การปรับปรุงกระบวนการผลิตวงกบประตูในโรงงานไม้โดยใช้เทคนิคลีน

สิริญาภรณ์ ประเสริฐ[1], กรกฎ ใยบัวเทศ ทิพยาวงศ์ [2]

[1]ปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[2]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Siriyapohn.pr@gmail.com

คำสำคัญ: เทคนิคลีน, สมดุลสายการผลิต

ABSTRACT

This independent study focuses on the improvement of doorframe production process using lean technique. The objective is to reduce the time and non-value-added activities, balance the production line and reduce delay in product delivery. The study started by analyzing the processes. The waste can be observed through value stream mapping, process chart, and fish-bone diagram. Using the ECRS technique eliminate waste at each workstation. The line balancing technique was then implemented to optimize production line. The processes are improved with the continuous flow under the conditions of customer requirements. The results of this research revealed that can reduce 1 step of necessary but non-value-added activity and total production time was reduced 14.57% from 1,341.48 seconds to 1,146.05 seconds. Line balance ratio increased by 62.23% and this production efficiency was increased by 57.40%. Improvements in production processes and delivery can increase on-time delivery of products ratio by 13.55%

1 บทคัดย่อ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ เป็นศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงกระบวนการผลิตวงกบประตูไม้ โดยใช้เทคนิคลีน โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อลดเวลาและขั้นตอนที่ไม่จำเป็น จัดทำสมดุลสายการผลิต และลดปัญหาการส่งมอบผลิตภัณฑ์ล่าช้า ผู้วิจัยเริ่มทำการศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการเพื่อให้สามารถมองเห็นความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นด้วยแผนผังสายธารคุณค่า แผนภูมิกระบวนการ รวมถึงแผนผังก้างปลา อาศัยเทคนิค ECRS ในการกำจัดความสูญเปล่าในแต่ละขั้นตอน สามารถลดได้ 1 ขั้นตอน ลดเวลาได้ 195.43 วินาที คิดเป็นร้อยละ 14.57 และใช้เครื่องมือจัดสมดุลสายการผลิต เพื่อทำให้กระบวนการสามารถไหลอย่างต่อเนื่องภายใต้เงื่อนไขความต้องการของลูกค้า ทำให้อัตราส่วนสมดุลสายการผลิต เพิ่มขึ้นร้อยละ 62.23 และ ประสิทธิภาพสายการผลิต เพิ่มขึ้นร้อยละ 57.40 จากการปรับปรุงกระบวนการผลิตและการส่งมอบให้สามารถส่งมอบผลิตภัณฑ์ได้ตรงเวลามากยิ่งขึ้น สามารถลดปัญหาการส่งมอบผลิตภัณฑ์ล่าช้าได้ร้อยละ 13.55

2 บทนำ

2.1 ที่มาและความสำคัญ

โรงงาน เชียงใหม่สุขสวัสดิ์ ผลิตสินค้าหลักคือ วงกบประตูไม้มาตรฐาน ซึ่งมีทั้งหมด 7 ขนาด โดยทุกขนาดมีความยาวเท่ากัน แตกต่างกันที่ความกว้างของวงกบประตู ผู้จิวัยพบว่า ปริมาณความต้องการสินค้าวงกบประตูมาตรฐาน คือ ขนาด 0.80 x 2.00 เมตร มีปริมาณความต้องการสูงที่สุดร้อยละ 65.20 ของปริมาณความต้องการวงกบประตูมาตรฐานทั้งหมด

ในกระบวนการผลิต ใช้แรงงานจากคนควบคู่กับเครื่องจักร ไม่มีขั้นตอนการดำเนินงานภายในที่ชัดเจนและขอบเขตเวลาในการผลิตไม่ได้ถูกกำหนดไว้เหมือนกับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการผลิตต่ำไม่ได้ตามเป้าหมายที่วางไว้ พบความล่าช้าในการกระบวนการผลิต เนื่องจากมีการจัดสายการผลิตที่ไม่เป็นระบบ จากการสำรวจแต่ละขั้นตอน ความสูญเปล่าจากการว่างงานของคนและเครื่องจักรทำงานไม่เต็มที่ ส่งผลกระทบต่อการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้การลูกค้าเกิดความล่าช้า

2.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

(a) เพื่อลดเวลาและขั้นตอนที่ไม่จำเป็นในกระบวนการผลิตวงกบประตูไม้มาตรฐาน
(b) เพื่อจัดทำสมดุลสายการผลิตในกระบวนการผลิตวงกบประตูไม้มาตรฐาน
(c) เพื่อลดปัญหาการส่งมอบผลิตภัณฑ์ล่าช้า

2.3 ขอบเขตการศึกษา

(a) โรงงานที่ทำการศึกษาวิจัย โรงงานเชียงใหม่สุขสวัสดิ์ ตำบล ลวงเหนือ อำเภอ ดอยสะเก็ด เชียงใหม่ 50220

(b) ศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการผลิตวงกบประตูไม้มาตรฐาน โดยการสร้างสายธารคุณค่า แผนภูมิกระบวนการ แผนภาพการไหล ทำการปรับปรุงกระบวนการ ด้วยหลัก ECRS และการจัดสมดุลสายการผลิต

2.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา

(a) ทราบถึงความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

(b) สามารถลดเวลา และขั้นตอนของการผลิต

(c) ทำให้สายการผลิตเกิดความสมดุล

(d) สามารถส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้แก่ลูกค้าได้ทันเวลามากยิ่งขึ้น

3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษากระบวนการผลิต และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการผลิตวงกบประตูไม้มาตรฐาน และสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น จากนั้นทำการเขียนและวิเคราะห์กระบวนการในภาพรวมโดยใช้สายธารคุณค่าปัจจุบัน ศึกษาเอกสารงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงกระบวนการผลิต ประกอบด้วย 7 Waste, Lean, และ Line Balancing

2. วิเคราะห์กระบวนการผลิตสภาพปัจจุบัน ประกอบด้วย ความสูญเปล่า ประสิทธิภาพการผลิต และสมดุลสายการผลิต โดยการใช้ แผนภูมิกระบวนการ แผนภาพการไหล วิเคราะห์ความสูญเปล่า และสมดุลสายการผลิต

3. เก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนการทำงานในกระบวนการผลิตปัจจุบัน เวลา กำลังคน เครื่องจักรที่ใช้ ระยะทางการขนส่งระหว่างสถานีงาน ระยะเวลาในการขนส่งชิ้นส่วนประกอบ และระยะเวลารอระหว่างจุดงาน จากเอกสารข้อมูล การสัมภาษณ์ และการสังเกตการปฏิบัติจริง

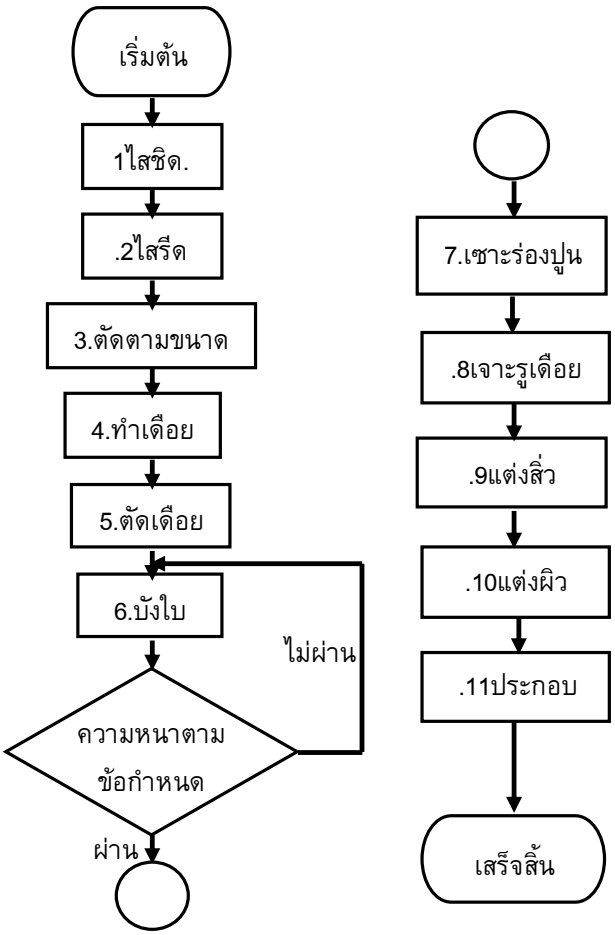
4. ปรับปรุงกระบวนการผลิต เริ่มจากการใช้หลัก ECRS ในการขจัดความสูญเปล่าที่พบ จากนั้นใช้การจัดสมดุลสายการผลิต ทำให้กระบวนการเกิดการไหลอย่างต่อเนื่องภายใต้เงื่อนไขที่ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า

5. วิเคราะห์และประเมินผล ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต สมดุลสายการผลิตหลังจากการปรับปรุง เขียนและวิเคราะห์โดยนำแผนผังสายธารคุณค่าอนาคต ประเมินผลจากเวลาและขั้นตอนในกระบวนการผลิต ความสมดุลในกระบวนการผลิต และการลดปัญหาการส่งมอบผลิตภัณฑ์ล่าช้าให้แก่ลูกค้า

6. สรุปผลการวิจัย และอภิปรายผลจากการดำเนินงานในการปรับปรุง

4 ผลการวิจัย

4.1 การวิเคราะห์สภาพการทำงานปัจจุบัน กระบวนการผลิตวงกบประตูไม้มาตรฐาน มีขั้นตอนการผลิตดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 1



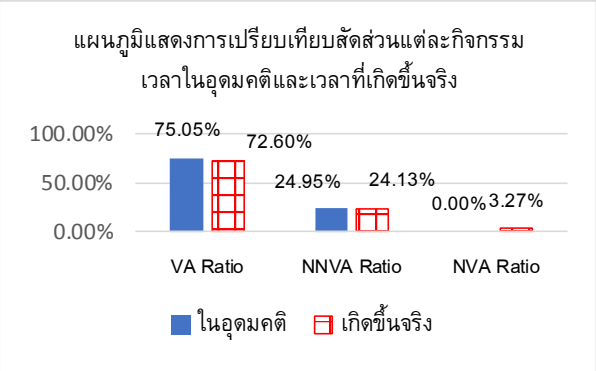
รูปที่ 1 ขั้นตอนการผลิตวงกบประตูไม้มาตรฐาน

1) การวิเคราะห์สภาพการทำงานปัจจุบันด้วยแผนภูมิกระบวนการ ขั้นตอนการผลิตงาน ณ เวลาที่ทำการเก็บข้อมูล แบ่งออกเป็น 19 ขั้นตอน พบว่าในกระบวนการผลิตวงกบประตูไม้มาตรฐาน เกิดงาน 12

ขั้นตอน การขนย้าย 4 ครั้ง และ การตรวจสอบ 1 ครั้ง และการรอ 2 ครั้ง

2) แผนภาพการไหล ตั้งแต่ขั้นตอนไสชิด ไปยังขั้นตอนประกอบ แสดงให้เห็นระยะทางในการขนย้าย จากจุดงานไสรีดไปยังจุดงานตัดไม้มีระยะห่างถึง 12 เมตร และจากจุดงานเซาะร่องไปยังจุดงานเจาะรูเดือยระยะทางห่างถึง 7.80 เมตร เป็นผลให้การขนย้ายในจุดงานดังกล่าวใช้เวลานาน ถึงเป็นความสูญเปล่าเนื่องจากการขนย้าที่ระห่างระหว่างจุดงานไกลกัน

3) การวิเคราะห์โดยใช้สายธารแห่งคุณค่า แสดงให้เห็นเวลาและสัดส่วนของแต่ละกิจกรรม ดังรูปที่ 2 พบว่าเวลาที่เกิดขึ้นจริงปรากฏความสูญเปล่าเนื่องจากการรอก่อนการนำงานออกไปจากสถานีไสรีด และเซาะร่อง ที่รอจนกว่าชิ้นส่วนประกอบจะครบ 100 วง จึงจะทำการขนย้ายเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า รวมถึงกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่าแต่จำเป็นมีสัดส่วนมากถึงร้อยละ 24-25



รูปที่ 2 สัดส่วนเวลาแต่ละกิจกรรมก่อนการปรับปรุง

จากรูปการปรับปรุงเฉาะพกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่าอย่างเดียวนั้นยังไม่เพียงพอ ต้องมองไปถึงกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่าแต่จำเป็นว่าที่สามารถขจัดออกได้หรือไม่

4) ปัญหาการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า ทางโรงงานและผู้วิจัยได้ร่วมกันเก็บข้อมูลการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้แก่ลูกค้า ดังแสดงให้เห็นในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงปัญหาในการส่งมอบผลิตภัณฑ์

เดือน พ.ศ.2560-2561	เปอร์เซ็นต์การส่งมอบ	
	ตรงเวลา	ล่าช้า
ตุลาคม	38.52%	61.48%
พฤศจิกายน	23.29%	76.71%
ธันวาคม	37.76%	62.24%
มกราคม	31.98%	68.02%
กุมภาพันธ์	29.04%	70.96%
เฉลี่ย	32.12%	67.88%

จากตารางปัญหาในการส่งมอบล่าช้าเฉลี่ยร้อยละ 67.88 สะท้อนให้เห็นปัญหาของกระบวนการผลิตที่ไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ นำไปสู่การวิเคราะห์หาสาเหตุ โดยใช้แผนผังก้างปลา พบสาเหตุ 3 ประการ ดังนี้คือ

(a) ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

(b) ไม่มีการติดตามสถานะคำสั่งซื้ออย่างต่อเนื่อง

(c) ขาดการสื่อสาร แบ่งปันข้อมูลระหว่างแผนก

4.2 การปรับปรุงกระบวนการผลิต

4.2.1.การนำหลัก ECRS มาใช้ในการปรับปรุง

1) ลดจำนวนชิ้นส่วนระหว่างกระบวนการก่อนการขนย้ายจากจุดงานไสรีด และ จุดงานเซาะร่องปูน สามารถลดเวลาในการรองานก่อนนำออกจากจุดงานดังกล่าว และยังส่งผลทำให้การขนย้ายป็นไปได้อย่างสะดวก ลดเวลาในการขนย้าย

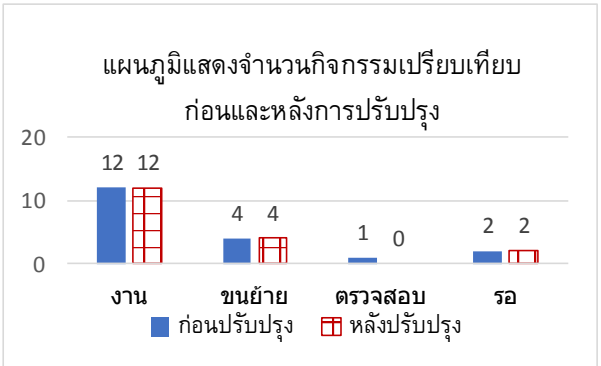
2) การรวมจุดงาน : จุดงานไส ไสชิดและไสรีดเข้าด้วยกัน ลดเวลาลงได้ 32.25 วินาที คิดเป็นร้อยละ 13.52

3) จุดงานบังใบ ทำการรวมขั้นตอนการทำงานและการตรวจสอบเข้าด้วยกัน สามารถลดเวลาลงได้ 5.23 วินาที คิดเป็นร้อยละ 8.35

4) จุดงานเจาะรูเดือย ทำ Jig สำหรับการเจาะรูเดือยชิ้นส่วนของคอวงกบ ลดเวลาลงได้ 13.25 วินาที คิดเป็น ร้อยละ 18.07

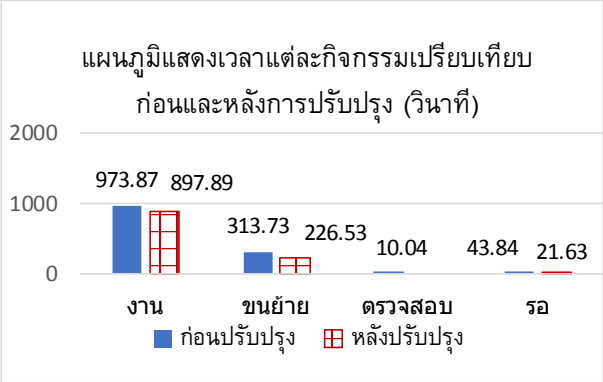
5) จุดงานประกอบ มีจัดการเตรียมอุปกรณ์ และการวางชิ้นส่วนประกอบให้อยู่ในตำแหน่งที่พร้อมใช้งาน ลดเวลาลงได้ 35.29 วินาที คิดเป็นร้อยละ 12.96

จากการปรับปรุงกระบวนการผลิตวงกบประตูไม้ดังกล่าว สามารถลดขั้นตอน ดังแสดงจากรูปที่ 3



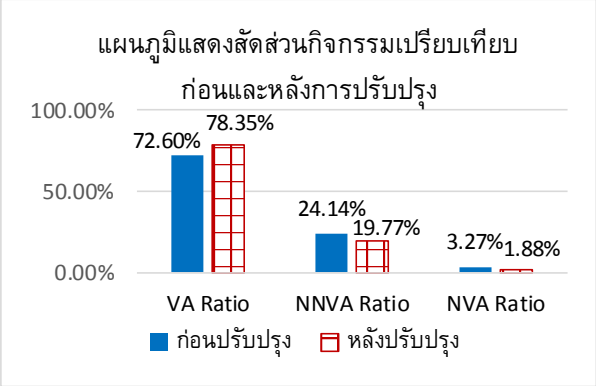
รูปที่ 3 แผนภูมิแสดงจำนวนแต่ละกิจกรรม

สามารถลดการตรวจสอบลงได้ 1 ขั้นตอน ซึ่งการขนย้ายและการรอคอยไม่สามารถลดลงได้เนื่องจากติดอุปสรรคในเรื่องแผนผังกระบวนการ และแสดงเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละกิจกรรมจากรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนภูมิแสดงเวลาในแต่ละกิจกรรมกรรม

เวลาในกิจกรรมที่ทำให้เกิดงานมีลดลง รวมทั้งการขนย้ายมีรอบเวลาที่ลดลง สอดคล้องกับเวลาในการรอที่ลดลง สะท้อนให้เห็นในรูปที่ 5



รูปที่ 5 แผนภูมิแสดงสัดส่วนแต่ละกิจกรรมตามเทคนิคลีน

กิจกรรมที่เกิดคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์มีสัดส่วนสูงขึ้น สอดคล้องกับกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าแก่ผลิตภัณฑ์แต่จำเป็นมีสัดส่วนลดลง เนื่องจากรวมการตรวจสอบเข้าไว้ในการทำงานของพนักงานในจุดการบังใบ และลดชิ้นส่วนระหว่างกระบวนการทำให้การขนย้ายสะดวกและใช้เวลาลดลง ทำให้สัดส่วนของกิจกรรมไม่ก่อให้เกิดคุณค่าลดลง

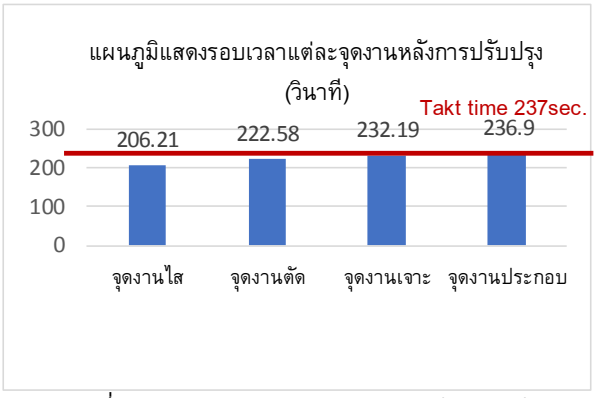
4.2.2 รวมสถานีงานโดยการจัดสมดุลสายการผลิต

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{เวลาที่ใช้ในการผลิตต่อวัน}}{\text{ปริมาณที่ลูกค้าต้องการต่อวัน}} = \frac{18{,}000 \text{ วินาทีต่อวัน}}{76 \text{ วงต่อวัน}}$$

ความต้องการของลูกค้าต่อวงกบประตูไม้มาตรฐาน ขนาด 0.80 x 2.00 เมตร คือ 237 วินาทีต่อวง

ก่อนการปรับปรุงจุดงานย่อย 11 จุดงาน แต่ละจุดงานมีเวลาในการผลิตที่แตกต่างกัน ทำให้อัตราส่วนสมดุลสายการผลิตร้อยละ 32.52 และประสิทธิภาพสายการผลิตร้อยละ 37.35

ทำการรวมจุดงานเป็น 4 จุดงานใหญ่ ภายใต้เงื่อนไขความต้องการของลูกค้า ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงรอบเวลาแต่ละจุดงานหลังการปรับปรุง

พบว่า อัตราส่วนวมดุลสายการผลิต หลังการปรับปรุงเพิ่มขึ้น ร้อยละ 62.23 และ ประสิทธิภาพสายการผลิต หลังการปรับปรุงเพิ่มขึ้น ร้อยละ 57.40

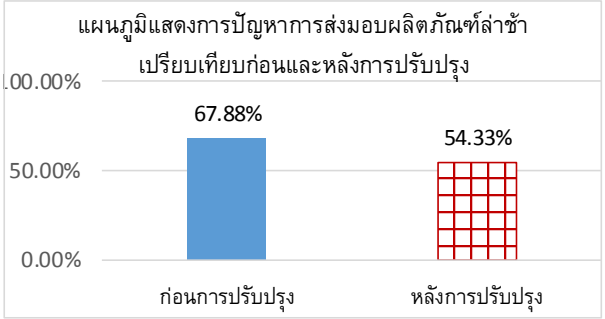
4.2.3 การปรับปรุงการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้แก่ลูกค้า จากแผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุ นำไปสู่การปรับปรุงดังนี้

1) ปรับปรุงกระบวนการผลิตดังที่กล่าวมาในหัวข้อ 4.2 การปรับปรุงกระบวนการผลิต

2) เพิ่มการติดตามสถานะคำสั่งซื้อสินค้าทั้งที่หน้างานจริง และในระบบ

3) การประชุมระหว่างแผนก ในหัวข้อการส่งมอบผลิตภัณฑ์ล่าช้า เพื่อการแบ่งปันข้อมูลระหว่างกัน โดยแสดงข้อมูลสถานะการผลิตที่เป็นปัจจุบันอย่างสม่ำเสมอ

ทำให้สามารถส่งมอบผลิตภัณฑ์ล่าช้าลดลงอยู่ที่ร้อยละ 54.34 ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 แผนภูมิแสดงปัญหาการส่งมอบผลิตภัณฑ์

การปรับปรุงจากทั้งกระบวนการผลิตและการส่งมอบทำให้ปัญหาการส่งมอบลดลงร้อยละ 13.55

5 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการผลิตวงกบประตูไม้มาตรฐาน โดยนำเอาเทคนิคลีนมาใช้ลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิต

1) ทำการลดขั้นตอนและเวลาที่ไม่จำเป็น

การนำหลักการ ECRS มาใช้ในการปรับปรุง สามารถลดเวลาการผลิตรวมลงได้ จากเดิม 1,341.48 วินาที เหลือ 1,146.05 วินาที หรือ ร้อยละ 14.57

กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดคุณค่าแต่จำเป็นต้องมี ได้ลดการตรวจสอบได้ 1 ขั้นตอน และลดจำนวนชิ้นส่วนระหว่างกระบวนการก่อนการขนย้ายจากจุดงานไสรีด และ จุดงานเซาะร่องปูนจากเดิม 100 วงเป็น 50 วง ทำให้การขนย้ายสะดวกมากขึ้น สามารถลดเวลา จากเดิม 323.77 วินาทีต่อวง เป็น 226.53 วินาทีต่อวง ซึ่งลดลงไปร้อยละ 30.03 ของรอบเวลากิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดคุณค่าแต่จำเป็นต้องมี

กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดคุณค่า ได้ลดจำนวนชิ้นส่วนระหว่างกระบวนการก่อนการขนย้ายจากจุดงานไสรีด และจุดงานเซาะร่องปูนจากเดิม 100 วงเป็น 50 วง ทำให้เวลาในการรอคอยลดลง จากเดิม 43.48 วินาทีต่อวง เป็น 21.63 วินาทีต่อวง ซึ่งลดลงไปร้อยละ 50.25 ของรอบเวลากิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดคุณค่า

กิจกรรมที่ทำให้เกิดคุณค่า จากการกำจัดความสูญเปล่าที่แอบแฝงอยู่ในขั้นตอนการทำงาน ได้แก่ ขั้นตอนไสชิด ไสรีด บังใบ เซาะร่องปูน เจาะรูเดือย และขั้นตอนการประกอบ สามารถลดเวลาในกิจกรรมดังกล่าว จากเดิม 973.87 วินาทีต่อวง เป็น 897.89 วินาทีต่อวง ซึ่งลดลงไปร้อยละ 7.80 ของรอบเวลากิจกรรมที่ทำให้เกิดคุณค่า

2) การจัดทำสมดุลสายการผลิต

รวมงานที่มีการทำงานลักษณะใกล้เคียงกันเข้าด้วยกันภายใต้เงื่อนไขความต้องการของลูกค้าที่ 237 วินาทีต่อวง เป็น 4 จุดงานใหญ่ทำงานแบบเซลล์ ส่งผลให้อัตราส่วนสมดุลสายการผลิต เพิ่มขึ้นร้อยละ 62.23 และประสิทธิภาพสายการผลิต เพิ่มขึ้นร้อยละ 57.40

3) ลดปัญหาการส่งมอบผลิตภัณฑ์ล่าช้า

จากการปรับปรุงการผลิต และการส่งมอบ สามารถลดปัญหาการส่งมอบผลิตภัณฑ์ล่าช้า ได้ถึงร้อยละ 13.55

เอกสารอ้างอิง

[1] กฤษฎา วงศ์วรรณ. (2557). การปรับปรุงผลิตภาพในการผลิตประตู-หน้าต่างด้วยเทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[2] ชยสุ เครือวิทย์. (2555). การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตพื้นกระเบื้องคอนกรีตพิมพ์ลายโดยใช้เทคนิคลีน. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[3] ณชาศิลป์ เจริญกุล. (2557). การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตยางพาราแผ่นดิบโดยใช้เทคนิคลีน. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[4] ดารน้อย นารีพล. (2552). การปรับปรุงปริมาณชิ้นส่วนระหว่างกระบวนการผลิตโดยใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษาโรงงานประกอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์. การค้นคว้าด้วยตนเองปริญญามหาบัณฑิต วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[5] นัชชา แซ่ลิ้ม. (2557). การปรับปรุงการผลิตในแผนกต้นแบบของโรงงานผลิตเครื่องประดับด้วยเทคนิคลีน. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[6] ปฐมพงษ์ หอมศรี และ จักรพรรณ คงธนะ. (2555). การพัฒนาระบบการจัดการสินค้าคงคลัง: กรณีศึกษาบริษัทติดตั้ง และบำรุงรักษาเครื่องจักรของโรงงาน SME. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. 57(2), หน้า 42 – 56.1

[7] ยุทธ ไกยวรรณ์. (2545). การบริหารการผลิตในงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์สื่อเสริม กรุงเทพ

[8] รัตติยา รายณะสุข และ ชุมพล ยวงใย. (2555). การปรับปรุงกระบวนการผลิตของโรงงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์. เอกสารการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ. 2555 , เพชรบุรี.

[9] วิจิตรา ประเสริฐธรรม. (2534). ระบบการผลิต. กรุงเทพมหานคร : คณะวิทยาการจัดการ สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.

[10] สมศักดิ์ ตรีสัตย์. (2531). การออกแบบและวางผังโรงงาน. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). หน้า 37 - 38.

[11] สามารถ ศิริสมพล. (2554). การกำหนดจำนวนมาตรฐานพนักงาน กรณีศึกษา กระบวนการผลิต

ประกอบ (Assembly Process) ของโรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แผงวงจรไฟฟ้าชนิดยืดหยุ่น. การค้นคว้าด้วยตนเองปริญญามหาบัณฑิต วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[12] สุขุม มั่นคง. (2559). แผนผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping (VSM)). (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มาจาก :http://vsmja.blogspot.com. วันที่ค้นข้อมูล: 9 พฤศจิกายน 2560.

[13] Antosz, K., Stadnicka, D. (2017). Lean Philosophy Implementation in SMEs. 7th International Conference on Engineering, Project, and Production Management (EPPM 2016), September 21-23, Bialystok, Poland. Procedia Engineering, Vol. 182, Pages 25 – 32.

[14] Fawaz, A. A., Jayant, R. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. International Journal of Production Economics, 107, Pages 223–236.

[15] Lam, N.T., Le, M. T., Vu, T. T., Do, N. H. (2016). Lean line balancing for an electronics assembly line. 13th Global Conference on Sustainable Manufacturing. Procedia CIRP, Vol. 40, Pages 437 – 442.

[16] Nyembaa, W. R., Mbohwab, C. (2016). Process mapping and optimization of the process flows of a furniture manufacturing company in Zimbabwe using machine distance matrices. 14th Global Conference on Sustainable Manufacturing (GCSM 2016), October 3-5, Stellenbosch, South Africa. Procedia Manufacturing, Vol. 8, Pages 447 – 454.

[17] Strategos-International. (2016). How to Chart (Map) Your Process A Step-By-Step Tutorial. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มาจาก : http://www.strategosinc.com/process_map_example.htm. วันที่ค้นข้อมูล: 10 พฤศจิกายน 2560.

[18] Sujováa, A., Marcinekováb, K. (2015). Improvement of Business Processes – a Research Study in Wood-processing Companies of Slovakia. Procedia Economics and Finance, Vol. 34, Pages 296-302.

[19] Sutari, O. (2015). Process Improvement using Lean Principles on the Manufacturing of Wind Turbine Components– a Case Study. 4th International Conference on Materials Processing and Characterization. Materials Today, Proceedings Vol. 2, Pages 3429-3437