

การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการประกอบของ Pre-Assembly

กรณีศึกษา : โรงงานประกอบรถจักรยานยนต์ขนาดใหญ่

The improvement of production processes for Pre-Assembly to increase the production efficiency. Case study of the Large motorcycles plant Thailand

หนึ่งฤทัย อ่อนละออ¹, กานดา กล้าหาญ², สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ³

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ie.engineer@kbu.ac.th

² ฝ่ายสำรวจโรงงานอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม def@diw.co.th

³ สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการประกอบชิ้นงานกรณีศึกษาในกระบวนการผลิตของสายการผลิต Pre-Assembly มอเตอร์ไซค์ขนาดใหญ่ (Big bike) รุ่น R 1250 GS จำนวน 8 สถานีงาน ด้วยการจัดสมดุลสายการผลิตสำหรับลดขั้นตอนที่สูญเสียเวลาและการรอคอย โดยการวิเคราะห์เวลาการประกอบ พบว่า มีสถานีงานที่มีรอบการผลิตต่อหน่วยไม่เป็นไปตามแผนการผลิต จากนั้นแบ่งออกเป็นลักษณะงานย่อยและวิเคราะห์กระบวนการด้วยเทคนิค ECRS ปรับปรุงพื้นที่การประกอบ จัดแผนผังงานติดตั้งเครื่องจักรเพื่อลดเวลาที่ไม่จำเป็น และปรับปรุงวิธีการทำงานใหม่ ลดสถานีงานและจัดลำดับงานย่อยการประกอบในสถานีงาน เพื่อลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น หลังการปรับปรุงพบว่าผลผลิตเป็น 11,800 คัน และผลการปรับปรุงสามารถลดเวลาการประกอบของสายการผลิต จากเดิม 4,985 วินาทีลดลงเป็น 4,215 วินาที คิดเป็นร้อยละ 1.18 สรุปได้ว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตจากร้อยละ 86.8 เป็นร้อยละ 96.3 และสามารถผลิตชิ้นงานเป็นไปตามแผนการผลิตโดยมีรอบการผลิตต่อชิ้นที่ 498 วินาที เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและมีระบบการผลิตเป็นมาตรฐานตามแนวทางการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ : การจัดสมดุลสายการผลิต, รอบเวลาการผลิต, ECRS, แผนผังโรงงาน

Abstract

This project aims to improve the assembly process through case studies in the production process of the Pre-Assembly big bike model R 1250 GS with 8 workstations by balancing the production line to reduce the lost time and waiting time by analyzing the assembly time from processes, it was found that there were workstations whose production cycle time per unit did not meet the target of production plan. Then it was divided into sub-tasks and analyzed the process by the ECRS technique. Improve the assembly area. Relocation the workstation related a machine installation to reduce unnecessary time. and improve the method of working, reduce workstations and prioritize assembly sub-tasks within the workstations. To reduce unnecessary work steps. After the improvement, it was found that the output was 11,800 units, and

the improvement result can reduce the assembly time of the production line from 4,985 seconds, down to 4,215 seconds, or 1.18 percent. It could be concluded that the efficiency of the production line can be increased from 86.8% to 96.3% and be able to produce parts according to the production plan with a production cycle time per piece of 498 seconds, increasing production efficiency and having a standard production system according to continuous improvement guidelines

Keywords: Production line balancing, Cycle times, ECRS, Plant layout

1. บทนำ (Introduction)

โครงการงานเรื่องการศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตรถจักรยานยนต์ขนาด ใหญ่ : กรณีศึกษากระบวนการประกอบ Pre-Assembly จัดทำขึ้นเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตของสายการผลิต ส่วนของ Pre-Assembly line จะประกอบไปด้วยสถานีงาน ทั้งหมด 8 สถานีงาน มีพนักงานประจำสถานีงาน 11 คน และมีเวลาที่ใช้ในการประกอบอยู่ที่ 10 นาที/ชิ้น ซึ่งจะ สอดคล้องกับรอบจังหวะการผลิตสินค้าต่อชิ้น(Takt Time) ตามความต้องการของลูกค้า จากการศึกษาในกระบวนการ ผลิตจริง พบว่ากระบวนการผลิตมีลักษณะเป็นคอขวด (Bottleneck) ทำให้เพิ่มเวลาในสายการผลิตที่นานเกินไป ไม่ สอดคล้องกับยอดการผลิตที่ทำการวางแผนไว้ และพื้นที่ใน การประกอบมีความไม่เหมาะสมกับกระบวนการไหลเป็น อย่างยิ่ง อีกทั้งมีการเคลื่อนไหวของพนักงานที่ไม่เหมาะสม เกินความจำเป็น รวมถึงกระบวนการขั้นตอนในการทำงานที่ ไม่เหมาะสม

จากการสังเกตการณ์กระบวนการผลิต พบว่าหลักการที่ บริษัทยึดใช้เป็นหลักการในการบริหารจัดการคือ ระบบลีน (Lean) เมื่อผู้จัดทำได้ศึกษากระบวนการผลิต จึงทำให้พบเห็น ว่าการไหลของการผลิตมีความซับซ้อน ไม่เป็นไปตามระบบที่ บริษัทยึดใช้จึงทำให้เกิดปัญหาหลายครั้ง ตัวอย่างเช่น เส้นทางการเดินของพนักงานมีพื้นที่แคบเนื่องจากการวาง พื้นที่ของเครื่องจักรไม่เป็นระบบ ทำให้พื้นที่คับแคบจนทำให้ เกิดความเสียหายจากในขณะที่มีการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนพาร์ท ไปยังจุดที่ต้องประกอบชิ้นงานหรือจุดที่ต้องนำพาร์ทไปยัง เครื่องจักรเพื่อทำการประกอบชิ้นงาน ส่วนการจัดสมดุลการ ผลิตพบว่า เวลามาตรฐานในปัจจุบันที่ 9.6 นาที ทางผู้จัดทำ ต้องการลดเวลาในการประกอบของสายการผลิตลง 15.5 %

เวลาที่ได้จะเป็น 8.3 นาที และยังมีบางสถานีงานที่มีเวลาใน การทำงานมากกว่าที่กำหนดและเกือบเวลาถึงที่กำหนด จึงได้ทำการรวบรวมข้อมูลของทุกสถานีงานเพื่อทำการ วิเคราะห์ในส่วนองงานที่เกิดมูลค่า

จากการศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่ม ประสิทธิภาพกระบวนการผลิต โดยใช้วิธีการ Line Balancing สามารถปรับปรุงเวลามาตรฐานจาก 9.6 นาที เป็น 8.3 นาที สอดคล้องกับการใช้หลักการการลดความ สูญเสียทั้ง 7 ประการ (7 Waste) ในการลดขั้นตอนใน กระบวนการที่ไม่จำเป็น การจัดวางพื้นที่ในการประกอบใหม่ และใช้หลักปฏิบัติ ECRS ในการแยกแยะ จัดรวมเนื้องานของ แต่ละสถานีงานใหม่ เพื่อให้ได้ซึ่งเวลามาตรฐานที่ 8.3 นาที จากการปรับปรุงตามที่กล่าวมาข้างต้นนี้ จึงได้มีการ ประยุกต์ใช้พัฒนาประสิทธิภาพการประกอบของ Pre-Assembly ของรถจักรยานยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

โครงการนี้มีเป้าหมายวิเคราะห์ แก้ไขปัญหา และจัด สมดุลการผลิต ลดความสูญเสียไปในการกระบวนการโดยใช้ 7 Waste หลักการปฏิบัติ ECRS ให้ประสิทธิภาพสายการผลิต สมดุลขึ้นและมีคุณภาพที่ดีขึ้น

2. วิธีการวิจัย (Methodology)

การวิเคราะห์ข้อมูลและปัญหาของกระบวนการผลิต Pre-Assembly Line เป็นสายการผลิตหนึ่งในสี่ของ กระบวนการผลิตทั้งหมด ได้วิเคราะห์และพิจารณาปัญหาใน กระบวนการผลิต เพื่อหาวิธีแก้ไขปัญญา โดยจำแนกได้ดังนี้

2.1 สถานีงาน S2MF และ S2EG เมื่อพิจารณาจากเนื้องาน ย่อยของสถานีงานนี้ จะเห็นได้ว่ามีขั้นตอนการทำงานที่ทำให้ เกิดมูลค่าและไม่เกิดมูลค่าอยู่ในขั้นตอนการทำงาน เมื่อ จำแนกปัญหาที่พบออกมาจะเห็นได้ชัดว่าเวลาที่ไม่มีเกิดมูลค่า

และ Flow การไหลของกระบวนการไม่เหมาะสมต่อพื้นที่การทำงาน พื้นที่การทำงานของสถานีงานนี้มีพื้นที่น้อย คับแคบ ดังภาพที่ 1

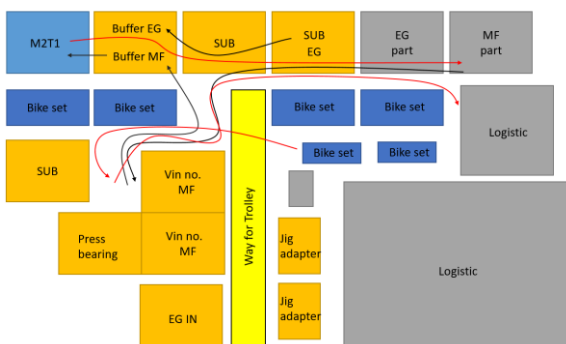


ภาพที่ 1 พื้นที่การประกอบของสถานีงาน S2MF

ก่อนทำการปรับปรุง

ขั้นตอนการปรับปรุงพื้นที่การทำงานของสถานีงาน S2MF และ S2EG

- 1.พิจารณาจากการเขียนแบบแผนผังเพื่อวิเคราะห์ขั้นตอนการเดินของพนักงาน ในสถานีงาน S2MF และ S2EG
- 2.กำหนดเส้นที่ใช้ลากติดตามขั้นตอนการเดินของกระบวนการ โดยเส้นสีแดงระบุถึงสถานีงาน S2MF และสีดำระบุถึงสถานีงาน S2EG ดังภาพที่ 2
- 3.ตรวจวัดขนาดของพื้นที่ ที่ต้องการจะย้ายไปและจัดทำแผนผังใหม่ ภาพที่ 2
- 4.นำเสนอผู้บังคับบัญชา เพื่อขออนุมัติทำโครงการ
- 5.คัดสรรผู้รับเหมาเพื่อเข้ามาย้ายเครื่องจักรที่อยู่ในสถานีงาน S2MF และ S2EG
- 6.ดำเนินการตามแผนงานเพื่อให้บรรลุผลวัตถุประสงค์
- 7.ทำสรุปผลเก็บข้อมูลเปรียบเทียบก่อนทำการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง



ภาพที่ 2 แผนผังแสดง Flow ขั้นตอนการเดินของสถานีงาน S2MF และ S2EG ก่อนปรับปรุง



ภาพที่ 3 พื้นที่ที่ใช้ตรวจสอบการวัดขนาดเพื่อย้ายสถานีงานของ S2MF

2.2 สถานีงาน S2EG เมื่อย้ายพื้นที่การทำงานของสถานีงาน S2EG สิ่งที่ต้องพิจารณาปรับปรุงแก้ไขอีกส่วนหนึ่ง คือ เวลาที่เดินไปเอา Trolley มาใส่เครื่องยนต์เพื่อส่งต่อให้ทาง Trim line A ประกอบต่อเป็นสถานีแรก ถ้าพิจารณาจากขั้นตอนนี้ จะเห็นได้ว่าเส้นทางการเดินของ Trolley นั้นมีระยะทางที่ไกล และน้ำหนักของ Trolley มีน้ำหนักมาก จึงทำให้ใช้เวลาในการเข็นลากมายังสถานี และต้องไปเอาทีละ 1 คัน ทำให้ใช้เวลาในส่วนนี้อยู่ที่ประมาณ 2 นาที

ขั้นตอนการปรับปรุงสถานีงาน S2EG

- 1.วิเคราะห์ปัญหา เพื่อลดเวลาในขั้นตอนที่ 1 ของสถานีงาน คือ การเดินไปเอา Trolley จาก Final line ที่สถานีงาน Adjustment
- 2.นำเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาต่อผู้บังคับบัญชา เพื่อขออนุมัติโครงการปรับปรุงในส่วนนี้
- 3.ทำการปรับปรุงตัวลากรถขนส่งพาร์ท นำกลับมาใช้ใหม่ในรูปแบบที่เล็กลง และเป็นการปรับปรุงเพื่อเป็นต้นแบบ ดังภาพที่ 4
- 4.ทดลองใช้งานและบันทึกข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการปรับปรุงก่อน/หลัง



ภาพที่ 4 ตัวลากรถขนส่งพาร์ทในไลน์การประกอบก่อนทำการปรับปรุง

2.3 สถานีงาน S2T6 เมื่อพิจารณาขั้นตอนการทำงานของสถานีงานนี้จะพบว่า มีขั้นตอนที่สามารถลดเวลาลงได้ ในขั้นตอนที่ 1 คือการเดินไปหยิบพาร์ท จัดพาร์ท เพื่อนำไปประกอบในสถานีงาน ดังภาพที่ 5 เนื่องจากสถานีงานนี้ต้องประกอบถึงน้ำมันและหม้อน้ำ ทำให้เมื่อทำเสร็จแล้วจะต้องนำพาร์ทกลับไปขึ้นบนรถขนส่งพาร์ทอีก และเพื่อลดการเดินทางไปเดินกลับและเวลาที่ใช้ในการจัดพาร์ทในแต่ละคัน โดยผู้จัดทำโครงการได้มีขั้นตอนการปรับปรุง ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 5 พื้นที่การประกอบของสถานีงาน S2MF ก่อนทำการปรับปรุง

ขั้นตอนการปรับปรุงสถานีงาน S2T6

- 1.พิจารณาขั้นตอนการที่เราต้องการจะลดเวลาลง คือ ขั้นตอนที่ 1 การเดินไปหยิบพาร์ทบนรถขนส่งพาร์ท การแกะถุงพลาสติกที่ห่อพาร์ทมา และการจัดพาร์ทก่อนนำมาประกอบที่สถานีงาน
- 2.วิเคราะห์ปัญหา เพื่อหาทางแก้ไข โดยการลดเวลาเดินลงลดเวลาการจัดพาร์ท
- 3.แนวทางการแก้ไขปัญหา คือ ย้ายพื้นที่การประกอบถึงน้ำมันให้ใกล้กับสถานีงานที่จะรับ พาร์ทจากสถานีงาน

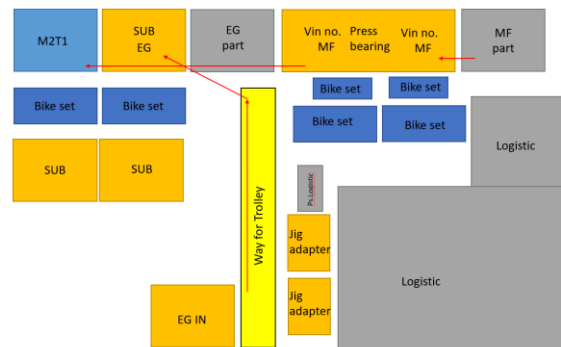
S2T6 ไปประกอบ และจัดส่งพาร์ทเข้าที่สถานีงานแบบเป็นล็อตเซ็ท (Lot set.) เท่ากับ 12 คันต่อล็อต
4.บันทึกข้อมูลเปรียบเทียบก่อน/หลังการปรับปรุง



ภาพที่ 6 รูปแบบการจัดส่งพาร์ทเข้าไลน์ประกอบก่อนปรับปรุงสถานีงาน S2T6

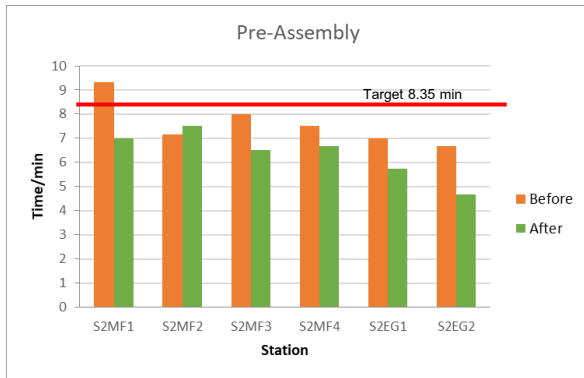
3. ผลการวิจัย(Results)

3.1 การปรับปรุงพื้นที่การทำงานของสถานีงาน S2MF และ S2EG จากภาพที่ 7 จะเห็นได้ว่าการปรับย้ายสถานีงานของ S2EG มาติดกับ M2T1 เพื่อลดขั้นตอนการเดินทางของ S2EG ลูกศรที่ชี้บ่งในแผนผังเป็นลูกศรแสดงทิศทางการไหลของสินค้า



ภาพที่ 7 แผนผังสถานีงาน S2MF และ S2EG หลังการปรับปรุงพื้นที่การทำงาน

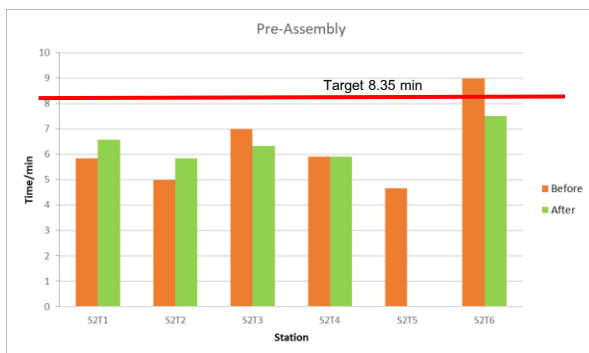
และรถขนส่งพาร์ท เมื่อปรับปรุงพื้นที่การทำงานและจัดสถานีงานใหม่ผลที่ได้จากการปรับปรุงนี้คือ การลดขั้นตอนที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non Value) ในขั้นตอนที่เดินไปลากรถขนส่งพาร์ท และเดินมาหยิบพาร์ทเซ็ทของทั้ง 2 สถานีงาน ดังภาพที่ 8 เปรียบเทียบเวลาที่ลดลงในขั้นตอนที่ 1



ภาพที่ 8 ข้อมูลแสดงเวลาการประกอบของสถานีงาน S2EG และ S2MF หลังทำการปรับปรุง

จากภาพที่ 8 จะเห็นได้ว่าเป้าหมายของเวลา (Takt time) อยู่ที่ 8.35 นาที ในกราฟจะเห็นว่าแท่งสีเขียวคือผลหลังมีการปรับปรุงพื้นที่ของสถานีงาน S2MF และ S2EG มีความสมดุลในสายการผลิตมากขึ้น

3.2 การปรับปรุงสถานีงาน S2T6 การย้ายพื้นที่การประกอบของสถานีงาน S2T6 ให้ไปอยู่ในจุดที่ใกล้กับสถานีงานที่ต้องรับพาร์ทที่ประกอบสำเร็จแล้วนั้นจากสถานีงาน S2T6 นั้นคือ MT10 ซึ่งจะรับถังน้ำมันและหม้อน้ำไปประกอบยังสถานีงาน MT10 เพื่อลดขั้นตอนการเดินทางพาร์ทที่ประกอบเสร็จแล้วในสถานีงาน S2T6 นั้นคือ ถังน้ำมันและหม้อน้ำ ไปยังรถขนส่งพาร์ท และเมื่อย้ายพื้นที่การประกอบของสถานีงานนี้ได้มีการทดลองการจัดส่งพาร์ทเป็นแบบล็อตเซต (Lot set.) เท่ากับ 12 ชิ้นต่อล็อต เพื่อลดเวลาในขั้นตอนการจัดพาร์ทและแกะถุงพลาสติกก่อนนำมายังสถานีงานเพื่อทำการประกอบ



ภาพที่ 9 กราฟแสดงข้อมูลเวลาก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการของสถานีงาน Pre-Assembly



ภาพที่ 10 พื้นที่การทำงานของสถานีงาน S2T6 หลังปรับย้ายพื้นที่การประกอบ

จากภาพที่ 9 จะเห็นได้ว่ากราฟแท่งสีเขียวเกิดความสมดุลในสายการผลิตมากขึ้น เนื่องจากมีการปรับปรุงพื้นที่การทำงานของสถานีงาน S2T6 เปลี่ยนรูปแบบการจัดส่งพาร์ทเข้ามาประกอบในสถานีงานเป็นแบบล็อตเซต (Lot set.) ทำให้ลดเวลาในขั้นตอนที่ต้องเดินไปหยิบพาร์ทบนรถขนส่งพาร์ทและแกะถุงหุ้มตัวพาร์ทที่ป้องกันไฟฟ้าสถิต โดยการนำในกล่องดำที่ใช้ในการป้องกันไฟฟ้าสถิตของตัวพาร์ทที่เป็นจำพวกอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความเสี่ยงสูง ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ชั้นวางพาร์ทที่ถูกจัดเป็นล็อตเซต (Lot set.)

12 ชิ้น ต่อ 1 ล็อต

และได้มีการยุบสถานีงาน S2T5 เพื่อจัดความสมดุลของสายการผลิต โดยได้มีการนำเนื้องานไปเกลี่ยในสถานีงานต่างๆดังรูปกราฟที่ 9

4. การอภิปราย (Discussion)

จากการจัดทำโครงการการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต จะเห็นได้ว่าการปรับปรุงกระบวนการทำให้เวลาที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า (Non Value) ในสถานีนงานลดลงหลายสถานีนงานทำให้สามารถเพิ่มกำลังในการผลิตขึ้นได้อีกตามเป้าหมายของบริษัท โดยอธิบายได้ดังนี้

สามารถปรับปรุงพื้นที่การทำงานในสถานีนงานต่างๆในกระบวนการผลิตให้เกิดความเหมาะสมต่อการทำงาน

สามารถจัดสมดุลสายการผลิตให้เป็นไปตามเป้าหมายกระบวนการผลิตได้รับการวิเคราะห์ และทำการปรับปรุงออกมาได้อย่างเหมาะสมในการปฏิบัติงาน และอำนวยความสะดวกให้กับพนักงานระหว่างปฏิบัติงาน

สามารถเพิ่มประสิทธิภาพ (Efficiency) การผลิตร้อยละ 9.5 เปอร์เซ็นต์

สามารถเพิ่มผลผลิต (productivity) ร้อยละ 67 เปอร์เซ็นต์

5. สรุปผล (Conclusion)

จากการปรับปรุงกระบวนการที่กล่าวมาข้างต้น ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบในช่วงเวลาก่อนและหลังการปรับปรุง จะพบว่าเวลาในการผลิตลดลง เกิดความสมดุลของสายการผลิต พื้นที่การทำงานมีความเหมาะสมมากขึ้น และกระบวนการไหลเป็นไปตามวัตถุประสงค์ สามารถสรุปได้ดังนี้

รอบจังหวะเวลาการผลิต (Takt Time) ก่อนปรับปรุง 9.6 นาที และหลังปรับปรุง 8.3 นาที

ประสิทธิภาพของสายการผลิตก่อนปรับปรุง 86.8 % และหลังทำการปรับปรุง 96.3 %

ประสิทธิภาพสายการผลิตที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 9.5 %

6. กิติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยคำแนะนำจากผู้ช่วยศาสตราจารย์สหัสวรรษ ศรีระชะ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและได้ให้คำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้จัดการฝ่ายผลิตและผู้เชี่ยวชาญการวางแผนทางเทคนิคชั้นสูงในโรงงานกรณีศึกษา คุณกานดา กล้าหาญ ที่คอยสนับสนุนให้คำปรึกษาเพื่อให้โครงการสำเร็จลุล่วง

7. เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] ทศพล ธงไชย สารนิพนธ์นี้การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต “การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตลงมนิรภัย กรณีศึกษาบริษัทตัวอย่างการผลิตอุปกรณ์ความปลอดภัยสำหรับรถยนต์” (2558) หน้า 44-58
- [2] นางสาวสมปรารถนา สายสงวนทรัพย์ การค้นคว้าอิสระของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กรณีศึกษา “กระบวนการประกอบผลิตภัณฑ์กล่องวงจรปิด” (2560) หน้า 1-29
- [3] สุมาลี สระจันทร์ “การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญเสียเปล่า กรณีศึกษา การผลิตชิ้นส่วนประกอบของแอร์คอมเพรสเซอร์” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 2556
- [4] ยุทธณรงค์ จงจันทร์, การจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิตรองเท้า, การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม 2555, มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2555
- [5] วันชัย ริจิรวนิช, การศึกษาการทำงาน, พิมพ์ครั้งที่ 8, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,2555
- [6] พิจิตร สุขเจริญพงษ์ (2533) การจัดการวิศวกรรมการผลิต. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด เคชั่น.
- [7] ยุทธณรงค์ จงจันทร์ (2555) การจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิตรองเท้า. กรุงเทพฯ : สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี.
- [8] วันชัย ลีลากวีวงศ์และคณะ (2556). การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต โดยการปรับปรุงอุปกรณ์ตัดขึ้นรูปในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนสตีล

กรณีศึกษา โรงงานผลิตชิ้นส่วนประกอบคอมพิวเตอร์.

นครปฐม : ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

- [9] หทัยรัตน์ ธีระกาญจน์และจันทร์ศิริ สิ่งถี่เถื่อน (2556) การจัดสมดุลสายการผลิตแบบผลิตภัณฑ์เดียวที่มีข้อจำกัดด้านเครื่องจักรโดยใช้วิธีการรอบอ่นจำลอง กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- [10] ปริญญา บุญศรีทธา และพนม จรุงแสง. การประยุกต์เทคนิค ลีน เมนูแพคทอริง ในหน่วยงานบริการ : กรณีศึกษา ห้องสมุดมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. PULINET (2553) หน้า 88-97วิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ 2555, มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2555