บทที่ 4

การพัฒนาคุณภาพในกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง

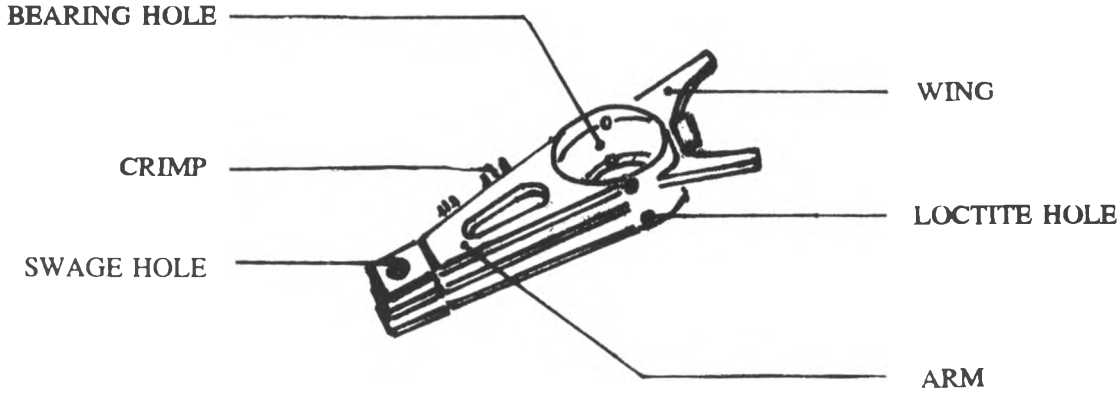
4.1 พิจารณาความเหมาะสมในการจัดระบบควบคุมคุณภาพ

เนื่องจากการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต ดังที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 มีจุดด้อยอย่างมาก การควบคุมคุณภาพในลักษณะที่เน้นการสุ่มตรวจสอบ ในแต่ละขั้นตอนการผลิตเพียงอย่างเดียวไม่ได้เป็นวิธีการที่ดีในการป้องกันปัญหา ลักษณะของระบบที่ดี ควรจะสามารถช่วยเตือน หรือบ่งบอกเหตุการณ์ที่มีโอกาสความน่าจะเป็นเกิดขึ้นในอนาคตได้ เพื่อที่ว่าเราจะสามารถหาทางป้องกัน ช่วยลดความสูญเสียทั้งที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และรวมถึงผลิตภัณฑ์ของเสียที่หลุดลอดสู่ลูกค้า

การผลิตชิ้นงานในโรงงานตัวอย่าง พบว่ามีชิ้นงานของเสีย 2 ลักษณะ คือ ขนาดรูปร่างชิ้นงาน (Dimensions) ไม่ได้ตามมาตรฐานกำหนด และชิ้นงานของเสียที่มีตำหนิ (Visual Defects) การวัดตรวจสอบขนาดชิ้นงานจะเทียบกับมาตรฐานซึ่งกำหนดโดยลูกค้าและระบุความคลาดเคลื่อน (Tolerance) ข้อมูลการวัดหรือการตรวจสอบจะเป็นแบบ Variable Data คือมีค่าความผันแปร ส่วนการตรวจสอบชิ้นงานของเสียมีตำหนิ จะเป็นแบบ Attribute Data หรือการพิจารณาว่าชิ้นงานนั้นดีหรือเสีย

ตัวอย่างพารามิเตอร์หรือขนาดชิ้นงาน	มาตรฐานกำหนดและค่าความคลาดเคลื่อน			
ความสูงของ WING	0.323	±	0.002	หน่วยเป็นนิ้ว
ขนาดของรู BEARING HOLE	0.5002		+ 0.006 , - 0.000	หน่วยเป็นนิ้ว
ความสูงของ ARM 1	0.045	+	0.001	หน่วยเป็นนิ้ว
ความสูงของ ARM 3	0.101	+	0.001	หน่วยเป็นนิ้ว

ตัวอย่างชนิดของข้อบกพร่องบนชิ้นงาน	ลักษณะข้อบกพร่องและการตรวจสอบ
CRACK	- เป็นลักษณะรอยร้าวบนชิ้นงานมักเกิดบริเวณ WING หรือปลาย ARM การตรวจสอบดูด้วยกล้องขยาย 10 เท่า
BENT ARM	- ARM มีลักษณะหักงอ สามารถสังเกตเห็นด้วยตาเปล่า
BENT WING	- WING มีลักษณะหักงอ สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า
HARD BURR	- เป็นเนื้อวัสดุส่วนเกินนูนขึ้นมา อาจเกิดจากแรงกระทำภายนอก หรือเกิดจากการหล่อขึ้นรูป การตรวจสอบดูด้วยตาเปล่า
LOOSED BURR	- แตกต่างจาก HARD BURR ตรงที่วัสดุส่วนเกินนั้นสามารถหลุดออกได้ง่าย
CONTAMINATION	- สิ่งสกปรกทั้งหลายบนชิ้นงานซึ่งมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า
BROKEN CRIMP	- เกิดจากแรงกระทำ ทำให้แตกหัก
SHORT CRIMP	- SHORT CRIMP เกิดจากการหล่อขึ้นรูปไม่ดี
SCRATCH	- เป็นรอยขีดข่วนบนชิ้นงาน สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า
CONFIGURATION	- รูปร่างชิ้นงานที่ไม่สมบูรณ์
POROSITY	- รูหรือโพรงในเนื้อชิ้นงาน ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 0.020 นิ้ว



รูปที่ 4.1 แสดงรายละเอียดชิ้นงาน CASTING ARM.

4.1.1 ความผันแปรในกระบวนการผลิต

การพิจารณาความผันแปร (Variation) อาจได้มาจาก 2 ส่วน คือ Process Variation เป็นความผันแปรที่เกิดจากกระบวนการผลิตและ Measurement Variaionความผันแปรจากการวัด

ก. ความผันแปรจากกระบวนการผลิต (Process Variation)

ความสามารถในการผลิตซึ่งถ้าไม่คงที่ จะมีผลต่อผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ ทำให้มีค่าความผันแปร หรือความแตกต่างในชิ้นงานผลิต มีโอกาสผลิตชิ้นงานของเสียออกมาได้สูง การจะจัดการให้กระบวนการผลิตคงที่ สามารถผลิตชิ้นงานออกมาได้ใกล้เคียงกับมาตรฐานมากที่สุดตลอดจนมีความแตกต่างน้อยที่สุด จำเป็นจะต้องมีเครื่องมือที่จะช่วยควบคุมกระบวนการผลิตนั้นๆ ในที่นี้จะใช้ SPC (Statistical Process Control) เพื่อใช้ควบคุมพารามิเตอร์ที่สำคัญในกระบวนการผลิต

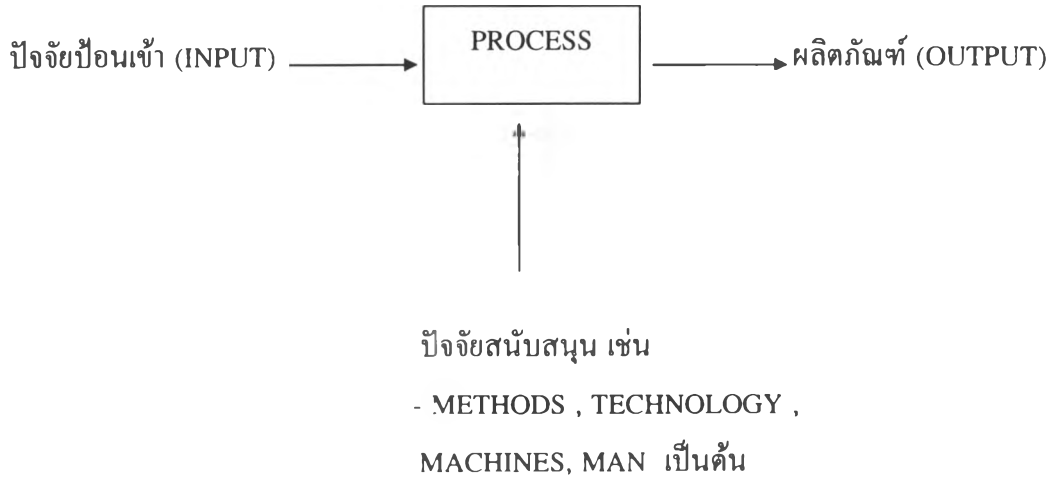
ข. ความผันแปรซึ่งเกิดจากการวัด (Measurement Variation)

ข้อมูลที่ได้จากการวัดจะบอกถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาว่าตรงตามมาตรฐานกำหนดหรือไม่ แต่ถ้าการวัดขาดประสิทธิภาพหรือไม่เหมาะสมแล้วนั้น จะไม่สามารถนำมาพิจารณาว่าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีหรือไม่ดี ความผันแปรที่เกิดจากการวัดอาจมาจากหลายๆ ปัจจัย เช่น ขอบเขตจำกัดและประสิทธิภาพของเครื่องมือวัด ความแตกต่างของชิ้นงานกับความเหมาะสมของเครื่องมือวัด ตลอดจนทักษะและวิธีการวัดของผู้ทำการวัด ดังนั้นก่อนนำข้อมูลจากการวัดมาใช้ ควรที่จะมีการศึกษาถึงความสามารถและความถูกต้องเสียก่อน

4.1.2 ปัจจัยสนับสนุนในกระบวนการผลิต

รูปแบบอย่างง่ายของกระบวนการผลิตสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 4.2 ซึ่งมีปัจจัยส่วนที่ป้อนเข้า ในที่นี้คือวัสดุ เมื่อผ่านกระบวนการผลิตจะได้ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ แต่ในกระบวนการผลิตมีขั้นตอนต่างๆ ในการแปรสภาพวัสดุเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งต้องอาศัยปัจจัยสนับสนุนได้แก่ เครื่องจักร วิธีการหรือเทคโนโลยี พลังงาน ตลอดจนแรงงานจากคนเป็นต้น ในบางครั้งปัจจัยสนับสนุนเหล่านั้นอาจถูกมองได้ว่าเป็นปัจจัยส่วนป้อนเข้าได้เช่นกัน ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จะมีความผันแปรหรือแตกต่างกันมากน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยเหล่านั้นด้วย ดังนั้นการจัดการอย่างเหมาะสมกับปัจจัยต่างๆในกระบวนการผลิตจึงมีความจำเป็น นอกจากนี้การที่สามารถควบ

คุมกระบวนการผลิตให้คงที่จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมามีคุณภาพที่ดี มีเทคนิคอย่างหนึ่งที่มักใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม คือ PROCESS FMEA (Process Failure Mode and Effects Analysis) เป็นวิธีการป้องกันปัญหาที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยพิจารณาใน 3 ลักษณะคือ ความถี่ของการเกิดปัญหา ความรุนแรงของผลกระทบ และโอกาสความสามารถในการตรวจพบปัญหา ทำการจัดเตรียมการป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ก่อนที่จะเกิดปัญหานั้นๆ ซึ่งถือได้ว่าเป็นเครื่องมืออันหนึ่ง ที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพ



รูปที่ 4.2 กระบวนการ และปัจจัยการผลิต

4.2 การพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพด้วยเทคนิคทางสถิติและการจัดการที่เหมาะสม

4.2.1 การควบคุมความผันแปรของกระบวนการผลิตด้วย SPC

การพิจารณาเบื้องต้นดังที่กล่าวในหัวข้อ 4.1.1 เกี่ยวกับความผันแปรในกระบวนการผลิต SPC (Statistical Process Control) เป็นเทคนิคทางสถิติชนิดหนึ่ง ที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อใช้ควบคุมความผันแปรในกระบวนการผลิต ประโยชน์ของการใช้ SPC เพื่อควบคุมพารามิเตอร์ที่สำคัญของ ชิ้นงานหรือกระบวนการ ระหว่างการผลิต ช่วยควบคุมความผันแปรของกระบวนการผลิตที่อาจมีสาเหตุมาจากสิ่งผิดปกติ สร้างความมั่นใจว่ากระบวนการผลิตนั้นอยู่ภายใต้การควบคุมอย่างเหมาะสม ความผันแปรที่มีสาเหตุมาจากธรรมชาติ เช่น ขีดจำกัดความสามารถของเครื่องจักรในการผลิต ความแตกต่างในวัสดุหรือชิ้นงาน เหล่านี้เป็นความผันแปรที่ยอมรับได้ตราบใดที่ยังอยู่ในเส้นขอบเขตควบคุม แผนภูมิควบคุมจะกำหนดขอบเขตของความผันแปรสามารถบอกแนวโน้มของการเกิดความผันแปรที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตว่ามีสาเหตุมาจากสิ่งผิดปกติหรือไม่และกำลังจะเกิดขึ้นอย่างไร

สำหรับการใช้งาน SPC ในโรงงานตัวอย่าง มีการกำหนดแนวทางและกิจกรรมการดำเนินงานร่วมกับ SQE (Supplier Quality Engineer) วิศวกรจากบริษัทผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์หัวอ่านและบันทึกข้อมูลแบบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ มุ่งเน้นการเตรียมการทางด้านบุคคลากร ทั้งระดับพนักงานปฏิบัติการและวิศกรในโรงงานตัวอย่าง เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในการประยุกต์ใช้ SPC ได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง เริ่มตั้งแต่การจัดฝึกอบรม รวมถึงการทดสอบความรู้ ในกรณีสำหรับผู้เป็นพนักงานปฏิบัติการเกี่ยวกับ SPC โดยมีกิจกรรมหลักในการดำเนินการดังต่อไปนี้

กิจกรรม	เริ่มดำเนินการ	กำหนดเสร็จ	หมายเหตุ
ก. การจัดฝึกอบรมวิศวกรฝ่ายควบคุมคุณภาพภายนอกบริษัท	-	-	ดำเนินการเสร็จเดือนมิ.ย. 2538
ข. การจัดฝึกอบรมพนักงาน QC ที่เกี่ยวข้องภายในบริษัท	15 ก.พ. 2539	15 มี.ค. 2539	-
ค. การทดสอบความเข้าใจของพนักงาน	-	20 มี.ค. 2539	-
ง. กำหนดพารามิเตอร์ที่สำคัญ (Critical Dimensions) ของชิ้นงาน	-	15 มี.ค. 2539	-
จ. ศึกษาความสามารถของการวัดด้วยการทำ Gage R&R Study (Repeatability and Reproducibility Study)	15 ก.พ. 2539	20 มี.ค. 2539	-
ฉ. การเตรียมการเพื่อใช้งาน SPC	เม.ย. 2539	-	-

ตารางที่ 4.1 กิจกรรมการดำเนินงานเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ SPC

ก. การจัดฝึกอบรมวิศวกรฝ่ายควบคุมคุณภาพภายนอกบริษัท

ผู้บริหารฝ่ายควบคุมคุณภาพได้ส่งวิศวกรจำนวน 2 คน เข้ารับการฝึกอบรมในหัวข้อเรื่อง Statistical Process Control ร่วมกับวิศวกรของบริษัทผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ระหว่างวันที่ 25 ถึง 26 มิถุนายน พ.ศ. 2538 เนื้อหาในหลักสูตรเป็นเรื่องเกี่ยวกับ พื้นฐานทางสถิติ การวิเคราะห์ข้อมูลและการใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพแบบต่างๆ จำนวนชั่วโมงเรียนทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง

ข. การจัดฝึกอบรมพนักงาน QC ที่เกี่ยวข้องในงาน SPC ภายในบริษัท

วิศวกรฝ่ายควบคุมคุณภาพของบริษัทจะทำหน้าที่ฝึกสอนพนักงานให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ SPC ในโรงงาน ในขั้นแรกได้จัดเตรียมเนื้อหาเกี่ยวกับการอบรม พนักงานที่เข้ารับการอบรมทั้งสิ้นรวม 6 คน การฝึกอบรมอยู่ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2539 และต้องการเน้นให้พนักงานมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ SPC การบันทึกข้อมูลการคำนวณหาเส้นขอบเขตจำกัดบนและล่าง ตลอดจนการสังเกตแนวโน้มของเส้นกราฟบนแผนภูมิควบคุมนั้นๆ

ค. การทดสอบความเข้าใจของพนักงาน

แบบทดสอบถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อประเมินผลความเข้าใจในการใช้ SPC ของพนักงาน QC ที่เกี่ยวข้อง หลังจากที่พนักงานเหล่านั้นผ่านการฝึกอบรมจากวิศวกร ทั้งนี้เพื่อเป็นการสร้างความเชื่อมั่นว่าการบันทึกข้อมูลบนแผนภูมิควบคุมเป็นไปอย่างถูกต้อง เนื้อหาในแบบทดสอบแสดงรายละเอียดใน ภาคผนวก ก. มุ่งเน้นการทดสอบ 2 ลักษณะคือ ความสามารถในการลงบันทึกและคำนวณข้อมูลจากการวัด นอกจากนี้ยังมีการทดสอบเกี่ยวกับการสังเกตหรืออ่านกราฟ เพื่อทราบค่าแนวโน้มหรือความผันแปรของกระบวนการผลิต ว่ามีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด เกณฑ์การทดสอบ พนักงานจะต้องตอบคำถามในแบบทดสอบได้คะแนนมากกว่า 60% จึงจะถือว่าผ่านการทดสอบ ผลการทดสอบพนักงานในครั้งแรกมีแนวโน้มว่าพนักงานยังไม่เข้าใจ

การอ่านความหมายของเส้นกราฟบนแผนภูมิควบคุม ดังนั้นจึงมีการอธิบายเพิ่มเติมในส่วนนี้ และผลการทดสอบในครั้งที่ 2 รวมคะแนนเฉลี่ยในแต่ละคนดังนี้

พนักงานที่	ความเข้าใจและคำนวณ (คะแนน)	อธิบายเส้นกราฟ (คะแนน)	คะแนนรวม	%คะแนนรวม
1	8	6	14	70 %
2	12	6	18	90 %
3	8	4	12	60 %
4	9	5	14	70 %
5	11	2	13	65 %
6	11	6	17	85 %

ง. กำหนดพารามิเตอร์ที่สำคัญของชิ้นงาน

พารามิเตอร์ที่สำคัญของชิ้นงานCASTING ARM จะถูกกำหนดโดย Supplier Quality Engineer ซึ่งเป็นวิศวกรจากบริษัทผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ซึ่งพิจารณาผลกระทบของพารามิเตอร์นั้นๆที่มีต่อผลิตภัณฑ์ การควบคุมพารามิเตอร์ของชิ้นงานโดยอาศัยเทคนิคทางสถิติด้วย SPC จะช่วยให้เราทราบถึง ขีดความสามารถของกระบวนการผลิต มีการพัฒนาคุณภาพและป้องกันปัญหาได้อย่างมีหลักเกณฑ์ พารามิเตอร์ที่สำคัญมี 3 รายการคือ

พารามิเตอร์ที่สำคัญบนชิ้นงาน	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น
1. BEARING HOLE DIAMETER (DIM 0.5002 + 0.0006 - 0.0000 นิ้ว)	-ขนาดของรู BEARING ที่มีขนาดเล็กหรือใหญ่เกินกำหนดจะมีผลต่อการประกอบชิ้นงาน ถ้าขนาดของรูใหญ่กว่ากำหนดจะทำให้ BEARING หลวมเกิดการลื่นไถลขณะทำการหมุน ทำให้ตำแหน่งการเคลื่อนที่ของ ARM ไม่ถูกต้อง
2. WING HEIGHT (DIM. 0.323 + 0.002 นิ้ว)	- กรณีที่ความสูงของ WING ไม่ได้ขนาดอาจทำให้ WING ชนกับขั้วแม่เหล็กที่จัดวางอยู่ในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

3. ความขนานของพื้นผิวฐาน (DIM. / / 0.001"-A-)	- พื้นผิวของฐานของชิ้นงาน CASTING ARM ต้องเรียบและขนานกันกับ DATUM -A-ใช้เป็นพื้นระนาบอ้างอิง

จ. ศึกษาความสามารถของการวัดด้วย GageR & R Study

ทำการศึกษาเพื่อประเมินความสามารถในการวัด ความเหมาะสมของเครื่องมือวัด และวิธีการวัดต่างๆ เพื่อสร้างความมั่นใจว่าข้อมูลที่ได้มานั้นมีความถูกต้อง โดยพิจารณาทำการศึกษากับเครื่องมือวัดที่ใช้วัดพารามิเตอร์ที่สำคัญต่างๆ ดังต่อไปนี้

พารามิเตอร์ที่สำคัญบนชิ้นงาน	เครื่องมือวัด	ความละเอียดของเครื่องมือวัด
BEARING HOLE DIAMETER (DIM 0.5002 + 0.0006 - 0.0000 นิ้ว)	AIR GAUGE	0.00005 หน่วยเป็นนิ้ว
WING HEIGHT (DIM. 0.323 + 0.002 นิ้ว)	HEIGHT GAUGE	0.0001 หน่วยเป็นนิ้ว
ความขนานของพื้นผิวฐาน (DIM. / / 0.001" -A-)	CMM	0.000001 หน่วยเป็นนิ้ว
WING THICKNESS (0.085 +/- 0.005 นิ้ว)	VERNIER , MICRO METER	0.001 หน่วยเป็นนิ้ว 0.0001 หน่วยเป็นนิ้ว

เงื่อนไขการวัด

1. วัดชิ้นงานจำนวน 12 ชิ้น
2. หยิบชิ้นงานวัดแบบสุ่มตัวอย่างแบบสมบูรณ์
3. กำหนดตำแหน่งที่จะทำการวัด

4. ใช้พนักงานทำการวัด 2 คน สลับกันทำการวัดในลักษณะสุ่มตัวอย่างแบบสมบูรณ์
5. ทำการวัดซ้ำ 3 ครั้ง
6. การสุ่มตัวอย่างแบบสมบูรณ์ ทำการสุ่มหยิบหมายเลข 1 ถึง 24 เพื่อกำหนดพนักงานทำการวัดและชิ้นงานที่จะวัดดังแสดงในตารางด้านล่าง

ชิ้นงานที่ / พนักงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

ตารางที่ 4.2 แสดงหมายเลขการสุ่มหยิบเพื่อกำหนดชิ้นงานสำหรับวัด

ขั้นตอนการวัด BEARING HOLE DIAMETER

1. ใส่ชิ้นงานสวมเข้ากับ AIRGAUGE PROBE
2. หมุนชิ้นงาน 1 รอบ และขยับชิ้นงานให้กระชับ
3. กดปุ่มเปิดวงจรให้ AIRGAUGE ทำงานมีลมเข้าเพื่อขยาย PROBE ให้แนบกับรูของชิ้นงาน
4. ทำการอ่านค่าจากจอเครื่องมือวัดและจดบันทึกค่า

ขั้นตอนการวัด WING HEIGHT

1. วางชิ้นงานแนบกับพื้นระนาบ แล้วยึดชิ้นงานติดกับ FIXTURE
2. ใช้ HEIGHT GAUGE วัดความสูงของชิ้นงาน โดยปรับเทียบการวัดอ้างอิงที่พื้นระนาบบน FIXTURE ปรับตำหน่งการอ่านมีค่าศูนย์แล้วเลื่อนทำการวัดความสูงของ WING

3. อ่านค่าจากมิเตอร์แล้วบันทึกค่าที่อ่านได้

ขั้นตอนการวัดความขนานของพื้นระนาบอ้างอิงบนชิ้นงาน

1. จับยึดชิ้นงานบน FIXTURE
2. ปรับเทียบการวัดเครื่อง CMM
3. เลื่อนหัวสัมผัส (PROBE)ของเครื่องวัด CMM แตะที่พื้นผิวงานกำหนดระนาบอ้างอิงตามระบุในแบบมาตรฐาน
4. หลังจากนั้นเลื่อนแตะพื้นผิวที่จะทำการวัด 5 จุด
5. อ่านค่าจากเครื่องพิมพ์บันทึกค่า

ขั้นตอนการวัด WING THICKNESS

1. เลื่อน VERNIER ออกแล้วใช้วัดชิ้นงาน
2. ออกแรงกดชิ้นงานพอประมาณ
3. อ่านค่าที่วัดได้และบันทึกค่า

เนื่องจากผลการใช้ VERNIER ให้ผลแตกต่างจากการวัดซ้ำสูง มีค่า % Repeatability = 26.58% อยู่ในขอบเขตการยอมรับ แต่ต้องการปรับปรุงการวัด ซึ่งอาจเป็นเพราะผิวของชิ้นงานไม่เรียบและพื้นที่สัมผัสการวัดมีน้อย การวัดซ้ำแต่ละครั้งอาจไม่ตรงตำแหน่งเดิม นอกจากนี้การออกแรงกดวัดชิ้นงานอาจไม่คงที่ จึงเลือกใช้เครื่องมือวัดชนิดใหม่คือ MICROMETER ซึ่งจะมีพื้นที่สัมผัสการวัดในวงกว้างขึ้น การวัดซ้ำแต่ละครั้งจะใกล้เคียงตำแหน่งเดิมมากขึ้นและน้ำหนักกดวัดชิ้นงานถูกควบคุมด้วยกลไกทางกล โดยมีขั้นตอนการวัดดังนี้

1. ทำความสะอาดหน้าสัมผัสแกนวัดของ MICROMETER ด้วย CUTTON BUD แห้ง
2. ปรับเทียบตำแหน่งศูนย์ ก่อนทำการวัดในครั้งแรก
3. เลื่อนแกนวัด ทำการวัดชิ้นงาน
4. หมุนแกนวัดออกแรงกดชิ้นงานเบาๆ จนตัวควบคุมแรงกดบนแกนวัดเป็นอิสระ
5. อ่านค่าและจดบันทึกค่าจากการวัด

Gage Repeatability & Reproducibility

Equipment	: Air Gage	Product	: Casting Arm S-3630
CA#	:	Cell#	: –
Measure by	: Thongtip , Busarin	Spec	: 0.5002" + .0006 - .0000
Tolerance	: 0.0006	Date	:

	Operator#1					Operator#2				
No.	1st	2nd	3rd	Range	Ucl	1st	2nd	3rd	Range	Ucl
1	0.50065	0.50070	0.50065	0.00005		0.50070	0.50070	0.50070	0.00000	
2	0.50070	0.50070	0.50065	0.00005		0.50065	0.50065	0.50065	0.00000	
3	0.50065	0.50070	0.50070	0.00005		0.50070	0.50070	0.50070	0.00000	
4	0.50060	0.50065	0.50065	0.00005		0.50065	0.50065	0.50065	0.00000	
5	0.50035	0.50035	0.50035	0.00000		0.50040	0.50035	0.50040	0.00005	
6	0.50075	0.50075	0.50070	0.00005		0.50070	0.50070	0.50065	0.00005	
7	0.50065	0.50060	0.50060	0.00005		0.50065	0.50065	0.50060	0.00005	
8	0.50040	0.50040	0.50040	0.00000		0.50040	0.50040	0.50035	0.00005	
9	0.50065	0.50065	0.50065	0.00000		0.50065	0.50065	0.50065	0.00000	
10	0.50045	0.50045	0.50050	0.00005		0.50045	0.50045	0.50045	0.00000	
11	0.50050	0.50050	0.50050	0.00000		0.50050	0.50050	0.50050	0.00000	
12	0.50060	0.50060	0.50065	0.00005		0.50060	0.50060	0.50060	0.00000	
		Avg.	0.50058	0.00003			Avg.	0.50058	0.00002	
			X1	R1				X2	R2	

Avg.(R1,R2)	=	(R1+R2)/2	R(X1,X2)	=	ABS(X1-X2)
	=	0.00002			
Ucl	=	Avg.(R1,R2) x 2.57		=	1.4E-06
	=	0.00006			

Equipment Variation (E.V.)

Sigma E.V	=	Avg.(R1,R2) /d2
		Avg.(R1,R2)1.693
	=	0.000015
E.V	=	6 x Sigma E.V.
	=	0.000089
% E.V.	=	E.V. x 100/Tolerance
	=	**14.77 %**

Appraiser Variation (A.V.)

Sigma A.V.	=	R(X1,X2) /d2
	=	R(X1,X2)/1.128
	=	0.000001
A.V.	=	6x Sigma A.V.
	=	0.000007
% A.V.	=	A.V. x 100/Tolerance
	=	**1.23 %**

Repeatability & Reproducibility (R&R)

Sigma R&R	=	SQR ((Sigma E.V)^2 + (Sigma A.V.)^2)
	=	0.000015
% R&R	=	Sigma R&R x 6 x 100/Tolerance
	=	**14.82 %**

R&R Status

	:< 10 % = Excellent
/	:10-20 % = Good
	: 20-30% = Accept
	: >30% = Reject

ตารางที่ 4.3 ผลการคำนวณหา % R&R ในเครื่องมือวัดต่างๆ

Gage Repeatability & Reproducibility

Equipment	: Height Gage	Product	: Casting Arm S-3630
CA#	: CF 10002	Cell#	: –
Measure by	: Ramai , Suwimol	Spec	: 0.323" +/- 0.002"
Tolerance	: 0.004	Date	:

	Operator#1					Operator#2				
No.	1st	2nd	3rd	Range	Ucl	1st	2nd	3rd	Range	Ucl
1	0.3228	0.3228	0.3226	0.0002		0.3228	0.3227	0.3227	0.0001	
2	0.3227	0.3226	0.3227	0.0001		0.3228	0.3227	0.3228	0.0001	
3	0.3229	0.3228	0.3230	0.0002		0.3230	0.3229	0.3230	0.0001	
4	0.3228	0.3227	0.3228	0.0001		0.3227	0.3227	0.3228	0.0001	
5	0.3230	0.3231	0.3231	0.0001		0.3231	0.3232	0.3231	0.0001	
6	0.3229	0.3228	0.3229	0.0001		0.3229	0.3230	0.3228	0.0002	
7	0.3226	0.3227	0.3226	0.0001		0.3227	0.3226	0.3226	0.0001	
8	0.3231	0.3230	0.3230	0.0001		0.3229	0.3228	0.3229	0.0001	
9	0.3231	0.3230	0.3231	0.0001		0.3231	0.3231	0.3231	0.0000	
10	0.3224	0.3225	0.3226	0.0002		0.3225	0.3225	0.3224	0.0001	
11	0.3228	0.3229	0.3228	0.0001		0.3228	0.3230	0.3229	0.0002	
12	0.3230	0.3231	0.3231	0.0001		0.3231	0.3231	0.3230	0.0001	
		Avg.	0.32284	0.00013			Avg.	0.32286	0.00011	
			X1	R1				X2	R2	

Avg.(R1,R2) = (R1+R2)/2 = 0.00012

Ucl = Avg.(R1,R2) x 2.57 = 0.00030

R(X1,X2) = ABS(X1-X2) = 1.1E-05

Equipment Variation (E.V.)

Sigma E.V = Avg.(R1,R2) /d2
Avg.(R1,R2)1.693 = 0.000069

E.V = 6 x Sigma E.V = 0.000413

% E.V. = E.V. x 100/Tolerance = **10.34** %

Appraiser Variation (A.V.)

Sigma A.V. = R(X1,X2) /d2
= R(X1,X2)/1.128 = 0.000010

A.V. = 6x Sigma A.V. = 0.000059

% A.V. = A.V. x 100/Tolerance = **1.48** %

Repeatability & Reproducibility (R&R)

Sigma R&R = SQR ((Sigma E.V)^2 + (Sigma A.V.)^2) = 0.000070

% R&R = Sigma R&R x 6 x 100/Tolerance = **10.44** %

R&R Status

	:< 10 % = Excellent
/	:10-20 % = Good
	: 20-30% = Accept
	: >30% = Reject

ตารางที่ 4.3 ผลการคำนวณหา % R&R ในเครื่องมือวัดต่างๆ (ต่อ)

Gage Repeatability & Reproducibility

Equipment	: Digital Vernier	Product	: Casting Arm S-3630
CA#	: M - 0018	Cell#	: –
Measure by	: Butsaba , Ladda	Spec	: 0.085" +/- 0.005"
Tolerance	: 0.01	Date	:

	Operator#1					Operator#2				
No.	1st	2nd	3rd	Range	Ucl	1st	2nd	3rd	Range	Ucl
1	0.083	0.083	0.083	0.000		0.0830	0.0840	0.0830	0.001	
2	0.084	0.083	0.082	0.002	x	0.0830	0.0830	0.0840	0.001	
3	0.085	0.084	0.084	0.001		0.0840	0.0840	0.0840	0.000	
4	0.083	0.083	0.083	0.000		0.0830	0.0830	0.0830	0.000	
5	0.083	0.083	0.083	0.000		0.0850	0.0830	0.0850	0.002	x
6	0.083	0.085	0.083	0.002	x	0.0830	0.0830	0.0840	0.001	
7	0.083	0.083	0.083	0.000		0.0830	0.0840	0.0830	0.001	
8	0.084	0.084	0.084	0.000		0.0830	0.0830	0.0830	0.000	
9	0.083	0.083	0.083	0.000		0.0840	0.0830	0.0830	0.001	
10	0.084	0.083	0.082	0.002	x	0.0820	0.0830	0.0830	0.001	
11	0.083	0.083	0.083	0.000		0.0840	0.0830	0.0840	0.001	
12	0.083	0.084	0.084	0.001		0.0830	0.0830	0.0820	0.001	
		Avg	0.0833	0.0007			Avg.	0.0833	0.0008	
			X1	R1				X2	R2	

Avg.(R1,R2)	=	(R1+R2)/2	R(X1,X2)	=	ABS(X1-X2)
	=	0.00075			
Ucl	=	Avg.(R1,R2) x 2.57		=	2.8E-05
	=	0.00193			

Equipment Variation (E.V.)

Sigma E.V	=	Avg.(R1,R2) /d2	Sigma A.V.	=	R(X1,X2) /d2
		Avg.(R1,R2)1.693		=	R(X1,X2)/1.128
	=	0.000443		=	0.000025
E.V	=	6 x Sigma E.V.	A.V.	=	6x Sigma A.V.
	=	0.002658		=	0.000148
% E.V.	=	E.V. x 100/Tolerance	% A.V.	=	A.V. x 100/Tolerance
	=	**26.58 %**		=	**1.48 %**

Appraiser Variation (A.V.)

Repeatability & Reproducibility (R&R)

Sigma R&R = SQR ((Sigma E.V)^2 + (Sigma A.V.)^2)
= 0.000444
% R&R = Sigma R&R x 6 x 100/Tolerance
= **26.62 %**

R&R Status

	:< 10 % = Excellent
	:10-20 % = Good
/	: 20-30% = Accept
	: >30% = Reject

ตารางที่ 4.3 ผลการคำนวณหา % R&R ในเครื่องมือวัดต่างๆ (ต่อ)

Gage Repeatability & Reproducibility

Equipment	: Digital Micrometer	Product	: Casting Arm S-3630
CA#	: M - 0059	Cell#	: –
Measure by	: Nit , Thongtip	Spec	: 0.085" +/- 0.005"
Tolerance	: 0.01	Date	:

	Operator#1					Operator#2				
No.	1st	2nd	3rd	Range	Ucl	1st	2nd	3rd	Range	Ucl
1	0.0838	0.0838	0.0840	0.0002		0.0839	0.0838	0.0838	0.0001	
2	0.0837	0.0839	0.0839	0.0002		0.0839	0.0838	0.0839	0.0001	
3	0.0851	0.0851	0.0851	0.0000		0.0852	0.0852	0.0852	0.0000	
4	0.0839	0.0840	0.0840	0.0001		0.0839	0.0839	0.0839	0.0000	
5	0.0838	0.0841	0.0840	0.0003		0.0839	0.0840	0.0840	0.0001	
6	0.0850	0.0848	0.0849	0.0002		0.0849	0.0851	0.0846	0.0005	
7	0.0839	0.0840	0.0837	0.0003		0.0836	0.0838	0.0837	0.0002	
8	0.0850	0.0849	0.0851	0.0002		0.0850	0.0850	0.0850	0.0000	
9	0.0839	0.0838	0.0834	0.0005		0.0834	0.0839	0.0833	0.0006	
10	0.0834	0.0832	0.0833	0.0002		0.0837	0.0840	0.0836	0.0004	
11	0.0839	0.0833	0.0838	0.0006		0.0836	0.0833	0.0834	0.0003	
12	0.0840	0.0836	0.0837	0.0004		0.0834	0.0834	0.0837	0.0003	
		Avg.	0.08408	0.00027			Avg.	0.08405	0.00022	
			X1	R1				X2	R2	

Avg.(R1,R2)	=	(R1+R2)/2	R(X1,X2)	=	ABS(X1-X2)
	=	0.00024			
Ucl	=	Avg (R1,R2) x 2.57		=	3.1E-05
	=	0.00062			

Equipment Variation (E.V.)

Sigma E.V	=	Avg.(R1,R2) /d2	Sigma A.V.	=	R(X1,X2) /d2
		Avg.(R1,R2)1.693		=	R(X1,X2)/1.128
	=	0.000143		=	0.000027
E.V	=	6 x Sigma E.V.	A.V.	=	6x Sigma A.V.
	=	0.000856		=	0.000163
% E.V.	=	E.V. x 100/Tolerance	% A.V.	=	A.V. x 100/Tolerance
	=	**8.56** %		=	**1.63** %

Appraiser Variation (A.V.)

Repeatability & Reproducibility (R&R)

Sigma R&R	= SQR ((Sigma E.V)^2 + (Sigma A.V.)^2)	
	= 0.000145	
% R&R	= Sigma R&R x 6 x 100/Tolerance	
	= **8.72** %	

R&R Status

/	:< 10 % = Excellent
	:10-20 % = Good
	: 20-30% = Accept
	: >30% = Reject

ตารางที่ 4.3 ผลการคำนวณหา % R&R ในเครื่องมือวัดต่างๆ (ต่อ)

ฉ. การใช้ SPC เพื่อควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต

ในโรงงานตัวอย่างเริ่มใช้ SPC อย่างจริงจังเพื่อควบคุมพารามิเตอร์ที่สำคัญของชิ้นงานในเดือนพฤษภาคม พ.ศ 2539 และก่อนที่จะเริ่มดำเนินการได้จัดประชุมร่วมเพื่อกำหนดการตรวจสอบความพร้อมและความมั่นใจว่ามีความถูกต้อง โดยพิจารณาเกี่ยวกับการดำเนินงานเบื้องต้น การตรวจเช็คความพร้อมด้านเอกสาร บุคคลากร และการประเมินผลการวัด สามารถสรุปเป็นหัวข้อดังนี้

1. ออกแบบแผนภูมิควบคุม
2. จัดทำสำเนา
3. จัดฝึกอบรมวิศวกร
4. จัดฝึกอบรมพนักงาน
5. ทดสอบความเข้าใจพนักงาน
6. กำหนดพารามิเตอร์ที่สำคัญในการควบคุม
7. จัดทำ R&R study
8. กำหนดจำนวนตัวอย่างของการวัด
9. การตรวจสอบและปรับเทียบเครื่องมือวัด (Calibration)

การใช้งานแผนภูมิควบคุมจะทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 1 หรือ 2 ชั่วโมง โดยมีพนักงานทำงาน 2 กะ ตลอด 24 ชั่วโมงรวมการทำงานล่วงเวลา ตัวอย่างการจัดเก็บข้อมูลในแผนภูมิควบคุมแสดงในภาคผนวก ข. ซึ่งจากข้อมูลเหล่านั้นสามารถคำนวณหาค่า ความสามารถของกระบวนการผลิตของแต่ละเครื่องจักรได้ดังนี้

ความสามารถของกระบวนการผลิต (Cpk) = $\min (USL - \bar{X} , \bar{X} - LSL)$

3σ

; $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

σ = Standard Deviation (S.D) ; $S.D = \sqrt{[\sum (Xi - \bar{X})^2] / (n-1)}$

USL = Upper Spec Limit

LSL = Lower Spec Limit

Xi = ค่าการวัดชิ้นงานที่ i ; i = 1 , 2 , 3 , 4 , ... , n

พารามิเตอร์	ขอบเขต(เทียบเคียง) LSL	USL	เครื่องจักร	X-bar	S.D	Cpk
Bearing hole dia.						
(0.5002"- 0.5008")	20	80	1	43.45	3.31	2.36
(0.5002"- 0.5008")	20	80	2	43.20	3.30	2.35
(0.5002"- 0.5008")	20	80	3	45.05	4.05	2.06
(0.5002"- 0.5008")	20	80	4	43.75	3.21	2.47
(0.5002"- 0.5008")	20	80	5	42.30	2.60	2.86
Wing height						
(0.321"- 0.325")	10	50	1	30.89	2.27	2.80
(0.321"- 0.325")	10	50	2	31.50	2.18	2.83
(0.321"- 0.325")	10	50	3	29.75	2.68	2.46
(0.321"- 0.325")	10	50	4	29.96	2.86	2.32
(0.321"- 0.325")	10	50	5	29.92	2.60	2.55
ความขนานของพื้นผิวระนาบ A						
(0"- 0.001")	0	10	1	3.32	1.10	2.03
(0"- 0.001")	0	10	2	3.10	1.26	1.83
(0"- 0.001")	0	10	3	3.22	1.21	1.87
(0"- 0.001")	0	10	4	3.31	1.24	1.80
(0"- 0.001")	0	10	5	3.08	1.35	1.71

* การคำนวณค่า Cpk อ้างอิงข้อมูลจาก ตัวอย่างแผนภูมิควบคุมในภาคผนวก ข.

นโยบายจากบริษัทผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ตั้งเป้าหมายการควบคุมกระบวนการผลิตที่ Cpk ≥ 1.33 ข้อมูลในตารางที่ 4.4 แสดงค่า Cpk ในช่วงเดือน พฤษภาคม ถึง ต้นเดือน มิถุนายน พ.ศ 2539 ค่า Cpk โดยรวมมีค่ามากกว่า 1.33

ITEM	MACH. #	CRITICAL PARAMETER CONTROL	CPK EVALUATION				REMARK
			MAY 13-19	MAY 20-26	MAY 27- JUN 2	JUN 3-9	
1	1	DIM 0.5002" + 0.0006 - 0.0000 BEARING HOLE	2.433	1.265	1.992	2.347	
2	2	DIM 0.5002" + 0.0006 - 0.0000 BEARING HOLE	2.240	1.310	1.599	2.413	
3	3	DIM 0.5002" + 0.0006 - 0.0000 BEARING HOLE	2.293	1.548	2.106	2.322	
4	4	DIM 0.5002" + 0.0006 - 0.0000 BEARING HOLE	2.084	1.549	1.427	2.192	
5	5	DIM 0.5002" + 0.0006 - 0.0000 BEARING HOLE	1.705	1.474	1.218	1.580	
6	6	DIM 0.5002" + 0.0006 - 0.0000 BEARING HOLE	2.274	1.523	1.964	1.939	
7	7	DIM 0.5002" + 0.0006 - 0.0000 BEARING HOLE	1.779	1.390	1.443	1.912	
8	8	DIM 0.5002" + 0.0006 - 0.0000 BEARING HOLE	1.809	1.293	1.332	1.796	
9	1	DIM 0.323" +/- 0.002	2.734	2.450	2.106	2.067	
10	2	DIM 0.323" +/- 0.002	2.782	1.258	1.980	2.072	
11	3	DIM 0.323" +/- 0.002	2.673	2.167	2.043	2.178	
12	4	DIM 0.323" +/- 0.002	2.559	2.335	2.464	2.517	
13	5	DIM 0.323" +/- 0.002	2.186	1.668	1.962	1.958	
14	6	DIM 0.323" +/- 0.002	2.937	2.096	2.124	2.098	
15	7	DIM 0.323" +/- 0.002	2.724	2.047	2.063	2.348	
16	8	DIM 0.323" +/- 0.002	2.408	1.809	1.992	2.051	
17	1	DIM // 0.001 -A-	1.934	1.660	2.079	1.757	
18	2	DIM // 0.001 -A-	1.552	1.838	1.852	1.746	
19	3	DIM // 0.001 -A-	1.764	1.890	1.741	1.770	
20	4	DIM // 0.001 -A-	1.738	1.676	1.844	1.970	
21	5	DIM // 0.001 -A-	1.901	2.268	1.980	1.940	
22	6	DIM // 0.001 -A-	1.770	2.130	2.177	1.705	
23	7	DIM // 0.001 -A-	2.079	2.232	2.082	1.954	
24	8	DIM // 0.001 -A-	1.637	2.145	2.079	1.864	

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าข้อมูล CPK ประมาณเดือน พฤษภาคม ถึง มิถุนายน พ.ศ 2539

4.2.2 การออกแบบเพื่อปรับปรุงแก้ไขและลดจำนวนชิ้นงานของเสีย

การประยุกต์ใช้ SPC ดังที่กล่าวไว้แล้วนั้นจะช่วยสร้างความมั่นใจว่ามีการควบคุมความผันแปรของกระบวนการผลิต จุดมุ่งหมายของการศึกษานี้มิได้มุ่งหวังเพื่อการควบคุมความผันแปรของกระบวนการผลิตเพียงอย่างเดียว แต่ยังต้องการเน้นการจัดการที่เหมาะสมเพื่อลดจำนวนชิ้นงานของเสียหลุดลอดสู่ลูกค้า เป็นการสร้างความเชื่อมั่นในคุณภาพที่ระดับหนึ่ง มีเทคนิคมากมายที่ใช้ในการแก้ไขหรือควบคุมจำนวนชิ้นงานของเสีย แต่ในที่นี้เลือกทำการศึกษาเกี่ยวกับ Process FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ช่วยในการป้องกันปัญหาที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เตรียมการเพื่อป้องกันและแก้ไข โดยพิจารณาจากโอกาสของการเกิดปัญหา ความรุนแรงและผลกระทบไปยังลูกค้าหรือหน่วยงานผลิตในขั้นต่อไป ตลอดจนความสามารถในการตรวจพบปัญหา การจัดทำ Process FMEA จะพิจารณาในทุกๆ ขั้นตอนของกระบวนการผลิต เพื่อป้องกันปัญหาต่างๆที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตนั้นๆ ในการจัดทำควรทำการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบที่หน่วยตรวจสอบผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายควบคู่กันไปเพื่อดูว่าการป้องกันนั้นครอบคลุมทุกปัญหาหรือไม่ ข้อมูลการตรวจพบของเสียต่างๆ ควรนำมาใช้ในการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขการทำ Process FMEA เพื่อให้การจัดเตรียมการป้องกันปัญหาในกระบวนการผลิตเป็นไปอย่างเหมาะสม ในการจัดทำหรือดำเนินการเกี่ยวกับ Process FMEA จะทำในลักษณะเป็นทีมงานที่มาจากแต่ละฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อร่วมพิจารณาปรับปรุงและแก้ไขปัญหา ในโรงงานตัวอย่างมีผู้ร่วมดำเนินงานดังนี้

1. ตัวแทนจากบริษัทผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (Customer)
   Supplier Quality Engineer (SQE) จำนวน 1 คน

2. ตัวแทนจากบริษัทในโรงงานตัวอย่าง (Supplier)
   Process Engineering Manager จำนวน 1 คน
   Quality Engineer จำนวน 1 คน
   Production Manager จำนวน 1 คน
   Program Manager (QA Manager) จำนวน 1 คน

ดังที่กล่าวไว้แล้วว่าจะทำการพิจารณาสภาพความเหมาะสมของกระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอนเพื่อป้องกันปัญหา (Potential Problems) ที่อาจเกิดขึ้น โดยทำการประเมินในเรื่อง

หลักๆ คือ โอกาสของการเกิดปัญหา ความรุนแรงหรือผลกระทบ และความสามารถในการตรวจพบปัญหา การประเมินเกี่ยวกับโอกาสของการเกิดปัญหา จะใช้แนวทางจากตารางที่ 4.5 ตัวเลข 1 ถึง 10 แสดงระดับความเสี่ยง การพิจารณาเพื่อประเมินค่าตัวเลขความเสี่ยงในเรื่องโอกาสของการเกิดปัญหา (OCCURRENCE) อาจพิจารณาจากค่าความน่าจะเป็นในการเกิดปัญหา หรือ กรณีที่มีการใช้ SPC เพื่อควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต อาจใช้ตัวเลขพิจารณาจากค่า Cpk เพื่อกำหนดระดับความเสี่ยง

การประเมินด้านผลกระทบหรือความรุนแรงของการเกิดปัญหา พิจารณาได้จากตารางที่ 4.6 ซึ่งแบ่งออกเป็น 10 ระดับเช่นกัน ตัวเลขค่ามาก เช่น 9 หรือ 10 บ่งบอกความเสี่ยง ความรุนแรงสูงสุด อาจต้องถึงขั้นหยุดการผลิตหรือส่งออก และต้องคัดแยกผลิตภัณฑ์ที่มีปัญหาออก ในตารางที่ 4.7 จะประเมินเกี่ยวกับความยากง่ายในการตรวจพบปัญหา ก่อนที่จะมีของเสียหลุดลอดสู่ลูกค้าหรือหน่วยงานผลิตขั้นต่อไป การพิจารณาระดับคะแนนประเมินจากความน่าจะเป็นในการตรวจพบปัญหาซึ่งเป็นการประมาณ หรืออาจประเมินจากสัดส่วนของเสียที่พบ เป็น DPPM (Defective Parts per Million) หลังจากนั้นจะนำตัวเลขที่ประเมินได้มาคูณกันเพื่อกำหนดเป็นค่า RPN (Risk Priority Number) ในแต่ละขั้นตอนการผลิตนั้นๆ

RPN = O x S x D ; O : Occurrence
S : Severity
D : Detection

การกำหนดระดับหรือเกณฑ์การประเมินในตารางอ้างอิงจากคู่มือทฤษฎีและปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ FMEA ของบริษัทผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ซึ่งอาจมีลักษณะแตกต่างในรายละเอียดเมื่อเปรียบเทียบกับทั่วไป แต่ในเนื้อความสำคัญหรือหลักการแล้วจะเหมือนกัน การออกแบบใช้งาน PROCESS FMEA ต้องพิจารณาปรับปรุงเป็นระยะ เพื่อลดค่าระดับความเสี่ยง RPN และจะนำข้อมูลจากการตรวจพบของเสียที่หน่วยตรวจสอบผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายมาใช้ร่วมพิจารณาปรับปรุงเพื่อการป้องกันและแก้ไขปัญหา ในกระบวนการผลิต ในส่วนของการศึกษาอันนี้จะศึกษาร่วมกับตัวแทนในโรงงานตัวอย่าง จัดประชุมร่วมเพื่อประเมินตัวเลขแสดงผลกระทบและความรุนแรงที่ได้รับจากชนิดของผลิตภัณฑ์บกพร่อง หรือปัญหาต่างๆที่มีโอกาสเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต จัดทำเป็นรายการแสดงในตารางที่ 4.8 และได้ออกแบบการประเมินตัวเลขค่าความเสี่ยง (RPN) ตลอดจนการป้องกันแก้ไขปัญหาต่างๆ แสดงในตารางที่ 4.9

ประเมินโอกาสการเกิดปัญหา OCCURRENCE EVALUATION CRITERIA			
โอกาสการเกิดปัญหา	ความน่าจะเป็น	Cpk	ระดับการประเมิน
REMOTE : - แทบจะไม่มีปัญหาเกิดขึ้น	1ใน 100,000,000	Cpk ≥ 2.0	1
VERY LOW : - มีการควบคุมทางสถิติ อาจ มีปัญหาน้อยมาก	1ใน 1,000,000	Cpk ≥ 1.67	2
LOW : - มีการควบคุมทางสถิติ	1ใน 20,000	Cpk ≥ 1.33	3
MODERATE : - มีการควบคุมทางสถิติ แต่ก็ยังพบปัญหา	1ใน 3,000 1ใน 1,000 1ใน 400	Cpk ≥ 1.0 Cpk < 1.0	4 5 6
HIGH : - ไม่มีการควบคุมทางสถิติ และพบปัญหาบ่อยๆ	1ใน 40 1ใน 20		7 8
VERY HIGH : - ปัญหาเกิดขึ้นแน่นอน ไม่อาจ หลีกเลี่ยง	1ใน 8 1ใน 2		9 10

ตารางที่ 4.5 ประเมินโอกาสการเกิดปัญหา

* อ้างอิง John Best (1993) Potential Failure Mode & Effects Analysis

ประเมินผลกระทบและความรุนแรง (SEVERITY EVALUATION CRITERIA)	
ผลกระทบและความรุนแรง	ระดับการประเมิน
MINOR : - ไม่มีผลกระทบในภาพรวมต่อผลิตภัณฑ์ ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ หรือกระบวนการผลิต	1
LOW : - มีผลกระทบเล็กน้อยในกระบวนการผลิตภายใน แต่ไม่มีผลกระทบต่อลูกค้า - อาจต้องการ การแก้ไขหรือปรับปรุง	2 3
MODERATE : - มีผลกระทบและสร้างความลำบากแก่ลูกค้า - ลูกค้าแจ้งให้ดำเนินการแก้ไข - ลูกค้าระบุแนวโน้มที่ก่อให้เกิดปัญหาต้องรีบแก้ไข	4 5 6
HIGH : - มีผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ใช้งานไม่ได้ - มีผลกระทบรุนแรงต่อกระบวนการผลิตอย่างมาก	7 8
EXTREME : - มีผลกระทบรุนแรงถึงขั้นหยุดส่งวัสดุ (STOP SHIP) - ต้องคัดแยกออก เพื่อความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ (PURGE OUT)	9 10

ตารางที่ 4.6 ประเมินผลกระทบความรุนแรง

* อ้างอิง John Best (1993) Potential Failure Mode & Effects Analysis

ประเมินการตรวจพบปัญหา DETECTION EVALUATION CRITERIA			
การตรวจพบปัญหา	ความน่าจะเป็น	DPPM	ระดับการประเมิน
VERY HIGH : - ตรวจพบง่ายมาก - ด้วยการควบคุมที่มีอยู่สามารถป้องกันปัญหาได้	1 ใน 10000 1 ใน 5000	100 200	1 2
HIGH : - ด้วยการควบคุมที่มีอยู่ควรที่จะช่วยตรวจพบปัญหาได้ MODERATE : - การควบคุมอาจจะช่วยได้	1 ใน 2000 1 ใน 1000 1 ใน 500 1 ใน 200 1 ใน 100	500 1000 2000 5000 10000	3 4 5 6 7
LOW : - มีการควบคุมแต่ยากที่จะพบปัญหา	1 ใน 50 1 ใน 20	20000 50000	8 9
VERY LOW : - เป็นไปได้ว่าไม่สามารถตรวจพบปัญหา - ไม่สามารถตรวจพบปัญหา	1 ใน 10	100000	10

ตารางที่ 4.7 ประเมินความสามารถในการตรวจพบปัญหา

* อ้างอิง John Best (1993) Potential Failure Mode & Effects Analysis

ของเสียชนิดต่างๆ	ประเมินตัวเลขแสดงผลกระทบและความรุนแรง (Severity)
1. ส่วนของแขนหมุน (ARM)	
BURR IN GROOVE/SLOT	7
BURR ON FIN	6
BURR IN SWAGE HOLE	7
LOOSE BURR	8
BENT ARM	8
BIG CHAMFER	3
BIG SWAGE HOLE	7
SMALL SWAGE HOLE	7
HOLE MISALIGNMENT	7
SHORT CRIMP	5
BROKEN CRIMP	5
GROOVE WIDTH	7
POROSITY	5
CRACK ARM	8
2. บริเวณรู BEARING	
BURR IN LOCTITE HOLE	7
BURR IN BEARING HOLE	7
NO CHAMFER	4
SMALL BEARING HOLE	7
BIG BEARING HOLE	7

ตารางที่ 4.8 ของเสียชนิดต่างๆและระดับการประเมิน

ของเสียชนิดต่างๆ	ประเมินตัวเลขแสดงผลกระทบและความรุนแรง (Severity)
NON CONCENTRICITY	7
MISSING LOCTITE HOLE	7
NO THREAD IN HOLE	7
NO STEP IN HOLE	8
POROSITY	5
CRACK	8
3. บริเวณปีกของชิ้นงาน (WING)	
BURR ON WING	7
BENT WING	8
SMALL WING	7
WING HEIGHT	8
POROSITY	8
CRACK WING	8

ตารางที่ 4.8 ของเสียชนิดต่างๆและระดับการประเมิน (ต่อ)

* แสดงตัวเลขประเมินเกี่ยวกับผลกระทบและความรุนแรงในของเสียชนิดต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นในโรงงานผลิต CASTING ARM

PROCESS FMEA

Product : Casting arm		FMEA .01/96
Subsystems		Page 1 of 4
Drawing or Spec. Reference : 59497-001	Date: 03/08/96	Rev A

Severity Occurrence Detection RPN = O x S x D

Process Description / function	Potential Failure Mode	Potential Effects of Failure	S	Potential Cause(s) of Failure	O	Current Controls	D	RPN	Action Priority	Corrective Action	Responsibility & Date due	Action Taken	Resulting S	Resulting O	Resulting D	Resulting RPN
CASTING PROCESS : Casting operation	Burr in slot	Loose wire	7	-Casting temperature and pressure out of control	2	-With control panel & check sheet	4	56								
		Loose wire	7	Die not cleaned	6	-Automatically clean every cycle time of casting	3	126		Die preventive maintenance	Engineering Sep-96	-	7	4	2	56
	Crack	Broken part	8	-Casting temperature and pressure out of control	2	-With control panel & check sheet -With stress relief process	4	64								
	Incompleted wing	Fail coil bonding	7	-Casting temperature and pressure out of control	2	-With control panel & check sheet	4	56								
	Short/Broken crimp	Wiring problem	5	-Casting temperature and pressure out of control	2	-With control panel & check sheet	4	40								
		Wiring problem	5	-Handling problem	4	-QC audit 5 pcs/cavity/ hr.	3	60								

ตารางที่ 4.9 การใช้งาน PROCESS FMEA

* พิจารณาชนิดของเสียที่มีโอกาสเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการผลิต กำหนดตัวเลขประเมินความเสี่ยง RPN อ้างอิงการประเมินตัวเลขจาก ตารางที่ 4.5 - 4.8

PROCESS FMEA

Product : Casting arm		FMEA 01/96
Subsystems		Page 2 of 4
Drawing or Spec. Reference : 59497-001	Date : 03/08/96	Rev: A

Severity — Occurrence — Detection — RPN = O x S x D

Process Description / function	Potential Failure Mode	Potential Effects of Failure	S	Potential Cause(s) of Failure	O	Current Controls	D	RPN	Action Priority	Corrective Action	Responsibility & Date due	Action Taken	Resulting S	Resulting O	Resulting D	Resulting RPN
Casting operation	Porosity	Broken part	8	-Casting temperature and pressure out of control	2	-With control panel & check sheet	4	64								
Tumbling operation	Short/Broken crimp	Wiring problem at E-Blk assembly	5	Machine vibrating time over	2	25-30 minutes of vibration	2	20								
Stress relief	Crack arm	Broken part	8	Improper Temp. Control in oven	2	465+15 degree F control panel and check sheet	4	64								
MACHINING PROCESS Milling horn	Burr and Loose burr	-Disk scratched -Hiting magnetic pole	8	Cutting tool worn out	4	Preventive maintenance every 1000-1600 hrs.	3	96								
	Small wing	Fail coil bonding	7	Setting part position	2	Fixs part with fixture	2	28								

ตารางที่ 4.9 การใช้งาน PROCESS FMEA (ต่อ)

PROCESS FMEA

Product : Casting arm		FMEA 01/96
Subsystems		Page 3 of 4
Drawing or Spec. Reference : 59497-001	Date : 03/08/96	Rev: A

Severity Occurrence Detection RPN = O x S x D

Process Description / function	Potential Failure Mode	Potential Effects of Failure	S	Potential Cause(s) of Failure	O	Current Controls	D	RPN	Action Priority	Corrective Action	Responsibility & Date due	Action Taken	Resulting S	O	D	RPN
Loctite hole	Missing hole	Not able to apply loctite to the bearing	7	Human error	2	Provide instructio per PI - 005 QC audit-QII-005	5	70								
	Burr in loctite hole	Not able to apply loctite to the bearing	7	Drilling tool worn out	4	Preventive maintenance every500-800hrs.	3	84								
Bearing/Boring hole	Burr in hole	Bearing struck in hole	7	Drilling tool worn out	4	Preventive maintenance every500-800hrs.	3	84								
	Small bearing hole	Unusable for bearing installation	7	Drilling tool worn ou	4	Preventive maintenance every500-800hrs.	3	84								
	Big bearing hole	Bearing moved	7	Drilling tool worn out	4	Preventive maintenance every500-800hrs.	3	84								
	Not the hole concentric	Head position out in E-Block assy	7	Setting part at machine	2	Fixs part with fixture	2	28								

ตารางที่ 4.9 การใช้งาน PROCESS FMEA (ต่อ)

PROCESS FMEA

Product : Casting arm		FMEA 01/96
Subsystems		Page 4 of 4
Drawing or Spec. Reference : 59497-001	Date : 03/08/96	Rev: A

Severity Occurrence Detection RPN = O x S x D

Process Description / function	Potential Failure Mode	Potential Effects of Failure	S	Potential Cause(s) of Failure	O	Current Controls	D	RPN	Action Priority	Corrective Action	Responsibility & Date due	Action Taken	Resulting S	Resulting O	Resulting D	Resulting RPN
Groove slot	Groove width out of spec.	Wiring problem at E-Block assy	5	Setting part at machine	2	Fixs part with fixture	2	20								
Gang slitting	Burr	Disk scratched	8	Cutting tool worn out	4	Preventive maintenance 500-800 hrs.	3	96								
	Bent arm	Disk scratched	8	Handling problem	4	100% check with dial gauge	1	32								
Swage hole	Small swage hole	Swaging problem at E-Block assy	7	Drilling error	2	Provide instructio per PI-009	5	70								
	Big swage hole	Swaging problem at E-Block assembly	7	Drilling tool worn out	4	Preventive maintenance 500-800 hrs.	3	84								
	Swage hole misalignment	Swaging problem at E-Block assembly	7	Drilling tool worn out	4	Preventive maintenance 500-800 hrs.	3	84								
	Burr in hole	Swaging problem at E-Block assembly	7	Drilling tool worn out	4	Preventive maintenance 500-800 hrs.	3	84								

ตารางที่ 4.9 การใช้งาน PROCESS FMEA (ต่อ)

ข้อมูลการตรวจพบจำนวนชิ้นงานของเสียในโรงงานตัวอย่างซึ่งผลิตชิ้นงาน CASTING ARM ข้อมูลช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา ระหว่างเดือน มิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ 2539 แสดงดังนี้

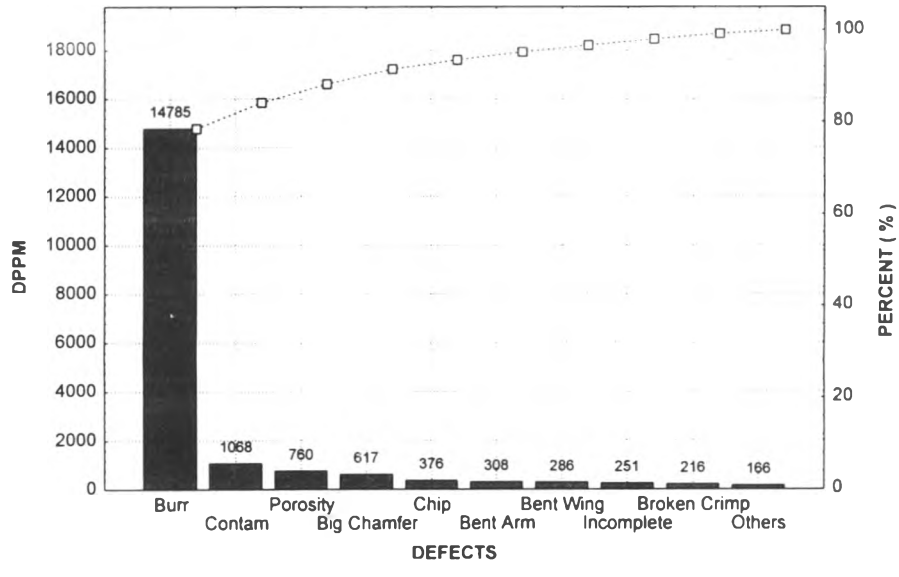
เดือน	จำนวนชิ้นงาน (หน่วย)	สุ่มตรวจ (หน่วย)	พบชิ้นงานของเสีย (หน่วย)	คิดเป็น DPPM (Defective Part per Million)
มิถุนายน	413153	61525	1124	18269
กรกฎาตม	305004	37119	662	17835
สิงหาคม	278092	34259	717	21994

ประเภทและชนิดของเสียหลักที่ถูกตรวจพบ แสดงในตารางที่ 4.10

เดือน (พ.ศ.2539)	ประเภทและชนิดของเสียหลักที่ตรวจพบ									
	BURR		CONTAM		POROSITY		BIG CHAMFER		CHIP	
	หน่วย	DPPM	หน่วย	DPPM	หน่วย	DPPM	หน่วย	DPPM	หน่วย	DPPM
มกราคม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กุมภาพันธ์	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
มีนาคม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เมษายน	867	10045	-	-	-	-	87	1008	-	-
พฤษภาคม	599	10440	51	889	-	-	47	819	-	-
มิถุนายน	904	14693	69	1122	39	634	46	748	-	-
กรกฎาคม	465	12527	35	943	62	1670	-	-	29	781
สิงหาคม	596	17397	38	1109	-	-	36	1051	21	613

ตารางที่ 4.10 แจกแจงชนิดของเสียประเภทหลักที่ตรวจพบในโรงงานตัวอย่าง

* อ้างอิงข้อมูลการตรวจพบของเสียในโรงงานตัวอย่างผลิต CASTING ARM จากภาคผนวก ค.



รูปที่ 4.3 กราฟพาเรโตแสดงประเภท ของเสียหลัก ช่วงเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม

จากกราฟพาเรโตในรูปที่ 4.3 แสดงข้อมูลเดือน มิถุนายนถึงสิงหาคม ลำดับของประเภทชิ้นงานของเสียหลักที่ตรวจพบ มีชิ้นงานของเสียชนิด "BURR" สูงถึง 79% จากจำนวนชิ้นงานของเสียทั้งหมด เลือกทำการแก้ไขปัญหาเพื่อลดของเสีย จากข้อมูลพบว่าตำแหน่งบนชิ้นงานที่พบ ข้อบกพร่องชนิด BURR คือ

- BURR ON ARM	จำนวน 842 ชิ้น	คิดเป็น 6335 DPPM
- BURR IN GROOVE	จำนวน 815 ชิ้น	คิดเป็น 6132 DPPM
- BURR IN LOCTITE HOLE	จำนวน 189 ชิ้น	คิดเป็น 1422 DPPM
- BURR IN BEARING HOLE	จำนวน 119 ชิ้น	คิดเป็น 892 DPPM
รวม	จำนวน 1965 ชิ้น	คิดเป็น 14785 DPPM

อาจพิจารณาสาเหตุของปัญหาได้คือสาเหตุที่หนึ่ง BURR ที่เกิดจากการหล่อขึ้นรูปโลหะ เช่น BURR ON ARM หรือ BURR IN GROOVE และสาเหตุที่สองมาจากการตกแต่งด้วยวิธี MACHINING เช่น BURR IN BEARING HOLE & LOCTITE HOLE ในการแก้ไขปัญหาอาจใช้แผนภูมิก้างปลา ช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา กรณีนี้สามารถระบุสาเหตุของปัญหาได้ แต่ขาดการเอาใจใส่ในการแก้ไขปัญหาอย่างจริงจัง ทำให้ระดับความรุนแรงหรือจำนวนชิ้นงานที่มีปัญหามีจำนวนมากขึ้นการเลือกใช้กราฟพาเรโตจะช่วยอธิบายถึงประเภทปัญหาหลัก เพื่อเลือกทำการแก้ไข จากเดิมพบว่าประเภทของชิ้นงานของเสียมีหลายประเภททำให้ไม่สามารถทำการแก้ไขได้ การเลือกพิจารณาจากตัวเลขการตรวจพบชิ้นงานของเสียต่างๆ ไม่สามารถใช้อธิบายได้ว่า ตัวเลขค่ามากแสดงถึงชนิดของของเสียประเภทหลัก ตัวเลขค่ามากไม่อาจนำมาใช้พิจารณาได้ตลอดไป เนื่องจากยังไม่ทราบว่าข้อมูลที่ได้นี้มาจากสภาวะที่เสถียรภาพ (Steady State) หรือไม่ ถ้าทำการเก็บข้อมูลต่อไปประเภทของชิ้นงานของเสียที่มีตัวเลขค่ามากสุดเดิมนั้น อาจเปลี่ยนแปลงไปและไม่ใช่ ประเภทของเสียหลักก็ได้ การพิจารณากราฟพาเรโตที่เหมาะสมควรมีประเภทของเสียหลักตรวจพบ 75 - 80% จึงจะทำการเลือกแก้ไขปัญหาได้ แต่ถ้าสัดส่วนของประเภทของเสียต่างๆ มีค่าไม่แตกต่างกันมากอาจต้องทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้ได้กราฟพาเรโตที่เหมาะสมก่อนพิจารณาแก้ไขปัญหา

ตารางที่ 4.11 แสดงแผนงานการแก้ไขปัญหาซึ่งจะต้องนำไปใช้ปรับปรุงการทำ PROCESS FMEA เพื่อการป้องกันปัญหาในอนาคต ดังแสดงในตารางที่ 4.12

DPPM IMPROVEMENT

PROCESS :	PRODUCT : CASTING ARM S-3630			LOCATION :					DATE : Sep 30'1996	
FAILURE MODE	CURRENT DPPM	CORRECTIVE ACTION	WHEN	WHO	PROJECTED DPPM					REMARK
					Sep2-8	Sep9-15	Sep16-22	Sep23-29	Sep30-Oct6	
1. Burr on arm	122	1. Change slide-insert mold. 2. Implement 100% manual deburring	On going Sep 2'96	Prasit Bundit	278	66	0	122	0 (Target)	
2. Burr in groove & Burr in loctite hole	0	1. Mold preventive maintenance 2. Implement 100% manual deburring	Sep 2'96 Sep 2'96	Prasit Bundit	937	0	0	0	0 (Target)	
3. Burr in bearing hole	276	1. Deburring with rimmer after milling the slot.	Sep 27'96	Prasit	1013	585	941	276	0 (Target)	

ตารางที่ 4.11 การแก้ไขปัญหาและติดตามผล

* ข้อมูลรวม อยู่ในภาคผนวก ค.

PROCESS FMEA

Product : Casting arm		FMEA 01/96
Subsystems		Page 1 of 4
Drawing or Spec. Reference : 59497-001	Date: 09/9//96	Rev B

Severity Occurrence Detection RPN = O x S x D

Process Description / function	Potential Failure Mode	Potential Effects of Failure	S	Potential Cause(s) of Failure	O	Current Controls	D	RPN	Action Priority	Corrective Action	Responsibility & Date due	Action Taken	Resulting S	Resulting O	Resulting D	Resulting RPN
CASTING PROCESS : Casting operation	Burr in slot	Loose wire	7	-Casting temperature and pressure out of control	2	-With control panel & check sheet	4	56								
		Loose wire	7	-Die not cleaned	6	-Automatically clean every cycle time of casting	3	126		Die preventive maintenance	Engineering Sep-96	-	7	4	2	56
	Crack	Broken part	8	-Casting temperature and pressure out of control	2	-With control panel & check sheet -With stress relief process	4	64								
	Incompleted wing	Fail coil bonding	7	-Casting temperature and pressure out of control	2	-With control panel & check sheet	4	56								
	Short/Broken crimp	Wiring problem	5	-Casting temperature and pressure out of control	2	-With control panel & check sheet	4	40								
		Wiring problem	5	-Handling problem	4	-QC audit 5 pcs/cavity/ hr.	3	60								

ตารางที่ 4.12 การปรับปรุงการใช้ PROCESS FMEA

PROCESS FMEA

Product : Casting arm		FMEA 01/96
Subsystems		Page 2 of 4
Drawing or Spec. Reference : 59497-001	Date : 09/9//96	Rev: B

Severity — Occurrence — Detection — RPN = O x S x D

Process Description / function	Potential Failure Mode	Potential Effects of Failure	S	Potential Cause(s) of Failure	O	Current Controls	D	RPN	Action Priority	Corrective Action	Responsibility & Date due	Action Taken	Resulting S	Resulting O	Resulting D	Resulting RPN
Casting operation	Porosity	Broken part	8	-Casting temperature and pressure out of control	2	-With control panel & check sheet	4	64								
Tumbling operation	Short/Broken crimp	Wiring problem at E-Blk assembly	5	Machine vibrating time over	2	25-30 minutes of vibration	2	20								
Stress relief	Crack arm	Broken part	8	Improper Temp. Control in oven	2	465±15 degree F control panel and check sheet	4	64								
MACHINING PROCESS : Milling horn	Burr and Loose burr	-Disk scratched -Hiting magnetic pole	8	Cutting tool worn out	4	Preventive maintenance every 1000-1600 hrs.	3	96		QC audit of 5 pcs/MC/hr	QA Sep'96		8	4	1	32
	Small wing	Fail coil bonding	7	Setting part position	2	Fixs part with fixture	2	28								

ตารางที่ 4.12 การปรับปรุงการใช้ PROCESS FMEA (ต่อ)

PROCESS FMEA

Product : Casting arm		FMEA 01/96
Subsystems		Page 3 of 4
Drawing or Spec. Reference : 59497-001	Date : 09/9//96	Rev: B

Severity — Occurrence — Detection — RPN = O x S x D

Process Description / function	Potential Failure Mode	Potential Effects of Failure	S	Potential Cause(s) of Failure	O	Current Controls	D	RPN	Action Priority	Corrective Action	Responsibility & Date due	Action Taken	Resulting S	Resulting O	Resulting D	Resulting RPN
Loctite hole	Missing hole	Not able to apply loctite to the bearing	7	Human error	2	Provide instructio per PI - 005 QC audit-QII-005	5	70								
	Burr in loctite hole	Not able to apply loctite to the bearing	7	Drilling tool worn out	4	Preventive maintenance every500-800hrs.	3	84		QC audit of 5 pcs/MC/hr	QA Sep'96		7	4	1	28
Bearing/Boring hole	Burr in hole	Bearing struck in hole	7	Drilling tool worn out and improper	4	Preventive maintenance every500-800hrs.	3	84		New designed tool deburring with rimmer after miling	Engineering Sep'96	Control groove & chamfer 0.002 - 0.010" inside the hole	7	4	1	28
	Small bearing hole	Unusable for bearing installation	7	Drilling tool worn ou	4	Preventive maintenance every500-800hrs.	3	84								
	Big bearing hole	Bearing moved	7	Drilling tool worn out	4	Preventive maintenance every500-800hrs	3	84								
	Not the hole concentric	Head position out in E-Block assy	7	Setting part at machine	2	Fixs part with fixture	2	28								

ตารางที่ 4.12 การปรับปรุงการใช้ PROCESS FMEA (ต่อ)

PROCESS FMEA

Product : Casting arm		FMEA 01/96
Subsystems		Page 4 of 4
Drawing or Spec. Reference : 59497-001	Date : 09/9//96	Rev: B

Severity Occurrence Detection RPN = O x S x D

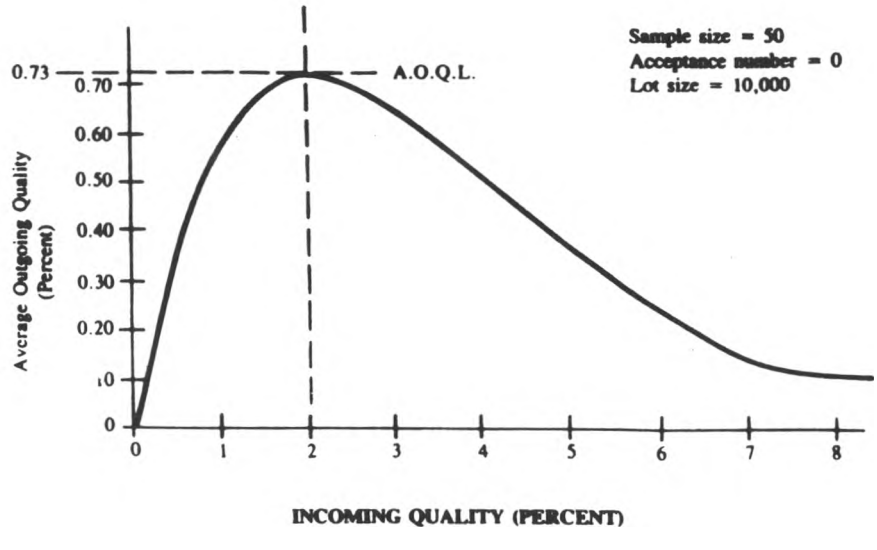
Process Description / function	Potential Failure Mode	Potential Effects of Failure	S	Potential Cause(s) of Failure	O	Current Controls	D	RPN	Action Priority	Corrective Action	Responsibility & Date due	Action Taken	Resulting S	Resulting O	Resulting D	Resulting RPN
Groove slot	Groove width out of spec.	Wiring problem at E-Block assy	5	Setting part at machine	2	Fixs part with fixture	2	20								
Gang slitting	Burr	Disk scratched	8	Cutting tool worn out	4	Preventive maintenance 500-800 hrs.	3	96		Change slide insert mold	Enginering Sep'96		8	4	1	32
	Bent arm	Disk scratched	8	Handling problem	4	100% check with dial gauge	1	32								
Swage hole	Small swage hole	Swaging problem at E-Block assy	7	Drilling error	2	Provide instructio per PI-009	5	70								
	Big swage hole	Swaging problem at E-Block assembly	7	Drilling tool worn out	4	Preventive maintenance 500-800 hrs.	3	84								
	Swage hole misalignment	Swaging problem at E-Block assembly	7	Drilling tool worn out	4	Preventive maintenance 500-800 hrs.	3	84								
	Burr in hole	Swaging problem at E-Block assembly	7	Drilling tool worn out	4	Preventive maintenance 500-800 hrs.	3	84								

ตารางที่ 4.12 การปรับปรุงการใช้ PROCESS FMEA (ต่อ)

4.3 ระดับคุณภาพที่หน่วยตรวจสอบผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายของโรงงานตัวอย่าง

แนวนโยบายจากบริษัทผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์ฮาร์ดิสก์ไดร์ฟ มีความต้องการที่จะให้มีการควบคุมคุณภาพชิ้นงานผลิตในโรงงานผู้ผลิตนั้นๆ ปัจจุบันอุตสาหกรรมด้านอิเลคโทรนิคส์และคอมพิวเตอร์นับวันจะมีการแข่งขันกันมากขึ้น มีการใช้กลยุทธ์ด้านราคาที่ถูกลง แต่ในทางกลับกันก็มีการพัฒนาด้านคุณภาพตลอดเวลา เพื่อสร้างจุดได้เปรียบเหนือคู่แข่งขัน ดังนั้นนโยบายที่ออกมาจึงส่งผลกระทบกับบริษัทผู้ผลิตชิ้นงานประกอบ (SUPPLIERS) นั้นๆ ได้ประมาณการหรือตั้งเป้าการควบคุมจำนวนชิ้นงานของเสียหลุดลอดจากบริษัทผู้ผลิตรายย่อยและตรวจพบที่หน่วยตรวจรับของบริษัทผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ไม่ควรเกิน 50 DPPM

การพิจารณาคุณภาพจ่ายออกเฉลี่ย (Average Outgoing Quality ; AOQ) ภายใต้แผนการชักสิ่งตัวอย่างสุ่มตรวจเพื่อการยอมรับ ค่า AOQ จะผันแปรไปตามคุณภาพนำเข้าซึ่งในที่นี้ก็คือจากกระบวนการผลิต ค่า AOQ จะเพิ่มขึ้นตามระดับคุณภาพหรือร้อยละของผลิตภัณฑ์ของเสียเมื่ออยู่ที่ช่วงคุณภาพที่ดี แต่จะลดลงเมื่ออยู่ที่ช่วงคุณภาพที่แย่ลงหรือมีของเสียมาก อันมีผลมาจากปฏิเสธลอต (Lot) จากการสุ่มตรวจและต้องตรวจสอบแบบร้อยเปอร์เซนต์ จะมีค่าสูงสุดอยู่ค่าหนึ่งเรียกว่า ขีดจำกัดคุณภาพจ่ายออกโดยเฉลี่ย (Average Outgoing Quality Limit ; AOQL) ซึ่งถูกใช้พิจารณาเพื่อกำหนดแผนการสุ่มตรวจสอบเพื่อการยอมรับต่อไป



รูปที่ 4.4 ลักษณะเส้นโค้ง AOQ

* อ้างอิง Nicholas L. Squeglia (1994) Zero Acceptance Sampling Plans (C=0)

การสุ่มตัวอย่างตรวจสอบเพื่อการยอมรับ (Lot Acceptance Testing) ในลักษณะลอต ต่อลอต (Lot by Lot) ในโรงงานตัวอย่างจะต้องเป็นไปตามความเห็นพร้องจากบริษัทผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยผ่านตัวแทนจากวิศวกรฝ่ายคุณภาพ SQE (Supplier Quality Engineer) การกำหนดระดับคุณภาพเบื้องต้นอยู่ที่ 0.65%AQL แต่แผนการสุ่มตรวจปัจจุบันในโรงงานตัวอย่างอยู่ที่ 0.4% AQL , C = 0 (Zero Acceptance Number Sampling Plan) จัดแบ่งชิ้นงานออกเป็นลอต (Lot) ลอตละ 400 ถึง 600 หน่วย (ชิ้น)

พิจารณาจากตารางที่ 4.13 แสดงตัวเลข %AOQL ในกรณี Acceptance Number เท่ากับศูนย์ (C = 0) จะได้ AOQL ที่ 0.47% ซึ่งหมายถึงขอบเขตจำกัดคุณภาพจ่ายออกอยู่ที่ 4700 DPPM เมื่อใช้แผนการสุ่มตรวจสอบที่ระดับ 0.4% AQL , C = 0 จากแผนการสุ่มตรวจนี้จะทำการชักสิ่งตัวอย่างจำนวน 73 ชิ้น ต่อ ลอต ข้อมูลการตรวจพบชิ้นงานของเสียช่วงต้นปี พ.ศ 2539 อยู่ระหว่าง 10000 ถึง 30000 DPPM ดังนั้นแผนการสุ่มตรวจในปัจจุบันจึงเห็นว่าเหมาะสมแล้ว

กรณีที่บริษัทผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ กำหนดนโยบายการควบคุมคุณภาพที่ระดับของเสียตรวจพบไม่เกิน 50 DPPM จึงจำเป็นต้องพิจารณาแผนการสุ่มตัวอย่างตรวจสอบที่เหมาะสม จากตารางที่ 4.13 ระดับคุณภาพสูงสุดที่ 400 DPPM มาจากแผนการสุ่มตรวจ 0.025% AQL , C = 0 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบต่อไปในตารางที่ 4.14 จะเห็นว่าต้องทำการสุ่มตัวอย่างถึง 500 หน่วย หรือจะเรียกได้ว่าเกือบจะเป็น 100 % ตรวจสอบ เมื่อจำนวนชิ้นงาน 400 - 600 ชิ้น ต่อ ลอต ในทางปฏิบัติไม่สามารถกระทำได้เนื่องจากมีเงื่อนไขทางการค้า จำนวนชิ้นงาน CASTING ARM ที่ผลิตได้ถูกจัดแบ่งเป็นลอต ระบุหมายเลขกำกับแต่ละลอตเพื่อรอการสุ่มตรวจสอบจากพนักงานตรวจสอบคุณภาพด้วยแผนการสุ่มตรวจดังกล่าว กรณีที่พบชิ้นงานของเสียและปฏิเสธการยอมรับลอต ชิ้นงานในลอตนั้นจะถูกแยกเพื่อตรวจสอบแบบร้อยเปอร์เซนต์ ฝ่ายควบคุมคุณภาพของบริษัทจะนำข้อมูลการตรวจสอบเหล่านี้ใช้ในการปรับแผนงานเพื่อควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตต่อไป

INDEX VALUES
[ASSOCIATED A.Q.L.(%)]

LOT SIZE	.010	.015	.025	.040	.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10.0
	A.O.Q.L. (Acceptance number in all cases is zero)															
2 to 8													2.8	7.7	13.8	13.8
9 to 15											0.38	2.1	4.9	9.8	15.9	15.9
16 to 25										0.37	1.4	3.1	5.9	10.8	10.8	16.9
26 to 50									0.41	1.1	2.1	3.9	6.6	6.6	6.6	11.5
51 to 90							0.05	0.33	0.74	1.4	2.4	4.2	4.8	5.7	6.9	8.8
91 to 150						0.05	0.21	0.49	0.90	1.6	2.6	2.8	3.1	5.0	5.9	7.1
151 to 280					0.05	0.16	0.33	0.60	1.0	1.7	1.7	1.8	2.7	3.5	5.1	6.0
281 to 500				0.04	0.11	0.22	0.39	0.66	0.69	0.71	1.2	1.7	2.2	3.3	4.0	5.2
501 to 1200		0.02	0.04	0.09	0.15	0.26	0.43	0.46	0.47	0.75	1.1	1.3	1.9	2.4	3.3	4.6
1201 to 3200	0.02	0.03	0.06	0.11	0.17	0.28	0.30	0.31	0.49	0.68	0.86	1.0	1.6	2.0	2.8	4.1
3201 to 10,000	0.03	0.04	0.07	0.11	0.18	0.19	0.19	0.31	0.42	0.54	0.73	0.96	1.3	1.7	2.4	4.1
10,001 to 35,000	0.03	0.04	0.07	0.12	0.12	0.12	0.19	0.27	0.34	0.48	0.61	0.80	1.1	1.3	2.5	4.1
35,001 to 150,000	0.03	0.05	0.07	0.07	0.08	0.12	0.17	0.22	0.30	0.38	0.50	0.66	0.92	1.3	2.5	4.1
150,001 to 500,000	0.03	0.05	0.05	0.05	0.08	0.11	0.14	0.18	0.24	0.31	0.41	0.57	0.92	1.3	2.5	4.1
500,001 and over	0.03	0.03	0.03	0.05	0.07	0.08	0.12	0.15	0.19	0.26	0.36	0.57	0.92	1.3	2.5	4.1

ตารางที่ 4.13 แสดงตัวเลขค่า AOQL ที่แผนการสุ่มตรวจแบบ C=0

* อ้างอิง Nicholas L. Squeglia (1994) Zero Acceptance Sampling Plans (C=0)

C=0 SAMPLING PLANS
INDEX VALUES
(ASSOCIATED AQLS)

LOT SIZE	.010	.015	.025	.040	.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10.0
	SAMPLE SIZE															
2 to 8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5	3	2	2
9 to 15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	13	8	5	3	2	2
16 to 25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	20	13	8	5	3	3	2
26 to 50	*	*	*	*	*	*	*	*	32	20	13	8	5	5	5	3
51 to 90	*	*	*	*	*	*	80	50	32	20	13	8	7	6	5	4
91 to 150	*	*	*	*	*	125	80	50	32	20	13	12	11	7	6	5
151 to 280	*	*	*	*	200	125	80	50	32	20	20	19	13	10	7	6
281 to 500	*	*	*	315	200	125	80	50	48	47	29	21	16	11	9	7
501 to 1200	*	800	500	315	200	125	80	75	73	47	34	27	19	15	11	8
1201 to 3200	1250	800	500	315	200	125	120	116	73	53	42	35	23	18	13	9
3201 to 10,000	1250	800	500	315	200	192	189	116	86	68	50	38	29	22	15	9
10,001 to 35,000	1250	800	500	315	300	294	189	135	108	77	60	46	35	29	15	9
35,001 to 150,000	1250	800	500	490	476	294	218	170	123	96	74	56	40	29	15	9
150,001 to 500,000	1250	800	750	715	476	345	270	200	156	119	90	64	40	29	15	9
500,001 and over	1250	1200	1112	715	556	435	303	244	189	143	102	64	40	29	15	9

*Indicates entire lot must be inspected
NOTE: The Acceptance Number in all cases is ZERO

ตารางที่ 4.14 แสดงตัวเลขสุ่มตัวอย่าง ที่แผนการสุ่มตรวจ C=0

* อ้างอิง Nicholas L. Squeglia (1994) Zero Acceptance Sampling Plans (C=0)

การกำหนดหน่วยงานผู้รับผิดชอบเกี่ยวกับการสุ่มตรวจสอบในหน่วยงานผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย ได้จากพนักงานตรวจสอบคุณภาพของโรงงาน ซึ่งมีหน้าที่เฉพาะในกระบวนการผลิต พนักงานควรได้รับการแนะนำจากวิศวกรหรือหัวหน้างาน ในการกำหนดชิ้นงานในแต่ละลอต (Lot) สำหรับการตรวจสอบ มีความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง ส่วนรายละเอียดในการตรวจสอบชิ้นงานถูกกำหนดโดย Supplier Quality Engineer ซึ่งเป็นวิศวกรจากบริษัทผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ดังแสดงในตารางที่ 4.15

GENERAL INSPECTION PLAN (GIP)

Page 1 of 2

MODEL / PART DESCRIPTION :	PART NUMBER :	GIP NO. :
S-3630 / CASTING ARM	59497-001	MSR 001

DRAWING REVISION	C				
GIP REVISION	A				
DATE OF GIP REVISED	-				
INITIATOR	SOMNUK				

GIP REVISION	DESCRIPTION	DATE APPROVED	APPROVED BY
A	INITIAL RELEASE	12/3/96	

ตารางที่ 4.15 กำหนดชนิดและแผนกวรสุ่มตรวจสอบที่หน่วยผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายในโรงงานผลิต CASTING ARM

Page 2 of 2

ITEM	SAMPLE	CHARACTERISTIC	SPEC	EQUIP./ACCU.	REMARK
1	32	PARALLELISM ON DATA A	0.001" max	DIAL GAGE / 0.0001"	
2	32	ARM HEIGHTS	0.101" +/- 0.005	DIAL GAGE / 0.0001"	
			0.291" +/- 0.005	DIAL GAGE / 0.0001"	
			0.465" +/- 0.005	DIAL GAGE / 0.0001"	
3	32	WING HEIGHT	0.323" +/- 0.002	DIAL GAGE / 0.0001"	
4	32	TOP HEIGHT	0.480" +/- 0.005	HEIGHT GAGE / 0.0001"	
5	32	BEARING HOLE	0.5002" + 0.0006	AIR GAGE / 0.00005"	
			- 0.0000		
6	32	SWAGE HOLE	0.109" +/- 0.0003	PIN GAGE	
7	32	THEARD HOLE	0-80 UNF 2B	THEARD GAGE	
8	0.4% AQL	VISUAL INSPECTION		10X SCOPE	
	C = 0				

GIP NO. : MSR 001 REV. : A

P/N : 59497-001

ตารางที่ 4.15 กำหนดชนิดและแผนการสุ่มตรวจสอบที่หน่วยผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายในโรงงานผลิต CASTING ARM (ต่อ)