanta, GA, **Engineering and Management Press**, 1997.
- Amrik S Sohal . 1996. Developing a lean production organization : an Australian case study.
International Journal of Operation & Production Management vol.16 No.2.USA
- Richard Lamming. 1996. Squaring lean supply with supply chain management. **International Journal of Operations & Production Management.** 16: 183-196
- Willem Niepce. Eric Molleman. 1996. Characteristics of work organization in lean production and sociotechnical systems: A case study . **International Journal of Operation & Production Management vol.16 No.2.** USA
- HILL, TERRY, Manufacturing Strategy, **Macmillan, London**, 1985.
- LEE, QUARTERMAN, "How To Optimize Manufacturing Focus", **Managing Technology Today, Vol. 1, No. 5** , September/October, 1992.
- Alexander, S.M. 1990. A Macro/Micro Modeling Approach the Simulation of Cellular Manufacturing System. **Department of Industrial Engineering University of Louisville, Kentucky, U.S.A.**
- John Miltenburg. **1989. Level Schedule for Mixed-Model Assembly Lines in Just-In-Time Production System.** Management Science vol.35 No.2 . USA.
- นิพนธ์ บัวแก้ว 2547 รู้จัก..ระบบการผลิตแบบลีน. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ
พิภพ ลลิตาภรณ์ 2549 การวางแผนและควบคุมการผลิต : บทที่ 13 การจัดสมดุลสายการผลิต ,พิมพ์ครั้งที่ 13
สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น กรุงเทพฯ

