การปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิตชิ้นส่วนตัวถังรถยนต์ด้วยการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

Efficiency Improvement of an Automotive Body Part Production Line With Autonomous Maintenance

มาโนช ทองเจือ[1*] ณิชกุล ไชยศร[2] บรรรหาญ ลิลา[3] ชยธัช เผือกสามัญ[4]
[1,2]บริษัท ไทยซัมมิท อีสเทิร์นซีบอร์ด โอโตพาร์ท อินดัสตรี จำกัด ระยอง 21140
[3]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131
[4]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 10800
E-mail: nochny_72@hotmail.com[1*]

Manoch Thongjea[1*] Nichakul Chaison[2] Banhan Lila[3] Chayathach Phuaksaman[4]
[1,2]Thai Summit Eastern Seaboard Autoparts Industry Co., Ltd. Rayong 21140
[3]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Burapha University, Chonburi 20131
[4]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800
E-mail: nochny_72@hotmail.com[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้ระบบการบำรุงรักษาแบบทวีผลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนตัวถังรถยนต์แบบอัตโนมัติ โดยประยุกต์ใช้ 4 จาก 8 ขั้นตอนของหลักการของเสาการบำรุงรักษาด้วยตนเอง คือ เตรียมการ การทำความสะอาดเพื่อค้นหาจุดบกพร่อง กำหนดมาตรการและดำเนินการแก้ไขจุดที่ก่อให้เกิดความสกปรกและตำแหน่งที่ยากลำบากในการปฏิบัติงาน และการจัดทำเกณฑ์มาตรฐานในการตรวจเช็คและการทำความสะอาด ผลการดำเนินการพบว่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น 12.85 % และอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรลดลง 1.29% จึงเห็นได้ว่าการบำรุงรักษาด้วยตนเองสามารถนำไปสู่การปรับปรุงได้อย่างมีประสิทธิผลและเป็นแนวทางในการปรับปรุงเครื่องจักรอื่น ๆ ต่อไป

คำหลัก การบำรุงรักษาทวีผล การบำรุงรักษาด้วยตนเอง ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

Abstract

This paper presents an application of the Total Productive Maintenance to improve the Overall Equipment Efficiency of machines in an automated automotive part production process. The four of eight steps of the Autonomous Maintenance column- preparation, cleansing and identification of flaws, establishment of counter measure and implementation, and setup of criteria for routine checking and cleansing- were implemented. The implementation resulted in a 12.85% increment of the Overall Equipment Efficiency and a 1.29% decrement of failure rates of machines. Thus, it can be seen that the Autonomous Maintenance could identify problems that led to the significant improvement on the Overall Equipment Efficiency of machines and can be a sound example for implementation of similar production processes.

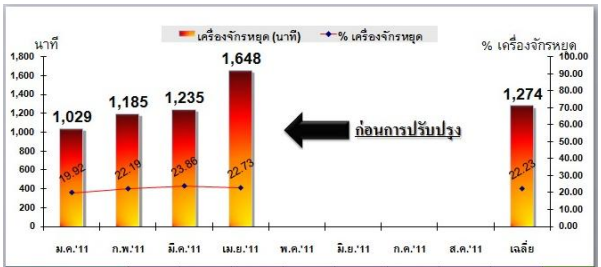
Keywords: Total Productive Maintenance, Autonomous Maintenance, Overall Equipment Efficiency.

1. บทนำ

ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์มีการปรับกลยุทธ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดต้นทุนในการผลิตสินค้า โดยใช้เทคนิค TPM เป็นแนวทางหนึ่งของการบริหารงานในอุตสาหกรรมเพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิต และประสิทธิภาพโดยรวมเครื่องจักร อีกทั้งยังเพิ่มความรู้ความสามารถของคนในองค์กร จากกรณีศึกษา พบว่าสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิตมาจาก คน เครื่องจักร และระบบการบริหารการจัดการ สำหรับในส่วนของเครื่องจักรประสิทธิภาพโดยรวมเครื่องจักรต่ำ เกิดจากการหยุดของเครื่องจักรสูง

โดยหลัก TPM เป็นเทคนิคของการบริหารการผลิตทั่วทั้งองค์กรเพื่อสร้างผลกำไรให้กับบริษัท การกำจัดความสูญเปล่าอย่างถึงที่สุด การลดความสูญเสียหลัก การป้องกันการบำรุงรักษา การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข เน้นสถานที่จริงจากของจริง เช่น เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่ควรจะเป็นการควบคุมด้วยการมอง และบอร์ดกิจกรรม TPM

ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้เลือกกรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์กรณีศึกษา ทางโรงงานต้องการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมเครื่องจักรต้นแบบ จึงได้คัดเลือกเครื่องจักรต้นแบบ (Machine Model) ที่เครื่องจักรส่งผลกระทบให้กระบวนการอื่นไม่สามารทำการผลิตชิ้นต่อไปได้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวจึงรวบรวมแนวโน้มของเวลาที่เครื่องจักรหยุด (Down Time) ก่อนการปรับปรุง ของเครื่องจักรต้นแบบอยู่ประมาณ 22.23% เปอร์เซ็นต์โดยเฉลี่ย ดังแสดงในรูปที่ 1) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ซึ่งประสิทธิภาพโดยรวมเครื่องจักร (OEE) ก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 61.42 เปอร์เซ็นต์โดยเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 1) โดยที่งานวิจัยครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้หลักการของเสา AM เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมเครื่องจักรต้นแบบโดยมีเป้าหมายที่ต้องการเพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์โดยเฉลี่ย



เครื่องจักรต้นแบบ	ม.ค.'11	ก.พ.'11	มี.ค.'11	เม.ย.'11	พ.ค.'11	มิ.ย.'11	ก.ค.'11	ส.ค.'11	เฉลี่ย
เครื่องจักรหยุด (นาที)	1,029	1,185	1,235	1,648					1,274
เวลาการทำงานทั้งหมด (นาที)	5,165	5,340	5,175	7,250					5,733
% เครื่องจักรหยุด	19.92	22.19	23.86	22.73					22.23

รูปที่ 1 แสดงแนวโน้มที่สูงขึ้นของเวลาที่เครื่องจักรหยุดของเครื่องจักรต้นแบบ (ก่อนการปรับปรุง)

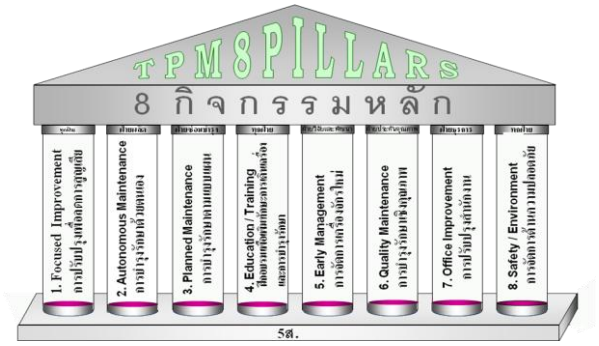
ตารางที่ 1 แสดงค่าประสิทธิภาพโดยรวมเครื่องจักร (OEE) ของเครื่องจักรต้นแบบ (Machine Model) ก่อนการปรับปรุง

ไลน์ผลิต	อัตราเวลาเดินเครื่อง (%)	ประสิทธิภาพการผลิต (%)	อัตราส่วนคุณภาพ (%)	OEE. (%)
เครื่องจักรต้นแบบ	67.80	91.71	99.88	**61.42**

2. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการในการบำรุงรักษาเครื่องจักร

การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมย่อมาจากคำว่า (Total Productive Maintenance, TPM) ซึ่งในเสาของการบำรุงรักษาด้วยตนเอง AM เป็น 1 ใน 8 เสาหลักที่ TPM ใช้การดำเนินการ การบำรุงรักษาด้วยตนเอง AM จึงเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของ TPM แต่การดำเนินการเพียงเพื่อให้เครื่องจักรเสียเป็นศูนย์นั้นยังไม่เพียงพอ TPM จึงมุ่งไปสู่การเป็นผู้ผลิตระดับโลก หรือ World Class Manufacturing โดยนำกิจกรรมอื่นมาผนวกรวมด้วยเป็น 8 กิจกรรมหลักของการดำเนินการ TPM หรือที่เรียกว่า 8 เสาหลักของ TPM



รูปที่ 2 ภาพแสดง 8 เสาหลักของกิจกรรม TPM

2.2 เทคนิคการบำรุงรักษาด้วยตนเอง หรือ (Autonomous Maintenance, AM) Step 0-3

เป็นกิจกรรมหลักที่เป็นเอกลักษณ์ของ TPM หลักการของการบำรุงรักษาหากมองผิวเผินอาจมองว่าเป็นเพียงการเปลี่ยนพนักงานเดินเครื่อง ให้เป็นผู้ที่มีความสามารถตรวจสอบเครื่องจักรได้ แต่แท้ที่จริงแล้วไม่ใช่เท่านั้น แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพการเป็นเจ้าของจากที่เครื่องจักรของโรงงาน ไปเป็นเครื่องจักรของตนเอง เครื่องจักรนี้เป็นเครื่องจักรที่ต้องไม่มีความเสื่อมสภาพ เป็นเครื่องจักรที่ไม่ผลิตของเสีย เป็นเครื่องจักรที่ไม่เสีย นั้นคือหัวใจของการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

ขั้นตอนที่ 0 (Step0) การเตรียมการ ในขั้นตอนที่ 0 ของกิจกรรมบำรุงรักษาด้วยตนเองนั้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อการเตรียมการก่อนการทำกิจกรรม โดยที่มีการจัดทำเป็นเอกสารเพื่อใช้สื่อสารในเรื่องของเครื่องจักรความปลอดภัย หรือแม้กระทั่งอุปกรณ์ที่ใช้ทำความสะอาดของเครื่องจักรเพื่อให้พนักงานได้ทราบถึงโครงสร้างของเครื่องจักรต่างๆ ว่ามีชิ้นส่วนใดประกอบอยู่ที่เครื่องบ้างแล้วชิ้นส่วนชิ้นนั้นเรียกว่าอะไร การสื่อสารเช่นนี้ เป็นการสอนให้พนักงานรู้จักชื่อเรียกของชิ้นส่วนต่างๆบนเครื่องจักร และตระหนักถึงความปลอดภัยของเครื่อง

ขั้นตอนที่ 1 (Step1) การทำความสะอาดเพื่อค้นหาจุดบกพร่อง ในขั้นตอนที่ 1 ของกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเองมีจุดมุ่งหมายที่จะเพิ่มความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร โดยการทำงาน 3 อย่างด้วยกัน คือ การกำจัดขยะและสิ่งสกปรกให้หมดไปโดยสิ้นเชิงการค้นหาจุดบกพร่องและการแก้ไขจุดบกพร่องที่พบทำการแก้ไขส่วนที่ชำรุดให้กลับสู่สภาพปกติรวมถึงการปรับปรุงสภาวะเงื่อนไขพื้นฐานการทำความสะอาดขั้นต้นซึ่งในการทำความสะอาดที่เรานิยมเรียกกันนั้น คือ การทำ Cleaning Day ซึ่งขึ้นอยู่กับโรงงานแต่ละโรงว่าจะเรียกแบบใด

ขั้นตอนที่ 2 (Step2) หามาตรการแก้ไขจุดที่ก่อให้เกิดความสกปรก และตำแหน่งที่ยากลำบากในการปฏิบัติงาน ในขั้นตอนที่ 1 ได้มีการทำความสะอาดขั้นต้นและค้นหาจุดบกพร่องแล้ว แต่ในขั้นตอนที่ 2 จะมีการดำเนินกิจกรรมการแก้ไขปรับปรุงการพยายามลดเวลาในการทำความสะอาดการตรวจเช็คและการหล่อลื่นเป็นกิจกรรมที่ต้องทำในขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 3 (Step3) การจัดทำเกณฑ์มาตรฐานการตรวจเช็คและการทำความสะอาดนั้นเป็นการป้องกันเพื่อรักษาผลที่ได้รับจากการดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนที่ 2 ด้วยเหตุนี้ในขั้นตอนที่ 3 ถ้ามีการชี้แนะวิธีการจัดทำเกณฑ์มาตรฐานหรือสิ่งสำคัญในการตรวจเช็คแล้วจะทำให้ได้เกณฑ์มาตรฐานที่พนักงานในระดับปฏิบัติการสามารถที่จะตรวจเช็คประจำวันและปฏิบัติตามได้ด้วยความกระตือรือร้น ทักษะความสามารถ และสถานที่ที่สะดวกจนสามารถป้องกันการเสื่อมสภาพได้

ทั้งนี้การพิจารณาข้อมูลจากการดำเนินการประกอบไปด้วยสมการดังนี้

ประสิทธิผลโดยรวมเครื่องจักร
(Overall Equipment Effectiveness, OEE)
อัตราการเดินเครื่อง X อัตราสมรรถนะ X อัตราคุณภาพ (1)

รูปที่ 2 แสดงการคำนวณประสิทธิภาพโดยรวมเครื่องจักร (OEE)

3. วิธีการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการกิจกรรม (Autonomous Maintenance, AM) ขั้นตอนที่ 0-3 เท่านั้นเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรมีการดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 0 (Step0) การเตรียมการ มีการดำเนินกิจกรรมในเรื่อง

1) สมาชิกกลุ่มย่อย (Organization Small Group)

2) แผนการดำเนินกิจกรรมกลุ่มย่อย (AM Master Plan)

3) โครงสร้างของเครื่องจักร (Machine structure)

4) ความเสี่ยงจากเครื่องจักร (List of Risks)

5) แผนผังทำความสะอาด (Cleaning Map)

6) วัสดุอุปกรณ์ทำความสะอาด (Material of Cleaning)

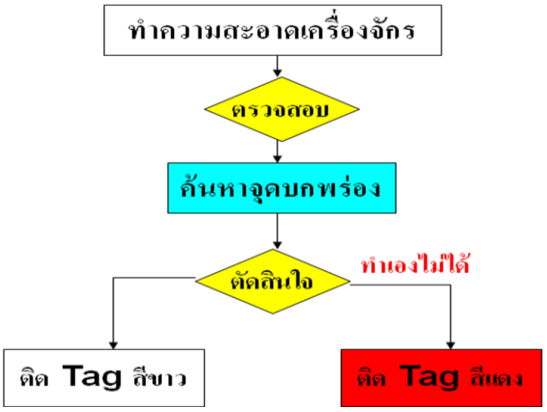
7) บัญชีรายชื่อสารหล่อลื่น (Llubrication List)

8) บอร์ดกิจกรรม (Center Board)

9) แท็กการ์ด (Tag Card) สีแดงติดจุดที่ต้องการซ่อมดำเนินการโดยฝ่ายซ่อมบำรุง สีขาวติดที่จุดบกพร่องที่พบพนักงานฝ่ายผลิตสามารถทำการแก้ไขได้

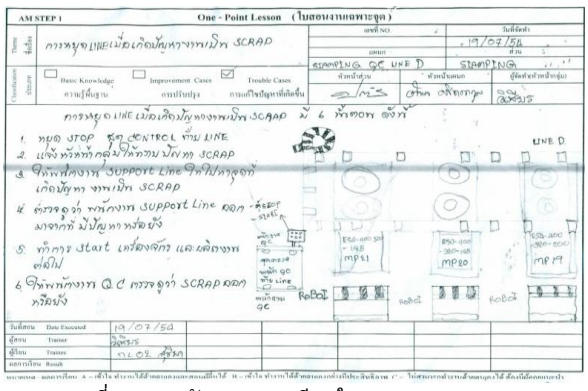
รูปที่ 4 แสดงป้ายทั้ง 2 ชนิด

10) ขั้นตอนการติดแท็กการ์ด (Flow Tag) เพื่อให้พนักงานสามารถทราบถึงขั้นการติดแท็กการ์ดที่เครื่องจักรได้



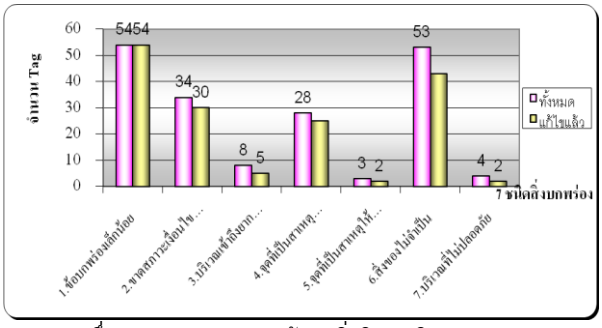
รูปที่ 5 แสดงขั้นตอนในการติดป้าย 2 ชนิด

11) ใบสอนงานเฉพาะจุด (One point Lesson) เพื่อให้พนักงานสามารถเขียนความรู้ที่ตนเองมีนำไปถ่ายทอดให้เพื่อนร่วมงาน เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในองค์กร



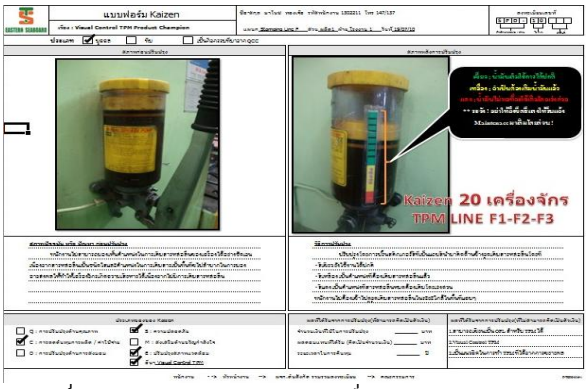
รูปที่ 6 แสดงตัวอย่างการเขียนใบสอนงานเฉพาะจุด

ขั้นตอนที่ 1 (Step1) การทำความสะอาดเพื่อค้นหาจุดบกพร่อง ของเครื่องจักรการกำจัดขยะและสิ่งสกปรกให้หมดไปโดยสิ้นเชิง การค้นหาจุดบกพร่องและการแก้ไขจุดบกพร่องที่พบทำการแก้ไขส่วนที่ชำรุดให้กลับสู่สภาพปกติรวมถึงการปรับปรุงสภาวะเงื่อนไขพื้นฐานและการทำความสะอาดขั้นต้นในเชิงปฏิบัติการ



รูปที่ 7 แสดงรายงานการค้นหาสิ่งผิดปกติ 7 ประเภท

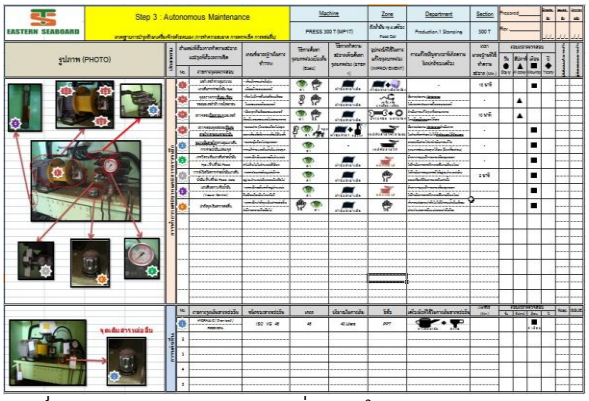
ขั้นตอนที่ 2 (Step2) หามาตรการแก้ไขจุดที่ก่อให้เกิดความสกปรก และตำแหน่งที่ยากลำบากในการปฏิบัติงาน การที่พยายามลดเวลาในการทำความสะอาดการตรวจเช็คและการหล่อลื่นโดยการปรับปรุงสิ่ง 2 สิ่งดังกล่าวข้างต้นนั้นเป็นกิจกรรมที่ต้องทำในขั้นตอนที่ 2



รูปที่ 8 แสดงตัวอย่างการปรับปรุงเครื่องจักร (Kaizen TPM)

รูปที่ 9 แสดงตัวอย่างการปรับปรุงเครื่องจักร (Kaizen TPM)

ขั้นตอนที่ 3 (Step3) การจัดทำเกณฑ์มาตรฐานในการตรวจเช็คและการทำความสะอาด ในขั้นตอนที่ 3 การจัดทำเกณฑ์มาตรฐานการตรวจเช็คและการทำความสะอาดนั้นเป็นการป้องกัน เพื่อรักษาผลที่ได้รับจากการดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนที่ 2



รูปที่ 10 แสดงตัวอย่างมาตรฐานชั่วคราวในการบำรุงรักษาตนเอง

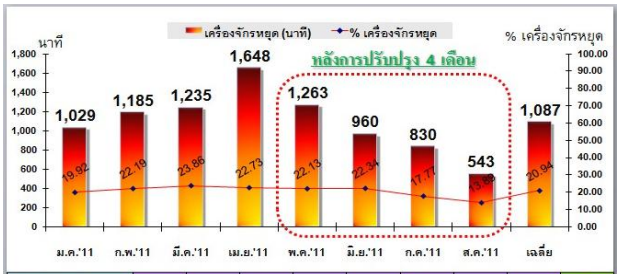
การดำเนินกิจกรรมทั้ง 4 ขั้นตอน (Step 0-3) นี้ต้องผ่านการตรวจประเมินผลแต่ละขั้นตอน โดยที่ต้องผ่านการตรวจประเมิน 3 ลำดับขั้นดังนี้

1. ตรวจด้วยตนเอง ≥ 90 คะแนน
2. ตรวจด้วยกลุ่มบริษัทในเครือ ≥ 85 คะแนน
3. ตรวจด้วยผู้บริหาร ≥ 80 คะแนน

เมื่อผ่านการตรวจประเมินในทุกขั้นตอนแล้วหลังจากการตรวจประเมินผู้บริหารจะพิจารณาทุกขั้นตอนที่สำเร็จตามเป้าหมายเพื่อออกสติกเกอร์แสดงที่บอร์ดของกลุ่มย่อย

4. ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงานการแก้ไขและปรับปรุงตามรูปแบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรแบบที่ทุกคนมีส่วนร่วมส่งผลให้แนวโน้มของเวลาที่เครื่องจักรหยุด (Down Time) หลังจากการปรับปรุงของเครื่องจักรต้นแบบอยู่ประมาณ 20.94% เปอร์เซ็นต์โดยเฉลี่ย ดังแสดงในรูปที่ 11) สำหรับประสิทธิภาพโดยรวมเครื่องจักร (OEE) เพิ่มขึ้นเป็น 74.27 เปอร์เซ็นต์โดยเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 2)



เครื่องจักรต้นแบบ	ม.ค.'11	ก.พ.'11	มี.ค.'11	เม.ย.'11	พ.ค.'11	มิ.ย.'11	ก.ค.'11	ส.ค.'11	เฉลี่ย
เครื่องจักรหยุด (นาที)	1,029	1,185	1,235	1,648	1,263	960	830	543	1,087
เวลาการทำงานทั้งหมด (นาที)	5,165	5,340	5,175	7,250	5,706	4,298	4,670	3,910	5,189
% เครื่องจักรหยุด	19.92	22.19	23.86	22.73	22.13	22.34	17.77	13.89	20.94

รูปที่ 11 แสดงแนวโน้มที่ลดลงของเวลาที่เครื่องจักรหยุดของเครื่องจักรต้นแบบ (หลังการปรับปรุง)

ตารางที่ 2 แสดงค่าประสิทธิภาพโดยรวมเครื่องจักร (OEE) ของเครื่องจักรต้นแบบ (Machine Model) หลังการปรับปรุง

ไลน์ผลิต	อัตราเวลาเดินเครื่อง (%)	ประสิทธิภาพการผลิต (%)	อัตราส่วนคุณภาพ (%)	OEE. (%)
เครื่องจักรต้นแบบ	80.62	92.22	99.88	**74.27**

5. สรุป

ผลของการประยุกต์ใช้ระบบการบำรุงรักษาแบบทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance, TPM) โดยอาศัยหลักการของเสาการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance, AM) ภายในโรงงานกรณีศึกษา ของเครื่องจักรตัวอย่างเป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการและขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม ซึ่งส่งผลให้พนักงานสามารถพัฒนาความรู้ความสามารถจากเดิมที่ตนเป็นเพียงผู้ใช้เครื่องจักรเพียงอย่างเดียว พัฒนาขึ้นมาเป็นผู้ชำนาญในด้านเครื่องจักรของตนเองที่ตนเองใช้อยู่ อีกทั้งสามารถสอนเพื่อนร่วมงานที่เข้ามาใหม่ให้ใช้เครื่องจักรอย่างที่ตนเองใช้ได้ นอกจากนั้นส่งผลให้เกิดการประยุกต์ใช้กิจกรรมที่เริ่มต้นเพียงเครื่องจักรต้นแบบเพียงเครื่องเดียวได้ขยายผลไปได้ทั่วทั้งองค์กร

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร และพนักงานทุกท่านในโรงงาน บริษัท ไทยซัมมิท อีสเทิร์นซีบอร์ด ที่ได้เปิดโอกาสให้พนักงานค้นหาความรู้และประสบการณ์อย่างเต็มที่ในการทำงาน รวมถึงอาจารย์ที่ปรึกษา พี่ๆ

เพื่อนๆ ร่วมงาน และเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท X-MIE R5 ใคร่ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

[1] เลอพงษ์ พัฒชา, นรา บุริพันธ์, รัตติกรณ์ เสาร์แดน, พิชัย จันทร์มณี, และธวัชชัย ว่องไวยิ่ง. การปรับปรุงเฉพาะเรื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตขวดพลาสติก กรณีศึกษา: บริษัท ดัชมิลล์ (ประเทศไทย) จำกัด การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมอุตสาหการแห่งประเทศไทย ชลบุรี 20-21 ตุลาคม 2554

[2] นุกูล อุนุบาน, การประยุกต์ระบบ TPM ตามแนวทาง Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมอุตสาหการแห่งประเทศไทย ชลบุรี 20-21 ตุลาคม 2554

[3] ประสิทธิ์ เดชนครินทร์. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้เทคนิค TPM กรณีศึกษา: โรงงานอาหารกึ่งสำเร็จรูป: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[4] มาโนช ทองเจือ, ศุภนิธิ เรื่องทอง. โครงการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรด้วยการบำรุงรักษา: บริษัท ไทยซัมมิท อีสเทิร์นซีบอร์ด โอโตพาร์ท อินดัสตรี จำกัด สมาคมผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย และสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2553.

[5] อนิวัต ปาณะลักษณ์. เอกสารประกอบการอบรมหัวข้อการบำรุงรักษาด้วยตนเอง: กลุ่มบริษัท ไทยซัมมิท จำกัด

[6] ไพฑูรย์ จักรรุ่งโรจน์. การปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรสายการผลิตปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วนรถยนต์. โครงงานวิจัยอุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2553.