



การเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องพิมพ์ 2 สีในกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก
INCREASE AN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS OF THE TWO COLOR FLEXO
PRINTING MACHINE IN A PROCESS OF CORRUGATED PAPER BOX

จารุเดช หิรัญวัฒนสุข¹ อริยา บุญคำเนิน¹ และนิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์²

¹นิสิตปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

²อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องพิมพ์ 2 สีในกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก จากการรวบรวมข้อมูลพบว่า เครื่องพิมพ์ 2 สีมีค่าประสิทธิภาพโดยรวมต่ำที่สุดเท่ากับ 46% สาเหตุมาจากการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนการเดินเครื่องใช้เวลานาน และพบการหยุดชะงักของเครื่องจักร การลดความสูญเสียจากการปรับตั้งด้วยเทคนิคการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็วร่วมกับหลักการ ECRS ทำให้อัตราการเดินเครื่องเพิ่มขึ้น ส่วนการหยุดเล็กๆ น้อยๆ ของเครื่องพิมพ์เมื่อวิเคราะห์ด้วยผังก้างปลาและเทคนิคการตั้งถาม ทำไม-ทำไม พบว่าไม่มีการตรวจสอบก่อนการเดินเครื่องและไม่มีกำหนดความเร็วในการป้อนกระดาษที่มีขนาดต่างกัน การจัดทำแผนบำรุงรักษาและกำหนดวิธีการปฏิบัติงานทำให้ความถี่ของการหยุดชะงักของเครื่องพิมพ์ลดลงและประสิทธิภาพการเดินเครื่องเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมเพิ่มขึ้นเป็น 66% คำสำคัญ: ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว หลักการ ECRS การบำรุงรักษาเครื่องจักร

ABSTRACT

This research article aims to increase an overall equipment effectiveness of the two color flexo printing machine in a process of corrugated paper box. From gathering data, the two color flexo printing machine has the lowest overall equipment effectiveness which is equal to 46%. The causes come from long setup times and have machine downtimes. The loss reduction from setting up with quick changeover including ECRS techniques result in higher availability rate. Minor stoppages are analyzed with fishbone diagram and why-why analysis which reveals no inspection before starting up machine and no standard of feed speed for different paper sizes. Doing a maintenance plan and write work instructions lead to lower amount of downtimes and higher performance efficiency. Then the overall equipment effectiveness is higher to be 66%.

KEYWORDS: Overall Equipment Effectiveness, Quick Changeover, ECRS Technique, Maintenance

1. บทนำ

ความสูญเสียที่เกิดขึ้นของเครื่องจักรภายในโรงงานมีหลายรูปแบบ ตัวอย่างเช่น การเกิดเหตุขัดข้องเครื่องจักร การหยุดเครื่องเล็กน้อย ความเร็วในการเดินเครื่องที่ลดลง ส่งผลต่อต้นทุนการผลิตของโรงงานที่เพิ่มสูงขึ้น การส่งเสริมให้ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) อยู่บนพื้นฐานที่ดี ประกอบด้วย อัตราการเดินเครื่อง (Availability Rate) ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) และอัตราคุณภาพ (Quality Rate) อัตราการเดินเครื่องคือความพร้อมของเครื่องจักรในการทำงาน ความสูญเสียเกิดขึ้นจากเครื่องจักรขัดข้อง (Machine Breakdowns) และจากการปรับตั้งปรับแต่ง (Setups and Adjustments) ส่วนประสิทธิภาพการเดินเครื่องคือสมรรถนะการทำงานของเครื่องจักร เกิดความสูญเสียได้จากการหยุดเล็กน้อย การเดินเครื่องตัวเปล่า (Minor Stoppage and Idling Losses) และความสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร (Speed Losses) สำหรับอัตราคุณภาพคือความสามารถในการผลิตของดีตามข้อกำหนดของลูกค้า ความสูญเสียมาจากงานเสีย (Defects) งานซ่อม (Rework) และความสูญเสียช่วงเริ่มต้นการผลิต (Startup Loss) ความสูญเสียเหล่านี้ส่งผลต่อการลดลงของค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร [1]

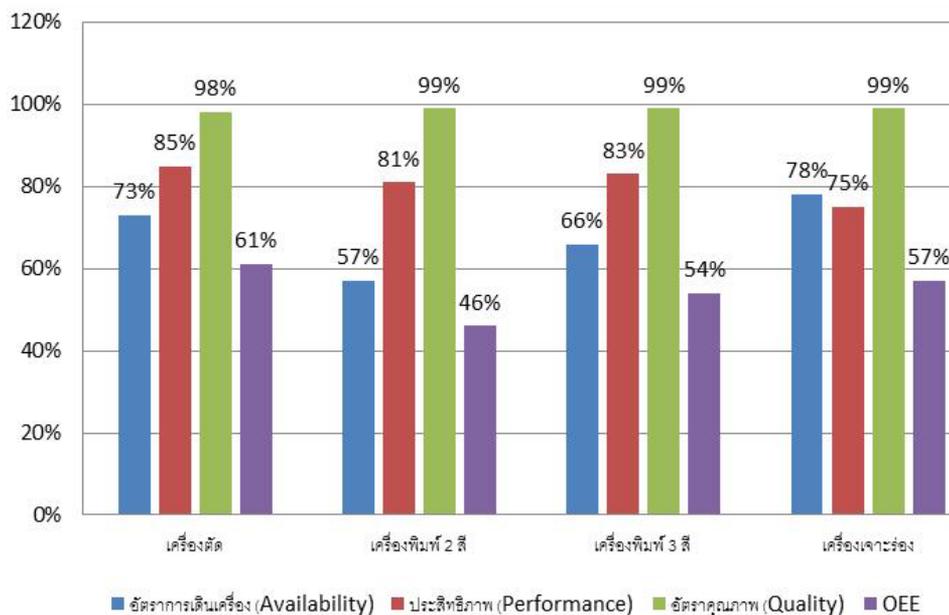
บริษัทตัวอย่างเป็นผู้ผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกเพื่อรองรับอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องครัว จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นพบว่าบริษัทไม่มีการวางระบบที่คอยจับสภาวะของเครื่องจักร และไม่มีการวัดผลความสูญเสียจากการหยุดของเครื่องจักร ในกระบวนการผลิตที่ส่งผลต่อการลดทอนประสิทธิภาพโดยรวม ความสูญเสียที่แอบแฝงนี้อาจจะส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มค่าประสิทธิภาพโดยรวมในกระบวนการผลิตกล่องกระดาษจะมุ่งเน้นที่การเพิ่มผลิตภาพและการลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นโดยประยุกต์ใช้หลักการต่างๆ อาทิเช่น การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Quick Changeover) [2-3] การบำรุงรักษาเครื่องจักรแบบทวิผล [4] หรือการปรับปรุงคุณภาพด้วย Six Sigma [5] หรือการวิเคราะห์เชิงสถิติ [6] เป็นต้น แนวทางการวิจัยนี้เริ่มต้นด้วยการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความสูญเสียของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต นำมาคำนวณค่าอัตราการเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพ จากการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่าเครื่องพิมพ์ 2 สีมีค่าประสิทธิภาพโดยรวมต่ำที่สุด ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อหาแนวทางการเพิ่มค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องพิมพ์ 2 สีในกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก

2. ขั้นตอนการวิจัย

ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเป็นตัวชี้วัดสาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิต สำหรับการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกจะใช้เครื่องจักร 4 ประเภทคือเครื่องตัด เครื่องพิมพ์ 2 สี เครื่องพิมพ์ 3 สี และเครื่องเจาะร่อง การรวบรวมข้อมูลของเวลาดังเครื่อง เวลาเดินเครื่อง ความเร็วรอบ จำนวนผลิต และจำนวนของเสีย ตั้งแต่วันที่ 14 พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ถึง วันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2559 เพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพโดยรวม พบว่าเครื่องพิมพ์ 2 สี มีค่าประสิทธิภาพโดยรวมต่ำที่สุดเท่ากับ 46% (ดังรูปที่ 1) เมื่อพิจารณาในองค์ประกอบแต่ละด้าน พบว่าอัตราเดินเครื่องเท่ากับ 57% และประสิทธิภาพการเดินเครื่องเท่ากับ 81% ในขณะที่อัตราคุณภาพมีค่าสูงถึง 99% ดังนั้นการดำเนินงานวิจัยจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือการเพิ่มอัตราการเดินเครื่อง (Availability) และการเพิ่มประสิทธิภาพของการเดินเครื่อง (Performance)

2.1 แนวทางการเพิ่มอัตราการเดินเครื่อง

การผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกมีความหลากหลายทั้งในด้านขนาดและจำนวน จึงต้องปรับเปลี่ยนการผลิตบ่อยครั้งในแต่ละวัน เกิดความสูญเสียที่เกิดจากการปรับตั้ง (Setup Losses) ทำให้ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรลดลง สำหรับเครื่องพิมพ์ 2 สีใช้เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร 3,627 นาที และเวลาเดินเครื่อง 4,820 นาที จากเวลารับภาระงาน (Loading Time) ทั้งหมด 8,447 นาที คิดเป็นอัตราการเดินเครื่อง 57% แนวทางการเพิ่มอัตราการเดินเครื่องเริ่มจากการรวบรวมเวลาที่ใช้ในกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักร (Setup Time) โดยจะเก็บข้อมูลอย่างละเอียดด้วยการถ่ายวิดีโอ บันทึกเวลาและการเคลื่อนไหว (Motion) จากนั้นจะประยุกต์ใช้เทคนิคการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Quick Changeover) ทำการปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรให้ลดเวลาสูญเสียเปล่าลง โดยจำแนกกิจกรรมออกเป็นส่วนที่ต้องหยุดเครื่อง (หรืองานภายใน Internal Setup) และส่วนที่ไม่ต้องหยุดเครื่อง ส่วนที่เตรียมงานได้ล่วงหน้า (หรืองานภายนอก External Setup) [7]



รูปที่ 1 การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก

2.2 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการเดินเครื่อง

สาเหตุหนึ่งของการสูญเสียด้านประสิทธิภาพมาจากการหยุดเล็กน้อย (Minor Stoppage) ของเครื่องพิมพ์ 2 สี จากการรวบรวมความถี่ของการหยุดชะงักที่ไม่เกิน 5 นาที ข้อมูลของเดือนมีนาคม พ.ศ.2560 พบทั้งหมด 5 ลักษณะคือ (1) ลายกระดาษเคลื่อน 29 ครั้ง (2) ที่ป้อนกระดาษสะดุด 21 ครั้ง (3) สีขาด 17 ครั้ง (4) แม่พิมพ์มีปัญหา 7 ครั้ง และ (5) หุขรอกกระดาษ 5 ครั้ง ด้วยหลักการของพาเรโต (Pareto Principle) การลดความถี่ของการหยุดเล็กน้อยจะเลือกวิเคราะห์เฉพาะ 3 ลักษณะแรก (คิดเป็น 85%) การค้นหาสาเหตุของการเกิดลายกระดาษเคลื่อนที่ป้อนกระดาษสะดุด และสีขาดจะประยุกต์ใช้ฟังก์ชันแกงปลา ร่วมกับเทคนิคการตั้งคำถามทำไม-ทำไม ซึ่งเป็นกลุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวม [8]

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการวิจัยในส่วนของอัตราการเดินเครื่อง

3.1.1 การปรับตั้งเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Quick Changeover)

การปรับตั้ง เครื่องจักรสามารถจำแนกเป็น 20 กิจกรรมย่อย เริ่มตั้งแต่การหยุดเครื่องพิมพ์ เปลี่ยนแม่พิมพ์ เตรียมกระดาษและสี ปรับตั้งอุปกรณ์ต่างๆ จนกระทั่งเริ่มพิมพ์ชิ้นงานใหม่ เมื่อวิเคราะห์และแยกประเภทของงาน พบว่ากิจกรรมที่ 4, 5, 6, 7, 13 และ 20 (ดังรูปที่ 2) สามารถจำแนกออกเป็นงานภายนอก ซึ่งกิจกรรมทั้ง 6 กิจกรรมนี้จะถูกดึงออกมาทำคู่ขนานระหว่างที่เครื่องพิมพ์กำลังทำงานอยู่ได้ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เวลาปรับตั้งเครื่องจักรลดลงเหลือเพียงเวลาของงานภายใน สำหรับ กิจกรรมที่ 1 การหยุดเครื่องพิมพ์กระดาษ ไม่ได้แยกแยะประเภทของงาน เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่บ่งบอกการสิ้นสุดและการเริ่มต้นปรับตั้งของการผลิต กล่าวคือกระดาษแต่ละรุ่น ตัวอย่างเช่น การพิมพ์กล่องทัฟพี เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร 78.42 นาที ทำการแยกแยะงาน พบว่า กิจกรรมที่ 4, 6, 7, 13 และ 20 เป็นงานภายนอก สามารถดึงออกมาจัดเตรียมล่วงหน้าได้ ทำให้ลดเวลาลง 19.11 นาที ขั้นตอนต่อไปคือการแปลงงานภายในให้เป็นงานภายนอก พบว่ากิจกรรมที่ 5 การจัดเตรียมแม่พิมพ์ พนักงานสามารถเตรียมล่วงหน้าก่อนการใช้งานจริงโดยดูตามลำดับของแผนการผลิตที่วางไว้ จึงสามารถแปลงกิจกรรมดังกล่าวให้เป็นงานภายนอกได้ ลดเวลาลงอีก 31.01 นาที ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักรจะลดลงเหลือ 28.30 นาที

กิจกรรม	งานภายใน	งานภายนอก
1. การหยุดเครื่องพิมพ์กระดาษ		
2. การนำแม่พิมพ์ชุดเก่าออก	✓	
3. การนำแม่พิมพ์ชุดเก่าไปเก็บ	✓	
4. การค้นหาแม่พิมพ์		✓
5. การจัดเตรียมแม่พิมพ์	✓	
6. การเตรียมกระดาษ		✓
7. การปรับตำแหน่ง		✓
8. การปรับช่องขนาดสำหรับใส่กระดาษ	✓	
9. การแยกเครื่อง	✓	
10. การปรับลูกกลิ้งเลื่อนกระดาษ	✓	

กิจกรรม	งานภายใน	งานภายนอก
11. การประกอบเครื่องเข้าด้วยกัน	✓	
12. การติดแม่พิมพ์ลงบนโมล	✓	
13. การใส่สีผสมน้ำ		✓
14. การปรับตั้งเครื่องจักรส่วนของท้ายเครื่อง	✓	
15. เตรียมกระดาษวางที่แทนพิมพ์	✓	
16. การทดลองพิมพ์กระดาษ	✓	
17. การตรวจสอบงานที่ทดสอบ	✓	
18. การปรับแต่งเพิ่มเติม	✓	
19. การใส่กระดาษ	✓	
20. การเริ่มพิมพ์ชิ้นงาน		✓

รูปที่ 2 การแยกแยะประเภทระหว่างงานภายในและงานภายนอก

3.1.2 การปรับลดเวลาภายในและงานภายนอกด้วยเทคนิค ECRS

หลักการ ECRS ประกอบด้วยการกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และการทำให้ง่าย (Simplify) เป็นหลักการที่ใช้ลดความสูญเปล่าในกระบวนการ นำมาปรับลดเวลาภายในและงานภายนอกโดยจัดขั้นตอนงานที่ไม่เกิดประโยชน์ ทำให้เกิดความสมดุลระหว่างการปฏิบัติงานของพนักงานและการทำงานของเครื่องพิมพ์ ตัวอย่างเช่นการพิมพ์กล่องทัฟพี กิจกรรมที่ 4 การค้นหาแม่พิมพ์ ทำให้สะดวกและง่ายต่อการค้นหาด้วยการจัดแม่พิมพ์ตามหมวดหมู่และทำรหัสที่ตัวแม่พิมพ์ กิจกรรมที่ 10 การปรับลูกกลิ้งเลื่อนกระดาษ เปลี่ยนจากการใช้ตลับเมตรมาเป็นการติดแถบสเกลตัวเลข กิจกรรมที่ 2, 3

และ 6 การจัดการแม่พิมพ์เก่าและการเตรียมกระดาษ ทำการกระจายงานให้กับพนักงานแต่ละคนใหม่ เป็นต้น การปรับลดเวลาด้วยเทคนิค ECRS ดังรูปที่ 3 ทำให้เวลาปรับตั้งเครื่องจักรลงเหลือ 25.40 นาที

หลังจากการลดความสูญเปล่าในกิจกรรมต่างๆ ด้วยการปรับตั้งเครื่องจักรอย่างรวดเร็วร่วมกับเทคนิค ECRS ทำการรวบรวมข้อมูลการผลิตกล่องกระดาษตั้งแต่วันที่ 20 เมษายน พ.ศ. 2560 ถึงวันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2560 พบว่าเวลาที่ใช้ปรับตั้งเครื่องพิมพ์ 2 สีลดลงเหลือ 1,874 นาที จากเวลารับภาระงานทั้งหมด 6,693 นาที ส่งผลให้อัตราการเดินเครื่องหลังปรับปรุงเพิ่มขึ้นเป็น 72 %



(ก) การจัดทำรหัสที่ตัวแม่พิมพ์



(ข) การจัดแม่พิมพ์ตามหมวดหมู่



(ค) การใช้แถบสเกลตัวเลขแทนการใช้ตลับเมตร

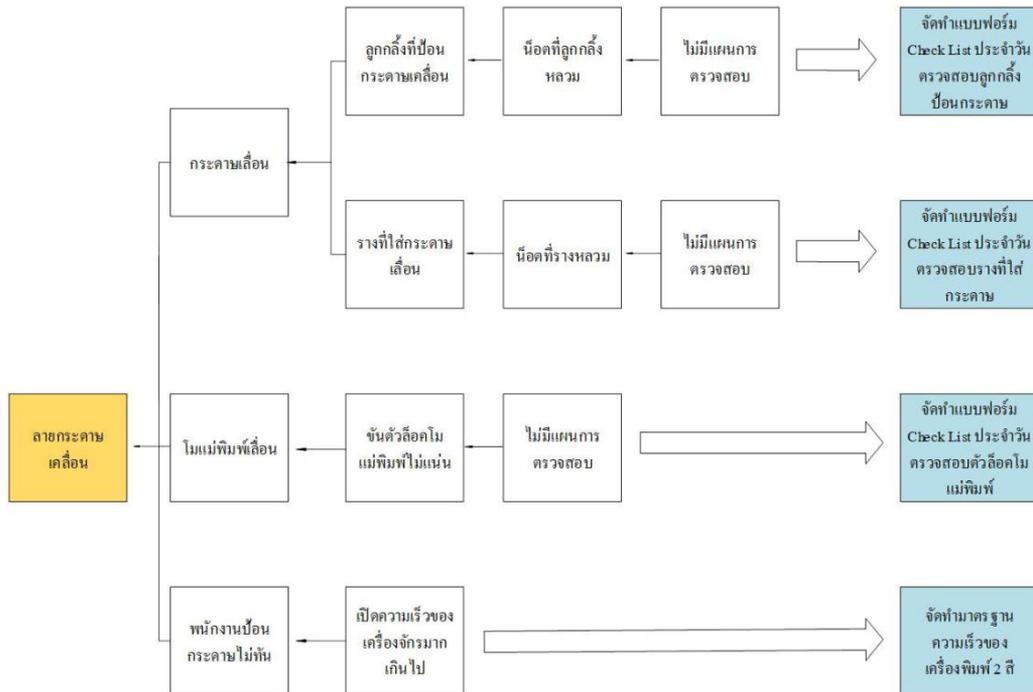


(ง) การเปลี่ยนมาใช้ประแจล็อก

รูปที่ 3 ตัวอย่างการใช้เทคนิค ECRS ในการลดเวลางานภายนอกและงานภายใน

3.2 ผลการวิจัยในส่วนของประสิทธิภาพการเดินเครื่อง

การค้นหาค่าสาเหตุที่ทำให้เครื่องพิมพ์หยุดเล็กๆ น้อยๆ ด้วยเวลาไม่เกิน 5 นาที (Minor Stoppage) การวิเคราะห์ด้วยผังก้างปลา จะช่วยรวบรวมสาเหตุและจำแนกเป็นหมวดหมู่ ตัวอย่างเช่น ลายกระดาษเลื่อน สาเหตุมาจากการเลื่อนของราง ลูกกลิ้ง และ โม่แม่พิมพ์ จากพนักงานที่ป้อนกระดาษไม่ทัน และไม่มีการตรวจสอบก่อนการเดินเครื่อง เมื่อทราบสาเหตุแล้ว จะใช้เทคนิคการตั้งคำถามทำไม-ทำไม เพื่อหาต้นเหตุและเสนอแนวทางการปรับปรุง ผลการวิเคราะห์พบว่าในส่วนของเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการเลื่อนของกระดาษและโม่แม่พิมพ์ มาจากการไม่มีแผนการตรวจสอบก่อนใช้งาน และในส่วนของพนักงานที่ป้อนกระดาษไม่ทัน มาจากความเร็วของเครื่องจักรที่ปรับค่าไม่สอดคล้องกับกระดาษที่ต่างขนาดกัน (ดังรูปที่ 4) แนวทางการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเดินเครื่องได้แก่ การจัดทำแผนการบำรุงรักษา ประกอบด้วยใบความรู้เฉพาะเรื่อง (One Point Lesson: OPL) ร่วมกับการตรวจสอบ และวิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction) ร่วมกับการจัดทำมาตรฐานความเร็วของเครื่องพิมพ์ 2 สี แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการตั้งคำถามทำไม-ทำไมของลากระคายเควี่ยน

ลำดับที่	รายการ	ขนาดกระคาย		ความเร็ว (RPM)
		ความกว้าง (นิ้ว)	ความยาว (นิ้ว)	
1	ขนาดเล็ก	น้อยกว่า 20	น้อยกว่า 30	650 - 750
2	ขนาดกลาง	20 - 40	30 - 60	500 - 650
3	ขนาดใหญ่	มากกว่า 40	มากกว่า 60	400 - 500

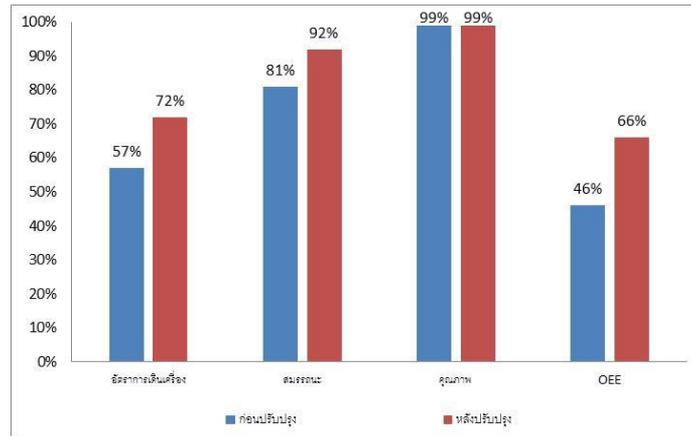
หมายเหตุ ถ้าขนาดความกว้าง หรือ ความยาว ค่าใดค่าหนึ่งมากกว่าเกณฑ์มาตรฐานให้ปรับความเร็วอยู่ในช่วงเกณฑ์ถัดไป

(ก) มาตรฐานความเร็วของเครื่องพิมพ์ 2 สี



(ข) ใบความรู้เฉพาะเรื่อง

รูปที่ 5 ตัวอย่างการปรับปรุงของลากระคายเควี่ยน



รูปที่ 7 ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องพิมพ์ 2 สี ก่อนและหลังการปรับปรุง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้บริหารและพนักงานของบริษัทตัวอย่างที่ให้การสนับสนุนด้านข้อมูลและให้ความร่วมมือในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Ramlan, R. et al. Quantification of Machine Performance through Overall Equipment Effectiveness. *2015 International Symposium on Technology Management and Emerging Technologies (ISTMET)*, Malaysia, 25-27 August 2015, pp. 404-411.
- [2] Lipiak, J. Methodology for Assessing the Factors Affecting the Quality and Efficiency of Flexographic Printing Process. *Procedia Engineering*, 2017, 182, pp. 403-411.
- [3] Chokpaiboon, K. and Kiatcharoenpol, T. Reduction of Machine Set-Up Time of Printing Process by Using Lean Technique. *IE Network Conference 2012*, Thailand, 17-19 October 2012, pp. 261-265.
- [4] Kamath, N.H. and Rodrigues, L.R. Simultaneous Consideration of TQM and TPM Influence on Production Performance: A Case Study on Multicolor Offset Machine using SD Model. *Perspectives in Science*, 2016, 8, pp. 16-18.
- [5] Mandahawi, N., Fouad, R.H. and Obeidat, S. An Application of Customized Lean Six Sigma to Enhance Productivity at a Paper Manufacturing Company. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering (JJMIE)*, 2012, 6 (1), pp. 103-109.
- [6] Chantamat, A. and Rojanarowan, N. Productivity Improvement of Spray Drying Process in Textile Dye Manufacturing. *SWU Engineering Journal*, 2017, 12 (1), pp. 72-80.
- [7] Luasubsuk, P. and Khonklang, Y. *Quick Changeover for Operators: The SMED System*, Bangkok: E.I.Square Publishing, 2007.
- [8] Pornsirirung, C. *Practical OEE: Overall Equipment Effectiveness*, Bangkok: Thailand Productivity Institute, 2006.