รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ

(Process Capability Analysis)

โดย

นายเอกอาทิตย์ พลขุนทด

B4612438

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 432491 สหกิจศึกษา

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

8 สิงหาคม 2551

รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ

(Process Capability Analysis)

เริ่มปฏิบัติงาน วันที่ 21 เมษายน 2551

สิ้นสุดการปฏิบัติงาน วันที่ 8 สิงหาคม 2551

ปฏิบัติงาน ณ

บริษัท สมบูรณ์แอ๊ดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด (มหาชน)

300/10 หมู่ 1 นิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด

ต.ตาสิทธิ์ อ.ปลวกแดง จ.ระยอง 21140

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท สมบูรณ์ แอ็ดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่วันที่ 21 เมษายน พ.ศ.2551 ถึงวันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ.2551 ทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์ในการทำงานต่างๆเพิ่มมากขึ้น สำหรับรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ สำเร็จเสร็จสิ้นได้ด้วยดี เนื่องจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1. คุณวีระยุทธ กิตะพาณิชย์	(กรรมการผู้อำนวยการ)
2. คุณศุภชาติ เชิดเกียรติกุล	Trainer Manager
3. คุณลำยง มีโทน	Trainer Chief
4. คุณประวิทย์ แสนสี	Trainer Staff
5. MR. Yoshiro Yoshinaga	General Manager
6. คุณฆฤณ ทองจันทร์	Assistance General Manager
7. คุณประวิทย์ เล่าแสง	Quality Assurance Manager
8. คุณไพบูลย์ แสงอ่อน	Quality Assurance Chief
9. คุณอภิชาติ คำเสียง	Quality Assurance Foreman
10 คุณเสน่ห์ โสประดิษฐ์	Quality Assurance Foreman

และบุคคลท่านอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการทำงานจริง ซึ่งข้าพเจ้าขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายเอกอาทิตย์ พลขุนทด

ผู้จัดทำรายงาน

8 สิงหาคม 2551

บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเกี่ยวความสามารถของกระบวนการผลิต (Cp_k)เพลาข้าง (Shaft, RR/Axle) โดยใช้แผนภูมิควบคุมเชิงพิสัยและค่าเฉลี่ย (Average and Range Chart), แผนภูมิควบคุมค่าแต่ละค่าและพิสัยเคลื่อนที่ (Individuals and Moving Range Chart)

ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยต่างๆที่มีผลทำให้ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการ (Cp_k)เปลี่ยนแปลงประกอบด้วยหลายปัจจัยด้วยกัน ในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาใน 2 ลักษณะด้วยกันคือ การใช้แผนภูมิควบคุมเชิงพิสัยและค่าเฉลี่ย ซึ่งจะมีการเก็บข้อมูลที่แบบสุ่ม (Sampling) แต่เก็บในลักษณะของกลุ่มข้อมูล (Subgroup) กลุ่มละ 5 ตัวอย่าง ซึ่งจะแตกต่างกันกับแผนภูมิควบคุมค่าแต่ละค่าและพิสัยเคลื่อนที่ ที่มีการเก็บข้อมูลในลักษณะของกลุ่มข้อมูลกลุ่มละ 1 ตัวอย่าง ในรายงานฉบับนี้ ได้ทำการศึกษาปัจจัยและสาเหตุของปัญหาเพื่อส่วนช่วยในการปรับปรุงให้กระบวนการผลิตให้อยู่ในการควบคุมและช่วยพัฒนาให้มีขีดความสามารถของกระบวนการผลิตเพิ่มมากขึ้น โดยใช้แสดงแผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) และ 4 M (Man Machine Material Method) 1 E (Environment) มาช่วยในการค้นหาสาเหตุของปัญหา

ประโยชน์จากรายงานฉบับนี้ เป็นแนวทางการทำแผนภูมิควบคุณภาพและเป็นข้อมูลอ้างอิงที่ช่วยในการค้นหาและแก้ไขปัญหาที่เกิดจากความผิดปกติของแผนภูมิควบคุมเชิงพิสัยและค่าเฉลี่ย กับแผนภูมิควบคุมค่าแต่ละค่าและพิสัยเคลื่อนที่ เพื่อช่วยให้ผลิตภัณฑ์ปราศจากของเสียและเพิ่มให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ ก

บทคัดย่อ ข

สารบัญ ค

สารบัญรูป ง

สารบัญตาราง จ

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 13

บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน 32

- ขั้นตอนการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลของ $\overline{X} - R$ CHART 35
- ขั้นตอนการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลของ X-MR CHART 40

บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงาน 43

- ผลการศึกษา $\overline{X} - R$ CHART 43
- วิเคราะห์ผลการศึกษา $\overline{X} - R$ CHART 49
- ผลการศึกษา X-MR CHART 50
- วิเคราะห์ผลการศึกษา X-MR CHART 54

บทที่ 5 สรุป 56

บทที่ 6 ปัญหาและข้อเสนอแนะ 57

บรรณานุกรม 58

ภาคผนวก

- ข้อมูลของ $\overline{X} - R$ Chart
- ข้อมูลของ X - MR Chart
- แสดงวิธีการคำนวณหาขอบเขตควบคุม
- แสดงวิธีการคำนวณหาค่าความสามารถของกระบวนการ
- Operate Contour Measuring

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 แสดงสาเหตุของความแปรผันในคุณภาพของสินค้า 13

รูปที่ 2.2 สภาวะปกติและไม่ปกติในการผลิต 15

รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะของแผนภูมิควบคุมซึ่งมีแกนตั้งเป็นแกนของค่าเฉลี่ย 16

รูปที่ 2.4 แสดงดัชนี C_{pk} 25

รูปที่ 2.5 จุดอยู่นอกควบคุม (Out of Control) 27

รูปที่ 2.6 แสดงการเกิดรัน (Run) 28

รูปที่ 2.7 แสดงการเกิดแนวโน้ม (Trend) 28

รูปที่ 2.8 แสดงการเกิดการเข้าใกล้เส้นขอบเขตควบคุม 29

รูปที่ 2.9 แสดงการเกิดการเข้าใกล้เส้นค่ากลาง 29

รูปที่ 2.10 แสดงการเกิดวัฏจักร 30

รูปที่ 3.1 เครื่องวัด Contour Measurement 34

รูปที่ 3.2 เครื่องวัดความแข็ง Micro Vicker 34

รูปที่ 3.3 แสดงจุดที่ทำการตรวจวัดรัศมี 3 mm. 35

รูปที่ 3.4 แสดงจุดที่ทำการตรวจวัดรัศมี 8 mm. 35

รูปที่ 3.5 แสดงจุดที่ทำการตรวจวัดระยะ 6.3 mm. 35

รูปที่ 3.6 แสดงแบบฟอร์มแผนภูมิควบคุม 36

รูปที่ 3.7 กราฟของแผนภูมิค่าเฉลี่ยและแผนภูมิพิสัย 38

รูปที่ 3.8 แสดงจุดพล็อตและการทำสัญลักษณ์เมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้น 39

รูปที่ 3.9 แสดงการใส่ UCL CL LCL กำกับเส้นควบคุม 39

รูปที่ 3.10 แสดงตำแหน่งการวัดค่าความแข็งลึกที่จุด A 40

รูปที่ 3.11 แสดงตำแหน่งการวัดค่าความแข็งลึกที่จุด B 40

รูปที่ 3.12 แสดงตำแหน่งการวัดค่าความแข็งลึกที่จุด D 40

รูปที่ 3.11แสดงการบันทึกค่า X 41

รูปที่ 3.12 แสดงการบันทึกค่าพิสัยเคลื่อนที่ 41

รูปที่ 4.1 แสดงกราฟ $\overline{X} - R$ Chart ของรัศมี 3 mm. (ก่อนทำการปรับปรุง) 43

รูปที่ 4.2 แสดงกราฟ $\overline{X} - R$ Chart ของรัศมี 3 mm. (หลังทำการปรับปรุง) 43

รูปที่4.3 แสดงกราฟ $\overline{X} - R$ Chart ของรัศมี 8 mm. (ก่อนทำการปรับปรุง) 44

รูปที่ 4.4 แสดงกราฟ $\overline{X} - R$ Chart ของรัศมี 8 mm. (หลังทำการปรับปรุง) 44

รูปที่4.5 แสดงกราฟ $\overline{X} - R$ Chart ของระยะ 6.3 mm. (ก่อนทำการปรับปรุง) 45

รูปที่ 4.6 แสดงกราฟ $\overline{X} - R$ Chart ของระยะ 6.3 mm. (หลังทำการปรับปรุง) 45

รูปที่ 4.7 แสดงกราฟการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) และแสดงค่าความสามารถของกระบวนการการผลิต(Cp_k) ของรัศมี 3 mm. (ก่อนทำการปรับปรุง) 46

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ตารางที่ 2.1 ตารางแฟคเตอร์สำหรับแผนภูมิควบคุม 20
ตารางที่ 3.1 ตารางเก็บข้อมูล 30

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

ชื่อสถานประกอบการ(ไทย) : บริษัท สมบูรณ์แอ๊ดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด (มหาชน) สาขาระยอง

(อังกฤษ) : SOMBOON ADVANCE TECHNOLOGY PCL.

ที่ตั้งสถานประกอบการ : 300/10 Eastern Seaboard Industrial Estate (Rayong)

Moo.1 Tasit, Pluakdaeng, rayong 21140. Thailand

โทรศัพท์ : (038)959064-73 ต่อ 5134 (QA.Inspection room)

โทรสาร : (038)959064

1.2 วัตถุประสงค์ของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

- เพื่อนำความรู้และทฤษฎีที่ศึกษามาใช้ในการปฏิบัติงานจริง
- เพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ในการปฏิบัติงานจริง และนำไปใช้ในอนาคตได้
- เพื่อศึกษาระบบการทำงานภายในสถานประกอบการที่ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
- เพื่อเพิ่มทักษะและการเรียนรู้ในการตัดสินใจ การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า การใช้ชีวิตในสังคม ตลอดจนการวางตัวและการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน
- เพื่อนำข้อคิดที่ได้จากความผิดพลาดหรือความบกพร่องในการทำงานไปปรับปรุงแก้ไข

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการสหกิจศึกษา

- ได้เรียนรู้และได้รับประสบการณ์ในการปฏิบัติงานจริงเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์
- ได้นำความรู้และทักษะต่างๆที่ได้ศึกษามาใช้ในการปฏิบัติงาน ตลอดจนการแก้ไขปัญหาต่างๆ
- ได้รู้ถึงข้อผิดพลาดของตัวเองเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะปฏิบัติงานหรือประกอบอาชีพในอนาคต
- ได้เรียนรู้วิธีการทำงาน กฎ ระเบียบ ตลอดจนวัฒนธรรมองค์กรของสถานประกอบการที่ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
- ได้ทราบความถนัดของตนเองมากขึ้น

1.4 รายละเอียดเกี่ยวกับบริษัท

บริษัทฯ ในกลุ่มสมบูรณ์ ได้รับการก่อตั้งและเป็นที่รู้จักในวงการอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์มานานกว่า 40 ปี โดยคุณสมบูรณ์ กิตะพาณิชย์ ได้ริเริ่มและพัฒนาธุรกิจจากการเป็นตัวแทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์อะไหล่ชิ้นส่วนยานยนต์ช่วงล่าง ในชื่อห้างหุ้นส่วนจำกัด ย่งกี่ ที่สี่แยกวรจักร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2484

คุณสมบูรณ์ กิตะพาณิชย์ มีแนวคิดใสการขยายธุรกิจด้วยความเพียรพยายาม ประกอบกับการมองการณ์ไกลและมีความคิดที่จะพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ให้เป็นของตนเอง ดังนั้นในปี

พ.ศ. 2505 จึงได้ก่อตั้งห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงงานแหนบสมบูรณ์สปริง ขึ้นบนเนื้อที่ 10 ไร่ ณ บริเวณสี่แยกบางนา และนับจากนั้นเป็นต้นมา "สมบูรณ์สปริง" คือชื่อที่คุ้นหูและติดปากลูกค้าโดยทั่วไป โดยถือให้ว่า โรงงานแหนบสมบูรณ์สปริง เป็นผู้ผลิตแหนบรถยนต์แห่งเดียวที่เป็นของคนไทยในขณะนั้น

การดำเนินกิจการของห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงงานแหนบสมบูรณ์สปริง ดำเนินไปอย่างมั่นคงด้วยดี และในปี พ.ศ. 2507 ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงงานสมบูรณ์เพลาและเกียร์ ได้รับการก่อตั้งขึ้นด้วยเงินลงทุน 30 ล้านบาท เพื่อขยายกำลังการผลิตไปสู่ชิ้นส่วนอื่นๆ คือเพลาและเกียร์สำหรับเครื่องจักรและรถยนต์ต่างๆ และในปีถัดมาได้ก่อตั้งห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงงานสมบูรณ์ผ้าเบรกและผ้าคลัช เพื่อผลิตผ้าเบรก ผ้าคลัชท์รถยนต์และมอเตอร์ไซด์ โดยคำนึงถึงวงจรการผลิตที่ครบถ้วนและได้รับการดูแลด้านความรู้เรื่องเทคโนโลยีจาก บริษัท เจแปนเบรก จำกัด (ประเทศญี่ปุ่น) ซึ่งนับเป็นการขยายตัวอย่างรวดเร็ว

เมื่อธุรกิจขยาย การจัดการรวมกลุ่มธุรกิจจึงเป็นเรื่องสำคัญ ห้างหุ้นส่วนต่างๆ ได้มีการรวมตัวเข้าเป็นบริษัทฯ ในกลุ่มสมบูรณ์ โดยแยกเป็น 3 กลุ่มธุรกิจด้วยกัน คือ

1. กลุ่มธุรกิจชิ้นส่วนยานยนต์
2. กลุ่มธุรกิจบริษัทร่วมทุน
3. กลุ่มธุรกิจค้าปลีกและอสังหาริมทรัพย์

1. กลุ่มธุรกิจชิ้นส่วนยานยนต์

ด้วยความเชื่อมั่นกว่า 10 ปี ในการสร้างสมประสบการณ์ทางด้านเทคโนโลยีจากฝีมือคนไทย คุณสมบูรณ์ กิตะพาณิชย์ ยังคงมีความมุ่งมั่นในการขยายบริษัทฯในกลุ่มสมบูรณ์ต่อไปอีก และในปี พ.ศ. 2518 บริษัท สมบูรณ์หล่อเหล็กเหนียวอุตสาหกรรม จำกัด จึงได้รับการก่อตั้งขึ้นในบริเวณเดียวกันเพื่อดำเนินการด้านการหล่อเหล็กเหนียว และเหล็กกล้า ประเภทชิ้นส่วนยานยนต์และชิ้นงานส่วนงานต่างๆ ด้วยเงินลงทุน 34 ล้านบาท โดยได้รับการสนับสนุนด้านเทคโนโลยีจาก บริษัท หล่อเหล็กเหนียว นิซิโอกา นาโกย่า จำกัด (ประเทศญี่ปุ่น) และเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดทั้งภายในประเทศและภายนอกประเทศ ในปี พ.ศ. 2520 บริษัท บางกอกสปริงอินดัสเตรียล จำกัด จึงได้รับการก่อตั้งขึ้น บนเนื้อที่กว่า 110 ไร่ บริเวณริมถนนบางนา-ตราด กม.15 ด้วยเงินลงทุน 106 ล้านบาท ภายใต้การสนับสนุนด้านเทคโนโลยีจาก บริษัท มิตซูบิชิสตีล แมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด (ประเทศญี่ปุ่น) เพื่อขยายความสามารถด้านการผลิตสู่สินค้าประเภทอื่นๆ ได้แก่ แหนบสำหรับรถปิ๊กอัพ และรถบรรทุก วาล์ว คอยล์สปริงใหญ่ คอยล์สปริงเล็กและเหล็กกับโครง สำหรับรถปิ๊กอัพ และรถยนต์นั่งส่วนบุคคล นอกจากนี้ได้มีการพัฒนาทางด้านการผลิตผ้าเบรกและผ้าคลัชท์ โดยได้รับการถ่ายทอด เทคโนโลยีการผลิตจาก บริษัท นิชินโบะ (ประเทศญี่ปุ่น)

บริษัทฯ ในกลุ่มสมบูรณ์ ได้มีการขยายธุรกิจ และเพิ่มกำลังการผลิตอย่างไม่หยุดยั้งพร้อมๆ กับการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ ในปี พ.ศ. 2523 บริษัท สมบูรณ์หล่อเหล็กเหนียวอุตสาหกรรม จำกัด จึงได้ ริเริ่มการหล่อเหล็ก FC และ FCD โดยได้รับการสนับสนุนทางด้านเทคโนโลยี

จากบริษัท อาซาฮีเทค คอปอเรชั่น จำกัด (ประเทศญี่ปุ่น) เพื่อให้ทันกับความต้องการของตลาด ซึ่งนับได้ว่าเป็นปีแห่งการเปิดศักราชและวิสัยทัศน์ในการรุกเข้าอุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ของประเทศไทย และหลังจากนั้น 10 ปี ก็ได้ย้ายฐานการผลิตส่วนใหญ่มาไว้ที่บริเวณ ริมถนนบางนา-ตราด กม.15 และในปี พ.ศ.2538 ได้มีการขยายกำลังการผลิตด้านการกลึงขึ้นรูปชิ้นงาน ซึ่งควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ (Computer Neumatic Control)โดยได้รับการสนับสนุนทางด้านเทคโนโลยีจาก บริษัท อิบาร่าเซกิ (ประเทศญี่ปุ่น) เพื่อให้การผลิตของบริษัท สมบูรณ์หล่อเหล็กเหนียวอุตสาหกรรม จำกัด ครบวงจร ทั้งการหล่อเหล็กและการกลึงขึ้นรูปชิ้นงาน ให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปตรงตามความต้องการของลูกค้า

นอกจากนี้การศึกษาค้นคว้าและวิจัย เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตแบบญี่ปุ่น เป็นสิ่งที่เราภาคภูมิใจมาโดยตลอด และประกาศตนเป็นกลุ่มบริษัทที่ผลิตชิ้นส่วนอุตสาหกรรมยานยนต์ให้กับบริษัทประกอบรถยนต์ต่างๆ ด้วยการยึดถือแม่แบบการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพอย่างเข้มงวด โดยได้รับความช่วยเหลือและสนับสนุนด้านเทคนิคการผลิตจากบริษัทชั้นนำต่างๆ ของประเทศญี่ปุ่น

และล่าสุดในปี พ.ศ. 2538 กลุ่มธุรกิจชิ้นส่วนยานยนต์ได้มีการขยายกำลังการผลิตชิ้นส่วนเพื่อความปลอดภัยของยานยนต์ด้วยเทคโนโลยีชั้นสูงที่มีระบบการตรวจสอบคุณภาพด้วยระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมทุกจุดโดยมีพนักงานดูแลเฉพาะจุดที่จำเป็น และแนวคิดการบริหารโรงงานที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมเป็นหลัก บริษัท สมบูรณ์ แอ็ดวานซ์เทคโนโลยี จำกัด จึงได้รับการก่อตั้งขึ้นในบริเวณเดียวกัน ด้วยเงินลงทุน 80 ล้านบาท โดยได้รับการถ่ายทอดทางด้านเทคโนโลยีการปั๊มขึ้นรูปจาก บริษัท โกชู (ประเทศญี่ปุ่น) จำกัด และได้รับการถ่ายทอดทางด้านเทคโนโลยีด้านการกลึงขึ้นรูปจากบริษัท อิบาร่าเซกิ (ประเทศญี่ปุ่น) จำกัด เพื่อผลิตเพลาข้างสำหรับรถปิ๊กอัพและรถบรรทุก โดยมีกำลังการผลิต 60,000 ชิ้นต่อเดือน

2. กลุ่มธุรกิจบริษัทร่วมทุน

เริ่มต้นในปี พ.ศ. 2533 ด้วยการสนับสนุนการส่งเสริมการลงทุนโดยภาครัฐบาล จากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (บี โอ ไอ) ธุรกิจและลู่ทางการลงทุนด้านอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทยมีแนวโน้มด้วยการแข่งขันในระดับชาติดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด กลุ่มธุรกิจบริษัทร่วมทุนของบริษัทฯ ในกลุ่มสมบูรณ์ จึงได้รับการก่อตั้ง และแยกการบริหารออกจากกลุ่มธุรกิจชิ้นส่วนยานยนต์

บริษัท อาซาฮี สมบูรณ์ อลูมิเนียม จำกัด เป็นบริษัทร่วมแรกของกลุ่มสมบูรณ์ ได้รับการก่อตั้งในปี พ.ศ. 2533 ซึ่งเป็นการลงทุนในนามของ บริษัท สมบูรณ์หล่อเหล็กเหนียวอุตสาหกรรม จำกัด กับบริษัท อาซาฮี เทคคอร์ปอเรชั่น จำกัด (ประเทศญี่ปุ่น) ตั้งอยู่ที่ อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ ผลิตอุปกรณ์และชิ้นส่วนยานยนต์ ที่ผลิตจากอลูมิเนียม เช่น ชิ้นส่วนประเภทดายคาสติ้ง และล้อแม็กซ์อลูมิเนียม ต่อมาได้ขยายกำลังการผลิตและพื้นที่โรงงานโดยแยกหน่วยการผลิตล้อแม็กซ์ด้วยอลูมิเนียมไปอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมบางปะกง เขต 2 โดยมีกำลังการผลิตงานหล่อ 4,800 ตันต่อปี และงานล้อแม็กซ์อีก 144,000 ชิ้นต่อปี

ในปี พ.ศ. 2536 บริษัทฯ ในกลุ่มสมบูรณ์เล็งเห็นความเจริญเติบโตในด้านการผลิตแม่พิมพ์อลูมิเนียมโมลด์และได้รับความร่วมมือจาก บริษัท ชิปโป้โมลด์ จำกัด (ประเทศญี่ปุ่น) บริษัท อาซาฮี สมบูรณ์ ชิปโป้โมลด์ จำกัด จึงได้ก่อตั้งขึ้นในบริเวณเดียวกันกับ บริษัทร่วมทุน บริษัทแรกของกลุ่ม

ที่นิคมอุตสาหกรรมฉบัง ซึ่งเป็นอีกบริเวณหนึ่ง ที่กลุ่มโรงงานผลิตชิ้นส่วนอุตสาหกรรมยานยนต์ได้มีการรวมตัวกันขึ้นตามแผนการพัฒนาท่าเรือน้ำลึก ด้านทิศตะวันออกของประเทศไทย เพื่อร่นระยะเวลาและการขนส่งจากตัวเมือง ในปี พ.ศ. 2536 บริษัท อาซาฮี สมบูรณ์ เมททอล จำกัด หนึ่งในบริษัทร่วมทุนของกลุ่มสมบูรณ์ ร่วมกับบริษัท อาซาฮี คอร์ปอเรชั่น จำกัด (ประเทศญี่ปุ่น) ได้รับการก่อตั้งขึ้น บนเนื้อที่ 62,720 ตารางเมตร เพื่อผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทงานหล่อ เช่น เบรกดั๊มท์ เบรกดิสก์ ออยส์ปั๊ม และอื่นๆ โดยมีกำลังการผลิตประมาณ 10,500 ตันต่อปี

ในปี พ.ศ. 2537 บริษัทร่วมทุนในกลุ่มสมบูรณ์ เริ่มให้ความสนใจกับกลุ่มธุรกิจนอกเหนือการผลิตชิ้นส่วนอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยเล็งเห็นโอกาสการลงทุนในด้านอื่นๆ เช่น การก่อตั้ง บริษัท บางกอกแมกเน็ท คอร์ปอเรชั่น จำกัด ที่บริเวณนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง จ.ชลบุรี โดยเป็นการร่วมทุนระหว่าง บริษัท สมบูรณ์หล่อเหล็กเหนียวอุตสาหกรรม จำกัด และบริษัท มิตซูบิชิสติส แมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด (ประเทศญี่ปุ่น) เพื่อผลิต แม่เหล็กซึ่งใช้เป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โดยมีกำลังการผลิต 450 ตันต่อปี และในปีเดียวกัน ที่นิคมอุตสาหกรรมสยามอิสเทอร์นซีบอร์ด จ.ระยอง บริษัท ยามาดะ สมบูรณ์ จำกัด ได้รับการก่อตั้งขึ้นโดยความร่วมมือของบริษัท ยามาดะ เซซะกูโซะ จำกัด (ประเทศญี่ปุ่น) เพื่อผลิต สเตียริ่งเกียร์บ็อกซ์ ออยล์ปั๊ม และวอเตอร์ปั๊ม โดยมีกำลังการผลิต 422,000 ชุดต่อปี

และล่าสุดในปี พ.ศ. 2538 เพื่อการผลิตทรายเคลือบใยแก้ว เพื่อใช้ในการหล่อโลหะ บริษัท สมบูรณ์หล่อเหล็กเหนียวอุตสาหกรรม จำกัด ได้เซ็นสัญญาร่วมกับบริษัท ซิชิโยชิ คอร์ปอเรชั่น (ประเทศญี่ปุ่น) ก่อตั้งบริษัท ซิชิโยชิ สมบูรณ์ โคทเท็ต แซนด์ จำกัด โดยโรงงานตั้งอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมสยามอิสเทอร์นซีบอร์ด และมีกำลังการผลิต 24,000 ตันต่อปี

ปัจจุบันกลุ่มธุรกิจบริษัทร่วมทุน ประกอบด้วย 8 บริษัท ดังต่อไปนี้

1. บริษัท อาซาฮี สมบูรณ์ อลูมิเนียม จำกัด
2. บริษัท อาซาฮี สมบูรณ์ เมททอล จำกัด
3. บริษัท อาซาฮี สมบูรณ์ ชิปโป้โมลด์ จำกัด
4. บริษัท ยามาดะ สมบูรณ์ จำกัด
5. บริษัท เอ็ม เอส เอ็ม (ประเทศไทย) จำกัด
6. บริษัท ซิชิโยชิ โคทเท็ต แซนด์ จำกัด
7. บริษัท นิชินโบะ จำกัด
8. บริษัท สมบูรณ์ โซมิค จำกัด

3. กลุ่มธุรกิจค้าปลีกและอสังหาริมทรัพย์

ด้วยความหลากหลายของโอกาสทางการลงทุนธุรกิจประเภทต่างๆ การขยายกิจการเพื่อรุกเข้าสู่ธุรกิจการค้าอื่นๆ จึงเป็นหนึ่งในโครงการเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในทุกๆ ทางของกลุ่มสมบูรณ์ บริษัท ย่งกี่ (1995) จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทห้างร้านในยุคแรกของบริษัทฯ ในกลุ่มสมบูรณ์ ปัจจุบันยังคงดูแลและทำหน้าที่ทางด้านการตลาดโดยเฉพาะสินค้าและผลิตภัณฑ์จำพวกอะไหล่จากกลุ่มธุรกิจชิ้นส่วนยานยนต์เพื่อจำหน่ายตลาดในประเทศ (After Market) ซึ่งปัจจุบันสั่งซื้อจากกลุ่มต่างๆ ดังนี้

1. ชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ จากบริษัทต่างๆ ในกลุ่มสมบูรณ์
2. ชิ้นส่วนยานยนต์จากบริษัทต่างๆ ที่มีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับในตลาด
3. ชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์จากโรงงานต่างๆ ที่รับผลิตให้ย่งกี่
4. ชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ
5. เครื่องมือ อุปกรณ์ ที่ใช้สำหรับยานยนต์ โดยนำเข้าจากต่างประเทศ

นอกจากนี้ทางบริษัท ย่งกี่ (1995) จำกัด ยังได้ขยายกิจการออกเป็น

บริษัท ออโตโมทีฟ โปรดักส์ อิมปอร์ต แอนด์ เอ็กซ์ปอร์ต เซ็นเตอร์ จำกัด โดยใช้ชื่อย่อว่า APEC เป็นบริษัทที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับการส่งออกอะไหล่ชิ้นส่วนยานยนต์ ทั้งชิ้นส่วนที่ผลิตจากโรงงาน เช่น ผ้าเบรก แหนบรถยนต์ และเพลาข้างรถยนต์

บริษัท อะโกลว์ มาร์เก็ต เอ็กซ์เชนจ์ จำกัด ใช้ชื่อย่อว่า AMEC เป็นบริษัทที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับการนำเข้าและส่งออกสินค้าทั่วไปที่ไม่ใช่ชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ โดยมีกลุ่มเป้าหมายคือตลาด USA / CANADA / EUROPE นอกจากนี้ยังได้ดำเนินธุรกิจในการเป็นตัวแทนผู้ประกอบการระบบแฟรนไชซ์ (Master Franchising) อีกด้วย

ตั้งอยู่เลขที่ 129 หมู่ 2 ถนนบางนา-ตราด กม.15 ต.บางโฉลง อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ 10540 และมีพนักงานรวมกันทั้งสิ้นประมาณ 2,100 คน

ปัจจุบันมีโรงงานในประเทศไทยทั้งหมดดังนี้

ได้แบ่งแยกบริษัทฯในกลุ่มตามผลิตภัณฑ์ออกเป็น 4 บริษัทดังนี้

1. บริษัท สมบูรณ์ แอ๊ดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด (มหาชน)
2. บริษัท บางกอกสปริงอันดัสเตรียล จำกัด
3. บริษัท สมบูรณ์หล่อเหล็กเหนียวอุตสาหกรรม จำกัด
4. บริษัท อินเตอร์เนชั่นแนล แคสติ้ง โปรดักส์ จำกัด

ในส่วนของบริษัท สมบูรณ์ แอ๊ดวานซ์ เทคโนโลยี จำกัด (มหาชน) หรือ (SAT 2) นิคมฯอีสเทิร์นซีบอร์ดนี้ เป็นโรงงานผลิตเพลาข้าง โดยเพิ่มกำลังในการผลิตทุบขึ้นรูป (98 %) และการกลึงไส (29 %) ทดแทนการจ้างบริษัทอื่น ๆ ผลิต เงินลงทุน (445 ล้านบาท) โดยใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ เครื่องมือและเทคโนโลยีที่ทันสมัยจากประเทศญี่ปุ่น

วัตถุประสงค์ของการตั้งโรงงาน

1. ทดแทนการจ้างบริษัทอื่นๆผลิต
2. มีส่วนร่วมในการพัฒนาเศรษฐกิจส่วนรวม
3. ต้องการที่จะผลักดันให้ไทยเป็น "ดีทรอยต์แห่งเอเชีย"

จำนวนพนักงาน : มีทั้งสิ้น 130 คน

วิสัยทัศน์ (VISION)

"มุ่งเป็นผู้นำในการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่ได้มาตรฐานระดับ World Class ด้วยการเพิ่ม คุณค่าของผลิตภัณฑ์ และมีส่วนร่วมต่อสังคม"

To be a leading auto parts manufacturer of world – class standards with an aim to enhance product value and contribute to society.

ได้มาตรฐานระดับ World Class

1. เทคโนโลยี
   - นำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้
2. ความพึงพอใจของลูกค้า
   - ปรับปรุง QCD อย่างต่อเนื่อง
3. ศักยภาพของพนักงาน
   - ปรับปรุงการจัดการทรัพยากรบุคคล
4. การเงิน
   - ปรับโครงสร้างการเงิน
5. การจัดซื้อ
   - หาแหล่งซื้อทั่วโลกและพัฒนาผู้รับจ้างช่วง
6. R & D
   - เริ่มดำเนินงาน R & D
7. สิ่งแวดล้อม
   - ปรับปรุงสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง
8. คุณภาพชีวิต
   - ปรับปรุงความพึงพอใจของพนักงาน
9. ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
   - ตอบสนองความคาดหวังของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

ภารกิจ (MISSION)

มุ่งมั่นที่จะเป็นส่วนสำคัญใน Supply Chain เพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า มีความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยการมีส่วนร่วมของพนักงานทุกคน

We, all of us in SBG, dedicate our efforts to be a highly – valued participant in OEM's and Tier 1 manufacturer's supply chain with total customer satisfaction. In so doing, we continue to ensure our responsibility for the society and the environment

VISION 2007: วิสัยทัศน์ 2550

A SMART Supplier that keeps pace with OEM's strategic development

เป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนที่ "สมาร์ท" ต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงกลยุทธ์ของผู้ประกอบยานยนต์

S: Strategically - minded - สร้างสรรค์และสมบูรณ์ในเชิงกลยุทธ์

M: Managerial – มีการบริหารจัดการที่ดี

A: Agile to respond to customer needs and solve customer's problems

- สามารถตอบสนองความต้องการและแก้ปัญหาของลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว

R: Highly – Recognized and admired by OEM and Tier 1's customers viaeffective CRM

- ลูกค้ายอมรับและชื่นชมด้วยกลยุทธ์ CRM

T: Technology – driven – มีเทคโนโลยีที่ทันสมัย

ปรัชญาการทำงาน

รวมใจมุ่งมั่น	**ร่วมกันก้าวไกล**
สร้างสรรค์สิ่งใหม่	**ใส่ใจลูกค้า**
พัฒนา ยืดหยุ่น	**เน้นคุณภาพชีวิต**

วัฒนธรรมองค์กร

A: ใส่ใจลูกค้า

A1 ยิ้มแย้มแจ่มใส

A2 แก้ปัญหาให้ลูกค้าทันที

A3 ปฏิบัติด้วยความจริงใจ / เต็มใจ

B: มีวินัยทั่วหน้า

B1 ทำตามกฎระเบียบและวิธีการ

B2 ตรงเวลาในการประชุม / สัมมนา

B3 มีมารยาทในการแจ้ง / ลา

C: พัฒนาทีม

C1 ยอมรับฟังความคิดเห็น

C2 ส่งเสริม / สนันสนุนให้ผู้อื่นแสดงความคิดเห็น

C3 พูดคุยในทีมถึงปัญหาและแนวทางการแก้ไข

D: ทำงานรับผิดชอบ

D1 ตั้งใจทำงานสู่เป้าหมาย

D2 แก้ไขปัญหาทันท่วงทีเมื่อพบปัญหา

D3 ยืนหยัดเมื่อประสบปัญหา / อุปสรรค

E: รอบคอบเรื่องคุณภาพ

E1 ทำตามมาตรฐาน

E2 ใช้ข้อเท็จจริง เหตุและผลมาวิเคราะห์

E3 จัดการสาเหตุปัญหา เพื่อมิให้เกิดปัญหาซ้ำ

นโยบายคุณภาพ

บริษัทฯ ในกลุ่มสมบูรณ์ มุ่งมั่นพัฒนาบุคลากรและเทคโนโลยีการผลิตอย่างต่อเนื่อง รวมถึงสร้างสรรค์นวัฒตกรรม เพื่อการผลิตที่มีประสิทธิภาพ ให้ได้สินค้าที่มีคุณภาพที่ดียิ่งขึ้น สามารถสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าสูงสุด

ความมุ่งมั่นในการบริหาร 10 ประการ

1. การบริหารงานโดยมีส่วนร่วม (Participate management)
2. ความเป็นพี่น้อง (Brotherhood)
3. ความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งขององค์กร (Sense of Belonging)
4. ความยืดหยุ่น (Flexibility)
5. การบริหารในระดับสากล (Internationalization)
6. ความยึดมั่นในภาพลักษณ์ (Corporate Image)
7. การพัฒนาเทคโนโลยี (Technology For Worldwide Requirement)
8. การขยายผลิตภัณฑ์ (Product Variety)
9. การบริการจากใจ (Heart of Gold)
10. ความรับผิดชอบต่อสังคม (Green & Clean Concept

ฝ่ายงานหลัก ๆ ของบริษัทฯ ในกลุ่มสมบูรณ์

ฝ่ายงานบุคคล

หน้าที่หลัก

บริหารงานภายในฝ่ายบุคคลและธุรการ ภายใต้นโยบาย และเป้าหมายที่ได้รับมอบหมายจากกรรมการผู้จัดการ โดยควบคุม ดูแลรับผิดชอบงาน สรรหาบุคลากรบริหารค่าจ้าง สวัสดิการ ฝึกอบรม (OJT) แรงงานสัมพันธ์และงานธุรการให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด

1. กำหนดนโยบาย กลยุทธ์และ แนวทางการดำเนินงานของสายงานบุคคลธุรการให้สอดคล้องและบรรลุผลตามนโยบายและแผนธุรกิจของบริษัท รวมทั้งควบคุมและ ติดตามผลการดำเนินงาดังกล่าว

2. กำหนด เปลี่ยนแปลง หรือพัฒนา ระบบงานบริหารงานบุคคล รวมทั้งติดตามผลการดำเนินงานให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3. ควบคุม จัดสรร และบริหารการใช้กำลังคนของสายงาน ทั้งด้าน ปริมาณและคุณภาพให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

4. ควบคุม จัดสรร และบริหารงบประมาณของสายงานให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพภายใต้งบประมาณที่ได้รับอนุมัติ

5. วิเคราะห์วางแผนและควบคุม การสรรหาว่าจ้าง และบริหาร ค่าจ้างให้เป็นไปตามระบบงานที่บริษัทกำหนดอย่างมีประสิทธิภาพ

6. วิเคราะห์วางแผน และควบคุมการสรรหาวสวัสดิการและแรงงานสัมพันธ์ให้เป็นไปตาระบบงานที่บริษัทกำหนดอย่างมีประสิทธิภาพ

7. วิเคราะห์วางแผนและควบคุม การฝึกอบรมให้เป็นไปตามระเบียบงานที่บริษัทกำหนดอย่างมีประสิทธิภาพ วิเคราะห์วางแผน และควบคุม การบริหารงานธุรการให้เป็นไปตามระบบงานที่บริษัทกำหนดอย่างมีประสิทธิภาพ

ฝ่ายงานผลิต

หน้าที่หลัก

บริหารงานภายในฝ่ายผลิตตามที่ได้รับมอบหมาย ภายใต้การกำกับดูแลของผู้จัดการทั่วไป (General Manager) โดยดูแลรับผิดชอบงานบริหารการผลิตและคุณภาพ บริหารต้นทุนให้เป็นไปตามเป้าหมายและนโยบาย

1. กำหนดกลยุทธ์และแนวทางการดำเนินงานในฝ่ายผลิตและบริหาร ติดตามประเมินผลรวมทั้งปรับปรุง กลยุทธ์ และแนวทางดังกล่าวให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด

2. กำหนดแนวทางและพัฒนาบุคลากรในฝ่ายผลิต รวมทั้งพิจารณาอัตรากำลังคนที่เหมาะสม และประเมินผลงานเปรียบเทียบกับเป้าหมายและนโยบายบริษัท

3. จัดทำงบประมาณ บริหารและ ควบคุมงบประมาณที่ได้รับอนุมัติ

4. บริหารและควบคุมการผลิตให้ได้ตามแผนการผลิต

5. กำหนด และพิจารณาแนวทางการลดต้นทุนของฝ่ายผลิต

ฝ่ายงานจัดซื้อ

หน้าที่หลัก

บริหารงานภายในฝ่ายจัดซื้อ ภายใต้นโยบายและเป้าหมายของกรรมการผู้จัดการ โดยดูแลรับผิดชอบงานด้านจัดซื้อภายในประเทศ รวมทั้ง การนำเข้าและส่งออก

1. กำหนดกลยุทธ์และตรวจติดตาม ในการลดราคาซื้อวัตถุดิบและวัสดุสิ้นเปลือง (Supply)
2. กำหนดกลยุทธ์และตรวจติดตามเพื่อให้ได้ผลการ Internal Audit ระบบคุณภาพ QS 9000 ตามนโยบาย
3. กำหนดวิธีการตรวจติดตามเพื่อให้มีการส่งมอบสินค้าจากผู้รับจ้างช่วยให้ได้ผล 100%
4. ควบคุมและตรวจสอบการนำเข้าวัตถุดิบและวัสดุสิ้นเปลืองจากต่างประเทศ
5. ควบคุม จัดสรร และบริหารการใช้งบประมาณให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

ฝ่ายงานวิศวกรรมและรับประกันคุณภาพ

หน้าที่หลัก

บริหารงานภายในฝ่ายวิศวกรรมและรับประกันคุณภาพ ภายใต้เป้าหมายของผู้จัดการทั่วไป โดยดูแลรับผิดชอบงาน วิศวกรรม งานประมาณราคา และงานผลิตตัวอย่างใหม่ รวมทั้งการตรวจสอบคุณภาพ ควบคุมงาน Claim ระบบ QS 9000 ให้ได้เป้าหมายที่กำหนด

1. จัดทำแผนปฏิบัติการตามเป้าหมายและควบคุมการดำเนินงานให้ได้ตามแผน
2. บริหารงานบุคคลในฝ่ายให้สามารถปฏิบัติงานได้ตามเป้าหมายหรือตามแผนงานปฏิบัติ
3. บริหารงบประมาณควบคุมดูแลในการใช้จ่ายต่าง ๆ โดยดูความเหมาะสมในการใช้จ่ายให้อยู่ในงบประมาณ
4. การพัฒนาองค์กรและระบบงาน QS 9000
5. ควบคุมและติดตามผลการเคลมให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด
6. พิจารณาแบบและความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ในการผลิต รวมทั้งการประมาณราคาให้เหมาะสม
7. ผลิตตัวอย่างงานใหม่ให้ได้ตามกำหนด

ฝ่ายงานซ่อมบำรุง

หน้าที่หลัก

บริหารงานภายในฝ่ายซ่อมบำรุง ภายใต้นโยบายของผู้จัดการทั่วไป โดยรับผิดชอบงานวางแผนและติดตามแผนการ ซ่อมบำรุงล่วงหน้า Preventive Maintenance การซ่อมบำรุงเครื่องจักรเฉพาะหน้า ควบคุมค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุง และ การปรับปรุงเครื่องจักรให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น

1. ควบคุมการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ให้เป็นไปตามแผนที่กำหนด

2. กำกับดูแลการปฏิบัติงาน ซ่อมบำรุงเฉพาะหน้า (Machine Brake Down) กำหนดแผนการซ่อมเครื่องจักร (การ Overhaul เครื่องจักร) พัฒนาปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักร ควบคุม จัดสรรและบริหารการใช้กำลังคนของสายงาน ทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพให้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ พัฒนาบุคลากรของพนักงานในสายงานจัดทำ ควบคุม และบริหารการใช้งบประมาณให้เป็นไปอย่าง มีประสิทธิภาพภายใต้งบประมาณที่อนุมัติ

ฝ่ายงานวิจัยและพัฒนา

หน้าที่หลัก

บริหารงานภายในสำนักงานวิจัยและพัฒนาระบบคุณภาพภายใต้การกำกับดูแลของประธานกรรมการบริหาร โดยดูแลรับผิดชอบเกี่ยวกับการควบคุม/ดูแลและวางแผนจัดการ, ตรวจสอบ, พัฒนาและประสานงานการเพิ่มผลผลิตและกิจกรรมคุณภาพทุกประเภทของบริษัทในกลุ่มสมบูรณ์ให้อยู่ในข้อกำหนดตามระบบมาตรฐานที่ได้รับรอง

1. กำหนดแผนงานและควบคุมดูแลให้มีการดำเนินงานตามแผนการพัฒนาระบบคุณภาพอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งการสร้างความเชื่อมั่นในระบบการบริหารคุณภาพให้ กับลูกค้า

2. จัดหาเทคนิคหรือกิจกรรมเข้ามาเพื่อเสริมสร้างให้มีการปรับปรุงรักษาและคงไว้ซึ่งระบบ ISO 9000, QS 9000 หรือระบบอื่น ๆ อย่างต่อเนื่อง

3. วางแผนและควบคุมให้แต่ละบริษัทในกลุ่มสมบูรณ์และฝ่ายบริหาร ส่วนกลางมีการปฏิบัติตามระบบ ISO 140001 และการประหยัด พลังงานตามกฎหมาย

4. หาแหล่งเทคโนโลยีและเงินทุนสนับสนุนการประหยัดพลังงานวางแผน

5. ควบคุม/ดูแล วางแผนและผลักดัน ให้มีการดำเนินการเพิ่มผลผลิต ตามนโยบายและเป้าหมายของบริษัทในกลุ่มสมบูรณ์

6. ศึกษาหาเทคโนโลยีเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาการดำเนินโครงการ เพิ่มผลผลิต

7. กำหนด, วางแผนและควบคุมให้มีการปฏิบัติงานด้านการวิจัยและพัฒนาตามนโยบาย

8. หาแหล่งเทคโนโลยีเพื่อถ่ายทอด งานด้านการวิจัยและพัฒนา

9. กำหนด, ควบคุมและติดตามงานเอกสารของฝ่ายให้เป็นไปตามนโยบายและเป้าหมาย

1.5 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งที่ได้รับมอบหมาย : ผู้ช่วยวิศวกรแผนกรับประกันคุณภาพ

ลักษณะงาน : 1) ฝึกปฏิบัติงานในแผนกรับประกันคุณภาพ

2) ศึกษาและวิเคราะห์การควบคุมคุณภาพจากแผนผังควบคุม

3) งานอื่นๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

1.6 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

พนักงานที่ปรึกษา ชื่อ-นามสกุล: นายเสน่ห์ โสประดิษฐ์ Quality Assurance Foreman

1.7 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

ตั้งแต่วันที่ 21 เมษายน 2551 ถึงวันที่ 8 สิงหาคม 2551

1.8 หัวข้อรายงานที่ได้รับมอบหมาย

"การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ" (Process Capability Analysis)

1.8 วัตถุประสงค์ของการทำรายงาน

- ทราบถึงการสร้าง การตีความหมาย และการประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุม
- ทราบแนวทางการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการและการตีความหมาย
- ทราบถึงแนวคิด การสร้างและการประยุกต์ใช้แผนการดำเนินการเมื่อเกิดความผิดปกติ
- ทราบถึงความสัมพันธ์ของการควบคุมกระบวนการทางสถิติกับการออกแบบและพัฒนากระบวนการใหม่

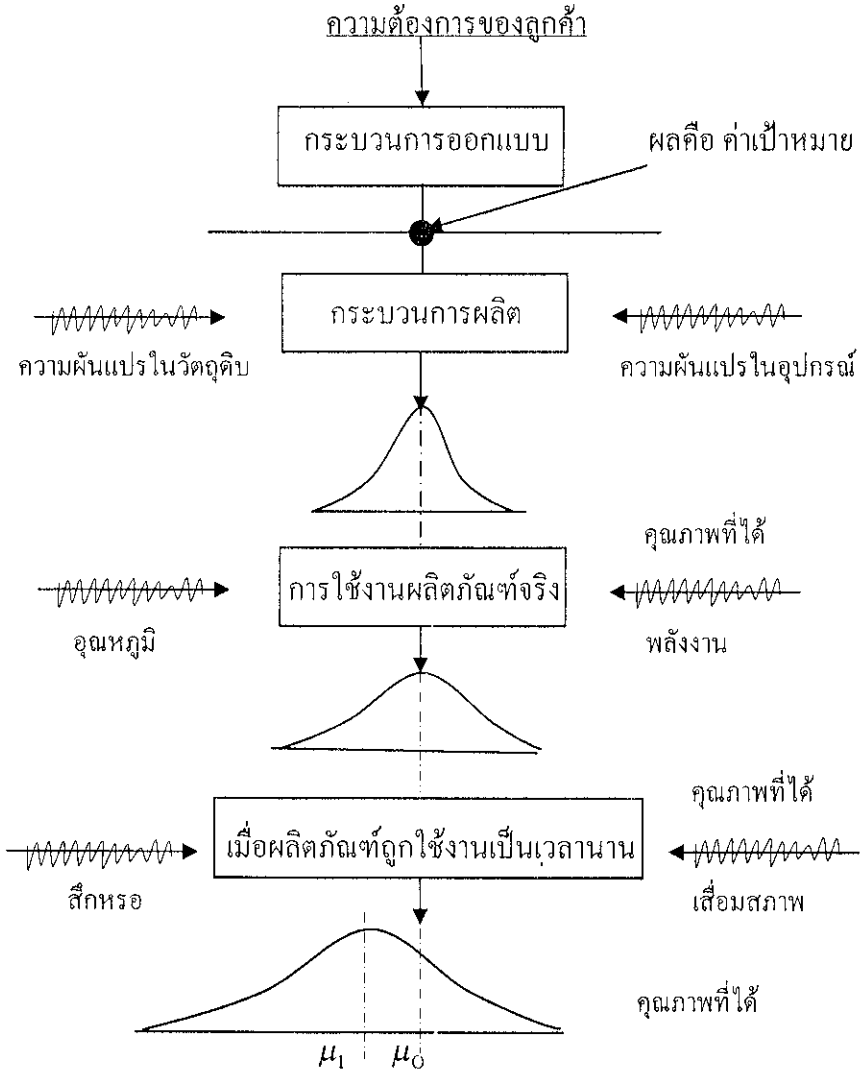
บทที่ 2

กระบวนการผลิตและแผนภูมิควบคุม

ความผันแปรในคุณภาพของสินค้าและบริการ

Dr. Taguchi กล่าวว่าความผันแปรในการทำหน้าที่ของสินค้าและบริการ มีต้นกำเนิดมาจากสาเหตุ 3 อย่าง คือ:

1. ความผันแปรอันเนื่องมาจากกรรมวิธีการผลิต (variational noise) : หมายถึงความผันแปรในกระบวนการผลิตเองที่ทำให้เกิดความผันแปรในลักษณะคุณภาพของสินค้าและบริการ
2. ความเปลี่ยนแปลงภายนอก (outer noise) : หมายถึงความเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมต่างๆที่อยู่โดยรอบในขณะใช้สินค้า หรือให้บริการ สิ่งเหล่านี้ได้แก่ อุณหภูมิ, ความชื้นของอากาศ, ฝุ่นผง, และความสั่นสะเทือน เป็นต้น
3. ความเปลี่ยนแปลงภายใน (inner noise) : หมายถึงความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสินค้าและบริการตามกาลเวลา เช่น การสึกหรอในชิ้นส่วนของรถยนต์ และการขาดความกระตือลือล้นในการให้บริการ เป็นต้น



รูปที่2.1 แสดงสาเหตุของความแปรผันในคุณภาพของสินค้า

ในรูปที่2.1 แสดงให้เห็นถึงสาเหตุของความผันแปรในคุณภาพของสินค้าเริ่มต้นจากจุดแรกของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (product development) คือการออกแบบ ในขั้นนี้จะมีการพิจารณากำหนดพารามิเตอร์ต่างๆ (ลักษณะคุณภาพ) ของผลิตภัณฑ์ ผลก็คือได้ค่าเป้าหมายกลางๆ (nominal value) ของคุณภาพสินค้า ; จากนั้นในขณะที่สินค้าอยู่ระหว่างการผลิต ความไม่แน่นอนในคุณสมบัติของวัสดุ และความผันแปรในอุปกรณ์การผลิต ทำให้เกิดความผันแปรในคุณภาพของผลผลิต ตรงนี้จะเห็นได้ว่าลักษณะคุณภาพเริ่มมีรูปแบบของการแจกแจงขึ้นมาแล้วโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับค่าเป้าหมายของการออกแบบ เมื่อนำไปใช้งาน ความผันแปรในการทำหน้าที่ของสินค้าจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากได้รับผลกระทบจากปัจจัยทั้งหลายที่อยู่โดยรอบ และเมื่อใช้งานนานเข้าการสึกหรอและความเสื่อมสภาพของชิ้นส่วนต่างๆเป็นสิ่งที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ การทำงานของสินค้าจึงคลาดเคลื่อนไปจากที่ได้กำหนดไว้แต่แรก นั่นคือค่าเฉลี่ยของลักษณะคุณภาพจะไม่อยู่ที่ค่าเป้าหมายอีกต่อไป

เราสามารถขจัดสาเหตุของความผันแปรทั้งสามชนิดได้มากที่สุดในขณะออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาเหตุ 2 ชนิดหลัง ถ้าผ่านพ้นขั้นตอนของการออกแบบแล้วเราไม่สามารถแก้ไขอะไรได้ทั้งสิ้น เพราะฉะนั้นการออกแบบจึงเป็นขั้นตอนของการควบคุมและปรับปรุงคุณภาพที่สำคัญที่สุด ส่วนสาเหตุชนิดแรกนั้น นอกจากจะขึ้นอยู่กับการออกแบบผลิตภัณฑ์และกรรมวิธีการผลิตแล้ว ยังขึ้นอยู่กับการติดตามการทำงานของกระบวนการผลิตด้วย ถ้ากระบวนการผลิตมีความสามารถ และทำงานได้เป็นปกติดี เราก็แน่ใจว่าคุณภาพของผลผลิตจะอยู่ในช่วงที่กำหนด

<u>ความผันแปรของกระบวนการผลิต</u>

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการควบคุมคุณภาพได้จัดประเภทของความผันแปรของกระบวนการผลิตไว้เป็น 2 ประเภทคือ

1. ความผันแปรอันเนื่องมาจากสาเหตุพิเศษ (special causes) เป็นความผันแปรที่เกิดขึ้นกับกระบวนการผลิตเป็นช่วงๆ ในลักษณะที่ยากที่จะคาดคะเนได้ ส่วนใหญ่แล้วเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยการผลิต ความผันแปรนี้เป็นตัวรบกวนการทำงานตามปกติของกระบวนการผลิต แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเกิดขึ้นคนงานที่ทำงานใกล้ชิดกับกระบวนการผลิตสามารถค้นหาสาเหตุได้พบและขจัดออกไปได้เป้าหมายของการควบคุมกระบวนการผลิตก็คือเพื่อขจัดสาเหตุพิเศษทั้งหลายในกระบวนการผลิต
2. ความผันแปรที่เกิดจากสาเหตุธรรมดา (common causes) เป็นสาเหตุที่เกิดขึ้นกับทุกกระบวนการผลิต Dr. Deming กล่าวว่าในกระบวนการผลิตแต่ละชนิด มีความผันแปรที่เกิดจากสาเหตุนี้ประมาณ 80-85% การขจัดความผันแปรประเภทนี้ออกไปอยู่ในความรับผิดชอบของฝ่ายบริหาร

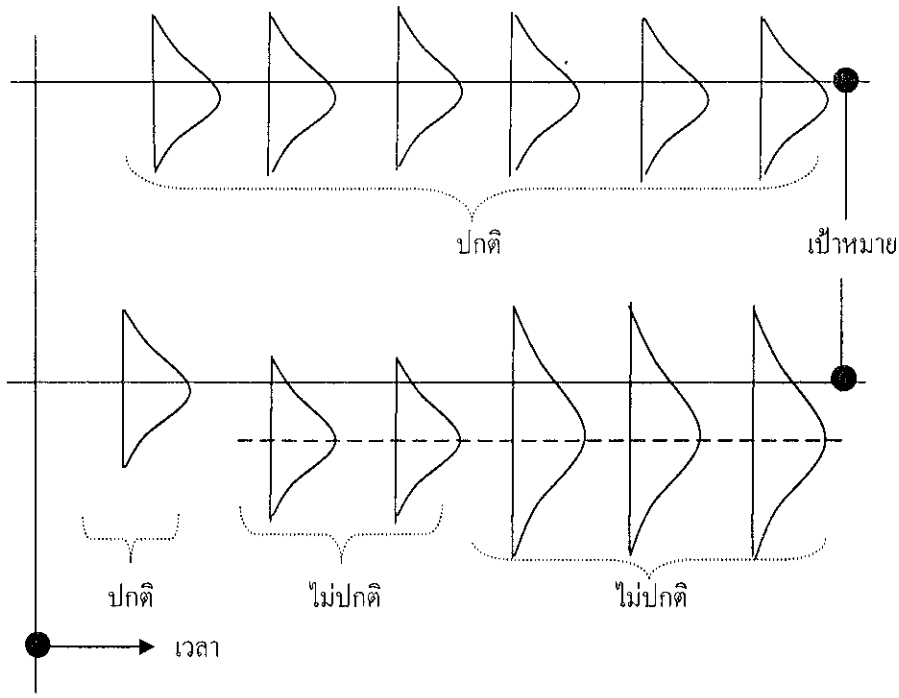
<u>กระบวนการผลิต "อยู่ภายใต้การควบคุม" และ "ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม"</u>

ในขณะที่กระบวนการผลิตดำเนินไปในภาวะที่ไม่มีสาเหตุพิเศษเกิดขึ้น ความผันแปรที่เกิดจะเป็นความผันแปรตามธรรมชาติของกระบวนการผลิตขณะนั้น เราเรียกสภาวะเช่นนี้ว่ากระบวนการผลิต "อยู่ภายใต้การควบคุม" ในเชิงสถิติ (in control หรือ under control หรือ stable) ที่

จุดนี้ เราสามารถคาดคะเนพฤติกรรมของกระบวนการผลิตได้ด้วยความมั่นใจระดับหนึ่ง เช่น สามารถประมาณค่า พารามิเตอร์ของกระบวนการผลิตได้ด้วยความเชื่อมั่นที่กำหนด

แต่ถ้าเมื่อใดมีสาเหตุพิเศษเกิดขึ้นกับกระบวนการผลิต กระบวนการผลิตจะ "ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม" (out of control หรือ unstable) ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่คงที่เพราะฉะนั้น เราจึงไม่สามารถคาดคะเนพฤติกรรมของกระบวนการผลิตได้

การควบคุมกระบวนการผลิตเป็นความพยายามที่จะทำให้กระบวนการผลิต "อยู่ภายใต้การควบคุม" ตลอดเวลา นั่นคือถ้าเมื่อใดมีสัญญาณบอกว่ามีสาเหตุพิเศษเกิดขึ้นกับกระบวนการผลิต ก็ต้องมีการค้นหาสาเหตุนั้นให้พบ แล้วขจัดออกไปจากกระบวนการผลิต เพื่อความสะดวกในการเรียกสภาวะทั้งสองของกระบวนการผลิตในบางครั้งจะใช้คำว่า "ปกติ"และ "ไม่ปกติ" แทนคำว่า "อยู่ภายใต้การควบคุม" และ "ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม" ในรูป2.2 แสดงสภาวะปกติและไม่ปกติของกระบวนการผลิต โดยสมมุติว่ากระบวนการผลิตมีการแจกแจงปกติ

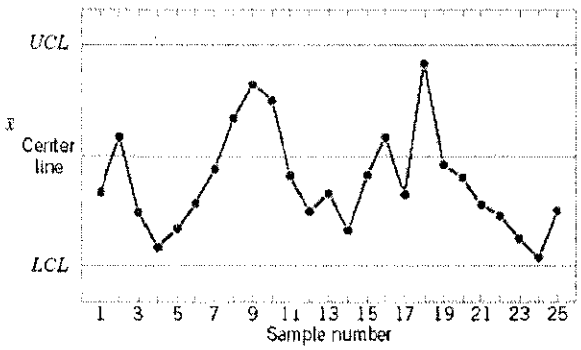


รูปที่ 2.2 สภาวะปกติและไม่ปกติในการผลิต

<u>แผนภูมิควบคุม (Control charts)</u>

ในปี 1924 , Dr. Walter A Shewhart เสนอแนะวิธีการควบคุมกระบวนการผลิตแบบประหยัดด้วยเทคนิคทางสถิติโดยใช้แผนภูมิควบคุม ระยะแรกแนวความคิดนี้ไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร ต่อมาในปี 1932 , Dr. Shewhart ได้รับเชิญไปบรรยายที่ University College (London) ที่ประเทศอังกฤษ ผลก็คือ เทคนิคการควบคุมกระบวนการผลิตดังกล่าว ได้รับการยอมรับจากนักวิจัยสถิติและอุตสาหกรรมของอังกฤษเป็นอย่างดี นับว่าเป็นแรงกระตุ้นครั้งแรกที่มีต่ออุตสาหกรรมอเมริกันในการใช้แผนภูมิควบคุม แต่การใช้งานในอเมริกาก็ยังคงอยู่ในวงแคบ จนกระทั่ง หลังจากญี่ปุ่นนำไปใช้ (เริ่มในราวปี 1950 กว่าๆ) แล้วประสบผลสำเร็จ อุตสาหกรรมอเมริกาถึงได้ตื่นตัวและหันมาให้ความสนใจต่อเทคนิคที่กำเนิดในประเทศของตนนี้อย่างจริงจัง

หลักการพื้นฐานของแผนภูมิควบคุมก็คือ ความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมของความผันแปรตามธรรมชาติของกระบวนการผลิต (natural หรือ chance variations) ถ้าข้อมูลจากกระบวนการผลิตมีการแจกแจงเหมือนกับโมเดลมาตรฐานแบบใดแบบหนึ่ง ก็น่าจะเชื่อได้ว่าความผันแปรในกระบวนการผลิตดังกล่าว เป็นความผันแปรตามธรรมดาหรือตามธรรมชาติของกระบวนการผลิตโดยปราศจากความผันแปรที่เกิดจากสาเหตุพิเศษอื่นๆมาเกี่ยวข้อง และนี่ก็คือกระบวนการผลิตในสภาวะปกติหรือ "อยู่ภายใต้การควบคุม" แต่ ถ้าความผันแปรของกระบวนการผลิตไม่เป็นไปตามนั้น, ก็ถือว่ากระบวนการผลิตปกติหรือ "ไม่อยู่ในการควบคุม" แผนภูมิควบคุมจะอาศัยหลักสถิติและความน่าจะเป็นกำหนดเงื่อนไขสำหรับตัดสินสภาวะของกระบวนการผลิต



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะของแผนภูมิควบคุม

ในรูปที่ 2.3 แสดงลักษณะของแผนภูมิควบคุมซึ่งมีแกนตั้งเป็นแกนของค่าเฉลี่ยที่เราพิจารณา แกนนอนเป็นแกนของเวลา (หรืออาจใช้เป็นแกนของลำดับตัวอย่างก็ได้)
เส้นระดับสามเส้นคือ "ขอบเขตควบคุมบน" (upper control limit, UCL) "ขอบเขตควบคุมล่าง" (lower control limit, LCL) และเส้นกึ่งกลาง (central line, CL)

ค่าสถิติ (sample statistic) ที่พิจารณานั้นอาจเป็นค่าเฉลี่ย, พิสัย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, หรือ ฯลฯ สมมุติในที่นี้ว่า ค่าสถิติคือ $\bar{\theta}$ และ $\bar{\theta}$ มีการแจกแจงปกติ ดังนั้นถ้ามีตัวอย่างจากกระบวนการผลิตหลายๆตัวอย่าง เราก็สามารถประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร (μ_θ) ได้ เส้นกึ่งกลางของแผนภูมิจะอยู่ที่ค่าประมาณนี้

เมื่อทราบค่าประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และรูปแบบการแจกแจงของค่าสถิติแล้ว เราก็สามารถที่จะกำหนดของเขตของความผันแปรของค่าสถิติ ($\bar{\theta}$) เพื่อให้ค่าสถิติที่มาจากประชากรซึ่งมี μ_θ เป็นค่าเฉลี่ยนี้ มีโอกาสที่จะอยู่นอกขอบเขตด้านใดด้านหนึ่งเพียง 1 ใน 1,000 ครั้ง หรือ 0.001 เท่านั้น ขอบเขตดังกล่าวก็คือ ขอบเขตควบคุมบนและขอบเขตควบคุมล่าง ในอเมริกานิยมใช้ขอบเขตควบคุมบนหรือล่างอยู่ห่างจากค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3 เท่าของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) หรือเขียนเป็นสัญลักษณ์ว่า $\pm 3\sigma$ ดังนั้นเราอาจเรียกขอบเขตควบคุมทั้งสองรวมกันว่า "ขอบเขตควบคุมสามซิกมา" (3-sigma control limits)

แผนภูมิควบคุมเป็นเครื่องมือสำหรับ

1. ชี้ให้เห็นว่าสภาวะที่กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมเชิงสถิติเป็นเช่นไร

2. นำไปสู่สภาวะนั้น
3. ทำหน้าที่ตัดสินว่ายังคงอยู่ในสภาวะดังกล่าวหรือไม่

ถ้าหากตัวอย่างจากกระบวนการผลิตทุกตัวอย่างต่อเนื่องกันมีค่าสถิติที่ทำให้จุดพล็อตในแผนภูมิอยู่ภายในขอบเขตควบคุม และจุดพล็อตเหล่านั้นไม่มีลักษณะเรียงกันเป็นแนวโน้มอยู่ข้างใดข้างหนึ่งของเส้นกลาง, หรือวิ่งจากข้างบนลงข้างล่าง, หรือจากข้างล่างขึ้นข้างบนแล้ว เราอาจกล่าวได้ว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมในระดับหนึ่งเท่าที่มีข้อมูลอยู่ ขณะนี้เราสามารถประมาณค่าเป้าหมายหรือค่าเฉลี่ยของประชากรจากค่าสถิติหรือจุดพล็อตในแผนภูมิ ถ้าหากว่าค่าเป้าหมายที่ได้ยังไม่เป็นที่พอใจของฝ่ายบริหาร ก็จำเป็นจะต้องลดความผันแปรของกระบวนการผลิตลงจนกระทั่งถึงจุดที่กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมในระดับที่พอใจ นี่คือการใช้แผนภูมิควบคุมเป็นตัวชี้ให้เห็นความปกติของกระบวนการผลิตที่ฝ่ายบริหารต้องการ การใช้แผนภูมิควบคุมในลักษณะนี้เรียกว่า ใช้แบบ "ไม่มีมาตรฐานกำหนด" (no standard given)

ในบางครั้งฝ่ายบริหารอาจกำหนดเป้าหมายของกระบวนการผลิตให้ ในกรณีนี้ข้อมูลที่ผ่านมาจะถูกนำมาพล็อตลงในแผนภูมิ สาเหตุใดที่ทำให้เกิดจุดที่อยู่นอกขอบเขตควบคุมในด้านที่ทำให้กระบวนการผลิตห่างออกจากเป้าหมายจะได้รับการแก้ไข ส่วนสาเหตุที่ทำให้กระบวนการผลิตมีแนวโน้มเข้าหาเป้าหมายก็พยายามให้เกิดขึ้นเรื่อยๆ ในที่สุดกระบวนการผลิตก็จะถูกนำมาอยู่ในการควบคุมเชิงสถิติในระดับที่ต้องการ การใช้แผนภูมิควบคุมในลักษณะนี้เรียกว่า ใช้แบบ "มีมาตรฐานกำหนด" (standard given)

นอกจากเราจะใช้แผนภูมิควบคุมในสองลักษณะดังกล่าวแล้ว เรายังสามารถใช้สำหรับทดสอบสมมุติฐานว่า ที่ขณะใดขณะหนึ่งของการผลิตนั้น ค่าเป้าหมายของการควบคุมได้เปลี่ยนแปลงไปแล้วหรือไม่ นี่คือการนำค่าสถิติใหม่ๆจากกระบวนการผลิตมาพล็อตลงในแผนภูมิ เมื่อใดที่มีจุดพล็อตอยู่ในขอบเขตควบคุมอย่างสม่ำเสมอ และมีการกระจายของจุดเป็นแบบสุ่ม (random) เราก็ถือว่า กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม ตรงนี้Dr. Shewhart เน้นว่า การที่จะตัดสินใจว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมเชิงสถิติ จะต้องรอให้เหตุการณ์เช่นนั้น เกิดขึ้นเป็นเวลานานพอที่จะผลิตสินค้าออกมาพอสมควร นี่คือการนำแผนภูมิไปใช้ควบคุมการผลิตในปัจจุบัน มีข้อควรสังเกตอย่างหนึ่งสำหรับการใช้แผนภูมิในลักษณะนี้คือ ถ้าไม่มีจุดตกนอกขอบเขตควบคุมไม่ได้หมายความว่าไม่มีสาเหตุความผันแปรพิเศษเกิดขึ้น แต่หมายถึงว่าเรามีเหตุผลเพียงพอที่จะเชื่อว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมและไม่คุ้มค่ากับการที่จะไปค้นหาสาเหตุความผันแปรชนิดพิเศษในกระบวนการผลิต แต่ถ้ามีจุดตกนอกขอบเขตควบคุม หรือ จะพล็อตไม่เป็นแบบสุ่ม ก็ถือว่ามีเหตุผลเพียงพอและคุ้มค่ากับการที่จะค้นหาสาเหตุของความผิดปกติของกระบวนการผลิต

อาจกล่าวได้ว่าการใช้แผนภูมิควบคุมการผลิตในปัจจุบัน ก็คือการทดสอบสมมุติฐานทางสถิติอย่างหนึ่ง แต่มีข้อแตกต่างกันตรงที่การทดสอบสมมุติฐานด้วยแผนภูมิควบคุมมีแกนของเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังจะเห็นได้ว่า การปฏิเสธหรือ ไม่ปฏิเสธสมมุติฐานว่าง นอกจากจะอาศัยค่าวิกฤต (ซึ่งก็คือขอบเขตควบคุม)แล้ว ยังอาศัยลักษณะการเรียงของจุดพล็อต

ชนิดของแผนภูมิควบคุม

เนื่องจาก Dr. Shewhart เป็นผู้พัฒนาแผนภูมิควบคุมขึ้นมา ดังนั้นจึงมีผู้เรียกแผนภูมิควบคุมว่า Shewhart Control Charts แต่ในปัจจุบันมักเรียกสั้นๆว่า Control Chart หรือแผนภูมิควบคุม มีแผนภูมิควบคุมอยู่หลายชนิดที่ใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม แผนภูมิเหล่านี้จัดเป็นประเภทได้สองประเภทใหญ่ๆตามชนิดของตัวแปรคือ

1. แผนภูมิควบคุมเชิงแปรผัน (Variables Control Charts): เป็นแผนภูมิสำหรับใช้กับลักษณะคุณภาพที่เป็นตัวแปรต่อเนื่อง ตัวอย่างของแผนภูมิที่อยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$-Chart), แผนภูมิควบคุมพิสัย (R-Chart) และแผนภูมิควบคุมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S-Chart) เป็นต้น
2. แผนภูมิควบคุมเชิงคุณลักษณะ (Attributes Control Charts): เป็นแผนภูมิที่ใช้กับลักษณะคุณภาพซึ่งไม่สามารถวัดค่าเป็นตัวเลขต่อเนื่องได้ (Discrete Variables) ต้องอาศัยการนับจำนวน เช่น จำนวนของเสียในล็อต และจำนวนจุดบกพร่องในรถยนต์ เป็นต้น แผนภูมิที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p-Chart), แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (np-Chart), และแผนภูมิควบคุมจำนวนจุดเสีย (C-Chart and U-Chart)

การใช้แผนภูมิควบคุมกระบวนการผลิต

การใช้แผนภูมิควบคุมเป็นกิจกรรมที่ต้องมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องเริ่มจากจุดพล็อต, ถ้าพบว่ามีจุดพล็อตตกนอกของเขตควบคุมก็ต้องมีการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เหตุการณ์เช่นนั้น เมื่อพบแล้วก็ต้องแก้ไขด้วยความรู้และเทคโนโลยีที่มีอยู่จากนั้นก็ต้องปรับปรุงขอบเขตควบคุมใหม่ กิจกรรมเหล่านี้จะดำเนินไปจนกระทั่งถึงระดับการผลิตซึ่งเป็นที่น่าพอใจ การควบคุมคุณภาพที่ระดับการผลิตดังกล่าวจึงเกิดขึ้นและเมื่อความผันแปรธรรมชาติที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเพื่อหาวิธีลดความผันแปรลง การปรับปรุงคุณภาพจึงเกิดขึ้นอีก วัฏจักรเช่นนี้จะต้องเกิดขึ้นไปเรื่อยๆ ถ้าเราต้องการให้สินค้าสามารถอยู่รอดในตลาดของการแข่งขันได้

แผนภูมิควบคุมเชิงแปรผัน

แผนภูมิค่าเฉลี่ยและแผนภูมิพิสัย($\overline{X}$-Chart and R -Chart)

แผนภูมิควบคุมเชิงแปรผัน (Variables Control Charts) ที่ใช้กันแพร่หลายที่สุดคือ แผนภูมิค่าเฉลี่ย (Average Chart หรือ $\overline{X}$-Chart) และแผนภูมิพิสัย (Range-Chart หรือ R-Chart) แผนภูมิชนิดแรกควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต ส่วนชนิดหลังควบคุมการกระจาย

เราสามารถใช้แผนภูมิทั้งสองกับค่าวัดลักษณะคุณภาพที่มีการแจกแจงใดๆก็ได้เพราะอย่างน้อยที่สุดค่าเฉลี่ยและค่าวัดการกระจายเป็นคุณสมบัติทั่วๆไปของการแจกแจงทุกอย่าง แต่ถ้าหากว่าลักษณะที่ศึกษามีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ด้วยแล้ว เมื่อทราบค่าเฉลี่ยและค่าวัดการกระจายจากแผนภูมิ, เราอาจนำไปพิจารณาร่วมกับข้อกำหนดของลักษณะคุณภาพ (Specifications) ทำให้สามารถประมาณสัดส่วนของประชากรผลผลิตที่มีลักษณะคุณภาพไม่อยู่ภายในข้อกำหนดได้

ตามปกติการวัดค่าการกระจายของข้อมูล นิยมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation) แต่ถ้าข้อมูลจำนวนน้อย (ตัวอย่างขนาดเล็ก) การประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากพิสัยของตัวอย่างจะให้ค่าไม่แตกต่างจากการประมาณ โดยคำนวณจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างโดยตรง อีกทั้งการใช้พิสัยมีข้อดีกว่าตรงที่คำนวณได้ง่ายและรวดเร็วกว่า ประกอบกับแผนภูมิแปรผันมักใช้ตัวอย่างขนาดเล็ก (nα 4 – 5) ด้วยเหตุนี้แผนภูมิพิสัยจึงได้รับความนิยมมากกว่าแผนภูมิส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation Chart, S-Chart)

อันที่จริงถึงแม้ว่าจะได้แบ่งประเภทของความผันแปรในกระบวนการผลิตออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังได้กล่าวถึงไปแล้ว แต่ถ้าพิจารณาถึงความแตกต่างกันของกระบวนการผลิต จะเห็นได้ว่าความผันแปรทั้งสองประเภทนั้นยังขึ้นอยู่กับ ชนิด, อายุการใช้งาน, การออกแบบ, และวัตถุดิบของกระบวนการผลิตด้วย ดังจะเห็นได้ว่าเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตที่ต้องอาศัยแรงงานคนมากจะมีความผันแปรมากกว่าเครื่องจักรที่เป็นแบบกึ่งอัตโนมัติหรือแบบอัตโนมัติ เครื่องจักรเก่าย่อมมีความเที่ยงตรง (Precision) น้อยกว่าเครื่องจักรใหม่ ความผันแปรจึงมากกว่า เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ทำให้เกิดความแตกต่างกันในจุดมุ่งหมายเฉพาะของการใช้แผนภูมิควบคุม ตัวอย่างเช่น

- ใช้แผนภูมิเพื่อควบคุมกระบวนการผลิต โดยใช้เป็นเครื่องคอยบอกว่าเมื่อใดควรตรวจสอบความไม่ปกติของกระบวนการผลิต และเมื่อใดควรปล่อยให้กระบวนการผลิตทำหน้าที่ไปตามปกติ
- ใช้แผนภูมิเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับสมรรถนะของกระบวนการผลิต (Process Capability) ซึ่งเป็นพื้นฐานในการตั้งข้อกำหนด (Specification) ของลักษณะคุณภาพของผลผลิต, หรือเป็นพื้นฐานใน
- การเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดที่มีอยู่เดิม, หรือปรับปรุงกระบวนการผลิต
- ใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจรับวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนจากตัวแทนจำหน่าย, หรือใช้ในการตรวจรับผลผลิตในระหว่างขั้นตอนของการผลิต, หรือ ก่อนที่จะส่งไปให้ลูกค้า เป็นต้น

<u>ขอบเขตควบคุมของแผนภูมิค่าเฉลี่ยและแผนภูมิพิสัย</u>

ขอบเขตควบคุมของแผนภูมิควบคุมจะมีรูปแบบเหมือนๆกันกล่าวคือ เท่ากับ (ค่าประมาณพารามิเตอร์) (± 3) × (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าสถิติ) ถ้าเป็นกรณีที่มีมาตรฐานกำหนด (Standard Given) เช่น กำหนดค่าเฉลี่ยหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรให้, ขอบเขตควบคุมจะต้องยึดค่าที่กำหนดให้เป็นหลักในการคำนวณ ซึ่งขอบเขตควบคุมและเส้นกึ่งกลางของทั้งสองกรณีสรุปได้ดังนี้

<u>กรณีไม่มีมาตรฐานกำหนด:</u>

➢ แผนภูมิค่าเฉลี่ย:

$$CL_{\bar{X}} = \overline{\overline{X}} = \left(\sum_{i=1}^{g} \overline{X}\right) \bullet \left(1/g\right) \qquad ; g = \text{จำนวนตัวอย่าง}$$

$$UCL_{\bar{X}} \text{ และ } LCL_{\bar{X}} = \overline{\overline{X}} \pm 3\sigma_{\bar{X}} = \overline{\overline{X}} \pm 3 \bullet \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$UCL_{\bar{X}} \text{ และ } LCL_{\bar{X}} = \overline{\overline{X}} \pm 3 \bullet \frac{\overline{R}}{d_2 \bullet \sqrt{n}} \qquad ; n = \text{ขนาดตัวอย่าง}$$

$$\therefore\ UCL_{\bar{X}} = \overline{\overline{X}} + A_2 \bullet \overline{R}$$

และ $LCL_{\bar{X}} = \overline{\overline{X}} - A_2 \bullet \overline{R}$

ค่า $\overline{\overline{X}}$ คือค่าประมาณค่าเฉลี่ยของประชากร

ข้อสังเกตอย่างหนึ่งคือ ในที่นี้ใช้วิธีประมาณ σ ของประชากรจาก $\overline{R}$ ส่วนค่าตัวคูณ d_2, A_2 และตัวคูณอื่นๆ

ขนาดกลุ่มย่อย (n)	A_2	d_2	D_3	D_4
2	1.880	1.128	★	3.267
3	1.023	1.693	★	2.574
4	0.729	2.059	★	2.282
5	0.577	2.326	★	2.114
6	0.483	2.534	★	2.004
7	0.419	2.704	0.076	1.924
8	0.373	2.847	1.360	1.864

ตารางที่ 2.1 ตารางแฟคเตอร์สำหรับแผนภูมิควบคุม

➢ แผนภูมิพิสัย:

$$CL_R = \overline{R} = \left(\sum_{i=1}^{g} R_i\right) \bullet \left(1/g\right)$$

UCL_R และ LCL_R $\overline{R} = \overline{R} + 3 \bullet \sigma_R = \overline{R} + 3 \bullet (d_3 \bullet \sigma)$

$$UCL_R \text{ และ } LCL_R \ \overline{R} = \overline{R} + 3 \bullet \left(\frac{d_3 \overline{R}}{d_2}\right) = \left(1 + \frac{3d_3}{d_2}\right) \bullet \overline{R}$$

$$UCL_R = D_4 \bullet \overline{R}$$

$$LCL_R = D_3 \bullet \overline{R}$$

<u>กรณีมีมาตรฐานกำหนด</u>: ต้องการควบคุมให้ค่าเฉลี่ยของประชากรอยู่ที่ $\overline{\overline{X}}_0$ และให้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ σ_0 ขอบเขตควบคุมของแผนภูมิทั้งสองหาได้ดังนี้

➢ แผนภูมิค่าเฉลี่ย:

$$CL_{\bar{X}} = \overline{\overline{X}}_0$$

$$UCL_{\bar{X}} \text{ และ } LCL_{\bar{X}} = \overline{\overline{X}}_0 + 3\frac{\sigma_0}{\sqrt{n}}$$

$$UCL_{\bar{X}} = \overline{\overline{X}} + A \bullet \sigma_0$$

$$LCL_{\bar{X}} = \overline{\overline{X}} - A \bullet \sigma_0$$

➢ แผนภูมิพิสัย:

$$CL_R = R_0 = d_2 \bullet \sigma_0$$

$$UCL_R \text{ และ } LCL_R = d_2 \bullet \sigma_0 \pm 3 \bullet (d_3 \bullet \sigma_0)$$

$$UCL_R = D_2 \bullet \sigma_0$$

$$LCL_R = D_1 \bullet \sigma_0$$

การเตรียมตัวก่อนสร้างแผนภูมิควบคุมเชิงแปรผัน

ตามปกติจะใช้แผนภูมิค่าเฉลี่ยและแผนภูมิพิสัยด้วยกัน แต่ในกรณีที่กระบวนการผลิตมีความผันแปรน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการผลิตอัตโนมัติ ซึ่งมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่อนข้างจะคงที่ กรณีนี้อาจใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเพียงอย่างเดียว แต่ถ้ายังไม่แน่ใจในความผันแปรของกระบวนการผลิต, ก็ควรใช้แผนภูมิทั้งสองร่วมกันเสมอ

ก่อนที่จะมีการสร้างแผนภูมิเพื่อวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง ควรพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งเหล่านี้คือ

- การเลือกค่าวัดลักษณะคุณภาพเพื่อใช้เป็นตัวแปรในแผนภูมิ
- การเก็บตัวอย่างจากกระบวนการผลิต
- ขนาดของตัวอย่าง
- ความถี่ในการเก็บตัวอย่าง
- วิธีการวัดค่าลักษณะคุณภาพ
- การจัดแบบฟอร์มบันทึกข้อมูล

การเลือกตัวแปรสำหรับศึกษากระบวนการผลิตนับเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญขั้นตอนหนึ่งของการสร้างแผนภูมิ ทั้งนี้เนื่องจาก ในสินค้าอย่างหนึ่งประกอบไปด้วยลักษณะคุณภาพหลายอย่าง และเราไม่สามารถที่จะใช้แผนภูมิควบคุมกับทุกๆลักษณะคุณภาพได้ เพราะนอกจากจะเป็นการไม่ประหยัดแล้วยังทำให้ประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมลดน้อยลงด้วย คนงานหรือหัวหน้างานไม่มีเวลาที่จะให้ความสนใจต่อแผนภูมิหนึ่งโดยเฉพาะได้ ซึ่งแผนภูมิดังกล่าวอาจมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือปัญหาที่เกิดขึ้นมากกว่าแผนภูมิอื่นๆก็ได้

มีหลักกว้างๆสำหรับเลือกลักษณะคุณภาพมาใช้กับแผนภูมิอยู่ว่า ควรเลือกลักษณะคุณภาพที่มีผลต่อต้นทุนในการผลิตมากที่สุดหรือที่มีปัญหาในการผลิตมาก เช่น เกิดผลผลิตไม่ได้ตามข้อกำหนด (Nonconforming products) จำนวนมาก เป็นต้น เป้าหมายก็คือ พยายามเลือกลักษณะที่สำคัญกว่ามาศึกษา ซึ่งตรงจุดนี้ การวิเคราะห์พาเรโตจะช่วยในการตัดสินใจได้มากทีเดียว

การใช้แบบฟอร์มบันทึกข้อมูล ช่วยลดความผิดพลาดและทำให้เกิดความสะดวกต่อการจดบันทึกค่าวัดลักษณะของแต่ละตัวอย่าง สำหรับขนาดของตัวอย่างที่ใช้กับแผนภูมิเชิงแปรผันนี้ นิยมใช้อยู่ในระหว่าง 4 ถึง 10 แต่ที่พบมากในอุตสาหกรรมคือตัวอย่าง 4 หรือ 5 การใช้ตัวอย่างขนาดใหญ่ทำให้แผนภูมิมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงน้อยๆของกระบวนการผลิต แต่ก็เสียค่าใช้จ่ายมาก

แผนภูมิค่าวัด (Individuals Chart, X-MR Chart)

เพื่อความสะดวก เราอาจเรียกแผนภูมิชนิดนี้ว่า "แผนภูมิ X" ซึ่งเป็นการพล็อตค่าวัดลักษณะคุณภาพแต่ละค่าตามลำดับ นิยมใช้สำหรับศึกษากระบวนการผลิตแทนแผนภูมิค่าเฉลี่ยในกรณีที่ไม่สามารถหรือไม่ประหยัดที่จะรวบรวมค่าวัดหลายๆค่าจากกระบวนการผลิตเป็นตัวอย่างภายในระยะเวลาสั้นๆ จุดเด่นของแผนภูมิ X ก็คือ คำนวณน้อย, ง่ายต่อการทำความเข้าใจ, และการสร้าง เพราะในบางกรณี เราอาจใช้ขีดจำกัดข้อกำหนด (Specification Limits) ของลักษณะคุณภาพเป็นขอบเขต

ควบคุมได้โดยตรง ส่วนจุดอ่อนของแผนภูมิ อยู่ตรงที่ มีความไว (Sensitivity) ต่ำต่อการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิต

ขั้นตอนในการสร้างแผนภูมิ X คล้ายกับของแผนภูมิค่าเฉลี่ย เริ่มจากการเลือกลักษณะคุณภาพ, เก็บข้อมูลของค่าวัดแต่ละค่า (20 ค่าหรือมากกว่า), คำนวณขอบเขตควบคุมและเส้นกึ่งกลาง, และประเมินค่าที่ได้จากแผนภูมิอย่างสม่ำเสมอ เช่นเดียวกับแผนภูมิควบคุมที่กล่าวมาแล้ว การกำหนดขอบเขตควบคุมในแผนภูมิ X มี 2 กรณีคือ ไม่มีมาตรฐานกำหนดและมีมาตรฐานกำหนด ดังนี้

➢ <u>กรณีที่ไม่มีมาตรฐานกำหนด</u>

เส้นกึ่งกลาง $(CL_x) = \overline{\mathrm{X}}$

ขอบเขตควบคุมบน$(\mathrm{UCL}_x) = \overline{\mathrm{X}} + 3 \bullet \sigma_{\mathrm{X}}$

ขอบเขตควบคุมบน$(\mathrm{LCL}_x) = \overline{\mathrm{X}} - 3 \bullet \sigma_{\mathrm{X}}$ .....(A)

ค่าประมาณของ σ_{X} หาได้สองแบบคือ

1.) ประมาณจากค่าพิสัยเคลื่อนที่เฉลี่ย: เราเรียกพิสัยของค่าวัดต่อเนื่องกันสอบค่าหรือมากกว่าว่า "พิสัยเคลื่อนที่" หรือ Moving Range (MR); ถ้า n = จำนวนข้อมูลต่อเนื่องกันที่เราคำนวณพิสัยหนึ่งค่า และ k = จำนวนข้อมูลทั้งหมด, จะได้พิสัยทั้งหมดจำนวน k+n+1 ค่า

ในกรณีที่ $n = 2 : \mathrm{MR}_i = \left|\mathrm{X}_i - \mathrm{X}_{i-1}\right|$; $i = 2, 3, \ldots, k$

จะได้ค่าพิสัยเคลื่อนที่เฉลี่ย (Average moving Range, MR) ดังนี้

$$\overline{MR} = \sum_{i=2}^{k} \frac{mr_i}{(k-1)}$$

และ หา $\sigma_{\mathrm{X}} = \dfrac{\overline{mr}}{d_2}$ เพราะฉะนั้นขอบเขตควบคุมของแผนภูมิ X ในสมการ A จะกลายเป็น

$$CL_x = \overline{\mathrm{X}}$$

$$UCL_{\mathrm{X}} = \overline{\mathrm{X}} + 3 \bullet \overline{mr} / d_2$$

$$LCL_{\mathrm{X}} = \overline{\mathrm{X}} - 3 \bullet \overline{mr} / d_2$$

3. ประมาณจากข้อมูลทั้งหมด k จำนวน: ใช้สมการคำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลดังนี้

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^{k} \left(\mathrm{X}_i - \overline{\mathrm{X}}\right)^2 / (k-1)}$$

แล้วให้ S เป็นตัวประมาณ σ_{X} ในสมการ (6.1)

ข้อควรสังเกตตรงนี้คือ การประมาณในข้อ 1. เน้นที่ความแตกต่างของค่าที่อยู่ใกล้ๆกัน, แต่ในข้อ 2. เน้นที่ความแตกต่างระหว่างข้อมูลทั้งหมด เพราะฉะนั้นถ้าข้อมูลไม่แสดงแนวโน้มแต่อย่างใด ค่าประมาณทั้งสองจะใกล้เคียงกัน แต่ถ้าหากมีแนวโน้มในข้อมูล ค่า σ_{X} ที่ประมาณจากข้อ 1. จะน้อยกว่าข้อ 2. ให้ใช้ค่าน้อย เพราะว่าขอบเขตควบคุมที่แคบสามารถแสดงให้เห็นแนวโน้มดังกล่าวได้ชัดเจนกว่าขอบเขตกว้าง

ถ้าหาก n > 2, MR จะให้ค่าประมาณ σ_X คลาดเคลื่อนมาก ในกรณีนี้ควรใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเคลื่อนที่เฉลี่ย (Average moving standard deviation) ซึ่งจะให้ผลถูกต้องมากกว่า สำหรับแผนภูมิควบคุมการกระจายที่ใช้คู่กับแผนภูมิ X นั้น มีขอบเขตควบคุมดังนี้

$UCL_R = D_4 \bullet \overline{mr}$ และ $LCL_R = D_3 \bullet \overline{mr}$

➢ <u>กรณีที่มีมาตรฐานกำหนด</u>

เมื่อกำหนด $\overline{X}_0$และ σ_0 ให้, เราสามารถใช้แทนค่าประมาณ $\overline{X}$และ σ_0 ในสมการ A ได้โดยตรง ดังนั้นขอบเขตควบคุมของแผนภูมิ X คือ

$CL_X = \overline{X}_0$

$UCL_X = \overline{X}_0 + 3 \bullet \sigma_0$

$LCL_X = \overline{X}_0 - 3 \bullet \sigma_0$

และของแผนภูมิพิสัยคือ

$CL_X = d_2 \bullet \sigma_0$

$UCL_X = D_2 \bullet \sigma_0$

$LCL_X = D_1 \bullet \sigma_0$

<u>การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิต: นิยาม และประโยชน์</u>

ความสามารถของกระบวนการผลิต (Process Capability) หมายถึงความสม่ำเสมอ (Uniformity) ในการทำหน้าที่ของกระบวนการผลิตในขณะที่กระบวนการผลิตปกติ แต่เนื่องจาก การวัดความสม่ำเสมอของกระบวนการผลิตนั้นด้วย ความผันแปรของค่าวัดลักษณะคุณภาพ เพราะฉะนั้น จึงกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า ความสามารถของกระบวนการผลิต หมายถึงความผันแปรของค่าวัดลักษณะคุณภาพจากกระบวนการผลิตที่มีแต่ความผันแปรตามธรรมชาติของกระบวนการผลิต (Natural process variation) เพียงอย่างเดียว

ค่าที่แสดงความสามารถของกระบวนการผลิตคือพารามิเตอร์ของกระบวนการผลิตซึ่งได้แก่ รูปแบบของการแจกแจงความถี่ของค่าวัดลักษณะคุณภาพ, ค่าเฉลี่ย, และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในกรณีที่ค่าวัดลักษณะคุณภาพมีการแจกแจงความถี่แบบปกติ ค่าที่นิยมใช้แสดงความสามารถของกระบวนการผลิตคือ 6σ : ซึ่งก็คือความกว้างของขอบเขตธรรมชาติของกระบวนการผลิต (Natural process limits)

การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิต (Process Capability Analysis) หมายถึงการดำเนินขั้นตอนต่างๆเพื่อประมาณความสามารถของกระบวนการผลิตการวิเคราะห์เช่นนี้อาจมีเป้าหมายอย่างใดอย่างหนึ่งใน 2 อย่างนี้ คือ

1. เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการผลิต ในขณะที่กระบวนการผลิตปกติ
2. เพื่อหาความสามารถของกระบวนการผลิตในรูปของสัดส่วนของเสีย (หรือความสามารถของกระบวนการผลิตในการผลิตสินค้าให้ได้ตามข้อกำหนด)

ถ้าหากว่าการวิเคราะห์กระบวนการผลิตเป็นไปเพื่อเป้าหมายแรก, ก็ไม่จำเป็นจะต้องมีขอบเขตกำหนด (Specification limits) ของลักษณะคุณภาพมาเกี่ยวข้องแต่ถ้าเป้าหมายของการวิเคราะห์เป็นไปเพื่อหาความสามารถของกระบวนการผลิตที่จะผลิตของเสียให้น้อยที่สุดแล้ว ก็จำเป็นต้องใช้ขอบเขตข้อกำหนดของลักษณะคุณภาพในการวิเคราะห์

ประโยชน์ของการวิเคราะห์กระบวนการผลิต

1. ใช้ในการคาดคะเนระดับความคลาดเคลื่อนของลักษณะคุณภาพจากกระบวนการผลิต
2. มีส่วนช่วยผู้ออกแบบและผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์ในด้านการเลือกใช้และปรับปรุงกระบวนการผลิต
3. ช่วยในการกำหนดช่วงห่างของการสุ่มตัวอย่างเพื่อควบคุมการผลิต
4. สามารถนำค่าไปใช้ในการกำหนดข้อกำหนด (Specifications) ของเครื่องจักรใหม่
5. ใช้เป็นพื้นฐานสำหรับเลือกบริษัทหรือโรงงานผู้ขาย (Vendors)
6. ช่วยในการวางแผนการผลิต ในกรณีที่มีความขัดแย้งกันระหว่างกระบวนการผลิตกับความคลาดเคลื่อน (Tolerances)
7. ใช้เป็นแนวทางในการลดความผันแปรของกระบวนการผลิต

จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์จากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในทุกขั้นตอนของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่ การออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต, การดำเนินการผลิต, การควบคุมกระบวนการผลิต, และการเลือกผู้ขายวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ

<u>ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต</u>

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิต (Process Capability Indices) คือตัวเลขที่แสดงให้เห็นศักยภาพ (Potential) หรือความสามารถของกระบวนการผลิตที่จะผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะคุณภาพตามขอบเขตข้อกำหนด

ดัชนีความสามารถของกระบวนการผลิตมีอยู่หลายชนิด แต่ที่นิยมใช้กันได้แก่ PCR และดัชนี C_{pk} ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

❖ PCR (ย่อมาจาก process capability ratio) บางครั้งนิยมเขียนเป็นสัญลักษณ์ C_p และเรียกกันว่าดัชนี C_p หรือ C_p index การคำนวณค่า PCR ใช้สมการ

$$\text{PCR (หรือ } C_p) = \frac{(U-L)}{6\sigma}$$

โดยที่ U = ขอบเขตด้านบนของข้อกำหนด, L = ขอบเขตด้านต่ำของข้อกำหนด, และ σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรของลักษณะคุณภาพ

ค่า σ ของกระบวนการผลิตนี้ อาจจะประมาณมาจากตัวอย่างที่เก็บมาจากกระบวนการผลิตในขณะที่กระบวนการผลิตปกติดี, หรืออาจประมาณมาจากการใช้แผนภูมิควบคุมการผลิตก็ได้ ถ้าใช้วิธีแรก, ตัวอย่างควรจะประกอบด้วยข้อมูลไม่ต่ำกว่า 50 ค่า (ยิ่งมากยิ่งดี) แล้วใช้ค่า S ซึ่งคำนวณจากสมการ $S = \sqrt{\sum_{i=1}^{k}\left(X_i - \overline{X}\right)^2 / (k-1)}$ เป็นค่าประมาณ σ แต่ถ้าใช้วิธีที่สอง เราสามารถประมาณค่า σ

จาก $\overline{S}$ หรือ $\overline{R}$ โดยใช้ความสัมพันธ์ $\hat{\sigma} = \frac{\overline{R}}{d_2}$ ตามลำดับ ซึ่ง $\hat{\sigma}$ คือค่าประมาณของ σ , $\overline{S}$ คือค่าเฉลี่ยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง และ $\overline{R}$ คือค่าพิสัยเฉลี่ย

ในกรณีที่ข้อกำหนดของลักษณะคุณภาพมีขอบเขตด้านเดียว คำนวณ PCR ได้จาก

$PCR_U = \frac{U - \mu}{3\sigma}$ (สำหรับขอบเขตข้อกำหนดด้านบน)

$PCR_L = \frac{\mu - L}{3\sigma}$ (สำหรับขอบเขตข้อกำหนดด้านล่าง)

Montgomery แนะนำให้ใช้ค่า PCR สำหรับการออกแบบไว้ PCR จะมีค่าสูงถ้าเราไม่คุ้นเคยกับกระบวนการผลิตมาก่อน และค่า PCR จะยิ่งสูงขึ้นถ้าการออกแบบหรือการเลือกใช้กระบวนการผลิตเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน หรือเกี่ยวกับการกำหนดพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญมากๆ (Critical Parameters)

❖ C_{pk} เนื่องจากค่า C_p สำหรับกรณีขอบเขตควบคุม 2 ด้านไม่ได้รวมเอาอิทธิพลของค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตด้วย ซึ่งตามความเป็นจริงแล้วตำแหน่งของค่าเฉลี่ยมีผลโดยตรงต่อสัดส่วนของเสีย เพราะฉะนั้นจึงเกิดดัชนีอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่า ดัชนี C_{pk} หรือ C_{pk} index โดยคำนวณได้จาก

$$C_{pk} = \text{ค่าต่ำสุด}\left[\frac{(U-\mu)}{3\sigma}, \frac{(\mu - L)}{3\sigma}\right]$$

จะเห็นได้ว่าค่า C_{pk} ก็คือระยะที่ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต อยู่ห่างจากขอบเขตข้อกำหนดเมื่อเทียบกับครึ่งหนึ่งของความกว้างของ Process ดังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดของเสีย C_{pk} จะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 1 แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่มีความสามารถที่จะผลิตผลผลิตให้ได้ตามข้อกำหนดของลักษณะคุณภาพ

ถ้าเรานำค่า C_p หรือ C_{pk} มาเปรียบเทียบกันก็จะเห็นได้ว่า C_p เป็นค่าที่แสดงให้เห็นศักยภาพของกระบวนการผลิตที่สามารถจะผลิตได้ตามข้อกำหนด แต่ C_{pk} เป็นค่าที่แสดงความสามารถจริงๆของกระบวนการผลิตซึ่งมีพารามิเตอร์เท่ากับที่ใช้คำนวณ นอกจากนั้นค่า C_p ไม่เปลี่ยนแปลงตามค่าเฉลี่ยแต่ C_{pk} เปลี่ยนแปลงตามค่าเฉลี่ย ค่า C_{pk} จะมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ C_p เสมอ โดยทั่วไป เราต้องการให้ดัชนีทั้งสองมีค่า ≥ 1

บทที่ 3

รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 วางแผนการปฏิบัติงาน

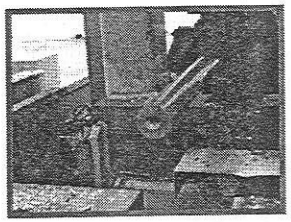
ตารางที่ 3.1 แผนการปฏิบัติงาน

หัวข้องาน		เมษายน				พฤษภาคม				มิถุนายน				กรกฎาคม			
1. ศึกษากระบวนการผลิตชิ้นส่วน	P				■												
SHAFT,RR AXLE	A				▒												
2. ดำเนินการวัดและเก็บข้อมูล	P					■	■	■									
Part 42311-0K040	A					▒	▒	▒	▒								
3. วิเคราะห์กระบวนการ	P									■							
	A									▒							
4. ค้นหาปัญหาและสาเหตุ	P										■	■					
	A										▒	▒					
5.ปฏิบัติการแก้ไขและปรับปรุง	P											■	■	■			
	A											▒	▒	▒			
6. จัดทำรายงาน	P														■		
	A														▒		
7. นำเสนอ	P															■	
	A															▒	

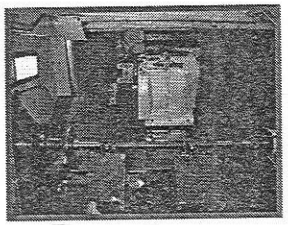
สัญลักษณ์ ■ แผน ▒ ปฏิบัติ

กระบวนการผลิต Machining Shaft RR / Axle (42311-0K040)

Centering (1-ZC)

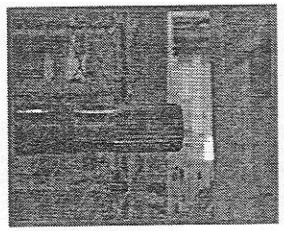


Turning (2/3-LNC)

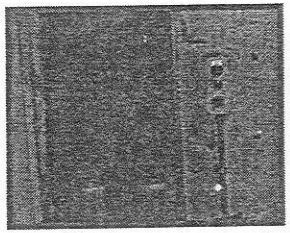


Inspection (4-KM)

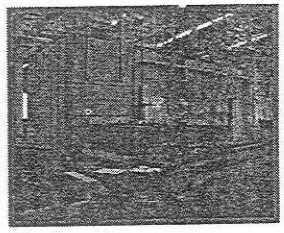
Serration Forming (5-ZR)



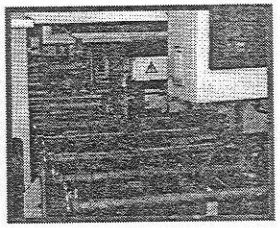
Hardening (6-HQI)



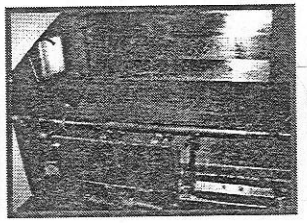
Tempering (7-HTL)



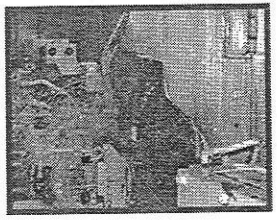
Straightening (8-PHS)



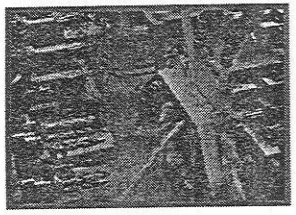
Turning (9-LNC)



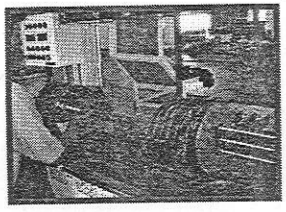
Grinding (10-GUY)



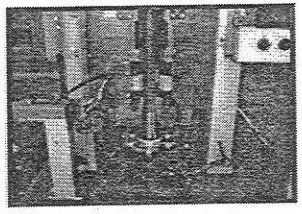
Drilling (11-ZD)



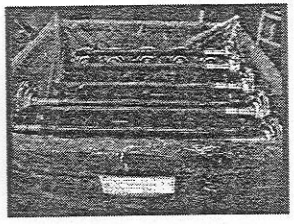
Crack Checking (12-K)



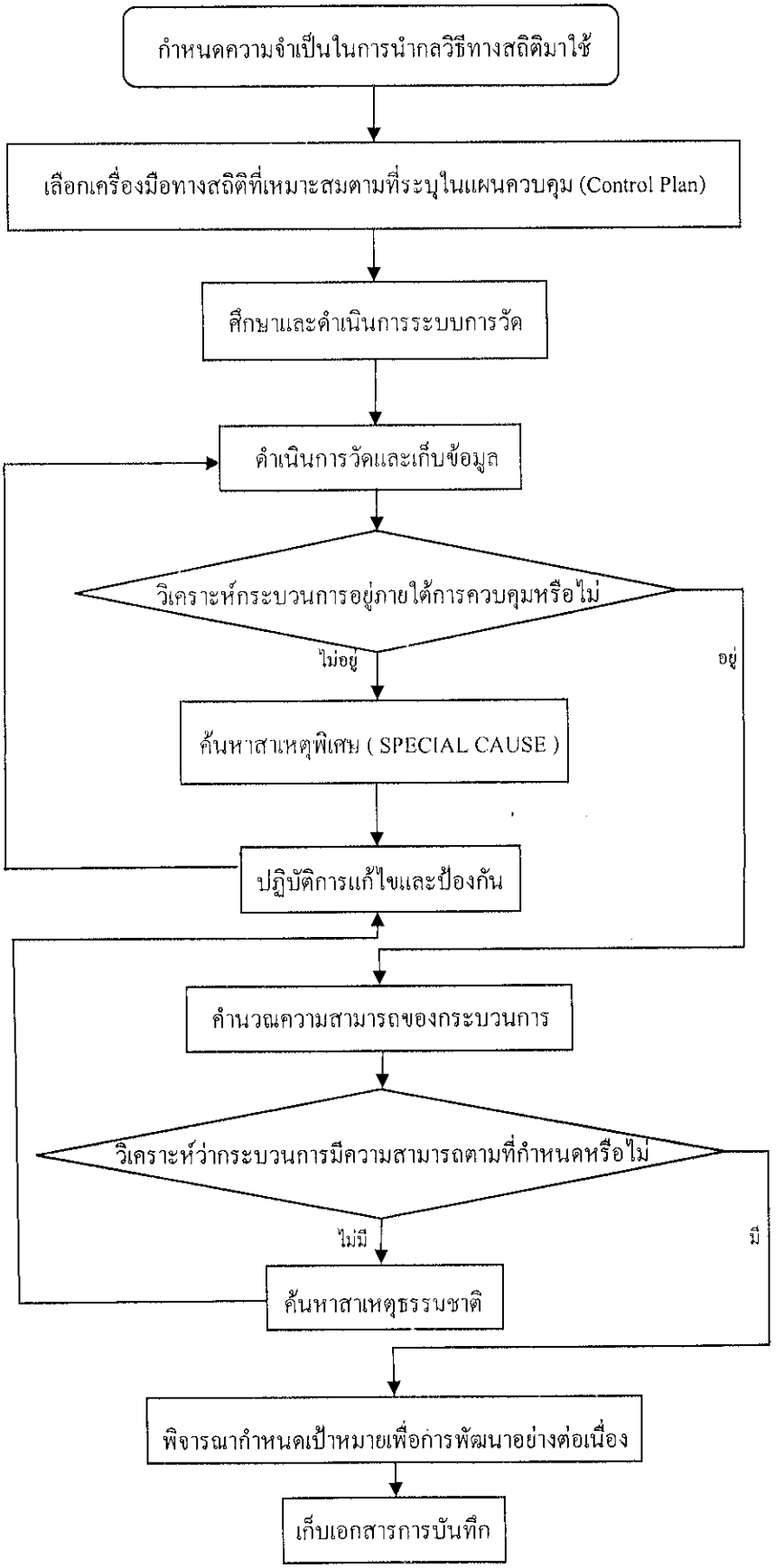
Part Ass'y Hub Bolt



Packing

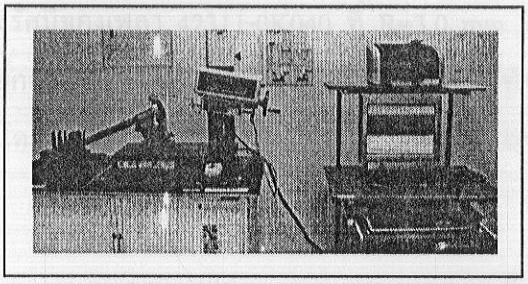


แผนผังการตัดสินใจ



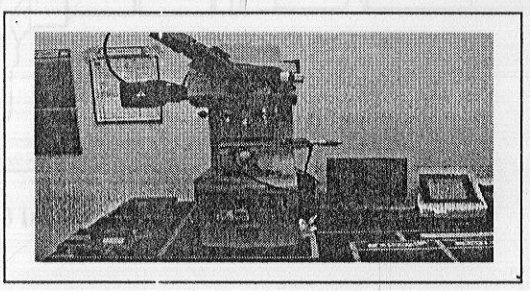
อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัด

1. เครื่องวัด Contour Measurement ใช้วัดค่าDimension



รูปที่3.1 เครื่องวัด Contour Measurement

2. Micro Vicker Hardness Testing ใช้วัดค่าความแข็ง

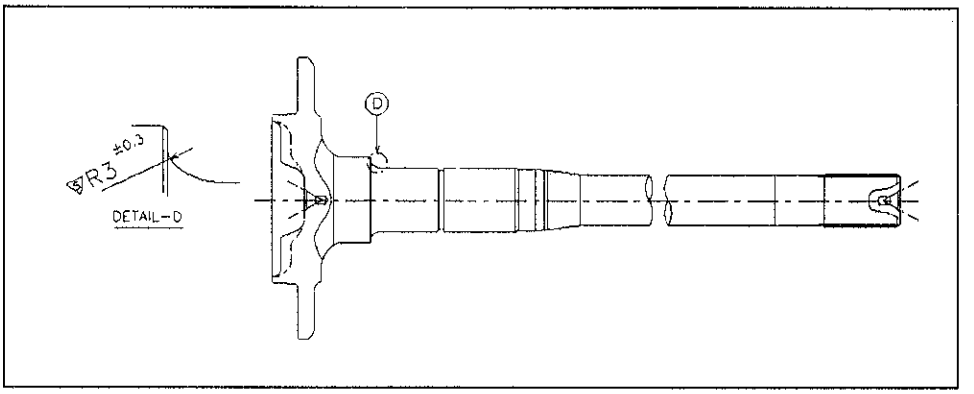


รูปที่3.2 เครื่องวัด Micro Vicker Hardness Testing

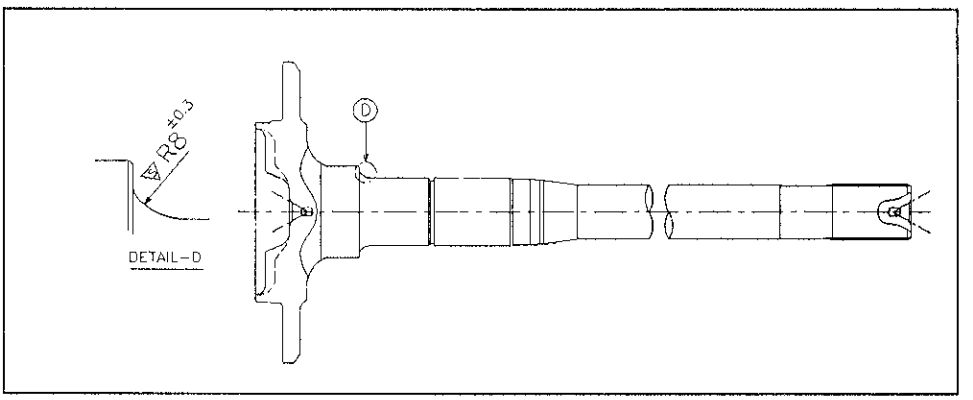
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ($\overline{X} - R$ Chart)

ขั้นตอนที่ 1: เก็บรวบรวมข้อมูล

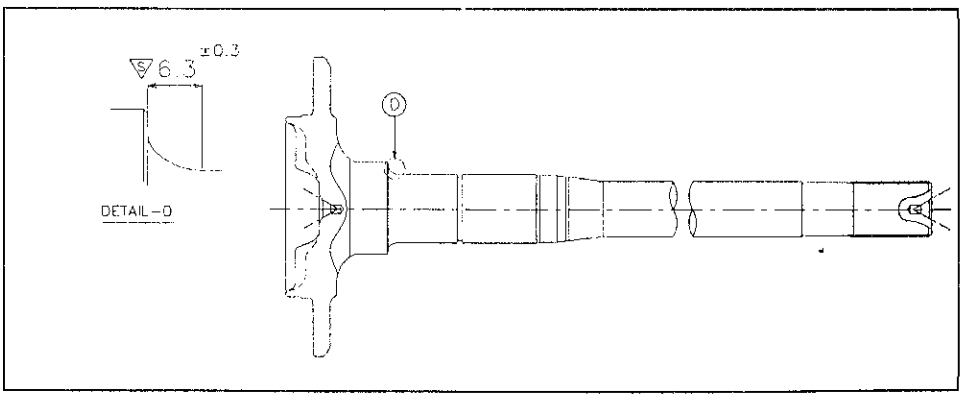
เก็บข้อมูล 125 ตัว โดยแบ่งเป็นกลุ่มย่อยขนาด 4-5 ข้อมูล จะได้จำนวนกลุ่มย่อย 20-25 กลุ่ม (ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ค่าของรัศมีของเพลา 42311-0K040 ที่ R=3.0 mm., R= 8.0 mm., ระยะความยาว=6.30 mm., เส้นผ่าศูนย์กลาง = 40 mm.) จากการปฏิบัติงานครั้งนี้ได้ทำการวัดโดยใช้เครื่อง Contour Measuring รูปที่ 3.1) โดยวัดที่จุด S ซึ่งเป็นจุดที่ต้องการการตรวจสอบเป็นพิเศษ ดังแสดงให้ดูดังรูปที่



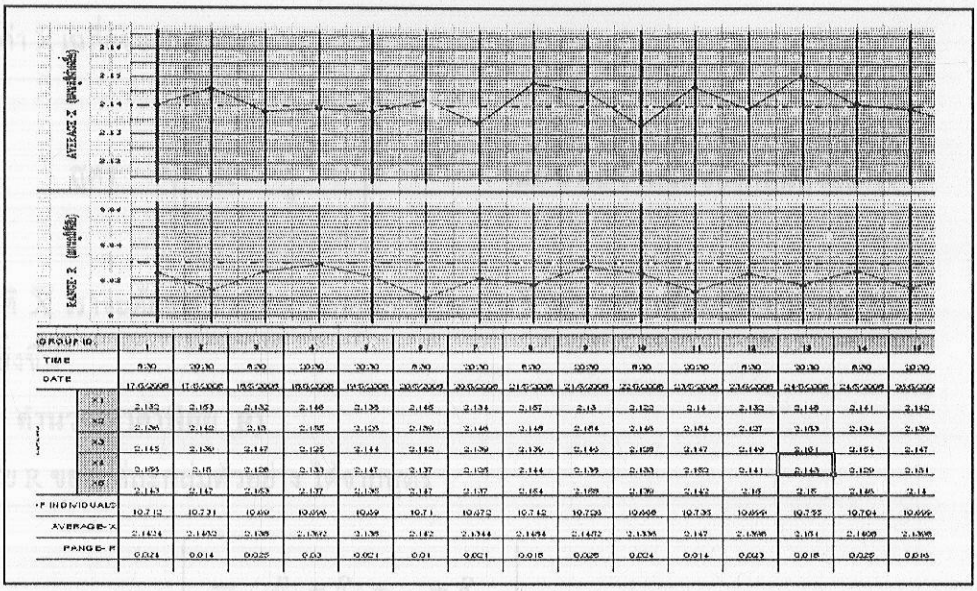
รูปที่3.3 แสดงจุดที่ทำการตรวจวัดรัศมี 3 mm.



รูปที่3.4 แสดงจุดที่ทำการตรวจวัดรัศมี 8 mm.



รูปที่3.5 แสดงจุดที่ทำการตรวจวัดระยะ 6.3 mm.



รูปที่ 3.6 แสดงแบบฟอร์มแผนภูมิควบคุม

ขั้นตอนที่ 2: คำนวณค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)

หาค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ ของเฉพาะกลุ่มย่อย

สูตร $$\overline{X} = \frac{\Sigma X}{n}$$ เมื่อ n คือ ขนาดของ กลุ่มตัวอย่าง

ปกติ $\overline{X}$ จะต้องมีทศนิยมมากกว่าค่า X อีก 1 ตำแหน่ง เพื่อความละเอียดถูกต้องมากยิ่งขึ้น

SUBGROUP ID.		1	2	3	4	5	6	7	8	9
TIME		8:30	20:30	8:30	20:30	20:30	8:30	20:30	8:30	20:30
DATE		17/5/2008	17/5/2008	18/5/2008	18/5/2008	19/5/2008	20/5/2008	20/5/2008	21/5/2008	21/5/2008
READING	X1	2.132	2.153	2.132	2.146	2.138	2.145	2.134	2.157	2.13
	X2	2.136	2.142	2.13	2.155	2.126	2.139	2.146	2.148	2.154
	X3	2.145	2.139	2.147	2.125	2.144	2.142	2.139	2.139	2.146
	X4	2.156	2.15	2.128	2.133	2.147	2.137	2.125	2.144	2.138
	X5	2.143	2.147	2.153	2.137	2.135	2.147	2.137	2.154	2.158
SUM OF INDIVIDUALS		10.712	10.731	10.69	10.696	10.69	10.71	10.672	10.742	10.726
AVERAGE- X		2.1424	2.1462	2.138	2.1392	2.138	2.142	2.1344	2.1484	2.1452
RANGE- R		0.024	0.014	0.025	0.03	0.021	0.01	0.021	0.018	0.028

ตารางที่ 3.1 ตารางเก็บข้อมูล

ขั้นตอนที่ 3: คำนวณค่าเฉลี่ยของค่า ($\overline{\overline{X}}$)

หาค่า X เฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

สูตร $\overline{\overline{X}} = \frac{\Sigma \overline{X}}{K}$ เมื่อ k คือ จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง

ปกติ $\overline{X}$ เราจะต้องให้ละเอียดถึงทศนิยมมากกว่า $\overline{X}$ อีก 1 ตำแหน่ง เพื่อความละเอียดถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 4: คำนวณหาค่าพิสัย (R)

พิสัย R ของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง ได้จากสูตร

สูตร $\overline{R} = \frac{R_1 + R_2 + ... + R_K}{k}$

ขั้นตอนที่ 5: คำนวณหาค่าเฉลี่ยของพิสัย ($\overline{R}$)

ค่าเฉลี่ยพิสัย R คือค่าเฉลี่ยของพิสัยของข้อมูลแต่ละกลุ่มตัวอย่าง หาได้จากสูตร

สูตร $\overline{R} = \frac{R_1 + R_2 + ... + R_k}{k}$ เมื่อ k คือจำนวนของกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 6: คำนวณค่าเพื่อสร้างเส้นแสดงขอบเขตควบคุม (Control Line) ของทั้งแผนภูมิ $\overline{X}$ และแผนภูมิ R โดยใช้สูตรต่อไปนี้

6.1 แผนภูมิ $\overline{X}$

$\Rightarrow$ เส้นค่ากลาง (CL)

$CL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}}$ = ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของ $\overline{\overline{X}}$

$\Rightarrow$ เส้นขอบเขตควบคุมบน (UCL)

$UCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} + A_2\overline{R}$

$\Rightarrow$ เส้นขอบเขตควบคุมล่าง (LCL)

$LCL_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} - A_2\overline{R}$

ขนาดกลุ่มย่อย (n)	A_2	d_2	D_3	D_4
2	1.880	1.128	★	3.267
3	1.023	1.693	★	2.574
4	0.729	2.059	★	2.282
5	0.577	2.326	★	2.114
6	0.483	2.534	★	2.004
7	0.419	2.704	0.076	1.924
8	0.373	2.847	1.360	1.864

ตารางที่ 2.1 ตารางแฟคเตอร์สำหรับแผนภูมิควบคุม

6.2 แผนภูมิ R

$\Rightarrow$ เส้นค่ากลาง (CL)

$CL_R = \overline{R}$ = ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของ $\overline{R}$

$\Rightarrow$ เส้นขอบเขตควบคุมบน (UCL)

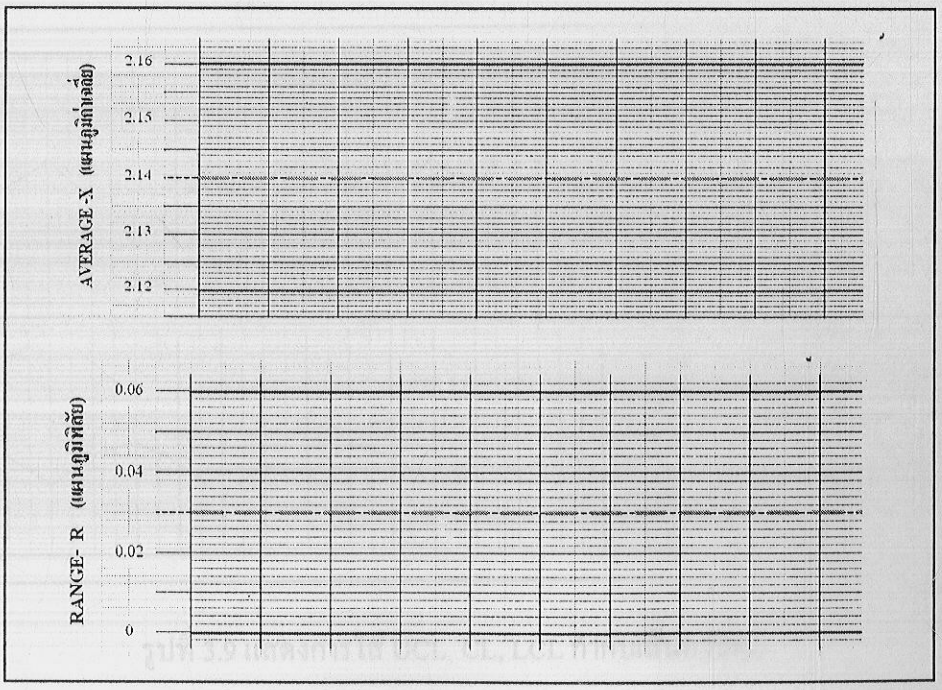
$UCL_R = D_4 \overline{R}$

$\Rightarrow$ เส้นขอบเขตควบคุมล่าง (LCL)

$LCL_R = D_3 \overline{R}$

ขั้นตอนที่ 7: เขียนเส้นขอบเขตควบคุม (Control Limit) ทั้ง 3 เส้น

ให้เขียนลงบนกราฟ เขียนแกนนอนและแกนตั้ง จากนั้นแบ่งสเกลของทั้ง 2 แกนโดยแกนตั้งพยายามให้ระยะห่างระหว่างเส้นขอบเขตควบคุมมาถึงเส้นกึ่งกลาง 2-3 ซม. และเขียนเส้นค่ากลาง (CL) ด้วยเส้นประ (ไข่ปลา) และเส้นขอบเขตควบคุม (UCL, LCL) ด้วยเส้นเต็ม ค่าพิสัยเฉลี่ย R คือค่าเฉลี่ยของพิสัยของข้อมูลแต่ละกลุ่มตัวอย่างหาได้จากการใช้สูตรคำนวณ

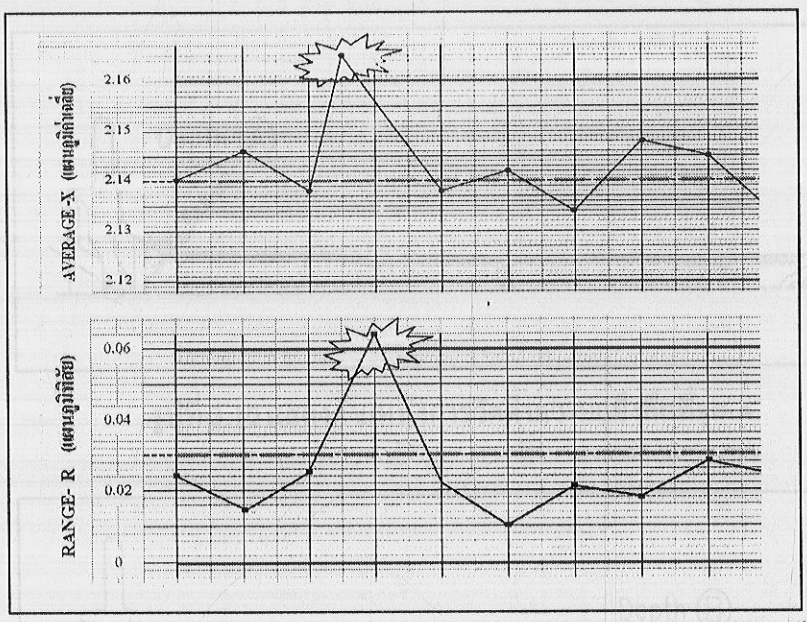


รูปที่ 3.7 กราฟของแผนภูมิค่าเฉลี่ยและแผนภูมิพิสัย

ขั้นตอนที่ 8: พล็อตค่าข้อมูลลงในแผนภูมิ

ให้นำค่าในตารางข้อมูลทีละชุดมาพล็อตในแผนภูมิใช้จุด ● แทนข้อมูล $\overline{X}$ และสี่เหลี่ยม ■ สำหรับข้อมูล R

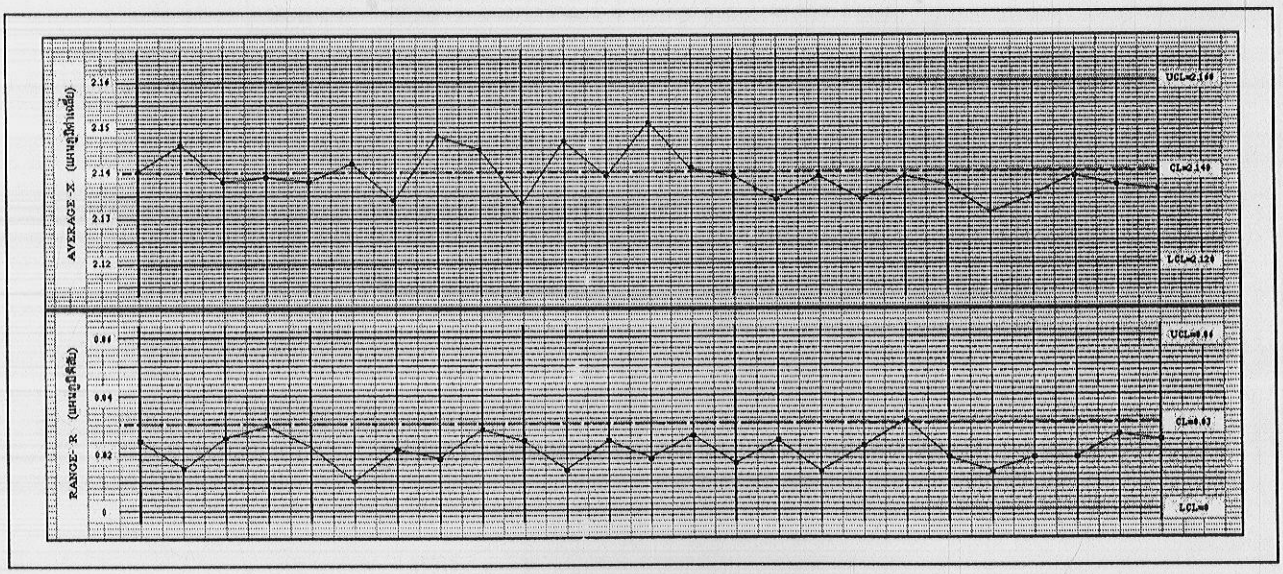
- จะได้จุดต่างๆจากนั้นลากต่อจุด
- หากพบว่าจุดใดอยู่นอกเขตควบคุม (ไม่ว่าสูงหรือต่ำ) ให้เขียนวงกลมรอบจุดนั้นเอาไว้



รูปที่ 3.8 แสดงจุดพล็อตและการทำสัญลักษณ์เมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้น

ขั้นตอนที่ 9: เติมข้อความที่จำเป็นให้ครบ

ใส่ UCL, CL, LCL กำกับเส้นควบคุม ทั้งแผนภูมิ $\overline{X}$ และ R

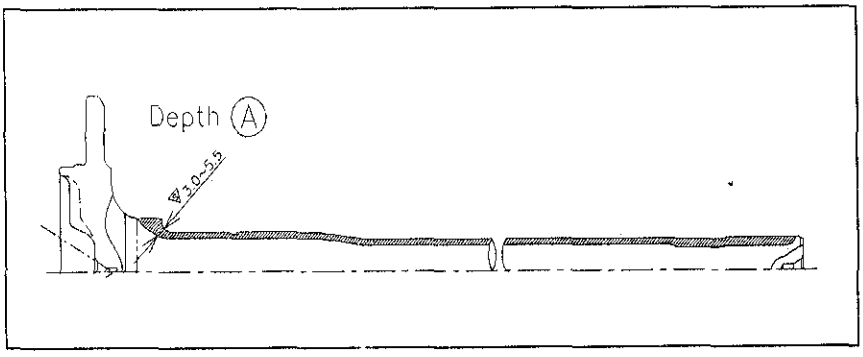


รูปที่ 3.9 แสดงการใส่ UCL, CL, LCL กำกับเส้นควบคุม

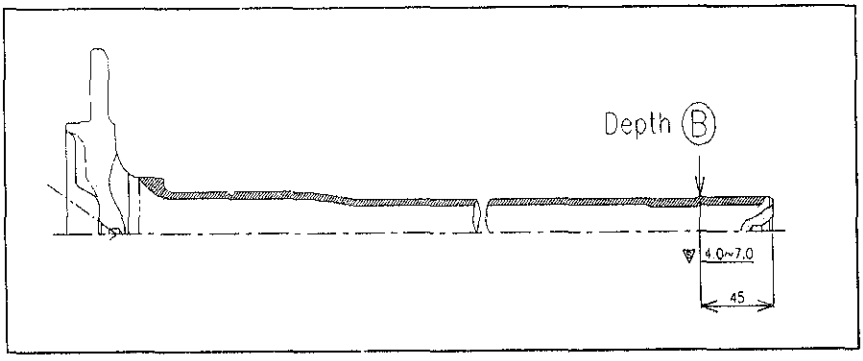
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (X-MR Chart)

ขั้นตอนที่ 1: เก็บรวบรวมข้อมูล

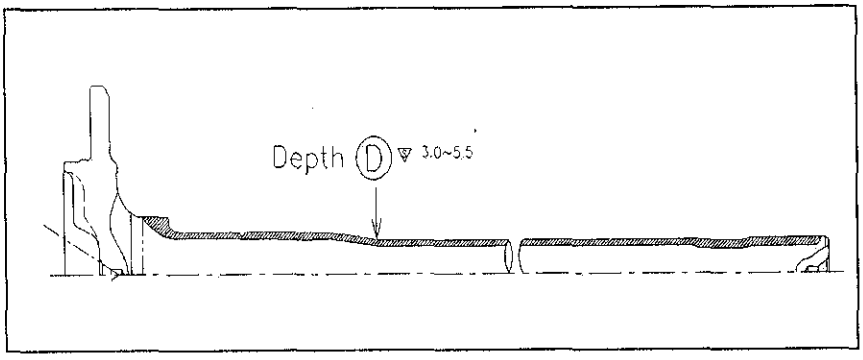
ทำการใส่ข้อมูลที่วัดค่าได้แต่ละค่าลงในช่อง X ตามลำดับ จำนวนข้อมูล ≥ 20 ค่า (ในการปฏิบัติครั้งนี้ได้ทำการวัดค่าความแข็งของเพลาในแต่ละจุดหลังจากการตัด จุดที่ทำการวัดนั้นจะเป็นจุด S (Special characteristic) เนื่องจากในการปฏิบัติงานจริงนั้นได้วัดทั้งหมด 17 จุด ดังนั้นจึงได้นำเฉพาะจุดที่มีผลต่อค่า C_{pk} มาทำการวิเคราะห์ คือ A,B และD)



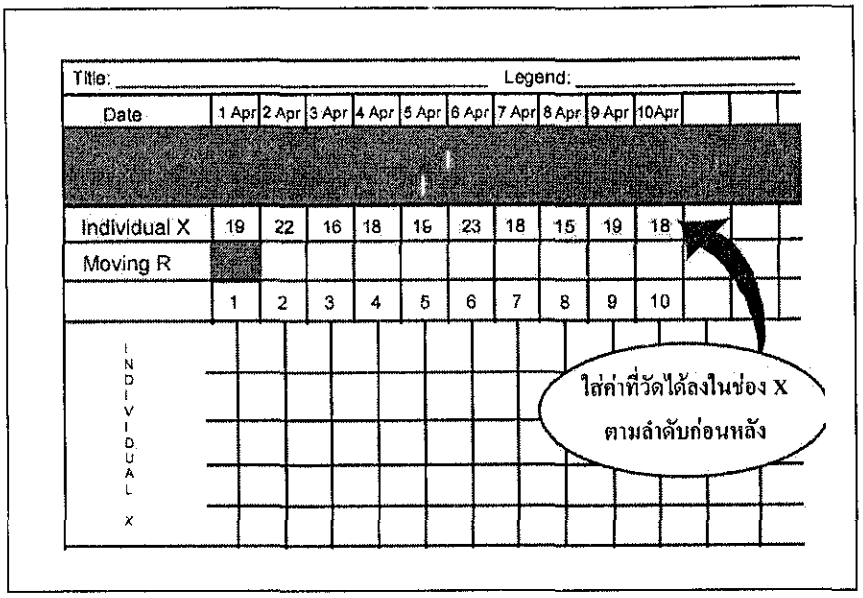
รูปที่ 3.10 แสดงตำแหน่งการวัดค่าความแข็งลึกที่จุด A



รูปที่ 3.11 แสดงตำแหน่งการวัดค่าความแข็งลึกที่จุด B



รูปที่ 3.12 แสดงตำแหน่งการวัดค่าความแข็งลึกที่จุด D

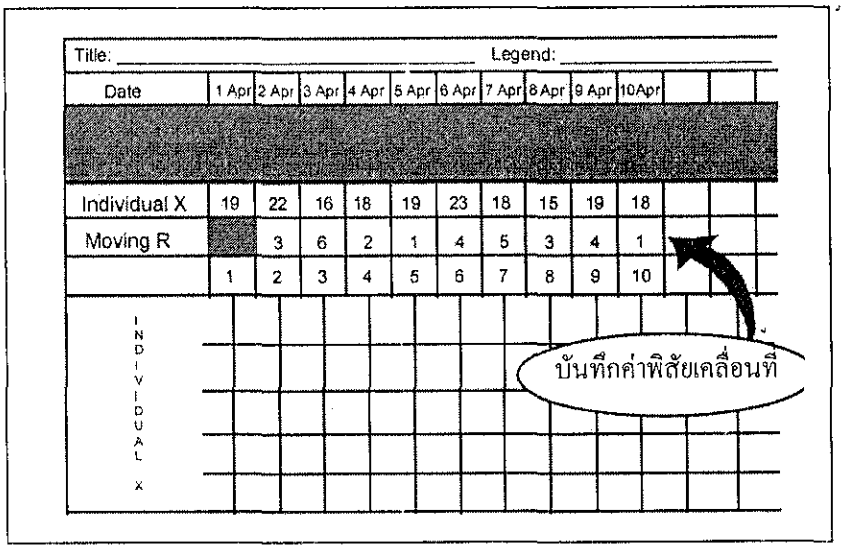


รูปที่ 3.13 แสดงการบันทึกค่า X

ขั้นตอนที่ 2: คำนวณค่าพิสัยเคลื่อนที่ (Moving Range)

ทำการคำนวณค่าพิสัยเคลื่อนที่โดยใช้สูตรข้างล่างจากนั้นทำการบันทึกค่า MR ลงในตาราง

$$mR_i = \left| X_{i=1} - X_i \right|$$



รูปที่ 3.14 แสดงการบันทึกค่าพิสัยเคลื่อนที่

ขั้นตอนที่ 3: คำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)

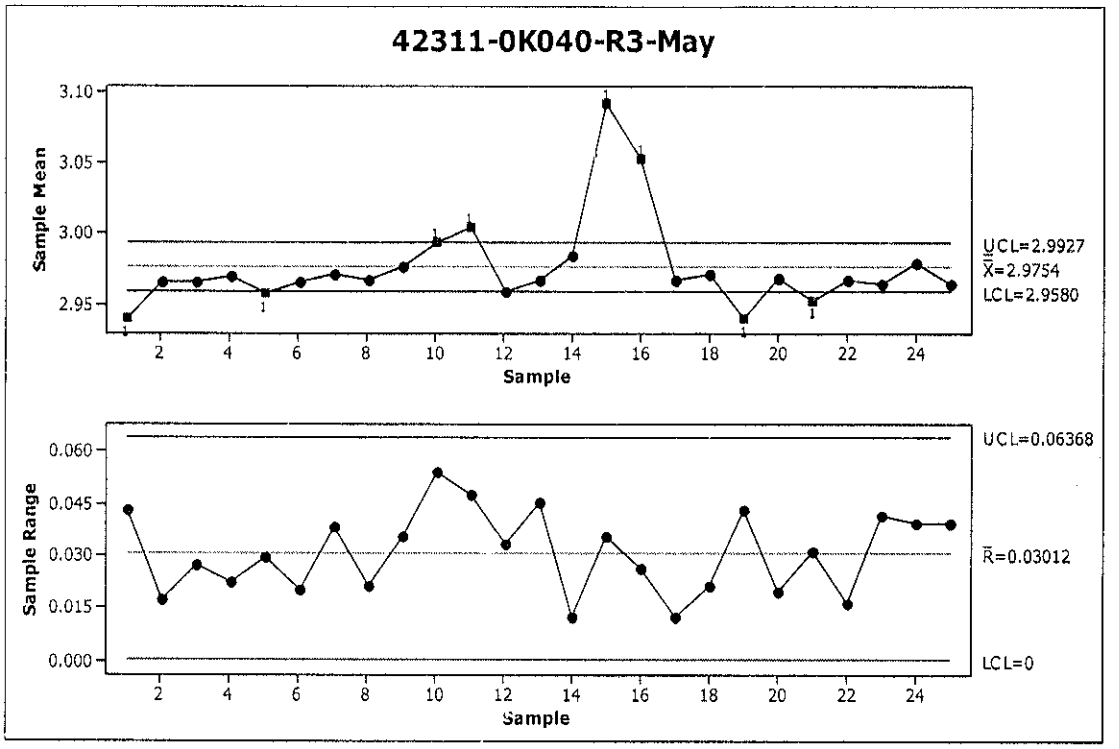
สูตร $$\overline{X} = \frac{X_1 + X_2 + ... + X_n}{k}$$

บทที่ 4

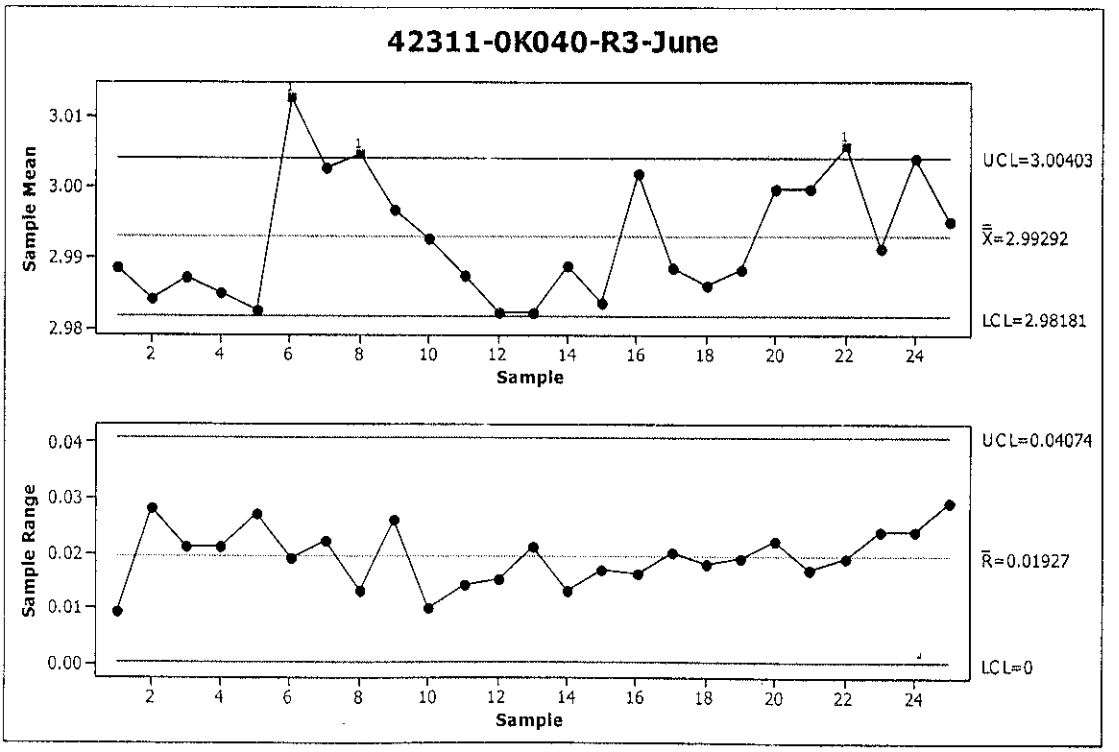
ผลและการวิเคราะห์

ผลการศึกษา

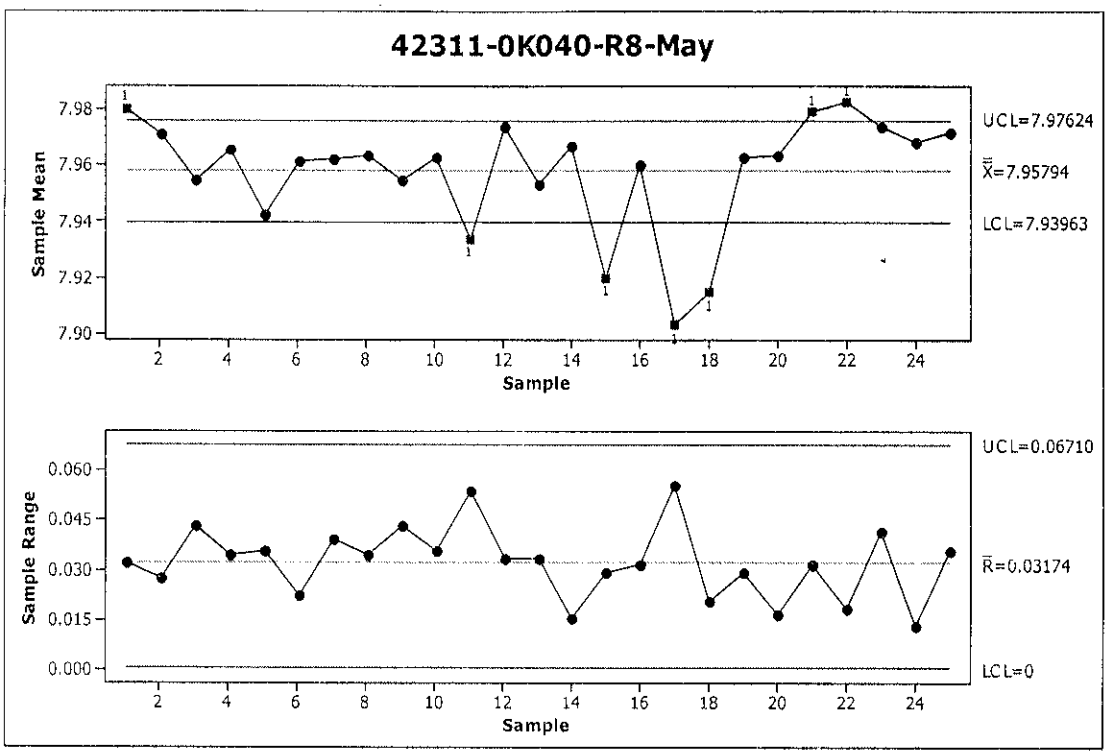
$\overline{X} - R$ CHART (ก่อนทำการปรับปรุงและหลังทำการปรับปรุง)



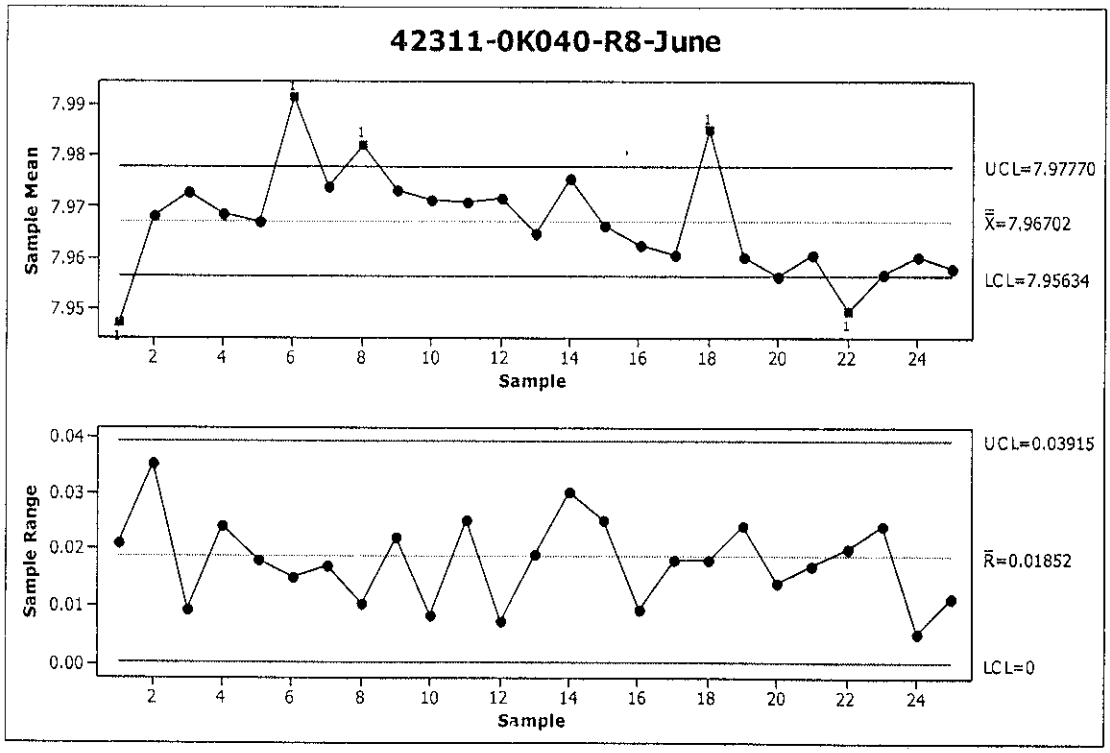
รูปที่4.1 แสดงกราฟ $\overline{X} - R$ Chart ของรัศมี 3 mm. (ก่อนทำการปรับปรุง)



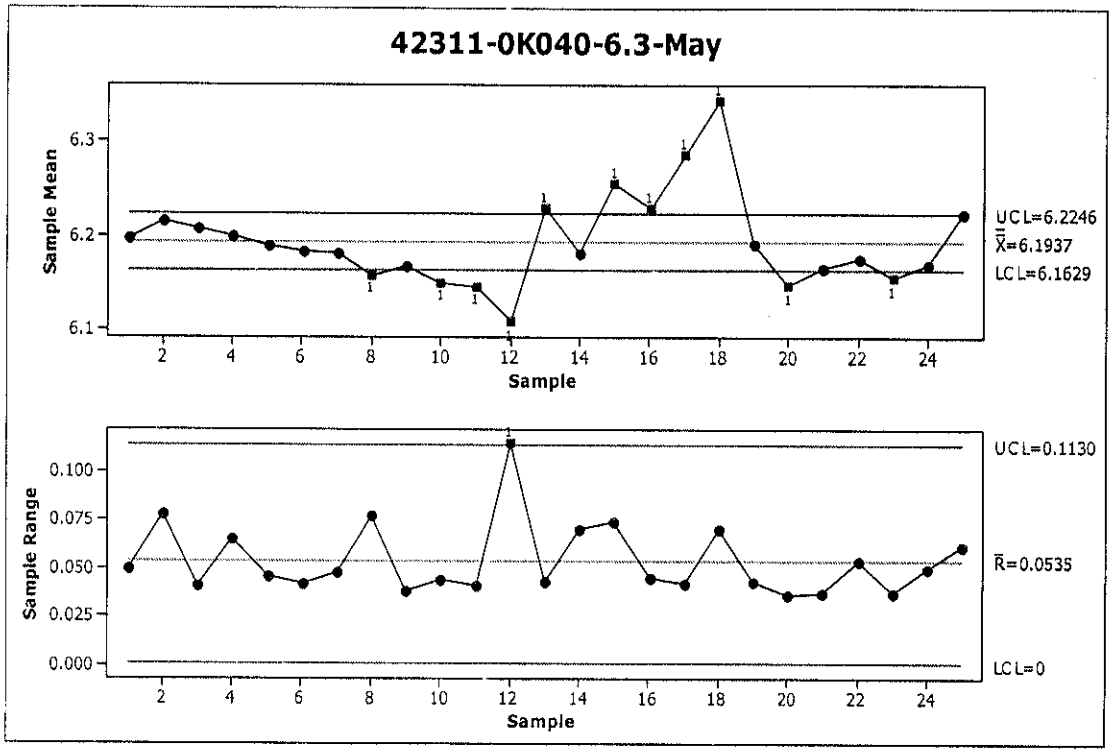
รูปที่4.2 แสดงกราฟ $\overline{X} - R$ Chart ของรัศมี 3 mm. (หลังทำการปรับปรุง)



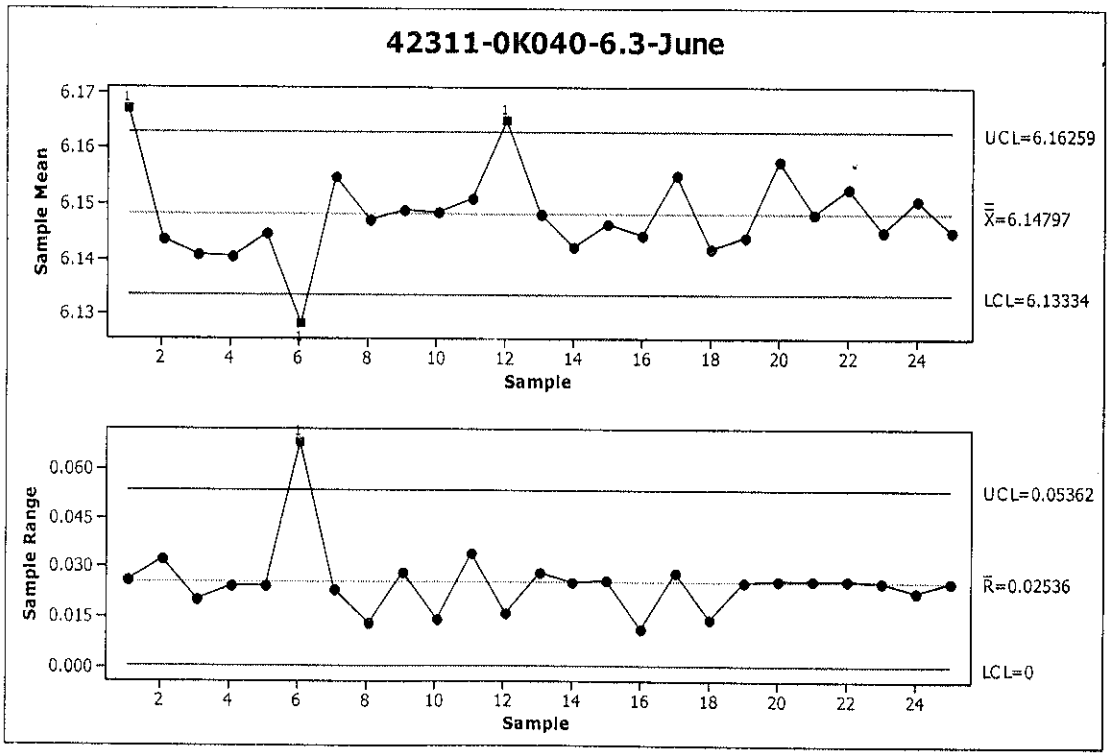
รูปที่4.3 แสดงกราฟ $\overline{X} - R$ Chart ของรัศมี 8 mm. (ก่อนทำการปรับปรุง)



รูปที่4.4 แสดงกราฟ $\overline{X} - R$ Chart ของรัศมี 8 mm. (หลังทำการปรับปรุง)

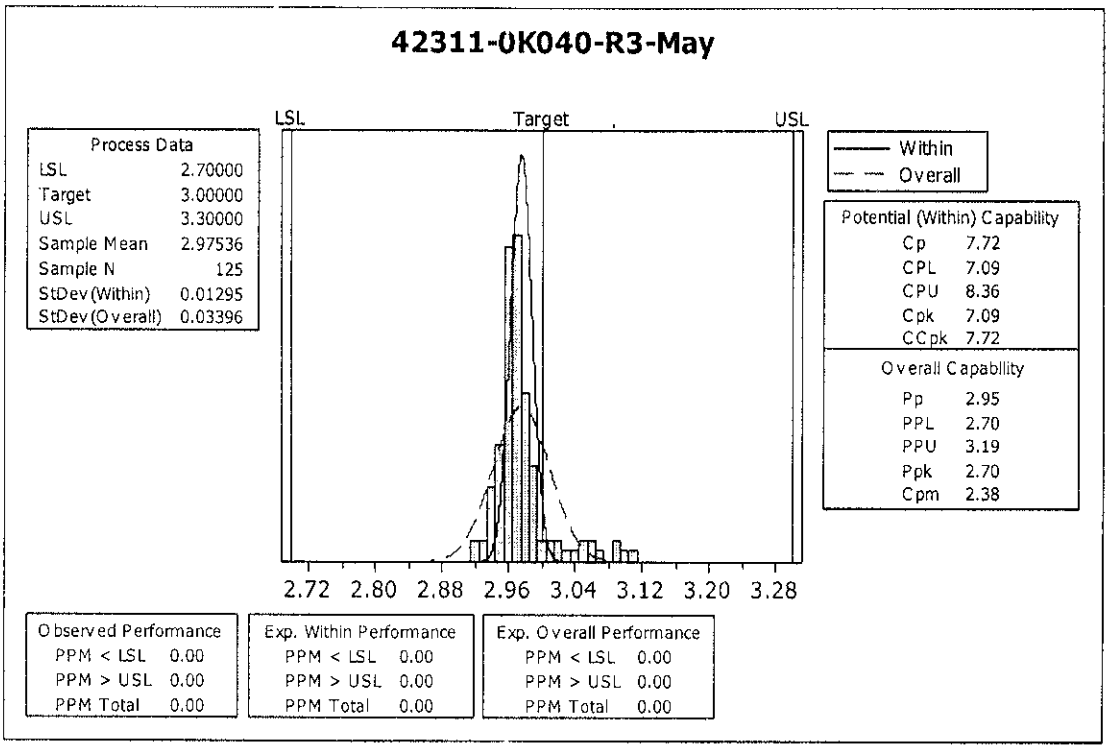


รูปที่4.5 แสดงกราฟ $\overline{X} - R$ Chart ของระยะ 6.3 mm. (ก่อนทำการปรับปรุง)

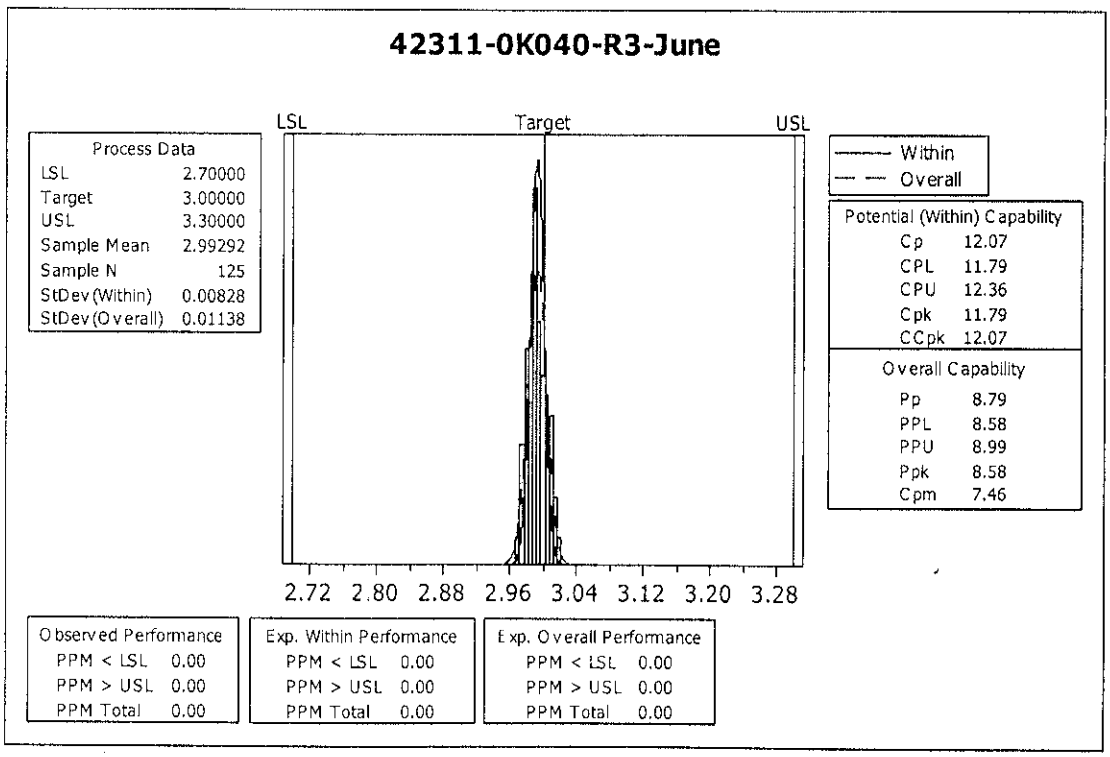


รูปที่4.6 แสดงกราฟ $\overline{X} - R$ Chart ของระยะ 6.3 mm. (หลังทำการปรับปรุง)

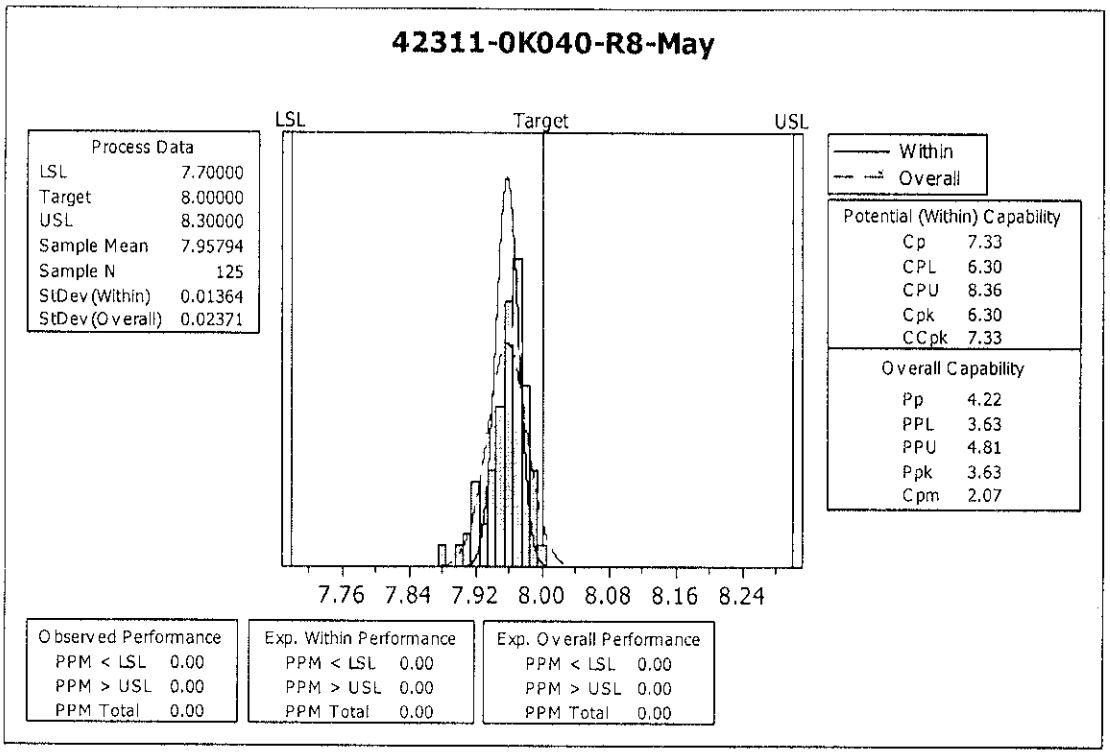
กราฟการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) และแสดงค่าความสามารถของกระบวนการการผลิต(Cp_k) (ก่อนทำการปรับปรุงและหลังทำการปรับปรุง)



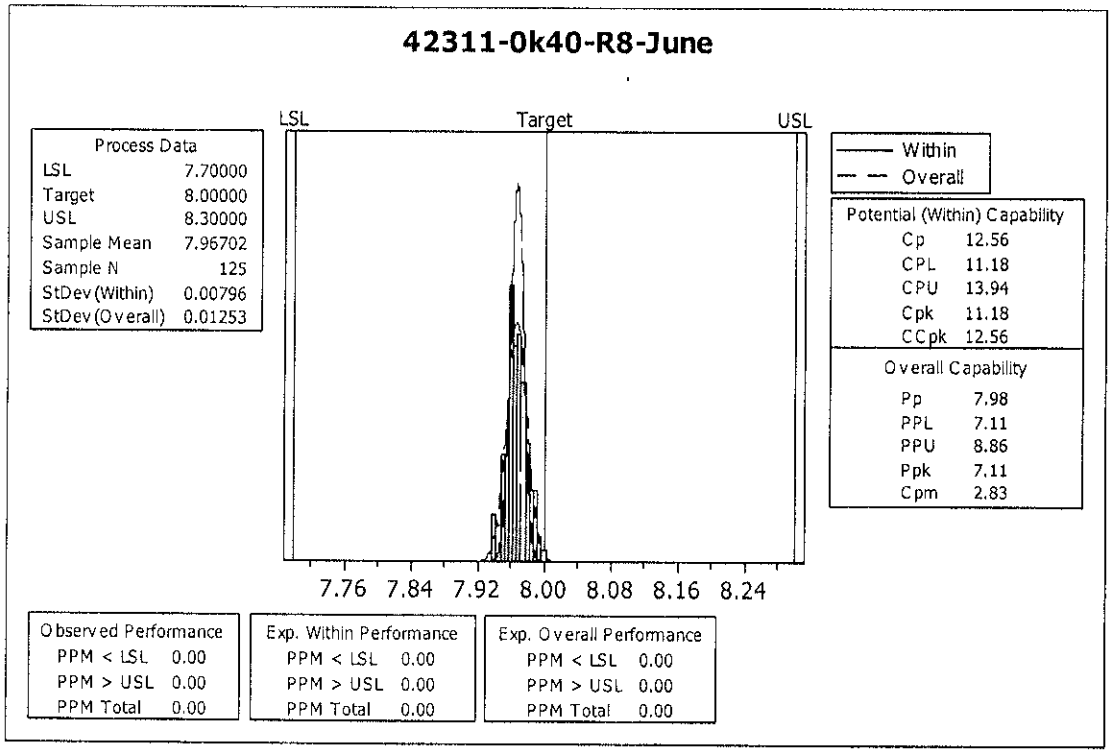
รูปที่4.7 แสดงกราฟการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) และแสดงค่าความสามารถของกระบวนการการผลิต(Cp_k) ของรัศมี 3 mm. (ก่อนทำการปรับปรุง)



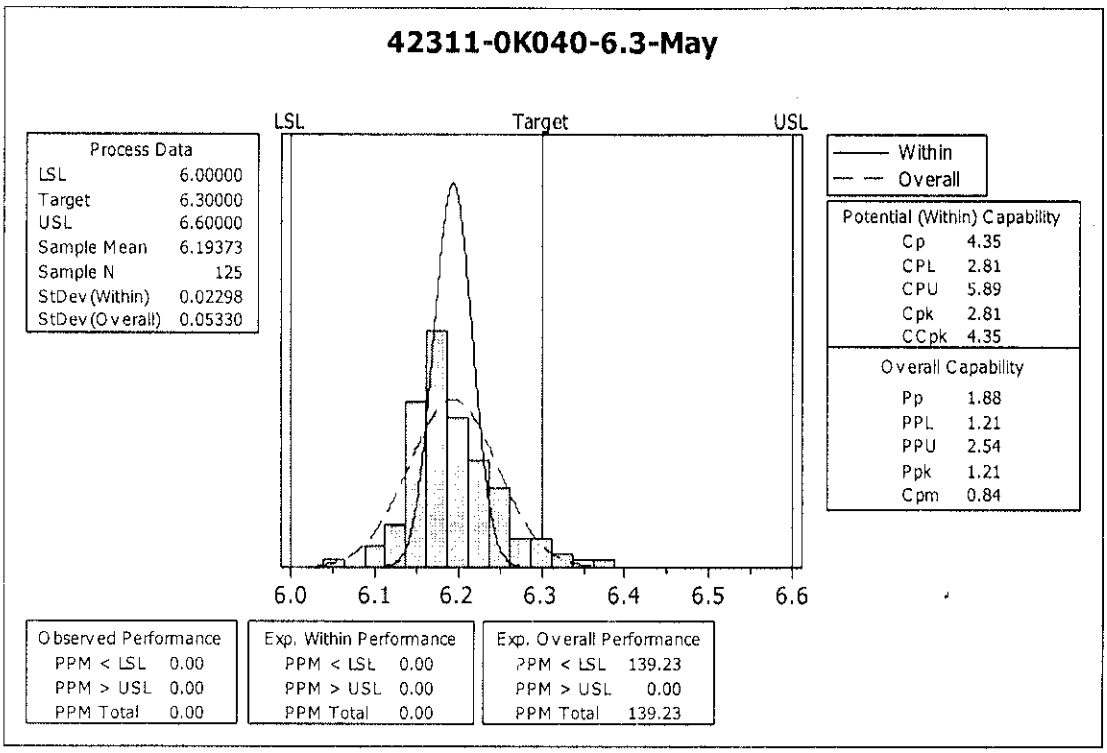
รูปที่4.8 แสดงกราฟการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) และแสดงค่าความสามารถของกระบวนการการผลิต(Cp_k) ของรัศมี 3 mm. (หลังทำการปรับปรุง)



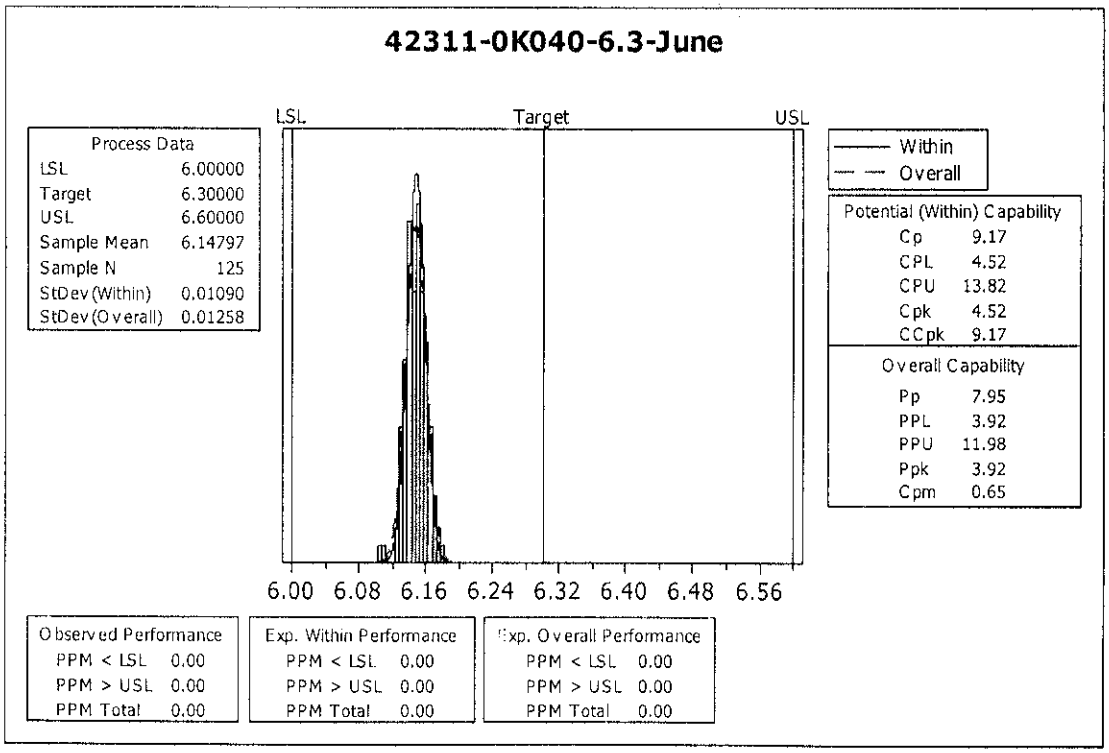
รูปที่4.9 แสดงกราฟการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) และแสดงค่าความสามารถของกระบวนการการผลิต(Cp_k) ของรัศมี 8 mm. (ก่อนทำการปรับปรุง)



รูปที่4.10 แสดงกราฟการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) และแสดงค่าความสามารถของกระบวนการการผลิต(Cp_k) ของรัศมี 8 mm. (หลังทำการปรับปรุง)



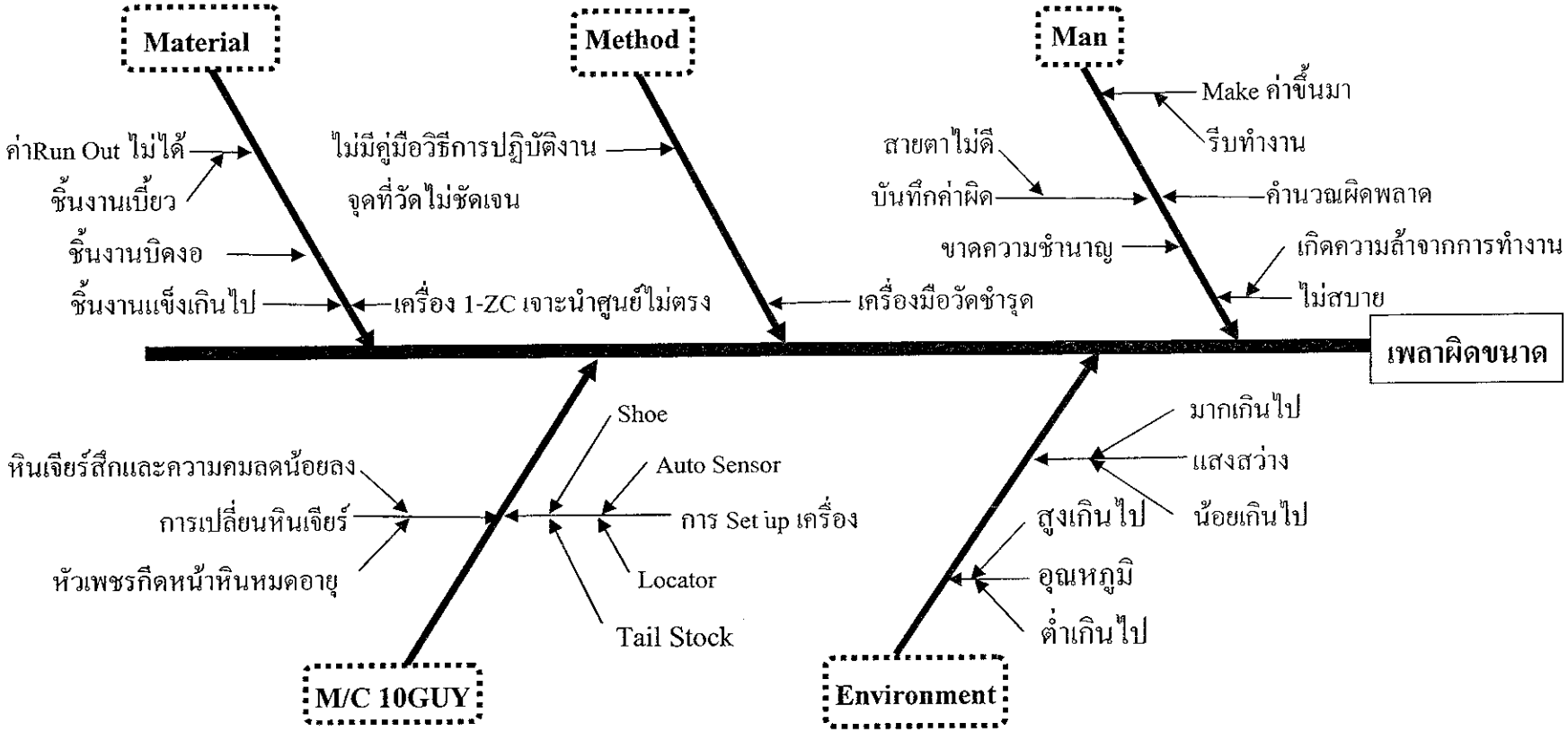
รูปที่4.11 แสดงกราฟการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) และแสดงค่าความสามารถของกระบวนการการผลิต(Cp_k) ของระยะ 6.3 mm. (ก่อนทำการปรับปรุง)



รูปที่4.12 แสดงกราฟการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) และแสดงค่าความสามารถของกระบวนการการผลิต(Cp_k) ของระยะ 6.3 mm. (หลังทำการปรับปรุง)

ผลการวิเคราะห์ $\overline{X} - R$ CHART

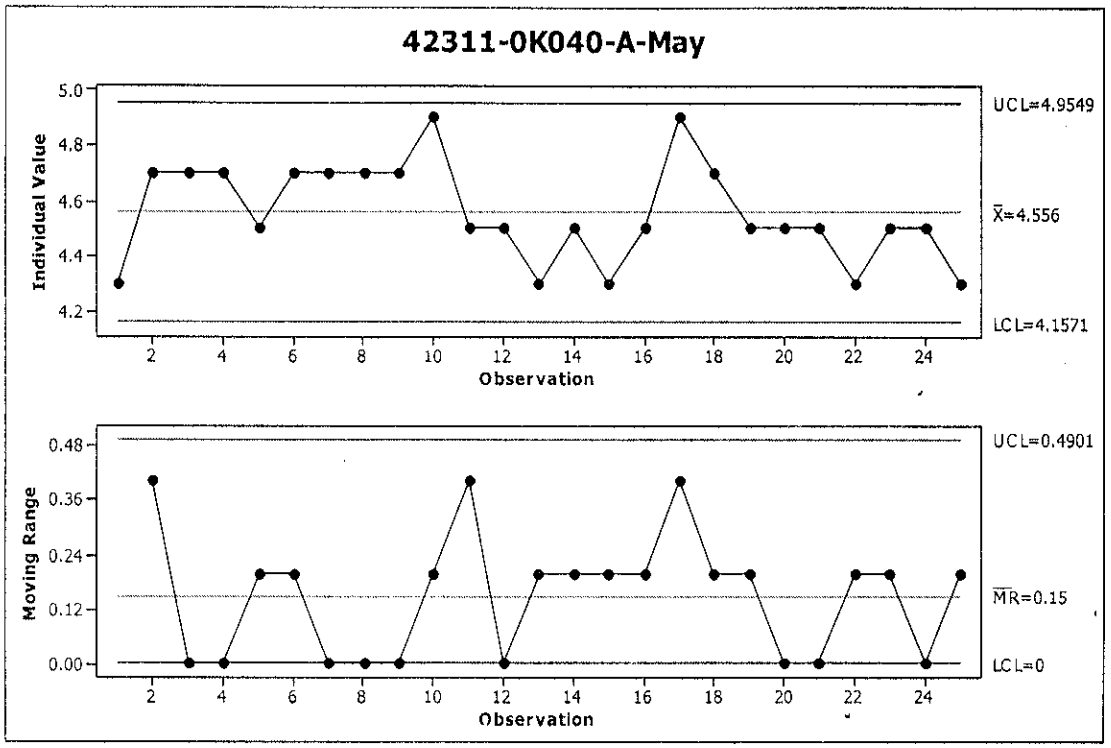
จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อนำกราฟก่อนการปรับปรุง (รูปที่ 4.1, 4.3 และ 4.5) มาพิจารณาจะพบความผิดปกติที่เหมือนกันคือค่า X ที่ได้จะอยู่นอกเขตควบคุม ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องทำการแก้ไขด่วนมากที่สุด (โอกาสทำให้ชิ้นงานเสีย) ดังนั้นเราจึงสนใจอาการผิดปกติที่เรียกว่า "Out of Control" หรือที่เรียกว่า "จุดอยู่นอกเขตควบคุม" เมื่อเรานำแผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) และ 4 M (Man Machine Material Mrthod) 1 E (Environment) มาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาพบว่า การที่เครื่อง Contour Measuring ไม่มีแผนผังการปฏิบัติงาน (Work Instruction) จึงทำให้พนักงานแต่ละคน Set Program แตกต่างกันและทำให้จุดที่ทำการวัดนั้น ไม่ชัดเจน การไม่มี Work Instruction คือสาเหตุหลักที่ทำให้การวัด (เครื่องวัดContour Measuring) ขนาดของเพลาเกิดความคลาดเคลื่อน เมื่อได้ทำ Work Instruction แล้วนำไปติดไว้ที่หน้างานพบว่าค่า X (รูปที่ 4.2, 4.4 และ 4.6) หลังการปรับปรุงอยู่ในเขตควบคุมมากขึ้น และค่าพิสัย (Range) ก็ยังมีค่าลดน้อยลง นั่นก็หมายความว่าค่าที่วัดได้แต่ละครั้งในกลุ่มตัวอย่าง (Subgroup) นั้นมีความใกล้เคียงกัน แต่ก็ยังมีค่า X บางส่วนก็ยังอยู่ข้างนอกเขตควบคุมอยู่ ทั้งนี้เกิดจากปัจจัยด้านอื่นๆที่มีผลกระทบ คือ ด้านวัตถุดิบ (Material) ชิ้นงานในกระบวนการขึ้นรูป หากขนาดกระบวนการการขึ้นรูปโลหะนั้นไม่ดี มีผลทำให้ชิ้นงานที่ได้นั้นเบี้ยว เมื่อนำชิ้นงานมาผ่านกระบวนการเจียร์นั้น จึงทำให้ค่าที่ Diameter ผิดเพี้ยนไป หรืออาจจะเกิดจากเครื่องกลึง (1-ZC) เจาะนำศูนย์ไม่ตรงและความร่วมศูนย์ไม่ได้ (Run Out) ก็เป็นอีกสาเหตุ ด้านเครื่องจักร (M/C 10 GUY) มีการ Set เครื่อง 10 GUY ที่ Set (ค่า Auto Sensor, Tail Stock, Shoe, Locator) ไว้ที่ค่าต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละคนเพื่อให้ได้ค่าของ Diameter ตามต้องการ, หินที่ทำการเจียร์นั้นสึกและความคมลดน้อยลงเนื่องจากยิ่งใช้ไปนานๆความคมของหินเจียร์ยิ่งน้อยลงทำให้หน้าหินที่ทำการเจียร์นั้นยิ่งสึกมากขึ้น มีผลทำให้ค่า Diameter ที่ได้มานั้นยิ่งโตมากยิ่งขึ้น ค่าที่เห็นในกราฟจึงมีค่าขึ้นๆลงๆ และสาเหตุอื่นๆอีกดังแสดงในแผนผังก้างปลา รูปที่ 4.12 เมื่อทำการคำนวณและวิเคราะห์ค่า C_{P_k} จากกราฟ (รูป 4.8, 4.10 และ 4.12) พบว่าค่า C_{P_k} มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 39.86%, 43.65% และ 37.83% ตามลำดับ ซึ่งโดยภาพรวมแล้วค่า C_{P_k} เพิ่มขึ้น แสดงว่าค่าที่ได้นั้นมีค่าเข้าใกล้ค่าเฉลี่ยมากขึ้นและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) มีค่าลดลง 36.06%, 41.64% และ 52.57% ตามลำดับ แสดงว่าข้อมูลมีการเกาะกลุ่มมากขึ้น



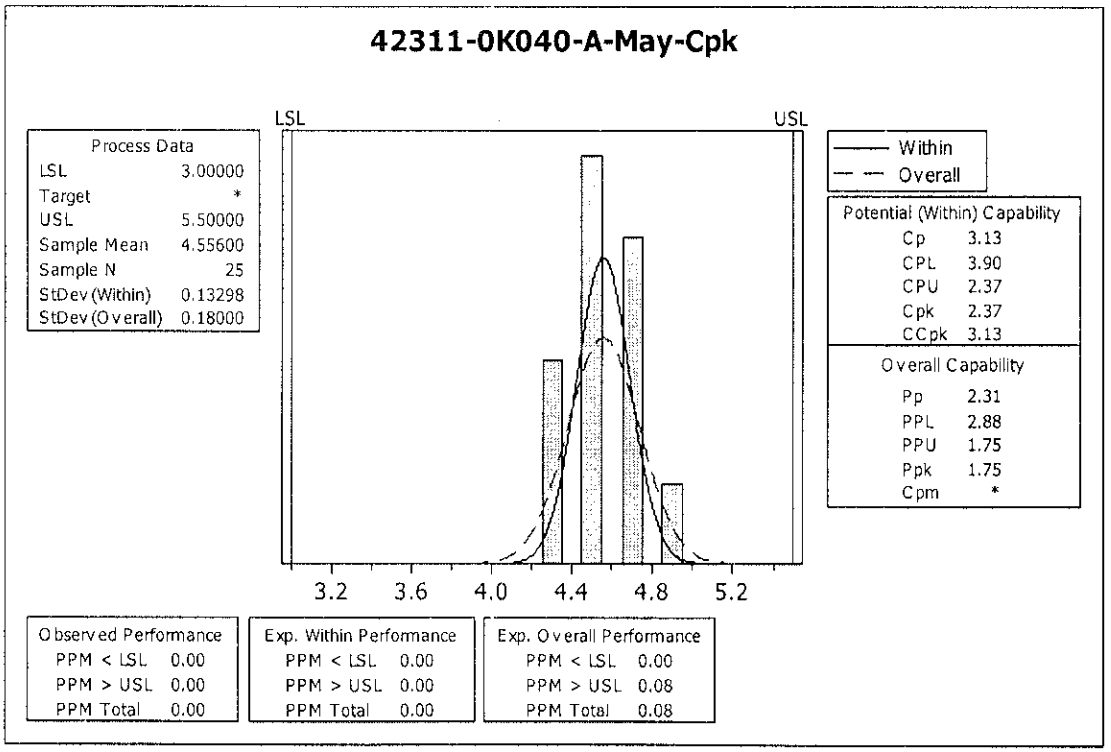
รูปที่4.12 แสดงแผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ($\overline{X} - R$ Chart)

ผลการศึกษา

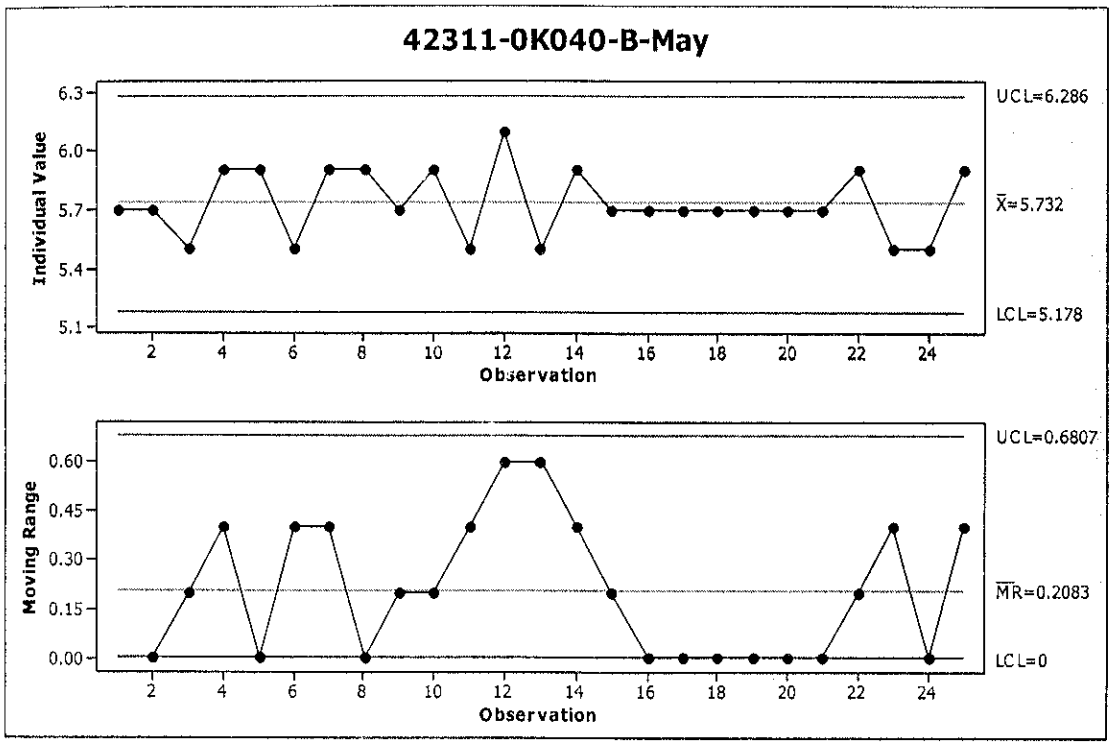
X-MR CHART (เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน)



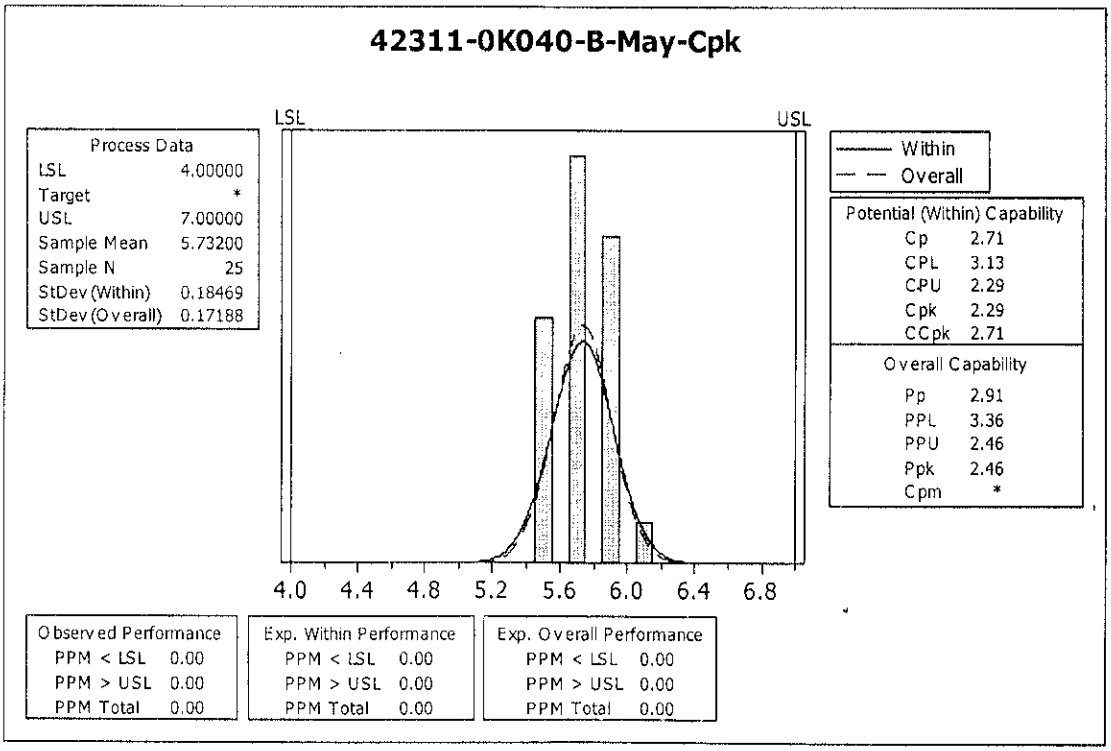
รูปที่4.13 แสดงกราฟ X-MR CHART ที่จุดA



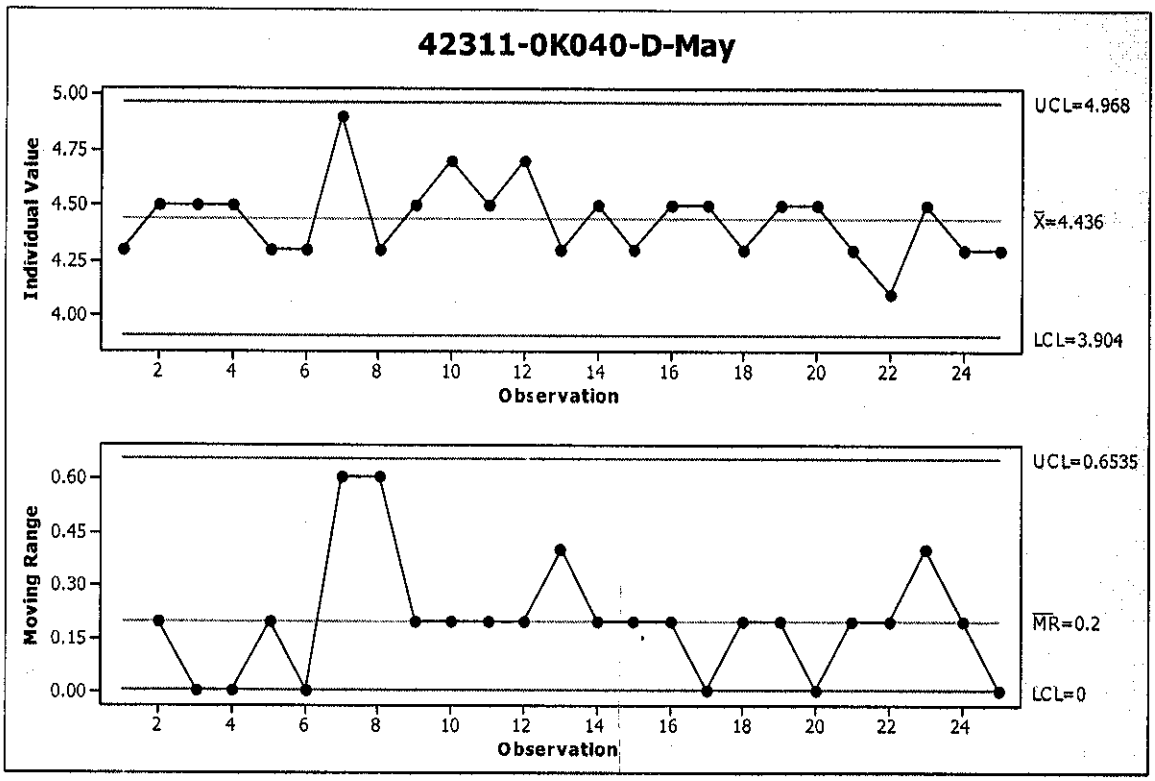
รูปที่4.14 แสดงกราฟการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) และแสดงค่าความสามารถของกระบวนการการผลิต(Cp_k) ของจุดA



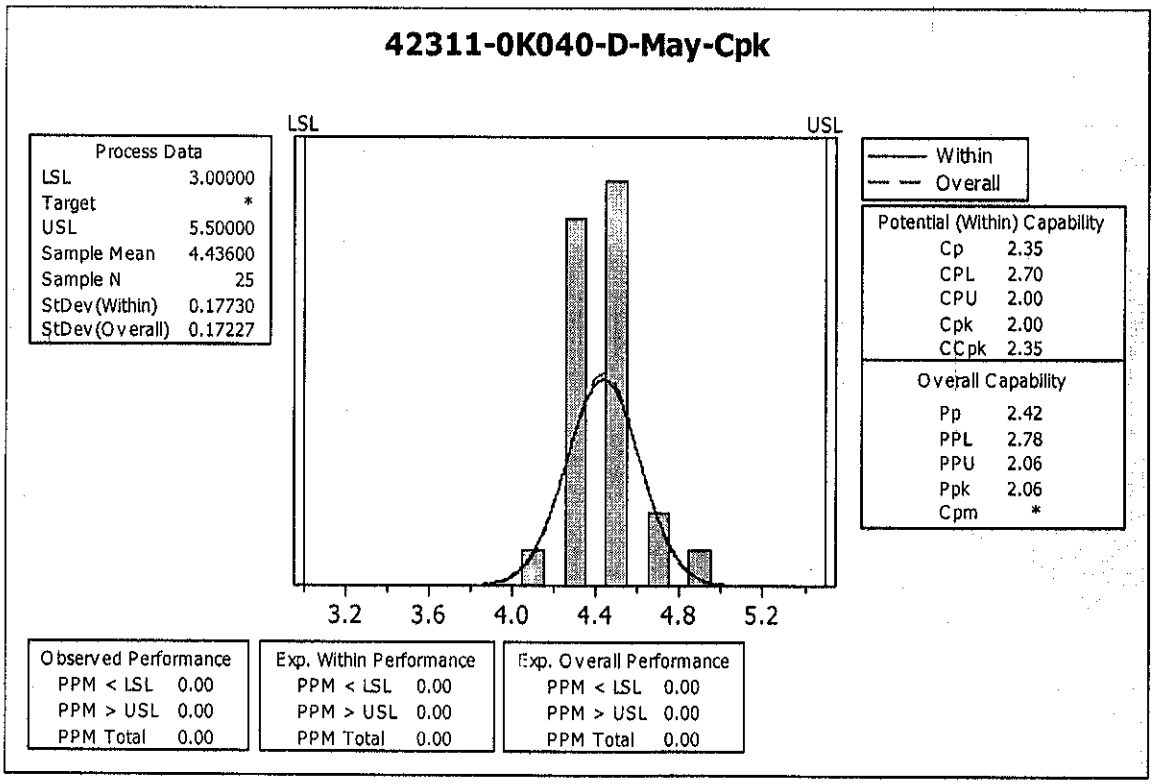
รูปที่4.15 แสดงกราฟ X-MR CHART ที่จุดB



รูปที่4.16 แสดงกราฟการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) และแสดงค่าความสามารถของกระบวนการการผลิต(Cp_k) ของจุดB



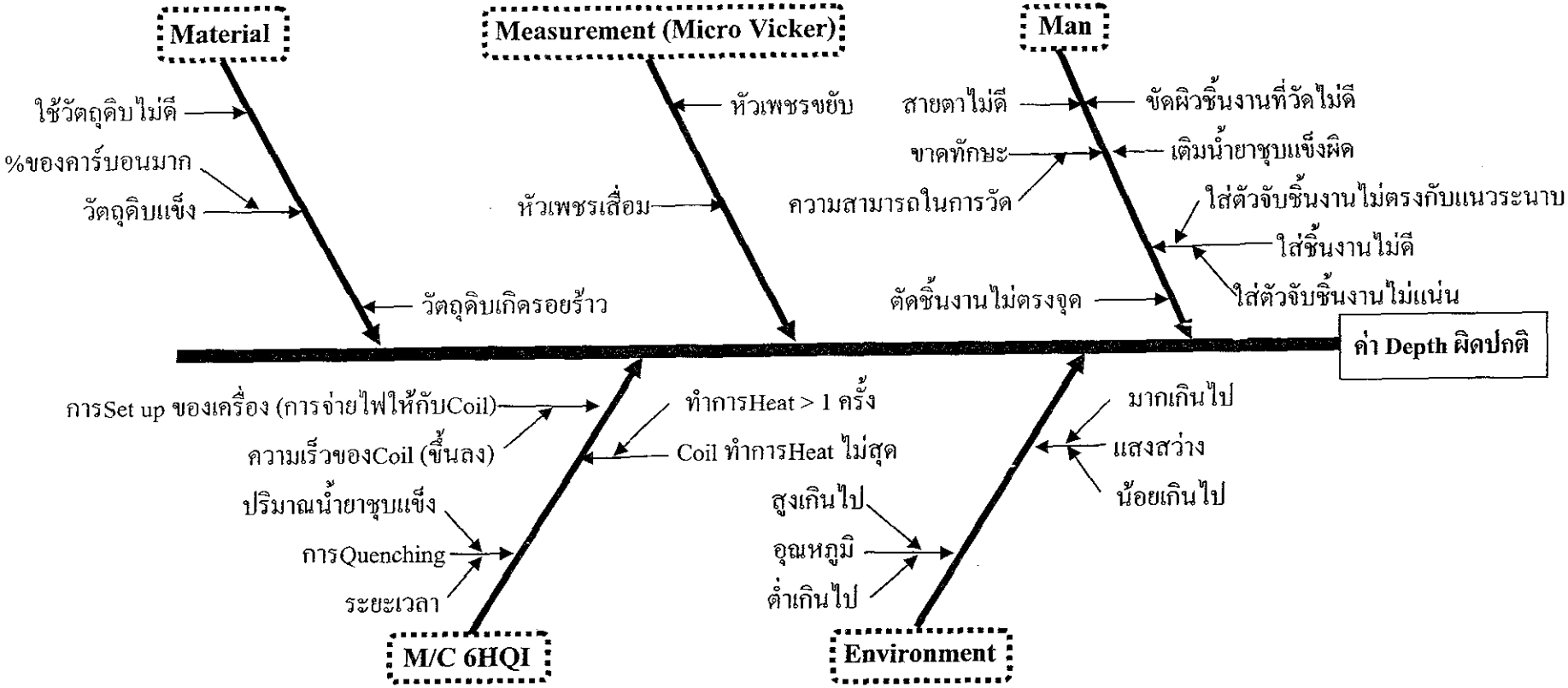
รูปที่4.17 แสดงกราฟ X-MR CHART ที่จุดD



รูปที่4.18 แสดงกราฟการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) และแสดงค่าความสามารถของกระบวนการการผลิต(Cp_k) ของจุดD

ผลการวิเคราะห์ X-MR CHART

จากการศึกษาพบว่า กราฟ X-MR CHART (ในรูปที่ 4.13, 4.15 และ 4.17) ไม่เกิดความผิดปกติใดๆเกิดขึ้น จุดทุกๆจุดยังอยู่ในเขตควบคุม ส่วนของค่าความสามารถของกระบวนการการผลิต (Cp_k) นั้นมีค่ามากกว่า 1.33 ตรงตามข้อกำหนด TS16949 เนื่องจากกำหนดให้ระยะการวัดของชิ้นงานที่ความลึกทีละ 0.1 mm. ดังนั้นจึงใช้เครื่องวัดมีค่าความละเอียด (Resolution)เท่ากับ 0.1 mm. ดังนั้นจึงทำให้ลักษณะของกราฟการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) จะไม่ต่อเนื่อง (Discrete) แต่ในการนำแผนผังก้างปลาดังแสดงในรูปที่ 4.19 และ 4M 1E มาวิเคราะห์นั้นจะพบว่า สาเหตุที่ทำให้ค่า X (Depth) ผิดปกตินั้นเกิดจากสาเหตุหลายอย่าง แต่สาเหตุหลักเกิดขึ้นที่ คน (Man) คือการใส่ที่จับชิ้นงานไม่แน่นทำให้ชิ้นขยับในขณะวัด เมื่อทำการวัด หัวเพชรที่วัดก็จะทำการวัดในตำแหน่งที่ผิด, ใส่ชิ้นงานไม่ตรงกับแนวระนาบทำให้หัวเพชรในขณะวัดนั้นกดทับแต่ละจุดในมุมองศาที่ไม่เท่ากัน, การเติมน้ำยาชุบแข็งผิดทำให้ความแข็งที่ได้ผิดปกติและอาจจะเกิดรอยร้าวภายใน (Inside Crack), การตัดชิ้นงานไม่ตรงตามจุดที่จะวัดทำให้ค่าที่วัดได้อยู่นอกเขตควบคุม, การขัดผิวชิ้นงานไม่ดีทำให้หัวเพชรที่กดไม่ตรงกับจุดที่ต้องการจะวัด เมื่อพิจารณาสาเหตุอื่นๆก็มีผลทำให้กราฟมีโอกาสอยู่นอกเขตควบคุม ดังนั้นราจะพิจารณาในทีละด้าน ด้านวัตถุดิบ (Material) คือ เหล็กที่สั่งมาอาจเกิดรอยร้าวภายใน (Inside Crack) ก่อนแล้ว, เปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนที่มีอยู่ในเหล็กนั้นอาจได้ค่าที่มากเกินจึงจะทำให้เหล็กแข็งกว่าค่าที่กำหนดไว้ จึงทำให้มีผลต่อกระบวนการต่อๆไป ด้านวิธีการวัด(Measurement) โดยใช้เครื่อง Micro Vicker Hardness Testing พบว่าหัวที่ใช้วัดนั้นคือหัวเพชร หัวเพชรนี้จะมีความไว (Sensitivity) ต่อสิ่งแวดล้อมมาก เมื่อโต๊ะขยับทำให้หัวเพชรขยับ ค่าที่วัดได้มาจึงมีความคลาดเคลื่อน, การเสื่อมสภาพของหัวเพชรก็อาจจะมีผลทำให้การวัดค่าออกมาผิดพลาดเนื่องจากหัวเพชรที่ใช้มีอายุการใช้งานจำกัด ด้านเครื่องจักร (Machine) พบว่าเครื่อง 6 HQI มีการตั้งค่า (Set Up) การจ่ายกระแสไฟให้กับ Coil ถ้าหากจ่ายในปริมาณมากก็จะทำให้ชิ้นแข็งมากเกินไปหรือไหม้ได้, Coil ทำการ Heat ไม่สุดปลายเพลาทำให้บริเวณที่ไม่ได้ถูกการ Heat นั้นมีความแข็งน้อยกว่าปกติ, เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำยาชุบแข็งไม่ได้ตามค่าที่กำหนด (ปริมาณน้อยก็จะทำให้ชิ้นงานแข็งมาก) , ระยะเวลาในการชุบแข็งก็เช่นกัน ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment) เช่น แสงสว่างน้อยหรือจ้ามากเกินไปอาจทำให้เครื่อง Micro Vicker Hardness Testing มองไม่เห็นจุดที่ทำการวัด, อุณหภูมิที่ใช้วัดต้องอยู่ในอุณหภูมิห้องเครื่อง Micro Vicker Hardness Testing จึงจะทำให้การวัดมีความเที่ยงตรงแม่นยำ



รูปที่ 4.19 แสดงแผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (X-mR Chart)

บทที่5

สรุป

จากผลการวิเคราะห์ $\overline{X}-R$ CHART พบว่าการทำคู่มือวิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction) มีความสำคัญต่อการใช้เครื่องวัด Contour Measuring มากที่สุด การทำคู่มือวิธีการปฏิบัติงานจะช่วยควบคุมให้พนักงานแต่ละคนมีมาตรฐานในการใช้เครื่องมือวัดไปในทางเดียวกัน เพื่อช่วยลดปัญหาที่เกิดจากการใช้โปรแกรมวัดไม่ตรงกันและยังช่วยเพิ่มค่าความสามารถของกระบวนการการผลิต (C_{p_k}) เพิ่มมากขึ้น ส่วนบางจุดที่ยังอยู่นอกเขตควบคุมนั้น เกิดจากปัจจัยอื่นๆดังแสดงในแผนผังก้างปลา (รูปที่ 4.19) ซึ่งแต่ละจุดต้องแก้ไขตามสาเหตุที่เกิดขึ้น ในส่วนของกราฟ X-MR CHART นั้น คน (Man) มีส่วนสำคัญที่ทำให้ค่า X_2 ที่ได้มีโอกาสผิดปกติ ดังนั้นการฝึกอบรมพนักงาน (Training) ให้มีประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือวัด, ใช้เครื่องตัดชิ้นงาน, ขัดผิวชิ้นงาน, การเติมน้ำยาชุบแข็ง จึงเหมาะกับการแก้ไขปัญหาครั้งนี้ จากการวิเคราะห์พบว่า กราฟ X-MR CHART มีการเก็บข้อมูลแตกต่างจาก $\overline{X}-R$ CHART เนื่องจาก $\overline{X}-R$ CHART เป็นการวัดค่าขนาดของเพลา (Diameter) ซึ่งก็คือค่า X_1 แต่กราฟ X-MR CHART จะมีค่า X_2 คือระยะของชิ้นงานที่ถูกชุบแข็ง (Depth) ซึ่งเครื่อง Micro Vicker Hardness Testing ที่ใช้วัดระยะที่ถูกชุบแข็ง การวัดข้อมูลที่ได้เป็นค่าที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete) ดังจะสังเกตได้จากรูป 4.14, 4.16 และ 4.18 ในการศึกษา X-MR CHART ไม่ได้มีการวิเคราะห์ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงเหมือน $\overline{X}-R$ CHART เนื่องจากสภาพการปัจจุบันนั้นค่า X_2 ที่ได้นั้น อยู่ในเขตควบคุม แต่ที่ได้นำแผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) มาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่จะทำให้มีโอกาสผิดปกติ เพื่อเป็นการป้องกันการเกิดความผิดปกติและนำมาพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อไปในอนาคต

บทที่ 6

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

จากการปฏิบัติงานในแผนกรับประกันคุณภาพ บริษัท สมบูรณ์แอ็ดวานซ์เทคโนโลยี จำกัด (มหาชน) เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ นั้น นอกจากจะเป็นการนำความรู้ที่ได้รับจากมหาวิทยาลัยมาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริงแล้ว ยังได้รับความรู้ใหม่ๆ เพิ่มเติมอีกมากมายซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ดีที่จะนำไปปรับปรุงในการทำงานจริงในอนาคตต่อไป ซึ่งในระหว่างปฏิบัติงานพบปัญหาและอุปสรรคบางประการ ได้แก่

1. เนื่องจากเป็นการปฏิบัติงานจริงเป็นครั้งแรก ทำให้ช่วงแรกยังทำงานได้ไม่เต็มที่นักและยังมีข้อบกพร่องอยู่พอสมควร ต่อมาเมื่อสามารถปรับตัวและได้รับคำแนะนำจาก Job Supervisor จึงทำงานได้ดีขึ้นตามลำดับ

2. เนื่องจากการเก็บข้อมูลให้เป็นไปอย่างถูกต้องตามหลักสถิตินั้นควรสุ่มหยิบมาตรวจทีละ 1 ชิ้นต่อการวัด 1ครั้งเท่านั้น ซึ่งในปัจจุบันนั้นได้ทำการสุ่มมาตรวจ 1 ชิ้นต่อการตรวจ 5 ครั้ง

3. เนื่องจากการบันทึกค่าลงในแผนภูมิขอบเขตควบคุมทั้งสองชนิดนั้นควรเป็นหน้าที่พนักงานที่ทำการตรวจวัดชิ้นงานดังนั้นควรมีการฝึกอบรมพนักงาน (Training) ให้สามารถบันทึกค่าได้อย่างถูกต้อง

บรรณานุกรม

- ยงยุทธ เสริมสุธีอนุวัฒน์, Quality Control Fundamentals, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2544
- กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Analysis) : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2544
- Duncan, A J, Quality Control and Industrial Statistics, 4th Edition, Irwin, 1974
- Montgomery, DC, Introduction to Statistical Quality Control, 2nd edition, Wiley, 1985
- Taguchi G. (1986), Introduction to Quality Engineering, Asian Production Organization (APO),Tokyo
- AIAG (Automotive Industry Action Group) (1995), Statistical Process Control (SPC), 2th printing, Michigan

ภาคผนวก

แสดงวิธีการคำนวณหาขอบเขตควบคุม

➢ $\overline{X} - R$ **Chart**

R = 3 mm.

- เดือนพฤษภาคม

$$CL_X = \sum_{i=1}^{g} \overline{X} \bullet (1/g) = (371.200) \bullet (1/125) = 2.9754$$

$$UCL_X = \overline{\overline{X}} + 3 \bullet \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 2.9754+3 \bullet \frac{(0.01295)}{\sqrt{5}} = 2.9927$$

$$LCL_X = \overline{\overline{X}} - 3 \bullet \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 2.9754-3 \bullet \frac{(0.01295)}{\sqrt{5}} = 2.9580$$

$$CL_R = \overline{R} = \left(\sum_{i=1}^{g} R_i \right) \bullet \left(1/g \right) = (0.7530)/ (25) = 0.0301$$

$$UCL_R = D_4 \bullet \overline{R} = (2.114) \bullet (0.0301) = 0.0637$$

$$LCL_R = D_3 \bullet \overline{R} = 0 \bullet (0.0301) = 0$$

- เดือนมิถุนายน

$$CL_X = \sum_{i=1}^{g} \overline{X} \bullet (1/g) = (374.115) \bullet (1/125) = 2.9929$$

$$UCL_X = \overline{\overline{X}} + 3 \bullet \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 2.9929+3 \bullet \frac{(0.00828)}{\sqrt{5}} = 3.0040$$

$$LCL_X = \overline{\overline{X}} - 3 \bullet \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 2.9929-3 \bullet \frac{(0.00828)}{\sqrt{5}} = 2.9818$$

$$CL_R = \overline{R} = \left(\sum_{i=1}^{g} R_i \right) \bullet \left(1/g \right) = (0.48175)/ (25) = 0.0193$$

$$UCL_R = D_4 \bullet \overline{R} = (2.114) \bullet (0.0193) = 0.0407$$

$$LCL_R = D_3 \bullet \overline{R} = 0 \bullet (0.0193) = 0$$

R = 8 mm.

- เดือนพฤษภาคม

$$CL_X = \sum_{i=1}^{g} \overline{X} \bullet (1/g) = (994.742) \bullet (1/125) = 7.9579$$

$$UCL_X = \overline{\overline{X}} + 3 \bullet \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 7.9579+3 \bullet \frac{(0.01364)}{\sqrt{5}} = 7.9762$$

$$LCL_X = \overline{\overline{X}} - 3 \bullet \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 7.9579-3 \bullet \frac{(0.01364)}{\sqrt{5}} = 7.9396$$

$$CL_R = \overline{\overline{R}} = \left(\sum_{i=1}^{g} R_i\right) \bullet \left(1/g\right) = (0.7935)/\,(25) = 0.0317$$

$$UCL_R = D_4 \bullet \overline{R} = (2.114) \bullet (0.0317) = 0.0671$$

$$LCL_R = D_3 \bullet \overline{R} = 0 \bullet (0.0317) = 0$$

- เดือนมิถุนายน

$$CL_X = \sum_{i=1}^{g} \overline{X} \bullet (1/g) = (995.877) \bullet \ (1/125) = 7.9670$$

$$UCL_X = \overline{\overline{X}} + 3 \bullet \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 7.9670+3 \bullet \frac{(0.00796)}{\sqrt{5}} = 7.9777$$

$$LCL_X = \overline{\overline{X}} - 3 \bullet \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 7.9670-3 \bullet \frac{(0.00796)}{\sqrt{5}} = 7.9563$$

$$CL_R = \overline{\overline{R}} = \left(\sum_{i=1}^{g} R_i\right) \bullet \left(1/g\right) = (0.463)/\,(25) = 0.0185$$

$$UCL_R = D_4 \bullet \overline{R} = (2.114) \bullet (0.0185) = 0.03915$$

$$LCL_R = D_3 \bullet \overline{R} = 0 \bullet (0.0185) = 0$$

ระยะ6,3 mm.

- เดือนพฤษภาคม

$$CL_X = \sum_{i=1}^{g} \overline{X} \bullet (1/g) = (774.216) \bullet \ (1/125) = 6.1937$$

$$UCL_X = \overline{\overline{X}} + 3 \bullet \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 6.1937+3 \bullet \frac{(0.02298)}{\sqrt{5}} = 6.2246$$

$$LCL_X = \overline{\overline{X}} - 3 \bullet \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 6.1937-3 \bullet \frac{(0.02298)}{\sqrt{5}} = 6.1629$$

$$CL_R = \overline{\overline{R}} = \left(\sum_{i=1}^{g} R_i\right) \bullet \left(1/g\right) = (1.3375)/\,(25) = 0.0535$$

$$UCL_R = D_4 \bullet \overline{R} = (2.114) \bullet (0.0535) = 0.1130$$

$$LCL_R = D_3 \bullet \overline{R} = 0 \bullet (0.0535) = 0$$

- เดือนมิถุนายน

$$CL_X = \sum_{i=1}^{g} \overline{X} \bullet (1/g) = (768.496) \bullet \ (1/125) = 6.1479$$

$$UCL_X = \overline{\overline{X}} + 3 \bullet \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 6.1479+3 \bullet \frac{(0.01090)}{\sqrt{5}} = 6.1626$$

$$LCL_X = \overline{\overline{X}} - 3 \bullet \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 6.1479\text{-}3 \bullet \frac{(0.01090)}{\sqrt{5}} = 6.1333$$

$$CL_R = \overline{R} = \left(\sum_{i=1}^{g} R_i \right) \bullet \left(1/g \right) = (0.6340)/\ (25) = 0.0254$$

$$UCL_R = D_4 \bullet \overline{R} = (2.114) \bullet (0.0254) = 0.0536$$

$$LCL_R = D_3 \bullet \overline{R} = 0 \bullet (0.0254) = 0$$

➢ **X-mR Chart**

จุด A (เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน)

$$\overline{mR} = \sum_{i=2}^{K} \frac{mR_i}{(K-1)} = (3.60)/\ (24) = 0.15$$

$$CL_X = \frac{\sum X}{n} = (113.9)/\ (25) = 4.556$$

$$UCL_X = \overline{\overline{X}} + 3 \bullet \frac{\overline{mR}}{d_2} = 4.556\text{+}3 \bullet \frac{(0.15)}{(1.128)} = 4.9549$$

$$LCL_X = \overline{\overline{X}} - 3 \bullet \frac{\overline{mR}}{d_2} = 4.556\text{-}3 \bullet \frac{(0.15)}{(1.128)} = 4.1571$$

$$CL_R = \overline{\overline{mR}} = 0.15$$

$$UCL_R = D_4 \bullet \overline{mR} = (3.267) \bullet (0.15) = 0.4901$$

$$LCL_R = D_3 \bullet \overline{mR} = 0 \bullet (0.15) = 0$$

จุด B (เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน)

$$\overline{mR} = \sum_{i=2}^{K} \frac{mR_i}{(K-1)} = (5)/\ (24) = 0.2083$$

$$CL_X = \frac{\sum X}{n} = (143.3)/\ (25) = 5.732$$

$$UCL_X = \overline{\overline{X}} + 3 \bullet \frac{\overline{mR}}{d_2} = 5.732\text{+}3 \bullet \frac{(0.2083)}{(1.128)} = 6.2860$$

$$LCL_X = \overline{\overline{X}} - 3 \bullet \frac{\overline{mR}}{d_2} = 5.732\text{-}3 \bullet \frac{(0.2083)}{(1.128)} = 5.1780$$

$$CL_R = \overline{\overline{mR}} = 0.2083$$

$$UCL_R = D_4 \bullet \overline{mR} = (3.267) \bullet (0.2083) = 0.6807$$

$$LCL_R = D_3 \bullet \overline{mR} = 0 \bullet (0.2083) = 0$$

จุด D (เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน)

$$\overline{mR} = \sum_{i=2}^{K} \frac{mR_i}{(K-1)} = (4.8)/\,(24) = 0.20$$

$$CL_X = \frac{\sum X}{n} = (110.9)/\,(25) = 4.436$$

$$UCL_X = \overline{\overline{X}} + 3 \bullet \frac{\overline{mR}}{d_2} = 4.436+3 \bullet \frac{(0.20)}{(1.128)} = 4.968$$

$$LCL_X = \overline{\overline{X}} - 3 \bullet \frac{\overline{mR}}{d_2} = 4.436-3 \bullet \frac{(0.20)}{(1.128)} = 3.904$$

$$CL_R = \overline{mR} = 0.20$$

$$UCL_R = D_4 \bullet \overline{mR} = (3.267) \bullet (0.20) = 0.6534$$

$$LCL_R = D_3 \bullet \overline{mR} = 0 \bullet (0.20) = 0$$

แสดงวิธีการคำนวณหาค่าความสามารถของกระบวนการ (C_{Pk})

- $\overline{X} - R$ **CHART**

R = 3 mm.

- เดือนพฤษภาคม

$$\sigma = \frac{\overline{R}}{d_2} = (0.0301)/\,(2.326) = 0.01295$$

$$C_{P_K} = \min\left[\frac{USL - \overline{\overline{X}}}{3\sigma}, \frac{\overline{\overline{X}} - LSL}{3\sigma}\right]$$

$$= \min\left[\frac{3.30 - 2.97536}{3(0.01295)}, \frac{2.97536 - 2.70}{3(0.01295)}\right]$$

$$= \min\left[8.36, 7.09\right]$$

$$\therefore C_{P_K} = 7.09$$

- เดือนมิถุนายน

$$\sigma = \frac{\overline{R}}{d_2} = (0.01926)/\,(2.326) = 0.00828$$

$$C_{P_K} = \min\left[\frac{USL - \overline{\overline{X}}}{3\sigma}, \frac{\overline{\overline{X}} - LSL}{3\sigma}\right]$$

$$= \min\left[\frac{3.30 - 2.99292}{3(0.00828)}, \frac{2.99292 - 2.70}{3(0.00828)}\right]$$

$$= \min\left[12.36, 11.79\right]$$

$$\therefore C_{P_K} = 11.79$$

R = 8 mm.

- เดือนพฤษภาคม

$$\sigma = \frac{\overline{R}}{d_2} = (0.03174)/\,(2.326) = 0.01364$$

$$C_{P_K} = \min\left[\frac{USL - \overline{\overline{X}}}{3\sigma}, \frac{\overline{\overline{X}} - LSL}{3\sigma}\right]$$

$$= \min\left[\frac{8.30 - 7.95794}{3(0.01364)}, \frac{7.95794 - 7.70}{3(0.01364)}\right]$$

$$= \min\left[8.3592, 6.3035\right]$$

$$\therefore C_{P_K} = 6.30$$

- เดือนมิถุนายน

$$\sigma = \frac{\overline{R}}{d_2} = (0.01852)/\,(2.326) = 0.00796$$

$$C_{P_K} = \min\left[\frac{USL - \overline{\overline{X}}}{3\sigma}, \frac{\overline{\overline{X}} - LSL}{3\sigma}\right]$$

$$= \min\left[\frac{8.30 - 7.96702}{3(0.00796)}, \frac{7.96702 - 7.70}{3(0.00796)}\right]$$

$$= \min\left[13.94, 11.18\right]$$

$$\therefore C_{P_K} = 11.18$$

ระยะ6,3 mm.

- เดือนพฤษภาคม

$$\sigma = \frac{\overline{R}}{d_2} = (0.05350)/\,(2.326) = 0.02298$$

$$C_{P_K} = \min\left[\frac{USL - \overline{\overline{X}}}{3\sigma}, \frac{\overline{\overline{X}} - LSL}{3\sigma}\right]$$

$$= \min\left[\frac{6.60 - 6.19373}{3(0.02298)}, \frac{6.19373 - 6.0}{3(0.02298)}\right]$$

$$= \min\left[5.89, 2.81\right]$$

$$\therefore C_{P_K} = 2.81$$

- เดือนมิถุนายน

$$\sigma = \frac{\overline{R}}{d_2} = (0.02536)/\,(2.326) = 0.01090$$

$$C_{P_K} = \min\left[\frac{USL - \overline{\overline{X}}}{3\sigma}, \frac{\overline{\overline{X}} - LSL}{3\sigma}\right]$$

$$= \min\left[\frac{6.60 - 6.14797}{3(0.01090)}, \frac{6.14797 - 6.0}{3(0.01090)}\right]$$

$$= \min\left[13.82, 4.52\right]$$

$$\therefore C_{P_K} = 4.52$$

- **X-mR CHART**

จุด A (เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน)

$$\sigma = \frac{\overline{mR}}{d_2} = (0.15)/\,(1.128) = 0.13298$$

$$C_{P_K} = \min\left[\frac{USL - \overline{\overline{X}}}{3\sigma}, \frac{\overline{\overline{X}} - LSL}{3\sigma}\right]$$

$$= \min\left[\frac{5.50 - 4.556}{3(0.13298)}, \frac{4.556 - 3.00}{3(0.13298)}\right]$$

$$= \min\left[2.37, 3.90\right]$$

$$\therefore C_{P_K} = 2.37$$

จุด B (เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน)

$$\sigma = \frac{\overline{mR}}{d_2} = (0.2083)/\,(1.128) = 0.18469$$

$$C_{P_K} = \min\left[\frac{USL - \overline{\overline{X}}}{3\sigma}, \frac{\overline{\overline{X}} - LSL}{3\sigma}\right]$$

$$= \min\left[\frac{7.0 - 5.7320}{3(0.18469)}, \frac{5.7320 - 4.0}{3(0.18469)}\right]$$

$$= \min\left[2.29, 3.13\right]$$

$$\therefore C_{P_K} = 2.29$$

จุด D (เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน)

$$\sigma = \frac{\overline{mR}}{d_2} = (0.1999)/(1.128) = 0.1773$$

$$C_{P_K} = \min\left[\frac{USL - \overline{\mathrm{X}}}{3\sigma}, \frac{\overline{\mathrm{X}} - LSL}{3\sigma}\right]$$

$$= \min\left[\frac{5.50 - 4.436}{3(0.1773)}, \frac{4.436 - 3.00}{3(0.1773)}\right]$$

$$= \min\left[2.00, 2.70\right]$$

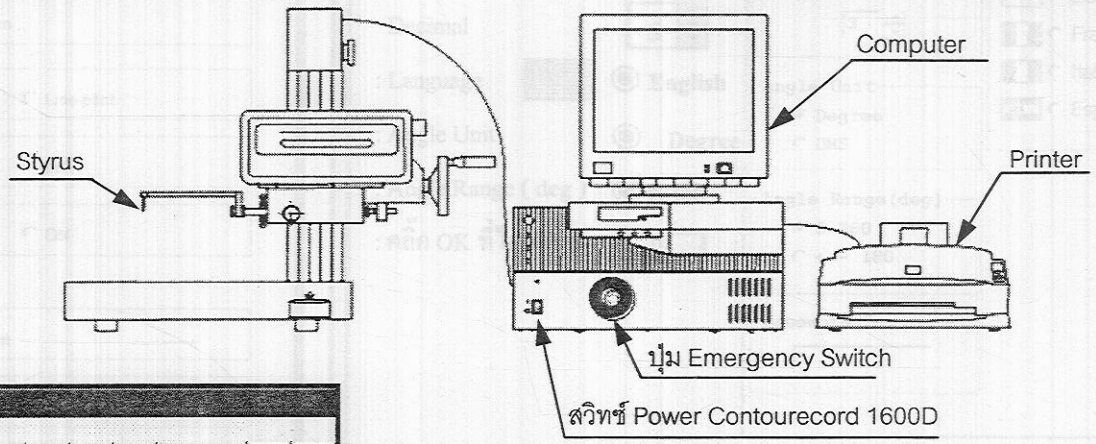
$$\therefore C_{P_K} = 2.00$$

วิธีการปฏิบัติ (Operate Method)

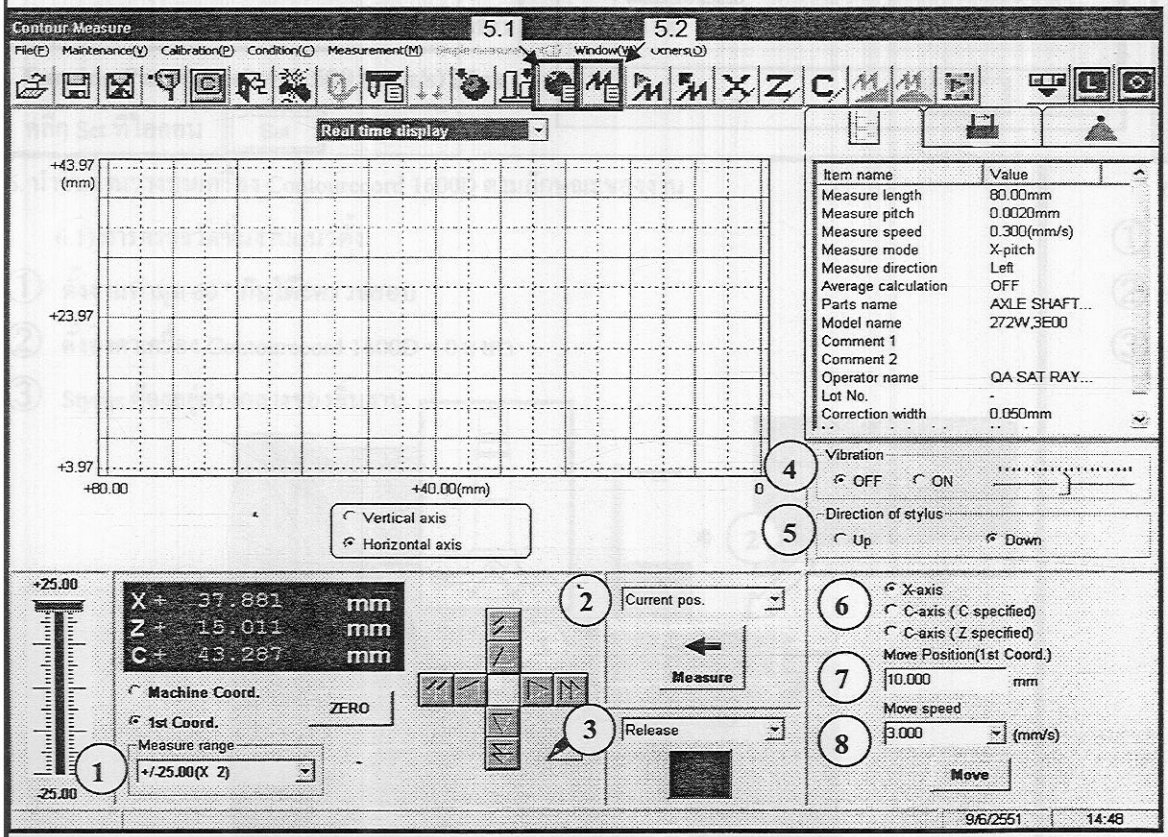
1. เปิด Computer
2. ปลดล๊อก Emergency Stop
3. เปิดสวิทซ์ Contourecord 1600D
4. Program Contourecord 1600D จะเปิดเองอัตโนมัติ

หาก Program ไม่เปิดให้คลิ๊กที่ไอคอน บน Desktop

5. ตั้งค่าเครื่อง Contourecord 1600D ก่อนการวัดชิ้นงาน



รูปแสดง Contourecord 1600D



5.1) ตั้งค่า Contour Measure

① Measure range เลือก +/-25.00(X 2)

② เลือก Current pos.

③ เลือก Release

④ Vibration เลือก ◉ **OFF**

⑤ Direction of styrus เลือก◉ **Down**

⑥ เลือก ◉ **X-axis**

⑦ Move Position (1st Coord) ตั้งค่า 10.000 mm

⑧ Move speed ตั้งค่า 3.000 (mm/s)

5.3) ตังค่า Measure Condition โดยเลือกที่ Condition (C) แล้ว คลิก System Condition

หรือ คลิ๊กที่ไอคอน

ตั้งค่าดังนี้

Measure length : ตามความยาวงาน 0-100 mm.

Measure mode : ◉ **X-pitch**

Measure direction : ตามลักษณะงาน

◉ **Right or** ◉ **Left**

Average calculation : ◉ **OFF**

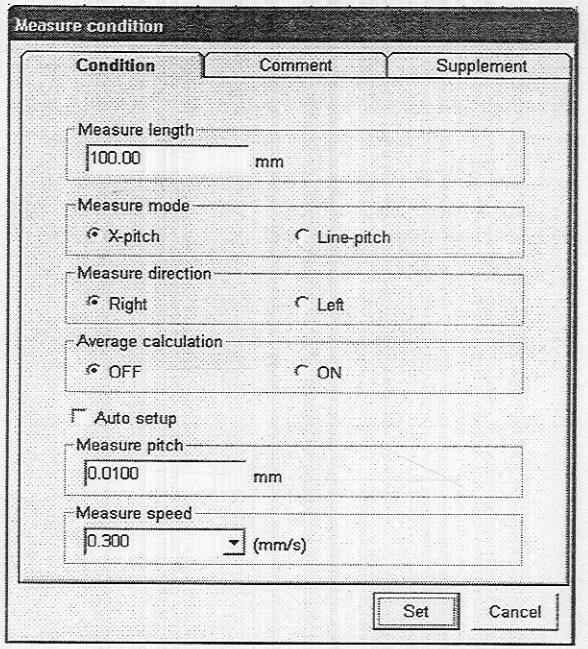
Measure pitch : 0.0010 mm.

Measure speed : กำหนดให้ตั้งค่าดังนี้

Machine Part Check = 0.300 (mm/s) Max

Forging Part Check = 0.500 (mm/s) Max

คลิ๊ก Set ที่ไอคอน



5.2) ตังค่า System Condition โดยเลือกที่ Condition (C) แล้ว คลิก System Condition

หรือ คลิ๊กที่ไอคอน

ตั้งค่าดังนี้

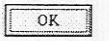
Measurement Unit : ◉ **mm**

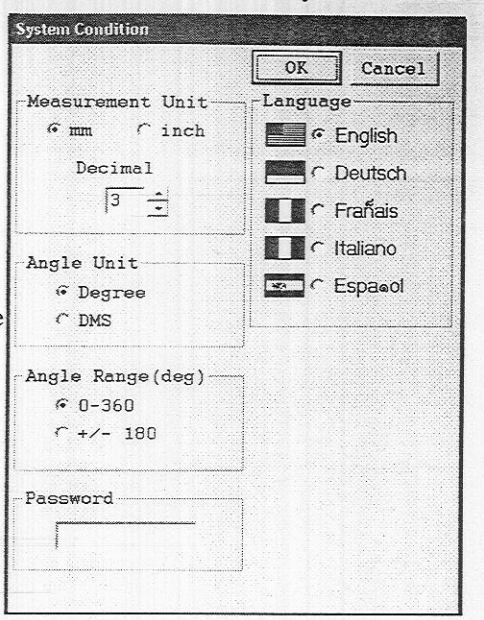
Decimal : **3**

: Language ◉ **English**

: Angle Unit ◉ **Degree**

: Angle Range (deg) ◉ **0-360**

: คลิ๊ก OK ที่ไอคอน 



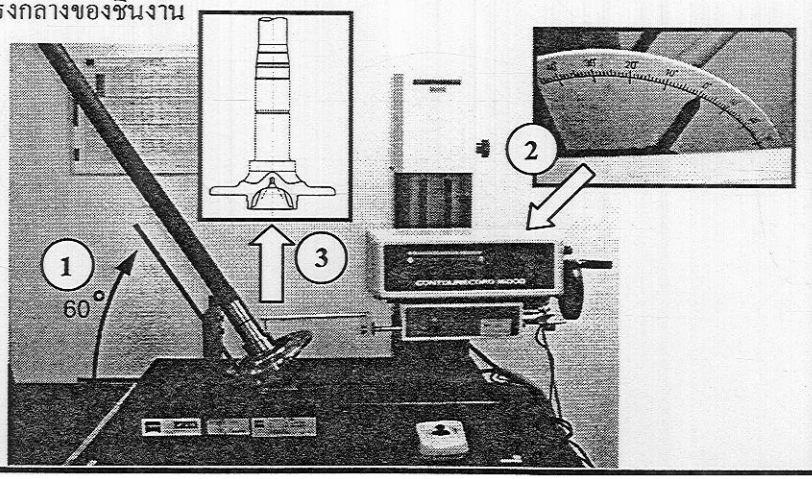
6. นำชิ้นงานวางบนเครื่อง Contourecord 1600D ตามลักษณะของงาน

6.1) การตรวจวัดชิ้นงานแนวตั้ง

① ตั้งงานทำมุม 60 ° กับโต๊ะตรวจสอบ

② ตั้งองศาเครื่อง Contourecord 1600D = 0 องศา

③ Styrus ต้องอยู่ตรงกลางของชิ้นงาน



6.1) การตรวจวัดชิ้นงานแนวนอน

① ตั้งงานทำมุม 15 ° กับโต๊ะตรวจสอบ

② ตั้งองศาเครื่อง Contourecord 1600D = 5 องศา

③ Styrus ต้องอยู่ตรงกลางของชิ้นงาน