



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
"Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"

การประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลองในการลดของเสียของกระบวนการอบนึ่งยางล้อรถยนต์ กรณีศึกษา บริษัท ตัวอย่าง

Application of Design Experimental Waste Reduction in Tire Curing process Case study Sample Company

พิชิตพล อยู่พะเนียด^{1*} และ ชูศักดิ์ พรสิงห์^{2,}

¹ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร

*E-mail: scot.pichitpon@gmail.com E-mail²: pornsing_c@su.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือการลดของเสียจากการผลิตยางล้อรถยนต์ โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลอง (Design and Analysis of Experiment: DOE) โดยผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการผลิตยางล้อรถยนต์ของบริษัทกรณีศึกษา พบว่าปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตยางล้อรถยนต์มากที่สุด 2 ปัญหา คือ ปัญหา O-Ring ในชุด Curing Bladder ชำรุดและผนัง Bladder บางเพราะน้ำร้อนกัด ผู้วิจัยจึงใช้หลักการ 4M จำแนกสาเหตุของ ปัญหาที่มีอิทธิพลกับของเสีย โดยใช้หลักการ 3G วิเคราะห์สาเหตุทั้งหมด พบว่าปัญหาเกิดในส่วนของ ขั้นตอนการปรับตั้งค่าปัจจัยการให้ความร้อนและแรงดันในการผลิต ซึ่งปัจจัยทั้งหมดมี 4 ปัจจัยคือ 1. อุณหภูมิน้ำร้อนภายใน Bladder 2. แรงดันน้ำร้อนภายใน Bladder 3. อุณหภูมิไอน้ำ Dome Steam 4. แรงดันไอน้ำ Dome Steam ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบเต็มรูปแบบ 2 ระดับ (2^k Full Factorial Design) เพื่อศึกษาทั้ง 4 ปัจจัย ในการปรับตั้งค่าอุณหภูมิและแรงดันที่เหมาะสม

คำหลัก : ออกแบบการทดลอง, ลดของเสีย, ยางรถยนต์

Abstract

The purpose of this research to reduce the waste from tire production by apply design and Analysis of Experiment (DOE). The researcher studied tire production process in case study. It was found that the problems that affect the production of tire are the most 2 problems in O-Ring into Curing Bladder set damage and Bladder damage. The researchers used the 4M principle to classify the causes in the problem with waste by using 3G principle to analyze all causes and. The problem found factors adjusting in the process there are 4 factors 1. Temperature of hot water within Bladder 2. Pressure of hot water within Bladder 3. Temperature of Dome steam 4. Pressure of Dome steam. So, the researcher used 2-Full Experimental Design (2^k Full Factorial Design) to study 4 factors for finding the best solution to adjusting in production.

Keywords: Design of Experiment, Defect Reduction, Tire1. บทนำ



1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันกลุ่มธุรกิจยานยนต์มีความเจริญเติบโตที่สูง ประเทศไทยมีบริษัทที่ทำการผลิตและประกอบรถยนต์มากมาย ยางรถยนต์ก็เป็นชิ้นส่วนประกอบสำคัญของรถยนต์ชิ้นส่วนหนึ่งในระบบกันสะเทือนและส่งกำลัง อุตสาหกรรมยางรถยนต์มีแนวโน้มแสดงถึงการเติบโตที่เพิ่มขึ้นได้ดี เนื่องจากประเทศไทยมีแหล่งวัตถุดิบในการผลิตยางรถยนต์ขนาดใหญ่และเป็นที่ยอมรับในด้านคุณภาพ ในขณะที่ปริมาณยอดขายยางรถยนต์เพิ่มขึ้น จึงทำให้มีการแข่งขันสูงเช่นกัน ส่งผลให้ผู้ผลิตรายางรถยนต์ ต้องมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ประสิทธิภาพที่ดีขึ้น การลดต้นทุนในกระบวนการผลิตรวมไปถึงการลดของเสียในกระบวนการผลิต เป็นวิธีการหนึ่งที่ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตต่อชิ้นของผลิตภัณฑ์นั้นลดต่ำลงและทำให้ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตดีขึ้นตามไปด้วย

จากการศึกษากระบวนการผลิตยางล้อรถยนต์ของโรงงานกรณีศึกษาพบว่าอัตราการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก จากนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูล 6 เดือนย้อนหลัง ตั้งแต่มีนาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2560 โดยทำศึกษาผลิตภัณฑ์ที่มียอดการส่งผลิตมาก 3 อันดับ มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายการผลิตภัณฑ์ที่มียอดการผลิตและสัดส่วนของเสียมากที่สุด 3 อันดับ

ลำดับ	ขนาดยาง	ปริมาณการผลิต(เส้น)	ปริมาณของเสีย(เส้น)	สัดส่วนของเสีย%
1	18.4(15)-30 F-33	12,500	148	1.18
2	16.9(14)-30 F-35	7,600	75	0.99
3	14.9-28 F-35	6,000	58	0.97

จากข้อมูลดังกล่าวพบว่ายางขนาด 18.4(15)-30 F-33 มียอดการผลิตสูงสุด 12,500 เส้น และเกิดสัดส่วนของเสียเป็นลำดับที่ 1 สัดส่วนของเสียอยู่ที่ 1.18 % จึงทำการคัดเลือกยางขนาด 18.4(15)-30 F-33 มาทำการศึกษาข้อมูลของเสีย

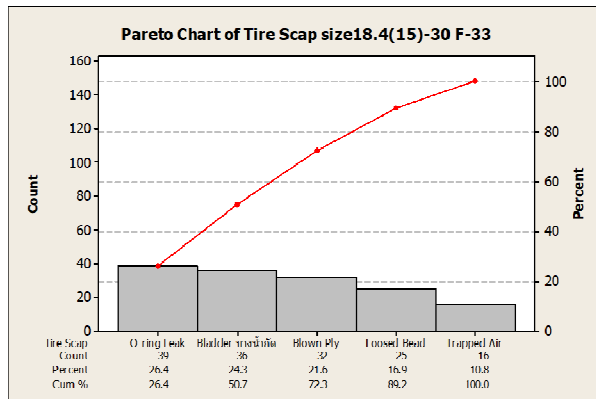
ในการวิเคราะห์การผลิตยางรถยนต์ชนิดผ้าใบขนาด 18.4(15)-30 F-33 มีของเสียที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตในกระบวนการอบแห้งที่มีความถี่มากในการเกิดของเสีย 5 ลักษณะ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะของเสียที่เกิด

ปัญหาที่พบ	ปริมาณที่พบ(เส้น)	สัดส่วนของเสีย%	% สะสม
O-Ring เกิดการรั่ว,ชำรุด	39	26.4	26.4
ผนัง Bladder บางน้ำกัด	36	24.3	50.7
เกิดการบวมในชั้นผ้าใบ	32	21.6	72.3
ขอบลวดไม่เต็ม	25	19.9	89.2
บริเวณท้องยางมีลมซัง	16	10.8	100



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
 "Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"



รูปที่ 1 ข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการการอบนึ่งยางขนาด 18.4(15)-30 F-33 ภายในเดือนมิถุนายน-ธันวาคม 2560

จากข้อมูลในตารางดังกล่าวพบว่าปัญหาของเสียที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตมากที่สุด 2 ปัญหา คือ ปัญหา O-Ring ในชุด Curing Bladder ชำรุดและผนัง Bladder บางผู้วิจัยจึงเลือกมาทำการทดลอง โดยปัญหาแรกมีของเสียมากถึง 39 เส้น คิดเป็นสัดส่วนของเสียเท่ากับ 26.4% และปัญหาที่สองมีของเสีย 36 เส้น คิดเป็นสัดส่วนของเสียเท่ากับ 24.3%

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลองในการลดของเสียของกระบวนการอบนึ่งยางล้อรถยนต์ชนิดผ้าใบขนาด 18.4-30(15) F-33 อย่างน้อย 5.0 %

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงานวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาข้อมูลโรงงานในกรณีศึกษาแห่งหนึ่งเท่านั้น
2. การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดเพื่อการทดลองในยางล้อรถยนต์ชนิดผ้าใบขนาด 18.4-30(15) F-33 เท่านั้น

1.4 กรอบแนวทางการดำเนินงาน

1. ศึกษาข้อมูลมาวิเคราะห์สาเหตุที่ก่อให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิต
2. หาสาเหตุปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นและส่งผล
3. ศึกษาผลกระทบเพื่อทำการแก้ไข
4. เสนอแนวทางการแก้ไขที่เหมาะสม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดของเสียที่เกิดจากกระบวนการอบนึ่งยางล้อรถยนต์ชนิดผ้าใบขนาด 18.4(15)-30 F-33 อย่างน้อย 5.0%



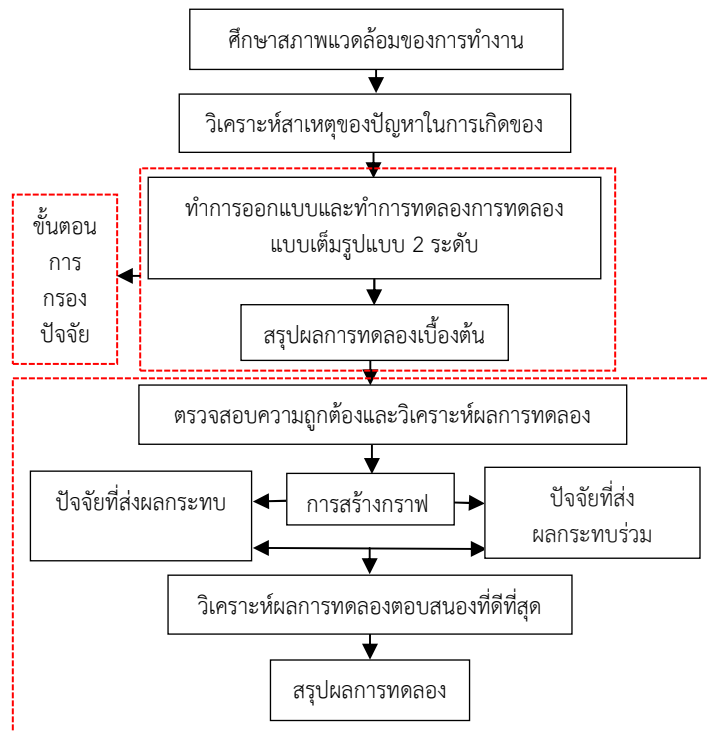
การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
"Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

- 2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับยางเบื้องต้น
- 2.2 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7QC Tools)
- 2.3 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE)
- 2.4 การออกแบบเชิงแฟคทอเรียล
- 2.5 ความหมายและหลักการ 2k Design
- 2.6 การวิเคราะห์ Full Factorial Design
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. วิธีดำเนินการ

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานของงานวิจัย



4. ผลการทดลอง

4.1 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

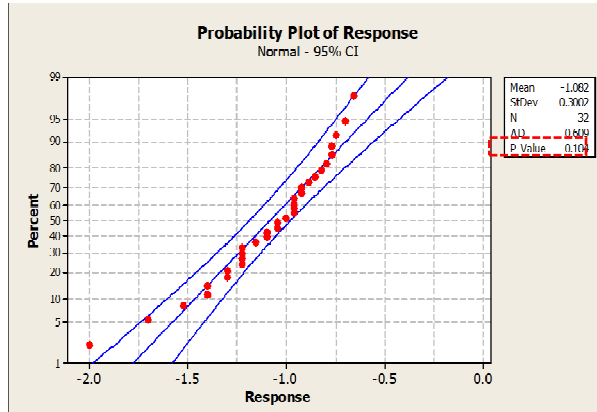
หลังจากทำการทดลองครบถ้วนแล้วผู้วิจัยได้นำค่าตอบสนองจากผลการทดลองมาวิเคราะห์ผลเพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลกับของเสียปัญหา O-Ring ในชุด Curing Bladder ชำรุดและผนัง Bladder บาง มีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = 0.050$) รายละเอียดดังต่อไปนี้



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
 "Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"

4.1.1 การตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการทดลอง (Model Adequacy Checking)

4.1.1.1 การตรวจสอบการกระจายตัวมีค่าปกติ (Normal Distribution) ของค่าส่วนตกค้าง (Residual)



รูปที่ 2 การตรวจสอบการกระจายตัวมีค่าปกติ

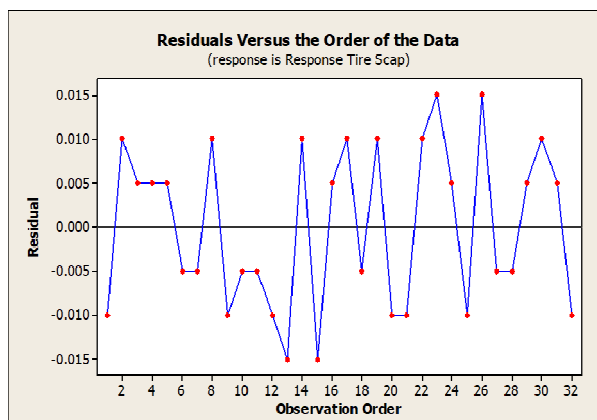
จากรูปที่ 2 แสดงส่วนตกค้าง (Residual) เพื่อทดสอบการแจกแจงปกติในระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ($\alpha = 0.050$) ซึ่งมีสมมติฐานดังนี้

H0: $\alpha_i = 0$ เป็นการแจกแจงแบบปกติ

H1: $\alpha_i \neq 0$ ไม่เป็นการแจกแจงแบบปกติ

เมื่อพิจารณารูปที่ 1 จะเห็นว่าค่า P-value มีค่ามากกว่าระดับความเชื่อมั่น 95% P-value = (0.104 > 0.050) จึงไม่สามารถปฏิเสธ H0 ได้ (เป็นการแจกแจงแบบปกติ)

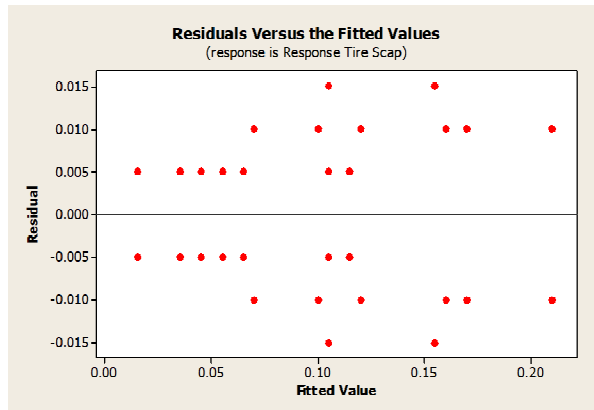
4.1.1.2 การตรวจสอบความเป็นอิสระ (Independent) ของส่วนตกค้างมาสร้างแผนภูมิการกระจายตัว (Scatter Plot) ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การตรวจสอบความเป็นอิสระ

จากรูปที่ 3 พบว่าการกระจายตัวของส่วนตกค้างมีรูปแบบการกระจายตัวเป็นอิสระ ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน หรือไม่สามารถประมาณรูปแบบของข้อมูลได้ จึงสรุปว่าส่วนตกค้างมีอิสระต่อกัน (Independent)

4.1.1.3 การตรวจสอบความเสถียรของ σ^2 (Variance Stability) สามารถตรวจสอบค่าของส่วนตกค้าง (Residual) เทียบกับ Fitted Value มาสร้างเป็นแผนภูมิดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การตรวจสอบความเสถียรของ σ^2

จากรูปที่ 4 พบว่า σ^2 ของค่าส่วนตกค้าง (Residual) มีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละตำแหน่งและไม่พบว่ารูปแบบการกระจายตัวมีแนวโน้มแต่อย่างใด จึงสามารถสรุปได้ว่าข้อมูลมีความเสถียรข้อความแปรปรวน σ^2

4.1.2. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของชิ้นงานปัญหา O-Ring ในชุด Curing Bladder ขำรุดและผนัง Bladder บาง จากการตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการทดลองพบว่าไม่มีความผิดปกติของการทดลองเกิดขึ้น เพื่อศึกษาอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งหมดโดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นของการวิเคราะห์อยู่ที่ 95% ($\alpha = 0.050$) ดังตารางที่ 3



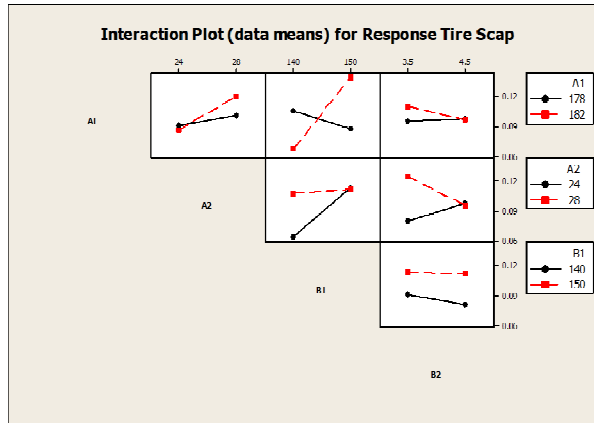
ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลการทดลอง

Factorial Fit: response versus A1,A2,B1,B2					
Estimated Effect and Coefficient for response (coded units)					
Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		0.09969	0.002275	43.82	0.000
A1	0.00687	0.00344	0.002275	1.51	0.150
A2	0.02187	0.01094	0.002275	4.81	0.000
B1	0.02687	0.01344	0.002275	5.91	0.000
B2	-0.00563	-0.00281	0.002275	-1.24	0.234
A1*A2	0.01188	0.00594	0.002275	2.61	0.019
A1*B1	0.04438	0.02219	0.002275	9.75	0.000
A1*B2	-0.00813	-0.00406	0.002275	-1.79	0.093
A2*B1	-0.02312	-0.01156	0.002275	-5.08	0.000
A2*B2	-0.02313	-0.01156	0.002275	-5.08	0.000
B1*B2	0.00438	0.00219	0.002275	0.96	0.351
A1*A2*B1	0.04188	0.02094	0.002275	9.20	0.000
A1*A2*B2	-0.03813	-0.01906	0.002275	-8.38	0.000
A1*B1*B2	0.00687	0.00344	0.002275	1.51	0.150
A2*B1*B2	0.02438	0.01219	0.002275	5.36	0.000
A1*A2*B1*B2	-0.05063	-0.02531	0.002275	-11.13	0.000
S = 0.0128695%		R-Sq = 97.07%		R-Sq (adj) = 94.31%	

จากตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลอง โดยพิจารณาปัจจัยที่มีผลกระทบร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญ (P-value < 0.050) พบว่าผลกระทบร่วมของปัจจัยมีทั้งหมด 4 คู่ คู่ที่ 1 เป็นผลกระทบร่วมระหว่างอุณหภูมิน้ำร้อนภายใน Bladder (A1) และแรงดันน้ำร้อนภายใน Bladder (A2) ค่า P-value = 0.019 คู่ที่ 2 เป็นผลกระทบร่วมระหว่างอุณหภูมิน้ำร้อนภายใน Bladder (A1) และอุณหภูมิไอน้ำ Dome Steam (B1) ค่า P-value = 0.000 คู่ที่ 3 เป็นผลกระทบร่วมระหว่างแรงดันน้ำร้อนภายใน Bladder (A2) และอุณหภูมิไอน้ำ Dome Steam (B1) ค่า P-value = 0.000 และคู่ที่ 4 เป็นผลกระทบร่วมระหว่างแรงดันน้ำร้อนภายใน Bladder (A2) และแรงดันไอน้ำ Dome Steam (B2) ค่า P-value = 0.000 ซึ่งผลกระทบร่วมทั้งหมด 4 คู่นี้ สามารถแสดงเป็นแผนภูมิผลกระทบร่วมดังรูปที่ 5



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
 "Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"

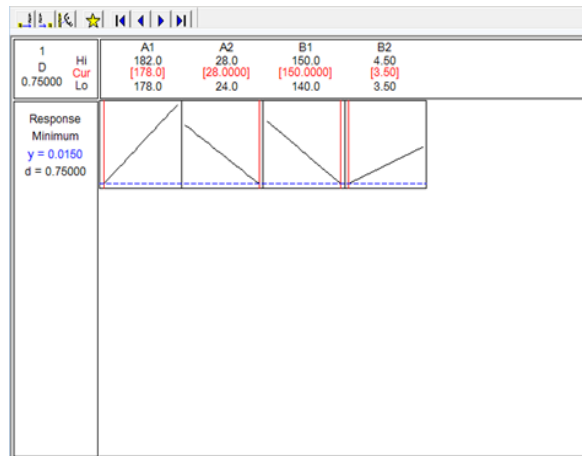


รูปที่ 5 แผนภูมิกระทบร่วม

จากรูปที่ 5 สามารถอธิบายผลกระทบร่วมของแต่ละปัจจัยดังนี้ คู่ที่ 1 อุณหภูมิน้ำร้อนภายใน Bladder (A1) ที่ระดับปัจจัย 178°C มีสัดส่วนของเสียลดลงเมื่อแรงดันน้ำร้อนภายใน Bladder (A2) ที่ระดับปัจจัย 24Kg/cm² คู่ที่ 2 อุณหภูมิน้ำร้อนภายใน Bladder (A1) ที่ระดับปัจจัย 178°C มีสัดส่วนของเสียลดลงเมื่ออุณหภูมิไอน้ำ Dome Steam (B1) ที่ระดับปัจจัย 140°C คู่ที่ 3 แรงดันน้ำร้อนภายใน Bladder (A2) ที่ระดับปัจจัย 24Kg/cm² มีสัดส่วนของเสียลดลงเมื่ออุณหภูมิไอน้ำ Dome Steam (B1) ที่ระดับปัจจัย 140°C คู่สุดท้าย แรงดันน้ำร้อนภายใน Bladder (A2) ที่ระดับปัจจัย 24Kg/cm² สัดส่วนของเสียลดลงเมื่อแรงดันไอน้ำ Dome Steam (B2) ที่ระดับปัจจัย 3.5Kg/cm² ซึ่งทั้ง 4 คู่ แสดงเส้นกราฟมีลักษณะตัดกันอย่างชัดเจน เรียกกราฟชนิดนี้ว่า Crossing Interaction

ตารางที่ 4 การหาค่าระดับปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธีการ Response Optimization

Response Optimization						
Parameters						
Response	Goal	Low.	Target	Up.	Weight	Import
	Minimize	0.2	0.2	0.5	1	1
A1 = 178						
A2 = 28.0						
B1 = 145						
B2 = 3.50						
Predicted Response						
response = 0.01500		desirability = 1				
Composite Desirability = 1.00000						



รูปที่ 6 ผลตอบสนององระดับปัจจัยที่เหมาะสม

จากรูปที่ 7 แสดงการวิเคราะห์ Response Optimization จากโปรแกรม MINITAB พบว่าค่าปัจจัยที่เหมาะสมในแต่ละระดับปัจจัย คือ อุณหภูมิน้ำร้อนภายใน Bladder (A1) ที่ระดับปัจจัย 178°C แรงดันน้ำร้อนภายใน Bladder (A2) ที่ระดับปัจจัย 28.0 Kg/cm² อุณหภูมิไอน้ำ Dome Steam (B1) ที่ระดับปัจจัย 145°C และแรงดันไอน้ำ Dome Steam (B2) ที่ระดับปัจจัย 3.5 Kg/cm² จะทำให้เกิดสัดส่วนของเสียน้อยที่สุดคือ 0.01500

4.1.3 การเปรียบเทียบผลก่อนและหลังปรับปรุง

ขั้นตอนนี้เป็นการเปรียบเทียบผลเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือลดของเสียจากกระบวนการอบนึ่งยางล้อรถยนต์ชนิดผ้าใบขนาด 18.4(15)-30 F-33 ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบของเสียก่อนและหลังปรับปรุง

จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นก่อน-หลังปรับปรุง ยางขนาด 18.4(15)-30 F-33		
รายละเอียด		จำนวน
1	ยอดของเสียทั้งหมดจากการกระบวนการนึ่งยาง	148 เส้น
2	ของเสียจากปัญหา O-Ring ขำรุดและ Bladder บางน้ำร้อนกัดเฉลี่ยก่อนปรับปรุง	75 เส้น
3	ของเสียจากปัญหา O-Ring ขำรุดและ Bladder บางน้ำร้อนกัดเฉลี่ยหลังปรับปรุง	19 เส้น

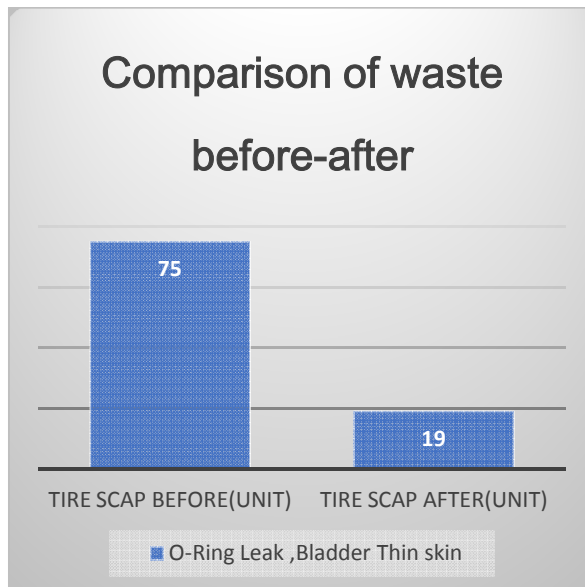
จากตารางที่ 5 สรุปได้ว่าจำนวนของเสียจากปัญหา O-Ring ในชุด Curing Bladder ขำรุดและผนัง Bladder บาง ก่อนปรับปรุงมีจำนวนเท่ากับ 75 เส้น ของยอดผลิตทั้งหมด จากการวิเคราะห์ Response Optimization จากโปรแกรม MINITAB พบว่าของเสียจากปัญหา O-Ring ในชุด Curing Bladder ขำรุดและผนัง Bladder บาง ลดลงหลังปรับปรุงเหลือจำนวน 19 เส้น ของยอดผลิตทั้งหมดสามารถลดสัดส่วนของเสียเปรียบเทียบกับก่อนและหลังปรับปรุงลดลงถึง 74.67%



5.สรุป

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์ในการลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในการผลิตยางล้อรถยนต์ชนิดผ้าใบ ขนาด 18.4-30(15) F-33 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มียอดขายดีที่สุดในโรงงานการศึกษา จึงใช้วิธีการออกแบบการทดลอง (Design and Analysis of Experiment) โดยการออกแบบการทดลองแบบเต็มรูปแบบ 2 ระดับ (2k Full Factorial Design) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ($\alpha = 0.05$)

เมื่อทำการทดลองตามแผน พบว่าปัจจัยที่มีผลกระทบร่วม (Interaction) คือ ปัจจัยอุณหภูมิน้ำร้อนภายใน Bladder (A1) และน้ำร้อนภายใน Bladder (A2) ปัจจัยอุณหภูมิน้ำร้อนภายใน Bladder (A1) และอุณหภูมิไอน้ำ Dome Steam (B1) ปัจจัยแรงดันน้ำร้อนภายใน Bladder (A2) และอุณหภูมิไอน้ำ Dome Steam (B1) และปัจจัยน้ำร้อนภายใน Bladder (A2) และแรงดันไอน้ำ Dome Steam (B2) จากนั้นได้ใช้วิธีการ Response Optimization โดยใช้โปรแกรม MINITAB ในการหาค่าระดับปัจจัยที่เหมาะสมในการผลิตยางล้อรถยนต์ชนิดผ้าใบขนาด 18.4-30(15) F-33 จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบกับจำนวนของเสียก่อนปรับปรุงและจำนวนของเสียหลังปรับปรุง พบว่าจำนวนของเสียก่อนปรับปรุงเท่ากับ 75 เส้น และจำนวนหลังการปรับปรุงเท่ากับ 19 เส้น สามารถลดสัดส่วนของเสียเปรียบเทียบกับก่อนและหลังปรับปรุงลดลงถึง 74.67% สามารถสรุปเป็น แผนภูมิดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การเปรียบเทียบของเสียก่อน – หลังปรับปรุง

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากภาควิชาการจัดการวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์เทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยศิลปากร และขอขอบคุณโรงงานการศึกษาที่ให้สนับสนุนการดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี



การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 10
"Global Goals, Local Actions: Looking Back and Moving Forward"

เอกสารอ้างอิง

- [1] ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา และพงศ์ชนัน เหลืองไพบูรณ์.การออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด; 2551
- [2] บริษัทยางโอตานิ จำกัด. (2560). **คู่มือการใช้งานยางรถยนต์.**
- [3] อตุลย์เดช ไสลบาท. (2554).**กระบวนการผลิตและอันตรายในอุตสาหกรรมการผลิตยางรถยนต์.** เอกสารประกอบการสอนวิชา กระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมและอันตราย.มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- [4] ปฐมพงษ์ หอมศรี.จักรพรรณ คงธนะ. (2558). **การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนพลาสติก สำหรับชิ้นส่วนรถยนต์โดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง.** อุตรธานี. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
- [5] สมศักดิ์ แก้วพลอย.กุลยุทธ์ บุญแข่ง (2557). **การออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าสถานะที่เหมาะสมใน กระบวนการอบไม้ยางพารา.** สงขลา.สาขาวิชา วิศวกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
- [6] มนตรี ฟังอารมณ. (2558). **การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตยางคอมปาวด์ : กรณีศึกษาโรงงานผลิตยางรถยนต์.** ชลบุรี.สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยบูรพา
- [7] ลัดดาวัลย์ บุญฤทธิ. (2558). **การลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางรถยนต์แผนกต้นยางกรณีศึกษา : บริษัทผลิตยางรถยนต์.นครปฐม.**สาขาวิชา การจัดการวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการจัดการ มหาวิทยาลัยศิลปากร