

การพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตโดยการลดรอบเวลา กรณีศึกษา โรงงานผลิตยา

Productivity Improvements by Reducing Cycle Time Case Study: Pharmaceutical
Manufacturing Plant

นลิน นิลผึ้ง (Nalin Nilpung)* ดร.อรรถกร เก่งพล (Dr.Athakorn Kengpol)**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตยาฉีดผงที่ทำให้เกิดผลผลิตมากที่สุด จากข้อมูล เดือน กันยายน พ.ศ. 2554 – สิงหาคม พ.ศ. 2555 ที่ได้จากฝ่ายวางแผนของ โรงงานกรณีศึกษา พบว่า ปริมาณการผลิตไม่ตอบสนองต่อปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้า โดยปริมาณการผลิตรองรับประมาณ 89% ของปริมาณการสั่งซื้อ ซึ่งมีค่าเสียโอกาสประมาณ 2.9 ล้านบาทต่อเดือน ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะลดขั้นตอนและรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) โดยมีแนวคิดที่จะประยุกต์ใช้ การศึกษาการทำงาน (Work Study) และวิธีการออกแบบเพื่อประกอบ (Design for Assembly: DFA) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต โดยหาเวลามาตรฐานในการทำงานและลดขั้นตอนในการทำงานที่ไม่จำเป็น พร้อมออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่สามารถลดขั้นตอนและเวลาในการทำงาน เพื่อเพิ่มปริมาณการผลิตให้สามารถตอบสนองต่อปริมาณการสั่งซื้อจากลูกค้า ผลจากการศึกษาทำให้สามารถลดเวลาที่ใช้ในการผลิตลงได้ 34.62 % และทำให้สามารถรองรับปริมาณการสั่งซื้อได้เพิ่มขึ้นจากเดิมเป็น 95% คิดเป็นเงินที่ได้กลับมา 1.45 ล้านบาทต่อเดือน

ABSTRACT

The objective of this research aims to improve the process of manufacturing injection powder to increase productivity. The researcher collects data for September 2011 to August 2012 from the Planning Department. Found Productivity did not respond to orders quantity from customers. Productivity for Production for about 89% of the order quantity. The opportunity cost of approximately 2.9 million baht per month. Researchers applied Work Study to standard best practices, and Design for Assembly: DFA to reduce process is not necessary to ate the productivity produced. To productivity respond to orders quantity from customers. According to the results, the outcome to reduce process and cycle time 34.62% and increased 95% respond to orders quantity that was returned to 1.45 million baht per month.

คำสำคัญ: รอบเวลาการผลิต การศึกษาการทำงาน วิธีการออกแบบเพื่อประกอบ

Key Words: Cycle Time, Work Study, Design for Assembly

* นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทนำ

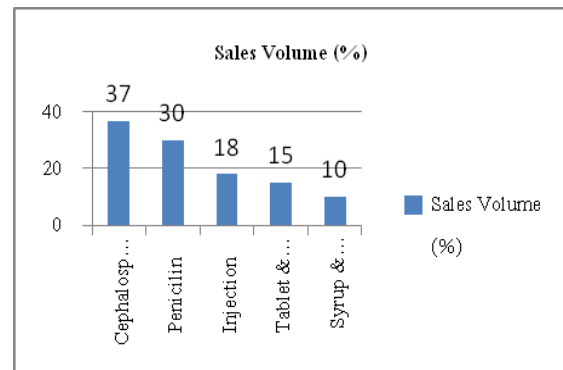
ในปัจจุบันของอุตสาหกรรมยาที่มีการแข่งขันกันสูง เนื่องจากยาเป็นปัจจัยสี่ในความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ ทำให้อุตสาหกรรมยามีขายตัว กลยุทธ์ต่างๆ ได้ถูกนำออกมาใช้เพื่อสร้างความได้เปรียบทางธุรกิจ เช่น การจัดการคลังสินค้า การปรับปรุงการวางแผนการผลิต และการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญ คือ ในอุตสาหกรรมยา ต้องมีการพัฒนาประสิทธิภาพในการผลิตอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะส่งผลให้ลดต้นทุนในการผลิตและเพิ่มผลผลิตในกระบวนการ ทำให้อุตสาหกรรมได้เปรียบคู่แข่งในด้านต้นทุนการผลิตที่ต่ำและเพิ่มกำไรในอุตสาหกรรมยาดังนั้น การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมยา เป็นการเพื่อเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตและยังสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้อีกด้วย จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้บริหารองค์กรไม่ควรมองข้าม

โรงงานกรณีศึกษา เป็นโรงงานที่ผลิตยาเพื่อส่งออกทั้งในประเทศและต่างประเทศ ปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษากำลังประสบปัญหาการส่งมอบสินค้าไม่ทันความต้องการของลูกค้า เนื่องจากเกิดปัญหาคอขวด (Bottle Neck) ในการผลิต กล่าวคือ แต่ละรุ่นการผลิตใช้เวลาในการผลิตนานทำให้เกิดการรอคอยงานระหว่างการผลิต เนื่องจากรอคอยงานในขั้นตอนถัดไป ดังนั้นการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการลดเวลาในการผลิตจะทำให้เกิดสมดุลการผลิตที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะสามารถทำให้ บริษัทกรณีศึกษาสามารถส่งมอบสินค้าให้แก่ลูกค้าได้ทันเวลา ทำให้ลดต้นทุนการผลิตและสร้างประโยชน์ให้แก่โรงงานกรณีศึกษามากที่สุด

จากข้อมูลพบว่า ปริมาณการสั่งซื้อยาของโรงงานกรณีศึกษาพบว่า ยาประเภท Cephalosporin เป็นยาที่ทำกำไรให้โรงงานกรณีศึกษามากที่สุด งานวิจัยนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาเฉพาะกระบวนการผลิตยา Cephalosporin ในโรงงานกรณีศึกษา เนื่องจากเป็น

ประเภทยาที่มีปริมาณการสั่งซื้อจำนวนมากและเป็นประเภทที่ทำโรงงานกรณีศึกษามีกำไรสูงที่สุด

จากข้อมูล เดือน กันยายน พ.ศ. 2554 – สิงหาคม พ.ศ. 2555 พบว่าปริมาณการผลิตไม่ตอบสนองต่อปริมาณการสั่งซื้อ โดยปริมาณการผลิตคิดเป็น 89% ของปริมาณการสั่งซื้อ



ภาพที่ 1 ยอดขายของโรงงานกรณีศึกษา

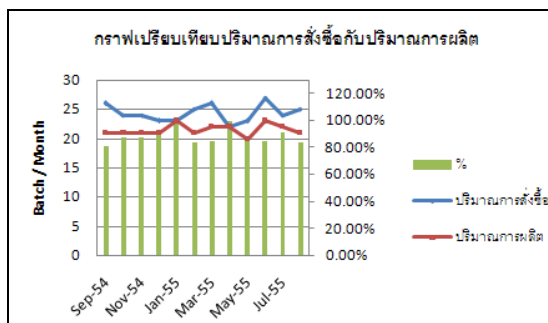
ปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษาเสียโอกาสในการขายเนื่องจากโรงงานกรณีศึกษาประสบปัญหาส่งมอบยาไม่ทันความต้องการของลูกค้า จากข้อมูล เดือน กันยายน พ.ศ. 2554 – สิงหาคม พ.ศ. 2555 พบว่าปริมาณการผลิตไม่ตอบสนองต่อปริมาณการสั่งซื้อ โดยปริมาณการผลิตคิดเป็น 89% ของปริมาณการสั่งซื้อ

ตารางที่ 1 ปริมาณการผลิตเทียบกับปริมาณการสั่งซื้อ
(Batch/Month)

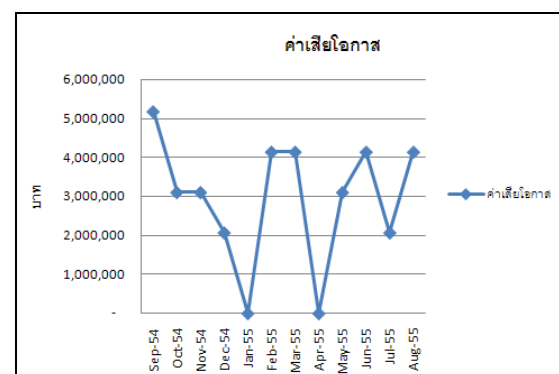
พ.ศ. 2554 - 2555	ปริมาณการสั่งซื้อ	ปริมาณการผลิต	ร้อยละ
กันยายน	26	21	80.77%
ตุลาคม	24	21	87.50%
พฤศจิกายน	24	21	87.50%
ธันวาคม	23	21	91.30%
มกราคม	23	23	100.00%
กุมภาพันธ์	25	21	84.00%
มีนาคม	26	22	84.62%
เมษายน	22	22	100.00%
พฤษภาคม	23	20	86.96%
มิถุนายน	27	23	85.19%
กรกฎาคม	24	22	91.67%
สิงหาคม	25	21	84.00%
เฉลี่ย	25	21	88.62%

ตารางที่ 2 ข้อมูลค่าเสียโอกาสในการส่งมอบ

พ.ศ.2554 - 2555	มูลค่าการสั่งซื้อ (บาท)	มูลค่าการผลิต (บาท)	ค่าเสียโอกาส (บาท)
กันยายน	27,040,000	21,840,000	5,200,000
ตุลาคม	24,960,000	21,840,000	3,120,000
พฤศจิกายน	24,960,000	21,840,000	3,120,000
ธันวาคม	23,920,000	21,840,000	2,080,000
มกราคม	23,920,000	23,920,000	-
กุมภาพันธ์	26,000,000	21,840,000	4,160,000
มีนาคม	27,040,000	22,880,000	4,160,000
เมษายน	22,880,000	22,880,000	-
พฤษภาคม	23,920,000	20,800,000	3,120,000
มิถุนายน	28,080,000	23,920,000	4,160,000
กรกฎาคม	24,960,000	22,880,000	2,080,000
สิงหาคม	26,000,000	21,840,000	4,160,000
เฉลี่ย	25,306,667	22,360,000	2,946,667



ภาพที่ 2 กราฟเปรียบเทียบปริมาณการผลิตและปริมาณการสั่งซื้อ



ภาพที่ 3 ค่าเสียโอกาส (บาท) ในการส่งมอบ

จากตารางที่ 1 พบว่าปริมาณส่งมอบโดยเฉลี่ยคิดเป็น 89% ของปริมาณการสั่งซื้อ ซึ่งเสียโอกาสในการขายประมาณ 4 Batch ต่อเดือน หรือเฉลี่ย 2,900,000 บาท ตามตารางที่ 2

จากปัญหาการส่งมอบสินค้าไม่ครบตามปริมาณการสั่งซื้อ พบว่าปัญหาที่เกิดจากมีรอบการผลิต (Cycle Time) นาน เกิดความไม่สมดุลในสายการผลิต มีปัญหาคอขวดทำให้มีต้นทุนในการผลิตสูงเกินความจำเป็นทำให้ส่งมอบสินค้าไม่ทันกำหนดของลูกค้า ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะลดเวลาที่ใช้ในการผลิต โดยมีแนวคิดที่จะประยุกต์ใช้การศึกษางาน (Work

Study) โดยหาเวลามาตรฐานในการทำงานและวิธีการออกแบบเพื่อการประกอบ (Design for Assembly: DFA) เพื่อลดขั้นตอนในการทำงานที่ไม่จำเป็นและลดเวลาในการผลิต ซึ่งจะทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตสามารถตอบสนองต่อปริมาณการสั่งซื้อจากลูกค้า

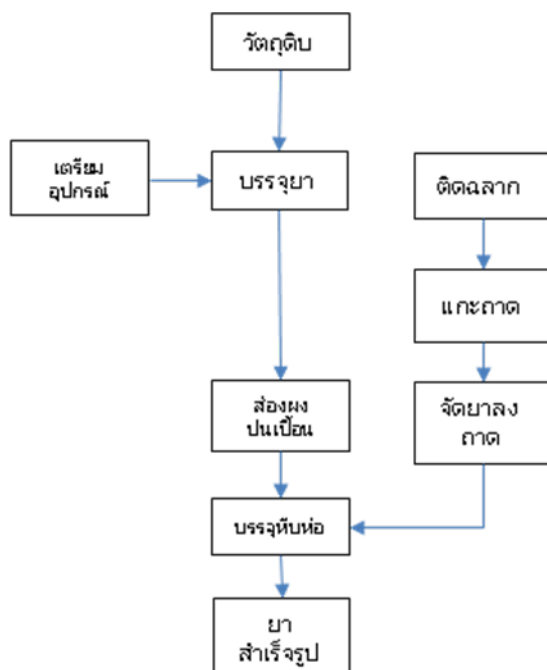
วัตถุประสงค์การวิจัย

ลด Cycle Time ในกระบวนการผลิตยา เพิ่มปริมาณการผลิต ให้สามารถตอบสนองต่อปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้า

วิธีการวิจัย

1. ศึกษาสภาพการดำเนินงานของโรงงานกรณีศึกษา และปัญหาที่เกิดขึ้น

เป็นการศึกษากระบวนการผลิตยาชนิดผง ซึ่งหลังจากผู้วิจัยเข้าไปศึกษากระบวนการผลิต สามารถอธิบายได้ดังนี้



ภาพที่ 4 กระบวนการผลิตยาชนิดผง

จากการศึกษากระบวนการผลิตยาชนิดผงพบว่า ที่กระบวนการส่งผงปนเปื้อนและกระบวนการบรรจุหีบห่อ ใช้เวลานานในการผลิต และที่กระบวนการ

ดังกล่าวเกิดปัญหาคอขวด คือมีการรอนานที่กระบวนการดังกล่าว โดยแสดงเวลาการทำงานได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เวลาแต่ละกระบวนการที่ใช้ในการผลิตยาชนิดผง

ขั้นตอน	เวลา(ชม.)
วัตถุดิบ	1
เตรียมอุปกรณ์	9
บรรจุยา	4.8
เตรียม + บรรจุ	13.8
ส่งผงปนเปื้อน	27.0
บรรจุหีบห่อ	
- ติดฉลาก	6.3
- แกะถาด	2.8
- จัดน้ำใส่ถาด	3.0
- จัดยาใส่ถาด	3.0
บรรจุหีบห่อ	8.9
รวม บรรจุหีบห่อ	23.9
ทั้งหมด	64.7

จากเวลาที่ใช้ในการผลิตจะเห็นว่า ที่กระบวนการส่งผงปนเปื้อน และ บรรจุหีบห่อทำงานออกไม่ทันกระบวนการบรรจุยา

2. ระบุแนวทางในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการผลิต พบว่า เกิดปัญหาคอขวดที่กระบวนการส่งผงปนเปื้อนและกระบวนการบรรจุหีบห่อ ใช้เวลานานในการผลิต ทำให้มีงานรอที่กระบวนการดังกล่าว แนวทางการปรับปรุงคือ จัดทำสมดุลการผลิต ที่กระบวนการทั้ง 2 กระบวนการส่งผงปนเปื้อน



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการส่งผงปนเปื้อน

ที่กระบวนการส่งผงปนเปื้อน เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ใช้คนในการตรวจสอบขวดยาฉีด จึงจะทำการเพิ่ม พนง. เพิ่มเข้าไปเพื่อให้เวลาการทำงานใกล้เคียงกับขั้นตอนการบรรจุ

กระบวนการบรรจุหีบห่อ

ที่กระบวนการบรรจุหีบห่อ ผู้วิจัยพบว่า มีขั้นตอนที่ไม่เกิดมูลค่าและทำให้เสียเวลามากในการผลิตคือ



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการแกะถาดพลาสติกใส่ยา

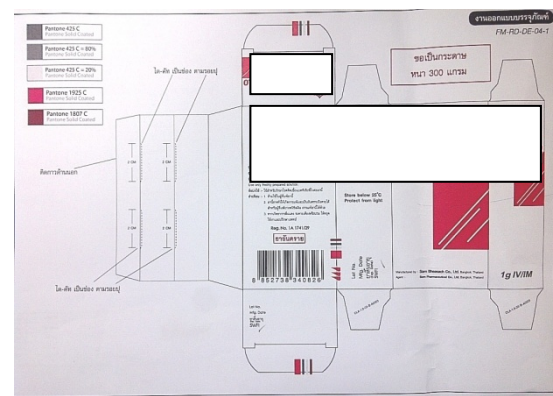


ภาพที่ 7 ขั้นตอนการจัดยาถาด

ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวล้วนต้องใช้ พนง. ในการทำงาน จึงทำให้เสียเวลาในการผลิต หลังจากได้คนเตรียมถาดและยาใส่ในถาดพลาสติกแล้ว จึงนำเข้าเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติอีกที จากกล่องยาสำเร็จรูปที่มีการใช้ถาดพลาสติก ผู้วิจัยได้เสนอวิธีการในการบรรจุยาสำเร็จรูปแบบใหม่ ซึ่งจะไม่มีการใช้ถาดพลาสติก และเพิ่มช่องใส่น้ำกลั่นและยาในกล่องเดียวกัน ซึ่งจะช่วยลด 2 ขั้นตอนดังกล่าว ดังนี้

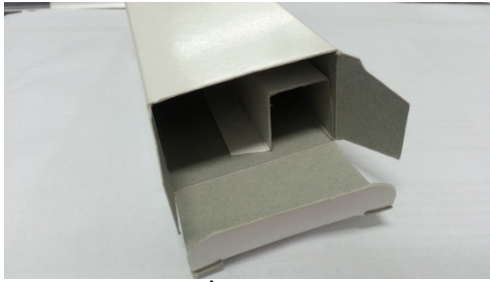


ภาพที่ 8 กล่องยาสำเร็จรูป (แบบเดิม)



ภาพที่ 9 กล่องยาสำเร็จรูป (แบบใหม่)

ซึ่งหลังจากลองเสนอกล่องยาสำเร็จรูปแบบใหม่ ในส่วนของโรงงานกรณีศึกษา มีความสนใจเนื่องจากช่วยลดเวลาการผลิต ผู้วิจัยจึงร่วมดำเนินการออกแบบและติดต่อตัวแทนจำหน่ายกล่องเพื่อ ผลิตกล่องแบบใหม่ และติดต่อตัวแทนจำหน่ายเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติเพื่อสั่งทำ อะไหล่เครื่องจักรเพื่อให้รองรับแบบกล่องใหม่นี้ จากนั้นจึงนำมาทดลองในการผลิตต่อไป



ภาพที่ 10 แบบกล่องใหม่

3. ผลการทดลอง

ในกระบวนการส่งผงปนเปื้อน ที่มีการเพิ่มพูนง. เข้าทำงานจากเดิม 6 คน เพิ่มเป็น 12 คน พบว่าเดิมใช้เวลาในการทำงาน 27 ชม. หลังจากเพิ่มเป็น 12 คนทำให้เวลาในการทำงาน ลดลงเหลือ 13.3 ชม. ซึ่งทำให้ไม่มีคอขวดในกระบวนการส่งผงที่ต้องรองานจากห้องบรรจุยา แต่จะต้นทุนในการผลิตต่อรุ่นการผลิตเพิ่มขึ้น กล่าวคือ ค่าแรงวันละ 300 บาท ทำงาน 9 ชม. จะได้ว่า ต่อรุ่นการผลิตมีต้นทุนเพิ่ม 2,660 บาทเฉลี่ยต่อเดือน ผลิต 21 รุ่นจะได้ต้นทุนต่อเดือน 55,860 บาทต่อเดือน

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในกระบวนการส่งผงปนเปื้อนก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

	เวลาที่ใช้ (ชม.)	
	ก่อน	หลัง
ส่งผงปนเปื้อน	27.0	13.3

ในกระบวนการบรรจุหีบห่อ เนื่องจากมีการปรับเปลี่ยนกล่องยาสำเร็จรูป เพื่อบรรจุยาใหม่ ทำให้ลดขั้นตอนในการทำงานลง 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการแกะพลาสติกเพื่อบรรจุยา และการจัดยาใส่กล่องพลาสติก จากการทดลองพบว่า จากกล่องแบบเก่าใช้เวลาในการทำงาน 23.9 ชม. แต่หลังจากมีการปรับเปลี่ยนแบบกล่องซึ่งทำให้ ลดขั้นตอนในการทำงานลง 2 ขั้นตอน นอกจากนี้ยังมีการติดต่อกับลูกค้าเพื่อแจ้งถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะบรรจุภัณฑ์และคำนึงถึงความปลอดภัยในการเก็บรักษาของสินค้าระหว่างจัดเก็บและขนส่ง โดยทำการทดสอบใช้กล่อง

แบบใหม่ และให้สินค้าไหลตามกระบวนการผลิตจนกระทั่งส่งถึงมือลูกค้า พบว่าไม่เกิดของเสียในระหว่างการจัดเก็บและขนส่ง ลูกค้ายอมรับที่จะทำการเปลี่ยนกล่องบรรจุภัณฑ์แบบใหม่ จากการเปลี่ยนแบบบรรจุภัณฑ์ ทำให้ใช้เวลาในการทำการเพียง 15.2 ชม. ตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในกระบวนการบรรจุหีบห่อก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

	เวลาที่ใช้ (ชม.)	
	ก่อน	หลัง
บรรจุหีบห่อ		
- ติดฉลาก	6.3	6.3
- แกะถาด	2.8	-
- จัดน้ำใส่ถาด	3.0	-
- จัดยาใส่ถาด	3.0	-
บรรจุหีบห่อ	8.9	8.9
รวม	23.9	15.2

ผลการวิจัย

จากการปรับปรุงกระบวนการผลิตยาฉีดผง โดยใช้หลักการ การจัดสมดุลการผลิต และลดขั้นตอนที่ไม่เกิดมูลค่าในกระบวนการผลิต ซึ่งวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการผลิตยาฉีดผงก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

	เวลาการทำงาน	
	ก่อน	หลัง
ขั้นตอน	เวลา(ชม.)	รวม(ชม.)
วัตถุดิบ	1	1
เตรียมอุปกรณ์	9	9
บรรจุยา	4.8	4.8
เตรียม + บรรจุ	13.8	13.8
ส่งผงปนเปื้อน	27.0	13.3
บรรจุหีบห่อ		
- ติดฉลาก	6.3	6.3
- แกะถาด	2.8	
- จัดน้ำใส่ถาด	3.0	
- จัดยาใส่ถาด	3.0	
บรรจุหีบห่อ	8.9	8.9
รวม บรรจุหีบห่อ	23.9	15.2
ทั้งหมด	64.7	42.3

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การดำเนินการทำงานวิจัยที่ผ่านมาโดยมีวัตถุประสงค์ ลด Cycle Time ในกระบวนการผลิตฯ เพิ่มปริมาณการผลิต ให้สามารถตอบสนองต่อปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้าซึ่งดำเนินการโดยการศึกษาข้อมูล วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นพบว่าปัญหาหลักที่สำคัญ คือ คอขวดในกระบวนการผลิตที่ กระบวนการส่งผงปนเปื้อนและกระบวนการบรรจุหีบห่อ ดังนั้น จึงมีการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดย จัดทำสมดุลการผลิตที่ กระบวนการส่งผงปนเปื้อนและกระบวนการบรรจุหีบห่อ โดยในกระบวนการส่งผงปนเปื้อนได้ทำการเพิ่มจำนวนพนักงานเพื่อให้สามารถรองรับปริมาณการผลิตจากห้องบรรจุยาได้ โดยจากเดิมใช้เวลาในการทำงาน 27 ชม. ลดลงเหลือ 13.3 ชม. และที่กระบวนการบรรจุหีบห่อได้มีการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดย ออกแบบกล่องบรรจุยาสำเร็จรูปแบบใหม่ ซึ่งสามารถลดขั้นตอนในกระบวนการผลิตได้ ทำให้เวลาที่ใช้ในขั้นตอนนี้ลดลงโดยจากเดิมใช้เวลาในการทำงาน 23.9 ชม. ลดลงเหลือ 15.2 ชม. และจากกระบวนการผลิตสามารถลดเวลาในการผลิตลงได้ 34.62 % ต่อรุ่นการผลิตและทำให้สามารถรองรับปริมาณการสั่งซื้อได้เพิ่มขึ้นจากเดิมเป็น 95% คิดเป็นเงินที่ได้กลับมา 1.45 ล้านบาทต่อเดือน ซึ่งตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จิราณัฐ บุคดีจีน. 2551. การนำเทคนิคการออกแบบเพื่อประกอบมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุดของขวัญเครื่องสำอาง. สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ชัยพร วงศ์พิศาล. 2551. การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา. เอกสารประกอบการสอนวิชาการศึกษากการเคลื่อนไหวและเวลา. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- นาวดี กระจายวงศ์ และณวรา จันทรัตน์. 2551. การประยุกต์ใช้เทคนิคการศึกษาวีธีการทำงานเพื่อเพิ่มผลิตภาพในอุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่เยือกแข็ง. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ 46. (มกราคม 2551) : 198-206.
- ภาวิณี อาจปรุ และสุทัศน์ รัดนเกื้อกังวาน. 2551. การลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เบรกเกอร์. วารสารรามคำแหงฉบับวิศวกรรมศาสตร์. ปีที่ 2 (พฤศจิกายน 2551): 1-10.
- มณฑล ศาสนนันท์. 2546. การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการสร้างสรรค์นวัตกรรมและวิศวกรรมย้อนรอยกรุงเทพ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น).
- วรวัชร อำพันโรจนนันท์. 2549. การลดต้นทุนการผลิตด้วยการออกแบบเพื่อการประกอบกรณีศึกษา : บริษัทผลิตเครื่องเล่นวีซีดี และดีวีดี. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วันชัย ริจิรวนิช. 2545. การศึกษาการทำงาน : หลักการและกรณีศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัฐพล เอกลักษณ์นันท์. 2553. การประยุกต์การศึกษาการทำงานเพื่อลดความสูญเปล่ากรณีศึกษาบริษัท เอสซีแอล เมนูแฟกเจอร์ริง. สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อรรถกร เก่งพล. 2547. วิศวกรรมคอนเคอร์เร้นท์ (Concurrent Engineering). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

Stone, RB., McAdams, DA., and Kayyalethekkel, VJ. 2004. A product architecture-based conceptual DFA technique. Journal of Design Studies. 25 (2004) : 301–325.

Liang, WY., and O'Grady, P. Genetic Algorithms for Design for Assembly : The RemoteConstrained Genetic Algorithm. Journal of Computers Industrial Engineering. 33(1997) : 593-596.