

การประหยัดน้ำและพลังงานไฟฟ้า ด้วยเทคนิคการวินิจฉัยด้านการผลิต กรณีศึกษา เครื่องล้างชิ้นงานอัตโนมัติ

WATER AND ENERGY CONSERVATION BY PRODUCTION DIAGNOSIS TECHNIQUE A CASE STUDY OF AUTOMATIC CLEANING MACHINE IMPROVEMENT

ธณัฐพงษ์ ปัญญโรจน์^{#1} และวิจิตร ภัทรพรหมินทร์[#]

[#]บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต / สาขาวิชาการจัดการวิสาหกิจสำหรับผู้บริหาร / สถาบันเทคโนโลยีไทย - ญี่ปุ่น

¹e-mail: tharnutpong@yahoo.co.th

บทคัดย่อ – งานศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประหยัดน้ำและพลังงานไฟฟ้า ด้วยเทคนิคการวินิจฉัยด้านการผลิต และได้เลือกเครื่องล้างชิ้นงานอัตโนมัติเป็นเครื่องจักรตัวอย่างเพื่อดำเนินการปรับปรุงโดยพิจารณาประโยชน์ 2 ด้าน ด้านแรกจะเป็นด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำและไฟฟ้าเพื่อสิ่งแวดล้อม ด้านที่สองจะเป็นการลดต้นทุนในการผลิตเพื่อให้ธุรกิจสามารถลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นและสามารถแข่งขันกับคู่แข่งได้ การศึกษาจะเริ่มจากการสำรวจโรงงาน (Fact Finding) เพื่อหาความสูญเสียโดยใช้หลักความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes) ลำดับความสำคัญของปัญหา โดยพิจารณา 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความยากง่ายในการปรับปรุง ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและต้นทุนที่ใช้ในการปรับปรุง มาเป็นตัวกำหนดแผนการดำเนินงาน และออกแบบการปรับปรุงงานโดยใช้เทคนิค Kaizen และ ECRS หลังจากดำเนินการปรับปรุงเครื่องจักรและทำการเก็บข้อมูลการใช้น้ำและพลังงานไฟฟ้าอีกครั้ง พบว่า ปริมาณการใช้น้ำของเครื่องจักรได้ลดลงจาก 5,517 ลูกบาศก์เมตรต่อปี เป็น 3,806 ลูกบาศก์เมตรต่อปี หรือคิดเป็น ร้อยละ 31.01 คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 37,642 บาทต่อปี, ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องจักรได้ลดลงจาก 209,907 KWH ต่อปี เป็น 158,427 KWH ต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 24.05 คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 159,588 บาทต่อปี, คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่ได้รับผลกระทบจากการปรับปรุง โดยก่อนปรับปรุงมีอัตราของดีร้อยละ 97.41 ของเสียร้อยละ 2.98 และอื่น ๆ (เช่น งานทดลอง) ร้อยละ 0.51 และหลังปรับปรุงมีอัตราของดี ร้อยละ 97.94 ของเสียร้อยละ 2.09 และอื่น ๆ ร้อยละ 0.46

คำสำคัญ – เทคนิคการวินิจฉัยด้านการผลิต

Abstract - This research is aimed to save water and energy by manufacturing diagnosis technique and select the automatic washing machine for study. Considering the benefit base on 2 proposes, the first is environment conservative and the second is cost reduction for the production. So the business can reduce the cost and able to competition in the market. This study starts from the workshop survey (fact finding) to determine the 7 wastes and prioritize the problem by consider 3 factors i.e. the difficulty of improvement, cost and benefit, for define the improvement proposal. (Kaizen and ECRS Technique). The result shown that the water and electricity consumption of machine can be reduce by decrease the waste of the system, without any impact on the capacity or quality of product.

The water consumption was decrease from 5,517 cubic meter per year to 3,806 cubic meter per year (31.01% decreased) and able to save about 37,642 THB per year. The electricity consumption was decrease from 209,907 KWH per year to 158,427 KWH per year (24.05% decreased) and able to save about 159,588 THB per year. The quality of product is not effect with this improvement, the yield before improvement is 97.41%, defect 2.98% and other 0.51%, after improvement the yield is 97.94%, defect 2.09% and other 0.46%.

Keywords - Manufacturing diagnosis technique.

1. บทนำ

ในภาคธุรกิจ ทรัพยากรน้ำและพลังงานไฟฟ้า เป็นปัจจัยพื้นฐานที่ใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าเกือบในทุกกลุ่มอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นปัจจัยผันแปรที่มีผลโดยตรงต่อต้นทุนของสินค้า ดังนั้นในการเพิ่มศักยภาพของกิจการให้สามารถอยู่รอดและเติบโตได้ นอกจากจะต้องมีการประสานงานที่สอดคล้องกันระหว่างทุกหน่วยงานภายในองค์กรแล้ว ในส่วนของฝ่ายผลิตจะต้องพยายามรักษาคุณภาพของสินค้าให้ได้มาตรฐาน ในขณะเดียวกันก็ต้องพยายามลดต้นทุนในกระบวนการผลิตให้ต่ำที่สุด เพื่อให้สามารถแข่งขันด้านราคากับคู่แข่งในตลาดได้ ซึ่งไม่ว่าจะเลือกใช้กลยุทธ์แบบไหนมาเป็นตัวนำในการประกอบธุรกิจ แต่สิ่งที่จะต้องระลึกไว้ก็คือจะต้องไม่ลืมอีกด้านหนึ่งเสมอ ตัวอย่างเช่น กรณีที่เลือกที่จะเป็นผู้นำด้านความแตกต่าง ก็จะต้องเสนอราคาสินค้าให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ลูกค้ายินดีที่จะจ่ายเพื่อซื้อความแตกต่างนั้น ดังนั้นการรักษาระดับต้นทุนของสินค้าให้อยู่ในระดับที่ต่ำเพื่อให้สามารถแข่งขันได้ โดยที่ไม่กระทบกับคุณภาพของตัวสินค้าจึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นในการประกอบธุรกิจในปัจจุบัน

การลดปริมาณการใช้น้ำและพลังงานไฟฟ้า ไม่เว้นในมุมของการอนุรักษ์สภาพแวดล้อม (Environment Conservation) หรือ การควบคุมต้นทุนการผลิตสินค้า (Production Cost Control) เพื่อความอยู่รอดของธุรกิจ ล้วนแต่มีทิศทางที่สอดคล้องกัน ซึ่งผู้ศึกษาได้สนใจที่จะทำการศึกษาดูด้วยตนเองในหัวข้อเรื่อง “การประหยัดน้ำและพลังงานไฟฟ้า ด้วยเทคนิคการวินิจฉัยด้านการผลิต [5,7,8] โดยเลือกเครื่องล้างชิ้นงานอัตโนมัติ เป็นกรณีศึกษา

2. วิธีการดำเนินงาน

2.1 เลือกเครื่องจักรตัวอย่าง (Sample Selection)

การเลือกเครื่องจักรตัวอย่างจะพิจารณาจากความสำคัญของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ปริมาณและความถี่ในการใช้งาน ปริมาณการใช้ทรัพยากรน้ำและไฟฟ้าของเครื่องจักร ซึ่งผู้ศึกษาได้เลือก “เครื่องล้างชิ้นงานอัตโนมัติ” มาเป็นเครื่องจักรตัวอย่างเพื่อใช้ในการศึกษา

2.2 การตรวจสอบและเก็บข้อมูลพื้นที่ปฏิบัติงาน (Fact Finding and Data Collection)

เข้าสำรวจความสูญเสียเปล่าที่พื้นที่ปฏิบัติงานและเครื่องจักรตัวอย่าง ซึ่งจะมีการเก็บข้อมูลทั่วไปของเครื่องจักร ฟังก์ชันการทำงาน ความสัมพันธ์ในการทำงานของคนกับเครื่องจักรในพื้นที่ปฏิบัติงาน และพิจารณาความสูญเสียเปล่าที่พบตามหลักความสูญเสีย 7 ประการของระบบการผลิตแบบโตโยต้า จากการสำรวจ พบปัญหาดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของปัญหาที่พบจากการเข้าสำรวจพื้นที่ปฏิบัติงาน

ลำดับ	รายละเอียดของปัญหา	รหัสของปัญหา
1	ผู้ปฏิบัติงานต้องเดินไปนำรถเข็นงานมาจากกระบวนการแกะชิ้นงานเป็นระยะทาง 12 เมตร	C001
2	ผู้ปฏิบัติงานต้องเสียเวลาในการใส่ตะกร้าชิ้นงานเข้าเครื่องจักรตามรอบการทำงานของเครื่อง	C002
3	ผู้ปฏิบัติงานต้องเดินไปนำรถเข็นมาเพิ่มในบางครั้ง ทำให้ต้องเสียเวลาไปประมาณ 1-2 รอบการทำงาน (งานไม่ต่อเนื่อง)	C003
4	ผู้ปฏิบัติงานใส่งานไม่เต็มตะกร้า ทำให้จำนวนชิ้นงานต่อรอบการทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ	C004
5	เครื่องจักรมีการใช้น้ำตลอดเวลา ถึงแม้จะไม่มีการอยู่ในสถานที่ 4 ทำให้ต้องต้มน้ำใหม่ให้ร้อนอยู่ตลอดเวลา	C005
6	เครื่องจักรมีการเคลื่อนไหวยุติตลอดเวลา (ระบบย้ายตะกร้า) ไม่ว่าจะมีการอยู่ในเครื่องหรือไม่	C006

2.3 วิเคราะห์ข้อมูลและระบุปัญหา (Data Analysis and Problem Identification)

วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ระบุชนิดของความสูญเสียเปล่าที่พบและกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา พิจารณาระดับความยากง่ายในการปรับปรุงเทียบกับผลประโยชน์ที่จะได้รับและพิจารณาเงินลงทุนเทียบกับผลประโยชน์ที่จะได้รับ ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

- วิเคราะห์หาสาเหตุของความสูญเสียเปล่าของเครื่องจักร โดยพิจารณาปัจจัยสำคัญในกระบวนการผลิต (4M : Man Machine Method Material)

- ระบุชนิดของความสูญเสียเปล่าและกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา
- พิจารณาระดับความยากง่ายในการปรับปรุงเทียบกับผลประโยชน์ที่จะได้รับ

- การลงทุนเทียบกับผลประโยชน์ที่จะได้รับ

- ลำดับความสำคัญของความสูญเสียเปล่า โดยพิจารณาองค์ประกอบ ได้แก่ ความยากง่ายในการปรับปรุง, ประโยชน์ที่จะได้รับจากการปรับปรุง และต้นทุนที่ใช้ในการปรับปรุง

- ความสูญเสียเปล่าอื่นๆ (การผลิตเกินความต้องการ สินค้าคงคลังและของเสีย)

จากการวิเคราะห์ปัญหา พบว่า ปัญหาหมายเลข C005 (ความสำคัญลำดับที่ 2) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและไฟฟ้ามาดำเนินการปรับปรุง สำหรับปัญหาหมายเลข C004 (ความสำคัญลำดับที่ 1) นั้นการแก้ไขจะเป็นการอบรมวิธีปฏิบัติงานให้พนักงานใส่ชิ้นงานให้เต็มทุกตะกร้าก่อนที่จะใส่เข้าในเครื่องจักร เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพในทุกๆ รอบการทำงาน ซึ่งผู้ศึกษาได้ดำเนินการแจ้งให้กับฝ่ายผลิตได้รับทราบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ส่วนของปัญหาหมายเลข C001 C002 C003 และ C006 (ความสำคัญลำดับที่ 3-6) นั้น ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้ไม่อยู่ในขอบเขตของการศึกษานี้ จึงยังไม่พิจารณาดำเนินการปรับปรุง

2.4 เลือกหัวข้อที่จะทำการปรับปรุง (Topic Selection)

2.4.1) ขอบเขตที่จะทำการปรับปรุง

เลือก ปัญหาหมายเลข C005 : เครื่องจักรมีการใช้น้ำตลอดเวลา ถึงแม้จะไม่มีการอยู่ในสถานที่ 4 ทำให้ต้องต้มน้ำใหม่ให้ร้อนอยู่ตลอดเวลา

2.4.2) เป้าหมายที่คาดว่าจะได้รับ (Target)

ปริมาณการใช้น้ำลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (ประมาณ ร้อยละ 25) ปริมาณการใช้ไฟฟ้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (ประมาณร้อยละ 25) และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ต้องไม่กระทบจากการปรับปรุง

2.4.3) กำหนดทรัพยากรที่ต้องใช้ในการศึกษา (Resource) ได้แก่

- ทีมงาน ประกอบด้วย ฝ่ายวิศวกรรม, ฝ่ายผลิต, ฝ่ายซ่อมบำรุง, ฝ่ายคุณภาพ, ฝ่ายความปลอดภัย
- เครื่องจักรและอุปกรณ์ คือ เครื่องล้างชิ้นงานอัตโนมัติ, มิเตอร์น้ำ, มิเตอร์ไฟฟ้า
- วัตถุดิบ เป็นชิ้นงานที่นำมาล้างที่เครื่องล้างชิ้นงานอัตโนมัติ เป็นชิ้นงานพลาสติกที่แกะออกจากแม่พิมพ์เรียบร้อยแล้ว แต่ยังมีเศษส่วนเกินของพลาสติกที่เหลือจากการขึ้นรูป ผุ่นและสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ภายในพื้นที่ปฏิบัติงานติดมาด้วย

2.4.4) การประเมินความเสี่ยงของโครงการ (Risk Analysis)

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเสี่ยง สาเหตุ ผลกระทบ การป้องกัน และแก้ไขของโครงการ

ลำดับ	ความเสี่ยง	สาเหตุ	I	P	M	C	กระทบ	การป้องกันและแก้ไข
1	ไม่มีการเก็บข้อมูลการใช้ทรัพยากร	ไม่มีมิเตอร์วัดที่เครื่องจักร	5	10	3	150	แผนงานและต้นทุน	ตรวจสอบและติดตั้งเครื่องมือวัด (มิเตอร์น้ำ)
2	ความล่าช้าในการปรับปรุง	ไม่มี I/O ของ PLC ข้าง	5	5	3	75	แผนงานและต้นทุน	ตรวจสอบแบบและที่ตัวเครื่องจักร
3	ไม่สามารถเข้าติดตั้งและทดสอบระบบได้ตามแผนงาน	เครื่องจักรทำงาน	5	7	5	175	แผนงาน	จัดประชุมระหว่างฝ่ายผลิตและฝ่ายซ่อมบำรุง

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเสี่ยง สาเหตุ ผลกระทบ การป้องกัน และแก้ไขของโครงการ (ต่อ)

ลำดับ	ความเสี่ยง	สาเหตุ	I	P	M	C	กระทบ	การป้องกันและแก้ไข
4	เครื่องจักรทำงานผิดปกติ	โปรแกรมใหม่ทำงานผิดพลาด	10	5	5	250	แผนงานคุณภาพและความปลอดภัย	สำรองโปรแกรมก่อนปรับปรุงของเครื่องจักร
5	ชิ้นงานไม่สะอาด	การตั้งค่าตัวแปรใหม่ไม่เหมาะสม	10	5	5	250	คุณภาพ	ออกแบบการปรับปรุงให้สามารถกลับมาใช้ตัวแปรเดิมได้ทันที
6	พนักงานทำงานผิดพลาด	พนักงานสับสนกับโปรแกรมใหม่	7	7	5	245	คุณภาพและความปลอดภัย	ทำการอบรมให้พนักงานและแก้ไขเอกสารวิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction)
7	ฟังก์ชันความปลอดภัยของเครื่องทำงานผิดพลาด	โปรแกรมใหม่ทำงานผิดพลาด	10	5	5	250	ความปลอดภัย	ปรึกษาเจ้าหน้าที่ฝ่ายความปลอดภัยตั้งแต่เริ่มจนถึงสิ้นสุดโครงการ

2.5 การดำเนินการปรับปรุง (Implementation)

เริ่มจากการเก็บข้อมูลของดี ของเสีย ระบุจำนวน ชนิดของๆ เสีย และปริมาณการใช้ทรัพยากรน้ำและไฟฟ้าเพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐาน (Baseline Record) ออกแบบจัดทำรายละเอียดการปรับปรุงเครื่องจักร (Improvement Concept Design) ดำเนินการปรับปรุงเครื่องจักรตามทีออกแบบไว้ (Equipment Modification) และทดสอบการทำงานของเครื่องจักรหลังปรับปรุง (Equipment Testing) ในส่วนของฟังก์ชันการทำงาน ความปลอดภัย คุณภาพ และปริมาณการประหยัดทรัพยากรน้ำและพลังงานไฟฟ้า

2.6 การวัดผล (Result Measurement)

หลังจากได้ดำเนินการปรับปรุงและทำการตรวจสอบ ฟังก์ชันการทำงานของเครื่องจักรและระบบความปลอดภัยของเครื่องจักรเรียบร้อยแล้ว ผู้ศึกษาจึงทำการเก็บข้อมูลของดี ของเสีย โดยระบุจำนวนและชนิดของๆ เสีย รวมทั้งปริมาณการใช้น้ำและไฟฟ้าหลังการปรับปรุงเพื่อวัดผลการทดลอง

3. ผลการดำเนินงาน

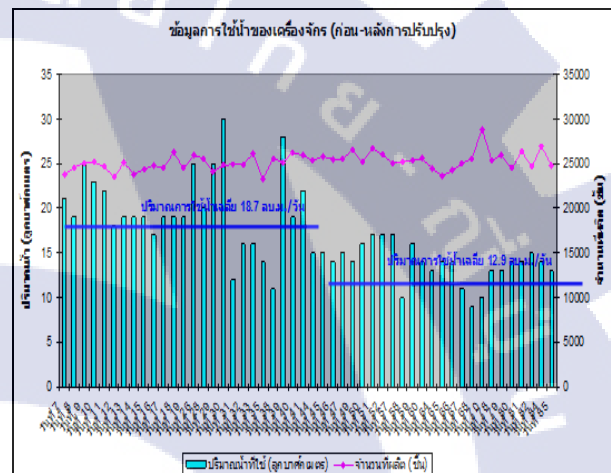
จากการศึกษาและปรับปรุงเครื่องจักรตัวอย่าง พบว่าหลังปรับปรุงเครื่องจักรมีปริมาณการใช้น้ำและพลังงานไฟฟ้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยทำการเปรียบเทียบผลที่ได้กับเป้าหมายที่กำหนดไว้ทั้ง 3 ข้อ ดังนี้

3.1 ปริมาณการใช้น้ำของเครื่องจักร

ปริมาณการใช้น้ำของเครื่องจักรลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ประเมินร้อยละ 25 ซึ่งหลังปรับปรุง พบว่าเครื่องจักรมีการใช้ปริมาณน้ำลดลงจาก 18.7 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เหลือ 12.9 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือคิดเป็นร้อยละ 31.02 และเมื่อคิดปริมาณน้ำที่ใช้ต่อชิ้นงาน พบว่าได้ลดลงจาก 0.75 ลิตรต่อชิ้น เหลือ 0.51 ลิตรต่อชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 32 ทำให้สถานประกอบการสามารถลดค่าใช้จ่ายค่าน้ำได้ 37,642 บาทต่อปี ดังรูปที่ 1

คำนวณได้จากความสัมพันธ์ :

$$\begin{aligned} \text{ค่าน้ำที่ลดได้ต่อปี} &= \text{จำนวนน้ำที่ลดได้ต่อวัน (ลูกบาศก์เมตร)} \\ &\quad \times \text{จำนวนวันทำงานต่อปี} \times \text{ค่าน้ำต่อหน่วย} \\ \text{จำนวนน้ำที่ลดได้ต่อวัน} &= 18.7 - 12.9 = 5.8 \text{ ลูกบาศก์เมตร} \\ \text{จำนวนวันทำงานต่อปี} &= 295 \text{ วัน} \\ \text{ค่าน้ำต่อหน่วย} &= 22 \text{ บาทต่อหน่วย} \\ \text{ดังนั้น ค่าน้ำที่ลดได้ต่อปี} &= 5.8 \times 295 \times 22 = 37,642 \text{ บาท} \end{aligned}$$



รูปที่ 1 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบการใช้น้ำของเครื่องล้างชิ้นงานอัตโนมัติ (ก่อนและหลังปรับปรุง)

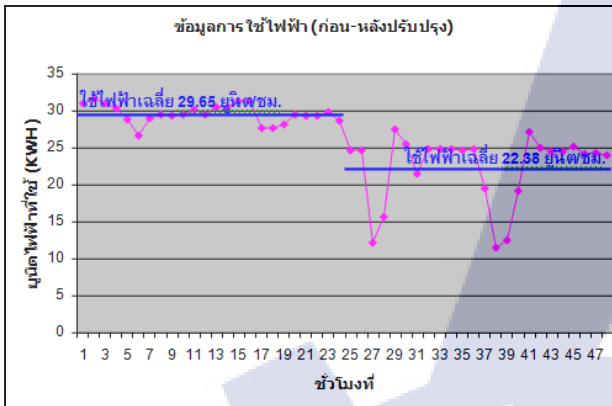
3.2 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องจักรลดลง

ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องจักรลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ประเมินร้อยละ 25 หลังจากได้ทำการปรับปรุงแล้ว เครื่องจักรมีการใช้ไฟฟาลดลงจาก 711.55 หน่วย กิโลวัตต์ ชั่วโมง (KWH) ต่อวัน เหลือ 537.64 หน่วย กิโลวัตต์ ชั่วโมง (KWH) ต่อวัน หรือคิดเป็นร้อยละ 24.53 และเมื่อคิดปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ต่อชิ้นงาน พบว่าได้ลดลงจาก 0.031 ยูนิต์ต่อชิ้น เหลือ 0.0195 ยูนิต์ ต่อชิ้น หรือคิดเป็นร้อยละ 37.1 ทำให้สถานประกอบการสามารถลดค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าได้ 159,040 บาทต่อปี ดังรูปที่ 2

คำนวณได้จากความสัมพันธ์ :

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ต่อปี} &= \text{จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ลดได้ต่อวัน กิโลวัตต์ ชั่วโมง} \\ &\quad \times \text{จำนวนวันทำงานต่อปี} \times \text{ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย} \\ \text{จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ลดได้ต่อวัน กิโลวัตต์ ชั่วโมง} &= 711.55 - 537.64 \end{aligned}$$

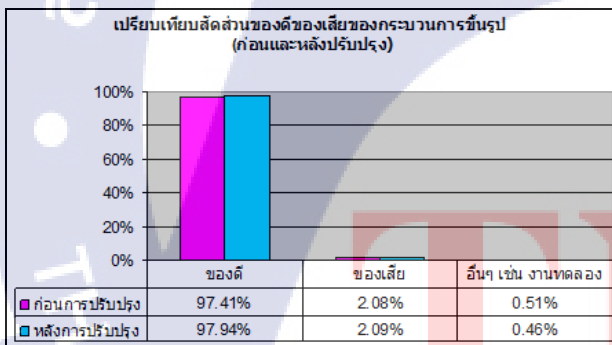
= 173.91 กิโลวัตต์ ชั่วโมง (KWH)
จำนวนวันทำงานต่อปี = 295 วัน
ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย = 3.1 บาทต่อหน่วย
ดังนั้น ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ต่อปี = $173.91 \times 295 \times 3.1 = 159,040$ บาท



รูปที่ 2 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้าของเครื่องล้าง
ชิ้นงานอัตโนมัติ (ก่อนและหลังปรับปรุง)

3.3 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ต้องไม่กระทบจากการปรับปรุง

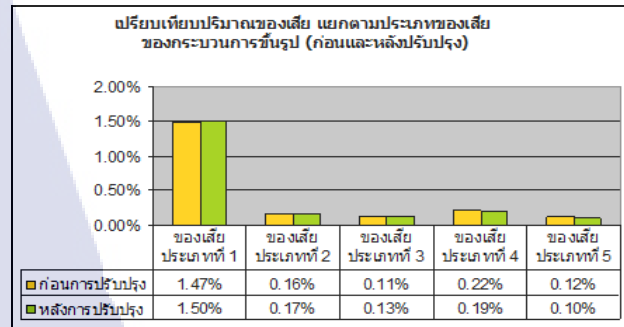
ทำการเปรียบเทียบสัดส่วนของดีของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่า ก่อนปรับปรุงมีสัดส่วนของดีร้อยละ 97.41 ของเสียร้อยละ 2.98 และอื่นๆ (ส่วนใหญ่เป็นงานทดลอง) ร้อยละ 0.51 ในขณะที่หลังปรับปรุงมีสัดส่วนของดีร้อยละ 97.94 ของเสียร้อยละ 2.09 และอื่นๆ ร้อยละ 0.46 ซึ่งจะเห็นว่าสัดส่วนไม่ได้เปลี่ยนแปลงหลังการปรับปรุง ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบสัดส่วนของดีของเสีย
ของกระบวนการขึ้นรูป (ก่อนและหลังปรับปรุง)

3.4 ทำการเปรียบเทียบปริมาณของเสีย แยกตามประเภทของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง

จากสัดส่วนของดีของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง และปริมาณของเสียเมื่อพิจารณาแยกตามประเภทของเสีย พบว่าไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงไป จึงสามารถยืนยันได้ว่า คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่ได้รับผลกระทบจากการปรับปรุง ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณของเสีย แยกตามประเภท
ของเสียของกระบวนการขึ้นรูป (ก่อนและหลังปรับปรุง)

4. สรุป

ปริมาณการใช้น้ำของเครื่องจักรได้ลดลงจาก 5,517 ลูกบาศก์เมตรต่อปี เป็น 3,806 ลูกบาศก์เมตรต่อปี หรือคิดเป็น ร้อยละ 31.01 คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 37,642 บาทต่อปี, ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องจักรได้ลดลงจาก 209,907 KWH ต่อปี เป็น 158,427 KWH ต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 24.05 คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 159,588 บาทต่อปี, คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่ได้รับผลกระทบจากการปรับปรุง โดยก่อนปรับปรุง มีอัตราของดีร้อยละ 97.41 ของเสียร้อยละ 2.98 และอื่นๆ (เช่น งานทดลอง) ร้อยละ 0.51 และหลังปรับปรุงมีอัตราของดี ร้อยละ 97.94 ของเสียร้อยละ 2.09 และอื่นๆ ร้อยละ 0.46

เอกสารอ้างอิง

- [1] เขมิกา สุขแก้ว. การจัดการน้ำในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, (2549).
- [2] ชัยยุทธ ศรีเผด็จ. การประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตกระดาษ. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน) : บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, (2533).
- [3] ชาญวิทย์ พรหมสุรินทร์. การอนุรักษ์พลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าในโรงงานสังกะสีโดยระบบควบคุมคุณภาพ แบบวิศวกรรมคุณค่า. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีพลังงาน) : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, (2544).
- [4] ณรงค์ พงศ์กิตติพิรุฬห์. การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าสำหรับโรงงานผลิตกระดาษ. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (2544).
- [5] รุ่ง กิตติพิชัย. ศักยภาพการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมฟอกย้อมผ้าด้วยระบบผลิตพลังงานร่วม. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมเครื่องกล) : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (2538).
- [6] วัชรพงษ์ ศิลาลักษณ์. การจัดการน้ำและน้ำเสียของโรงงานชุบสังกะสีโดยใช้เทคนิคการอบดีไมซ์. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (2544).
- [7] วิทยา สุทธาทรรัง ; และยุพา กลอนกลาง. (2549). การบ่งชี้ความสูญเปล่า (Identifying Waste on The Shop Floor). กรุงเทพฯ : อี.ไอ.สแควร์ พับลิชชิง.
- [8] สุลภัส เครื่องกาญจนา. (2551). การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานด้วยไคเซ็น "Kaizen". กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- [9] อมรเทพ เพ็ชรสดใส. แนวโน้มการจัดสรรงบประมาณรายจ่ายและนโยบายการจัดการมลพิษทางน้ำของกรุงเทพมหานคร ในช่วงระยะเวลา พ.ศ. 2530-



2550. วิทยานิพนธ์ ศ.ม. (การพัฒนาเศรษฐกิจ): บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยรามคำแหง, (2543).

