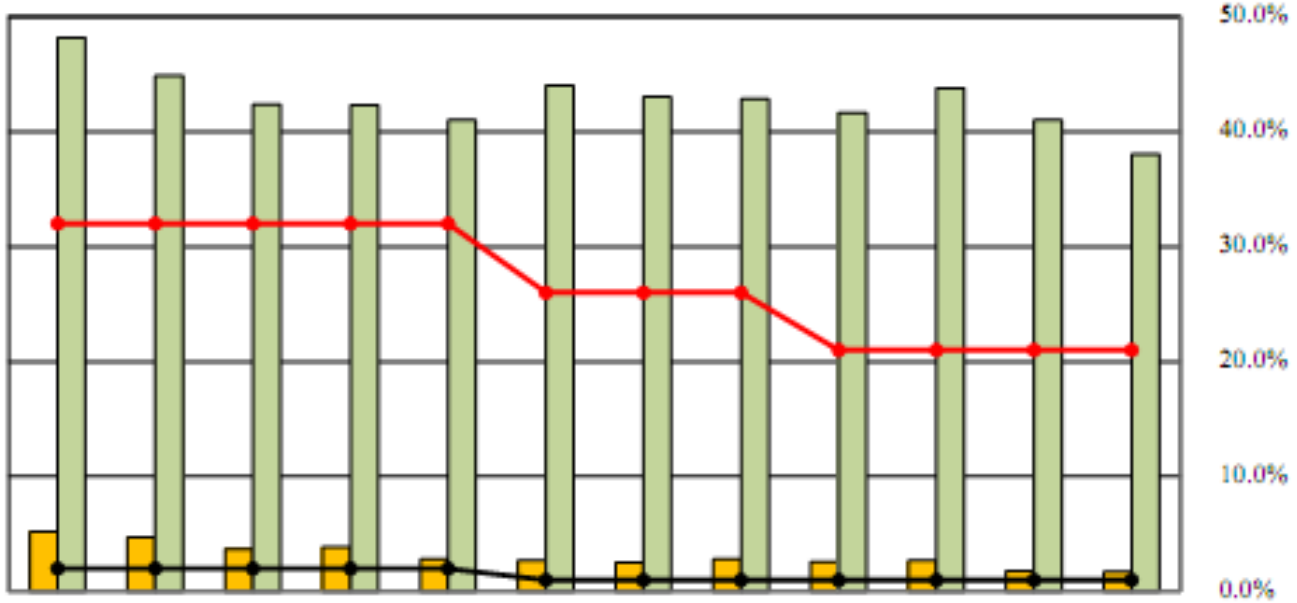
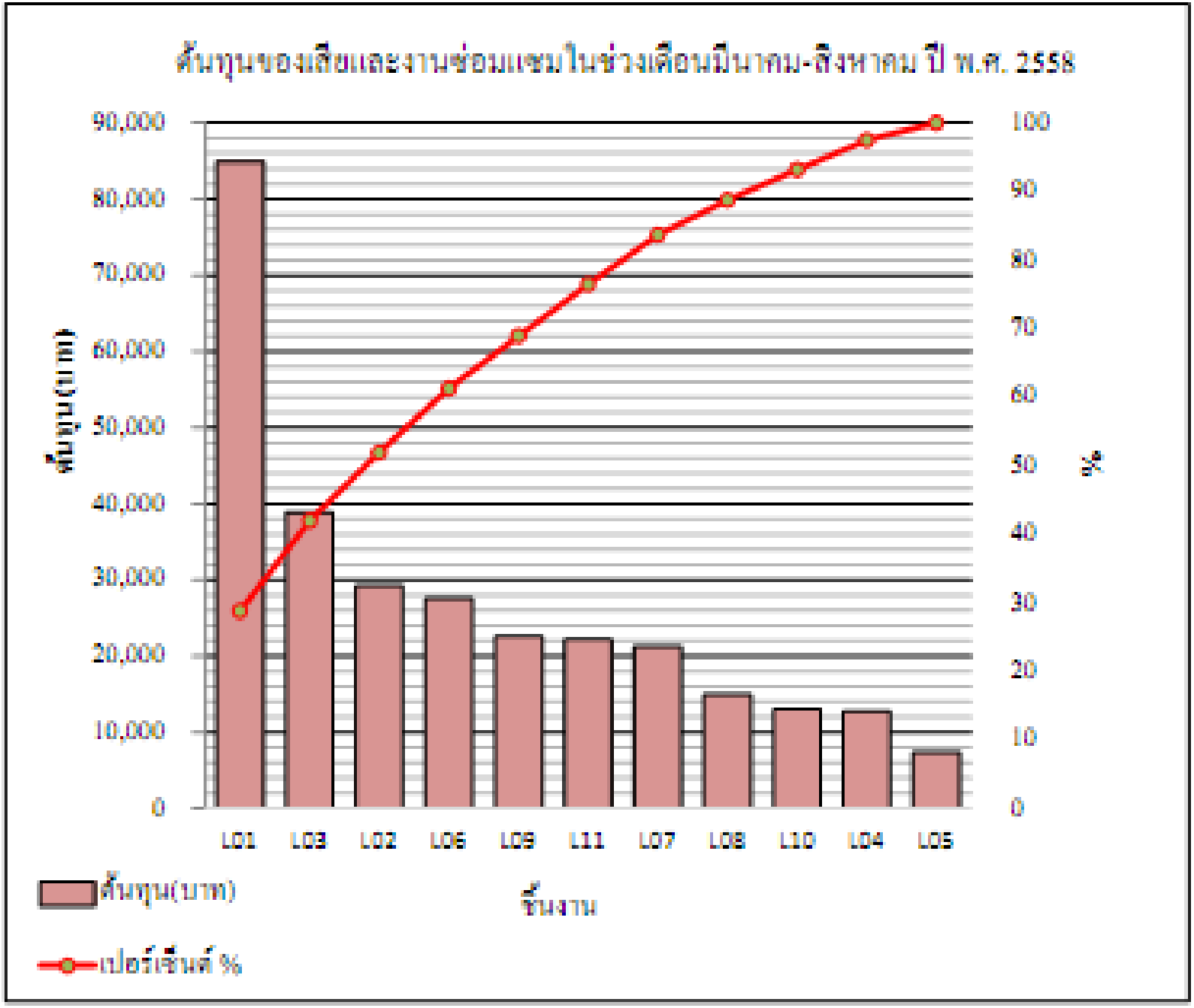
การลดปริมาณของเสียและงานซ่อมแซมในกระบวนการผลิตโฟมสำหรับเบาะรถยนต์ โดยใช้แนวคิดซิกส์ซิกม่า

พิศาล เพลินภูเขียว

ปริมาณของเสียและงานซ่อมแซม ปี พ.ศ. 2557



	Jan-14	Feb-14	Mar-14	Apr-14	May-14	Jun-14	Jul-14	Aug-14	Sep-14	Oct-14	Nov-14	Dec-14
Scrap	5.2%	4.7%	3.7%	3.9%	2.8%	2.7%	2.5%	2.80%	2.60%	2.70%	1.8%	1.7%
Rework	48%	45%	42%	42%	41%	44%	43%	43%	42%	44%	41%	38%
Rework (Target)	30%	30%	30%	30%	30%	25%	25%	25%	20%	20%	20%	20%
Scrap (Target)	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%


ต้นทุนของเสียและงานซ่อมแซมในช่วงเดือนมีนาคม-สิงหาคม ปี พ.ศ. 2558
90,000
80,000
70,000
60,000
50,000
40,000
30,000
20,000
10,000
0
ต้นทุน(บาท)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
%
L01
L03
L02
L06
L09
L11
L07
L08
L10
L04
L05
ชิ้นงาน
ต้นทุน(บาท)
เปอร์เซ็นต์ %

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อลดปริมาณของเสียและปริมาณการซ่อมแซมโฟมจากกระบวนการผลิตโฟมสำหรับเบาะรถยนต์ให้ได้ตามเป้าหมายของบริษัทโดยการประยุกย์ใช้เทคนิคของซิกส์ซิกม่า (Six Sigma)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. สามารถลดต้นทุนการผลิตอันเนื่องมาจากของเสีย และการซ่อมแซมโฟม
2. เพิ่มคุณภาพของโฟมและประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต
3. เป็นแนวทางในการกำหนดแนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหาอย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดของเสียจากสาเหตุซ้ำ ๆ ในอนาคต

ขั้นตอนของการวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. เก็บข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการผลิตโฟม
   2.1 รวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตโฟม
   2.2 พิจารณาความสามารถของกระบวนการผลิตและปริมาณของเสียในปัจจุบัน
   2.3 กำหนดเป้าหมายของการลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตโฟม
3. การวัดเพื่อกำหนดหาสาเหตุของปัญหา
   3.1 ศึกษากระบวนการผลิตโฟมทั้งกระบวนการผลิต
   3.2 ระดมความคิดเพื่อแจกแจงหาสาเหตุและผลกระทบของข้อบกพร่องโดยแผนก้างปลา (Cause and Effect diagram)

4. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

4.1 ทดสอบด้วยเครื่องมือทางสถิติ

4.2 วิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อเลือกปัจจัยที่สำคัญที่ต้องนำไปทดลองในขั้นตอนต่อไป

5. การแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิต

5.1 ออกแบบการทดลอง

5.2 กำหนดตัวแปรและข้อจำกัดต่าง ๆ ที่อาจส่งผลต่อการทดลอง

5.3 กำหนดขั้นตอนการทดลองและวิธีการเก็บข้อมูล

5.4 ทำการทดลองตามแผนที่วางไว้

5.5 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

6. ทำการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ

7. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

8. จัดทำรูปเล่มและนำเสนอผลงาน

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะอธิบายถึงที่มาของกรรมวิธีการผลิตโฟม โครงสร้างและส่วนประกอบของโฟม และแนวคิดซิกส์ซิกม่า เริ่มจากประวัติความเป็นมาของ ซิกส์ซิกม่า แนวคิด และความสำเร็จที่ได้รับจากการนำแนวคิดของซิกส์ซิกม่า มาปรับปรุงและประยุกต์ใช้ในงานวิจัย เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงในขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย โดยแบ่งรายละเอียดออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และส่วนที่สองคืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พอลียูรีเทน (Polyurethane)

ปรีชา พหลเทพ (2546) อธิบายว่า พอลียูรีเทน เป็น พอลิเมอร์ ที่มีหมู่ –NHCOO– อยู่ในโมเลกุล การผลิตในทางการค้าเริ่มตั้งแต่ปี 1937 โดย เบเยอร์ (Bayer) แห่งบริษัท Farbenfabriken Bayer ในเยอรมัน จากปฏิกิริยาไดไอโซไซยาเนตกับไกลคอล จะได้พอลียูรีเทน ซึ่งมีสมบัติเป็นพลาสติกและเส้นใย ต่อมาพบว่าทำเป็นกาว วัสดุเคลือบผิว และโฟมแข็ง ได้ด้วย ในปี 1950 ได้มีการพัฒนา พอลียูรีเทนเป็นอีลาสโตเมอร์ และโฟมยืดหยุ่นได้ ในปี 1955 ได้มีการผลิตโฟมพอลียูรีเทน อย่างกว้างขวางโดยใช้พอลีเอสเทอร์ ที่ปลายโมเลกุลมีหมู่ –OH 2 ข้างเป็นพอลิออล (Polyol) ในปี 1957 การผลิตพอลียูรีเทนใช้พอลีอีเทอร์ที่ปลายโมเลกุลมีหมู่ –OH แทนพอลีเอสเทอร์ต้นทุนถูกกว่า ใช้พอลีเอสเทอร์ และทนกรดทนด่างได้ดีกว่า เพราะหมู่อีเทอร์เสถียรกว่าหมู่เอสเทอร์

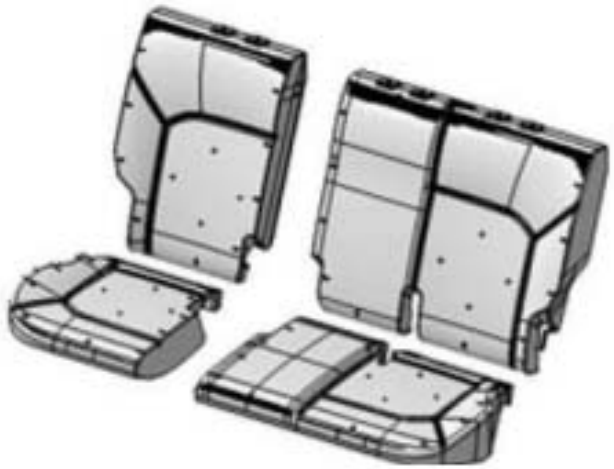
Control
Define
six sigma
6σ
Improve
Measure
Analyze

ชื่อชิ้นส่วนประกอบของเบาะรถยนต์	ภาพของชิ้นส่วน
ผ้าหุ้มและพลาสติก (Trim and plastic)	

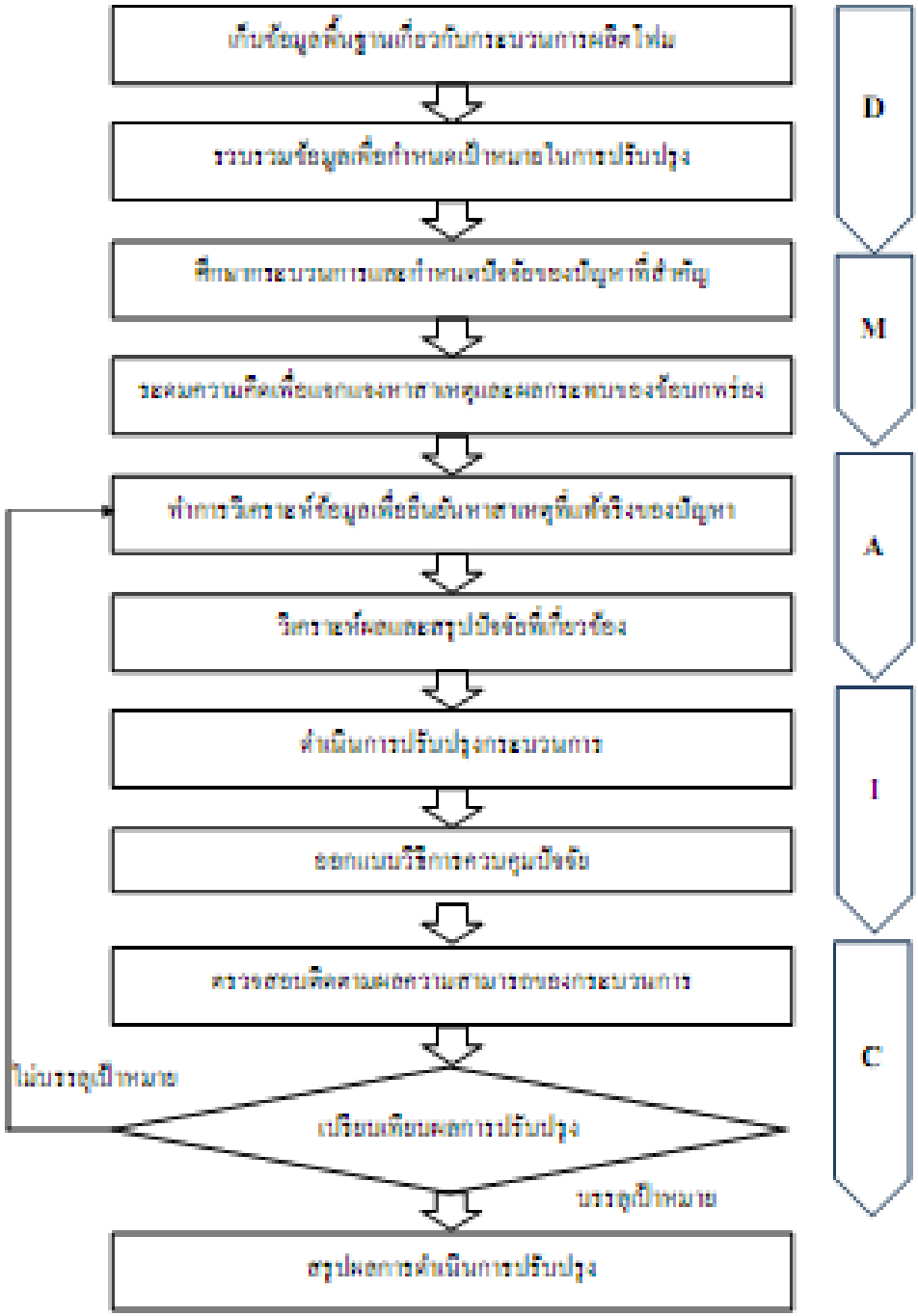
ชื่อชิ้นส่วนประกอบเบาะรถยนต์	ภาพของชิ้นส่วน
โครงสร้างเบาะ (Frame structure)	

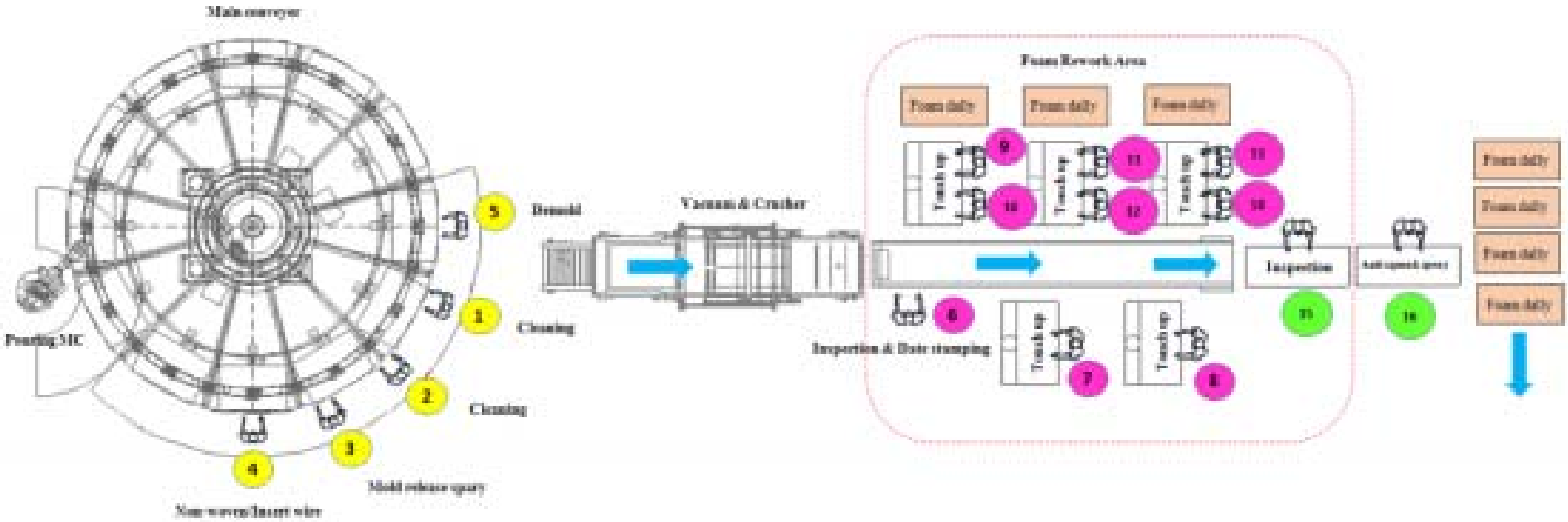
โฟม (Foam pad)	

เบาะหน้า (Front seat)



เบาะหลัง (Rear seat)


เก็บข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการผลิตโฟม
รวบรวมข้อมูลเพื่อกำหนดเป้าหมายในการปรับปรุง
ศึกษากระบวนการและกำหนดปัจจัยของปัญหาที่สำคัญ
ระดมความคิดเพื่อแจกแจงหาสาเหตุและผลกระทบของข้อบกพร่อง
ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อยืนยันหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา
วิเคราะห์ผลและสรุปปัจจัยที่เกี่ยวข้อง
ดำเนินการปรับปรุงกระบวนการ
ออกแบบวิธีการควบคุมปัจจัย
ตรวจสอบติดตามผลความสามารถของกระบวนการ
ไม่บรรลุเป้าหมาย
เปรียบเทียบผลการปรับปรุง
บรรลุเป้าหมาย
สรุปผลการดำเนินการปรับปรุง
D
M
A
I
C


Main conveyor
Pouring SiC
Non-woven/Insert wire
Mold release spray
Cleaning
Cleaning
Demold
Vacuum & Crusher
Foam Rework Area
Foam dolly
Foam dolly
Foam dolly
Touch up
Touch up
Touch up
Inspection & Date stamping
Touch up
Touch up
Inspection
Anti-speck spray
Foam dolly
Foam dolly
Foam dolly
Foam dolly
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

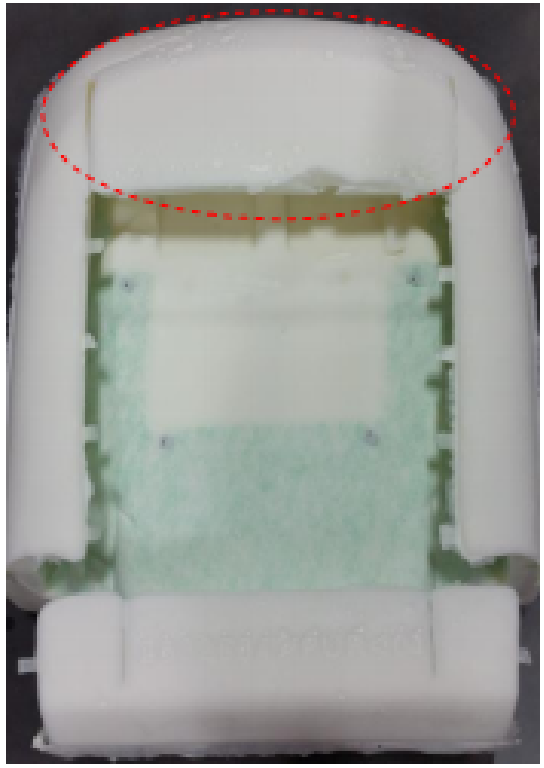
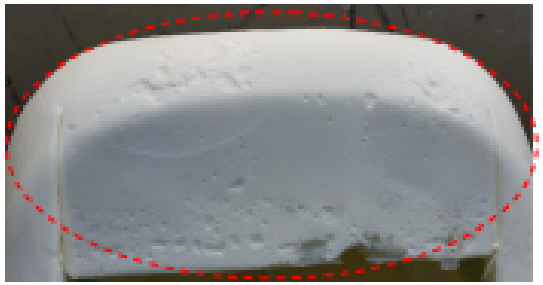
แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตโฟม

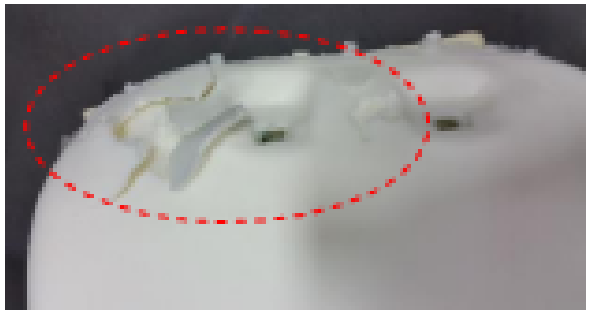
Flow Process Chart

สถานีงาน	พนักงาน	คำอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์ ○ ⇨ D □ ▽	หมายเหตุ
1	2	Mold cleaning R-L mold	-	20		
2	1	Spray release agent	-	15		
3	1	Put wire insert and Non-woven	-	20		
4	MC	Auto pouring	-	10		
5	1	De-mold	-	10		
6	MC	Vacuum & Crusher	-	26		

ขั้นตอนการกำหนดปัญหา (DEFINE PHASE)

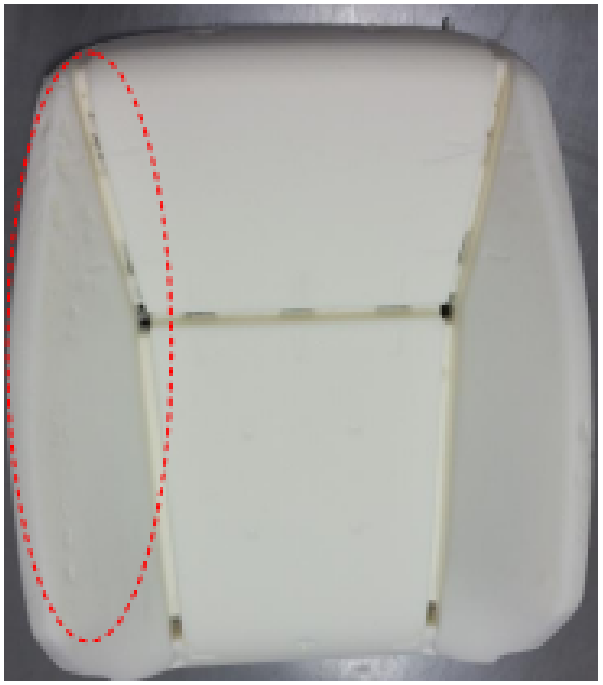
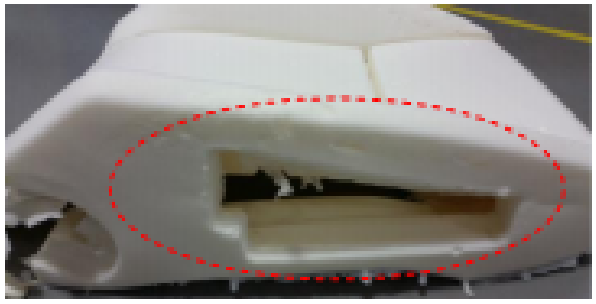
ทำการศึกษาถึงสภาพปัญหาและสภาพของกระบวนการผลิตโฟมในปัจจุบัน ศึกษากำลังการผลิตระบบการผลิต และความสามารถในการผลิตปัจจุบัน รวบรวมข้อมูลการผลิตโฟมในช่วง 6 เดือนย้อนหลัง คือ เดือนมีนาคมถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ 2558 รวบรวมข้อมูลสถิติการเกิดของเสียและการซ่อมแซมโฟม โดยแบ่งตามประเภท จำนวนของเสีย และคิดเป็นต้นทุนเพื่อหาเป้าหมายที่ต้องการปรับปรุง พร้อมทั้งกำหนดรายละเอียดของขอบเขตการดำเนินการและเป้าหมายของการดำเนินการ

รายละเอียดของปัญหา	ภาพประกอบ
ชิ้นงานเป็นหลุมขนาดมากกว่า 10 มิลลิเมตร (Void > 10 mm A-Surface)	 

รายละเอียดของปัญหา	ภาพประกอบ
ชิ้นงานฉีก ขาด (Foam tear)	

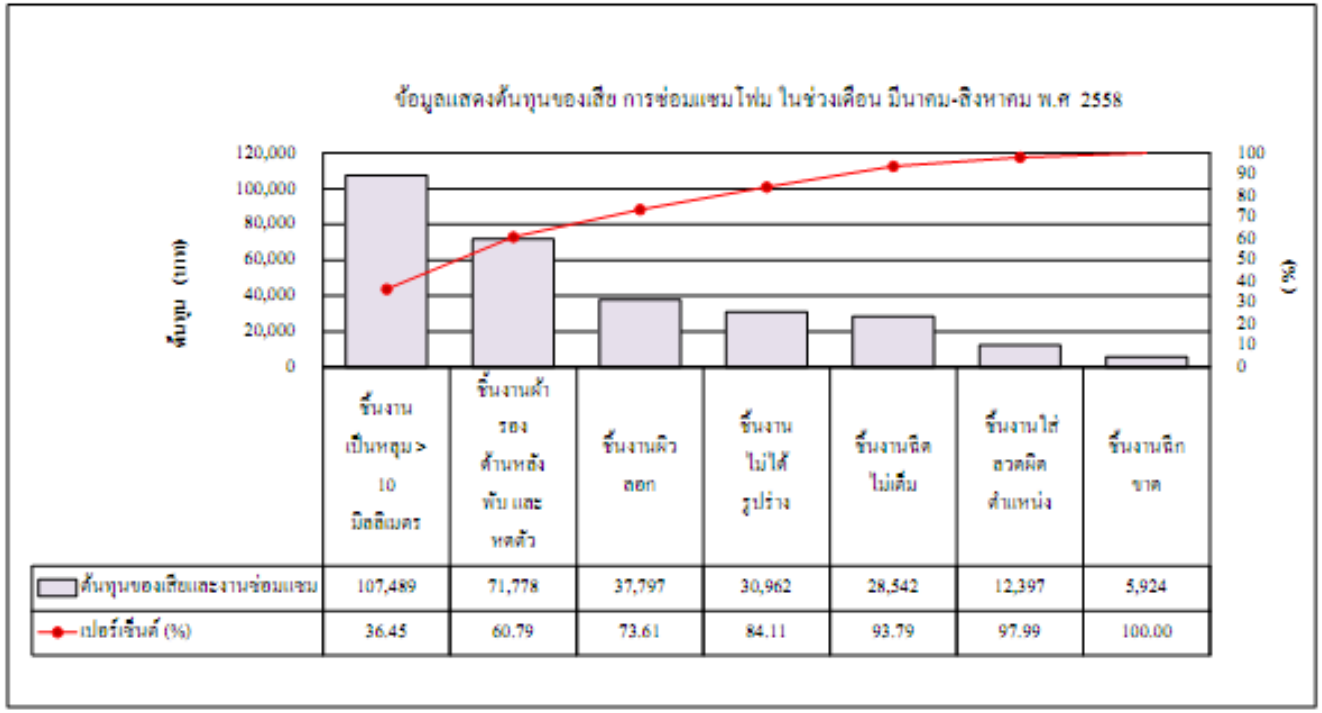
ชิ้นงานฉีดไม่เต็ม (Foam deform)

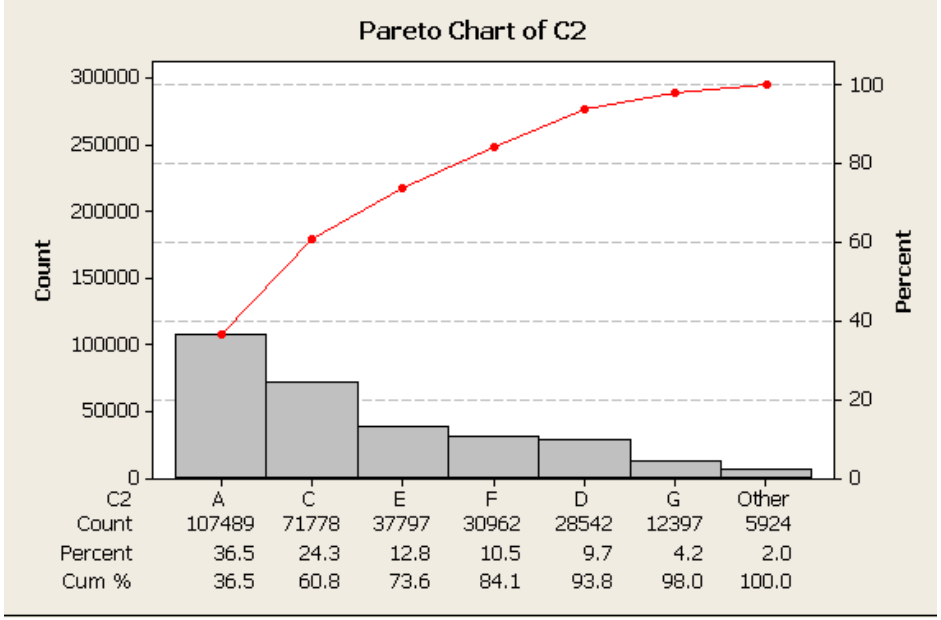
รายละเอียดของปัญหา	ภาพประกอบ
ชิ้นงานเป็นหลุมขนาดมากกว่า 40 มิลลิเมตร (Big Void A-Surface)	

รายละเอียดของปัญหา	ภาพประกอบ
ชิ้นงานผิวลอก (Peeling skin)	
	

ต้นทุนของเสียและชิ้นงานซ่อมแซมจำแนกตามประเภทในช่วงเดือนมีนาคม-สิงหาคมปี พ.ศ 2558

	จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น)		ต้นทุน (บาท)	เปอร์เซ็นต์ (%)
ประเภทชิ้นงานที่ทำการซ่อมแซม		ค่าใช้จ่ายต่อชิ้น (บาท)		
ชิ้นงานเป็นหลุม > 10 มิลลิเมตร	41,227	2.18	107,489	36.45
ชิ้นงานฉีก ขาด	2,717	2.18	5,924	2.01
ประเภทของชิ้นงานที่เป็นของเสีย		ต้นของเสียต่อชิ้น		
ชิ้นงานผ้ารองด้านหลังพับ และหดตัว	423	-	71,778	24.34
ชิ้นงานฉีดไม่เต็ม	224	-	28,542	9.68
ชิ้นงานผิวลอก	264	-	37,797	12.82
ชิ้นงานไม่ได้รูปร่าง	226	-	30,962	10.50
ชิ้นงานใส่ลวดผิดตำแหน่ง	77	-	12,397	4.20
รวม	45,158		294,888	100.0


ข้อมูลแสดงต้นทุนของเสีย การซ่อมแซมโฟม ในช่วงเดือน มีนาคม-สิงหาคม พ.ศ 2558
ต้นทุน (บาท)
(%)
120,000
100,000
80,000
60,000
40,000
20,000
0
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
ชิ้นงานเป็นหลุม > 10 มิลลิเมตร
ชิ้นงานผ้ารองด้านหลังพับ และหลดตัว
ชิ้นงานผิวลอก
ชิ้นงานไม่ได้รูปร่าง
ชิ้นงานฉีดไม่เต็ม
ชิ้นงานใส่ลวดผิดตำแหน่ง
ชิ้นงานฉีกขาด
ต้นทุนของเสียและงานซ่อมแซม 107,489 71,778 37,797 30,962 28,542 12,397 5,924
เปอร์เซ็นต์ (%) 36.45 60.79 73.61 84.11 93.79 97.99 100.00


Pareto Chart of C2
Count
Percent
300000
250000
200000
150000
100000
50000
0
100
80
60
40
20
0
C2 A C E F D G Other
Count 107489 71778 37797 30962 28542 12397 5924
Percent 36.5 24.3 12.8 10.5 9.7 4.2 2.0
Cum % 36.5 60.8 73.6 84.1 93.8 98.0 100.0

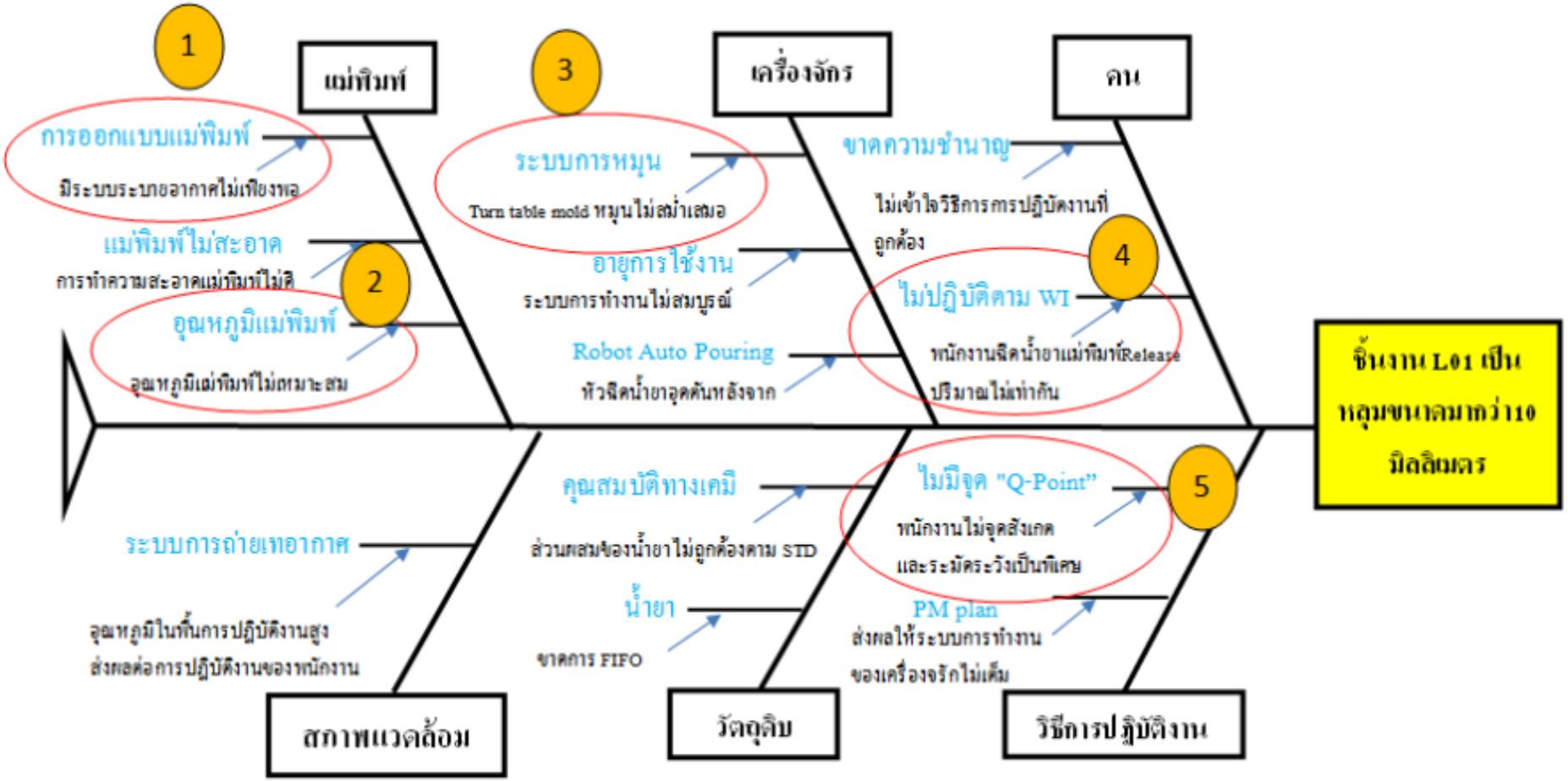
จากภาพจะเห็นได้ว่า ชิ้นงานเป็นหลุมขนาดมากกว่า 10 mm. มีต้นทุนการซ่อมแซมมากเป็นอับดับหนึ่ง คิดเป็นร้อยละ 36.45% ของต้นทุนทั้งหมด

ดังนั้นกำหนดเป้าหมายการดำเนินงาน คือ ต้องลดปริมาณการเกิดหลุมขนาดมากกว่า 10 mm. เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมาย

ขั้นตอนการวัด (MEASUREMENT PHASE)

ในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษากระบวนการผลิตโฟมเพื่อค้นหาปัจจัยนำเข้าต่าง ๆ เพื่อให้ทราบว่ามีปัจจัยใดบ้างที่เป็นปัจจัยนำเข้าที่แท้จริง (Key process input variables: KPIVs) ที่ส่งผลกระทบต่อการเกิดของเสียและงานซ่อมแซม จะเป็นการวัดค่าปัจจัยนำเข้าต่าง ๆ ว่าปัจจัยใด คือสาเหตุหลักที่แท้จริงที่ทำให้ชิ้นงาน L01 เกิดของเสียและเป็นหลุมขนาดมากกว่า 10 มิลลิเมตร (Key process output variables: KPOVs) โดยการระดมสมอง (Brain storming) ของทีมงานทุกฝ่ายเพื่อที่จะทำการค้นหาปัจจัยนำเข้าที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทั้งหมด ที่สามารถทำให้เกิดปัญหาของเสียด้วยเครื่องมือ Cause and Effect Diagram หรือแผนภูมิก้างปลาโดยการใช้หลักการ 4M 1E จำแนกประเภทของสาเหตุและทำการประเมินตารางความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล (Cause and Effect metric) หลังจากนั้นจัดทำแผนภูมิพาเรโต (Pareto chart) เพื่อแสดงสาเหตุสำคัญที่ให้เกิดของเสียจากการผลิตโฟม

1. Man สาเหตุที่เกี่ยวข้องกับคน
2. Machine สาเหตุที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร
3. Material สาเหตุที่เกี่ยวข้องกับวัสดุ
4. Mold สาเหตุที่เกี่ยวข้องกับแม่พิมพ์
5. Method สาเหตุที่เกี่ยวกับวิธีการ
6. Environment สาเหตุที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมทั้งหมด


1
แม่พิมพ์
การออกแบบแม่พิมพ์
มีระบบระบายอากาศไม่เพียงพอ
แม่พิมพ์ไม่สะอาด
การทำความสะอาดแม่พิมพ์ไม่ดี
2
อุณหภูมิแม่พิมพ์
อุณหภูมิแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม
3
เครื่องจักร
ระบบการหมุน
Turn table mold หมุนไม่สม่ำเสมอ
อายุการใช้งาน
ระบบการทำงานไม่สมบูรณ์
Robot Auto Pouring
หัวฉีดน้ำยาอุดตันหลังจาก
คน
ขาดความชำนาญ
ไม่เข้าใจวิธีการการปฏิบัติงานที่
ถูกต้อง
4
ไม่ปฏิบัติตาม WI
พนักงานฉีดน้ำยาแม่พิมพ์Release
ปริมาณไม่เท่ากัน
ชิ้นงาน L01 เป็น
หลุมขนาดมากว่า10
มิลลิเมตร
ระบบการถ่ายเทอากาศ
อุณหภูมิในพื้นการปฏิบัติงานสูง
ส่งผลต่อการปฏิบัติงานของพนักงาน
สภาพแวดล้อม
คุณสมบัติทางเคมี
ส่วนผสมของน้ำยาไม่ถูกต้องตาม STD
น้ำยา
ขาดการ FIFO
วัตถุดิบ
ไม่มีจุด "Q-Point"
พนักงานไม่จุดสังเกต
และระมัดระวังเป็นพิเศษ
5
PM plan
ส่งผลให้ระบบการทำงาน
ของเครื่องจักรไม่เต็ม
วิธีการปฏิบัติงาน

1. มีระบบระบายอากาศของแม่พิมพ์ไม่เพียงพอ
2. การควบคุมอุณหภูมิแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม
3. Turn table mold หมุนไม่สม่ำเสมอ
4. พนักงานฉีดน้ำยาแม่พิมพ์ Release ในปริมาณไม่เท่ากัน
5. พนักงานไม่มีจุดสังเกต และระมัดระวังเป็นพิเศษ

ทั้ง 5 สาเหตุที่ได้มานั้นยังไม่สามารถที่จะสรุปได้ว่าสาเหตุที่แท้จริงคืออะไร ซึ่งจะต้องทำการกรองหาสาเหตุที่สำคัญ Cause and Effect metric ซึ่งมีเครื่องมือที่จะวัดระดับความสัมพันธ์และความสำคัญของสาเหตุต่าง ๆ ออกมาเป็นลำดับคะแนน ดังแสดงในตารางที่ 3-11

เกณฑ์ในการให้คะแนนระดับความสำคัญ

ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลลัพธ์ \ ผลลัพธ์		ชิ้นงานเป็นหลุม >10 มม.	ชิ้นงานเป็นหลุม >30 มม.	ชิ้นงานฉีก-ขาด	ผ้า Non-woven พับ และหดตัว	ชิ้นงานฉีดไม่เต็ม	ชิ้นงานผิวลอก	ชิ้นงานเป็นหลุมขนาด >40 มม.	ชิ้นงานไม่ได้รูปร่าง	ใส่ลวดผิดตำแหน่ง
		จำนวนพนักงานที่ลงคะแนน (คน)								
1	มีระบบระบายอากาศของแม่พิมพ์ไม่เพียงพอ	14	14	2	1	1	1	6	1	1
2	การควบอุณหภูมิแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม	12	10	4	1	6	9	9	6	1
3	Turn table mold หมุนไม่สม่ำเสมอ	5	5	2	1	1	1	6	1	1
4	น้ำยา Mold release ไม่เท่ากัน	11	10	6	1	3	6	6	1	1
5	พนักงานไม่มีจุดสังเกตและระวังเป็นพิเศษ	5	5	6	9	1	1	6	1	9

ทั้ง 5 สาเหตุที่ได้มานั้นยังไม่สามารถที่จะสรุปได้ว่าสาเหตุที่แท้จริงคืออะไร ซึ่งจะต้องทำการกรองหาสาเหตุที่สำคัญ Cause and Effect metric ซึ่งมีเครื่องมือที่จะวัดระดับความสัมพันธ์และความสำคัญของสาเหตุต่าง ๆ ออกมาเป็นลำดับคะแนน ดังแสดงในตารางที่ 3-11

เกณฑ์ในการให้คะแนนระดับความสำคัญ

9 = ระดับความสำคัญมากจำนวนพนักงานลงคะแนน 10 คนขึ้นไป

6 = ระดับความสำคัญปานกลางจำนวนพนักงานลงคะแนน 5-9 คน

3 = ระดับความสำคัญน้อยจำนวนพนักงานลงคะแนน 3-4 คน

1 = ระดับความสำคัญน้อยมากจำนวนพนักงานลงคะแนน 0-2 คน

เกณฑ์การให้คะแนน KPIVs

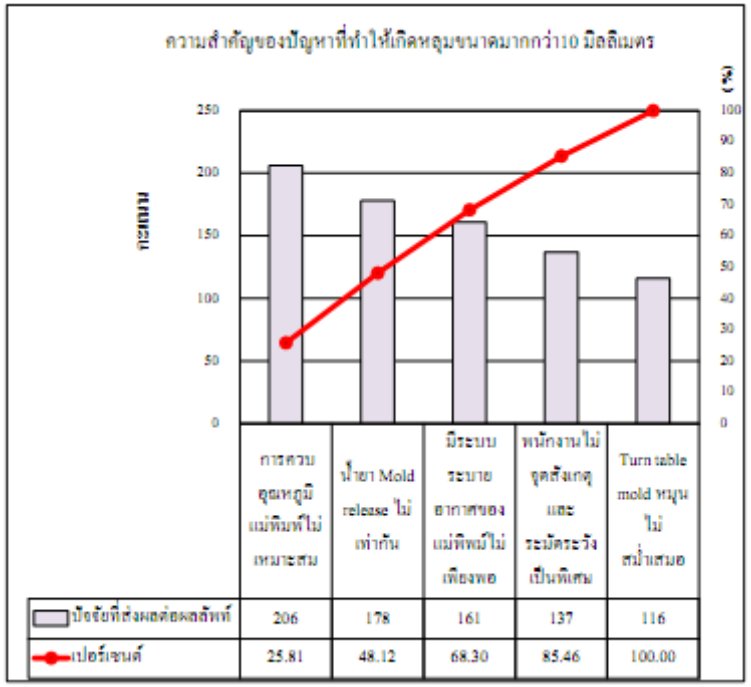
9: มีความสัมพันธ์กับการเกิดหลุมขนาดมากกว่า 10 มิลลิเมตร สูงมาก

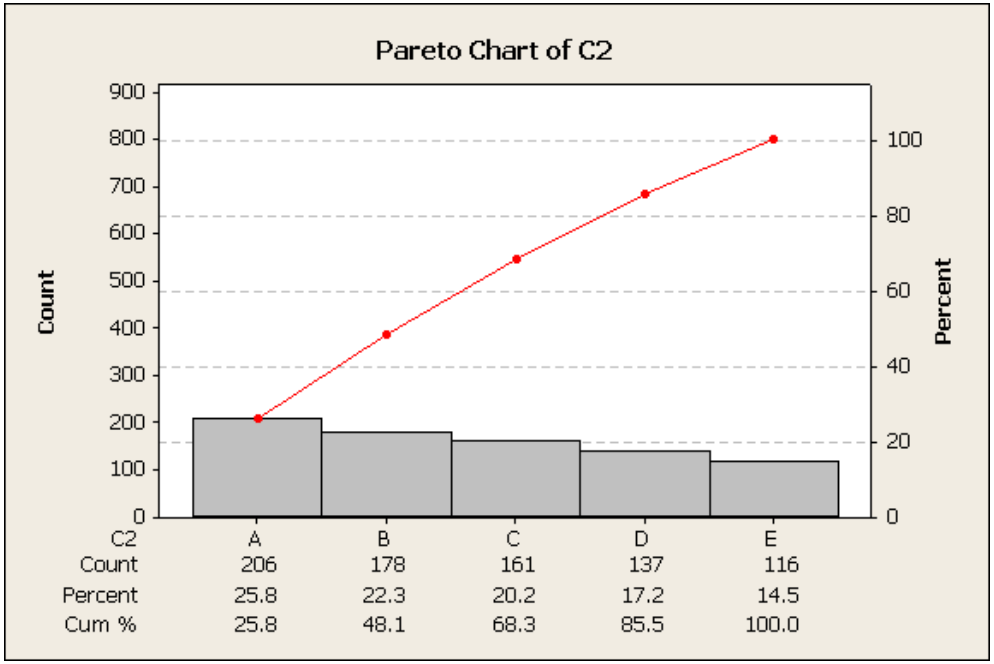
6: มีความสัมพันธ์กับการเกิดหลุมขนาดมากกว่า 10 มิลลิเมตร ปานกลาง

3: มีความสัมพันธ์กับการเกิดหลุมขนาดมากกว่า 10 มิลลิเมตร น้อย

1: มีความสัมพันธ์กับการเกิดหลุมขนาดมากกว่า 10 มิลลิเมตร น้อยมาก

	ผลลัพธ์ / ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลลัพธ์	ชิ้นงานเป็นหลุม >10 มม.	ชิ้นงานเป็นหลุม >30 มม.	ชิ้นงานฉีก-ขาด	ผ้า Non-woven พับ และหดตัว	ชิ้นงานฉีดไม่เต็ม	ชิ้นงานผิวลอก	ชิ้นงานเป็นหลุมขนาด >40 มม.	ชิ้นงานไม่ได้รูปร่าง	ใส่ลวดผิดตำแหน่ง	คะแนนรวม	ลำดับความสำคัญ
1	มีระบบระบายอากาศของแม่พิมพ์ไม่เพียงพอ	9	9	1	1	1	1	6	1	1	161	3
2	การควบอุณหภูมิแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม	9	9	3	1	6	9	9	6	1	206	1
3	Turn table mold หมุนไม่สม่ำเสมอ	6	6	1	1	1	1	6	1	1	116	5
4	น้ำยา Mold release ไม่เท่ากัน	9	9	1	1	3	6	6	1	1	178	2
5	พนักงานไม่มีจุดสังเกตและระวังเป็นพิเศษ	6	6	6	9	1	1	6	1	9	137	4





ผลที่ได้จากแผนภูมิการจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุหลักที่คาดว่าจะเป็นปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้ชิ้นงานเกิดหลุมขนาดมากกว่า 10 มิลลิเมตร ผู้วิจัยและทีมงานร่วมกันพิจารณาจากข้อมูลที่ได้ ทำให้ผู้วิจัยและทีมงานพบว่ามี 3 ปัจจัยสำคัญที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเกิดปัญหาชิ้นงานเกิดหลุมขนาดมากกว่า 10 มิลลิเมตรมากที่สุด คือ

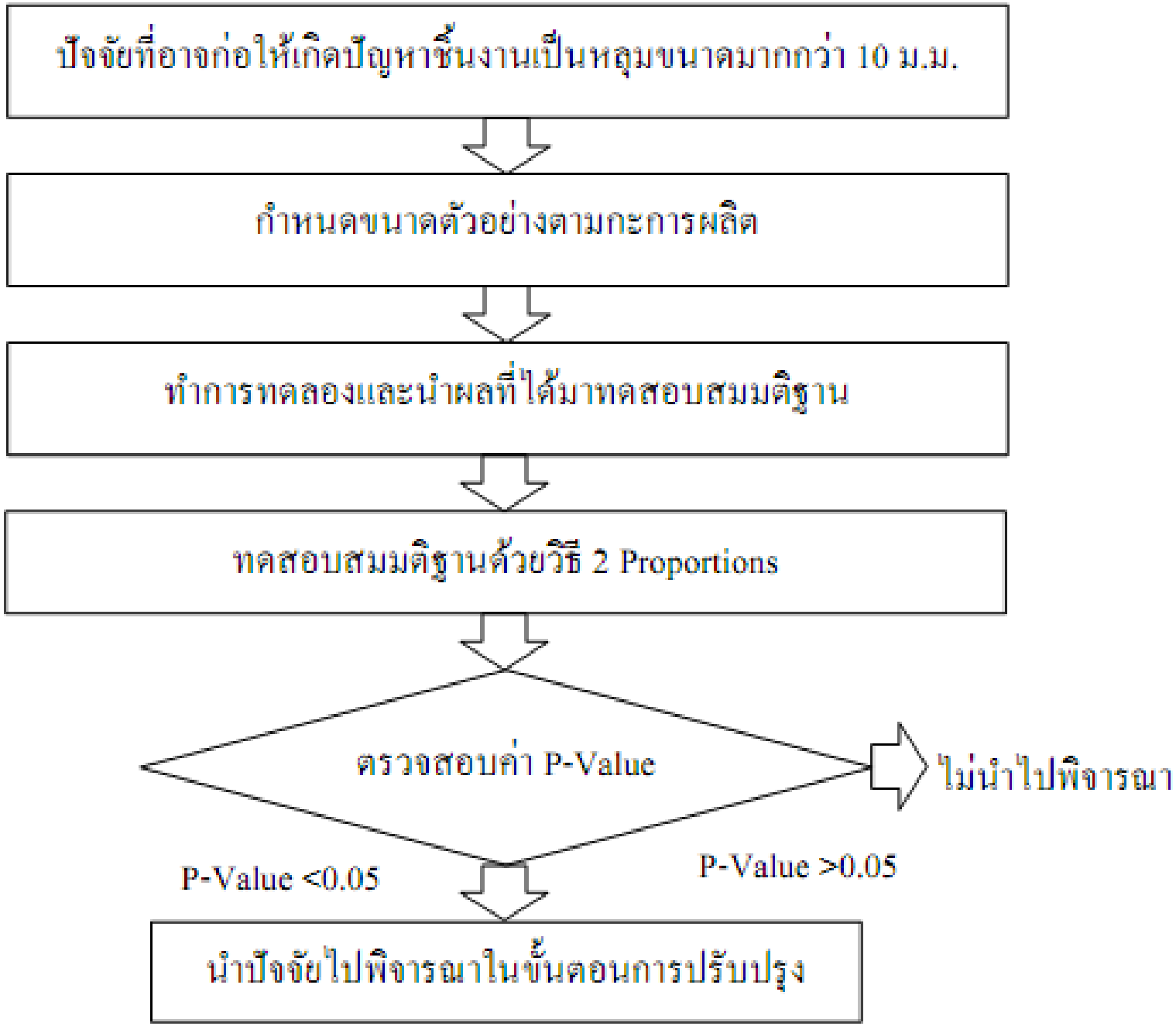
1. สาเหตุจากการควบคุมอุณหภูมิแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม
2. สาเหตุจากพนักงานฉีดน้ำยาแม่พิมพ์ Release ปริมาณไม่เท่ากัน
3. สาเหตุจากการมีระบบระบายอากาศของแม่พิมพ์ไม่เพียงพอ (Auto air vent)

โดยทั้ง 3 สาเหตุข้างต้นจะต้องถูกนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอน Analysis phase ต่อไป

ขั้นตอนการวิเคราะห์ (ANALYSIS PHASE)

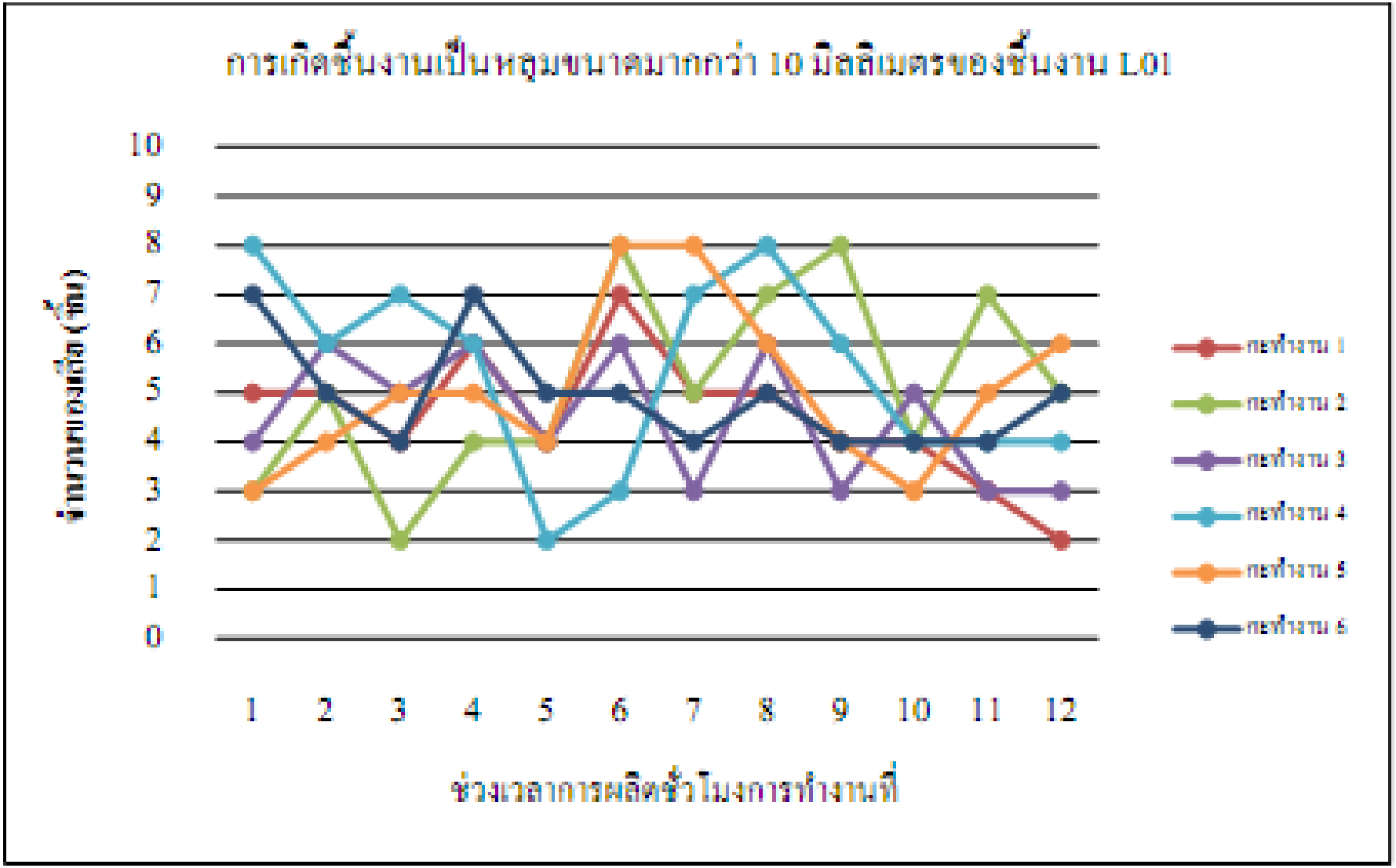
จากขั้นตอนนี้การวัดเพื่อหาสาเหตุ จะสามารถสรุปปัจจัยที่น่าจะมีผลต่อการเกิดของเสียจากการผลิตโฟม ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเป็นการวิเคราะห์ปัจจัย เพื่อเป็นขั้นตอนการพิสูจน์สมมุติฐานเพื่อที่จะหาว่าปัจจัยต่าง ๆ ที่ได้ทำการวัดมานั้นมีผลจริงต่อการเกิดของเสียจากการผลิตโฟมหรือไม่ก่อนที่จะนำปัจจัยนั้น ๆ ไปทำการเดินการแก้ไขปรับปรุงต่อไป

ในขั้นตอนการวิเคราะห์ปัจจัยผู้ทำการวิจัยและทีมงานทำการกำหนดตัวอย่างที่จะทำการทดลองโดยเก็บข้อมูลแบ่งตามกะการผลิตใช้การทดสอบสมมติฐานแบบ 2 Proportion เพื่อพิสูจน์หาปัจจัยที่เป็นสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้เกิดของเสียจากการผลิตโฟมและส่งผลให้ต้องมีการซ่อมแซมก่อนนำไปใช้งาน ซึ่งในการทดสอบสมมุติฐานกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังภาพที่ 3-9


ปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดปัญหาชิ้นงานเป็นหลุมขนาดมากกว่า 10 ม.ม.
กำหนดขนาดตัวอย่างตามกะการผลิต
ทำการทดลองและนำผลที่ได้มาทดสอบสมมติฐาน
ทดสอบสมมติฐานด้วยวิธี 2 Proportions
ตรวจสอบค่า P-Value
ไม่นำไปพิจารณา
P-Value <0.05
P-Value >0.05
นำปัจจัยไปพิจารณาในขั้นตอนการปรับปรุง

ตารางที่ 4-1 การเกิดชิ้นงานเป็นหลุมขนาดมากกว่า 10 มิลลิเมตรของชิ้นงาน L01 ในช่วงวันที่ 26 ตุลาคม-31 ตุลาคม ปี 2558

		ช่วงเวลาการผลิตชั่วโมงการทำงานที่												รวม
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
กะทำงานที่ (เช้า)	จำนวนการผลิต	ชิ้นงานเป็นหลุม > 10 มิลลิเมตร												
1	72	5	5	4	6	4	7	5	5	4	4	3	2	54
2	77	3	5	2	4	4	8	5	7	8	4	7	5	62
3	69	5	5	4	6	4	7	5	5	4	4	3	2	54
4	73	8	6	7	6	2	3	7	8	6	4	4	4	65
5	76	3	4	5	5	4	8	8	6	4	3	5	6	61
6	75	7	5	4	7	5	5	4	5	4	4	4	5	59


การเกิดชิ้นงานเป็นหลุมขนาดมากกว่า 10 มิลลิเมตรของชิ้นงาน L01
จำนวนของเสีย (ชิ้น)
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
ช่วงเวลาการผลิตชั่วโมงการทำงานที่
กะทำงาน 1
กะทำงาน 2
กะทำงาน 3
กะทำงาน 4
กะทำงาน 5
กะทำงาน 6

กราฟแสดงการเปรียบเทียบการเกิดชิ้นงานเป็นหลุมขนาดมากกว่า 10 มิลลิเมตร ของการทำงานทั้งหมด 6 กะ เปรียบเทียบการเกิดชิ้นงานเป็นหลุมมากกว่า 10 มิลลิเมตรในการผลิตหนึ่งวัน โดยมีชั่วโมงการทำงานต่อหนึ่งวัน คือ 12 ชั่วโมง การเกิดชิ้นงานเป็นหลุมมากว่า 10 มิลลิเมตรมีการเกิดแบบกระจายตัวเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4-6 ชิ้นใน 1 ชั่วโมงการทำงาน จากกราฟแสดงให้เห็นว่าชิ้นงาน L01 สามารถการเกิดชิ้นงานเป็นหลุมมากว่า 10 มิลลิเมตรได้ตั้งแต่ชั่วโมงการทำงานที่ 1 ถึง ชั่วโมงการทำงานที่ 12 เป็นการเกิดชิ้นงานเป็นหลุมมากว่า 10 มิลลิเมตร แบบกระจายตัวการเกิดชิ้นงานเป็นหลุมมากว่า 10 มิลลิเมตร มากที่สุดคือ 8 ชิ้นใน 1 ชั่วโมงการทำงานและเกิดน้อยสุดคือ 2 ชิ้นใน 1 ชั่วโมงการทำงาน

การวิเคราะห์ปัญหาเรื่องการควบอุณหภูมิแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม

ในการผลิตโฟมสำหรับเบาะรถยนต์การควบคุมอุณหภูมิของแม่พิมพ์ก่อนที่ทำการผลิตโฟมมีความสำคัญสำหรับในการไหลและกระจายตัวของน้ำยาโฟม ระบบระบายความร้อนของแม่พิมพ์ถูกออกแบบให้มีการระบายความร้อนโดยใช้น้ำเป็นตัวระบายความร้อนและควบคุมอุณหภูมิของแม่พิมพ์ การควบคุมอุณหภูมิของแม่พิมพ์ในระบบการผลิตปัจจุบันของบริษัท กรณีศึกษาทำการควบคุมอุณหภูมิของแม่พิมพ์ก่อนที่จะฉีดน้ำยาโฟม

อุณหภูมิของแม่พิมพ์อยู่ที่ 55 – 57 ºC การควบคุมอุณหภูมิของแม่พิมพ์พนักงานจะต้องทำการวัดอุณหภูมิของแม่พิมพ์ด้วยมิเตอร์วัดอุณหภุมิก่อนที่จะทำการฉีดโฟมในการเตรียมแม่พิมพ์สำหรับการฉีดโฟมทุกครั้ง ดังภาพที่ 4-1

แนวทางในการวิเคราะห์การควบคุมอุณหภูมิของแม่พิมพ์ที่ไม่เหมาะสมในระบบการผลิตในปัจจุบัน ในระบบการผลิตโฟมสำหรับเบาะรถยนต์การควบคุมอุณหภูมิแม่พิมพ์ อุณหภูมิมาตรฐานมีการกำหนดอุณหภูมิอยู่ที่ 50-70 °C โดยการควบคุมอุณหภูมิแม่พิมพ์ขึ้นอยู่กับการออกแบบแม่พิมพ์และระบบการผลิตของบริษัทนั้น ๆ

จากข้อมูลการเกิดชิ้นงานเป็นหลุมขนาดมากกว่า 10 มิลลิเมตร ตั้งตารางที่ 4-1 สามารถคิดเป็น % การเกิดชิ้นงานเป็นหลุมในการผลิตในสายการผลิตปัจจุบัน โดยอุณหภูมิแม่พิมพ์อยู่ที่ระดับอุณหภูมิ 55-57 °C จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิของแม่พิมพ์ในการผลิตโฟมในปัจจุบันอยู่ในระดับ

อุณหภูมิที่ต่ำเมื่อเทียบกับค่าอุณหภูมิมาตรฐาน ดังนั้นผู้วิจัยและทีมงานมีความคิดเห็นตรงกันที่จะทดลองปรับเพิ่มอุณหภูมิของแม่พิมพ์เป็น 3 ระดับจากอุณหภูมิปัจจุบัน โดยอุณหภูมิของแม่พิมพ์ที่จะทำการปรับดังนี้

ระดับที่ 1 อยู่ที่ 58-60 ℃

ระดับที่ 2 อยู่ที่ 61-63 ℃

ระดับที่ 3 อยู่ที่ 64-66 ℃

เพื่อที่จะนำข้อมูลการเกิดชิ้นงานเป็นหลุมขนาดมากกว่า 10 มิลลิเมตร มาทำการเปรียบในการทดสอบสมมติฐานกับค่าอุณหภูมิปัจจุบันที่ระดับ 55-57 °C โดยทำการเก็บข้อมูลตามกะการทำงานทั้งหมด 6 กะ (กะเช้า) ในแต่ละระดับอุณหภูมิที่ทำการเพิ่มขึ้น การปรับเพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์จะควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นโดยโปรแกรม Henecke ดังภาพที่ 4-3

ระดับที่	อุณหภูมิ °C	จำนวนการผลิต	ชิ้นงานเป็นหลุม > 10 มิลลิเมตร	งานเสีย
1	58-60	455	309	6
2	61-63	59	45	23
3	64-67	12	0	12

จากข้อมูลในการทดลองปรับเพิ่มอุณหภูมิแม่พิมพ์ทั้ง 3 ระดับในตารางที่ 4-2 สามารถสรุปได้ดังนี้

1. จากการปรับเพิ่มอุณหภูมิในระดับที่ 1 ที่อุณหภูมิ 58-60 °C จำนวนการผลิตโฟมทั้งหมดรวม 455 ชิ้น เกิดชิ้นที่เป็นหลุมขนาดมากกว่า 10 มิลลิเมตร 309 ชิ้น

2. จากการปรับเพิ่มอุณหภูมิในระดับที่ 2 ที่อุณหภูมิ 61-63 ℃ จำนวนการผลิตโฟมทั้งหมดรวม 59 ชิ้น เกิดชิ้นที่เป็นหลุมขนาดมากกว่า 10 มิลลิเมตร 28 ชิ้น เกิดชิ้นงานที่เป็นของเสีย 23 ชิ้นโดยชิ้นงานที่เป็นของเสียมีดังนี้

2.1 Peeling skin ชิ้นงานผิวลอก 20 ชิ้น

2.2 Foam deform ชิ้นงานไม่ได้รูปร่าง 3 ชิ้น

3. จากการปรับเพิ่มอุณหภูมิในระดับที่ 3 ที่อุณหภูมิ 64-67 ℃ จำนวนการผลิตโฟมทั้งหมดรวม 12 ชิ้น เกิดชิ้นงานที่เป็นของเสีย 12 ชิ้นโดยชิ้นงานที่เป็นของเสียมีดังนี้

3.1 Foam deform ชิ้นงานไม่ได้รูปร่าง 12 ชิ้น

เนื่องจากในการทดลองการเพิ่มอุณหภูมิของแม่พิมพ์ในระดับที่ 2 และระดับที่ 3 ทำให้เกิดของเสียเกินกว่ามาตรฐานของบริษัทกรณีศึกษาทางผู้วิจัยและทีมงานจึงได้หยุดการทดลองในการทดลองปรับเพิ่มอุณหภูมิในระดับที่ 2 และ 3