บทที่ 9

การควบคุมกระบวนการผลิต

9.1 บทนำ

การควบคุมกระบวนการผลิตที่จะกล่าวในบทนี้ ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายในวิธีการซิกซ์ ซิกม่า เพื่อจุดประสงค์ในการตรวจสอบและควบคุมปัจจัยนำเข้าที่สำคัญที่ได้จากการวิเคราะห์ผล และได้ทดสอบเพื่อยืนยันผลการสรุปเรียบร้อยแล้ว ได้แก่ ขนาดเส้นผ่าน-ศูนย์กลางของจุดเชื่อม, ระยะ Y ของจุดเชื่อม และแรงดันไฟฟ้า โดยการนำความรู้และเครื่องมือเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control) มาประยุกต์ใช้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้คือ

9.2 แผนการควบคุม

9.2.1 ปัจจัยควบคุม

กระบวนการที่เกี่ยวข้องในการกำหนดแผนการควบคุมคือ กระบวนการเชื่อมประกอบชิ้นงาน และปัจจัยนำเข้าที่สำคัญที่พิจารณาในการกำหนดแผนการควบคุม ได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อม, ระยะ Y ของจุดเชื่อม และค่าแรงดันไฟฟ้า เพื่อเป็นการประกันว่าปัจจัยทั้งสามที่ต้องการควบคุมจะอยู่ภายใต้การควบคุมทางสถิติและมีค่าตามที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งในการกำหนดแผนการควบคุมปัจจัยดังกล่าวจะได้จากกลุ่มสมาชิกที่ประกอบไปด้วย วิศวกรควบคุม-กระบวนการ, วิศวกรผู้ชำนาญในกระบวนการเชื่อมและผู้ทำการวิจัย ดังมีรายละเอียดในแต่ละปัจจัยดังนี้คือ

9.2.1.1 ค่าแรงดันไฟฟ้า

เนื่องจากค่าแรงดันไฟฟ้าสามารถที่จะปรับตั้งได้ที่ตัวเครื่องเชื่อมโดยช่างที่ดูแลกระบวนการ และจะมีค่าคงที่หากไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าดังกล่าว ดังนั้นค่าแรงดันไฟฟ้านี้จึงไม่จำเป็นต้องประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมใดๆ ในการควบคุมค่าให้เป็นไปตามที่กำหนด ซึ่งในปัจจุบันแผนการตรวจสอบค่าแรงดันไฟฟ้า จะกระทำโดยให้ช่างที่ดูแลกระบวนการทำการตรวจสอบค่าแรงดันไฟฟ้าที่เครื่องเชื่อมและทำการบันทึกผลลงในใบตรวจสอบ แสดงดังรูปที่ 9.1 โดยมีความถี่ 8 ชั่วโมงต่อครั้ง

Equipment Engineering Dept.

Machine Name : Laser Welding

DAILY CHECK SHEET

DATE : ...../...../.....

MACHINE NO : ..... **Cell No. :.....** **(JIT CELL)**

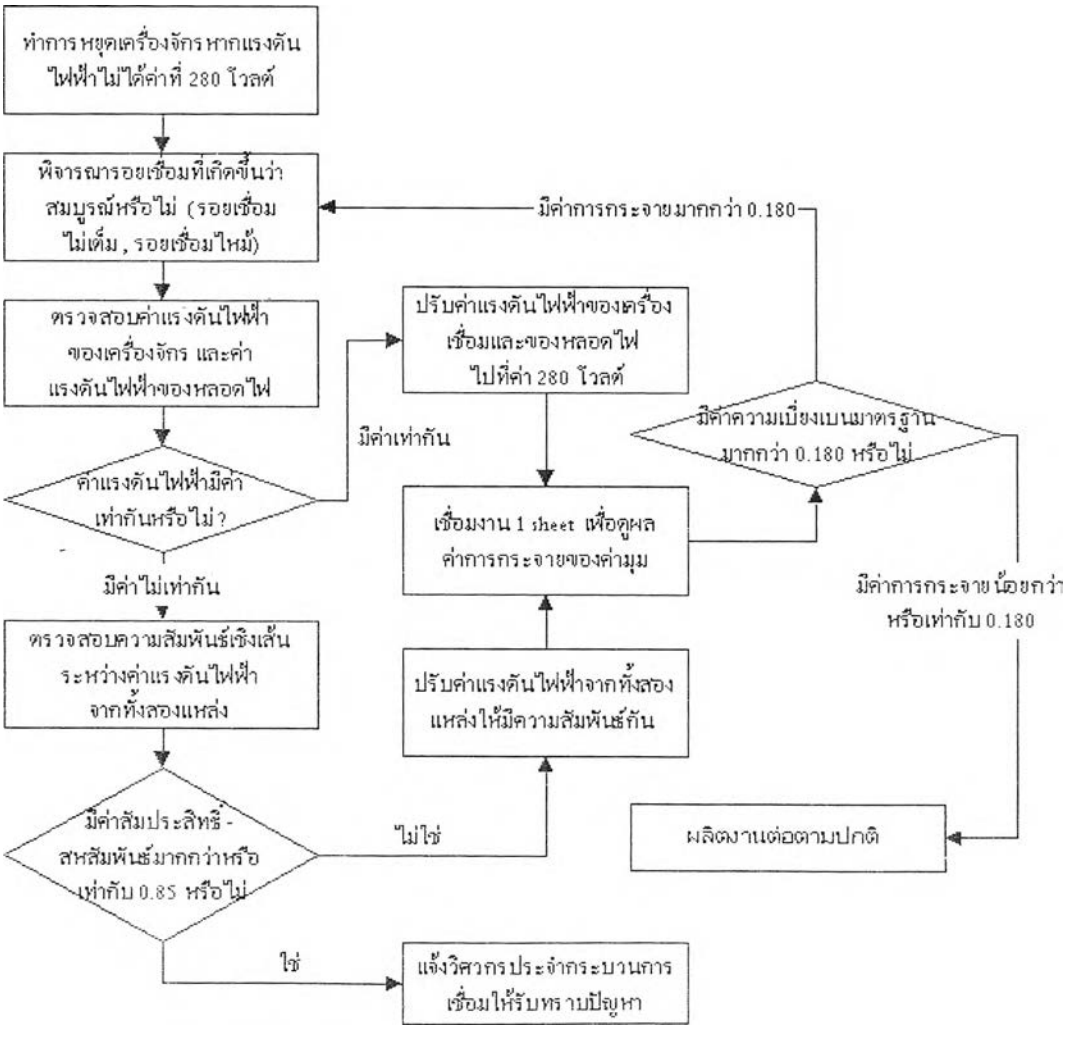
PARAMETER		SPEC "MIYACHI"	SPEC "PSL"	UNIT	WEEKLY (.....)																																			
					MON (.....)						TUE (.....)						WED (.....)						THU (.....)						FRI (.....)						SAT (.....)						SUN (.....)					
					1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
VOLT	1) GIMBAL (TG)	280 - 320	250 - 320	VOLT																																								
PULSE	GIMBAL (TG)	0.8 - 1.4	500 - 1100	ms																																								
VOLT	2) GIMBAL (TG)	280 - 320	250 - 320	VOLT																																								
PULSE	GIMBAL (TG)	0.8 - 1.4	500 - 1100	ms																																								
VOLT	3) GIMBAL (TG)	280 - 320	250 - 320	VOLT																																								
PULSE	GIMBAL (TG)	0.8 - 1.4	500 - 1100	ms																																								
VOLT	4) GIMBAL (TG)	280 - 320	250 - 320	VOLT																																								
PULSE	GIMBAL (TG)	0.8 - 1.4	500 - 1100	ms																																								
VOLT	5) PLATE	350 - 390	300 - 360	VOLT																																								
PULSE	PLATE	1.1 - 1.7	500 - 1200	ms																																								
N' GAS PRESSURE		2 - 3	0.4 - 0.7 1 - 2	Mpa/cm2 psi / Cm 2																																								
N' GAS FLOW		30 - 100 10 - MAX(50)	30 - 100 10 - MAX(50)	L / min L / mm																																								
POWER UNIT TEMPERATURE		23 - 33	23 - 33	°C																																								
CLAMP Pressure		4 - 6	0.4 - 0.7 4 - 6	Mpa/cm2 Kg / Cm 2																																								
COVER GAS CLEANING		CLEAN	CLEAN	PCS. Tech.																																								
				Prod.																																								

ITEM	TIME		DATE	CAUSE	ADJUSTER	ENGINEER COMMENT
	FROM	TO				
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

รูปที่ 9.1 ใบตรวจสอบเครื่องเชื่อมประกอบชิ้นงาน

แผนการควบคุมปัจจัยแรงดันไฟฟ้าหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต จะกำหนดค่าของแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองจาก 300 โวลต์ เป็น 280 โวลต์ ไว้ในเอกสารที่ใช้อ้างอิงเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับข้อแนะนำในการปฏิบัติงานว่าด้วยเครื่องเชื่อมประกอบชิ้นงาน (Laser Welding Cook Book) และได้เปลี่ยนระยะเวลาหรือความถี่ในการตรวจสอบค่าแรงดันไฟฟ้าเป็น 4 ชั่วโมงต่อครั้งเพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นของการตรวจสอบ โดยการบันทึกผลการตรวจสอบจะบันทึกในใบตรวจสอบดังรูปที่ 9.1

นอกจากนี้ยังได้จัดทำขั้นตอนในการปฏิบัติการแก้ไข หากพบว่าค่าแรงดันไฟฟ้าไม่เป็นไปตามค่าที่กำหนด โดยให้ช่างผู้ดูแลกระบวนการหยุดเครื่องจักรนั้นทันที และทำการแก้ไขค่าแรงดันไฟฟ้าให้กลับมาที่ค่าที่กำหนดไว้ตามขั้นตอนที่แสดงดังรูปที่ 9.2 ซึ่งแผนการควบคุมที่กำหนดขึ้นมาใหม่นี้จะบันทึกไว้ในเอกสารที่ใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับข้อแนะนำในการปฏิบัติงานว่าด้วยเครื่องเชื่อมประกอบชิ้นงาน (Laser Welding Cook Book) เพื่อให้พนักงานประจำกระบวนการเชื่อมปฏิบัติงานเป็นไปในแนวทางเดียวกัน



รูปที่ 9.2 ขั้นตอนการแก้ไขเมื่อแรงดันไฟฟ้าออกนอกค่าที่กำหนด

9.2.1.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อมและระยะ Y ของจุดเชื่อม

แผนการตรวจสอบของค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อมและระยะ Y ของจุดเชื่อมในปัจจุบัน จะใช้การสุ่มงานเพื่อนำไปวัดค่าปัจจัยทั้งสองด้วยความถี่ 8 ชั่วโมงต่อครั้ง ซึ่งหากค่าของปัจจัยไม่ได้ตามข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์จากลูกค้า ช่างผู้ดูแลกระบวนการจะทำการปฏิบัติการแก้ไขเพื่อให้ค่าของปัจจัยทั้งสองมีค่าตามข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์จากลูกค้าที่กำหนด

แผนการควบคุมของปัจจัยนำเข้าที่สำคัญทั้งสองที่กำหนดหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อเป็นการควบคุมให้ปัจจัยทั้งสองนี้อยู่ในค่าที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลอง โดยได้ทำการเปลี่ยนแปลงค่าที่เหมาะสมของปัจจัยทั้งสองจาก 0.250 มิลลิเมตร และ 2.010 มิลลิเมตร เป็น 0.234 มิลลิเมตร และ 2.017 มิลลิเมตรสำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อมและระยะ Y ของจุดเชื่อมตามลำดับในเอกสารควบคุมกระบวนการผลิต (Process Control Plan : PCP) เพื่อให้พนักงานที่เกี่ยวข้องใช้อ้างอิงในการปฏิบัติงาน

นอกจากนี้ได้ทำการประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมแบบ $\bar{X}$- R มาใช้ในการตรวจจับและควบคุมปัจจัยสองตัวดังกล่าวว่าอยู่ในสภาวะตามที่ต้องการหรือไม่ เนื่องจากข้อมูลของปัจจัยทั้งสองเป็นข้อมูลเชิงผันแปร (Variable data) ซึ่งจะกำหนดแผนการควบคุมกระบวนการโดยอาศัยสถิติของปัจจัยทั้งสองนี้ในคู่มือการปฏิบัติงาน SOI (Standard Operating Instruction) เพื่อให้พนักงานที่เกี่ยวข้องปฏิบัติงานในทิศทางเดียวกัน โดยรายละเอียดของแผนภูมิควบคุมที่ประยุกต์ใช้มีดังนี้คือ

- ขนาดสิ่งตัวอย่าง

การกำหนดขนาดสิ่งตัวอย่างในการตรวจสอบ จะใช้จำนวนสิ่งตัวอย่าง 5 ตัวต่อการสุ่มวัดต่อช่วงเวลาที่กำหนดทั้งสองปัจจัย เนื่องจากเป็นจำนวนที่เหมาะสมที่ถูกแนะนำตามทฤษฎี และอีกเหตุผลหนึ่งคือจะทำให้ประหยัดเวลาในการวัดค่าของข้อมูลที่ต้องการ เนื่องจากกำลังการผลิตของเครื่องวัดที่มีอยู่อย่างจำกัด

- ความถี่ในการชักสิ่งตัวอย่าง

จากการเก็บข้อมูลในกระบวนการเชื่อมประกอบชิ้นงานที่ผ่านมาในปัจจัยทั้งสอง พบว่าปัจจัยทั้งสองมีค่าความแปรปรวนที่ค่อนข้างต่ำคือประมาณ 0.0047 และ 0.0059 เมื่อเทียบกับข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์ของช่วงความคลาดเคลื่อนอนุโลมของทั้งสองปัจจัย คือ 0.050 และ 0.060 มิลลิเมตร สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อมและระยะ Y ของจุดเชื่อมตามลำดับ และด้วยข้อจำกัดด้านเครื่องมือวัด ดังนั้นจึงกำหนดความถี่ในการชักสิ่งตัวอย่างสำหรับปัจจัยทั้งสองเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมงต่อหนึ่งครั้ง

- วิธีการวัด

ให้พนักงานที่เกี่ยวข้องทำการสุ่มชิ้นงานจากกระบวนการผลิตตามช่วงระยะเวลาที่กำหนดไว้ จากนั้นให้นำงานดังกล่าวไปวัดค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อมและระยะ Y ของจุดเชื่อม โดยใช้สิ่งตัวอย่างเดียวกันในการวัดที่เครื่อง Smart Scope

- กฎการตัดสินใจ

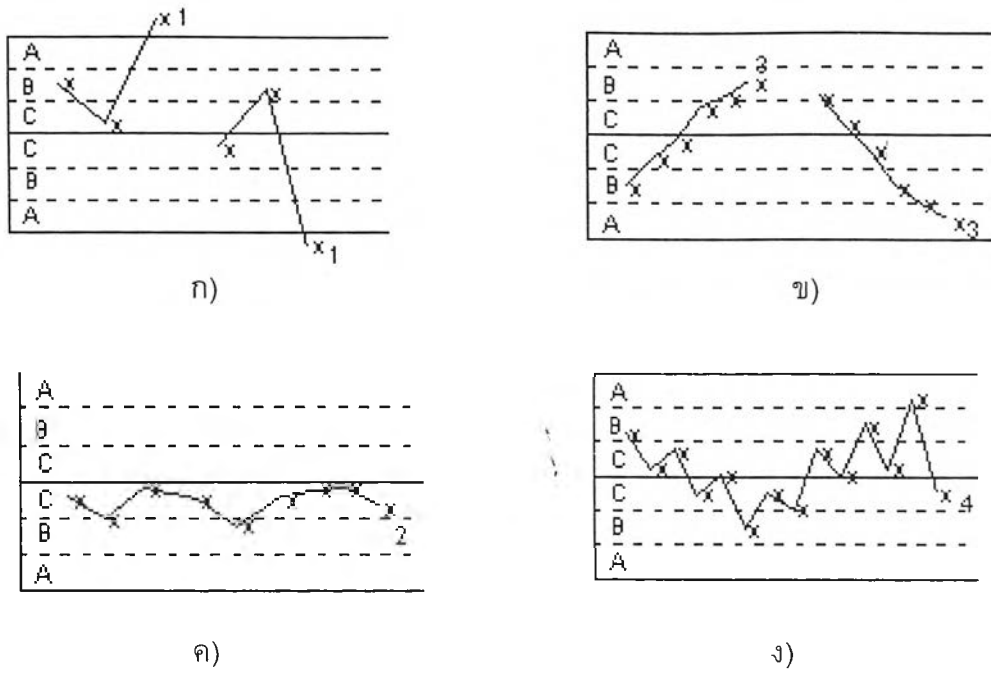
กฎในการตัดสินใจเกี่ยวกับลักษณะรูปแบบของข้อมูลในแผนภูมิควบคุมที่บ่งบอกถึงสภาวะของกระบวนการที่ออกนอกการควบคุม จะอ้างอิงกฎในการตัดสินใจ 4 ข้อดังนี้

ก) ค่าเฉลี่ยเปลี่ยนไปอย่างกะทันหัน : มี 1 จุดของข้อมูลล่าสุดออกนอกเส้นควบคุมขีดจำกัดบนหรือขีดจำกัดล่าง โดยที่จุดของข้อมูลที่ผ่านมาจำนวน 4-5 จุดส่วนใหญ่จะกระจายตัวอยู่รอบเส้นกึ่งกลาง ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 9.3 ก)

ข) มีแนวโน้มเคลื่อนขึ้นหรือลง : ข้อมูลล่าสุดจำนวน 7 จุดมีแนวโน้มเคลื่อนตัวขึ้นหรือลงทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 9.3 ข)

ค) ค่าเฉลี่ยเปลี่ยนไป : ข้อมูลล่าสุดจำนวน 7 จุดมีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยเปลี่ยนไป เมื่อเทียบกับข้อมูลในช่วงก่อนหน้า 7 จุดนี้ ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 9.3 ค)

ง) ข้อมูลแกว่งตัวไปมารอบเส้นกลาง : ข้อมูลล่าสุดจำนวน 8 จุดแกว่งตัวไปมาในช่วงกว้างทั้งด้านบนและล่างของเส้นกึ่งกลาง ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 9.3 ง)

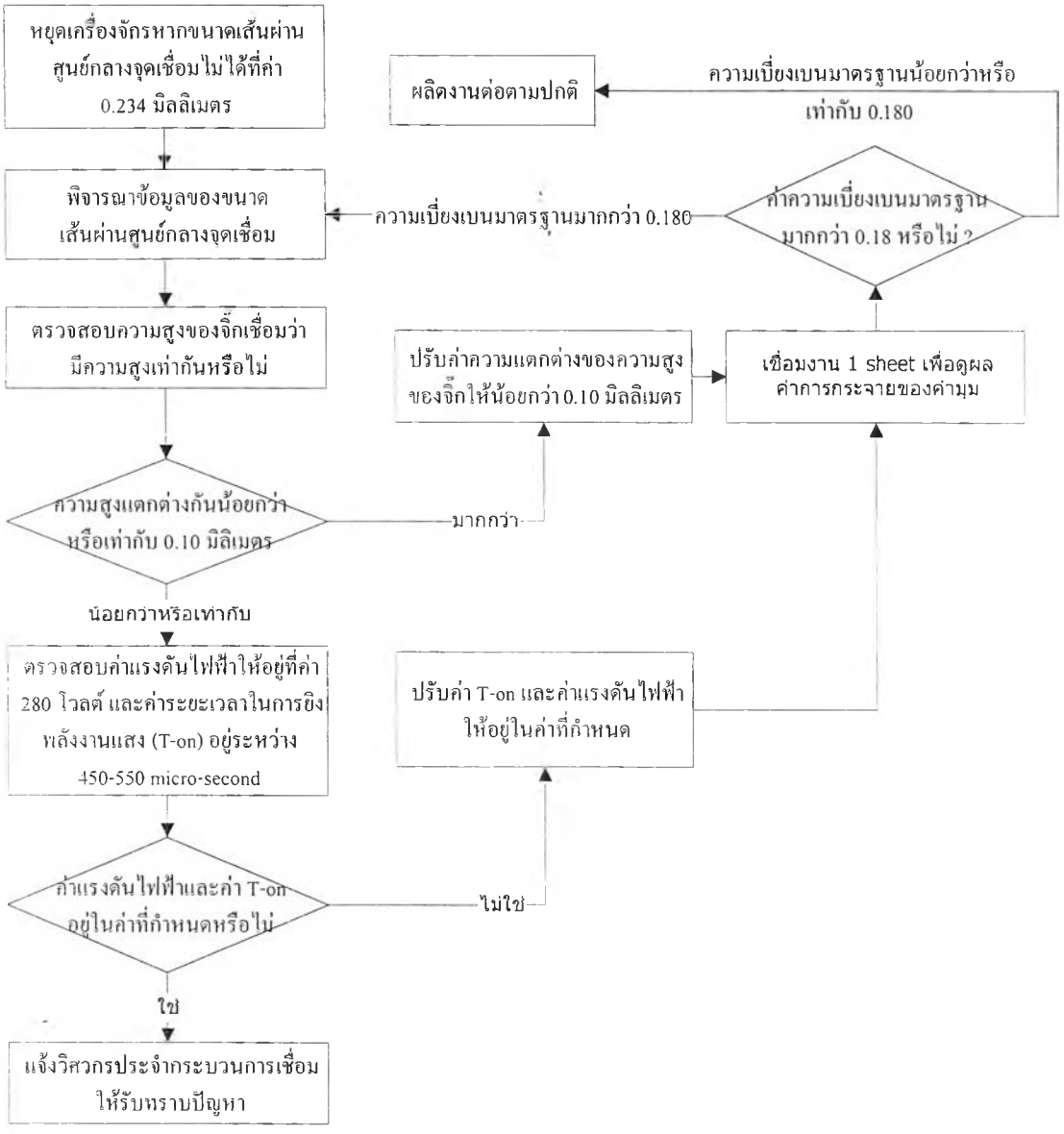


<u>รูปที่ 9.3</u> ลักษณะของข้อมูลที่ออกนอกการควบคุม ก) ค่าเฉลี่ยเปลี่ยนไปอย่างกะทันหัน ข) มีแนวโน้มเคลื่อนขึ้นหรือลง ค) ค่าเฉลี่ยเปลี่ยนไป และ ง) ข้อมูลแกว่งตัวไปมารอบเส้นกลาง

- แผนการแก้ไขและป้องกันเมื่อเกิดสภาวะออกนอกการควบคุม

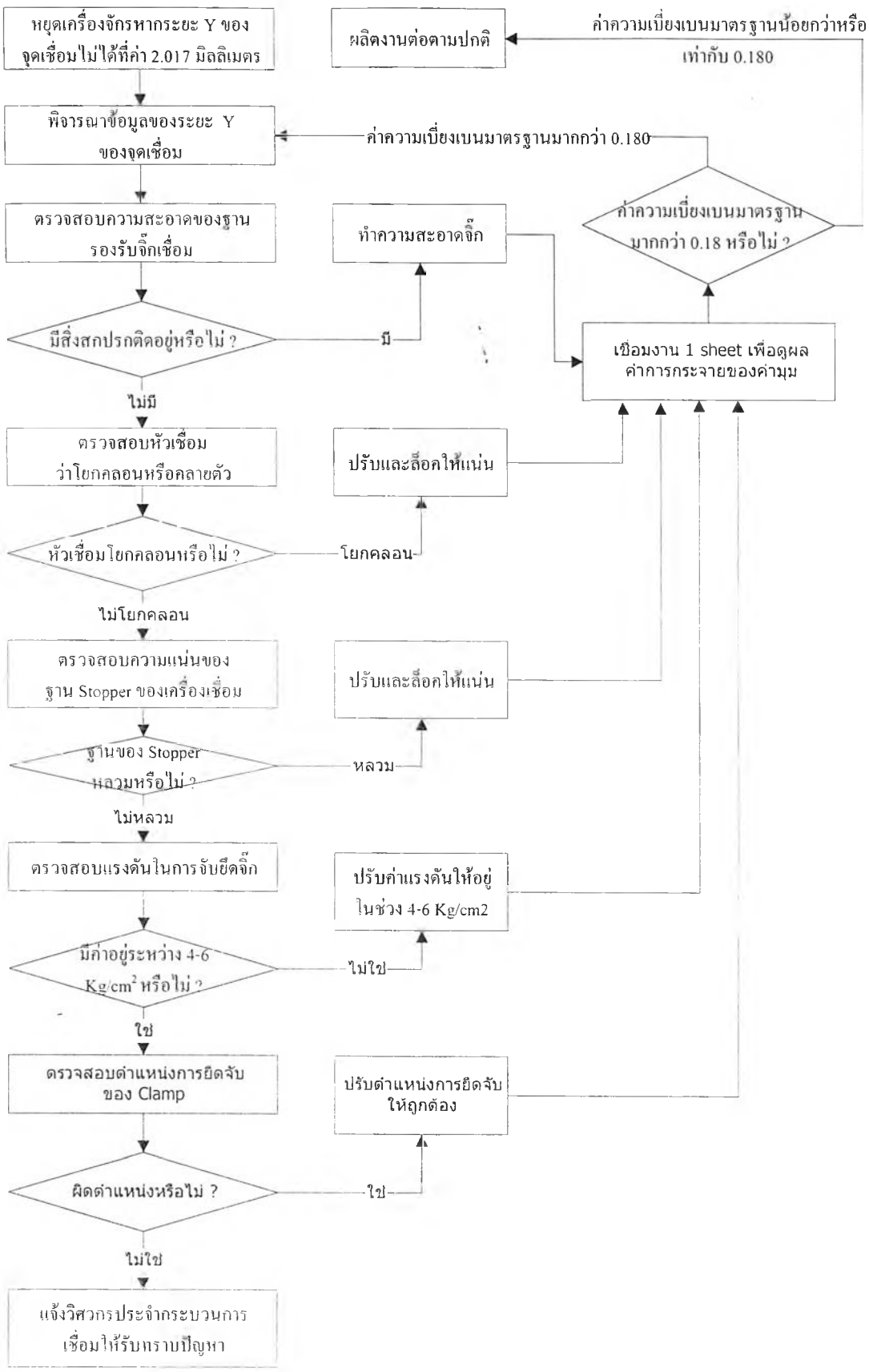
นอกจากนี้ยังได้กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติเพื่อที่จะกำจัดหรือป้องกันข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น เมื่อข้อมูลของปัจจัยทั้งสองในแผนภูมิควบคุมเกิดสภาวะออกนอกการควบคุม (Out of Control) ซึ่งอ้างอิงตามกฎในการตัดสินใจทั้ง 4 ข้อดังที่ได้กล่าวมาแล้ว นั่นคือการจัดทำแผนการแก้ไขและป้องกันเมื่อข้อมูลเกิดสภาวะออกนอกการควบคุม (Out of Control Corrective Action Plan : OCAP) โดยขั้นตอนในการวินิจฉัยและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ทั้งนี้เพื่อที่จะแก้ไขให้ปัจจัยทั้งสองเข้าสู่การควบคุมทางสถิติโดยเร็ว ซึ่งขั้นตอนการปฏิบัติการแก้ไขแสดงดังรูปที่ 9.4 และ 9.5 สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อม และระยะ Y ของจุดเชื่อมตามลำดับ

ก) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อม : การวินิจฉัยและการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น เมื่อจุดข้อมูลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจุดเชื่อมเกิดสภาวะออกนอกการควบคุม แสดงดังขั้นตอนตามรูปที่ 9.4



<u>รูปที่ 9.4</u> OCAP สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อม

9.2.6.2 ระยะ Y ของจุดเชื่อม : การวินิจฉัยและการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น เมื่อจุดข้อมูลของระยะ Y ของจุดเชื่อมเกิดสภาวะออกนอกการควบคุม แสดงดังขั้นตอนตามรูปที่ 9.5



รูปที่ 9.5 OCAP สำหรับระยะ Y ของจุดเชื่อม

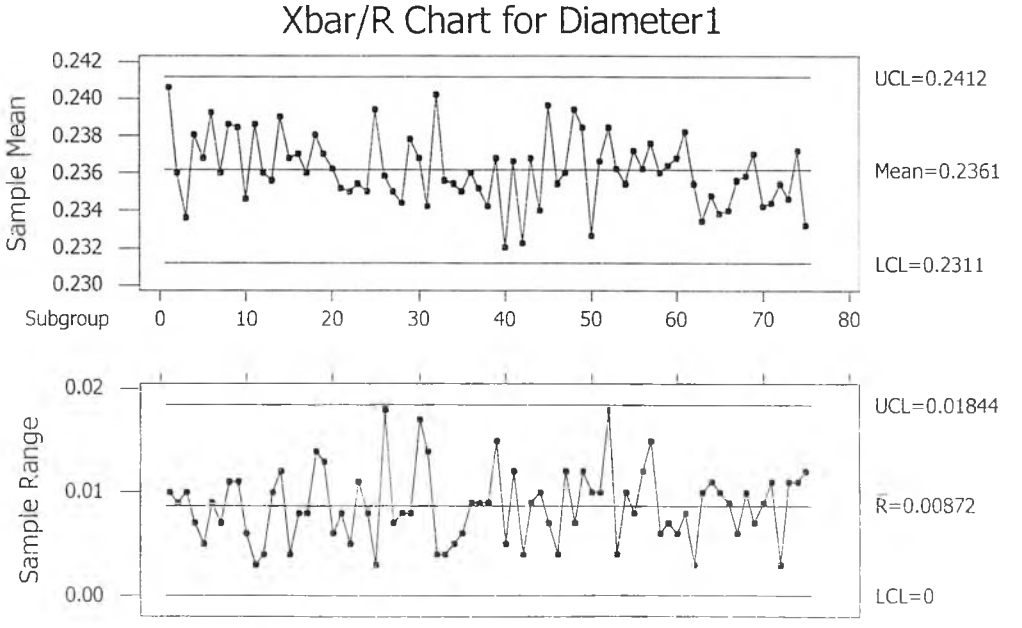
หลังจากที่กำหนดแผนการควบคุมของปัจจัยนำเข้าที่สำคัญทั้ง 3 เรียบร้อยแล้ว จึงได้ให้ผู้ที่รับผิดชอบในส่วนของกระบวนการเชื่อมประกอบชิ้นงาน นั่นคือวิศวกรผู้ชำนาญด้านกระบวนการเชื่อม ทำการเปลี่ยนแปลงเอกสารที่เกี่ยวข้องดังกล่าวให้เป็นไปตามแผนการควบคุมที่กำหนดไว้ และทำการอบรมพนักงานที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับกระบวนการเชื่อมให้รับทราบและปฏิบัติงานในแนวทางเดียวกัน

9.3 ข้อมูลหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต

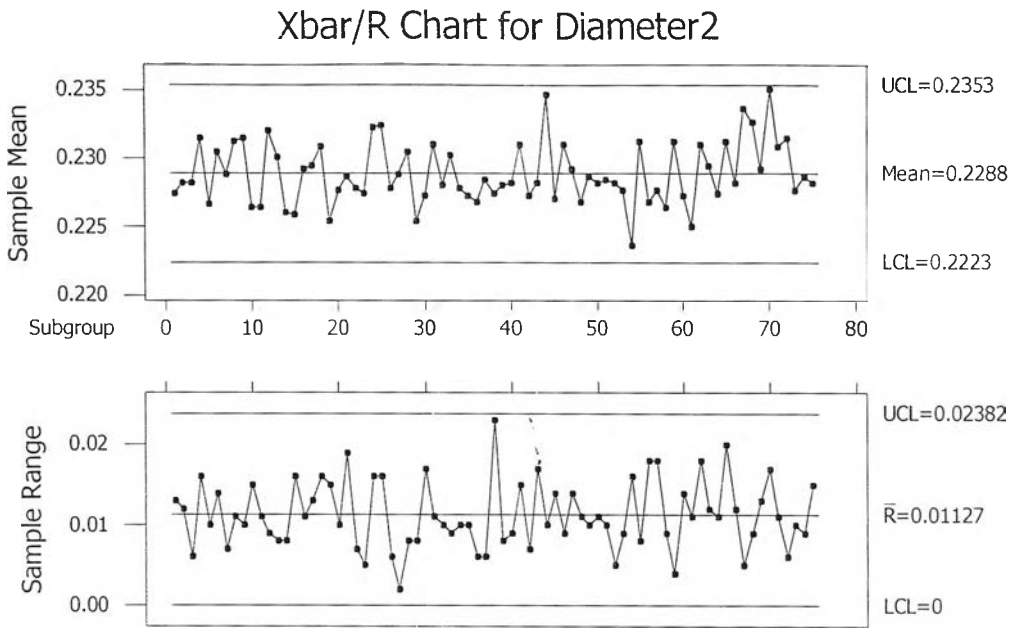
หลังจากการกำหนดแผนการควบคุมปัจจัยนำเข้าที่สำคัญทั้ง 3 ปัจจัย และนำสภาวะของปัจจัยหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตไปใช้ในสายการผลิตแขนจับหัวอ่าน จากการเก็บข้อมูลในกระบวนการผลิตแขนจับหัวอ่านภายในเดือนกรกฎาคม 2545 เพื่อพิจารณาผลของการปรับปรุงกระบวนการในระยะยาวทั้งปัจจัยนำเข้าที่สำคัญและตัวแปรตอบสนองที่เป็นเป้าหมาย พบว่าปริมาณของของเสียที่เกิดจากค่า PSA ออกนอกข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์ของลูกค้าที่กระบวนการตรวจสอบขั้นสุดท้ายมีค่าลดลงจากเดิม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

9.3.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อม

จากการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อมตามแผนการควบคุมที่ได้กำหนดไว้ โดยสังเกตจากแผนภูมิควบคุม $\bar{X}$- R ซึ่งแสดงดังรูปที่ 9.6 และ 9.7 สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจุดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ เพื่อตรวจสอบว่าปัจจัยดังกล่าวอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่



รูปที่ 9.6 แผนภูมิควบคุม $\bar{X}$ - R สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจุดเชื่อมจุดที่ 1

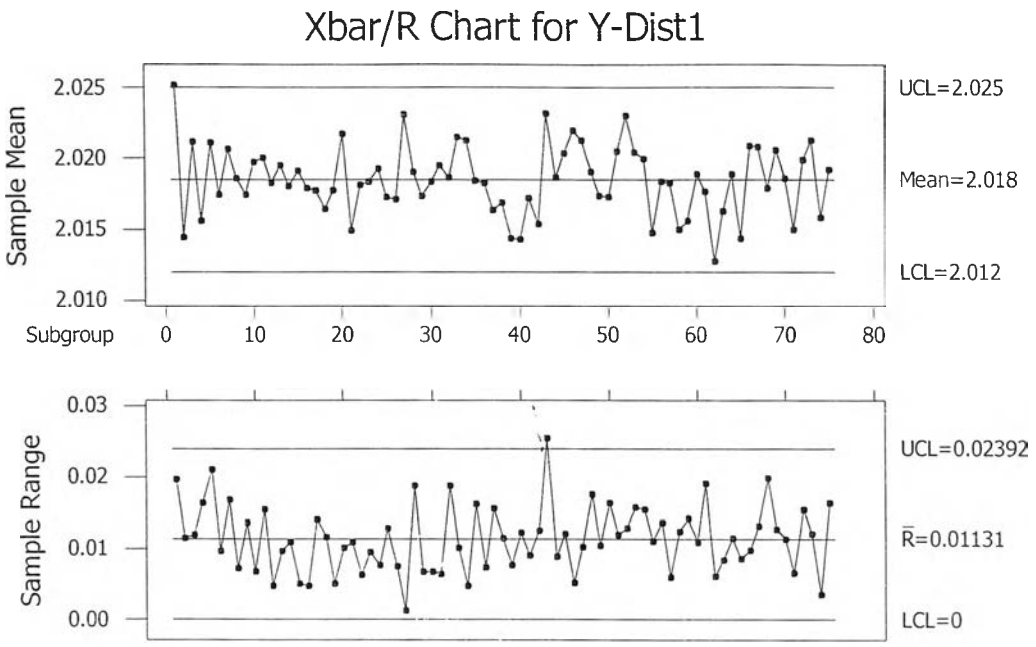


รูปที่ 9.7 แผนภูมิควบคุม $\bar{X}$ - R สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจุดเชื่อมจุดที่ 2

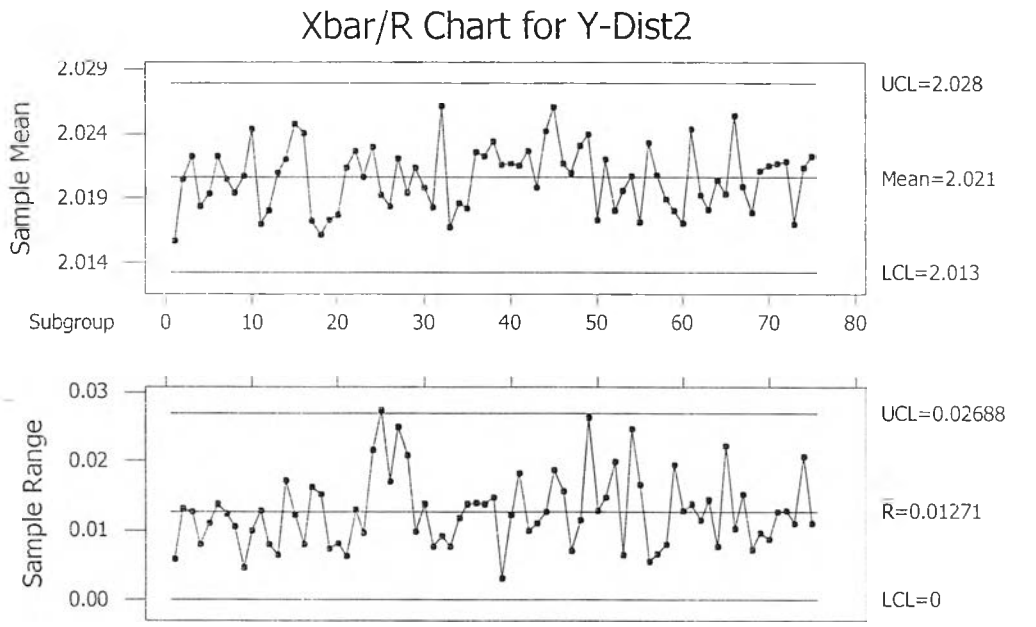
จากแผนภูมิควบคุมดังกล่าวจะเห็นได้ว่า กระบวนการอยู่ภายใต้การควบคุมทางสถิติ และมีค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ที่ประมาณ 0.236 มิลลิเมตร และ 0.229 มิลลิเมตร สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจุดเชื่อมจุดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามค่าที่กำหนดไว้

9.3.2 ระยะ Y ของจุดเชื่อม

จากการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงของระยะ Y ของจุดเชื่อม ตามแผนการควบคุมที่ได้กำหนดไว้ โดยสังเกตจากแผนภูมิควบคุม $\bar{X}$ - R ซึ่งแสดงดังรูปที่ 9.8 และ 9.9 สำหรับระยะ Y ของจุดเชื่อมจุดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ เพื่อตรวจสอบว่าปัจจัยดังกล่าวอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่



รูปที่ 9.8 แผนภูมิควบคุม $\bar{X}$ - R สำหรับระยะ Y ของจุดเชื่อมจุดที่ 1

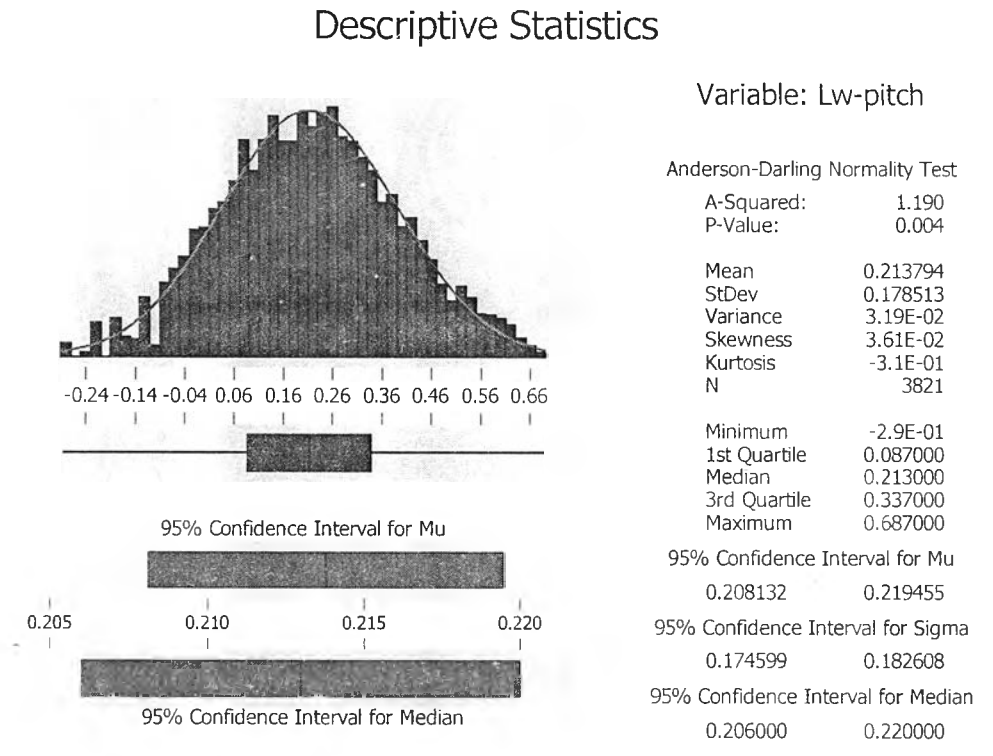


รูปที่ 9.9 แผนภูมิควบคุม $\bar{X}$ - R สำหรับระยะ Y ของจุดเชื่อมจุดที่ 2

จากแผนภูมิควบคุมดังกล่าวจะเห็นได้ว่า กระบวนการอยู่ภายใต้การควบคุมทางสถิติ และมีค่าเฉลี่ยของระยะ Y ของจุดเชื่อมอยู่ที่ประมาณ 2.018 มิลลิเมตร และ 2.021 มิลลิเมตร สำหรับระยะ Y ของจุดเชื่อมจุดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามค่าที่กำหนดไว้

9.3.3 ค่ามุมหลังเชื่อม

เมื่อทำการควบคุมปัจจัยนำเข้าที่สำคัญคือ แรงดันไฟฟ้า, ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อมและระยะ Y ของจุดเชื่อมตามค่าที่กำหนดแล้ว ในส่วนของค่ามุมหลังเชื่อมจะทำการพิจารณาในค่าของความแปรปรวนที่เกิดขึ้นว่า ค่าความแปรปรวนของค่ามุมหลังเชื่อมในระยะยาวมีค่าอยู่ในช่วงใด ซึ่งได้จากการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงภายในเดือนกรกฎาคม 2545 แสดงดังรูปที่ 9.10 (ข้อมูลแสดงในภาคผนวก ญ)

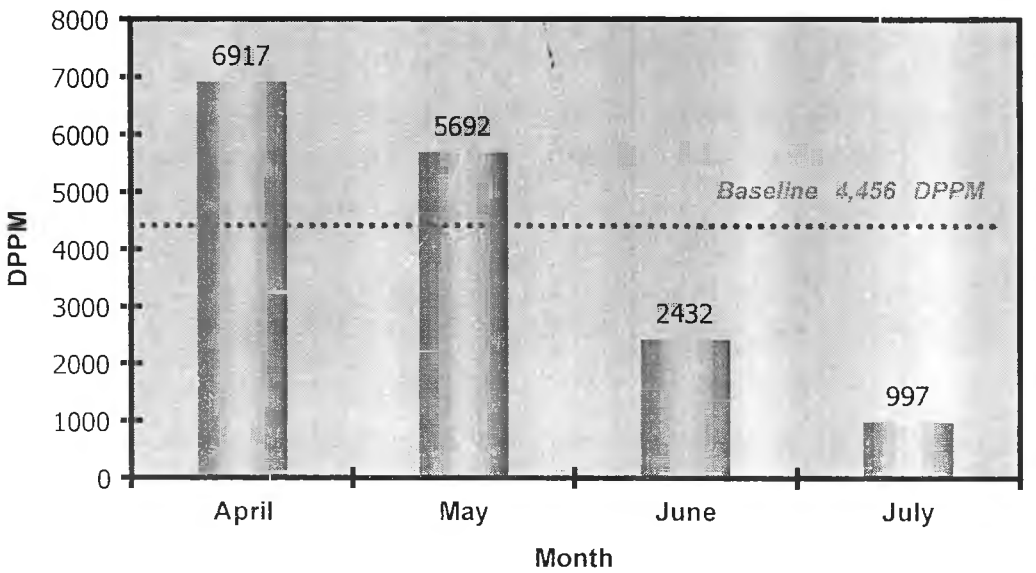


<u>รูปที่ 9.10</u> การกระจายของค่ามุมหลังเชื่อม

จากแผนภาพการกระจายของค่ามุมหลังเชื่อม ค่าความแปรปรวนของค่ามุมในรูปของค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.179 และมีช่วงความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ของค่าความแปรปรวนของค่ามุมหลังเชื่อมเท่ากับ 0.175 ถึง 0.183 ซึ่งข้อมูลดังกล่าวยืนยันให้เห็นว่ากระบวนการหลังการปรับปรุงสามารถที่จะลดค่าความผันแปรของกระบวนการเชื่อมประกอบชิ้นงานที่มีต่อค่ามุมของชิ้นงานหลังเชื่อมได้

9.3.4 ค่า PSA

หลังจากการตรวจสอบข้อมูลหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตแขนจับหัวอ่านที่กระบวนการเชื่อม และทำการควบคุมปัจจัยนำเข้าที่สำคัญของกระบวนการทั้ง 3 ปัจจัยดังกล่าวแล้ว ในหัวข้อนี้จะรวบรวมข้อมูลของค่า PSA ในขั้นตอนการตรวจสอบขั้นสุดท้ายก่อนที่จะส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้แก่ลูกค้า เพื่อพิจารณาระดับของการปรับปรุงในรูปปริมาณของของเสียที่เกิดขึ้นของค่า PSA เทียบกับข้อมูลในอดีต (ภาคผนวก ญ) แสดงดังรูปที่ 9.11

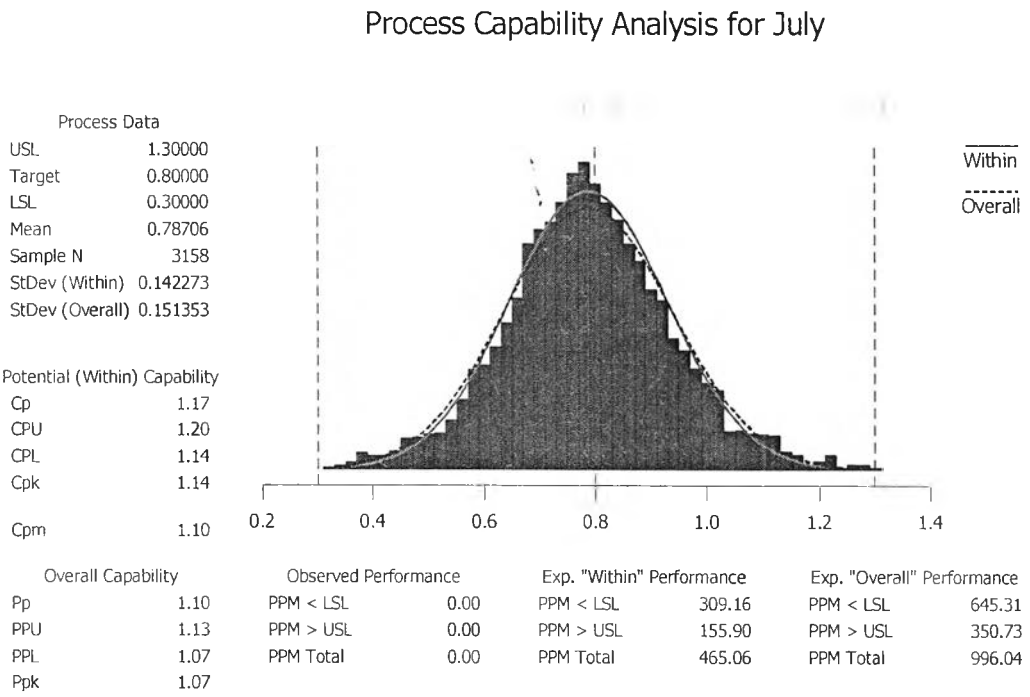


รูปที่ 9.11 ปริมาณของของเสียในหน่วย DPPM ก่อนและหลังการปรับปรุง

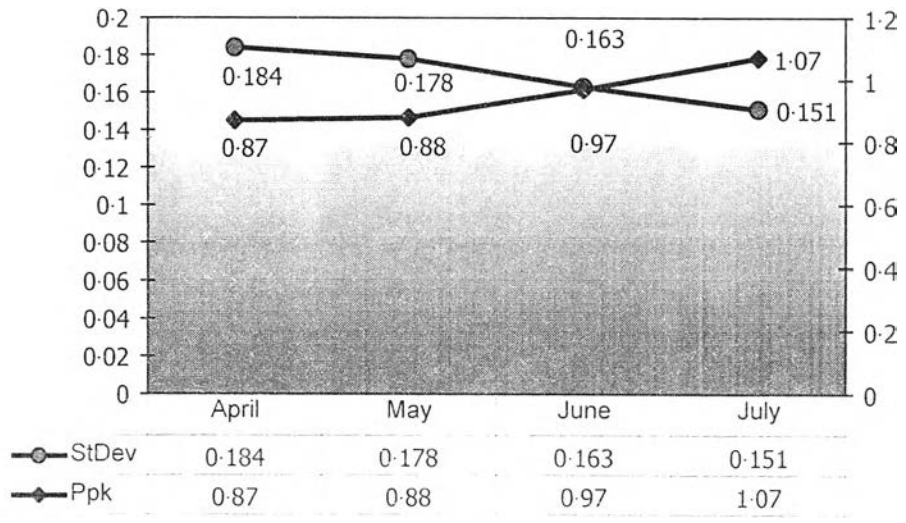
จากกราฟแท่งแสดงปริมาณของของเสียที่เกิดขึ้นแยกเป็นแต่ละเดือนก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต จะเห็นได้ว่าปริมาณของของเสียลดลงจากเดิมในเดือนกรกฎาคม ซึ่งปริมาณของเสียเนื่องจากค่า PSA ที่ไม่ได้ตามข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น 997 DPPM และหากเปรียบเทียบกับค่าของเสียก่อนการทดลองที่ได้จากข้อมูลในเดือนธันวาคม (Baseline) ปริมาณของของเสียจะลดลงจากเดิมประมาณ 3,459 DPPM

ในเชิงการจัดการจะพิจารณาผลของการปรับปรุงในรูปของหน่วยวัดทางการงเงินที่สามารถลดได้ นั่นคือหากคิดที่ปริมาณการผลิต 1 ล้านชิ้น ผลของการปรับปรุงกระบวนการผลิตสามารถที่จะลดค่าใช้จ่ายเนื่องจากความสูญเสียดังกล่าวประมาณการได้เท่ากับ 92,148 บาท (ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยเท่ากับ 26.64 บาท) โดยคิดเทียบกับข้อมูลของปริมาณของเสียในเดือนธันวาคม 2544 ที่ใช้เป็นค่าอ้างอิงในการนิยามปัญหาก่อนทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต

เมื่อวิเคราะห์ความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุงแก้ไข จะได้ว่าค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการมีค่า 1.07 ซึ่งเป็นค่าที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการก่อนการปรับปรุงกระบวนการ ดังแสดงในรูปที่ 9.11 และ 9.12



รูปที่ 9.12 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุง



รูปที่ 9.13 กราฟเส้นแสดงค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานและ
ค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการก่อนและหลังการปรับปรุง

จากการพิจารณาค่าความแปรปรวนของค่ามุม PSA ในรูปของค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่เกิดขึ้น พบว่าหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่กระบวนการเชื่อมประกอบชิ้นงานนี้ สามารถที่จะลดค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า PSA ที่กระบวนการตรวจสอบขั้นสุดท้ายให้เหลือประมาณ 0.151 ซึ่งมีค่าที่ลดลงจากเดิมก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิต และเป็นผลทำให้ค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการเพิ่มขึ้นเป็น 1.07

อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลหลังการปรับปรุงดังกล่าว เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยทั้งสองข้อพบว่า การปรับปรุงกระบวนการเชื่อมประกอบชิ้นส่วนเพื่อให้ขนาดของความแปรปรวนของค่ามุมหลังเชื่อมมีค่าที่ลดลงจากเดิม สามารถทำให้ค่าความแปรปรวนของค่า PSA ในขั้นตอนการตรวจสอบสุดท้ายก่อนส่งผลิตภัณฑ์ลดลงได้ และเป็นผลทำให้ปริมาณของของเสียลดลงจากเดิม คิดเป็น 77.63 เปอร์เซ็นต์ เหลือเพียง 997 DPPM แต่มีค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะในระยะยาวหรือค่า Ppk น้อยกว่า 1.33 ซึ่งยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์ในข้อนี้ ดังนั้นจึงต้องพิจารณาว่ายังมีแหล่งของความผันแปรอื่นใดในกระบวนการผลิตที่มีผลกระทบกับค่าความผันแปรของค่ามุมตัวงานพร้อมกับพิจารณาเปรียบเทียบความคุ้มทุนที่เกิดขึ้นหากทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยดำเนินขั้นตอนซิกซ์ ซิกม่าซ้ำอีกครั้งหนึ่งโดยเทียบกับผลของการปรับปรุงที่แล้วเสร็จที่มีของเสียเกิดขึ้น 997 DPPM ดังรายละเอียด

9.3.4.1 การพิจารณาแหล่งความผันแปรอื่นๆในกระบวนการผลิต

- กระบวนการเชื่อมประกอบชิ้นส่วน

เนื่องจากค่าปัจจัยนำเข้าที่สำคัญทั้งสามปัจจัยดังกล่าว ได้ถูกกำหนดค่าไว้อยู่ในระดับต่ำและสูงของข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์จากลูกค้าแล้ว ดังนั้นจึงไม่สามารถที่จะปรับค่าให้ลดลงหรือเพิ่มค่าปัจจัยนำเข้าที่สำคัญให้สูงขึ้นไปมากกว่านี้เพื่อทำให้ค่าความแปรปรวนของค่ามุมหลังเชื่อมมีค่าลดลงอีก ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้ปัจจัยดังกล่าวออกนอกข้อจำกัดด้านผลิตภัณฑ์ของลูกค้าที่กำหนดไว้ ส่วนปัจจัยอื่นๆ ที่เหลือในกระบวนการเชื่อมที่ไม่ได้ถูกคัดเลือกจากขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหาและขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเป็นปัจจัยที่ไม่มีนัยสำคัญของผลกระทบต่อค่าความแปรปรวนของค่ามุมหลังเชื่อม ดังนั้นจึงไม่นำกระบวนการเชื่อมประกอบชิ้นส่วนมาพิจารณาในส่วนของการปรับปรุง

- กระบวนการอื่นๆ ในสายการผลิตแขนจับหัวอ่าน

จากผลการทดลองเบื้องต้นเพื่อพิจารณาค่าความแปรปรวนของค่ามุมในทุกขั้นตอนการผลิตแขนจับหัวอ่านในขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา พบว่ากระบวนการอื่นๆ ที่เหลือได้แก่ กระบวนการขึ้นรูปค่าสปริง, กระบวนการล้างชิ้นงาน, กระบวนการตัดค่าสปริงและค่ามุมตัวงานที่ M1, กระบวนการตัดแยกตัวงาน และกระบวนการ

ตรวจสอบด้วยตา ต่างไม่มีนัยสำคัญของผลกระทบต่อค่าความแปรปรวนของค่ามุมที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจะไม่นำกระบวนการเหล่านี้มาพิจารณาเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ค่าความแปรปรวนของค่ามุม PSA ลดลงด้วยเช่นกัน

ส่วนกระบวนการดัดค่าสปริงและค่ามุมตัวงานที่ M2 และ M3 มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าความแปรปรวนของค่ามุมที่เปลี่ยนแปลงไป แต่ในทิศทางที่สามารถลดค่าความแปรปรวนลงได้ ซึ่งหากจะทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่ M2 หรือ M3 นี้ให้สามารถปรับลดขนาดของความแปรปรวนของค่ามุมลงอีก นั่นหมายถึงต้องเพิ่มประสิทธิภาพของความสามารถในการดัดค่ามุมของเครื่องจักรให้แม่นยำมากขึ้นกว่าเดิม ซึ่งจำเป็นต้องมีการลงทุนที่สูงเพื่อนำเอาเทคโนโลยีรูปแบบใหม่ของการดัดค่ามุมตัวงานที่มีประสิทธิภาพที่สูงกว่าเดิมมาใช้งาน จึงไม่นำมาพิจารณาในส่วนของการปรับปรุงเนื่องจากจะต้องใช้เงินลงทุนที่สูง และไม่ใช่แนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตตามแนวทางซิกซ์ ซิกม่า

9.3.4.2 การพิจารณาความคุ้มทุนที่เกิดขึ้น

เมื่อพิจารณาความคุ้มทุนที่เกิดขึ้นหากทำการดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิตตามแนวทางซิกซ์ ซิกม่าซ้ำอีกครั้ง เพื่อทำให้ดัชนีความสามารถของกระบวนการเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ 1.33 นั่นหมายถึงจะต้องมีของเสียจากค่า PSA เกิดขึ้นไม่เกิน 67 DPPM และสามารถประมาณการค่าใช้จ่ายที่ลดได้เท่ากับ 3,068,941 บาท โดยเมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายในรูปของความสูญเสียดังกล่าวที่สามารถลดได้มากขึ้นจากผลการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่แล้วเสร็จที่มีของเสียเกิดขึ้น 997 DPPM ประมาณการได้เท่ากับ 318,361 บาท โดยคิดจากข้อมูลของปริมาณการขายที่ได้พยากรณ์ไว้ของบริษัทตัวอย่างตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2545 จนถึงเดือนมีนาคม 2546 แสดงดังตารางที่ 9.1 ซึ่งผลิตภัณฑ์รุ่นดังกล่าวจะหมดคำสั่งซื้อจากลูกค้าในเดือนมีนาคม 2546

ตารางที่ 9.1 ตารางผลตอบแทนหลังการปรับปรุงเทียบกับปริมาณการขายจากการพยากรณ์

CUSTOMER TYPE	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Year 2002	Q1 Year 2003	Gran Total
A	-	-	-	-	50	100	150	-	150
B	-	100	600	1,000	1,000	1,000	3,700	900	4,600
C	3,000.0	3,800	4,300	4,200	4,000	3,500	22,800	2,300	25,100
Grand Total	3,000	3,900	4,900	5,200	5,050	4,600	26,650	3,200	29,850
ความสูญเสียที่ลดได้ที่จำนวนของเสีย 997 DPPM	276,412	359,376	451,524	479,168	465,346	423,880	2,455,706	294,874	2,750,580
ความสูญเสียที่ลดได้ที่จำนวนของเสีย 67 DPPM	276,412	359,376	451,524	479,168	590,461	537,846	2,694,788	374,154	3,068,941
ผลตอบแทนที่เพิ่มขึ้น	-	-	-	-	125,115	113,966	239,081	79,280	318,361

จากค่าใช้จ่ายในด้านความสูญเสียที่เพิ่มขึ้นดังกล่าว จะเห็นได้ว่ามีค่าไม่มากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับทรัพยากรต่างๆ ที่จะต้องใช้ไปในการวิจัย ซึ่งได้แก่ ค่าวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง, ค่าแรงงานของพนักงานที่จะต้องใช้ในการทำงานทดลอง, ทรัพยากรบุคคลที่จะต้องดำเนินการทดลอง และระยะเวลาที่จะต้องสูญเสียไปในการผลิตซึ่งเกิดจากการแทรกงานทดลองที่จะมีขึ้นต่างๆ และจากการพยากรณ์อายุของผลิตภัณฑ์รุ่นที่ทำการวิจัยนี้คาดหมายว่า จะหมดคำสั่งซื้อจากลูกค้าภายในเดือนมีนาคม 2546 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าไม่มีความคุ้มทุนหากจะทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตตามแนวทางซิกซ์ ซิกม่าซ้ำอีก เพื่อที่จะให้พารามิเตอร์ PSA มีค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาวมีค่าเท่ากับ 1.33 ตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

จากการพิจารณาสายการผลิตเพื่อหาแหล่งความผันแปรในกระบวนการอื่นๆ และพิจารณาความคุ้มทุนที่เพิ่มขึ้น สรุปได้ดังนี้

ก) สาเหตุที่ค่า Ppk หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่กระบวนการเชื่อมไม่บรรลุวัตถุประสงค์อาจเนื่องมาจาก

- มีแหล่งความผันแปรในกระบวนการผลิตอื่นๆ ที่ทำให้ค่าความแปรปรวนของค่ามุม PSA มีค่าที่สูงอยู่เมื่อเทียบกับช่วงของความคลาดเคลื่อนอนุโลมที่เป็นข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์จากลูกค้า คือ 0.80 ± 0.50
- ค่าความแปรปรวนของค่ามุม PSA ที่ได้จากกระบวนการหลังการปรับปรุงอยู่ในขีดจำกัดของความสามารถสูงสุดของเครื่องจักร ซึ่งหากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อม หรือเครื่องจักรในกระบวนการดัดค่าสปริงและค่ามุมตัวงานอาจจะต้องนำเอาเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่มีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพที่ดีกว่ามาใช้
- ค่าเฉลี่ยของ PSA หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตมีค่าเบี่ยงเบนไปจากค่ากลางในข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์ที่กำหนดโดยลูกค้า
- ข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์ของค่า PSA จากลูกค้าไม่สามารถที่จะปรับเปลี่ยนหรือขยายช่วงของความคลาดเคลื่อนอนุโลมให้กว้างขึ้นได้

ข) การวิจัยจะสรุปผลการปรับปรุงกระบวนการที่สามารถลดปริมาณของของเสียที่เกิดขึ้นจากค่า PSA ได้ที่ 997 DPPM เนื่องจาก

- เมื่อพิจารณาความสามารถของกระบวนการผลิตที่มีอยู่ จะต้องทำการลงทุนนำเอาเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพดีกว่ามาใช้ ซึ่งต้องมีการลงทุนที่สูง
- ผลของการประมาณการค่าความสูญเสียที่ลดได้ มีค่าเพิ่มขึ้น 318,361 บาท ตลอดอายุของผลิตภัณฑ์ในตลาด ซึ่งมีมูลค่าที่ไม่มากหากเทียบกับทรัพยากรต่างๆที่จะต้องใช้ในการดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิตตามแนวทางซิกซ์ ซิกม่าซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

- ลูกค้ามีความต้องการที่จะให้ค่า PSA อยู่ในข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์ โดยไม่ได้บังคับค่า Ppk ต้องมีค่าอย่างน้อย 1.33

- หากพิจารณาการปรับปรุงค่าเฉลี่ยของกลุ่มงานให้เท่ากับค่ากลางที่เป็นข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์จากลูกค้าพบว่า จากการคำนวณค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต โดยกำหนดค่ากลางให้เท่ากับ 0.80 ซึ่งเท่ากันกับข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์จากลูกค้า และใช้ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่ได้ พบว่าค่า Ppk เพิ่มขึ้นเป็น 1.104 ซึ่งยังไม่สามารถที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ได้เช่นกัน

ดังนั้นการวิจัยฉบับนี้จึงจะสรุปผลไว้ที่ผลของการปรับปรุงกระบวนการผลิต ที่สามารถจะลดปริมาณของของเสียที่เกิดขึ้นจากค่า PSA ได้เท่ากับ 997 DPPM และประมาณการค่าความสูญเสียจากของเสียดังกล่าวที่ลดลงตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2545 ถึงสิ้นคำสั่งซื้อจากลูกค้าในเดือนมีนาคม 2546 ได้เท่ากับ 2,750,580 บาท

9.4 สรุปผลขั้นตอนการควบคุมกระบวนการผลิต

ระบบการควบคุมที่นำมาใช้เพื่อตรวจจับและควบคุมให้ปัจจัยอยู่ภายใต้การควบคุมทางสถติ โดยพิจารณาจากลักษณะของปัจจัยนำเข้าที่สำคัญแต่ละปัจจัย ผลสรุปเป็นดังนี้คือ

9.4.1 แรงดันไฟฟ้า แผนการควบคุมที่กำหนดขึ้นคือ ให้ช่างผู้รับผิดชอบทำการตรวจสอบค่าแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในค่าที่กำหนดทุกๆ 4 ชั่วโมง และใช้ใบตรวจสอบเพื่อบันทึกข้อมูลของแรงดันไฟฟ้าของเครื่องเชื่อมที่ได้ และได้กำหนดขั้นตอนในการปฏิบัติการแก้ไขหากค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้ไม่เป็นไปตามค่าที่กำหนด โดยแผนการควบคุมทั้งหมดนี้จะถูกกำหนดไว้ในเอกสารการปฏิบัติงานเกี่ยวกับเครื่องเชื่อมประกอบชิ้นงาน (Laser Welding Cook Book)

9.4.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและระยะ Y ของจุดเชื่อม แผนการควบคุมที่กำหนดใช้หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตคือ ทำการเปลี่ยนแปลงค่าที่เหมาะสมของปัจจัยทั้งสองจาก 0.250 มิลลิเมตร และ 2.010 มิลลิเมตร เป็น 0.234 มิลลิเมตร และ 2.017 มิลลิเมตรสำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดเชื่อมและระยะ Y ของจุดเชื่อมตามลำดับในเอกสารควบคุมกระบวนการผลิต (Process Control Plan : PCP) เพื่อให้พนักงานที่เกี่ยวข้องใช้อ้างอิงในการปฏิบัติงาน

นอกจากนี้ได้ทำการประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมแบบ $\bar{X}$- R มาใช้ในการตรวจจับและควบคุมปัจจัยสองตัวดังกล่าวว่าอยู่ในสภาวะตามที่ต้องการหรือไม่ เนื่องจากข้อมูลของปัจจัยทั้งสองเป็นข้อมูลเชิงผันแปร (Variable data) ซึ่งจะกำหนดแผนการควบคุมกระบวนโดยอาศัยสถิติของปัจจัยทั้งสองนี้ในคู่มือการปฏิบัติงาน SOI (Standard Operating Instruction) เพื่อให้พนักงานที่เกี่ยวข้องปฏิบัติงานในทิศทางเดียวกัน ซึ่งกำหนดขนาดสิ่งตัวอย่างที่ใช้วัดคือ 5 สิ่งตัวอย่างต่อ 8 ชั่วโมง

จากการเก็บข้อมูลของทั้งสองปัจจัย พบว่ากระบวนการอยู่ภายใต้การควบคุมทางสถิติ ซึ่งเหมาะสมที่จะใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้และกลไกการควบคุมกระบวนการที่ใช้มีความสามารถเพียงพอในการควบคุมปัจจัยให้มีค่าตามที่กำหนด นอกจากนี้ยังได้กำหนดแผนการแก้ไขและป้องกันเมื่อข้อมูลของปัจจัยเกิดสภาวะออกนอกการควบคุม เพื่อที่จะแก้ไขให้ปัจจัยทั้งสองเข้าสู่การควบคุมทางสถิติโดยเร็ว

9.4.3 เมื่อปัจจัยนำเข้าที่สำคัญได้ถูกควบคุมและอยู่ภายใต้การควบคุมทางสถิติแล้ว ผลของตัวแปรตอบสนองจากปัจจัยทั้งสามคือค่ามุมหลังเชื่อม ซึ่งจากการเก็บข้อมูลภายในเดือนกรกฎาคม 2545 พบว่าค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่ามุมหลังเชื่อมมีค่า 0.179 ซึ่งลดลงเมื่อเทียบกับค่าความแปรปรวนของค่ามุมหลังเชื่อมก่อนการปรับปรุงกระบวนการ และเมื่อตรวจสอบที่ค่า PSA ของตัวงานในลักษณะผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่เป็นเป้าหมายในการลดปริมาณของของเสียที่เกิดขึ้น สรุปว่ามีปริมาณของชิ้นงานที่มีค่า PSA ที่ไม่ได้ตามข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นประมาณ 997 DPPM และมีค่าความแปรปรวนของงานเกิดขึ้นประมาณ 0.151 ซึ่งเมื่อคำนวณค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิตแขนจับหัวอ่านหลังการปรับปรุงแก้ไขแล้วมีค่าที่เพิ่มขึ้นจากเดิมเป็น 1.07

9.4.4 ประมาณการมูลค่าความสูญเสียที่ลดได้หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตเท่ากับ 2,750,580 บาท ซึ่งได้จากการคำนวณปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้าในการพยากรณ์ของบริษัทตัวอย่างจากเดือนกรกฎาคม 2545 จนถึงเดือนมีนาคม 2546 ซึ่งเป็นเดือนสุดท้ายที่จะสิ้นสุดคำสั่งซื้อจากลูกค้าหรืออายุของผลิตภัณฑ์ในตลาดหมดลง

9.4.5 สาเหตุที่ค่า Ppk หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่กระบวนการเชื่อมไม่บรรลุวัตถุประสงค์อาจเนื่องมาจาก

- มีแหล่งความผันแปรในกระบวนการผลิตอื่นๆ ที่ทำให้ค่าความแปรปรวนของค่ามุม PSA มีค่าที่สูงอยู่เมื่อเทียบกับช่วงของความคลาดเคลื่อนอนุโลมที่เป็นข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์จากลูกค้า คือ 0.80 ± 0.50

- ค่าความแปรปรวนของค่ามุม PSA ที่ได้จากกระบวนการหลังการปรับปรุงอยู่ในขีดจำกัดของความสามารถสูงสุดของเครื่องจักร ซึ่งหากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องเชื่อม หรือเครื่องจักรในกระบวนการดัดค่าสปริงและค่ามุมตัวงานอาจจะต้องนำเอาเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่มีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพที่ดีกว่ามาใช้

- ค่าเฉลี่ยของ PSA หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตมีค่าเบี่ยงเบนไปจากค่ากลางในข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์ที่กำหนดโดยลูกค้า

- ข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์ของค่า PSA จากลูกค้าไม่สามารถที่จะปรับเปลี่ยนหรือขยายช่วงของความคลาดเคลื่อนอนุโลมให้กว้างขึ้นได้

9.4.6 การวิจัยจะสรุปผลการปรับปรุงกระบวนการที่สามารถลดปริมาณของของเสียที่เกิดขึ้นจากค่า PSA ได้ที่ 997 DPPM เนื่องจาก

- เมื่อพิจารณาความสามารถของกระบวนการผลิตที่มีอยู่ จะต้องทำการลงทุนนำเอาเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพดีกว่ามาใช้ ซึ่งต้องมีการลงทุนที่สูง

- ประมาณการผลของค่าความสูญเสียที่ลดได้ มีค่าเพิ่มขึ้น 318,361 บาท ตลอดอายุของผลิตภัณฑ์ในตลาด ซึ่งมีมูลค่าที่ไม่มากหากเทียบกับทรัพยากรต่างๆที่จะต้องใช้ในการดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิตตามแนวทางซิกซ์ ซิกม่าซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

- ลูกค้ามีความต้องการที่จะให้ค่า PSA อยู่ในข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์ โดยไม่ได้บังคับค่า Ppk ต้องมีค่าอย่างน้อย 1.33

- หากพิจารณาการปรับปรุงค่าเฉลี่ยของกลุ่มงานให้เท่ากับค่ากลางที่เป็นข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์จากลูกค้าพบว่า จากการคำนวณค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต โดยกำหนดค่ากลางให้เท่ากับ 0.80 ซึ่งเท่ากันกับข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์จากลูกค้า และใช้ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่ได้ พบว่าค่า Ppk เพิ่มขึ้นเป็น 1.104 ซึ่งยังไม่สามารถที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ได้เช่นกัน