การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพร

EFFICIENCY INCREMENT OF HERBAL DRINK PROCESS

เสขสัน นาคพ่วง[1], ศักดิ์ชาย รักการ[2] และ จีรวัฒน์ ปล้องใหม่[3]

[1]นักศึกษา, หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต, 1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250, seksan.n@gmail.com

[2]อาจารย์, หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต, 1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250, sakchai.rak@kbu.ac.th

[3]อาจารย์, หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต, 1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250, jeerawat.plo@kbu.ac.th

Seksan Nakphoung[1], Sakchai Rakkarn[2] and Jeerawat Plongmai[3]

[1]Student, Graduate School, Master of Engineering Program in Engineering Management, Kasem Bundit University, 1761 Pattanakarn Rd., Suanluang, Bangkok 10250, Thailand, sakchai.rak@kbu.ac.th

[2]Lecturer, Graduate School, Master of Engineering Program in Engineering Management, Kasem Bundit University, 1761 Pattanakarn Rd., Suanluang, Bangkok 10250, Thailand, seksan.n@gmail.com

[3]Lecturer, Department of Industrial Engineering Technology, Faculty of Engineering, Kasem Bundit University, 1761 Pattanakarn Rd., Suanluang, Bangkok 10250, Thailand, jeerawat.plo@kbu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพร ซึ่งปัญหาในกระบวนการผลิตปัจจุบันพบว่า มีขั้นตอนการผลิตที่ซ้ำซ้อน ทำให้เสียโอกาสในการขายเฉลี่ยถึง 3,823,935 บาท/เดือน ต้องให้พนักงานทำงานล่วงเวลาและจ่ายเงินค่าล่วงเวลา จำนวน 20 คน โดยเฉลี่ยรวม 24,825 บาท/เดือน ของเสียจากขวดแตกในกระบวนการผลิตที่มีความสูญเสียเฉลี่ย 153,915 บาท/เดือน และหยุดซ่อมเครื่องจักรเฉลี่ย 900 นาที/เดือน จึงได้นำแนวคิดการจัดการงานวิศวกรรม โดยการ

ประยุกต์เครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC Tools) เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาและทำการปรับสมดุลของขั้นตอนการผลิต (Line Balance) ให้ผลิตได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ใช้หลักการของลีน (Lean) ในการตัดกระบวนการที่ซ้ำซ้อนและควบรวมขั้นตอนเข้าด้วยกัน ทำการคำนวณการถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) เพื่อลดของเสียจากขวดแตก และนำการประเมินความเสี่ยง (FMEA) มาวิเคราะห์เพื่อลดการเสียหายของเครื่องจักร ผลการวิจัยพบว่าสามารถเพิ่มเวลาการผลิตได้ 780 นาที/เดือน การหยุดเสียหายของเครื่องจักรลดลง 64% เพิ่มยอดการผลิตจากเดิมเฉลี่ย 459,071 ขวด/เดือน เป็น 1,320,453 ขวด/เดือน ประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) เพิ่มขึ้นจาก 48.37% เป็น 92.70% คิดเป็นเงิน 12,920,730 บาท/เดือน พนักงานได้มีเวลาพักผ่อน ไม่ต้องจ่ายค่าทำงานล่วงเวลา และยังไม่มีของเสียที่เกิดขึ้นจากขวดแตกอีกด้วย

คำสำคัญ: การเพิ่มประสิทธิภาพ, กระบวนการผลิต, เครื่องดื่มสมุนไพร

ABSTRACT

This research studies to the problem of the herbal drink process, which is a duplicate process to causing an opportunity loss of sales 3,823,935 Baht per month, paying of 20 person, approximately 24,825 Baht per month, The waste in the process with an average loss 153,915 Baht per month, and stop from machine breakdown average up to 900 minutes/month. The 7 Quality tools (7 QC Tool) is apply to help with problem analysis. Then, adjust the balance of process (Line Balance) is to continuous production. Using the principles of Lean in the cutting of duplicate process and combine the method together. A Calculation of heat transfer is to reduce waste from the broken bottles. Finally applying a risk assessment (FMEA) is to analyze for reduction machine to damage. The result is in being able to increase production time 780 minutes per month, mechanical breakdown is reduced approximately 64%, Also increase to product volume average from 459,071 bottles per month into 1,320,453 bottles per month or overall efficiency effectiveness is increased from 48.37% to 92.70% (Equivalent 12,920,730 Baht per month). Moreover, the staff is time to relax, reduced overtime payments and waste from broken bottles.

KEYWORDS: Efficiency increment, Process, Herbal drink

1. บทนำ

สภาวะเศรษฐกิจปัจจุบันการแข่งกับธุรกิจเป็นของคู่กันเสมอ หากจะทำธุรกิจต้องทำใจยอมรับกับการแข่งขันที่นับวันจะรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ ตามการเปลี่ยนแปลงที่เคลื่อนไหวไปอย่างรวดเร็วยิ่งต้อง

ให้ความสำคัญในการเรียนรู้และเตรียมรับสถานการณ์ไว้เพื่อเป็นการไม่ประมาท เช่นเดียวกันกับธุรกิจอื่น ๆ ธุรกิจประเภทเครื่องดื่ม ทั้งที่มีแอลกอฮอล์และไม่มีแอลกอฮอล์ก็มีการแข่งขันเพิ่มสูงขึ้นเป็นอย่างมาก โดยบริษัทที่มีขนาดเล็กไปจนถึงบริษัทขนาดกลางได้มีการพัฒนาสินค้าที่มีนวัตกรรมให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค และยังพบว่าในตลาดไทยมีเครื่องดื่มเกิดใหม่จำนวนมากเพื่อแบ่งส่วนแบ่งทางการตลาด โดยเฉพาะในช่องทางร้านสะดวกซื้อที่เป็นช่องทางที่ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงได้เป็นอย่างดีซึ่งโดยทั่วไปธุรกิจจะแข่งขันกันทางด้านนวัตกรรม (Innovation) ที่ทันสมัย ด้านความเร็ว (Speed) ในการผลิต ด้านต้นทุน (Cost Effective) ต่ำ เพื่อให้สามารถแข่งขันได้ในทางราคา ด้านคุณภาพ (Quality) ที่ดี ความน่าเชื่อมั่นและการส่งมอบ (Delivery) ที่รวดเร็วทันกับความต้องการของลูกค้า [1]

โรงงานอุตสาหกรรมที่เป็นผู้ผลิตเครื่องดื่มสมุนไพรได้ให้ความสำคัญในด้านการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคเป็นอย่างมาก เพื่อสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า จึงมีความต้องการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต ลดการเกิดของเสีย [2-6] และต้องการปรับปรุงกระบวนการทำงานให้ดียิ่งขึ้นอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังมองถึงการบำรุงรักษาเพื่อแก้ไขปัญหาการเสียหายของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต [7, 8] โดยมีเป้าหมายให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานสูงสุดในกระบวนการผลิต ซึ่งได้มีการนำเทคโนโลยีในการผลิตใหม่ ๆ เข้ามาใช้ในการเพิ่มความเร็วของการผลิต ต้นทุนต่ำที่สุด คุณภาพเป็นไปตามที่กำหนด ส่งมอบสินค้าตรงตามเวลาและตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้มากที่สุด

จากการศึกษาโรงงานเครื่องดื่มสมุนไพร พบว่า กระบวนการผลิตในปัจจุบันมีประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตภาพรวม (OEE) [9] สามารถทำได้เฉลี่ย 48.37 % และมีเป้าหมายที่ตั้งไว้เฉลี่ย 65 % โดยคาดว่าจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตภาพรวมให้สูงขึ้นได้โดยการใช้ความรู้ด้านการจัดการงานวิศวกรรม ซึ่งกระบวนการผลิตนั้นมีหลายปัจจัยที่ส่งผลให้ประสิทธิภาพกระบวนการผลิตภาพรวมไม่ได้ตามเป้าหมาย ทั้งทางด้านกระบวนการผลิตที่ซ้ำซ้อน ความเร็วในการผลิตของเครื่องจักรแต่ละเครื่องไม่สอดคล้องกัน มีของเสียจากกระบวนการผลิตมากเกินไป และการเสียหายของเครื่องจักรระหว่างการผลิต ซึ่งสามารถแก้ไขและปรับปรุงได้ด้วยแนวคิดแบบลีน เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการลดความสูญเปล่าต่าง ๆ และแนวทางวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานทฤษฎีความน่าเชื่อถือมาใช้ เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพรวมทั้งหมดของกระบวนการผลิตต่อไป

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

กระบวนการดำเนินงาน ศึกษา วิเคราะห์และประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพร โดยการนำหลักการจัดการกระบวนการ รวมถึงการจัดการเชิงวิศวกรรม โดยมีขั้นตอนตามลำดับก่อน-หลัง ดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลเดือน มกราคม 2561 ถึง เมษายน 2562

2) วิเคราะห์ข้อมูลปัญหาของกระบวนการผลิต
3) กำหนดแนวทางปรับปรุงและแก้ไขปัญหา
4) ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

2.1 ศึกษาข้อมูลการผลิตเดือน มกราคม 2561 ถึง เมษายน 2562

จากการศึกษา พบว่า แผนการผลิตเฉลี่ย 714,000 ขวด/เดือน สามารถผลิตได้จริงเฉลี่ย 459,071 ขวด/เดือน คิดเป็น 59.30% ต้องทำงานล่วงเวลาและจ่ายเงินค่าล่วงเวลากับพนักงานจำนวน 20 คน เฉลี่ยรวม 24,825 บาท/เดือน อัตราการผลิตเฉลี่ย 93 ขวด/นาที จากที่ทางโรงงานออกแบบไว้ 200 ขวด/นาที หรือ 0.005 นาที/ขวด (200 ขวด/นาที คืออัตราการผลิตของเครื่องบรรจุ ดังนั้น 1÷200 = 0.005 นาที/ขวด) คิดเป็น 46.50% เสียโอกาสในการขายเฉลี่ยถึง 3,823,935 บาท/เดือน ผลิตได้จริงยังพบว่ามีของเสียเกิดขึ้นเฉลี่ยอีกเดือนละ 10,261 ขวด คิดเป็น 5.21%

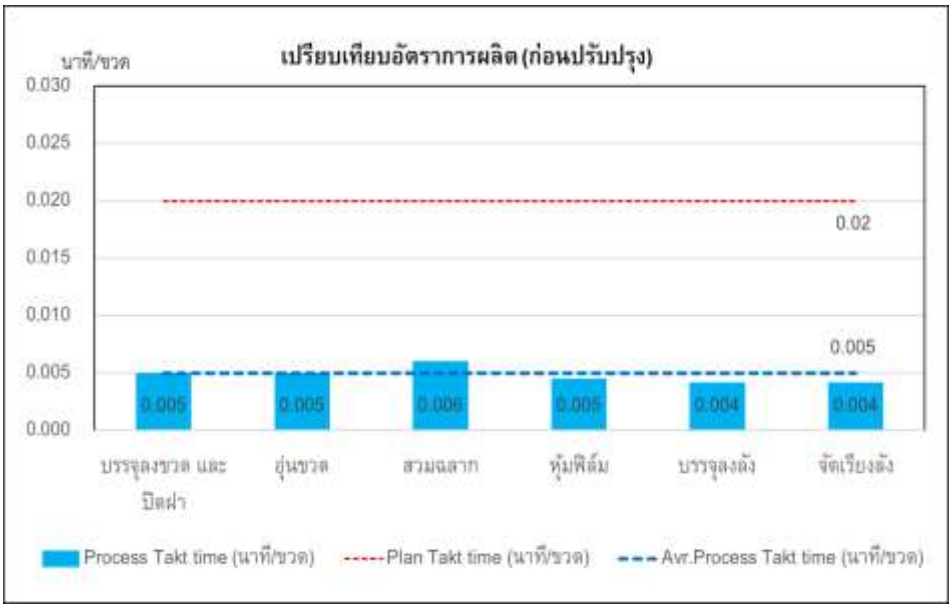
ความสูญเสียเฉลี่ย 153,915 บาท/เดือน และเวลาในการผลิตเฉลี่ย 4,959 นาที/เดือน หยุดจากการเสียหายของเครื่องจักรเฉลี่ย 900 นาที/เดือน คิดเป็น 22.86% คิดเป็นค่าเสียโอกาสในการขาย 2,241,000 บาท/เดือน ดังรูปที่ 1

Month	Year	Plan (Bottle)	Actual (Bottle)	Completion to plan (%)	Plan time production (min)			Time lost (min)					Production time (min)	Speed (Bottle/min)	Efficency machine (%)	Lost (Bottle)	Lost (%)	OEE (%)
					Normal	OT.	Total	Break down (min)	Material prolem (min)	Other uncontrol (min)	Down time (min)	Break down (%)						
1	61	114000	24768	21.73%	510	270	780	160	0	50	210	20.51%	570	32	73.08%	2409	9.73%	52.44%
2	61	98000	58176	59.36%	850	150	1000	385	0	125	510	38.50%	490	58	49.00%	4197	7.21%	27.96%
3	61	66600	31536	47.35%	885	0	885	462	0	90	552	52.20%	333	36	37.63%	6113	19.38%	14.50%
4	61	40000	20976	52.44%	375	0	375	115	0	60	175	30.67%	200	56	53.33%	2137	10.19%	33.21%
5	61	33000	20544	62.25%	310	80	390	125	0	100	225	32.05%	165	53	42.31%	1252	6.09%	27.00%
6	61	323000	163872	50.73%	1530	880	2410	615	0	180	795	25.52%	1615	68	67.01%	20492	12.50%	43.67%
7	61	1276000	635016	49.77%	7220	3115	10335	2800	0	1155	3955	27.09%	6380	61	61.73%	20917	3.29%	43.52%
8	61	1091000	676752	62.03%	6835	750	7585	1120	0	1010	2130	14.77%	5455	89	71.92%	12359	1.83%	60.18%
9	61	629000	419616	66.71%	4085	555	4640	910	0	585	1495	19.61%	3145	90	67.78%	5802	1.38%	53.73%
10	61	1501600	1009248	67.21%	7678	1525	9203	860	0	835	1695	9.34%	7508	110	81.58%	9057	0.90%	73.29%
11	61	885200	580752	65.61%	4478	1020	5498	752	0	320	1072	13.68%	4426	106	80.50%	8689	1.50%	68.45%
12	61	1236200	844512	68.32%	6507	1170	7677	890	0	606	1496	11.59%	6181	110	80.51%	13761	1.63%	70.02%
1	62	729800	486480	66.66%	4594	130	4724	695	0	380	1075	14.71%	3649	103	77.24%	7101	1.46%	64.92%
2	62	1150200	882048	76.69%	5962	2149	8111	1595	0	765	2360	19.66%	5751	109	70.90%	14782	1.68%	56.01%
3	62	1320600	890832	67.46%	7183	2305	9488	1985	30	870	2885	20.92%	6603	94	69.59%	21807	2.45%	53.69%
4	62	929800	600000	64.53%	4450	1790	6240	936	0	655	1591	15.00%	4649	96	74.50%	13293	2.22%	61.92%
Avr.		714000	459071	59.30%	3966	993	4959	900	2	487	1389	22.86%	3570	93	66.16%	10260.5	5.21%	48.37%

รูปที่ 1 ข้อมูลการผลิตเดือน มกราคม 2561 ถึง เมษายน 2562

2.2 การวิเคราะห์ปัญหาและดำเนินการแก้ไข

2.2.1 กรณีวิเคราะห์ปัญหาด้านความสามารถในการผลิตตามแผนและดำเนินการแก้ไข พบว่า จากข้อมูลในรูปที่ 1 แผนการผลิตเฉลี่ย 714,000 ขวด/เดือน ผลิตได้จริงเฉลี่ย 459,071 ขวด/เดือน เวลาตามแผนผลิต (Plan Takt Time) เท่ากับ 0.02 นาที/ขวด (8 ชั่วโมง/วัน x 60 นาที ÷ 714,000 ขวด/เดือน ÷ 26 วัน/เดือน) ซึ่งมีค่าสูงกว่าเวลาในการผลิต (Process Takt Time) ในแต่ละขั้นตอนการผลิตในส่วนของ Packing มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.005 นาที/ขวด แต่จะเห็นได้ว่าจากการที่ปรับเวลาในการผลิตไว้ไม่สมดุลกัน ดังรูปที่ 2 ทำให้เครื่องจักรเกิดการเดินๆ หยุดๆ จึงส่งผลให้ผลิตไม่ได้ตามแผนการผลิตต้องการ จึงต้องมีการปรับสมดุลการผลิตใหม่



รูปที่ 2 ค่าการใช้เวลาในการผลิต (Takt Time) ของแต่ละขั้นตอนการผลิตก่อนปรับปรุง

เนื่องจากเครื่องสวมฉลากเป็นส่วนที่เป็นคอขวดที่มีอัตราการผลิตที่ 165 ขวด/นาที หรือ 0.006 นาที/ขวด เมื่อมีการหยุดเพื่อเปลี่ยนม้วนฉลากใช้เวลาเฉลี่ย 2 นาที/ครั้ง ส่งผลให้เครื่องของขั้นตอนก่อนหน้าหยุดด้วย จึงได้ใช้หลักการของลีน (Lean) ในการปรับอัตราการผลิตด้วยการคำนวณอัตราที่เหมาะสมจากพื้นที่ขนาดสำรองขวด 640 x 1,250 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3 ขนาดของขวด 48 x 48 มิลลิเมตร รองรับขวดได้ 347 ขวด ดังนั้นเพื่อไม่ให้ขวดเต็มชุดสำรองขวดเร็วจนเกินไป ได้ปรับอัตราการผลิตของเครื่องบรรจุและปิดฝาและเครื่องอื่นๆ เป็น 0.006 นาที/ขวดเพื่อให้ผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ดังรูปที่ 4 ดังนั้นสามารถคำนวณความสามารถของกระบวนการในส่วนของ Packing ก่อนและหลังการปรับปรุงได้ดังนี้

จาก

$$\text{Efficiency} = \frac{\sum Ti}{CxN} \quad (1)$$

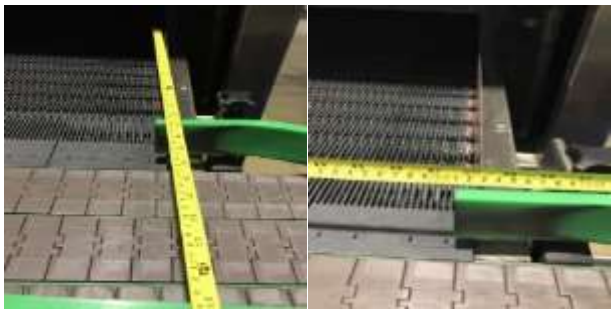
ดังนั้น

$$\text{Efficiency ก่อนปรับปรุง} = \frac{(0.005 + 0.005 + 0.006 + 0.005 + 0.004 + 0.004)}{(0.006 \times 6)} \times 100$$

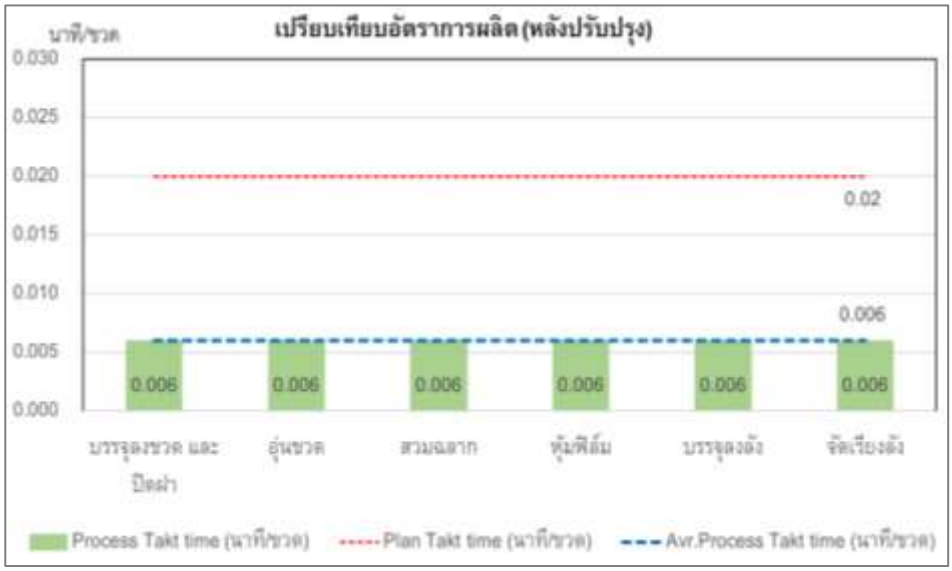
$$= 80.56\%$$

$$\text{Efficiency หลังปรับปรุง} = \frac{(0.006 + 0.006 + 0.006 + 0.006 + 0.006 + 0.006)}{(0.006 \times 6)} \times 100$$

$$= 100\%$$

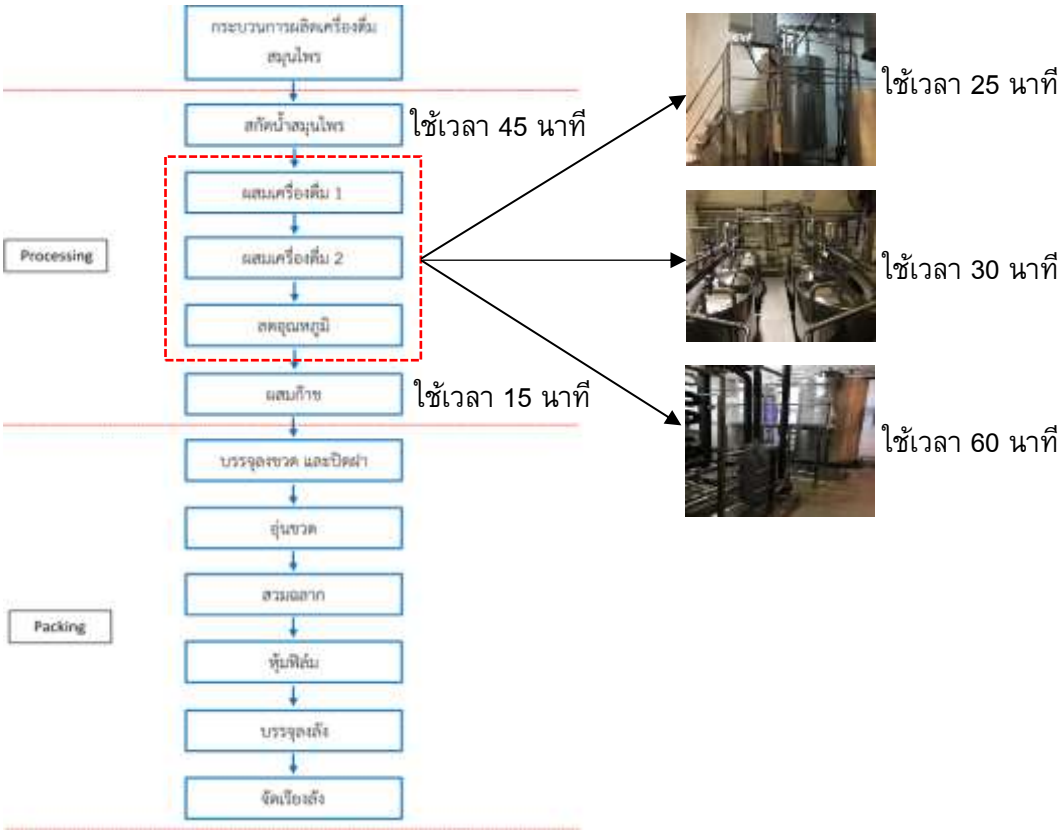


รูปที่ 3 พื้นที่ขนาดสำรองขวด



รูปที่ 4 ค่าการใช้เวลาในการผลิต (Takt Time) ของแต่ละขั้นตอนการผลิตหลังปรับปรุง

2.2.2 การวิเคราะห์ปัญหาด้านเวลาการผลิตตามแผนและการดำเนินการแก้ไข พบว่ามีอัตราการผลิตเฉลี่ย 93 ขวด/นาที จากที่ออกแบบไว้ 200 ขวด/นาที คิดเป็น 46.50% จากการศึกษากระบวนการพบว่า มีขั้นตอนที่มีการผสมเครื่องดื่มสมุนไพรซ้ำซ้อนกันถึง 3 ขั้นตอน คือ ผสมเครื่องดื่ม 1 ผสมเครื่องดื่ม 2 และการลดอุณหภูมิ ใช้เวลารวมถึง 115 นาที ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ขั้นตอนการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพร

จากการศึกษาขั้นตอนการผลิตต้องเสียเวลารอการเตรียมน้ำสมุนไพรในส่วนของ Processing ก่อนที่จะสามารถบรรจุลงขวดได้ถึง 175 นาที จึงได้ใช้หลักการของลีน (Lean) ในการตัดขั้นตอนการผสมเครื่องดื่ม 2 ที่เป็นการผสมน้ำ RO เพื่อเจือจางความเข้มข้นของสมุนไพรออก และนำขั้นตอนการผสมน้ำ RO ไปรวมเข้าด้วยกันกับขั้นตอนการลดอุณหภูมิ ซึ่งทำให้สามารถลดเวลาจากการรอน้ำสมุนไพรลงได้ 30 นาที ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบเวลาของขั้นตอนเตรียมน้ำสมุนไพรก่อนและหลังการปรับปรุง

เวลาในการผลิต (ก่อนปรับปรุง)			เวลาในการผลิต (หลังปรับปรุง)		
ลำดับ	ขั้นตอน	เวลาที่ใช้ (นาที)	ลำดับ	ขั้นตอน	เวลาที่ใช้ (นาที)
1	สกัดน้ำสมุนไพร	45	1	สกัดน้ำสมุนไพร	45
2	ผสมเครื่องดื่ม 1	25	2	ผสมเครื่องดื่ม 1	25
3	ผสมเครื่องดื่ม 2	30	3	ลดอุณหภูมิ	60
4	ลดอุณหภูมิ	60	4	ผสมก๊าซ	15
5	ผสมก๊าซ	15			
	รวม	175		รวม	145

2.2.3 การวิเคราะห์ปัญหาด้านของเสียในกระบวนการผลิตและการดำเนินการแก้ไข จากการผลิตมีของเสียจากขวดแตกเกิดขึ้นเฉลี่ยเดือนละ 10,261 ขวด คิดเป็น 5.21% หลังการศึกษาข้อมูลและกระบวนการปัจจุบัน พบว่า มีขวดแตกหลังจากผ่านขั้นตอน อุ่นขวด และสวมฉลาก ดังรูปที่ 6

รูปที่ 6 ของเสียในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพร

เมื่อขวดที่บรรจุแล้วผ่านเครื่องอุ่นขวดและเครื่องสวมฉลากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ภายในขวดจะขยายตัวขึ้นส่งผลให้ขวดแตก เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นไปเป็น 1 °C ปริมาตรของแก๊สจะเพิ่มขึ้นจากเดิมประมาณ 1/273 เท่า [10] เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจาก 21 °C เป็น 36.2°C ปริมาตรของก๊าซที่ขยายเพิ่มขึ้นดังนี้

ปริมาตรของก๊าซที่ขยายเพิ่มขึ้น $V_1 = 1$

$$V_2 = \frac{36.2 + 273}{21 + 273} = 1.05$$

$$V_2 - V_1 = 1.05 - 1 = 0.05$$

ดังนั้นปริมาตรของก๊าซในขยายเพิ่มขึ้นอีก 0.05 เท่า ซึ่งเป็นสาเหตุของขวดแตก จึงได้ใช้หลักการของลีน (Lean) ขจัดของเสียออกไปด้วยการเปลี่ยนขวดจากเดิมที่ทนแรงดันได้ 7 bar ให้ทนได้ 11.43 kg/cm^2 หรือ 11.21 bar ดังรูปที่ 7 และ รูปที่ 8

สรุปผลการทดลองของบริษัท

ค่า Set
1. 5 bar Holding Time 1 Min
2. 7 bar psi Holding Time 1 Min
ทดลองขวด SGI1031 + ฝาแดง

วันที่ 19/08/62

ขวดที่	5 bar	เวลา	7 bar	เวลา	โมล	หมายเหตุ
1	ผ่าน	1 นาที	ผ่าน	1 นาที	42	ปกติ
2		5 วินาที			50	ฝารึก
3	ผ่าน	1 นาที		36 วินาที	43	ฝาปกติ ขวดแตก
4	ผ่าน	1 นาที	ผ่าน	1 นาที	16	ปกติ
5	ผ่าน	1 นาที			42	กำลังขึ้น 150 psi แล้วขวดแตก
6	ผ่าน	1 นาที	ผ่าน	1 นาที	52	ปกติ
7		56 วินาที			59	ขวดแตก
8	ผ่าน	1 นาที	ผ่าน	1 นาที	15	ปกติ
9		47 วินาที			15	ขวดแตก
10	ผ่าน	1 นาที	ผ่าน	1 นาที	21	ปกติ
11	ผ่าน	1 นาที	ผ่าน	1 นาที	16	ปกติ
12	ผ่าน	1 นาที		47 วินาที	45	กำลัง Hold 150 psi
13	ผ่าน	1 นาที	ผ่าน	1 นาที	7	ปกติ
14	ผ่าน	1 นาที	ผ่าน	1 นาที	37	ปกติ
15	ผ่าน	1 นาที	ผ่าน	1 นาที	13	ปกติ
16	ผ่าน	1 นาที	ผ่าน	1 นาที	49	ปกติ
17	ผ่าน	1 นาที	ผ่าน	1 นาที	37	ปกติ

1. 5 bar Holding Time 1 Min.	Pass	82.35 %
2. 7 bar psi Holding Time 1 Min.	Pass	64.71 %

รูปที่ 7 ผลทดสอบการทนแรงดันของขวดก่อนปรับปรุง

SGI Siam Glass Industry

PRODUCT SPECIFICATION

PRODUCT NAME : PENPARK HI-LOCK TYPE OF PRODUCT : 150 cc B&B 21.08.19

PRODUCT CODE : S-1031 DWG. From SGI Location : SGI Line 3 section 7,9

CUSTOMER : OSOTSPA COLOR AMBER

DESCRIPTION		SPECIFICATION	OBSERVATION			REMARKS
		B&B	AVG	MIN	MAX	
(A) WEIGHT & CAPACITY :						
1. Weight (Approximate)	(g)	150 ± 10	148.00	145.02	152.53	
2. Brimful Capacity	(ml)	160 ± 4	159.62	157.43	161.09	
3. Fill Point Capacity	(ml)	150 ± 4	148.94	146.96	150.84	ระยะ 31 mm
(B) DIMENSIONAL :						
1. Body Diameter	(mm)	48 ± 1.2	48.41	47.91	48.87	
2. Height	(mm)	135 ± 1.2	135.45	135.08	135.59	
(C) FINISH :						
1. Bore Diameter	(mm)	> 15.0	18.58	18.19	18.71	
2. Collar Diameter	(mm)	28.0 ± 0.30	27.96	27.89	28.01	
3. Thread Diameter	(mm)	27.3 ± 0.30	27.31	27.27	27.36	
(D) WALL THICKNESS :						
100	(mm)	> 1.1	2.25	1.76	2.68	
90	(mm)	> 1.1	2.45	1.74	3.40	
70	(mm)	> 1.1	2.62	1.91	3.76	
30	(mm)	> 1.1	2.34	1.52	2.98	
10	(mm)	> 1.1	2.86	1.80	3.65	
BEA	(mm)	> 1.1	1.90	1.80	2.04	
BOT	(mm)	> 3.0	4.38	3.89	4.99	
(E) STRENGTH :						
1. Internal Pressure Resistance	(kg/cm²)	> 5 kg/cm²	11.43	8.40	18.40	
2. Vertical Load Resistance	(kg/cm²)	> 8 kg/cm²	17.48	10.30	30.50	
3. Impact Resistance (Shoulder/ Top Hub)	(in.lbf)	> 2.25 kgf.cm	2.97	2.50	4.00	
4. Impact Resistance	(in.lbf)	> 2.25 kgf.cm	2.57	2.50	3.00	
5. Thermal Shock Resistance	(°C)	> 42 °C	PASS	PASS	PASS	
6. Temper(Strain Disc)	(No.)	(< Std.Strain Disc 4)	1	1	1	
(F) COATING :						
1. Hot End Coating	(ctu)	> 15	17.69	16.89	18.64	
2. Cold End Coating	(°)	< 15	13.64	12.25	14.75	
(G) : LIGHT TRANSMITTANCE & COLOR PROPERTY :						
1. Lightness	(%Y)	10 – 30 %Y	17.33	17.33	17.33	
2. Dominant Wavelength (λd)	(nm)	580-590	580.27	580.27	580.27	
(H) DENSITY	(gr/cc)	2.500-2.5200 g/cc	2.5126	2.5126	2.5126	

11.43

รูปที่ 8 ผลทดสอบการทนแรงดันของขวดหลังการปรับปรุง

ทำการลดอุณหภูมิของเครื่องอุ่นขวดที่มีน้ำยาในขวด 0.15 กิโลกรัม จำนวน 25 ขวด ต้องการเปลี่ยนอุณหภูมิจาก 21 °C เป็น 30 °C เพิ่มขึ้น 9 °C ในเวลา 60 วินาที อัตราการไหล 160 ลิตร/นาที และอุณหภูมิน้ำร้อนที่นำมาแลกเปลี่ยนหลังผ่านการเพิ่มอุณภูมิให้กับขวดอยู่ที่ 42 °C ดังรูปที่ 9 โดยที่ 1 กิโลแคลอรี (Kilocalorie, Kcal) คือ จำนวนความร้อนที่ทำให้น้ำ จำนวน 1 กิโลกรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น

1 องศาเซลเซียส และ 1 แคลอรี มีค่าเท่ากับ 4.184 จูล [11] โดยค่าการนำความร้อนของแก้วเท่ากับ 0.81 [12] โดยสามารถคำนวณการถ่ายเทความร้อนได้โดยดังนี้

ค่า Q = (0.15 x 25 x 9 x 4.184) / 60 kJ/s

= 2.35 kJ/s

จากสูตร

$$Q = m' \times Cp \times \Delta T \quad (2)$$

คำนวณอุณหภูมิที่เหมาะสม (T_{hin})

$2.35 = (160/60) \times 0.81 \times (T_{hin} - 42.3)$

$= 2.16 \times (T_{hin} - 42.3)$

$T_{hin} = (2.35/2.16) + 42.3\ ^{\circ}C$

$= 43.39\ ^{\circ}C$

รูปที่ 9 Spray Water

ดังนั้นจากเดิมที่ใช้ 75 °C อุณหภูมิที่เหมาะสมตามการคำนวณที่ 43.4 °C แต่เนื่องจากมีความเสี่ยงจากปัจจัยต่างๆ ที่อาจทำให้ไม่ได้อุณหภูมิของน้ำยาตามต้องการจึงเผื่ออุณหภูมิอีก 15% ซึ่งเท่ากับประมาณ 50 °C (43.4 + (43.4 x 15%)) และปรับลดอุณหภูมิของเครื่องสวมฉลากจากเดิมที่ใช้อุณหภูมิ 130 °C เป็น 85 °C เนื่องจากฉลากเป็นฟิล์มหดรัดรูปที่เป็น Polyethylene Terephthalate: PET ใช้อุณหภูมิเริ่มต้นที่ 80 °C [13]

2.2.4 การวิเคราะห์ปัญหาด้านการหยุดเสียหายของเครื่องและการแก้ไข พบเครื่องจักรเสียหายและต้องทำการหยุดซ่อมแซมเฉลี่ย 900 นาที/เดือน คิดเป็น 22.86% จากการศึกษากระบวนการผลิต พบว่า เครื่องบรรจุและปิดฝา ในส่วนของชุด Air Control, Lift Cylinder และ Centering มีการใช้งานที่ขาดการบำรุงรักษาที่ดี ดังรูปที่ 10 จึงได้ทำการซ่อมแซมและเปลี่ยนอะไหล่ที่สึกหรอให้กลับมาสมบูรณ์พร้อมใช้งาน ดังรูปที่ 11

รูปที่ 10 การเสียหายชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต (ก่อนปรับปรุง)

รูปที่ 11 การเสียหายชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรในกระบวนการผลิต (หลังปรับปรุง)

เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือของแผนการซ่อมบำรุงด้วยหลักการ Failure Mode and Effect Analysis: FMEA ด้วยการสร้างเกณฑ์การประเมินและตอบสนองความเสี่ยงเครื่องจักร และจัดทำแบบประเมินความเสี่ยงเครื่องจักร เพื่อให้ทราบถึงชิ้นส่วนทั้งหมดที่อาจเกิดความเสี่ยงที่จะเสียหายหากไม่ได้ทำการบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง ดังรูปที่ 12 ตรงตามเวลาที่เหมาะสม โดยเริ่มต้นจากเครื่องบรรจุและปิดฝาที่มีความเสียหายและต้องหยุดซ่อมแซมสูงสุด 576 นาที/เดือน จากเวลาทั้งหมด 900 นาที/เดือน และทำการปรับแผนการซ่อมบำรุงใหม่ทั้งหมด ดังรูปที่ 13

แบบประเมินความเสี่ยงเครื่องจักร

ชื่อเครื่องจักร อุปกรณ์ .....เครื่องบรรจุและปิดฝา..... รหัส ...RFC-03-01.....

ชิ้นส่วนของเครื่องจักร	ลักษณะความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น	ผลกระทบที่อาจเกิดจากความเสียหาย	ระดับความรุนแรง (S)	สาเหตุที่เป็นไปได้จากความเสียหาย	วิธีการป้องกัน/ควบคุม	ระดับความถี่ (O)	ระดับโอกาส (D)	ตัวแปรที่ใช้ลำดับความอันตราย (RPN)	ระดับความเสี่ยง
ระบบกรองน้ำล้างขวด	-กรองตัน -กรองรั่ว	-ไม่มีน้ำที่ส่งไปล้างขวด -น้ำล้างขวดไม่สะอาด	10	ใช้งานเกินอายุของอุปกรณ์	บำรุงรักษาตามรอบที่เหมาะสม	4	8	320	C
ชุดบรรจุน้ำยา	-บรรจุไม่ได้ปริมาตรตามที่กำหนด	-มีของเสียเกิดขึ้นมาก	10	ซีล/โอริงเสื่อมสภาพ	บำรุงรักษาตามรอบที่เหมาะสม	6	10	600	B

F-EN-035 /0/01-10-2562

รูปที่ 12 แบบประเมินความเสี่ยงเครื่องจักรเครื่องบรรจุและปิดฝา

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance - PM)

ชื่อเครื่องจักร อุปกรณ์ ..... เครื่องบรรจุปิดฝา..... รหัส ...RFC-03-01..... 2562

รายการตรวจสอบ/ชื่ออุปกรณ์	วิธีการมาตรฐานการบำรุงรักษา	ระยะเวลาการบำรุงรักษา				วันที่ดำเนินการบำรุงรักษา (ลงบันทึกวันที่การปฏิบัติงาน)											
		ทุกเดือน	ทุก 3 เดือน	ทุก 6 เดือน	ทุก 1 ปี	มค.	กพ.	มีค.	เมย.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค	พย.	ธค.
7.ชุดบรรจุน้ำยา	- ตรวจสอบด้วยการฟังเสียงการรั่วไหลของลมี่	●															
บันทึกประวัติการเปลี่ยนอะไหล่เครื่องจักรและอุปกรณ์		ช่างเทคนิค															
1																	
2																	
3		หัวหน้าแผนกผู้ตรวจสอบ															
4																	
5																	

F-EN-304/0/09-02-2561

รูปที่ 13 แผนการซ่อมบำรุงเครื่องบรรจุและปิดฝา

3. ผลการดำเนินการวิจัย

3.1 ผลลัพธ์ด้านความสามารถในการผลิต

จากการปรับอัตราการผลิตสามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่องที่ 165 ขวด/นาที ด้วยการคำนวณพื้นที่รองรับขวด ใช้หลักการของลีนในการตัดขั้นตอนการผสมเครื่องดื่มสมุนไพรที่ไม่จำเป็นออกไปและรวมขั้นตอนเข้าด้วยกันทำให้ลดเวลารอน้ำยาจาก 175 นาที/วัน เป็น 145 นาที/วัน ลดลงถึง 30 นาที/วัน เวลาทำงาน 08:00-17:00 หักเวลาพักของพนักงานแล้วสามารถเพิ่มเวลาผลิตได้จากเฉลี่ย 4,959 นาที/เดือน เป็น 8,710 นาที/เดือน ผลจากการปรับอุณหภูมิที่เครื่องอุ่นขวด เครื่องสวมฉลากออก และออกแบบขวดใหม่ที่เป็นขวดแก้วทรงสี่เหลี่ยมลักษณะเหมือนเดิม ขวดสามารถทนแรงดันจากการขยายตัวของก๊าซในน้ำสมุนไพรได้มากกว่าเดิม 7 bar ขวดที่ออกแบบใหม่สามารถทนแรงดันเฉลี่ยได้ 11.43 bar โดยที่การผลิตขวดนั้นทุกๆ 250 ล้านขวด ต้องมีการเปลี่ยนโมลด์ที่เสื่อมสภาพจากการใช้งานซึ่งค่าใช้จ่ายในส่วนของการเปลี่ยนโมลด์ทุก ๆ ครั้ง ทางผู้ผลิตขวดรับผิดชอบทั้งหมดและราคาขวดยังคงเท่าเดิม ส่งผลให้ลดขวดเสียจากเฉลี่ย 10,261 ขวด/เดือน เป็น 0 ขวด และจากการสร้างเกณฑ์การประเมินและตอบสนองความเสี่ยงเครื่องจักรได้ทำการประเมินความเสี่ยงของเครื่องบรรจุและปิดฝา และแก้ไขแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้มีความละเอียดและถูกต้องเพิ่มมากขึ้น เพื่อเป็นการลดการหยุดจากการซ่อมเครื่องบรรจุและปิดฝาลดลงเหลือ 576 นาที/เดือน จากเครื่องจักรทั้งหมดเฉลี่ย 900 นาที/เดือน คิดเป็น 64%

4. สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการศึกษาวิเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพร เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมในครั้งนี้ ไม่มีอุปสรรคเนื่องจากทางบริษัทมีแนวคิดที่ต้องการให้มีการเพิ่มประสิทธิภาพอยู่แล้ว จึงสามารถที่จะดำเนินการได้ตามแผนงาน ส่งผลให้สามารถเพิ่มเวลาการผลิตได้เป็น 8,710 นาที/เดือน ลดการเสียหายของเครื่องจักรลงเหลือเพียง 324 นาที/เดือน ไม่มีของเสียจากขวดแตกที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ยอดการผลิตสามารถเพิ่มขึ้นจากเดิมเฉลี่ย 459,071 ขวด/เดือน เป็น 1,320,453 ขวด/เดือน คิดเป็นเงินที่เพิ่มขึ้น 12,920,730 บาท/เดือน ประสิทธิภาพโดยรวมเพิ่มขึ้นจาก 48.37% เป็น 92.70% ดังรูปที่ 14 และยังทำให้ไม่ต้องเสียค่าทำงานล่วงเวลา 24,825 บาท/เดือน พนักงานได้มีเวลาพักผ่อนอีกด้วย

โดยการดำเนินการในครั้งนี้ มีค่าใช้จ่ายในการตัดต่อท่อและอื่นๆ 350,000 บาท ซึ่งเป็นระยะเวลาคืนทุนจากยอดที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นคือ 0.03 เดือน

รูปที่ 14 ประสิทธิภาพโดยรวมก่อนและหลังการปรับปรุง

5. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้ได้สามารถปรับ Line Balance ให้เท่ากับเครื่องสวมฉลากที่ไม่สามารถปรับให้สูงกว่า 165 ขวด/นาที แล้วก็ตาม ยังอาจมีการเสียหายของเครื่องจักรอื่นๆ ได้อีก ที่อาจทำให้ไม่ได้เป้าหมายตามต้องการ หากต้องการเพิ่มอัตราการผลิตจะต้องทำการปรับปรุงเครื่องสวมฉลากหรือหาเครื่องจักรที่มีอัตราการผลิตสูงกว่ามาทดแทนต่อไป ศึกษาเพิ่มเติมเรื่องลดเวลาการรอน้ำสมุนไพรในส่วนของ Processing หากสามารถผลิตในส่วนของ Packing Line ได้ 08:00 น. จะช่วยทำให้เวลาการผลิตจาก 335 นาที/วัน เพิ่มขึ้นได้เป็น 540 นาที/วัน (เวลาทำงาน

08:00-17:00) ด้านขั้นตอนลดอุณหภูมิใช้เวลานานเกินไป ซึ่งต้องทำการคำนวณการแลกเปลี่ยนความร้อนและตรวจสอบระบบทำความเย็นเพิ่มเติมเพื่อลดเวลาในขั้นตอนการลดอุณหภูมิ และเพิ่มเติมเรื่องการบำรุงรักษาตามแผน ถึงแม้จะมีการประเมินความเสี่ยงของเครื่องจักร แก้ไขแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องบรรจุและปิดฝาแล้วก็ตาม หากไม่ตระหนักถึงการบำรุงรักษาให้ได้ตามแผน การเสื่อมสภาพของเครื่องจักรและการหยุดเพื่อซ่อมแซมจะไม่สามารถแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพ

References

[1] Nakhon rattchasima chamber of commerce. Business competition [Internet]. 2018 [cited 2019 Jul 4]. Available from: http://www.ncc.or.th/web2014/index.php/eco-news/1092-2018-03-07-03-38-23 (In Thai)

[2] Bupphachat P. Process improvement and productivity improvement in electronics Manufacturing [thesis] [Internet]. Chon Buri: Burapha University; 2016 [cited 2019 Jul 4]. Available from: http://digital_collect. lib.buu.ac.th/dcms/files/53920664.pdf (In Thai)

[3] Fungarom M. Productivity improvement of blending compound process [thesis] [Internet]. Chon Buri: Burapha University; 2015 [cited 2019 Jul 4]. Available from: http://digital_collect. lib.buu.ac.th/dcms/files/53920669.pdf (In Thai)

[4] Klinmon S. Production efficiency improvement in lens surface grinding [thesis] [Internet]. Chon Buri: Burapha University; 2016 [cited 2019 Jul 4]. Available from: http://digital_collect. lib.buu.ac.th /dcms/ files/52920464.pdf (In Thai)

[5] Tawinwongsuriya V, Rakkan S, Sakulthai T, Plongmai J. Increasing productivity of patch pocket for 7-ELEVEN [Internet]. Kasem Bundit Engineering Journal 2015 [cited 2019 Jul 4];5(2):186-98. Available from: https://www.tci-thaijo.org/index.php/kbej/article/view/74492/60044 (In Thai)

[6] Chalermngam C. Machine improving efficiency in OD polishing process [thesis] [Internet]. Bangkok: National Institute of Development Administration; 2011 [cited 2019 Jul 4]. Available from: http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19674.pdf (In Thai)

[7] Nana D. Reliability centered maintenance: a case study of spray dried food factory [thesis] [Internet]. Nakhon Pathom: Silpakorn; 2016 [Cited 2019 Jul 4]. Available from: http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/handle/123456789/913 (In Thai)

[8] Samrit S, Kengpol A, Talabgaew S. Reduction of downtime loss by using reliability theory based preventive maintenance: a case study of the concrete industry [Internet].

KKU Research Journal 2011 [cited 2019 Jul 4];16(2):145-58. Available from: http://resjournal.kku.ac.th/abstract/16-2-145.pdf. (In Thai)

[9] Rajamangala University of Technology Isan. Overall equipment effectiveness [Internet]. 2006 [cited 2019 Jul 4]. Available from: https://www.rmuti.ac.th/faculty/production/ie/html/Oee.htm (In Thai)

[10] Mahidol University. Volume and temperature relationship [Internet]. 2019 [cited 2019 Jul 4]. Available from: https://il.mahidol.ac.th/e-media/ap-chemistry2/gases/web/link/charlelaw.htm (In Thai)

[11] Rattanapanon N. Unit of energy [Internet]. 2019 [cited 2019 Jul 4]. Available from: http://www. foodnetworksolution.com/wiki/word/6967/หน่วยของพลังงาน (In Thai)

[12] Khayal O. Heat and mass transfer fundamentals [Internet]. 2017 [cited 2019 Jul 4]. Available from: https://www.researchgate.net/figure/1-Thermal-conductivity-values-for-various-materials-at-300-K_tbl1_318456109

[13] Feldman D, Barbalata A. Synthetic polymers: technology, properties, applications [Internet]. London, UK: Chapman & Hall; 1996 [cited 2019 Jul 4]. Available from: https://books.google.co.th/books?id=CNq2zE0JHr8C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false

ประวัติผู้เขียนบทความ

เสขสัน นาคพ่วง ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม บริษัทขายยาเพ็ญภาค จำกัด โทรศัพท์ 081-149-2381 E-Mail: seksan.n@gmail.com จบการศึกษา อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ จากมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต และวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

ศักดิ์ชาย รักการ ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต โทรศัพท์ 094-945-9988 E-Mail: sakchai.rak@kbu.ac.th จบการศึกษา วศ.บ. (เกียรตินิยมอันดับ 1) วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต และ วศ.ม. สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ Ph.D. Systems and Control, Case Western Reserve University, Ohio, U.S.A.

จีรวัฒน์ ปล้องใหม่ ปัจจุบันดำรงตำแหน่งหัวหน้าสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต โทรศัพท์ 086-346-9908 E-Mail: jeerawat2556p@gmail.com จบการศึกษาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ และบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาการจัดการ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต และวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Article History:

Received: February 5, 2020

Revised: August 10, 2020

Accepted: August 17, 2020