บทที่ 3
การวิเคราะห์ข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต
Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

3.1 บทนำ

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของชิ้นงานและเราสามารถนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตมาทำการปรับปรุงในส่วนที่เกี่ยวกับเครื่องจักร หรือในส่วนของปัจจัยต่าง ๆ สามารถนำมาวิเคราะห์ว่าปัจจัยนั้น ๆ มีอิทธิพลต่อตัวแปรตอบสนองที่เราสนใจหรือไม่

3.2 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต เริ่มจากการประชุมขอความคิดเห็นร่วมกันจากบุคคลหลายแผนกที่เกี่ยวของกับกระบวนการผลิตระบุถึงข้อบกพร่อง ผลกระทบและความรุนแรงของผลกระทบนั้น สาเหตุและอัตราการเกิดของข้อบกพร่อง วิธีการควบคุมและประสิทธิภาพในการควบคุม แนวทางแก้ไข ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องในครั้งนี้ ข้อบกพร่องที่เราระบุคือค่า Pitch ที่ตรวจสอบก่อนนำส่งให้ลูกค้ามีค่าเฉลี่ยที่ห่างจากข้อกำหนดลูกค้า

เมื่อพิจารณาจากกระบวนการผลิตแขนจับยึดหัวอ่านเขียนพบว่าแต่ละขั้นตอนการผลิตจะมีปัจจัยที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตมากมาย โดยสรุปออกมาได้ดังตารางที่ 3.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 แสดงตาราง FMEA ของกระบวนการแขนจับยึดหัวอ่านเขียน

Process Step/Function	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	S E V	Potential Causes	O C C	Current control	D E T	R P N
Laser Welding	ค่า Pitch ที่กระบวนการ Laser Welding สูงหรือต่ำเกินไป	ค่า Pitch ไม่ได้ตามค่าที่ลูกค้ากำหนด	10	Merge Relife สูงหรือต่ำเกินไป	8	เอกสารการปฏิบัติงาน	6	480
			10	Sag Average มากหรือน้อยเกินไป	10	เอกสารการปฏิบัติงาน	6	600
			10	ความเรียบของ Plate	2	เอกสารการปฏิบัติงาน	5	100
			10	ตำแหน่งของ Plate ไม่ตรงตามตำแหน่ง	3	เอกสารการปฏิบัติงาน	4	120
			10	มีช่องว่างระหว่าง Plate และ Arm	2	เอกสารการปฏิบัติงาน	4	80
			10	TG ไม่เรียบ	1	ควบคุมโดย IQA	2	20
			10	รูที่ Strip ของ Arm ใหญ่หรือเล็กเกินไป	2	ไม่มีการควบคุม	10	200
			10	Voltage ไม่คงที่ขณะทำการเชื่อม	6	เอกสารการปฏิบัติงานและบันทึกการบำรุงรักษา	1	60
			10	Voltage สูงหรือต่ำเกินไป	5	เอกสารการปฏิบัติงานและบันทึกการบำรุงรักษา	1	50
			10	Time on สูงหรือต่ำเกินไป	5	เอกสารการปฏิบัติงานและบันทึกการบำรุงรักษา	1	50
			10	N2 Flowrate สูงหรือต่ำเกินไป	3	เอกสารการปฏิบัติงานและบันทึกการบำรุงรักษา	1	30
			10	N2 Pressure สูงหรือต่ำเกินไป	3	เอกสารการปฏิบัติงานและบันทึกการบำรุงรักษา	1	30
			10	Focal length สูงหรือต่ำเกินไป	4	เอกสารการปฏิบัติงานและบันทึกการบำรุงรักษา	1	40
			10	Wing มีความสูงหรือต่ำเกินไป	9	เอกสารการปฏิบัติงาน	6	540
			10	X-Y Table ไม่ได้ระนาบเอียงซ้ายขวา	2	บันทึกการบำรุงรักษา	5	100
			10	Dimple Height มากหรือน้อยเกินไป	9	เอกสารการปฏิบัติงาน	6	540
			10	Clamping Force สูงหรือต่ำเกินไป	1	ไม่มีการควบคุม	10	100
			10	Table Speed สูงเกินไป	6	เอกสารการปฏิบัติงาน	3	180
			10	Lense สกปรก	5	เอกสารการปฏิบัติงานและบันทึกการบำรุงรักษา	1	50
			10	Pin position ไม่ตรงตำแหน่ง	3	เอกสารการปฏิบัติงาน	3	90
			10	Pin position แตกหัก	1	บันทึกการบำรุงรักษา	5	50
			10	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของจุดเชื่อมใหญ่หรือเล็กเกินไป	8	ควบคุมตาม Drawing	5	400
			10	ตำแหน่งจุดเชื่อมที่แกน Y ไม่ตรงตำแหน่ง	8	ควบคุมตาม Drawing	5	400
			10	ตำแหน่งจุดเชื่อมที่แกน X ไม่ตรงตำแหน่ง	7	ควบคุมตาม Drawing	5	350
			10	Sag Delta สูงเกินไป	4	เอกสารการปฏิบัติงาน	4	160

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) แสดงตาราง FMEA ของกระบวนการแขนจับยึดหัวอ่านเขียน

Process Step/Function	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current control	DET	RPN
Roll forming	มุมของชิ้นงานมากหรือน้อย	ค่า Pitch ไม่ได้ตามค่าที่ลูกค้ากำหนด	5	Bearingแตกหัก	2	บันทึกการบำรุงรักษา	5	50
			5	Die height สูงหรือต่ำเกินไป	7	บันทึกการบำรุงรักษา	5	175
			5	ความเร็วสูงเกินไป	3	เอกสารการปฏิบัติงาน	4	60
			5	ตำแหน่งของ Punch คลาดเคลื่อน	3	บันทึกการบำรุงรักษา	5	75
			5	Roller punchPunch สึกหรอ	3	บันทึกการบำรุงรักษา	5	75
			5	Roller punchระยะ Punch คลาดเคลื่อน	4	ไม่มีการควบคุม	10	200
			5	Padกดงานไม่สนิท	3	ไม่มีการควบคุม	10	150
			5	สปริงบริเวณ Pad ติดขัด	4	บันทึกการบำรุงรักษา	5	100
			5	สปริงบริเวณ Pad แข็งหรืออ่อนเกินไป	2	บันทึกการบำรุงรักษา	5	50
			5	Pick & Place robotไม่ตรงตำแหน่ง	2	ไม่มีการควบคุม	10	100
			5	Punch เอียง	7	บันทึกการบำรุงรักษา	5	175
			5	Pad เอียง	2	บันทึกการบำรุงรักษา	5	50
	ระนาบของชิ้นงานเอียง	ค่า Pitch ไม่ได้ตามค่าที่ลูกค้ากำหนด	4	ตำแหน่งของ Punchไม่เท่ากันทั้งสองข้าง	2	บันทึกการบำรุงรักษา	5	40
			4	เวลาที่ใช้ล้างสูงหรือต่ำเกินไป	5	เอกสารการปฏิบัติงาน	4	80
			4	อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป	3	เอกสารการปฏิบัติงาน	4	48
Cleaning	ชิ้นงานมีการสั่น	ค่า Pitch ไม่ได้ตามค่าที่ลูกค้ากำหนด	3	ความถี่ของการสั่นสูงหรือต่ำเกินไป	3	เอกสารการปฏิบัติงาน	4	36
			3	ความสูงของ Back bend สูงหรือต่ำเกินไป	4	เอกสารการปฏิบัติงาน	4	48
			3	ระยะที่ทำ Back bend ตำแหน่งไม่เหมาะสม	2	บันทึกการบำรุงรักษา	5	30
IR with auto prepack	ค่า Gram load ไม่ได้ตามข้อกำหนด	ค่า Pitch ไม่ได้ตามค่าที่ลูกค้ากำหนด	3	ความเร็ว back bend สูงหรือต่ำเกินไป	3	ไม่มีการควบคุม	10	90
			3	สปริงที่ Back bend สูงหรือต่ำเกินไป	3	บันทึกการบำรุงรักษา	5	45
			3	ตำแหน่งของหัวอ่านค่า gram load (LC) สูงหรือต่ำเกินไป	7	บันทึกการบำรุงรักษา	5	105
			3	Clampตำแหน่งไม่เหมาะสม	4	บันทึกการบำรุงรักษา	5	60
			3	Pick&place robot ดูดงานแล้วงานไม่ตรง	3	ไม่มีการควบคุม	10	90
			3	ระยะปล่อยตัวงานสูงหรือต่ำเกินไป	5	เอกสารการปฏิบัติงานและบันทึกการบำรุงรักษา	1	15

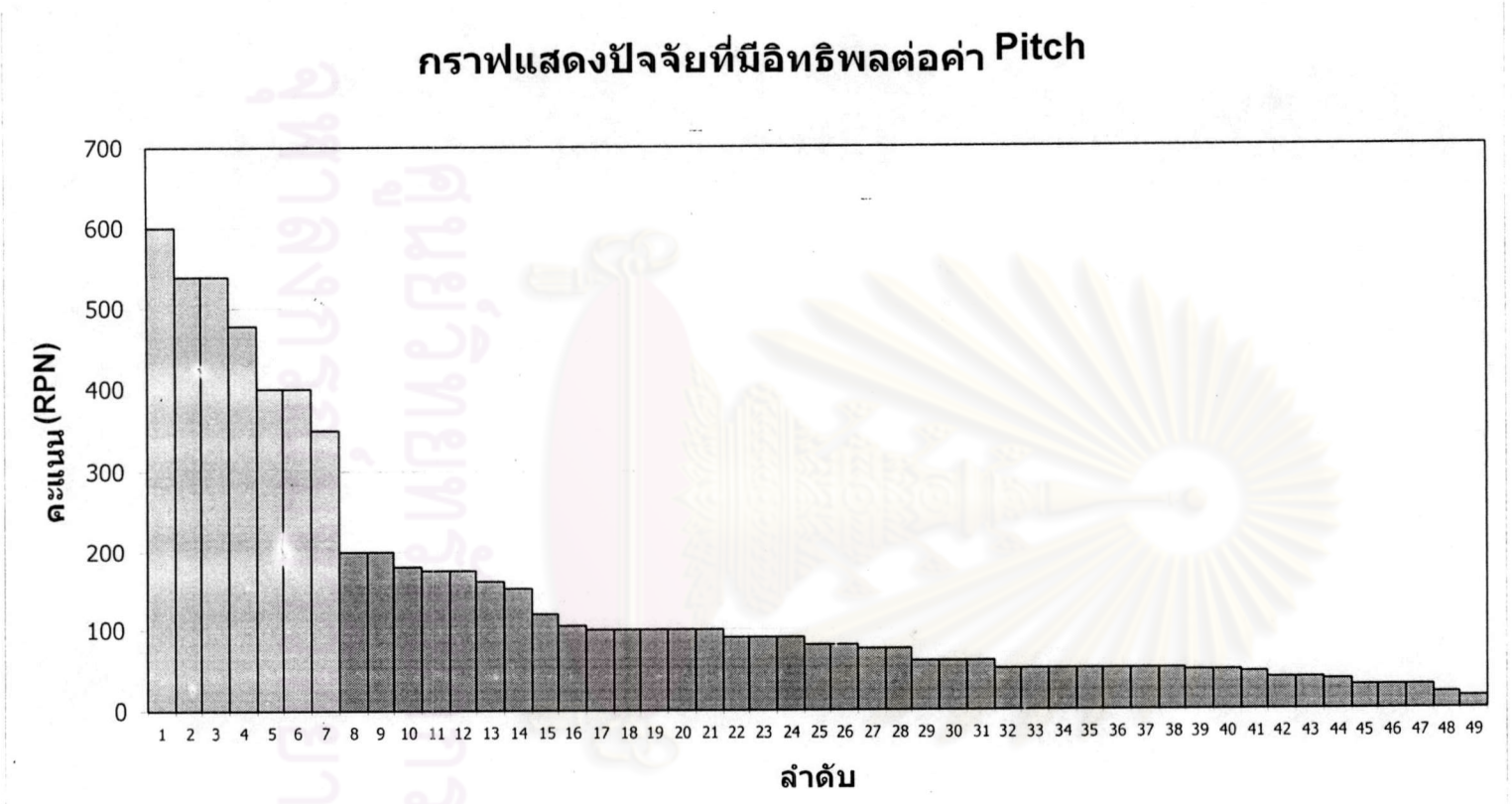
3.3 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต

จากตารางวิเคราะห์ข้อพร่องในกระบวนการผลิตแขนจับยึดหัวอ่านเขียนนำมาสรุปเป็นผลคะแนนเรียงตามลำดับของค่า RPN ได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงผลการเรียงคะแนน RPN จากมากไปหาน้อย

ลำดับ	กระบวนการ	ปัจจัยที่มีอิทธิพลจาก FMEA	คะแนน (RPN)
1	Laser Welding	Sag Average มากหรือน้อยเกินไป	600
2	Laser Welding	Wing มีความสูงหรือต่ำเกินไป	540
3	Laser Welding	Dimple Height มากหรือน้อยเกินไป	540
4	Laser Welding	Merge Relife สูงหรือต่ำเกินไป	480
5	Laser Welding	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของจุดเชื่อมใหญ่หรือเล็กเกินไป	400
6	Laser Welding	ตำแหน่งจุดเชื่อมที่แกน Y ไม่ตรงตำแหน่ง	400
7	Laser Welding	ตำแหน่งจุดเชื่อมที่แกน X ไม่ตรงตำแหน่ง	350
8	Laser Welding	รูที่ Strip ของ Arm ใหญ่หรือเล็กเกินไป	200
9	Roll forming	Roller punchระยะ Punch คลาดเคลื่อน	200
10	Laser Welding	Table Speed สูงเกินไป	180
11	Roll forming	Die height สูงหรือต่ำเกินไป	175
12	Roll forming	Punch เอียง	175
13	Laser Welding	Sag Delta สูงเกินไป	160
14	Roll forming	Padกดงานไม่สนิท	150
15	Laser Welding	ตำแหน่งของ Plate ไม่ตรงตามตำแหน่ง	120
16	IR with auto prepack	ตำแหน่งของหัวอ่านค่า gram load (LC) สูงหรือต่ำเกินไป	105
17	Laser Welding	ความเรียบของ Plate	100
18	Laser Welding	X-Y Table ไม่ได้ระนาบเอียงซ้ายขวา	100
19	Laser Welding	Clamping Force สูงหรือต่ำเกินไป	100
20	Roll forming	สปริงบริเวณ Pad ติดขัด	100
21	Roll forming	Pick & Place robotไม่ตรงตำแหน่ง	100
22	Laser Welding	Pin positionไม่ตรงตำแหน่ง	90
23	IR with auto prepack	ความเร็ว back bend สูงหรือต่ำเกินไป	90
24	IR with auto prepack	Pick&place robotดูดงานแล้วงานไม่ตรง	90
25	Laser Welding	มีช่องว่างระหว่าง Plate และ Arm	80
26	Roll forming	เวลาที่ใช้ล้างสูงหรือต่ำเกินไป	80
27	Roll forming	ตำแหน่งของ Punch คลาดเคลื่อน	75
28	Roll forming	Roller punchPunch สึกหรอ	75
29	Laser Welding	Voltage ไม่คงที่ขณะทำการเชื่อม	60
30	Roll forming	ความเร็วสูงเกินไป	60
31	IR with auto prepack	Clampตำแหน่งไม่เหมาะสม	60
32	Laser Welding	Voltage สูงหรือต่ำเกินไป	50
33	Laser Welding	Time on สูงหรือต่ำเกินไป	50
34	Laser Welding	Lense สกปรก	50
35	Laser Welding	Pin position แตกหัก	50
36	Roll forming	Bearingแตกหัก	50
37	Roll forming	สปริงบริเวณ Pad แข็งหรืออ่อนเกินไป	50
38	Roll forming	Pad เอียง	50
39	Roll forming	อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป	48
40	Cleaning	ความสูงของ Back bend สูงหรือต่ำเกินไป	48
41	IR with auto prepack	สปริงที่ Back bend สูงหรือต่ำเกินไป	45
42	Laser Welding	Focal length สูงหรือต่ำเกินไป	40
43	Roll forming	ตำแหน่งของ Punchไม่เท่ากันทั้งสองข้าง	40
44	Cleaning	ความถี่ของคลื่นสูงหรือต่ำเกินไป	36
45	Laser Welding	N2 Flowrate สูงหรือต่ำเกินไป	30
46	Laser Welding	N2 Pressure สูงหรือต่ำเกินไป	30
47	Cleaning	ระยะที่ทำ Back bend ตำแหน่งไม่เหมาะสม	30
48	Laser Welding	TG ไม่เรียบ	20
49	IR with auto prepack	ระยะปล่อยตัวงานสูงหรือต่ำเกินไป	15

จากตารางที่ 3.2 นำมาเขียนกราฟแสดงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่า Pitch โดยเรียงลำดับตาม RPN ได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 กราฟแท่งแสดงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่า Pitch เรียงลำดับตามค่า RPN

3.4 เลือกปัจจัยนำไปทำการทดสอบสมมติฐาน

จากผลการเรียงลำดับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่า Pitch ตามค่า RPN จากมากไปหาน้อย พิจารณาจาก คะแนนรวม RPN ทั้งหมด คะแนนรวม RPN ของ 7 ปัจจัยแรกคิดเป็น 50 เปอร์เซ็น ของคะแนนรวมของ RPN ทั้งหมด ดังนั้นจึงเลือก 50 เปอร์เซ็นของปัญหามาทำการวิเคราะห์ต่อไป ซึ่งปัจจัยทั้ง 7 ตัวนี้ได้แก่

1. ความสูง Dimple (Dimple Height)
2. ค่าเฉลี่ย Sag (Sag Average)
3. มุมของ Wing (Wing Angle)
4. ความสูงของ Merge Relife (Merge Relife Height)
5. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อม (Welding diameter)
6. ตำแหน่งของจุดเชื่อมในแนวแกน Y (Welding Position Y)
7. ตำแหน่งของจุดเชื่อมในแนวแกน X (Welding Position X)

ซึ่งปัจจัยเหล่านี้เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่า Pitch หลังเชื่อมทั้งสิ้น ดังนั้นในการทำการทดลองในขั้นตอนต่อไปตัวแปรตอบสนองจึงกลายเป็นค่า Pitch หลังเชื่อมแทนค่า Pitch ที่ตรวจสอบก่อนนำชิ้นงานส่งให้ลูกค้า โดยจากประสบการณ์ที่ผ่านมาพบว่าค่า Pitch หลังเชื่อมกับค่า Pitch ที่ตรวจสอบก่อนส่งให้ลูกค้าจะมีความแตกต่างกันอยู่ค่าหนึ่งแล้วแต่ลักษณะเฉพาะตัวของแต่ละแบบจำลอง

3.5 การหาค่าความแตกต่างระหว่างค่า Pitch หลังเชื่อมกับค่า Pitch ที่ตรวจสอบก่อนนำส่งให้ลูกค้า

ในขั้นตอนนี้เป็นการหาค่าความแตกต่างระหว่างค่า Pitch หลังเชื่อมกับค่า Pitch ที่ตรวจสอบก่อนนำส่งให้ลูกค้า นำหลักการการวิเคราะห์สมการการถดถอย (Regression)เข้ามาช่วยในการหาค่าความแตกต่างนี้ขั้นตอนการทำการทดลองเป็นดังนี้

3.5.1เตรียมชิ้นงาน

ในขั้นตอนนี้ให้ทำการเตรียมชิ้นงานที่มีค่า Pitch หลังเชื่อมค่ากว้าง ๆ ทั้งหมด 15 Sheet เพื่อนำไปใช้ในการหาค่า ความแตกต่างนี้

3.5.2 ทำการผลิตชิ้นงาน

ทำการผลิตชิ้นงานที่เตรียมไว้แล้วไปตลอดจนจบกระบวนการผลิต และทำการวัดค่า Pitch หลังเชื่อม และค่า Pitch ที่สิ้นสุดกระบวนการผลิตเก็บไว้เพื่อนำไปทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

3.5.3 ทำการวิเคราะห์หาความแตกต่าง

ในขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่า Pitch ทั้ง 2 ค่าโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3.3 และกราฟแสดงสมการการถดถอยแสดงดังรูปที่ 3.2

ตารางที่ 3.3 แสดงผลการวิเคราะห์สมการการถดถอย (Regression)

Regression Analysis: LW_Pitch versus Pitch

The regression equation is
LW_Pitch = -3.51238 + 0.989621 Pitch

S = 0.105746 R-Sq = 89.4 % R-Sq(adj) = 89.3 %

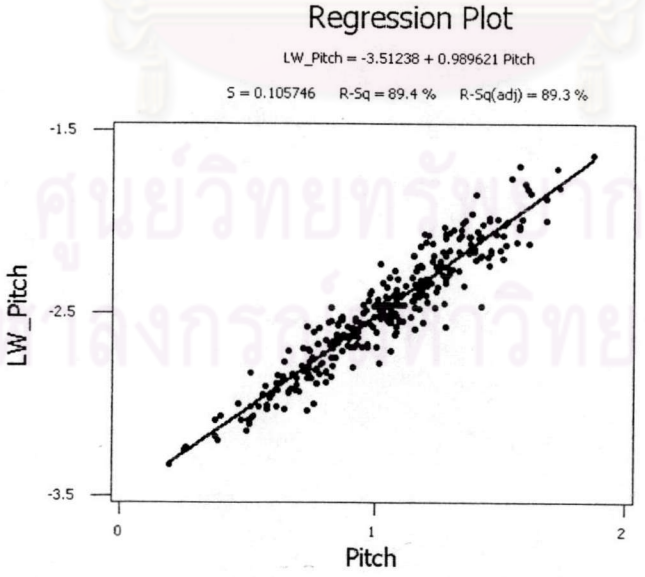
Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	27.9586	27.9586	2500.27	0.000
Error	298	3.3323	0.0112		
Total	299	31.2909			

จากตารางที่ 3.3 พบว่าสมการการถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างค่า Pitch หลังเชื่อมกับค่า Pitch สิ้นสุดกระบวนการผลิตเป็นดังนี้

Pitch หลังเชื่อม = -3.51238 + 0.989621 Pitch สิ้นสุดกระบวนการผลิต

ด้วย R-Square เท่ากับ 89.3 เปอร์เซ็น ซึ่งสามารถเชื่อถือได้ จากสมการพบว่าค่าความแตกต่างของค่า Pitch ทั้ง 2 นี้อยู่ที่ –3.51 องศา



รูปที่ 3.2 แสดงกราฟสมการการถดถอย

3.6 สรุป

จากผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตได้ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่า Pitch หลังเชื่อมที่จะนำไปทำการทดลองต่อในขั้นตอนต่อไป 7 ปัจจัย ได้แก่

1. ความสูง Dimple (Dimple Height)
2. ค่าเฉลี่ย Sag (Sag Average)
3. มุมของ Wing (Wing Angle)
4. ความสูงของ Merge Relife (Merge Relife Height)
5. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อม (Welding diameter)
6. ตำแหน่งของจุดเชื่อมในแนวแกน Y (Welding Position Y)
7. ตำแหน่งของจุดเชื่อมในแนวแกน X (Welding Position X)

และค่าความแตกต่างของค่า Pitch หลังเชื่อมกับค่า Pitch สิ้นสุดกระบวนการผลิตอยู่ที่ –3.5 อาศา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย