การประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ระบบการวัด
สำหรับ สายการผลิตชิ้นส่วนนักเกิล

นาย จักษ์กฤต ปฎิเวธธรรม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอตุสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-347-225-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AN APPLICATION OF MEASUREMENT SYSTEM ANALYSIS TECHNIQUE
FOR A KNUCKLE PROCESS LINE

Mr. Chakkrit Patiwettham

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2000
ISBN 974-347-225-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ระบบการวัด สำหรับสายการผลิตชิ้นส่วน นักเกิล
โดย	นาย จักษ์กฤต ปฏิเวชธรรม
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์. ประเสริฐ อัครประถมพงศ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ จรูญ มหิทธาฟองกุล)

.... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประเสริฐ อัครประถมพงศ์)

....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา)

....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเวช ชาญสง่าเวช)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จักษ์กฤต ปฏิเวธธรรม : การประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ระบบการวัดสำหรับสายการผลิต ชิ้นส่วนนักเกิล. (AN APPLICATION OF MEASUREMENT SYSTEM ANALYSIS TECHNIQUE FOR A KNUCKLE PROCESS LINE) อ. ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประเสริฐ อัครประถมพงศ์ , 296 หน้า. ISBN 974-347-225-8.

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่ก่อให้เกิดความแปรผันในระบบการวัดโดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis) จากการศึกษาพบว่า ความผันแปรในระบบการวัดมีผลทำให้ค่าวัดที่วัดได้เบี่ยงเบนไปจากค่าจริงของสิ่งที่ได้รับการวัดเสมอดังสมการ $X = \mu + \varepsilon$ (ค่าที่วัดได้ = ค่าจริง + ค่าความคลาดเคลื่อน)และค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ของระบบการวัด ส่วนมากเกิดจาก การขาดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องมือวัด และ วิธีการวัดของพนักงานที่ทำหน้าที่วัด โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวิจัยเครื่องมือวัดที่อยู่ในสายการผลิตนักเกิล จำนวน 20 รายการ แบบ Variable characteristic = 8 รายการ และ แบบ Attribute characteristic = 12 รายการ โดยที่การวิเคราะห์ระบบการวัดจะพิจารณาถึง 1. ความถูกต้อง ซึ่งจะพิจารณาในคุณสมบัติ ค่าไบอัส และ ค่าเสถียรภาพของระบบการวัด 2. ความแม่นยำของระบบการวัดโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน 3. ความสามารถของกระบวนการวัดแบบข้อมูลนับ (Attribute)

จากผลการวิจัยพบว่า ความผันแปรที่เกิดขึ้นกับ เครื่องมือวัดแบบ Variable characteristic มาจากการขาดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องมือวัด และเครื่องมือวัด จึงได้ทำการปรับปรุงและให้ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือวัด และนำเครื่องมือวัดมาทำการสอบเทียบใหม่ทั้งหมด ส่วนเครื่องมือวัดแบบ Attribute characteristic นั้นความผันแปรที่เกิดขึ้นจะมาจากเครื่องมือวัดที่สึกหรอ และความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องมือวัด จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือวัดและฝึกอบรมวิธีการวัดที่ถูกต้องให้กับพนักงาน จากการปรับปรุงดังกล่าวทำให้ค่าความผันแปรในระบบการวัดของแต่ละเครื่องมือวัดมีเปอร์เซ็นต์ลดลงและอยู่ในเกณฑ์การยอมรับตามระบบมาตรฐาน QS-9000

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต..
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.......................................
ปีการศึกษา 2543 ลายมือชื่ออาจารย์ทีปรึกษาร่วม................................

42714061 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEER
KEY WORD: MEASUREMENT SYSTEM / STATISTICAL TECHNIQUES

CHAKKRIT PATIWETTHAM : THESIS TITLE. AN APPLICATION OF MEASUREMENT SYSTEM ANALYSIS TECHNIQUE FOR A KNUCKLE PROCESS LINE. THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR PRASERT AKKHARAPRATHOMPHONG, 296 pp. ISBN 974-347-225-8.

The purpose of this research is for studying about factors, which's a cause of variation in measurement system, by using a technique, called "Measurement System Analysis". As the research, found that the variation in measurement system made the measured value always incline from the actual value, as the formula of $x = \mu+\varepsilon$ (measured value = actual value+error value). Most of error value of measurement system, occurred from lack of knowledge, lack of know-how about measuring tool ,and about the measuring method of in-charge. This time had researched on 20 items of measuring tool in Knuckle process line, divided into 8 items of Variable characteristic, and 12 items of Attribute characteristic. This analysis would refer to these following factors ; 1 Accuracy would consider on Bias Value and Stability Value of measurement system , 2 Precision of Measurement System, by using Analysis of Variance method , 3. Attribute gage performance study

Result of this research, found that variation of Variable characteristic type of measuring tool, occurred from lack of knowledge, and know-how about measuring tool. So, have adjusted and educated about measuring tool ,and calibrated all measuring tools again.About the variable of Attribute characteristic type of measuring tool, occurred from worn measuring tool ,and know-how about measuring tool also. So have adjusted measuring tool and educated in-charge about right method. After above adjustment, the percentage of variable value in measurement system of each measuring tool had decreased ,and being in acceptable level of Quality system QS-9000

Department. Industrial Engineer Student's
Field of study. Industrial Engineer Advisor's
Academic year 2000 .. Co-advisor's signature...

กิตติกรรมประกาศ

ในงานศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้เขียนขอกราบพระคุณอย่างสูงต่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประเสริฐ อัครประถมพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและชี้แนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานวิจัยมาด้วยดีตลอด

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ จรูญ มหิทธาฟองกุล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ชูเวช ชาญสง่าเวช ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปารเมศ ชุติมา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประเสริฐ อัครประถมพงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความเรียบร้อยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ ผู้เขียนขอราบขอบพระคุณมารดาของผู้เขียนและครอบครัวของผู้เขียนที่ได้ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจมาตลอด และขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามที่ได้ให้ความช่วยเหลือตลอดงานวิจัยครั้งนี้ มา ณ ที่นี้ด้วย

นาย จักษ์กฤต ปฏิเวชธรรม

1 กุมภาพันธ์ 2544

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญรูป ..... ฑ

บทที่

1. **บทนำ** 1
   1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
   1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
   1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2
   1.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 3
   1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
   1.6 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 4

2. **การวิเคราะห์ระบบการวัด** 7
   2.0 แนวความคิดในการวิเคราะห์ระบบการวัด 7
   2.1 การวิเคราะห์ความถูกต้องของระบบการวัด 8
      2.1.1 คุณสมบัติด้านไบอัส 8
      2.1.2 คุณสมบัติด้านเสถียรภาพของระบบการวัด 9
   2.2 การวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด(GR&R) 10
      2.2.1 การประเมินผลโดยอาศัยค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย 11
      2.2.2 การประเมินผลโดยวิธี การวิเคราะห์ความแปรปรวน 13
   2.3 การวิเคราะห์ระบบการวัดแบบข้อมูลนับ 16

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ หน้า

2.4 การใช้และการบำรุงรักษาเครื่องมือวัดพื้นฐาน 17
2.4.1 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ 17
2.4.2 ไมโครมิเตอร์ 19
2.4.3 ลิมิตเกจ (เกจพิกัด) 20
2.4.4 สแนปเกจ (เกจก้ามปู) 21
2.4.5 เกจหน้าปัด (ไดอัลเกจ) 22
2.1.6 กฎทั่วไปในการใช้เครื่องมือวัด 24
2.1.7 การระวังรักษาเครื่องมือวัด 25

3.0 การดำเนินการวิจัย 26
3.1 ลักษณะของผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต 26
3.1.1 กระบวนการผลิต 27
3.2 คู่มือปฏิบัติงาน 28
3.2.1 การจัดทำคู่มือ 28
3.3 ข้อมูลระบบการวัดแบบ Attribute Characteristic 46
3.3.1 รายการเครื่องมือวัด แบบ Attribute Characteristic 46
3.3.2 Attribute Tools Photo 47
3.3.3 การประเมินผลกระบวนการวัดของเครื่องมือวัดแบบ “ Attribute characteristic” (ก่อนปรับปรุง) 48
3.3.4 การควบคุมความแปรปรวมร่วม (Covariance) ในการทดลอง 49
2.1.5 ผลการประเมิน Attribute Characteristic 52
2.4 ข้อมูลระบบการวัดแบบ Variable Characteristic 53
2.4.1 รายการเครื่องมือวัด แบบ Variable Characteristic 53
2.4.2 Variable Tools Photo 54
2.4.3 การควบคุมความแปรปรวนร่วม (Covariance) 55
2.4.4 การประเมินผลกระบวนการวัดของเครื่องมือวัดแบบ “ Variable characteristic” (ก่อนปรับปรุง) 56

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ หน้า

2.4.4.1 การประเมินผลด้านความถูกต้อง 56
2.4.4.2 การประเมินผลด้านความแม่นยำ 59
2.4.5 ผลการประเมิน Variable Characteristion 67
2.5 การฝึกอบรมพนักงานวัด 68

4.0 การวิเคราะห์ผลและการปรับปรุง 71
4.1 การวิเคราะห์ผลและการปรับปรุงระบบการวัดแบบAttribute Characteristic 71
4.1.1 ผลการวิเคราะห์ระบบการวัดแบบ Attribute Characteristic 72
4.1.2 สรุปผลการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 87
4.1.3 การปรับปรุงระบบการวัดแบบ Attribute Characteristic 90
4.1.4 การประเมินผลหลังจากการปรับปรุง 94
4.2 การวิเคราะห์และการปรับปรุงระบบการวัดแบบVariable Characteristic 95
4.2.1 ผลการวิเคราะห์ระบบการวัดแบบ Variable Characteristic 96
4.2.2 การศึกษา GR & R โดยวิธี ANOVA (หลังจากทำการปรับปรุง
4.2.3 สรุปผลการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 119
2.1.4 การปรับปรุงระบบการวัดแบบ Variable Characteristic 122
2.1.5 การปรับปรุงระบบการวัดครั้งที่ 2 126
2.1.6 การประเมินคุณสมบัติด้านเสถียรภาพของระบบการวัด 130
2.1.6.1 ตัวอย่างผลการประเมินเครื่องมือวัด No. 6294678 132

5.0 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 136
5.1 สรุปผลการปรับปรุงระบบการวัด 136
5.2 ความผิดพลาดที่เกิดในระบบการวัด 138
5.3 การปรับปรุงเอกสารการปฏิบัติงาน 141
5.4 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 144
5.4.1 การคำนวณพิกัดความเผื่อลิมิตเกจ 145
5.4.2 การตรวจติดตามเครื่องมือวัดในสายการผลิต 148

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ หน้า

5.5 แนวทางสำหรับการวิจัยในอนาคต 150
5.6 สรุปท้ายบท 150

รายการอ้างอิง 151
ภาคผนวก ก ข้อมูลการประเมิลผล ก่อนการปรับปรุง 152
ภาคผนวก ข ข้อมูลการประเมิลผล หลังการปรับปรุง 222
ภาคผนวก ค การปรับปรุงเอกสารการปฏิบัติงาน 274
ภาคผนวก ง ตารางแสดงค่า F , d2* 291
ประวัติผู้เขียน 296

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

2.0 ตาราง ANOVA สำหรับการวิเคราะห์ระบบการวัด 13
2.1 ตารางความคาดหมายของค่ามัชฌิมกำลังสอง (MS) 14
2.2 ตารางตัวสถิติสำหรับการทดสอบแต่ละปัจจัย 14
2.3 ค่าประมาณขององค์ประกอบความแปรปรวน 14
2.4 การประมาณค่าความสามารถของระบบการวัดเมื่ออิทธิพลร่วมมีนัยสำคัญ 15
2.5 การประมาณค่าความสามารถของระบบการวัดเมื่ออิทธิพลร่วมไม่มีนัยสำคัญ 15
3.0 รายการเครื่องมือวัด แบบ Attribute Characteristic 46
3.1 ใบประเมินผลการศึกษา GR&R แบบ Attribute Characteristic 50
3.2 สรุปผลการประเมินเครื่องมือวัดแบบ Attribute Characteristic 52
3.3 รายการเครื่องมือวัด แบบ Variable Characteristic 53
3.4 ใบบันทึกผลการศึกษาค่าไบอัสของเครื่องมือวัดNo. T-IT-159-2929FB 58
3.5 ใบบันทึกผลการศึกษา GR&R ของเครื่องมือวัด No. 6294676 64
3.6 ใบบันทึกผลการคำนวณ GR&R 65
3.7 แสดงค่าคงที่สำหรับการคำนวณ GR&R 66
3.8 สรุปผลการประเมินเครื่องมือวัดแบบ Variable Characteristic 67
4.0 สรุปผลการประเมิน(ก่อนปรับปรุง)ระบบการวัดแบบ “Attribute Characteristic“ 71
4.1 เกณฑ์ในการพิจารณา “ Attribute Data Criteria “ 71
4.2 ใบบันทึกผลการประเมินเครื่องมือวัด No. KWUW 50.4 (ก่อนการปรับปรุง) 73
4.3 ใบแสดงการผลการนับและค่าจริงของชิ้นงานแต่ละหมายเลข 74
4.4 การปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือวัด No. KHUW 50.4 75
4.5 ใบบันทึกผลการประเมินเครื่องมือวัด No. KWUW 50.4 (หลังการปรับปรุง) 76
4.6 ใบแสดงการผลการนับและค่าจริงของชิ้นงานแต่ละหมายเลข 77
4.7 ข้อมูลการบันทึกการวัดของเครื่องมือวัด No. KHUW 35.35 78
4.8 ข้อมูลการบันทึกการวัดของเครื่องมือวัด No. KHUW 20 79
4.9 ข้อมูลการบันทึกการวัดของเครื่องมือวัด No. KIPW 14.5 80
4.10 ข้อมูลการบันทึกการวัดของเครื่องมือวัด No. KIPW 16 81

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

4.11 ข้อมูลการบันทึกการวัดของเครื่องมือวัด No. KIPW 19 82
4.12 ข้อมูลการบันทึกการวัดของเครื่องมือวัด No. T-IT-180 83
4.13 ข้อมูลการบันทึกการวัดของเครื่องมือวัด No. T-IT-181 84
4.14 ข้อมูลการบันทึกการวัดของเครื่องมือวัด No. T-IT-167 19. 85
4.15 ข้อมูลการบันทึกการวัดของเครื่องมือวัด No. KGWW 5. 86
4.16 สรุปปัญหา ,สาเหตุและวิธีการแก้ไข ระบบวัดแบบ Attribute Characteristic 90
4.17 ผลการประเมิน(หลังปรับปรุง) กระบวนการวัดของข้อมูลแบบ 94
“ Attribute Characteristic ”
4.18 สรุปผลการประเมิน(ก่อนปรับปรุง)ของระบบการวัดแบบ Variable Characteristic 95
4.19 ผลการประเมินค่าไบอัส (ด้านความถูกต้อง) 96
4.20 ผลการประเมิน GR & R (ด้านความแม่นยำ) ก่อนปรับปรุง 97
4.21 ผลการคำนวณ GR&R 98
4.22 สรุปผลการประเมินเครื่องมือวัดNo. 6294678 99
4.23 การปรับปรุงเครื่องมือวัดNo 6294678 100
4.24 แสดงข้อมูลผลการวัดของ Digimatic micrometer no. 62494678 101
4.25 ตารางประกอบการคำนวณผลจากสาเหตุด้านพนักงาน 102
4.26 ตารางประกอบการคำนวณผลจากสาเหตุด้านชิ้นงาน 103
4.27 ตารางประกอบการคำนวณผลจากสาเหตุขององค์ประกอบทรีตเมนต์ 104
4.28 การวิเคราะห์ระบบการวัดแบบ ANOVA 105
4.29 ANOVA แบบ ลดรูป 105
4.30 การประมาณการค่าความสามารถของระบบการวัดเมื่ออิทธิพลร่วมไม่มีนัยสำคัญ 105
4.31 ผลการประเมินเครื่องมือวัด No. T-IT-159 106
4.32 ผลการประเมินเครื่องมือวัด No. 0015535 110
4.33 ผลการประเมินเครื่องมือวัด No. TCM - 25 DM 111
4.34 ผลการประเมินเครื่องมือวัด No. HHJ-0614 113
4.35 ผลการประเมินเครื่องมือวัด No. T-IT-164 114
4.36 ผลการประเมินเครื่องมือวัด No. T-IT-170 115

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

4.37 ผลการประเมินเครื่องมือวัด No. E-AJO-5016 117
4.38 สรุปปัญหา ,สาเหตุและวิธีการแก้ไข ระบบวัดแบบ Variable Characteristic 122
4.39 สรุปผลการประเมิน (หลังปรับปรุง) ของระบบการวัดแบบ Variable Characteristic 125
4.40 ผลการประเมินเครื่องมือวัด No. T-IT-159 126
4.41 ผลการปรับปรุงเครื่องมือวัดหมายเลขที่ 1 ครั้งที่ 2 127
4.42 ผลการประเมินเครื่องมือวัด No. TCM - 25 DM 128
4.43 ผลการปรับปรุงเครื่องมือวัดหมายเลขที่ 4 ครั้งที่ 2 129
4.44 X – R Chart ของเดือนที่ 1 132
4.45 X – R Chart ของเดือนที่ 2 132
4.46 X – R Chart ของเดือนที่ 3 133
4.47 X – R Chart ของเดือนที่ 4 133
4.48 X – R Chart ของเดือนที่ 5 134
4.49 ตารางแสดงการควบคุมเครื่องมือวัดโดยใช้ Control chart 135
5.0 สรุปผลการศึกษาการวัดแบบ “ Variable characteristic “ 136
5.1 สรุปผลการศึกษาการวัดแบบ “ Attribute characteristic “ 137
5.2 ผลการตรวจสอบเครื่องมือวัดแบบ“ Attribute characteristic “ 139
5.3 สรุปแผนงานการวิเคราะห์และการปรับปรุงระบบการวัด 143
5.4 สูตรการคำนวณพิกัดความเผื่อของ Shaft และ Hole 145

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

2.0 แหล่งความผันแปรในระบบวัด 7

2.1 แสดงคุณสมบัติด้านไบอัสของระบบการวัด 8

2.2 ความหมายด้านคุณสมบัติด้านเสถียรภาพของระบบการวัด 9

2.3 แสดงลักษณะความผันแปรแบบรีโปรดิวซิบิลิตี้ 10

2.4 แสดงความผันแปรจากรีพีททะบิลิตี้และรีโปรดิวซิบิลิตี้ 11

2.5 ภาพแสดงการใช้แรงกดที่มากเกินไป 17

2.6 การสัมผัสระหว่างปากเวอร์เนียร์กับชิ้นงาน 17

2.7 แสดงจุดวัดที่ถูกต้องของงานวงกลมและสี่เหลี่ยม 18

2.8 การตรวจสอบค่า 0 ของ ไมโครมิเตอร์ 19

2.9 แสดงปลั๊กเกจรูปทรงกระบอก 20

2.10 แสดงเกจ ก้ามปู 21

2.11 ภาพแสดงวิธีการใช้เกจหน้าปัดชนิดมาตราฐาน 22

2.12 ภาพแสดงการใช้เกจหน้าปัดชนิดคาน 23

3.1 แสดงชิ้นส่วน นักเกิล (Knuckle) 26

4.0 แสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.KHUW 50.4 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 72

4.1 แสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.KHUW 35.35 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 78

4.2 แสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.KHUW 20.0 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 79

4.3 แสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.KIPW 14.5 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 80

4.4 แสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.KIPW 16.0 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 81

4.5 แสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.KIPW 19.0 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 82

4.6 แสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.T-IT-180 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 83

4.7 แสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด T-IT-181 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 84

4.8 แสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด T-IT-167 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 85

4.9 แสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.KGWW 5.0 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 86

4.10 สรุปภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัดแบบ Attribute Characteristic 87

4.11 แสดงเครื่องมือวัด No.6294678 99

4.12 แสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัดNo.6294678โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 100

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

4.13 แสดงเครื่องมือวัดNo.2929-FB-62 106
4.14 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.2929 FB –62โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 107
4.15 แสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.513 404 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 109
4.16 แสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.0015535 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 110
4.17 แสดงเครื่องมือวัด TCM-25 DM 111
4.18 แสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.TCM 25 DM โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 112
4.19 แสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.HHJ-0614 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 113
4.20 แสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด T-IT-164 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 114
4.21 แสดงการวัดชิ้นงานด้วยเครื่องมือวัด No. T - IT – 170 115
4.22 แสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด T-IT-170 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 116
4.23 แสดงโครงสร้างของ Air micrometer 117
4.24 แสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด E-AJO-5016 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา 118
4.25 สรุปภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัดแบบ Variable Characteristic 119
4.26 แสดงเครื่องมือวัด No.2929 FB –62 126
4.27 แสดงการวัดด้วยเครื่องมือวัด no. TCM 25 DM 128
4.28 แสดงJIG ของเครื่องมือวัด no. TCM 25 DM 129
4.29 ความหมายด้านคุณสมบัติด้านเสถียรภาพของระบบการวัด 130
5.0 การปรับปรุงเอกสารการปฏิบัติงานในส่วนสภาพแวดล้อม 141
5.1 การปรับปรุงเอกสารการปฏิบัติงานในส่วนวิธีการวัด 142
5.2 ภาพแสดงการติดสติ๊กเกอร์ที่เกจ GO-NO GAGE 149
5.3 ภาพแสดงการติดสติ๊กเกอร์ที่เกจ Dia indicator 149

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

โรงงานอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ตัวอย่างแห่งนี้ มีการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์อยู่ทั้งหมด 12 รายการ ที่ป้อนให้กับโรงงานประกอบรถยนต์ทั้งในและต่างประเทศ โดยเฉพาะในตลาดต่างประเทศมีแนวโน้มในการส่งออกเพิ่มขึ้นทุกปี ดังนั้นการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้ดำเนินไปอย่าง ต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นให้กับลูกค้า ทั้งในและต่างประเทศ

สำหรับสายการผลิตที่จะนำมาทำการพัฒนาระบบการวัดนั้น เป็นสายการผลิต ชิ้นส่วนที่ชื่อ KNUCKLE ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบช่วงล่าง และเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญที่สุดชิ้นหนึ่งที่ประกอบเข้ากับล้อรถยนต์ นั้นหมายถึง ความปลอดภัย ของผู้ใช้งานด้วย จึงจัดชิ้นงานนี้อยู่ในประเภท “ Safety Part “ ดังนั้นในทุกๆข้อมูลของการวัดต้องการความถูกต้องและแม่นยำ เพราะจะเป็นส่วนหนึ่งของการประกันคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์

โรงงานตัวอย่างนี้จะทำการผลิตชิ้นส่วน Knuckle และป้อนให้กับโรงงานประกอบรถยนต์ซึ่งมีความต้องการในแต่ละปีประมาณ 120,000 หน่วย ดังนั้นการที่จะให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิต นี้มีคุณภาพตามที่ต้องการ(ตาม DWG) นั้นต้องมีการควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้องใน กระบวนการผลิตและปัจจัยที่สำคัญในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ก็คือ พนักงานที่ทำการวัด , เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ , วิธีการวัด ,สภาวะแวดล้อมซึ่งในกระบวนการผลิตนี้มี การกำหนดตำแหน่งที่จะ ต้องทำการตรวจสอบคุณภาพอยู่หลายตำแหน่งในกระบวนการแต่ในปัจจุบันยังไม่พบว่ามีการควบคุมตัวแปรดังกล่าวข้างต้นนี้ ในกระบวนการผลิตและจากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น ได้พบว่า

1. ระบบการวัดในปัจจุบันไม่สามารถสร้างความมั่นใจให้กับลูกค้าได้ เนื่องจากไม่มี มาตรฐานหรือระบบที่เชื่อถือได้มารองรับ
2. ข้อมูลที่ได้จากวัดงานในสายการผลิตไม่มีคุณภาพพอที่จะไปใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถของ กระบวนการผลิต
3. การทำงานเป็นแบบ 2 กะ ดังนั้นในจุดปฏิบัติงานจุดเดียวกันนั้นจะมี 2 คนข้อมูลที่ได้จากการวัด ในงานชิ้นเดียวกัน เครื่องมือเดียวกัน มีความคลาดเคลื่อนต่างกันมาก ผลที่ได้บางครั้งจาก OK-→NG , จาก NG-→ OK
4. ไม่มีระบบการกำหนดระยะเวลาของการนำเครื่องมือไป Calibrate โดยใช้วิธีการกำหนดระยะเวลาการ Calibrate จากประสบการณ์

5. พนักงานบางคนยังไม่มีความเข้าใจในระบบการวัดเช่น การใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้อง , การบำรุงรักษาเครื่องมือวัด, การอ่านข้อมูลที่ได้จากการวัด เป็นต้น
6. ผลจากการสุ่มเครื่องมือวัดมาหนึ่งชิ้นในกระบวนการผลิต (Special gauge no. T-IT-164- 2929F มาทำการทดสอบหาค่า G R&R ปรากฏว่า ได้ เปอร์เซ็นต์เท่ากับ 37.8 % ซึ่งมีค่า เกินกว่ามาตรฐาน QS-9000 ที่ตั้งไว้คือ 30 % ฉะนั้นจึงไม่ยอมรับ เครื่องมือนี้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อลดความแปรผันที่เกิดขึ้นในระบบการวัดในกระบวนการผลิต ที่อาจจะเกิดขึ้นจาก พนักงานที่วัด ,เครื่องมือวัด ,วิธีการวัด , สภาวะแวดล้อม
2. เพื่อสร้างเครื่องมือในการควบคุมและติดตามเครื่องมือวัดให้มีความถูกต้องตลอดการใช้งานในกระบวนการ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1 ทำการศึกษาโรงงานตัวอย่างเฉพาะในส่วนของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนที่ชื่อ KNUCKLE เท่านั้น

2 ทำการศึกษาเฉพาะปัจจัยที่มีผลต่อความผันแปรของระบบการวัดอันได้แก่

2.1 เครื่องมือวัดที่มีใช้ในกระบวนการผลิตของ KNUCKLE เท่านั้น ซึ่งมีทั้งหมด 20 รายการ

2.1.1 Variable characteristic = 8

2.1.2 Attribute characteristic = 12

2.2 พนักงานที่อยู่ในกระบวนการผลิต

2.3 สำหรับวิธีการวัดและสภาพแวดล้อมในการวัด ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความ ผันแปร ของระบบการวัดจะต้องมีการควบคุมโดยการกำหนดมาตรฐาน การวัด และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

3 ทำการวิเคราะห์ระบบการวัด ซึ่งจะพิจารณาถึงองค์ประกอบดังนี้

3.1 ความถูกต้องจะพิจารณาในคุณสมบัติ 2 ประการคือ

3.1.1 ค่าไบอัส

3.1.2 ค่าเสถียรภาพของระบบการวัด

3.2 ความแม่นยำของระบบการวัด โดยวิธีการวิเคราะความแปรปรวน

3.3 ความสามารถของกระบวนการวัดแบบข้อมูลนับ (Attribute)

4 พัฒนาระบบการวัดโดยการลดหรือขจัดความผันแปรที่เกิดขึ้นในระบบการวัด เพื่อให้อ
ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตาม ระบบ QS – 9000

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาทฤษฎีต่างที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ระบบการวัด
2. ศึกษาข้อมูลปัจจุบันของระบบการวัด
    2.1 รายละเอียดของเครื่องมือวัดที่มีในกระบวนการผลิต
    2.2 วิธีการวัดและสภาพแวดล้อมในการวัด
    2.3 ระดับความเข้าใจของพนักงาน
    2.4 การบำรุงรักษาเครื่องมือวัดและระยะเวลาในการทำการ Calibration
3. จัดทำรายการเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาและกำหนดหัวข้อในการวิเคราะห์การวัดเช่น ค่าไบอัส , ค่าความเสถียร, ค่าคุณสมบัติเชิงเส้นตรง , G R&R หรือการประเมินข้อมูล เชิงคุณภาพ
4. กำหนดเครื่องมือวัดให้กับพนักงานที่จะมาทำการศึกษา
5. เก็บข้อมูลของการวัดในสายการผลิตก่อนเริ่มมีการปรับปรุงระบบการวัด
6. วิเคราะห์ผลจากข้อมูลที่ได้มาเพื่อกำหนดหัวข้อที่จะต้องปรับปรุงระบบการวัด
7. ทำการปรับปรุงระบบการวัดและประเมินผล
8. สรุปผลการศึกษาก่อนการปรับปรุงระบบและหลังการปรับปรุงระบบการวัด
    1.1 เปรียบเทียบผลที่ได้ ก่อนและหลังการปรับปรุงระบบการวัดของแต่ละเครื่องมือวัด
        1.1.1 เปอร์เซ็นต์ Bias
        1.1.2 เปอร์เซ็นต์ Stability
        1.1.3 เปอร์เซ็นต์ของ GR&R
9. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา

1. คุณภาพของข้อมูลที่ได้จากการวัดสามารถนำไปวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตได้
2. สามารถกำหนดระยะเวลาในการนำเครื่องมือไป Calibration
3. เพื่อเป็นการรับกันประคุณภาพของผลิตภัฑณ์ที่ส่งให้ลูกค้าว่ามีความถูกต้องและเชื่อถือได้ในเรื่องการตรวจสอบ ผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิต
4. สามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาในกระบวนการผลิตอื่นต่อไป

1.6 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. **การวิเคราะห์ระบบการวัด** : กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2542)

ได้กล่าวถึงความสำคัญของระบบการวัดที่มีต่อการประกันคุณภาพเพื่อการคาดการณ์ สำหรับการป้องกันปัญหาในอานาคต โดยการวัดจะเปรียบเหมือนประตูสู่การควบคุมผลิตภัณฑ์ และกระบวนการ เพื่อการประกันคุณภาพ โดยค่าวัดแต่ละค่าจะประกอบด้วย ค่าจริงของงาน และผลจากสาเหตุต่างๆ ได้แก่ ค่าไบอัส ค่าความแปรผันจากชิ้นงาน ค่าความแปรผันจากพนักงาน ค่าความผันแปรจากความผันแปรร่วมของชิ้นงานและพนักงาน และค่าความผันแปรจากอิทธิพล แบบสุ่ม โดยความผันแปรที่เกิดขึ้นนี้สามารถจำแนกออกได้ 3 ประเภท

1. ความคลาดเคลื่อนจากความผิดพลาด
2. ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ
3. ความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม

ในการวิเคราะห์ระบบการวัดจะต้องเริ่มต้นจากการกำจัดความผันแปรจากสาเหตุความผิดพลาด ก่อนด้วยการทำให้กระบวนการวัดเป็นมาตรฐาน จากนั้นให้ลดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบด้วยการ สอบเทียบ และลดความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม ด้วยการวิเคราะห์ถึงแหล่งความผันแปรก่อน เพื่ออาศัย หลักการด้านวิศวกรรมในการลดและกำจัดความผันแปรให้เหลือน้อยที่สุด ซึ่งโดยปกติแล้ว จะต้อง พยายามทำให้ความผันแปรจากระบบการวัดมี่ค่าต่ำกว่าความผันแปรจากระบบการผลิต และ ให้ความ ผันแปรโดยรวมของระบบการวัดและกระบวนการบวนการผลิตมีค่าต่ำกว่าค่า ความคลาดเคลื่อน อนุโลมของสเปก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. **นาย สมภพ ตลับแก้ว** : การกำหนดวิธีการควบคุมการแปรผันของระบบการวัด ด้วยเทคนิค G R&R วิทยานิพนธ์ ปีการศึกษา 2539

งานวิจัยฉบับบนี้ ผู้วิจัยได้นำเทคนิค G R&R ไปใช้ในโรงงานผลิตอุปรณ์อิเล็กทรอนิค ใน สายการผลิต แผ่นวงจรไฟฟ้า (Print Circuit Board) เพื่อกำหนดวิธีการควบคุมความผันแปรของการ วัดข้อมูลการผลิตและลดเวลาในการหารสาเหตุที่ก่อให้เกิดความแปรปรวนในกระบวนการผลิต

โดยงานวิจัยได้กำหนดเครื่องมือวัดที่ทำการศึกษาไว้ 5 อย่างคือ Vernier Caliper , Micrometer ,Thick check , Microscope, Coating Measurement Instrument และพนักงานวัด 18 คน โดยทำการ สรุปผลการศึกษา โดยการเปรียบเทียบข้อแตกต่างของ เทคนิคการควบคุมคุณภาพแบบ ปัจจุบันกับแบบ ที่ใช้ เทคนิค G R&R พร้อมทั้งจัดทำรูปแบบหรือวิธีการ ควบคุมความผันแปรของ ระบบการวัด

3. Benkichi Moriyama : เทคนิคเครื่องมือวัดเชิงกล (2536) แปลและเรียบเรียงโดย ดร. ปริทรรศน์ พันธุบรรยงก์ , ดร. ประสงค์ ศรีเจริญชัย

ตำราเล่มนี้ได้อธิบายถึงสิ่งต่างๆ อย่างละเอียดในเรื่องหลักการ,โครงสร้างของเครื่องมือวัดและ การบำรุงรักษาเครื่องมือวัดต่าง ๆ รวมทั้งการประยุกต์ใช้ขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นเทคนิคในการวัดตรวจสอบในขั้นตอนของการผลิต ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลทั้งหลาย สามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งพนักงาน ที่เพิ่งเริ่มต้น จนถึงช่างเทคนิคผู้เชี่ยวชาญ พร้อมทั้งมีการยกตัวอย่างในการใช้งานจริงให้เห็นได้ชัดเจนโดยในตำราเล่มนี้จะเน้นในด้านการปฏิบัติมากกว่าหลักทฤษฎี

4. Automotive Industry Action Group (AIAG) : Measurement System Analysis (MSA) Secound Edition , February 1995

คู่มือการวิเคราะห์ระบบการวัดเล่มนี้ เกิดขึ้นจากความร่วมมือกันระหว่าง Chrysler/ Ford / General Motors ที่จัดทำขึ้นมาเพื่อเป็นแนวทางในการใช้พัฒนาคุณภาพของระบบการวัดกับ Suppliers ต่างๆ โดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า MSA techniques โดยเฉพาะจะมุ่งเน้นไปในกลุ่มของ Automotive industry ซึ่งในคู่มือเล่มนี้ได้อธิบายถึงวิธีหรือ ขั้นตอนในการ ทำเริ่มตั้งแต่การจัดเตรียม จนถึงการ ประ เมินผล และมีการยก ตัวอย่างประกอบด้วย พร้อมทั้งแบบ ฟอร์มต่างๆ เพื่อใช้ใน การศึกษาและกำหนด ค่ามาตรฐานสำหรับเป็นเกณฑ์ในการประเมินผล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. **สถิติสำหรับงานวิศวกรรม** : ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ , Ph.D
จันทนา จันทโร , วศ.ม.
พฤษภาคม 2536

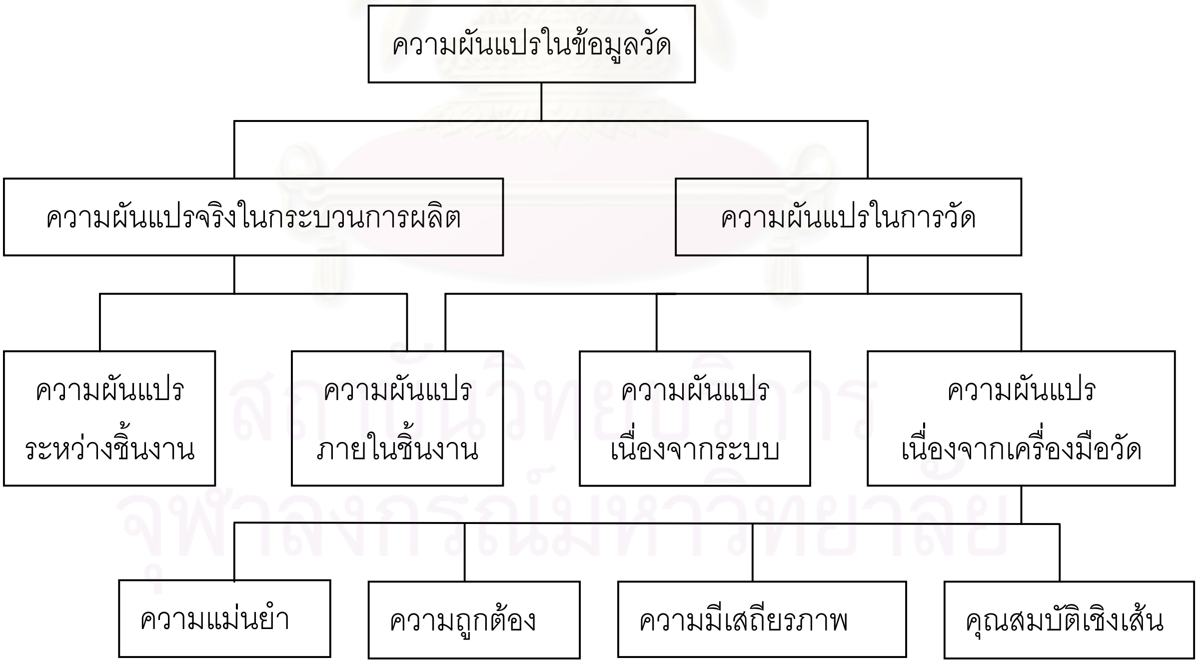
ตำราเล่มนี้ได้รวบรวบพื้นฐานที่จำเป็นต่อการประยุกต์ใช้วิธีทางสถิติในงานวิศวกรรม การเลือก ใช้เครื่องมือทางสถิติ ให้เหมาะกับงานที่จะวิเคราะห์ , การสรุปผลการวิเคราะห์ และการนำผล ที่ได้จาก การวิเคราะห์ ไปใช้งาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
การวิเคราะห์ระบบการวัด

2.0 แนวความคิดในการวิเคราะห์ระบบการวัด

การวิเคราะห์ระบบการวัดนี้ มีจุดประสงค์สำคัญในการวิเคราะห์ถึงแหล่งความผันแปรต่างๆ ได้แก่ ความผันแปรจริงในกระบวนการ ความผันแปรเนื่องจากความถูกต้องของเครื่องมือวัด ความผันแปรเนื่องจากความมีเสถียรของเครื่องมือวัด และความผันแปรเนื่องจากคุณสมบัติเชิงเส้น แต่อย่างไรก็ตามความผันแปรอันเนื่องจากพนักงานและความผันแปรเนื่องจากความแม่นยำของเครื่องมือวัดจะเป็นแหล่งความผันแปรที่ทำให้เกิดความไม่แน่นอนในระบบการวัด ดังนั้นในการศึกษาวิเคราะห์ระบบการวัดจะต้องพยายามทำให้ความผันแปรจากระบบการวัดมีค่าต่ำกว่าความผันแปรจากกระบวนการผลิตและให้ความผันแปรโดยรวมของระบบการวัดและกระบวนการผลิตมีค่าต่ำกว่าค่าความคลาดเคลื่อนอนุโลมของสเปก



รูปที่ 2.0 แหล่งความผันแปรในระบบการวัด

ดังนั้นการวิเคราะห์ ระบบการวัด จะเป็นการวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงสถิติของระบบการวัดจากค่าวัดที่ได้เพื่อแยกแหล่งความผันแปรออกเป็น ชิ้นงาน (Part to Part Variation ; PV) พนักงานวัด (Appraiser Variation ; AV) ความผันแปรร่วม (Interaction Variation ; IV) และแหล่ง ความผันแปรอื่นๆ ที่ไม่สามารถควบคุมได้โดยธรรมชาติ ซึ่งโดยปกติจะมีแหล่ง ความผันแปร หลักๆ มาจากอุปกรณ์วัด (Equipment Variation ; EV)

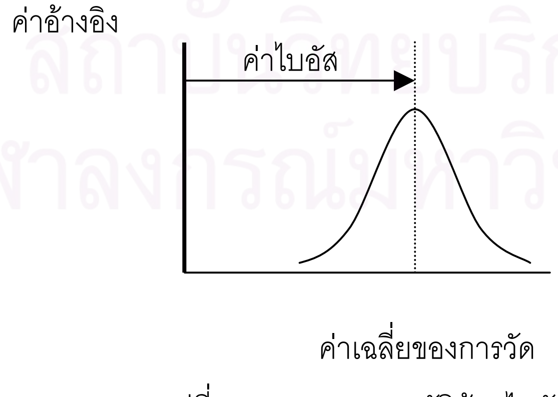
เมื่อมีการวิเคราะห์ถึงความผันแปรจากระบบการวัด จะทำการประเมินเปรียบเทียบกับข้อกำหนดเฉพาะ (specification) หรือความผันแปรจากกระบวนการผลิต (Manufacturing Process Variation ; MPV) ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ต้องพยายามทำให้ความผันแปรจากระบบการวัดน้อยกว่าข้อกำหนดเฉพาะและความผันแปรจากกระบวนการผลิต

2.1 การวิเคราะห์ความถูกต้องของระบบการวัด

ในการวิเคราะห์ระบบการวัดด้านความถูกต้อง (accuracy) จะพิจารณาคุณสมบัติ 3 ประการคือ คุณสมบัตฺด้านไบอัส ,คุณสมบัติด้านความมีเสถียรภาพ และ คุณสมบัติเชิงเส้นตรงโดยแต่ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะไม่มีการพิจารณาในส่วนของคุณสมบัติเชิงเส้นตรงเพราะเนื่องจากเครื่องมือวัดที่นำมาศึกษานั้นใช้ย่านของการวัดเพียงย่านเดียวในแต่ละเครื่องมือวัด

2.1.1 คุณสมบัติด้านไบอัส

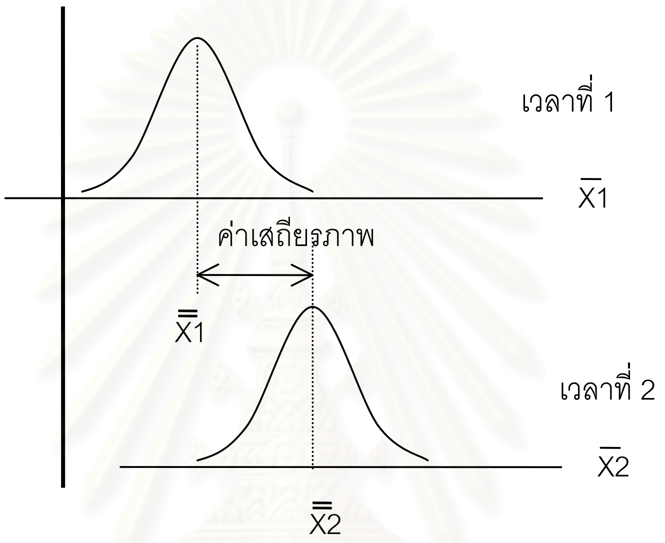
ค่าไบอัส หมายความถึง ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าที่ได้จากการวัดจากค่าอ้างอิงหรือค่ามาสเตอร์ (โดยที่ค่ามาสเตอร์ จะหมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ได้มาจากการวัดซ้ำด้วยเครื่องมือวัดที่มีความแม่นยำสูงกว่าภายใต้สภาวะควบคุมหรือห้องปฏิบัติการสอบเทียบและต้องสามารถสอบกลับได้) และค่าไบอัสนี้จะเป็นค่าประเมินคุณสมบัติด้านความถูกต้องของระบบการวัด ดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติด้านไบอัสของระบบการวัด

2.1.2 คุณสมบัติด้านเสถียรภาพของระบบการวัด

คุณสมบัติด้านเสถียรภาพของระบบการวัด จะหมายถึง คุณสมบัติด้านอายุการ ใช้งานของอุปกรณ์วัด โดยพิจารณาจากความผันแปรโดยรวมในระบบการวัดที่ได้จากการวัดงานมาตรฐานหรือมาสเตอร์ชิ้นหนึ่งตลอดช่วงเวลา (มักกำหนดเป็นวัน หรือ สัปดาห์ มิใช่การกำหนดเป็นหน่วยชั่วโมง) ดังรูป



รูปที่ 2.2 ความหมายด้านคุณสมบัติด้านเสถียรภาพของระบบการวัด

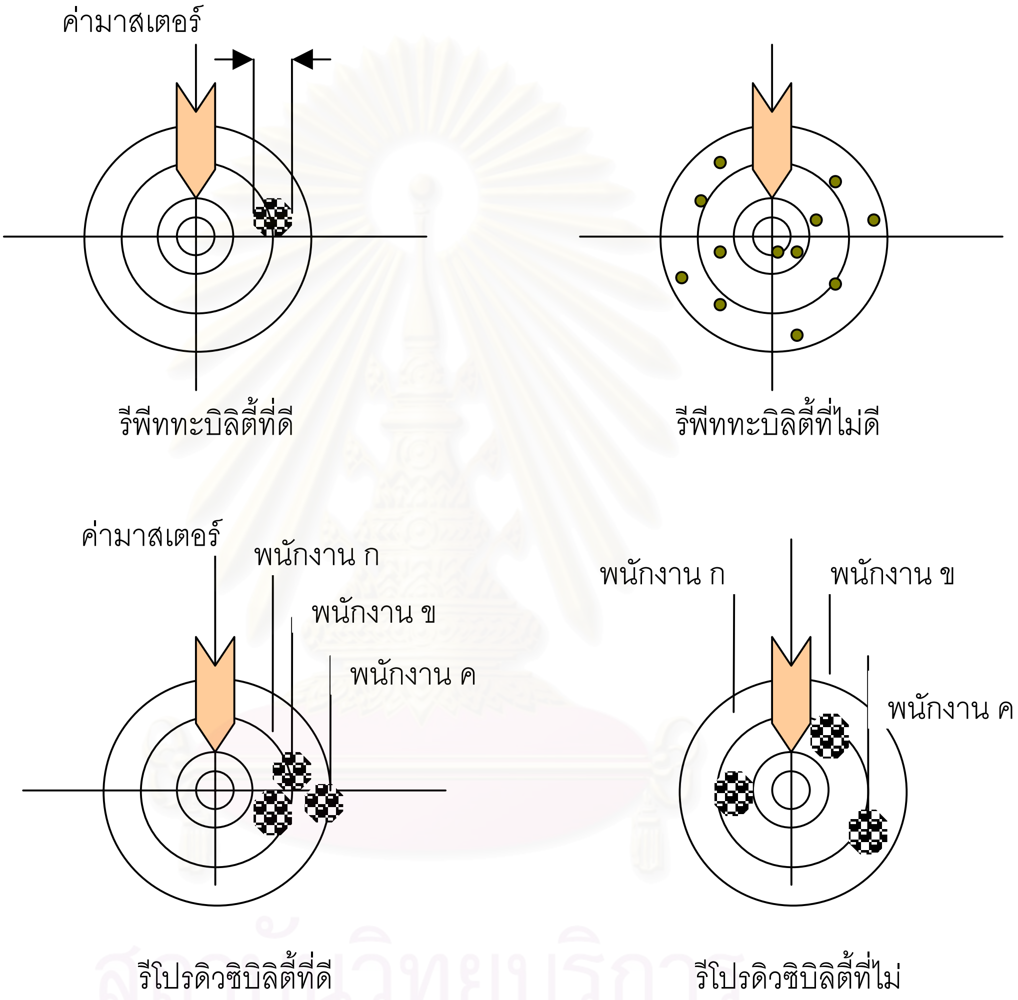
คุณสมบัติด้านความมีเสถียรภาพนี้ถือว่ามีความสำคัญมากต่อการประเมินผลระบบการวัด ทั้งนี้เพราะว่าถ้ากระบวนการวัดมิได้อยู่ภายใต้สภาวะเสถียรแล้วตัวเลขต่างที่ประเมินได้ ทั้งค่าไบอัส ค่ารีพีททะบิลิตี้ ค่ารีโพดิวซิบิลิตี้ ฯลฯ จะเป็นตัวเลขที่ไม่ถูกต้องและผลที่ได้จากการประเมินก็จะผิดพลาด ด้วย ส่วนระยะเวลาที่ทำการศึกษาก็มีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องพิจารณาอย่างเหมาะสมโดยการคำหนึ่งถึง ระยะเวลาที่ทำให้ค่าไบอัสของระบบการวัดเพิ่มขึ้นตามเวลาใช้งาน เนื่องมาจากความเสื่อมสภาพโดยธรรมชาติของระบบการวัดเท่านั้น

2.2 การวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด (GR&R)

ในการวิเคราะห์ความแม่นยำนี้จะมุ่งพิจารณาใน 2 ประเด็นหลัก คือ ความสามารถในการทำซ้ำหรือ รีพีททะบิลิตี้ (repeatability) และ ความสามารถในการทำเหมือน หรือ รีโปรดิวซิบิลิตี้ (reproducibility)

รีพีททะบิลิตี้ หมายถึง ค่าความแตกต่างในการวัดซ้ำ โดยใช้ชิ้นงานชิ้นเดียวกัน ด้วยเครื่องมือเดียวกันและด้วยพนักงานคนเดียวกัน

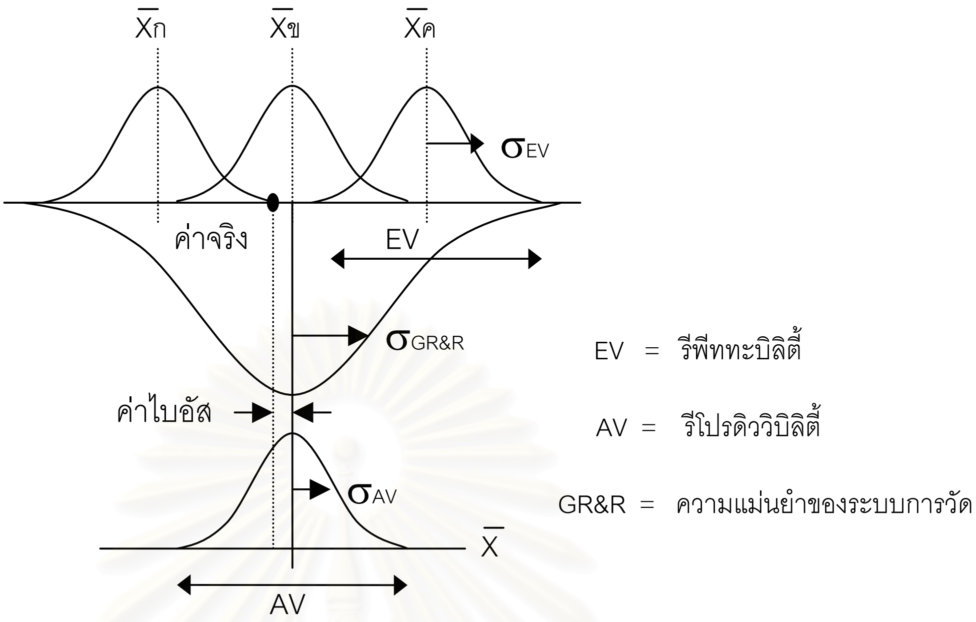
รีโปรดิวซิบิลิตี้ หมายถึง ค่าความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของการวัดโดยใช้งานชิ้นเดียวกันด้วยเครื่องมือเดียวกัน แต่ต่างพนักงานกัน



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะความผันแปรแบบรีพีททะบิลิตี้และรีโปรดิววิบิลิตี้

ในการประเมินผลค่ารีพีททะบิลิตี้และรีโปรดิวซิบิลิตี้ของระบบการวัด (GR&R – Gage Repeatability and Reproducibility) จะหมายถึง การประเมินผลค่าผันแปรอันเ[redacted]องมาจากการวัดค่าจริงของงานหนึ่งชิ้นแบบซ้ำๆ ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน แล้วมีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขไปดังในรูปที่ 2.4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.4 แสดงความผันแปรจากรีพีททะบิลิตี้และรีโปรดิวซิบิลิตี้

2.1.1 **การประเมินผลโดยอาศัยค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย** สามารถคำนวณหาค่าต่างได้ดังนี้

Equipment Variation : EV = $5.15\,\sigma_{EV}$ (2.1)

(ความผันแปรของอุปกรณ์วัด)

$$\text{โดย } \sigma_{EV} = \frac{R(\bar{X})}{d_2}$$

Appraiser Variation : AV = $\sqrt{(5.15\,\sigma_{AV})^2 - \frac{EV^2}{nr}}$ (2.2)

(ความผันแปรของพนักงานวัด)

$$\text{โดย } \sigma_{AV} = \frac{R(\bar{X})}{d_2^*}$$

n = จำนวนชิ้นงานที่พนักงานวัดแต่ละคนทำการวัด

r = จำนวนซ้ำที่พนักงานวัดแต่ละคนทำการวัดชิ้นงานแต่ละชิ้น

ถ้า AV มีค่าติดลบ แสดงว่าค่ารีโปรดิวซิบิลิตี้มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับรีพีททะบิลิตี้ จึงให้ประมาณค่าให้ AV = 0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\text{GR \& R} = \sqrt{EV^2 + AV^2} \qquad (2.3)$$

(Gage Repeatability & Reproducibility)

การประเมินความผันแปรของกระบวนการได้จากค่า TV โดย

$$\text{Total Variation : TV} = \sqrt{\text{G R\&R}^2 + PV^2} \qquad (2.4)$$

(ความผันแปรโดยรวม)

$$PV = 5.15\,\sigma_P$$

$$\sigma_P = \frac{R_P}{d_2^*}$$

การประเมินค่าความผันแปรด้านรีพีทะบิลิตี้และรีโปรดิวซิบิลิตี้ สามารถที่จะประเมินผล เทียบกับความผันแปรที่ยอมให้ ซึ่งอาจจะเป็นค่าความคลาดเคลื่อนอนุโลมของข้อกำหนดเฉพาะ เรียกว่า (Precision to Tolerance ratio : P/T) สำหรับระบบการวัดที่ใช้ทำการวัดเพื่อแยกแยะงานดี เสีย หรืออาจจะเทียบกับความผันแปรจากกระบวนการ (Precision to Total Variation : P/TV) สำหรับระบบการวัดที่ใช้ทำการวัดเพื่อตรวจจับความผันแปรในกระบวนการโดยที่

$$P / T = \frac{\text{GR \& R}}{\text{USL} - \text{LSL}} \times 100\,\% \qquad (2.5)$$

$$P / TV = \frac{\text{GR \& R}}{\text{ความผันแปรของกระบวนการ}} \times 100\% \qquad (2.6)$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.2 การประเมินผลโดยวิธี การวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA

ในการใช้ ANOVA สำหรับการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดนั้น จะเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจาก การทดลองแบบบล็อก (Randomized Block Design – RBD) โดยที่พนักงานวัด คือ ปัจจัยที่ทำการศึกษา และชิ้นงานคือบล็อก

ตารางที่ 2.0 ตาราง ANOVA สำหรับการวิเคราะห์ระบบการวัด

แหล่งผันแปร	SS	DF	MF
พนักงานวัด (O)	$\sum_{j} \frac{Y^2_{.j.}}{nr} - \frac{Y^2_{...}}{nkr}$	k - 1	$MS_O = SS_O / (k-1)$
ชิ้นงาน (P)	$\sum_{i} \frac{Y^2_{i..}}{kr} - \frac{Y^2_{...}}{nkr}$	n - 1	$MS_P = SS_P / (n-1)$
พนักงาน x ชิ้นงาน (OP)	$\sum_{i}\sum_{j} \frac{Y^2_{ij.}}{r} - \frac{Y^2_{..}}{nkr} - SS_P - SS_O$	(n-1)(k- 1)	$MS_{OP} = SS_{OP} / (n-1)(k-1)$
รีพีททะบิลิตี้ (E)	$SS_T - SS_0 - SS_P - SS_{OP}$	nk(r – 1)	$MS_E = SS_E / nk(r-1)$
ผลรวม (T)	$\sum_{i}^{n}\sum_{j}^{k}\sum_{m}^{r} Y^2_{ijm} - \frac{Y^2_{...}}{nkr}$	nkr - 1	

SST = ผลรวมกำลังสองของข้อมูลทั้งหมด (Total sum of square)

SSP = ผลรวมกำลังสองของชิ้นงาน (Part sum of square)

SSO = ผลรวมกำลังสองของพนักงานวัด (Appraiser sum of square)

SSOP = ผลรวมกำลังสองของอิทธิพลร่วมระหว่างชิ้นงานกับพนักงานวัด (Interaction of part and appraiser sum of square)

SSE = ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Error sum of square)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.1 ความคาดหมายของค่ามัชฌิมกำลังสอง (MS)

ตัวแบบสุ่ม	ตัวแบบผสม (พนักงานคงที่,ชิ้นงานสุ่ม)
$E(MS_O) = \sigma^2 + r\sigma^2_{\tau\beta} + nr\sigma^2_{\beta}$	$E(MS_O) = \sigma^2 + r\sigma^2_{\tau\beta} + nr\,(\Sigma\beta^2_j / k - 1)$
$E(MS_P) = \sigma^2 + r\sigma^2_{\tau\beta} + kr\sigma^2_{\tau}$	$E(MS_P) = \sigma^2 + kr\sigma^2_{\tau}$
$E(MS_{OP}) = \sigma^2 + r\sigma^2_{\tau\beta}$	$E(MS_{OP}) = \sigma^2 + r\sigma^2_{\tau\beta}$
$E(MS_E) = \sigma^2$	$E(MS_O) = \sigma^2$

จากกฎความคาดหมายของมัชฌิมกำลังสอง เมื่อกำหนดสมการเชิงเส้นตรงของตัววัดได้ว่า

$$Yijm = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{m(ij)} \qquad (2.7)$$

ตารางที่ 2.2 ตัวสถิติสำหรับการทดสอบแต่ละปัจจัย

ปัจจัย	ตัวแบบ[redacted]ม	ตัวแบบผสม
พนักงานวัด	$F = MS_O / MS_{OP}$	$F = MS_O / MS_{OP}$
ชิ้นงานทดสอบ	$F = MS_P / MS_{OP}$	$F = MS_P / MS_E$
พนักงาน x ชิ้นงาน	$F = MS_{OP} / MS_E$	$F = MS_{OP} / MS_E$

ถ้าอิทธิพลร่วมของพนักงานวัดกับชิ้นงานตัวอย่างมีนัยสำคัญแล้ว จะต้องทำการประมาณอิทธิพลแต่ละตัวจากค่าคาดหมายของมัชฌิมกำลังสองดังแสดงในตารางที่ 2.19

ตารางที่ 2.3 ค่าประมาณขององค์ประกอบความแปรปรวน

อิทธิพล	ตัวแบบสุ่ม	ตัวแบบผสม
เครื่องมือวัด(รีพีททะบิลิตี้)	MS_E	MS_E
พนักงาน x ชิ้นงาน	$\frac{MS_{OP} - MS_E}{r}$	$\frac{MS_{OP} - MS_E}{r}$
พนักงานวัด	$\frac{MS_O - MS_{OP}}{nr}$	$\frac{MS_O - MS_{OP}}{nr}$
ชิ้นงาน	$\frac{MS_P - MS_{OP}}{kr}$	$\frac{MS_P - MS_E}{kr}$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.4 การประมาณค่าความสามารถของระบบการวัดเมื่ออิทธิพลร่วมมีนัยสำคัญ

ความผันแปร	ตัวแบบสุ่ม	ตัวแบบผสม
EV	$5.15\sqrt{MS_E}$	$5.15\sqrt{MS_E}$
AV	$5.15\sqrt{\frac{MS_O - MS_{OP}}{nr}}$	$5.15\sqrt{\frac{MS_O - MS_{OP}}{nr}}$
I (พนักงาน x ชิ้นงาน)	$5.15\sqrt{\frac{MS_{OP} - MS_E}{r}}$	$5.15\sqrt{\frac{MS_{OP} - MS_E}{r}}$
GR & R	$\sqrt{EV^2 + AV^2 + I^2}$	$\sqrt{EV^2 + AV^2 + I^2}$
PV	$5.15\sqrt{\frac{MS_P - MS_{OP}}{kr}}$	$5.15\sqrt{\frac{MS_P - MS_E}{kr}}$

ในกรณีที่ตาราง ANOVA แสดงผลว่าอิทธิพลร่วมของพนักงานวัดกับชิ้นงานตัวอย่างไม่มี นัยสำคัญแล้ว ให้ทำการเพิ่มองศาความอิสระ(DF) กับรีพิททะบิลิตี้ด้วยการรวมอิทธิพลร่วมเข้ากับ รีพิททะบิลิตี้ ในรูปของผลรวมกำลังสองร่วม (pooled sum of square) แล้วจึงประมาณค่าความ สามารถของระบบวัด ดังแสดงในตารางที่ 2.21

ตารางที่ 2.5 การประมาณค่าความสามารถของระบบการวัดเมื่ออิทธิพลร่วมไม่มีนัยสำคัญ

ความผันแปร	ตัวแบบสุ่ม	ตัวแบบผสม
EV	$5.15\sqrt{MS_{pool}}$	$5.15\sqrt{MS_{pool}}$
AV	$5.15\sqrt{\frac{MS_O - MS_{pool}}{nr}}$	$5.15\sqrt{\frac{MS_O - MS_{pool}}{nr}}$
GR & R	$\sqrt{EV^2 + AV^2}$	$\sqrt{EV^2 + AV^2}$
PV	$5.15\sqrt{\frac{MS_P - MS_{pool}}{kr}}$	$5.15\sqrt{\frac{MS_P - MS_{pool}}{kr}}$
$MS_{pool} = \frac{SS_E + SS_{OP}}{nkr - n - k + 1}$		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 การวิเคราะห์ระบบการวัดแบบข้อมูลนับ

การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการวัดแบบอาศัยข้อมูลนับนี้ จะเป็นการเปรียบเทียบชิ้นงานที่ทำการตรวจสอบกับพิกัดของข้อกำหนดเฉพาะ ซึ่งผลของข้อมูลที่ออกมาจะเป็นยอมรับและปฏิเสธ หรือ ผ่านและไม่ผ่านเท่านั้นแต่จะไม่สามารถประเมินผลได้ว่า คุณภาพของงานที่ตรวจสอบได้นั้นดีหรือไม่ดี เกณฑ์ในการพิจารณาการประเมินผลระบบการวัดแบบข้อมูลวัดได้แก่

1. Effectiveness (E) : คือความสามารถในการตรวจสอบของดีและของเสียได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1 และ 0 , ค่า 1 จะเป็นค่าที่ดีที่สุด

$$E = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ตรวจสอบได้ถูกต้อง}}{\text{จำนวนครั้งที่ตรวจสอบทั้งหมด}} \qquad (2.8)$$

2. Probability of Miss (P_{miss}) คือ ความน่าจะเป็นในการตรวจสอบของเสียแล้วผิดพลาด ความผิดพลาดอันนี้ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นการส่งของเสียให้กับลูกค้า

$$P_{miss} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ตรวจงานเสียผิดพลาด}}{\text{จำนวนครั้งในการตรวจสอบงานเสียทั้งหมด}} \qquad (2.9)$$

3. Probability of a false Alarm (P_{fa}) คือ ความน่าจะเป็นในการตรวจสอบของดีแล้วบอกว่าเป็นของเสีย ความผิดพลาดอันนี้ถ้ามีมากๆ ก็จะส่งผลกระทบต่อต้นทุนในการผลิตสินค้า

$$P_{fa} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ตรวจสอบงานดีผิดพลาด}}{\text{จำนวนครั้งในการตรวจสอบงานดีทั้งหมด}} \qquad (2.10)$$

เกณฑ์ในการพิจารณาประเมินผล *

พารามิเตอร์	ยอมรับได้	พอยอมรับได้	ไม่ยอมรับ
E	> 0.90	0.80 ~ 0.90	< 0.80
P_{fa}	< 0.05	0.05 ~ 0.10	> 0.10
P_{miss}	< 0.02	0.02 ~ 0.05	> 0.05

* เกณฑ์ในการพิจารณาประเมินผลเป็นข้อมูลจาก สื่ออิเล็กทรอนิกส์ http:// www. Qs9000.com

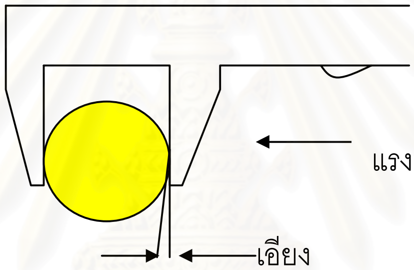
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 การใช้และการบำรุงรักษาเครื่องมือวัดพื้นฐาน

2.4.1 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

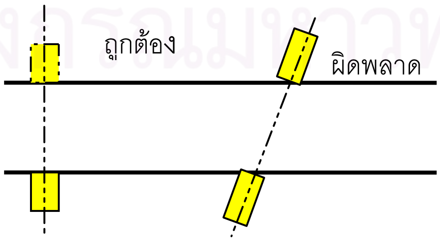
การวัดขนาดภายนอก

1. หลักพื้นฐานในการจับให้ผิววัดของฟันด้านไม้บรรทัดหลักสัมผัสกับผิวชิ้นงานที่จะวัด แล้วใช้ หัวแม่มือกดตรงนิ้วกดที่ตัวเลื่อนแล้วเลื่อนให้ผิววัดด้านเวอร์เนียร์สัมผัสจับชิ้นงานที่จะวัด
2. จุดที่จะจับเพื่อวัด ให้จับโดยชิ้นงานอ■ใกล้ส่วนโคนของฟันมากที่สุดถ้าวัดโดยจับ ด้าน ส่วนปลายของฟันดังแสดงในรูปนี้แล้วไม้บรรทัดเสริมจะเกิดการงอโค้งทำให้ไม่ สามารถวัดค่าที่ถูกต้องได้ นอกจากนี้แรงที่ใช้กดวัดไม่ควรจะมากเกินความจำเป็น เพราะถ้ากดหนักเกินไปแล้วแม้จะ จับด้วยโคนฟันก็จะทำให้เกิดการโค้งงอ ดังนั้น แรงที่ใช้กดวัด (แรงของหัวแม่มือ) ก็เป็นสิ่งที่สำคัญ เช่นเดียวกัน



รูปที่ 2.5 ภาพแสดงการใช้แรงกดที่มากเกินไป

3. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันนี้คือหลักพื้นฐานซึ่งคงไม่จำเป็นต้องย้ำถึงความสำคัญของหลักการนี้ ถ้าเกิดการเอียงแล้ว ให้ขยับไปทางซ้าย ขวาเล็กน้อยโดยใช้หัวแม่มือกดเวอร์เนียร์เบา ๆ ตัวเวอร์เนียร์จะขยับไปเล็กน้อยแล้ว ทำ ให้ผิววัดสัมผัสกันสนิท (เป็นมุมฉาก) ได้ดี



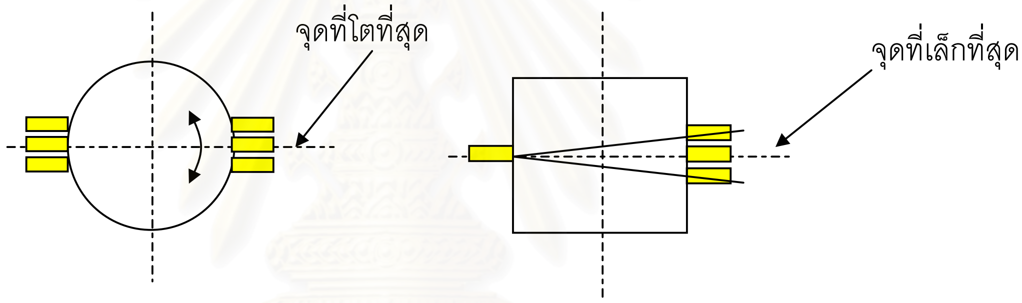
รูปที่ 2.6 ภาพการสัมผัสระหว่างปากเวอร์เนียร์กับชิ้นงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวัดขนาดภายใน

การวัดขนาดภายในทำได้โดยการนำปากไม้บรรทัด สอดเข้าด้านในของชิ้นงานที่จะวัด ใช้หัวแม่มือเลื่อนเวอร์เนียร์เบา ๆ จนแตะกับผิวด้านในของสิ่งที่จะวัด แล้วทำการวัดอ่านค่าในกรณีนี้มีสิ่งที่ต้องระมัดระวังดังนี้

1. การสัมผัสของปากไม้บรรทัดที่ถูกต้อง ควรสอดปากไม้บรรทัดเข้าไปให้ลึกที่สุดเท่าที่จะแต่จะต้องไม่ลึกจนถึงส่วนช่องเว้าของปาก ถ้าขณะที่วัดนั้นเกิดการโค้งงอที่เครื่อง มือวัดให้ใช้หัวแม่มือกดเบาๆที่เวอร์เนียร์แล้วลากเข้าออกช้าๆ ขยับไปซ้ายขวาหน้า-หลัง เล็กน้อยเวอร์เนียร์จะถ่างออกเล็กน้อยและสัมผัสกับผิวที่จะวัดได้อย่างแนบสนิท
2. การวัดวงกลมหรือสี่เหลี่ยม จะต้องวัดขนาดที่โตที่สุดโดยการใช้หัวแม่มือดึงเวอร์เนียร์เบาๆ แล้วขยับไปตามทิศทางลูกศรเล็กน้อยจะสามารถหาจุดที่มีค่าสูงสุดได้ง่าย



รูปที่ 2.7 ภาพแสดงจุดวัดที่ถูกต้องของงานวงกลมและสี่เหลี่ยม

การปรับค่าศูนย์ (0)

สิ่งที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดทุกชนิดรวมทั้งเวอร์เนียร์คือ จุดศูนย์นั้นปรับค่าได้ถูกต้อง หรือไม่ สำหรับเวอร์เนียร์นั้นขีด 0 ของไม้บรรทัดหลักกับขีด 0 ของไม้บรรทัดเสริม และขีด 19 ของไม้บรรทัดหลักและขีด 10 ของไม้บรรทัดเสริมต้องตรงกันขณะที่ขีดทั้งสองตรงกันนั้น ฟันและ ปากไม้บรรทัดจะต้องอยู่ในสภาพดังต่อไปนี้

ฟัน	ฟันทั้งสองจะต้องประกบกันสนิท เมื่อส่องกับแสงไฟแล้วจะต้องไม่มี ช่องว่างให้ แสงส่องลอดออกมาได้
ปากไม้บรรทัด	ฟันของปากไม้บรรทัดจะต้องประกบกัน เมื่อส่องกับแสงไฟแล้วจะมี แสงลอดออกมาได้เล็กน้อยจึงถูกต้อง ถ้าแสงลอดออกมามากเกินไป หรือลอดไม่ได้เลยจะใช้ไม่ได้

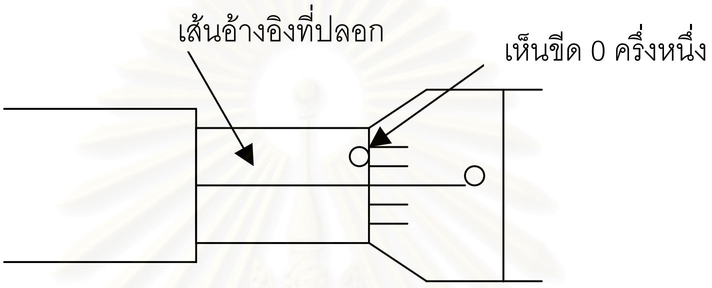
สำหรับชนิดที่เป็นแบบ digital นั้นการปรับค่า “0” นั้นจะกระทำโดยการกดปุ่ม Zero

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4.2 ไมโครมิเตอร์

วิธีการตรวจสอบจุด 0

1. ให้ทำความสะอาดผิววัดทั้งสองด้าน ถ้าผิวหน้าของทั่งและแกนหมุนซึ่งเป็นผิววัดทั้ง 2 ด้าน เป็นสนิมหรือมีรอยขีดข่วนจะใช้ไม่ได้ ถึงแม้จะไม่มีข้อบกพร่องทั้ง 2 อย่าง แต่ถ้าระหว่างการใช้งานมีน้ำมันติดหรือมีการทาน้ำมันกันสนิมในขณะเก็บรักษา แล้วมีฝุ่น ผงไปติดก็ใช้ไม่ได้ ควรทำความสะอาดก่อน



รูปที่ 2.8 ภาพแสดงการตรวจสอบค่า 0 ของ ไมโครมิเตอร์

2. ตรวจสอบค่า 0 โดยการหมุนตัวบังคับให้ผิวหน้าทั้งสองประกบกันสนิท และสังเกตลักษณะของเส้นอ้างอิงที่ปลอกและสเกล 0 ของซิมบอลอยู่ตรงกัน มองเห็นเส้นขีด 0 ที่ปลอกประมาณครึ่งหนึ่ง ในการหมุนให้ผิวทั้งสองประกบกัน จะต้องหมุนให้แรทเซท เกิดหมุนฟรี 2 รอบ และห้ามหมุนเร็วเกิดไป
3. การตรวจสอบกับแท่งอ้างอิงมาตรฐาน สำหรับไมโครมิเตอร์ที่วัดงานที่มีความยาว เกินกว่า 25 มม. ผิวหน้าวัดทั้งสองจะประกบกันสนิทไม่ได้ซึ่งจะต้องใช้แท่งอ้างอิง มาตรฐานในการตรวจสอบค่า 0

2.4.3 ลิมิตเกจ (เกจพิกัด)

รูปที่ 2.9 ภาพแสดงปลั๊กเกจรูปทรงกระบอก

สำหรับรูปร่างของเกจทรงกระบอกนั้น ด้าน GO จะหนากว่าด้าน NOT GO และที่ด้ามจับ ของ NOT GO จะมีร่องและทาสีแดงไว้ ทำให้ง่ายต่อการแยกแยะด้าน GO กับด้าน NOT GO

จุดสำคัญของวิธีการใช้

1. ใส่เกจเข้ารูโดยให้แกนกลางของเกจกับรูเป็นเส้นตรงเดียว
2. ไม่ใช้แรงอัดเข้าอย่างเด็ดขาด (เวลาที่ใช้แรงช่วยในการใส่คือเกจจะต้องเข้าไปได้ ระยะหนึ่งจนสังเกตว่าเกจไม่เอียงซ้าย-ขวา แล้วจึงสามารถใช้แรงช่วยได้
3. การใช้แรงช่วยในการดันเข้าไปนั้นจะต้องไม่รุนแรงจนทำให้เกจได้รับความเสียหาย
4. การใส่เกจในสภาพแนวนอนนั้น ให้ปลายเกจจ่อที่รู ขยับที่มือจับเบาๆ แล้วค่อยๆใส่ที ละนิดโดยให้ตั้งฉากกับแกนกลาง หลังจากเข้าไปบ้างแล้วจึงออกแรงดันเข้าไป
5. การใส่เกจในสภาพแนวตั้ง ให้ขยับเบาๆพอให้เข้าไปในรูด้วยน้ำหนักตัวเอง
6. การถอดออกให้ค่อยๆดึงออกเบาๆ
7. การเก็บรักษาต้องทาน้ำมันกันสนิมและอย่าให้สัมผัสกับเครื่องมืออื่นๆ

2.4.4 สแนปเกจ (เกจก้ามปู)

รูปที่ 2.10 ภาพแสดงเกจก้ามปู

สแนปเกจเป็นลิมิตเกจที่ใช้กับเพลา เช่นเดียวกับเกจวงแหวน เมื่อสอดเพลาอยู่ระหว่างผิว หน้าวัดด้าน GO ผ่านได้ ด้าน NOT GO ไม่ผ่านแสดงว่าเพลานั้นใช้ได้ เหมือนกับลิมิตเกจที่ใช้วัดรู แต่ความใหญ่-เล็กของขนาดของด้าน GO กับด้าน NOT GO นั้น ตรงกันข้ามกับเกจสำหรับวัด รู คือ GO ใหญ่ ส่วนด้าน NOT GO จะเล็ก

จุดสำคัญของวิธีการใช้

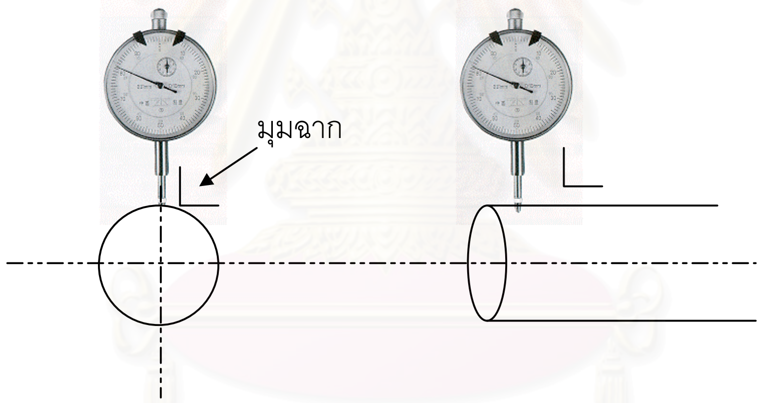
1. ให้ผิวหน้าวัดของสแนปเกจขนาน กับผิวหน้าที่จะวัดของชิ้นงาน เพราะถ้าผิวหน้า ที่ถูกวัดไม่ขนานกับชิ้นงานก็สอดเข้าเกจไม่ได้
2. อย่าใช้แรงกดดันเข้าไปอย่างรุนแรง ถ้าใช้แรงดันชิ้นงานสอดเข้าไปในสแนปเกจ ผิวหน้าวัดจะเปิดกว้างหรือถ่างออกทำให้ความละเอียดแม่นยำเสียไปจนไม่เรียกว่า เกจแล้ว จึงต้องระวังเรื่องนี้ให้ดี
3. เคล็ดของวิธีการปรับใช้คือการรู้สึกว่าสแนปเกจสอดลงไปด้วยน้ำหนักตัวเองโดยไม่ ต้องใช้แรงแต่จะเป็นเฉพาะเวลาที่ตั้งฉากกับชิ้นงานเท่านั้น ดังนั้นเวลาใช้ในแนวนอน ให้ใช้แรงเพียงเท่ากับน้ำหนักของสแนปเกจเท่านั้นก็พอ
4. การฝึกฝนความรู้สึกจึงเป็นเรื่องสำคัญของการใช้สแนปเกจ

2.4.5 เกจหน้าปัด (ไดอัลเกจ)

เกจหน้าปัดเป็นเครื่องมือวัดที่อ่านค่าการเคลื่อนที่ของแกนวัดด้วยเข็มซึ่งติดอยู่ที่หน้าปัด โดยอ่านค่าความแตกต่างที่ได้จากการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานค่าหนึ่ง ใช้วัดระดับความเป็นระนาบ ระดับความขนานและการเยื้องศูนย์ และใช้วัดเพื่อหาจุดศูนย์กลางในงานกัดกลึงได้อย่างดีมาก เกจหน้าปัดมีชนิดมาตรฐานอยู่ 2 ชนิดคือ

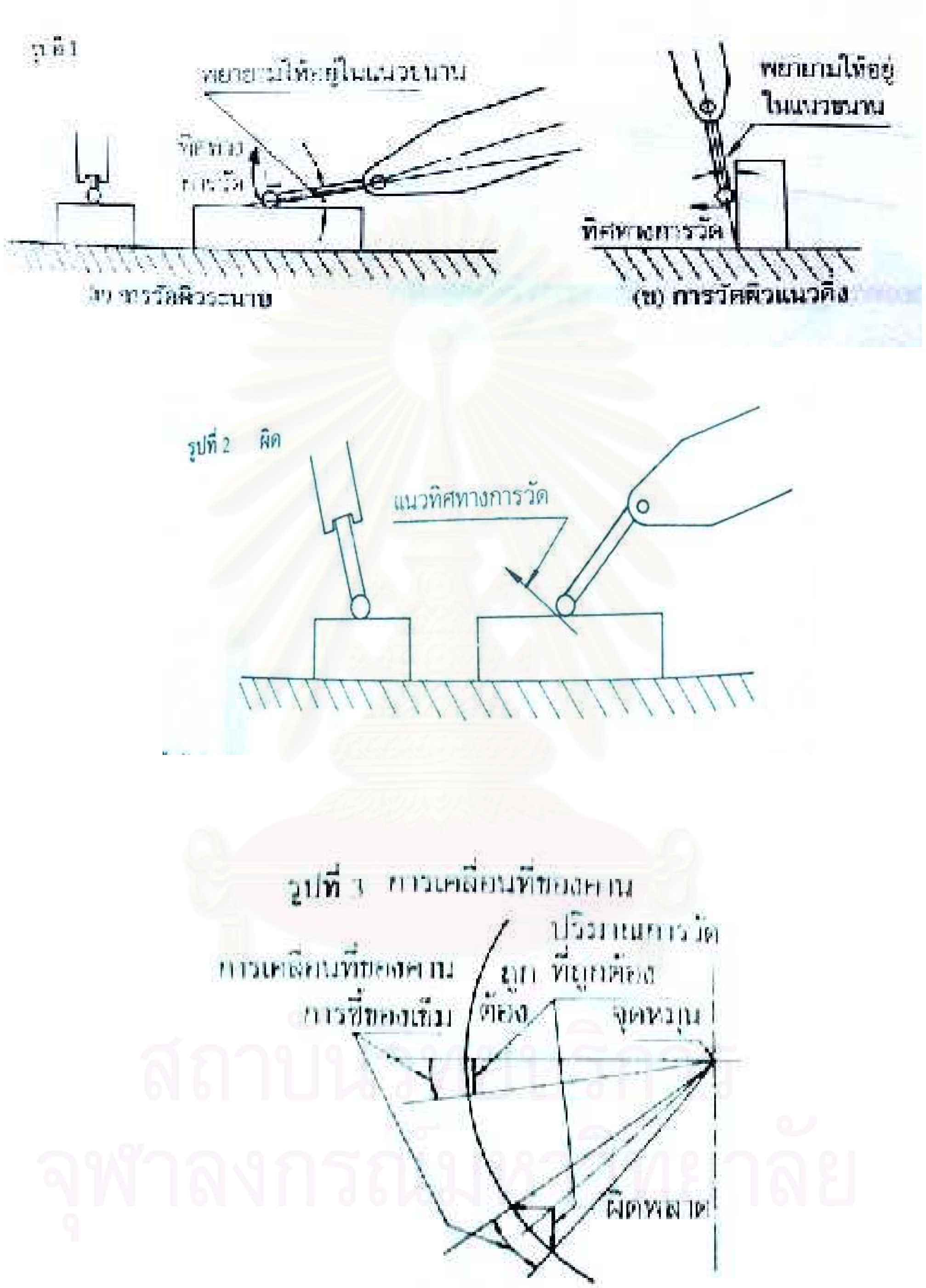
1. เกจหน้าปัดชนิดมาตรฐาน
2. เกจหน้าปัดชนิดคาน

พื้นฐานการใช้งานเกจหน้าปัดชนิดมาตรฐาน



รูปที่ 2.11 ภาพแสดงวิธีการใช้เกจหน้าปัดชนิดมาตราฐาน

พื้นฐานการใช้เกจหน้าปัดชนิดคาน



รูปที่ 2.12 ภาพแสดงการใช้เกจหน้าปัดชนิดคาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4.6 กฎทั่วไปในการใช้เครื่องมือวัด

1. เลือกใช้เครื่องมือวัดให้เหมาะสมกับค่าความละเอียดที่ต้องการ
2. ตำแหน่งของแนวเล็งต้องถูกต้อง
3. ทำความสะอาดชิ้นงานและเครื่องมือวัดทุกครั้งก่อนและหลังการวัดชิ้นงาน
4. ลบคมชิ้นงานก่อนวัด
5. การวัดงานในสายการผลิตจะต้องมีอุณหภูมิไม่เกิน 40 C^{o}
6. งานที่ต้องการความละเอียดจะต้องวัดที่อุณหภูมิ 20 - 24 C^{o}
7. อย่าวัดงานที่ขณะยังร้อน
8. ใช้แรงกดผิวสัมผัสของเครื่องมือวัดกับผิวงานด้วยแรงที่พอเหมาะ
9. อย่านำเครื่องมือวัดไปวัดงานที่ถูกเหนี่ยวนำเป็นแม่เหล็ก
10. เครื่องมือวัดที่คลาดศูนย์ได้ เช่น ไมโครมิเตอร์ ,เวอร์เนียร์ ฯลฯ ก่อนใช้งานจะต้อง ปรับศูนย์ใหม่ทุกครั้ง
11. ทำใจให้เป็นกลางไม่ลำเอียงเข้าข้างตนเองขณะวัดงาน
12. นั่งหรือยืนวัดในท่าที่เป็นธรรมชาติมากที่สุด
13. ขณะวัดงานต้องมีแสงสว่างเพียงพอ
14. อย่าให้ผู้อื่นรบกวน หรือรบกวนผู้อื่นขณะวัดงาน
15. ขณะวัดงานห้ามถือวัสดุอื่น ๆ ในมือร่วมกับเครื่องมือวัด เพราะจะทำให้งานไม่สะดวก
16. ในขณะวัดงานไม่ควรขยับชิ้นงานไปมาเพราะจะทำให้เครื่องมือวัดสึกหรอเร็ว แต่ควร วัดหลาย ๆ ครั้งแล้วเปรียบเทียบค่าวัดว่าค่าใดถูกแทน
17. ควรมีความเชื่อมั่นในตัวเองขณะวัดงาน
18. ควรวัดงานให้น้อยครั้งที่สุด ไม่ควรวัดหลาย ๆ ครั้งแล้วนำค่าวัดมาบวกกันเป็น ค่าวัดจริง
19. แนวแกนของเครื่องมือวัดต้องอยู่ในแนวเดียวกับแนวแกนของชิ้นงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4.7 การระวังรักษาเครื่องมือวัด

1. วางหรือเก็บเครื่องมือวัดแยกจากกัน หรือจากเครื่องมืออื่น ๆ
2. วางหรือเก็บเครื่องมือบนผ้า, กระดาษ, ไม้ หรือที่รองอ่อน ๆ
3. อย่านำเครื่องมือวัดไปใกล้ที่ร้อนจัดหรือเย็นจัด
4. อย่าทำเครื่องมือวัดหล่นพื้น
5. อย่าถอดหรือซ่อมเครื่องมือวัดเอง
6. เครื่องมือวัดที่มีชิ้นส่วนเลื่อนสัมผัสกันจะต้องเลื่อนอย่างช้า ๆ ในขณะใช้งาน เพราะถ้าเลื่อนเร็ว อาจจะทำให้ผิวที่เลื่อนสัมผัสกันลึก
7. อย่าปล่อยให้เครื่องวัดมี[redacted]นจับ, สกปรกและขาดการหล่อลื่น
8. อย่าลากหรือเลื่อนเครื่องมือวัดบนผิวงาน
9. อย่าวัดชิ้นงานที่กำลังหมุนหรือเคลื่อนที่
10. อย่าใช้เครื่องมือวัดไปทำหน้าที่อย่างอื่น เช่น ใช้บีบชิ้นงาน, ขีดหมายงานหรือใช้แทน ค้อน ฯลฯ
11. เครื่องมือวัดบางชนิด เช่น เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์, ไมโครมิเตอร์ ฯลฯ ถ้าไม่จำเป็นห้าม ดึงออกมาอ่านค่าวัดข้างนอก เพราะจะทำให้ผิวสัมผัสสึกหรอ
12. เครื่องมือวัดที่ไม่ใช้งานแล้วจะต้องรีบเก็บเข้า[redacted]สภาพเดิมทันที เพราะถ้าไม่เก็บเข้า [redacted]สภาพเดิมเมื่อหล่นหรืออะไรมาทับเข้าจะเกิดการชำรุดเสียหายได้ง่าย
13. เครื่องมือวัดที่ไม่ใช้นานๆ(มากกว่า 1 วัน ขึ้นไป ให้รีบใช้ผ้าสะอาดเช็คทำความสะอาดและ ทาด้วยน้ำมันกัน สนิมทันที
14. พื้นที่วางเครื่องมือวัดจะต้องราบเรียบเสมอกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

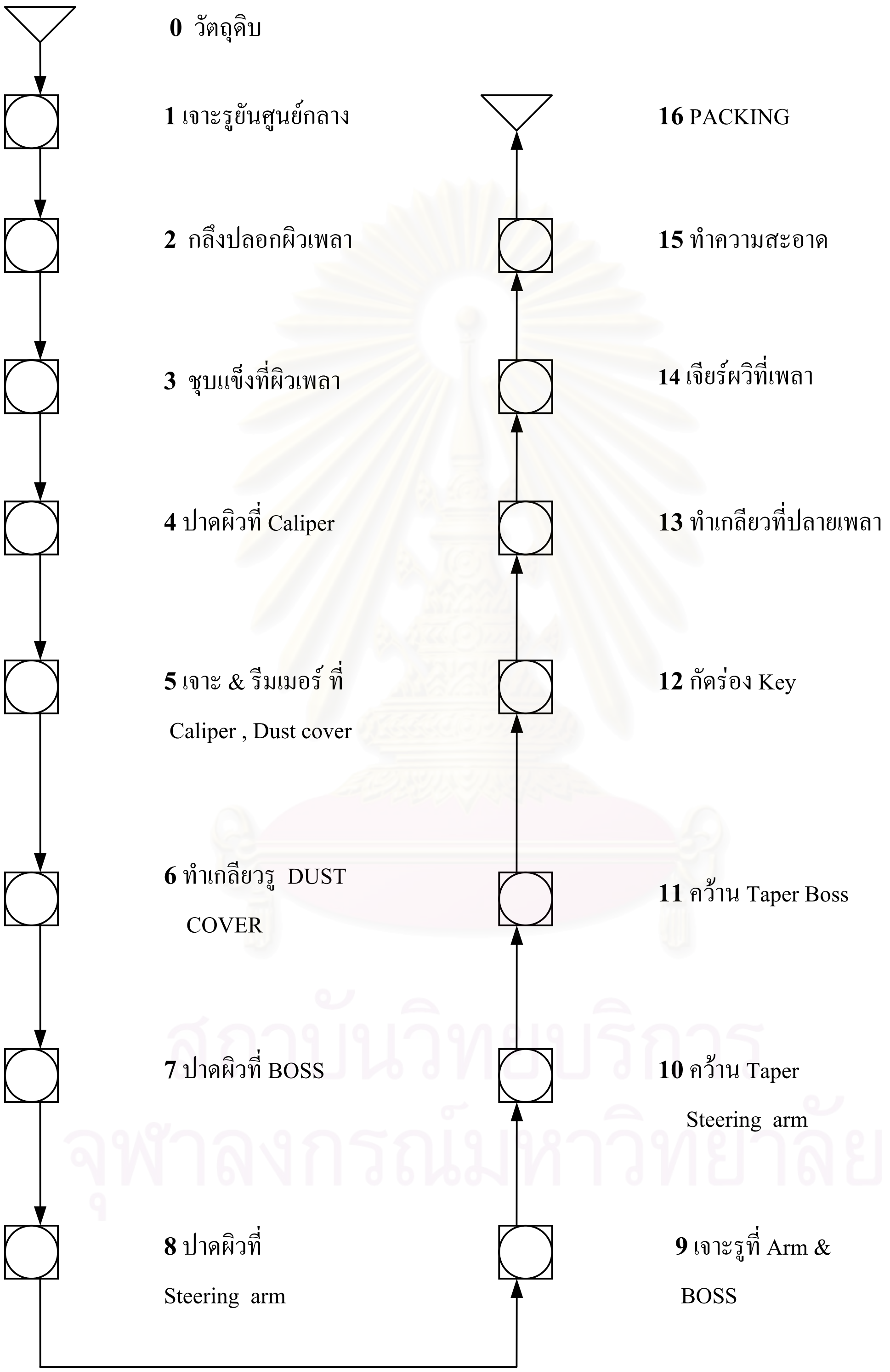
บทที่ 3
การดำเนินการวิจัย

3.1 ลักษณะของผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต

วัตถุดิบ(Raw Material) ที่ป้อนเข้าสู่โรงงานจะมีการขึ้นรูปอย่างคราวๆ มาแล้วจากโรง งานผู้ผลิตวัตถุดิบโดยกระบวนการตีขึ้นรูป (Forging Process) จากนั้นก็จะมาทำการขึ้นรูปต่อ โดยวิธี Machining Process แต่ก่อนที่จะนำชิ้นงานป้อนเข้าสู่สายการผลิตจะต้อง มีการตรวจ สอบความถูกต้องของวัตถุดิบก่อนหรือที่เรียกว่า Incoming Inspection ซึ่งจะเป็นลักษณะของ การ[redacted]มตรวจสอบเท่านั้น และ LOT ที่ผ่านการตรวจสอบก็จะถูกส่งเข้าสายการผลิต

รูปที่ 3.1 ภาพแสดงชิ้นส่วน KNUCKLE (finish part)

3.1.1 กระบวนการผลิต



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 คู่มือการปฏิบัติงาน

ในการศึกษาระบบการวัดในสายการผลิต ปัจจัยที่มีผลต่อระบบการวัดที่สำคัญอีกตัว หนึ่งได้แก่ วิธีการวัด หรือ วิธีการปฏิบัติงาน ซึ่งวิธีการวัดของพนักงานแต่ละคนก็ย่อมมีที่แตกต่าง กันเสมอ การที่จะลดค่าความเบี่ยงเบนในการวัดที่เกิดขึ้นจากวิธีการวัดที่แตกต่างกันให้มีค่าน้อย ที่สุด หรือ ส่งผลกระทบต่อระบบการวัดน้อยที่สุด จำเป็นต้องมีการควบคุมปัจจัยด้านวิธีการวัด

3.2.1 การจัดทำคู่มือ

การกำหนดวิธีการวัดของแต่ละเครื่องมือวัดให้เป็นมาตราฐานก็เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถลด ความแตกต่างในการวัดของพนักงานแต่ละคนได้ ดังนั้นเพื่อให้พนักงานแต่ละคนสามารถที่จะ ปฏิบัติตามวิธีการที่กำหนดได้ดีนั้น จะต้องเขียนวิธีการปฏิบัติพร้อมทั้งภาพประกอบด้วยเพื่อให้ผู้ ปฏิบัติงานเกิดความเข้าใจดียิ่งขึ้น จากนั้นควรจะมีการทดลองนำไปใช้งานจริงๆ เพื่อเป็นการตรวจ สอบความถูกต้องและความยากง่ายในการปฏิบัติก่อนที่จะมีการกำหนดออกมาเป็นมาตราฐาน องค์ประกอบที่ใช้ในการจัดทำคู่มือปิบัติงานประกอบไปด้วย

1. ผู้ดำเนินการวิจัย โดยอาศัยประสบการณ์ในการทำงานด้านสายการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์มามากกว่า 8 ปี และโดยหน้าที่สายงานทำงานเกี่ยวกับเครื่องมือวัดที่ใช้ในสายการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์
2. หัวหน้างานในสายการผลิตที่ทำการศึกษา ซึ่งเป็นผู้มีความเข้าใจในการใช้เครื่องมือวัดอย่างดี
3. คู่มือเครื่องมือวัดพื้นฐานของ Mitutoyo เช่น คู่มือการใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ , ไมโครมิเตอร์ , Dial test indicator , Dial indicator
4. คู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา ของ Air jet unit model FT-5000 series
5. แบบฟอร์มมาตราฐานซึ่งจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้
    1. ชื่อเอกสารการปฏิบัติงาน เช่น เอกสารการปฏิบัติงานการใช้เครื่องมือวัด ไมโครมิเตอร์
    2. ชื่อสถานที่ เช่น ชื่อลูกค้า , ชื่อบริษัท
    3. ชื่อหมายเลขเอกสาร เช่น W-PDM-MA-001
    4. ชื่อไลน์การผลิต
    5. ชื่อลำดับในการผลิตหรือชื่อเครื่องจักร

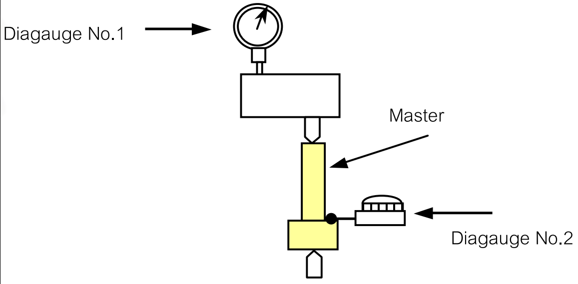
6. ชื่อขั้นตอนการผลิต
7. ชื่อชิ้นส่วน และหมายเลขชิ้นส่วน
8. ชื่อผู้ออก ,ผู้ตรวจ ,ผู้อนุมัติ
9. วันที่เริ่มใช้ ,การแก้ไข ,แผ่นที่
10. ลำดับขั้นตอนในการทำงาน
11. ภาพประกอบการทำงาน
12. ชื่อเครื่องมือและอุปกรณ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

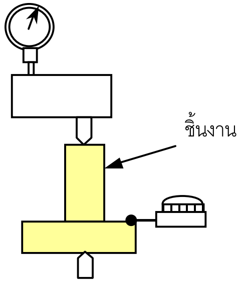
เอกสารการปฏิบัติงาน Operation Sheet (การใช้เครื่องมือวัด T-IT-159)	ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
	ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxxx	xxxxxxxxxx

หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต	เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้	แก้ไขครั้งที่	หน้าที่
W-PDM-MA-001	กลึงปอกผิวเพลา	OP-10,20	xxxxxxx	0	1/1

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	SET MASTER เข้ากับ JIG เครื่องมือวัดดังรูป 1.1	1. T-IT-159	1. ถุงมือผ้า
2	SET DIAL GAUGE 1 เป็น "0"	2. Diagauge No.513-404	
3	SET DIAL GAUGE 2 เป็น "0" โดยแตะหัววัดที่ระนาบของ MASTER ดังรูป 1.1	3. Diagauge No. 2929FB-62	
4	นำชิ้นงานประกอบเข้ากับ Jig ดังรูป 1.2		
5	อ่านค่าที่ DIAL 1 แล้วลงบันทึกในใบเช็คคุณภาพ (150 $\pm$ 0.2)		
6	ใช้ DIAL 2 แตะที่จุด 1 แล้วอ่านค่า (32.25 $\pm$ 0.2) ทำการบันทึก		
7	นำชิ้นงานออกจาก Jig		



รูป 1.1



รูป 1.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารการปฏิบัติงาน

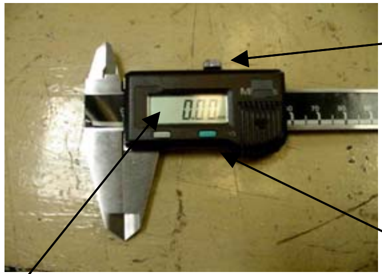
Operation Sheet

(การใช้เครื่องมือวัด DIGIMETIC CALIPERS)

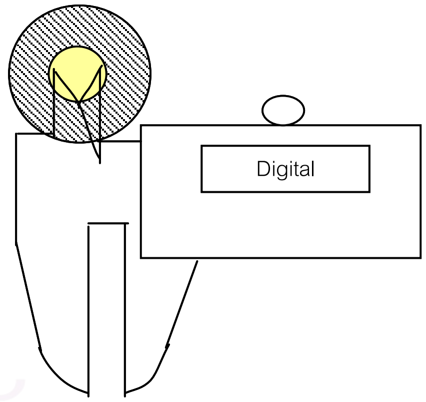
ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxxx	xxxxxxxxxx

หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต	เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้	แก้ไขครั้งที่	หน้าที่
W-PDM-MA-002	เจาะรูยันศูนย์หัวท้าย	OP-10	xxxxxxx	0	1/1

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	คลายปุ่มล็อคที่ด้านบนพอหลวมๆ	1. Digimatic Calipers	1. ถุงมือผ้า
2	SET เวอร์เนียรเป็น " 0 " โดยนำปากทั้งสองมาชิดกัน ดังรูป 1.1 แล้วทำการกดปุ่ม Reset		
3	นำมาวัดที่ปากรู (ดังรูป 1.2) โดยให้ปากทั้งสองตั้งฉากกับรู		
4	อ่านค่าที่จอแล้วทำการบันทึก		
	** ใช้แรงกดเบาๆเมื่อปากทั้งสองสัมผัสที่ผนังรู		



รูปที่ 1.1



รูปที่ 1.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 ข้อมูลระบบการวัดแบบ Attribute Characteristic

ตารางที่ 3.0 รายการเครื่องมือวัด แบบ Attribute Characteristic

MSA STUDY : INSPECTION TOOL LIST FOR KNUCKLE PROCESS LINE					Attribute CharacterIstIc		
OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	Effectiveness	Prob. miss	Prob. false
20	9	SNAP GAUGE	KHCW 50.4 (0/-0.1)	ϕ50.4(0/-0.1)	✓	✓	✓
20	10	SNAP GAUGE	KHUW 35.35 (+0.05/-0.05)	ϕ35.35 ± 0.05	✓	✓	✓
70	11	SNAP GAUGE	KHUW 20 (+0.2/-0.2)	20± 0.2	✓	✓	✓
60	12	LIMIT PLUG GAUGE	T-IT-169	M 8*1.5	✓	✓	✓
90	13	LIMIT PLUG GAUGE	KIPW 14.5 (+0.3/-0.3)	ϕ14.5 ± 0.3	✓	✓	✓
90	14	LIMIT PLUG GAUGE	KIPW 16 (+0.3/-0.3)	ϕ16.0 ± 0.3	✓	✓	✓
90	15	LIMIT PLUG GAUGE	KIPW 19 (+0.3/-0.3)	ϕ19. 0 ± 0.3	✓	✓	✓
130	16	THREAD RING GAUGE	T - IT – 188	M 18*1.5	✓	✓	✓
110	17	TOOL FOR MEASURING BOSS TAPER	T - IT - 180	0(+1.0/0)	✓	✓	✓
110	18	TOOL FOR MEASURING BOSS TAPER	T - IT - 181	0 ±0.5	✓	✓	✓
50	19	SPECIAL GAGE	T-IT-167	19.0 0 / + 0.1	✓	✓	✓
120	20	WIDTH GAGE	KGWW 5.0	5 +0.3 / - 0.1	✓	✓	✓

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.2 Attribute Tools Photo (12 items)

9. KHCW 50.4

10. KHUW 35.35

11. KHUW 20

12. T-IT-169

13. KIPW-14.5

14. KIPW-16

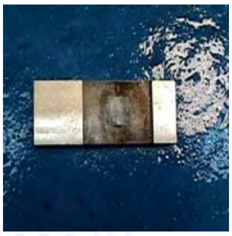
15. KIPW-19

16 T-IT-188

17. T-IT-180

18. T-IT-181

19 T-IT-167



20. KGWW 5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.3 การประเมินผลกระบวนการวัดของเครื่องมือวัดแบบ “ Attribute characteristic” (ก่อนปรับปรุง)

ในการประเมินผลกระบวนการวัดในระยะสั้นของเครื่องมือวัดแบบ “ Attribute characteristic” ของ สายการผลิตชิ้นส่วน Knuckleนั้น จะเริ่มจากการเก็บข้อมูลของปัจจุบันของ ระบบการวัดแล้วทำการวิเคราะห์ผลจากข้อมูลที่ได้มา เพื่อที่จะใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไขระบบการวัด

เครื่องมือวัดที่ทำการศึกษามีทั้งหมด 12 รายการ (ตารางที่ 3.1) และใช้พนักงานวัดที่ มาทำการวัดชิ้นงานจำนวน 6 คน โดยพนักงานที่เลือกมาจะ เป็นพนักงานที่มีหน้าที่ประจำในการ ตรวจสอบคุณภาพในสายการผลิต โดยมีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

1. ทำการเลือกสิ่งตัวอย่างงานจากกระบวนการผลิตมา 20 ชิ้น โดยทำการเลือกสิ่ง ตัวอย่างงานที่ประกอบด้วย สิ่งตัวอย่างที่มีคุณภาพดีประมาณ 7 ชิ้น สิ่งตัวอย่าง คุณภาพไม่ดีประมาณ 7 ชิ้น และสิ่งตัวอย่างที่มีคุณภาพก้ำกึ่ง (Marginal) 6 ชิ้น (โดยในแต่ละชิ้นให้ทำการตรวจสอบค่าของชิ้นงานและเก็บบันทึกไว้ด้วยเพื่อใช้ใน การประเมินผลการวัด)
2. ให้ทำการเขียนหมายเลขชิ้นงานลงบนชิ้นงานตั้งแต่ 1 ถึง 20
3. ทำการเลือกพนักงาน**อย่างสุ่ม**ขึ้นมา1 คน ,เลือกชิ้นงาน**อย่างสุ่ม**ขึ้นมา 1 ชิ้นแล้วให้ ทำการตรวจสอบสิ่งตัวอย่างงาน เพื่อ ประเมินผลคุณภาพงานว่า “ ผ่าน “ หรือ “ ไม่ผ่าน “ พร้อมบันทึกผลลงในตาราง ทดสอบ โดยการประเมินผลของพนักงาน แต่ละ คนนี้จะทำการทดสอบ “ ซ้ำ“ ชิ้นละ 3 ครั้ง
4. ให้ทำการสุ่มสิ่งตัวอย่างงานขึ้นมาตรวจสอบจนครบ 20 ชิ้น
5. ทำการสุ่มเลือกพนักงานคนต่อไปขึ้นมาแล้วดำเนินการตรวจสอบเหมือนข้อ (3) และทำ เช่นนี้กับพนักงานคนอื่นๆ อีกจนครบ 3 คน
6. ทำการเปลี่ยนเครื่องมือวัดและชิ้นงานรายการต่อไปที่จะทำการศึกษาและทำตามหัว ข้อ 3 ,4 ,5 อีก จนครบ 12 รายการ(ตารางที่3.1) ตามที่วางแผนไว้
7. วิเคราะห์ผลที่ได้จากการตรวจสอบสิ่งตัวอย่าง
8. สรุปผลการทดลองและแนวทางในการปรับปรุง

3.3.4 **การควบคุมความแปรปรวนร่วม** (Covariance) **ในการทดลอง**

1. สิ่งตัวอย่างที่ใช้จำนวน 20 ชิ้น ของแต่ละเครื่องมือวัดจะใช้ไปตลอดช่วงที่ทำการ ศึกษา
2. พนักงานที่ทำการวัดสิ่งตัวอย่าง จะใช้พนักงานชุดเดิมไปตลอดช่วงที่ทำการศึกษา
3. กำหนดเวลาที่ใช้ในการประเมินผลระบบการวัดให้คงที่ (ในการศึกษานี้ ใช้ช่วง เวลา 10.00~15.00 น. ตลอดการศึกษา)
4. ควบคุมปริมาณแสงสว่างที่ทำการศึกษาให้เป็นไปตามมาตรฐานของสมาคม วิศวกรรมแสงสว่างของสหรัฐอเมริกา (king 1979 : 270) ซึ่งกำหนดปริมาณ แสงสว่างไว้ที่ 500 ลักซ์ สำหรับงานที่ต้องใช้สายตา
5. ควบคุมวิธีการทำงานและวิธีวัดให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดมาตราฐาน

ความเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นในขณะทำการวัด จะมีเพียง 2 ตัวแปรหลัก ๆ คือ

1. ความเบี่ยงเบนอันเนื่องมาจากพนักงานวัด (ทักษะหรือความสามารถในการ ใช้เครื่องมือวัด)
2. ความเบี่ยงเบนอันเนื่องมาจากเครื่องมือวัดเช่น ความสึกหรอของเครื่องมือวัด, ระยะเวลาในการสอบเทียบไม่เหมาะสม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- **ตัวอย่างการประเมินผล**

ในการประเมินผลกระบวนการตรวจสอบแบบระยะสั้นของเครื่องมือวัด T-IT-167 ด้วยพนักงาน 3 คน โดยอาศัยชิ้นงานสิ่งตัวอย่าง จำนวน 20 ชิ้นที่ประกอบด้วยงานที่ดี (Good – OK) และงานที่ไม่ดี (No-Good) และทำการทดสอบอย่างสุ่มได้ผลดังนี้

ตารางที่ 3.1 ใบประเมินผลการศึกษา GR&R แบบ Attribute Characteristic

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	NG	NG	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK	NG	NG	NG
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
10	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
11	NG	OK	OK	OK	NG	NG	NG	OK	NG	NG
12	NG	OK	OK	OK	OK	NG	NG	NG	OK	OK
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
17	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

Inspection Results

Appraiser	OK_Correct	NG_Correct	Total_Correct	FALSE	Miss	Total
Mr.Vanchai	33	18	51	3	6	60
Mr. Sanya	33	20	53	3	4	60
Mr. Narad	36	21	57	0	3	60

จากสมการในบทที่ 2 จะประเมิน Effectiveness , P_{miss} , P_{fa} ของพนักงานแต่ละคนได้ดังนี้

$$\text{Effectiveness (E)} = \frac{\text{Number of parts correctly identified}}{\text{Total opportunities to be correct}} \quad (2.8)$$

Mr. Vanchai (E) = 51 / 60 = 0.85

Mr. Sanya (E) = 53 / 60 = 0.88

Mr. Narad (E) = 57 / 60 = 0.95

$$\text{Probability of miss } (P_{miss}) = \frac{\text{Number of miss}}{\text{Number of opportunities for a miss}} \quad (2.9)$$

Mr. Vanchai (P_{miss}) = 6 / (8*3) = 0.25

Mr. Sanya (P_{miss}) = 4 / (8*3) = 0.17

Mr. Narad (P_{miss}) = 3 / (8*3) = 0.13

$$\text{Probability of false}(P_{fa}) = \frac{\text{Number of false alarms}}{\text{Number of opportunities for a false alarm}} \quad (2.10)$$

Mr. Vanchai (P_{fa}) = 3 / (12*3) = 0.8

Mr. Sanya (P_{fa}) = 3 / (12*3) = 0.8

Mr. Narad (P_{fa}) = 0 / (12*3) = 0

สรุปผลการประเมิน

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Vanchai	0.85	0.08	0.25
Mr. Sanya	0.88	0.08	0.17
Mr. Narad	0.95	0.00	0.13

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	>0.90	0.80 to .090	<0.80
	P_false	<0.05	0.05 to 0.10	>0.10
	P_miss	<0.02	0.02 to 0.05	>0.05

ผลจากดัชนีแสดงดังตารางข้างต้น ค่า P_ miss ของพนักงานแต่ละคน มีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่าระบบการตรวจสอบนี้มีปัญหาที่ต้องทำการแก้ไขก่อนคือปัญหาด้านความถูกต้องของเครื่องมือวัด ส่วนค่า E และ P_false นั้น ต้องทำการทบทวนวิธีการตรวจสอบใหม่และทำการอบรมพนักงานถึงวิธีการใช้เครื่องมือวัดที่ถูกต้อง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.5 **สรุปผลการประเมิน** Attribute Characteristic (**ก่อนปรับปรุง**)

ตารางที่ 3.2 สรุปผลการประเมินเครื่องมือวัดแบบ Attribute Characteristic

MSA STUDY : Inspection tool list for Knuckle process line ; Attribute characteristic					Before Improvement		
OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	Effective ness	Prob.False	Prob.miss
20	9	SNAP GAUGE	KHCW 50.4 (0/-0.1)	ϕ50.4(0/-0.1)	0.85	0.08	0.25
20	10	SNAP GAUGE	KHUW 35.35 (+0.05/-0.05)	ϕ35.35 ± 0.05	0.85	0.08	0.25
70	11	SNAP GAUGE	KHUW 20 (+0.2/-0.2)	20± 0.2	0.82	0.11	0.29
60	12	THREAD GAUGE	T-IT-169	M 8*1.5	1	0	0
90	13	LIMIT PLUG GAUGE	KIPW 14.5 (+0.3/-0.3)	ϕ14.5 ± 0.3	0.87	0.06	0.25
90	14	LIMIT PLUG GAUGE	KIPW 16 (+0.3/-0.3)	ϕ16.0 ± 0.3	0.90	0.08	0.21
90	15	LIMIT PLUG GAUGE	KIPW 19 (+0.3/-0.3)	ϕ19. 0 ± 0.3	0.88	0.08	0.25
130	16	THREAD RING GAUGE	T - IT – 188	M 18*1.5	1	0	0
110	17	TOOL FOR MEASURING BOSS TAPER	T - IT - 180	0(+1.0/0)	0.92	0	0.21
110	18	TOOL FOR MEASURING BOSS TAPER	T - IT - 181	0 ±0.5	0.87	0.08	0.21
50	19	SPECIAL GAGE	T-IT-167	19.0 0 / + 0.1	0.85	0.08	0.25
120	20	WIDTH GAGE	KGWW 5.0	5 +0.3 / - 0.1	0.83	0.11	0.29

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

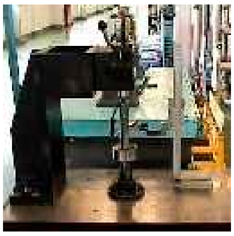
3.4 ข้อมูลระบบการวัดแบบ Variable Characteristic

ตารางที่ 3.3 รายการเครื่องมือวัด แบบ Variable Characteristic

MSA STUDY : INSPECTION TOOL LIST FOR KNUCKLE PROCESS LINE					Variable characteristic		
OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	Gage R&R	Bias	Stability
10	1	TOOL FOR MEASURING CENTER	T - IT – 159				
		DIAL GAUGE	No. 2929FB – 62	150 ± 0.2			
		DIAL TEST INDICATOR	No. 513 – 404	32.25 ± 0.2	✓	✓	✓
		MASTER	T - IT - 159				
10	2	DIGIMATIC CALIPERS	No. 0015535	ϕ7.2 ± 0.1	✓	✓	✓
20	3	DIGIMATIC MICROMETER	No. 6294679	ϕ21.83 ± 0.05	✓	✓	✓
130	4	THREAD MICROMETER	TCM – 25 DM	ϕ16.826 0 / + 0.15	✓	✓	✓
30	5	REBOUND HARDNESS TESTER	HHJ-0614	HS 67~75	✓	✓	✓
40	6	TOOL FOR MEASURING CALIPER	T - IT – 164	0~0.15			
		DIAL GAUGE	No. 2929F - 62		✓	✓	✓
		MASTER	T - IT - 164				
70	7	TOOL FOR MEASURING BOSS POSITION	T - IT - 170	42.715± 0.2 &			
		DIAL GAUGE	No. 1929FB - 62	125.285 ± 0.2			
		DIAL GAUGE	No. 1929FB - 62		✓	✓	✓
		DIAL TEST INDICATOR	No. PC - 1B				
		DIAL TEST INDICATOR	No. PC - 1B				
140	8	AIR MICRO (JET)	E - AJO - 5016				
		AIR MICRO (MASTER)	E - AJO - 5016	ϕ34.925(-0.002/-0.015)	✓	✓	✓
		FLOW TYPE AIR GAUGES (DOUBLE-COLUMN)	MODEL FT - 5500				

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.2 Variable Tools Photo(8 items)



1 .T-IT-159

2. No.0015535

3. No. 6294679

4. TCM-25 DM

5. HHJ-0614

6. T-IT-164

7. T-IT-170

8. E-AJO-5016

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.3 การควบคุมความแปรปรวนร่วม (Covariance) ในการทดลอง

1. สิ่งตัวอย่างที่ใช้จำนวน 10 ชิ้น ของแต่ละเครื่องมือวัดจะใช้ไปตลอดช่วงที่ทำการ ศึกษา
2 พนักงานที่ทำการวัดสิ่งตัวอย่าง จะใช้พนักงานชุดเดิมไปตลอดช่วงที่ทำการศึกษา
3 กำหนดเวลาที่ใช้ในการประเมินผลระบบการวัดให้คงที่ (ในการศึกษานี้ ใช้ช่วง เวลา 10.00~15.00 น. ตลอดการศึกษา)
4 ควบคุมปริมาณแสงสว่างที่ทำการศึกษาให้เป็นไปตามมาตรฐานของสมาคม วิศวกรรมแสงสว่างของสหรัฐอเมริกา (king 1979 : 270) ซึ่งกำหนดปริมาณ แสงสว่างไว้ที่ 500 ลักซ์ สำหรับงานที่ต้องใช้สายตา
5 ควบคุมวิธีการทำงานและวิธีวัดให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดมาตราฐาน

ความเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นในขณะทำการวัด จะมีเพียง 2 ตัวแปรหลัก ๆ คือ

1 ความเบี่ยงเบนอันเนื่องมาจากพนักงานวัด (ทักษะหรือความสามารถในการ ใช้เครื่องมือวัด)
2 ความเบี่ยงเบนอันเนื่องมาจากเครื่องมือวัดเช่น ความสึกหรอของเครื่องมือวัด, ระยะเวลาในการสอบเทียบไม่เหมาะสม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.4 **การประเมินผลระบบการวัดของเครื่องมือวัดแบบ** " Variable characteristic" (**ก่อนปรับปรุง**)

3.4.4.1 **การประเมินผลด้านความถูกต้อง** (Accuracy)

การประเมินผลในส่วนนี้จะทำการประเมินผลด้าไบอัส เพียงอย่างเดียวส่วนความมีเสถียรจะยังไม่มีการประเมินแต่จะทำหลังจากได้ทำการสอบเทียบเครื่องมือวัดเรียบร้อยแล้ว

การประเมินผลด้านไบอัส โดยใช้สิ่งตัวอย่างเดียว มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกงานมาตราฐานในการวัดชิ้นมาชิ้นหนึ่ง จากกระบวนการผลิตที่อยู่ในช่วงกลาง ของการผลิต แล้วกำหนดให้เป็นงานมาสเตอร์โดยทำการวัดชิ้นงานในห้องปฏิบัติการ จำนวน 10 ครั้ง แล้วทำการเฉลี่ยค่าความผัน แปรในการวัดออก และกำหนดให้ ค่าเฉลี่ยของ ค่าวัดดัง กล่าวเป็น " ค่าอ้างอิง (reference valve) "
2. เลือกเครื่องมือวัดที่จะทำการศึกษา(No.1~8 จากตารางที่ 3.4.1)
3. เลือกพนักงานที่มีความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดอย่างดีจากสายการผลิตมาทำ การวัดงานมาสเตอร์ดังกล่าว 10 ครั้ง
4. ทำการเฉลี่ยค่าวัดดังกล่าว
5. ทำการประเมินค่าไบอัสโดยการพิจารณาถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ได้กับค่า อ้างอิง

ค่าไบอัส = ค่าเฉลี่ยของค่าวัด - ค่าอ้างอิง

6. ประเมินผลค่าไบอัสเทียบกับความคลาดเคลื่อนอนุโลมที่ยอมให้

$$\%\ \text{ไบอัสของความคลาดเคลื่อนอนุโลม} = \frac{\text{ค่าไบอัส}}{\text{USL-LSL}} \times 100\ \%$$

เกณฑ์ในการประเมินค่าไบอัส

% ไบอัส < 5%		อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้โดยไม่ต้องแก้ไข
5% $\leq$ % ไบอัส < 10%		อาจจะยอมรับได้ (ให้พิจารณาปัจจัยอื่น ๆ อาทิ การประยุกต์ใช้ ค่าใช้จ่าย ฯลฯ)
% ไบอัส $\geq$ 10%		ไม่สามารถยอมรับได้ ต้องค้นหาสาเหตุแล้วทำกาแก้ไข

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการประเมินค่าไบอัส

การประเมินผลของค่าไบอัส ของเครื่องมือวัด T-IT-159 2929FB-62 โดยที่ชิ้นงานมีค่าพิกัดเท่ากับ 0.4 มม. และค่าอ้างอิงเท่ากับ 0.133 ซึ่งได้ผลการวัดจำนวน 10 ครั้งดังนี้

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sum
0.150	0.200	0.200	0.200	0.200	0.150	0.200	0.200	0.150	0.200	1.85

ในการประเมินค่าไบอัส ดำเนินการได้ด้วยการ " เฉลี่ยออก " ค่าความผันแปรจากการวัดซ้ำทั้ง 10 ครั้งได้ผลดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{10}$$

$$= \frac{1.85}{10}$$

$$= 0.185$$

ดังนั้น ค่าไบอัส = ค่าเฉลี่ยของค่าวัด - ค่าอ้างอิง

= 0.185 - 0.133

= 0.052

% ไบอัสของความคลาดเคลื่อนอนุโลม = $\frac{\text{ค่าไบอัส}}{\text{USL-LSL}} \times 100\ \%$

$$= \frac{0.052}{0.4} \times 100\%$$

ดังนั้น % ไบอัส = 13 %

หมายความว่า ถ้าหากความแตกต่างของชิ้นงานในกระบวนการผลิตมีค่าเท่ากับ 100 มม. แล้ว ค่าความแตกต่างของค่าวัดเนื่องจากคุณสมบัติไบอัสของระบบการวัดจะมีค่าเท่ากับ ± 0.13 มม.

ตารางที่ 3.4 ใบบันทึกผลการศึกษาค่าไบอัสของเครื่องมือวัดNo. T-IT-159-2929FB

Bias Study

Appraiser Name	Mr. Vanchai
Equipment Number	T-IT-159 2929FB-62
Date	11-Jan-00
Part (to be measured) Number	2
Process Variation or Part spec.	0.400
Reference Value by Lay out inspection	0.133

Part Spec. = USL - LSL

Observed Measurement Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Value	0.150	0.200	0.200	0.200	0.200	0.150	0.200	0.200	0.150	0.200

The observed Average = 0.185

Bias = Observed Average - Reference Value
= 0.185 - 0.133
= 0.05

% Bias = 100 [ABS(Bias) / Process Variation or Part spec.]
= 13.00%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.4.2 การประเมินผลด้านความแม่นยำ

การประเมิน GR & R โดยวิธีอาศัยค่าเฉลี่ยและพิสัยมีกระบวนการทดสอบดังนี้

1. สุ่มพนักงานวัดมา 3 คน จากพนักงานวัดทั้งหมด
2. สุ่มชิ้นงานมา 10 ชิ้น โดยให้ครอบคลุมช่วงผันแปรของกระบวนการ แล้วกำหนดตัวเลขชี้บ่ง 1 ถึง 10 โดยไม่ให้พนักงานทราบ
3. ให้สุ่มพนักงานวัดขึ้นมา 1 คน แล้วทำการสุ่มชิ้นงานให้พนักงานดังกล่าววัดแล้ว บันทึกค่าลงในแบบฟอร์ม โดยดำเนินการไปจนครบทุกชิ้น จากนั้นให้สุ่มพนักงาน วัดที่เหลือแล้วให้ ดำเนินการเช่นนี้อีกจนครบทุกคน ทุกชิ้น และลำดับ
4. คำนวณค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยสำหรับพนักงานวัดทุกคน
5. วิเคราะห์คุณภาพของข้อมูล
6. ทำการวิเคราะห์คำนวณหาค่าดังต่อไปนี้

Equipment Variation : EV $= 5.15\,\sigma_{EV}$

(ความผันแปรของอุปกรณ์วัด)

โดย $\sigma_{EV} = \dfrac{R(\bar{X})}{d_2}$

Appraiser Variation : AV $= \sqrt{(5.15\,\sigma_{AV})^2 - \dfrac{EV^2}{nr}}$

(ความผันแปรของพนักงานวัด)

โดย $\sigma_{AV} = \dfrac{R(\bar{X})}{d_2^*}$

n = จำนวนชิ้นงานที่พนักงานวัดแต่ละคนทำการวัด

r = จำนวนซ้ำที่พนักงานวัดแต่ละคนทำการวัดชิ้นงานแต่ละชิ้น

จากสมการ การประมาณค่า σ_{AV} ถ้ามีค่าติดลบ แสดงว่าค่ารีโปรดิวซิบิลิตี้มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับรีพีททะบิ ลิตี้ จึงให้ประมาณการให้ AV = 0

GR & R $= \sqrt{EV^2 + AV^2}$

(Gage Repeatability & Reproducibility)

Total Variation : TV = $\sqrt{GR\&R^2 + PV^2}$

(ความผันแปรโดยรวม)

$$PV = 5.15\,\sigma_P$$

$$\sigma_P = \frac{R_P}{d_2^*}$$

$$P/T = \frac{GR\&R}{USL - LSL} \times 100\,\%$$

$$P/TV = \frac{GR\&R}{\text{ความผันแปรของกระบวนการ}} \times 100\%$$

เกณฑ์ในการยอมรับค่ารีพีททะบิลิตี้และรีโปรดิวซิบิลิตี้

P/T หรือ P/TV < 10% สามารถยอมรับความสามารถระบบวัดได้

10% ≤ หรือ P/TV < 30% อาจจะยอมรับได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับความสำคัญในสิ่งที่ประยุกต์ใช้ค่าใช้จ่ายในการ วัด ตลอดจนปัจัยอื่นๆ

P/T หรือ P/TV ≥30% ไม่สามารถยอมรับความสามารถของระบบการวัดได้มีความจำเป็นต้องระบุถึงสาเหตุความผันแปรแล้วทำ การลดหรือกำจัดทิ้ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการประเมิน GR&R โดยวิธี $\overline{X}$ - R

ในการประเมินผลค่า GR&R ของเครื่องมือวัด Digimatic micrometer no.6294679 ในกระบวนการผลิต ที่ OP-20 ด้วยพนักงานวัด 3 คน ทำการวัดคนละ 3 ครั้ง สำหรับสิ่งตัวอย่าง 10 ชิ้น ค่าพิกัดของชิ้นงานเท่ากับ $\pm$ 0.05 ได้ผลการวัดดังนี้

ชิ้นงาน

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	0.05	0.05	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04
1	0.05	0.04	0.02	0.04	0.05	0.06	0.06	0.03	0.04	0.04
	0.04	0.04	0.01	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04
$\overline{X}$	0.047	0.043	0.017	0.037	0.043	0.047	0.047	0.033	0.043	0.040
R	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.020	0.020	0.010	0.010	0.000
	0.04	0.04	0.02	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.03	0.04
2	0.04	0.04	0.02	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.02	0.04
	0.04	0.05	0.02	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.02	0.05
$\overline{X}$	0.040	0.043	0.020	0.043	0.047	0.047	0.043	0.037	0.023	0.043
R	0.000	0.010	0.000	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
	0.04	0.04	0.02	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04
3	0.05	0.04	0.01	0.04	0.03	0.03	0.04	0.02	0.04	0.04
	0.04	0.04	0.02	0.05	0.03	0.05	0.06	0.03	0.03	0.02
$\overline{X}$	0.043	0.040	0.017	0.047	0.033	0.040	0.047	0.027	0.037	0.033
R	0.010	0.000	0.010	0.010	0.010	0.020	0.020	0.010	0.010	0.020

การคำนวณค่ารีพีททะบิลิตี้

$$EV = 5.15 \frac{\overline{R}\,(X)}{d_2}$$

ตารางแสดงค่า d2 ในภาคผนวกจะได้

$$d_2 = 1.693$$

$$EV = 5.15 \frac{(0.01+0.01+\ldots..0.01+0.02)/30}{1.693}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$= \quad 0.032$

แสดงว่า EV ที่ได้มีความหมายว่า ในการวัดซ้ำด้วยระบบวัดนี้จะได้ค่าความผันแปร $\pm$ 0.016 มม. รอบค่าจริง

การคำนวณค่ารีโปรดิวซิบิลิตี้

X1 = (0.047 +0.043 +….0.040) / 10 = 0.040

X2 = (0.047 +0.043 +….0.043) / 10 = 0.039

X3 = (0.043 +0.040 +….0.033) / 10 = 0.036

$R(\bar{x}) = 0.040 - 0.036 = 0.0033$

จากตาราง d2* ในภาคผนวก d2* = 1.906 (K = 1 , n = 3)

$$AV = \sqrt{[(5.15 \quad R(\bar{x}) / d2^*)^2 - (EV^2/nr)]}$$

$$= \sqrt{[(5.15 \ (0.0033 / 1.906)]^2 - [(0.032)^2/30]}$$

$$= \quad 0.0067$$

ค่า AV ที่ได้นี้มีความหมายว่า ในระบบการวัดนี้จะมีความผันแปรเนื่องจากความแตกต่างของพนักงานวัด เท่ากับ $\pm$ 0.0034 มม. รอบค่าจริงของงาน

การคำนวณค่า GR&R

$$GR\&R = \sqrt{EV^2 + AV^2}$$

$$= \sqrt{0.032^2 + 0.0067^2}$$

$$= \quad 0.0326$$

หมายความว่าในระบบนี้มีความผันแปรโดยรวมเท่ากับ $\pm$ 0.0326 มม. รอบค่าจริงของงาน

PV = 5.15 Rp / d2*

d2* 3.178 จากตาราง d2 ที่ K = 1 , n = 10

Rp Parts Avg (Max – Min) , (0.046-0.018 = 0.028)

= 5.15 (0.028 / 3.178)

= 0.045

$$TV = \sqrt{GR\&R^2 + PV^2}$$

$$= \sqrt{0.0326^2 + 0.045^2}$$

= 0.055

% Process Variation

% EV / TV	=	(0.032 / 0.055) 100	=	56.9 %
% AV / TV	=	(0.0067 / 0.055) 100	=	12.5 %
% GR&R / TV	=	(0.0326 / 0.055) 100	=	58.3 %
% PV / TV	=	(0.045 / 0.055) 100	=	81.3%

ค่าเปอร์เซ็นต์ GR&R มีค่าสูง 58.3 % > 30 % แสดงว่าระบบการวัดนี้มีความผันแปรสูงจะต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.5 ใบบันทึกผลการศึกษา GR&R ของเครื่องมือวัด No. 6294676

GAGE R&R STUDY

Part Name KNUCKLE	**Gage Name**	Digimatic micrometer	**M/C Name**	OP-20
Characteristic Diameter	**Gaga No.**	6294679	**Gage Accuracy**	0.01 mm
Specification 21.83 +0.05 / - 0.05	**Gage type**	Standard gage	**Date**	12-Nov-99

Appraiser	Trial	Part 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
Mr. Vanchai												
	1	0.05	0.05	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.040
	2	0.05	0.04	0.02	0.04	0.05	0.06	0.06	0.03	0.04	0.04	0.043
	3	0.04	0.04	0.01	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.036
Average		0.047	0.043	0.017	0.037	0.043	0.047	0.047	0.033	0.043	0.040	0.040
Range		0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.020	0.020	0.010	0.010	0.000	0.011
Mr. Sanya												
	1	0.04	0.04	0.02	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.03	0.04	0.038
	2	0.04	0.04	0.02	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.02	0.04	0.038
	3	0.04	0.05	0.02	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.02	0.05	0.040
Average		0.040	0.043	0.020	0.043	0.047	0.047	0.043	0.037	0.023	0.043	0.039
Range		0.000	0.010	0.000	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.008
Mr. Vaschira												
	1	0.04	0.04	0.02	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.038
	2	0.05	0.04	0.01	0.04	0.03	0.03	0.04	0.02	0.04	0.04	0.034
	3	0.04	0.04	0.02	0.05	0.03	0.05	0.06	0.03	0.03	0.02	0.037
Average		0.043	0.040	0.017	0.047	0.033	0.040	0.047	0.027	0.037	0.033	0.036
Range		0.010	0.000	0.010	0.010	0.010	0.020	0.020	0.010	0.010	0.020	0.012
Part AVG.		0.043	0.042	0.018	0.042	0.041	0.044	0.046	0.032	0.034	0.039	0.028
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												0.010
[MAX Xbar-MIN X bar]= $X_{barDIFF}$												0.003
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.027
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials;D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's.
Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using
the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R
and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.6 ใบบันทึกผลการคำนวณ GR&R

Gage R&R Evaluation

Part No. and N	KNUCKLE	**Gage Name:**	Digimatic micrometer	**# of trials =**	3	**Date:**	12-Nov-99
Characteristic	Diameter	**Gage No:**	6294679	**# of parts =**	10	**Performed by:**	P.Chakkrit
Tolerance:	0.100	**Gage Type:**	Standard gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.010** $X_{barDIFF}$ = **0.003** R_P = **0.028**

Measurement Unit Analysis	% Process Variation
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.032	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 56.9% divided by tolerance= 31.5%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.007	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 12.5% divided by tolerance= 6.9%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.032	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 58.3% divided by tolerance= 32.3%
Part Variation (PV) PV = R_p x K_3 = 0.045	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 81.3% divided by tolerance= 45.0%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.055	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.7 แสดงค่าคงที่สำหรับการคำนวณ GR&R

Number of observation in subgroup (Trials)	A2	D3	D4
2	1.880	0	3.267
3	1.023	0	2.575
4	0.729	0	2.282
5	0.577	0	2.115
6	0.483	0	2.004
7	0.419	0.076	1.924
8	0.373	0.136	1.864
9	0.337	0.184	1.816
10	0.308	0.223	1.777
11	0.285	0.256	1.744
12	0.266	0.284	1.716
13	0.249	0.308	1.692
14	0.235	0.329	1.671
15	0.223	0.348	1.652

	Trial	K1	m = trials	K1 (Calc.)
EV	2	4.56	1.128	4.57
	3	3.05	1.693	3.04
	Appraiser	K2	m = Appraisers	K2 (Calc.)
AV	2	3.65	1.41	3.65
	3	2.7	1.91	2.70
	Parts	K3	m = Parts	K3 (Calc.)
PV	2	3.65	1.41	3.65
	3	2.7	1.91	2.70
	4	2.3	2.24	2.30
	5	2.08	2.48	2.08
	6	1.93	2.67	1.93
	7	1.82	2.83	1.82
	8	1.74	2.96	1.74
	9	1.67	3.08	1.67
	10	1.62	3.18	1.62

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.5 สรุปผลการประเมิน Variable Characteristic (ก่อนปรับปรุง)

ตารางที่ 3.8 สรุปผลการประเมินเครื่องมือวัดแบบ Variable Characteristic

MSA STUDY : Inspection tool list for Knuckle process line Variable characteristic					Before Improvement						
OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	$\bar{X}$ diff	$\bar{\bar{R}}$	%EV	%AV	%R&R	%PV	%Bias
10	1	TOOL FOR MEASURING CENTER	T - IT – 159								
		DIAL GAUGE	No. 2929FB – 62	150 ± 0.2	0.012	0.015	69.4	48.6	84.8	53.1	13.0
		DIAL TEST INDICATOR	No. 513 – 404	32.25 ± 0.2	0.006	0.010	35.8	31.0	47.4	88.1	3.75
		MASTER	T - IT - 159								
10	2	DIGIMATIC CALIPERS	No. 0015535	ϕ7.2 ± 0.1	0.003	0.011	58.4	7.3	58.9	80.8	10.5
20	3	DIGIMATIC MICROMETER	No. 6294678	ϕ21.83 ± 0.05	0.003	0.010	56.9	12.5	58.3	81.3	17.0
130	4	THREAD MICROMETER	TCM – 25 DM	ϕ16.826 0 / + 0.15	0.006	0.011	72.01	33.1	79.3	61.0	8.27
30	5	REBOUND HARDNESS TESTER	HHJ-0614	HS 67~75	0.667	2.167	58.0	11.7	59.2	80.6	17.7
40	6	TOOL FOR MEASURING CALIPER	T - IT - 164	0~0.15	0.003	0.005	33.47	17.5	37.8	92.6	8.7
		DIAL GAUGE	No. 2929F - 62								
		MASTER	T - IT - 164								
70	7	TOOL FOR MEASURING BOSS POSITION	T - IT - 170								
		DIAL GAUGE No. 1	No. 1929FB - 62	125.285 ± 0.2	0.005	0.011	45.37	16.3	48.2	87.6	4.0
		DIAL GAUGE No. 2	No. 1929FB - 62	42.715± 0.2 &	0.013	0.016	44.74	30.3	54.0	84.2	3.38
		DIAL TEST INDICATOR	No. PC - 1B								
		DIAL TEST INDICATOR	No. PC - 1B								
140	8	AIR MICRO (JET)	E - AJO - 5016								
		AIR MICRO (MASTER)	E - AJO - 5016	ϕ34.925(-0.002/-0.015)	0.001	0.001	49.88	20.1	53.8	84.3	26.92
		FLOW TYPE AIR GAUGES (DOUBLE-COLUMN)	MODEL FT - 5500								

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ	**บริษัท ตัวอย่าง**	วันที่	
จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วกา (✓) ลงในช่อง ถูกถ้าเห็นว่าถูกและผิดถ้าเห็นว่าผิด			

รายการ	ถูก	ผิด	
1. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆ เพื่อให้ค่าการวัด ถูกต้องมากขึ้น			
2. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ			
3. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง			
4. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด			
5. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว			
6. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน			
7. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ			
8. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)			
9. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)			
10. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกค[redacted]้งก่อนอ่านค่า			
11. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน			
12. การใช้ลิมิตเกจจะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อเวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่ง จนไม่เอียง ซ้าย-ขวา แล้ว			
13. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1 ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน			
14. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน			
15. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ			
16. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด			
17. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา			
18. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2			
19. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด			
20. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้			
รวมคะแนน…..			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการทดสอบก่อน-หลัง การอบรมการใช้เครื่องมือวัดในสายการผลิต

ลำดับ	ชื่อพนักงาน	คะแนน	
		ก่อน	หลัง
1	นาย จันทรา	9	18
2	นาย วชิระ	13	18
3	นาย เจิมศักดิ์	12	18
4	นาย นเรศ	9	20
5	นาย สัญญา	12	17
6	นาย วิเชียร	10	16
7	นาย เกียรติชัย	10	18
8	นาย มนตรี	8	17
9	นาย วันชัย	15	20
10	นาย แก้ว	11	18
	ค่าเฉลี่ย (X bar)	**10.9**	**18.0**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
การวิเคราะห์ผลและการปรับปรุง

4.1 การวิเคราะห์และการปรับปรุงระบบการวัดแบบ “ Attribute Characteristic”

จากข้อมูลที่ได้ทำการเก็บและบันทึกผลลงในตารางแบบฟอร์ม “ Gage R&R study(Attribute characteristic) “ สามารถนำมาสรุปผลทั้งหมดลงในตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 4.0 ตารางสรุปผลการประเมิน (ก่อนปรับปรุง) ระบบการวัดแบบ “ Attribute Characteristic “

MSA STUDY : Inspection tool list for Knuckle process line ; Attribute characteristic					Before Improvement		
OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	Effective ness	Prob.False	Prob.miss
20	9	SNAP GAUGE	KHCW 50.4 (0/-0.1)	ϕ50.4(0/-0.1)	0.85	0.08	0.25
20	10	SNAP GAUGE	KHUW 35.35 (+0.05/-0.05)	ϕ35.35 ± 0.05	0.85	0.08	0.25
70	11	SNAP GAUGE	KHUW 20 (+0.2/-0.2)	20± 0.2	0.82	0.11	0.29
60	12	THREAD GAUGE	T-IT-169	M 8*1.5	1	0	0
90	13	LIMIT PLUG GAUGE	KIPW 14.5 (+0.3/-0.3)	ϕ14.5 ± 0.3	0.87	0.06	0.25
90	14	LIMIT PLUG GAUGE	KIPW 16 (+0.3/-0.3)	ϕ16.0 ± 0.3	0.90	0.08	0.21
90	15	LIMIT PLUG GAUGE	KIPW 19 (+0.3/-0.3)	ϕ19. 0 ± 0.3	0.88	0.08	0.25
130	16	THREAD RING GAUGE	T - IT – 188	M 18*1.5	1	0	0
110	17	TOOL FOR MEASURING BOSS TAPER	T - IT – 180	0(+1.0/0)	0.92	0	0.21
110	18	TOOL FOR MEASURING BOSS TAPER	T - IT – 181	0 ±0.5	0.87	0.08	0.21
50	19	SPECIAL GAGE	T-IT-167	19.0 0 / + 0.1	0.85	0.08	0.25
120	20	WIDTH GAGE	KGWW 5.0	5 +0.3 / - 0.1	0.83	0.11	0.29

ตารางที่ 4.1 เกณฑ์ในการพิจารณา “ Attribute Data Criteria “

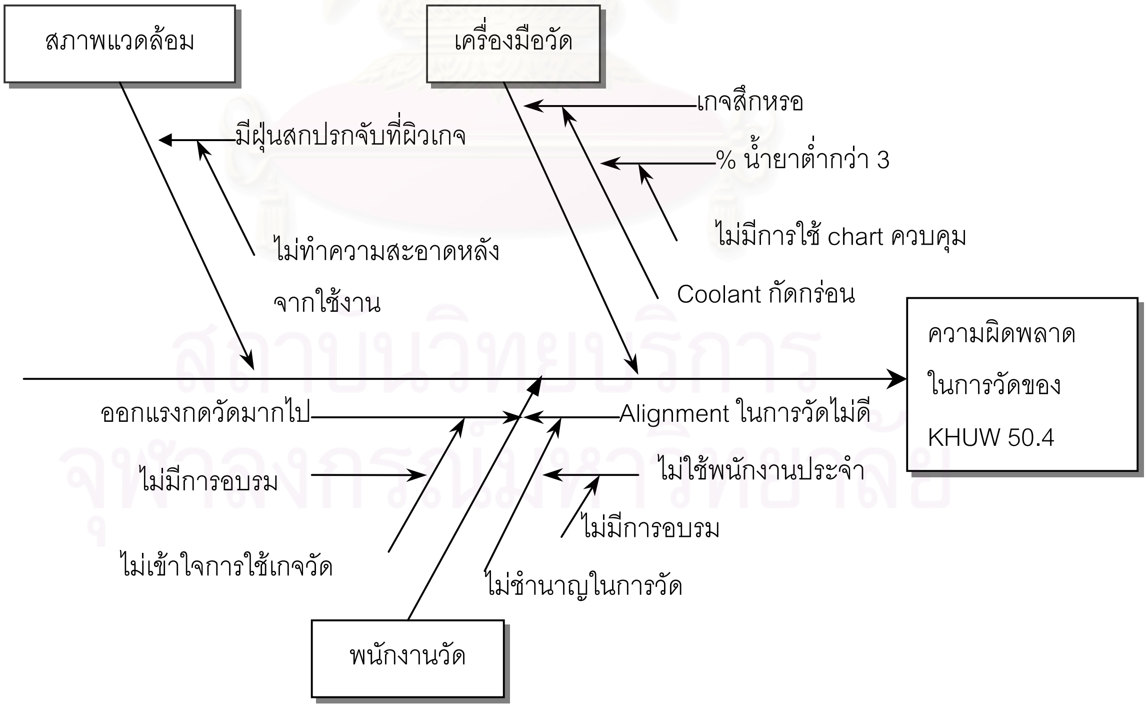
	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to 0.90	< 0.08
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.1 **ผลการวิเคราะห์ระบบการวัดแบบ** Attribute Characteristic

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบชิ้นงานจำนวน 20 ชิ้นงาน ,เครื่องมือ ตรวจสอบจำนวน 12 รายการ และพนักงานที่ทำการวัด 6 คน การอธิบายผลการวิเคราะห์และการปรับปรุงของแต่ละเครื่องวัด จะอธิบายตามลำดับของเครื่องมือวัด แต่จะขอยกตัวอย่างใบผลการบันทึกผลการวัดเพียงหนึ่งตัวอย่างนอกนั้นจะเป็นการแสดงให้ดูเฉพาะบางส่วนของแต่ละเครื่องมือที่ผู้ดำเนินการศึกษาเห็นว่ามีปัญหาในการวัดเพื่อใช้ประกอบการอธิบาย ส่วนผลการบันทึกการวัดก่อนการปรับปรุงทั้งหมดสามารถที่จะดูได้ในภาคผนวก ก

1. KHUW 50.4 0 / -0.1 (Snap gage) จากผลการวัดชิ้นงาน (หน้า 73,74)
   ชิ้นงาน No. 16 จะเห็นว่า ชิ้นงานจริงนั้น NG (+0.010) ซึ่งมีขนาดโต แต่พนักงานตรวจสอบ ทั้ง 3 คน วัดได้ OK ทั้งหมดเลย แสดงว่าเครื่องมือวัดเกิด **การสึกหรอ** และมีขนาดโตกว่า (+0.010) ผลการ ตรวจสอบเครื่องมือวัดได้ค่าเท่ากับ 0.033(GO) / -0.098(NO GO) ซึ่งใช้ ไม่ได้แล้ว จึงทำให้ผลการวัดผิดพลาด
   ชิ้นงาน No.10 พนักกงานคนที่ 1 และ 3 ผลการวัดที่เป็น OK แต่งานจริง NG ซึ่งมีผล มาจาก alignment ในการวัด



รูปที่ 4.0 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.KHUW 50.4 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.2 ใบบันทึกผลการประเมินเครื่องมือวัด No. KWUW 50.4 (ก่อนการปรับปรุง)

Plant	Knuckle Process Line				OP		20			
Parts name:	Knuckle				Tool name		Snap gage			
Partsno.:	4271406121				Tool No.		KHUW 50.4			
Section :	9				Specification		φ50.4 0 / - 0.1			
Sample Trial	Actual Parts	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK	OK	NG	NG
4	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
5	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	NG	OK	OK	NG	NG	NG	NG	OK	NG	NG
11	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	NG	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Vanchai	36	19	55	0	5	60
Mr. Sanya	33	18	51	3	6	60
Mr. Narad	33	19	52	3	5	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Vanchai	0.92	0.00	0.21
Mr. Sanya	0.85	0.08	0.25
Mr. Narad	0.87	0.08	0.21

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 ใบแสดงการผลการนับและค่าจริงของชิ้นงานแต่ละหมายเลข

No.	PART Dimension	1		2		3	
		OK	NG	OK	NG	OK	NG
1	-0.048	3		3		3	
2	-0.045	3		3		3	
3	0.018		3		3		3
4	0.031		3		3		3
5	0.027		3		3		3
6	-0.038	3		3		3	
7	-0.114		3		3		3
8	-0.056	3		3		3	
9	-0.093	3		3		3	
10	-0.112		3		3		3
11	0.036		3		3		3
12	-0.067	3		3		3	
13	-0.094	3		2		2	
14	-0.076	3		3		3	
15	-0.054	3		3		3	
16	0.011		3		3		3
17	0.037		3		3		3
18	-0.055	3		3		3	
19	-0.092	3		3		3	
20	-0.078	3		3		3	
	Correct	36	24	35	24	35	24
	Alarm	0	0	1	0	1	0
	Total	36	24	36	24	36	24

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือวัดNo. KHUW 50.4

จากผลการตรวจสอบเครื่องมือวัด ด้านGOได้ค่าเท่ากับ 0.033 / และด้าน NO GO ได้ค่าเท่ากับ -0.098 ซึ่งค่าพิกัดของชิ้นงานด้าน Go เท่ากับ 0 และ ด้าน NO GO เท่ากับ – 0.1 ซึ่งจะเห็นว่าเครื่องมือวัดนั้นใช้ไม่ได้แล้ว เพราะจะทำให้ผลการวัดออกมาผิดพลาดในด้านของ Prob miss สูง แสดงว่าวัดของเสียเป็นของดี ดังนั้นในการแก้ไขจะต้องทำการ**เปลี่ยนเครื่องมือวัด**ตัวใหม่เข้าไปทดแทน ส่วนปัจจัยด้านพนักงาน , ด้านสภาพแวดล้อม ,และแนวทางป้องกันการสึกหรอของเครื่องมือวัด มีวิธีการปรับปรุงแก้ไขได้ดังนี้

ตารางที่ 4.4 การปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือวัด No. KHUW 50.4

ข้อ	ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข
1	สภาพแวดล้อมในการวัด	- มีฝุ่นสกปรกจับที่ผิวเกจ - ไม่มีฝาครอบปิด - ไม่มีการทำความสะอาดก่อน หลังการใช้งาน	- ทำฝาครอบปิดที่วางเครื่องมือ - จัดทำระเบียบปฏิบัติงานในการทำความสะอาดเครื่องมือวัด
2	พนักงานวัด	- Alignment การวัดไม่ดี - ไม่มีความชำนาญในการวัด - ไม่มีการอบรมวิธีการวัดที่ถูกต้อง - ไม่ใช่พนักงานประจำ - มีการหมุนเวียนพนักงานบ่อย -	- ทำการอบรมวิธีการใช้ที่ถูกต้องและให้ฝึกปฏิบัติจนเกิดความชำนาญซึ่งจะดูจากความสามารถในการวัดซ้ำและความถูกต้องในการวัดของพนักงาน โดยที่เครื่องมือวัดที่นำมาทดสอบจะต้องผ่านการสอบเทียบแล้ว - ระยะเวลาในการหมุนเวียนพนักงานไม่ควรน้อยกว่า 6 เดือน
3	เครื่องมือวัดสึกหรอ	- Coolant กัดกร่อน - % น้ำยาต่ำกว่า 3 - ไม่มีการใช้ Chart ควบคุม	- ทำการควบคุม % น้ำยา โดยวัดผลทุกวันและบันทึก ใน Chart Control

ตารางที่ 4.5 ใบบันทึกผลการประเมินเครื่องมือวัด No. KWUW 50.4 (หลังการปรับปรุง)

Plant	Knuckle Process Line	OP	20
Parts name:	Knuckle	Tool name	Snap gage
Partsno.:	4271406121	Tool No.	KHUW 50.4
Section :	9	Specification	φ50.4 0 / - 0.1

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
4	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
5	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
11	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	OK	OK	OK	OK	NG	OK	OK	NG	OK	OK
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
17	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Vanchai	36	24	60	0	0	60
Mr. Sanya	35	24	59	1	0	60
Mr. Narad	35	24	59	1	0	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Vanchai	1.00	0.00	0.00
Mr. Sanya	0.98	0.03	0.00
Mr. Narad	0.98	0.03	0.00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 ใบแสดงการผลการนับและค่าจริงของชิ้นงานแต่ละหมายเลข

No	PART Dimension	1		2		3	
		OK	NG	OK	NG	OK	NG
1	-0.048	3		3		3	
2	-0.045	3		3		3	
3	0.018		3		3		3
4	0.031		3		3		3
5	0.027		3		3		3
6	-0.038	3		3		3	
7	-0.114		3		3		3
8	-0.056	3		3		3	
9	-0.093	3		3		3	
10	-0.112		3		3		3
11	0.036		3		3		3
12	-0.067	3		3		3	
13	-0.094	3		2		2	
14	-0.076	3		3		3	
15	-0.054	3		3		3	
16	0.01		3		3		3
17	0.037		3		3		3
18	-0.055	3		3		3	
19	-0.092	3		3		3	
20	-0.078	3		3		3	
	Correct	36	24	35	24	35	24
	Alarm	0	0	1	0	1	0
	Total	36	24	36	24	36	24

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

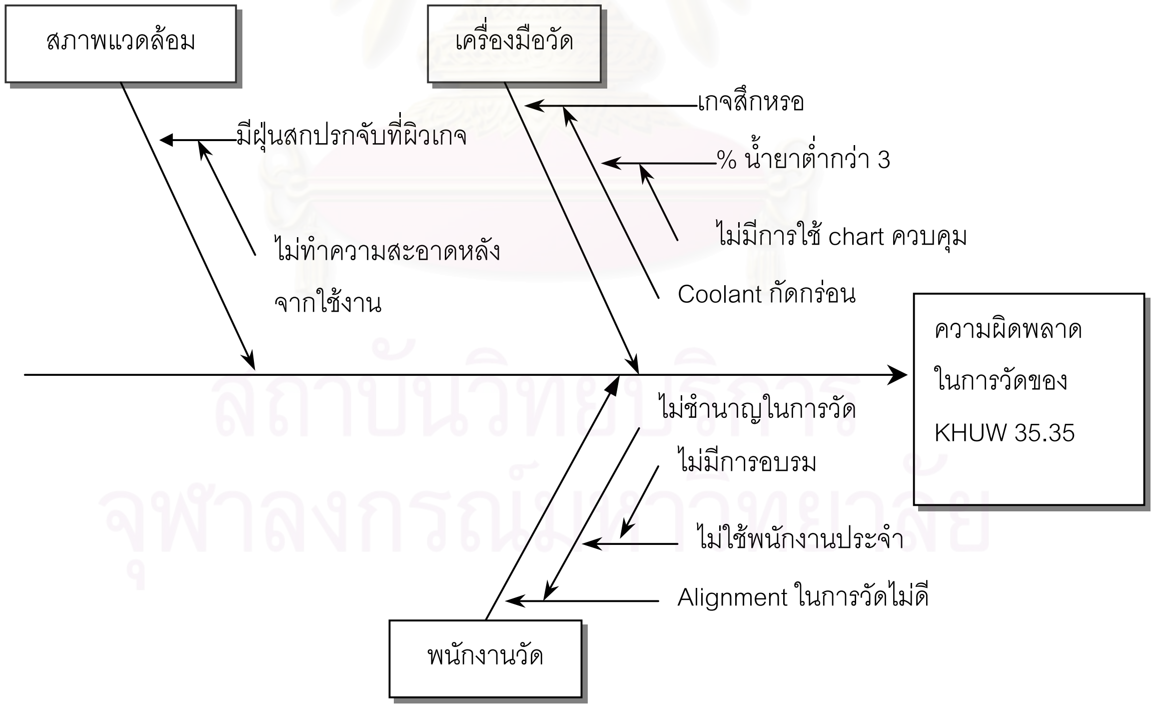
ตารางที่ 4.7 ข้อมูลการบันทึกการวัดของเครื่องมือวัด No. KHUW 35.35

Sample	Actual Part	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
4	-0.046 (OK)	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	OK	OK
10	+0.062 (NG)	OK	OK	OK	OK	NG	NG	OK	OK	OK

2. KHUW 35.35 ± 0.05 (Snap gage) พิจารณาผลข้อมูลการวัดชิ้นงาน

ชิ้นงาน No.10 จะเห็นว่า ชิ้นงานจริงนั้น NG (+0.062) ซึ่งมีขนาดโต แต่พนักงานตรวจสอบ คนที่1 กับ 3 วัดได้ OK ทั้งหมดเลย ส่วนคนที่ 2 วัดได้ทั้ง OK , NG ผลที่ OK เกิดจากเครื่องมือ วัดเกิดการสึกหรอและมีขนาดโตกว่า (+0.062) ส่วนผลที่ NG เกิดจาก alignment (ผลการ ตรวจสอบเครื่องมือวัดได้ค่าเท่ากับ 0.073 (GO) / -0.037 (NO GO)) ซึ่งใช้ไม่ได้แล้ว จึงทำให้ผลการวัดเกิดการผิดพลาด

ชิ้นงาน No. 4 ของพนักกงานคนที่ 1 และ 2 ผลการวัดที่เป็น NG แต่งานจริง OK ซึ่งมี ผลมาจากด้าน NOGO ขนาดโตกว่าพิกัดที่กำหนด ส่วนผลการวัด OK ของคนที่ 3 ทั้งสองครั้งเกิด จาก alignment ในการวัด



รูปที่ 4.1 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.KHUW 35.35 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา

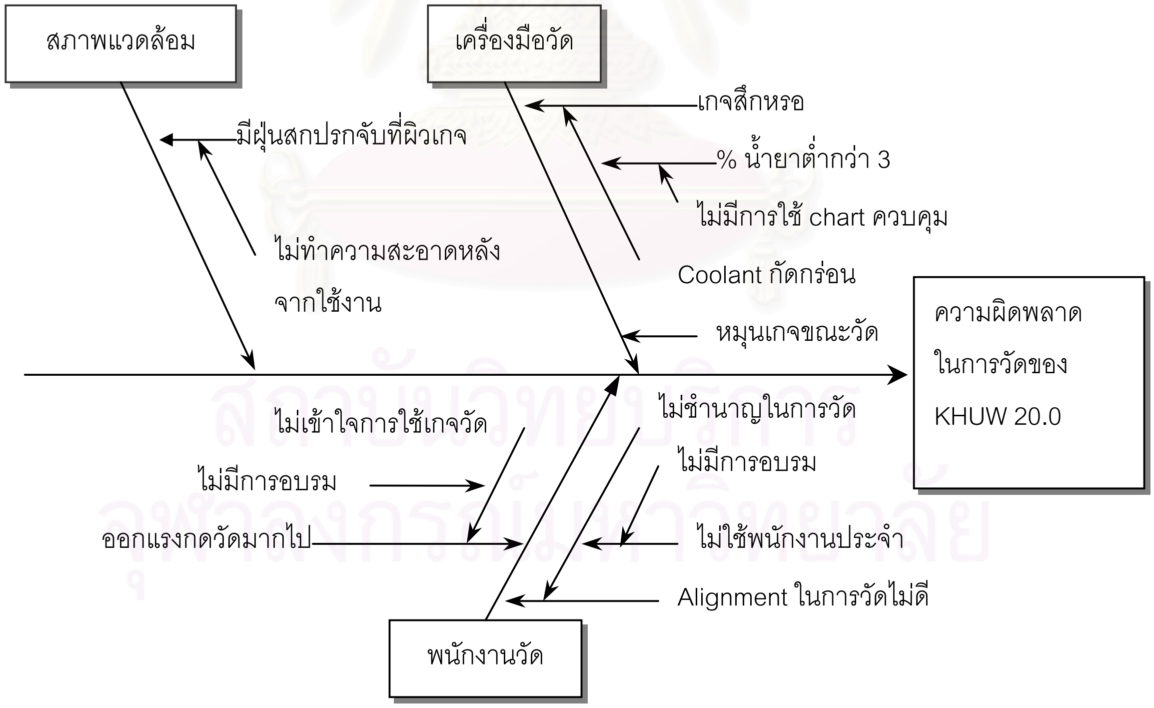
ตารางที่ 4.8 ข้อมูลการบันทึกการวัดของเครื่องมือวัด No. KHUW 20

Sample	Actual Part	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
3	0.196 (OK)	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK	OK	OK
10	0.211 (NG)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

3. KHUW 20 ± 0.2 (Snap gage) พิจารณาผลข้อมูลการวัดชิ้นงาน

ชิ้นงาน No. 3 จะเห็นว่า ชิ้นงานจริงนั้น OK (+0.196) ซึ่งมีขนาดเกือบโต แต่พนักงาน ตรวจสอบ คนที่1 วัดได้ NG ทั้งหมดเลย ส่วนคนที่ 2 วัดได้ทั้ง OK , NG ผลที่ NG เกิดจาก alignment ในการตรวจสอบ

ชิ้นงาน No. 10 ชิ้นงานจริง NG แต่ผลการตรวจสอบ ของพนักงานคนทั้ง 3 คนได้ผลออก มา OK ทั้งหมดเลย แสดงว่า เครื่องมือ วัดเกิดการสึกหรอและมีขนาดโตกว่า (+0.211) (ผลการตรวจสอบเครื่องมือวัดได้ค่าเท่ากับ 0.221 (GO) / -0.196(NO GO)) ซึ่งใช้ไม่ได้แล้ว จึงทำให้ผลการวัดเกิดการผิดพลาด



รูปที่ 4.2 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.KHUW 20.0 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา

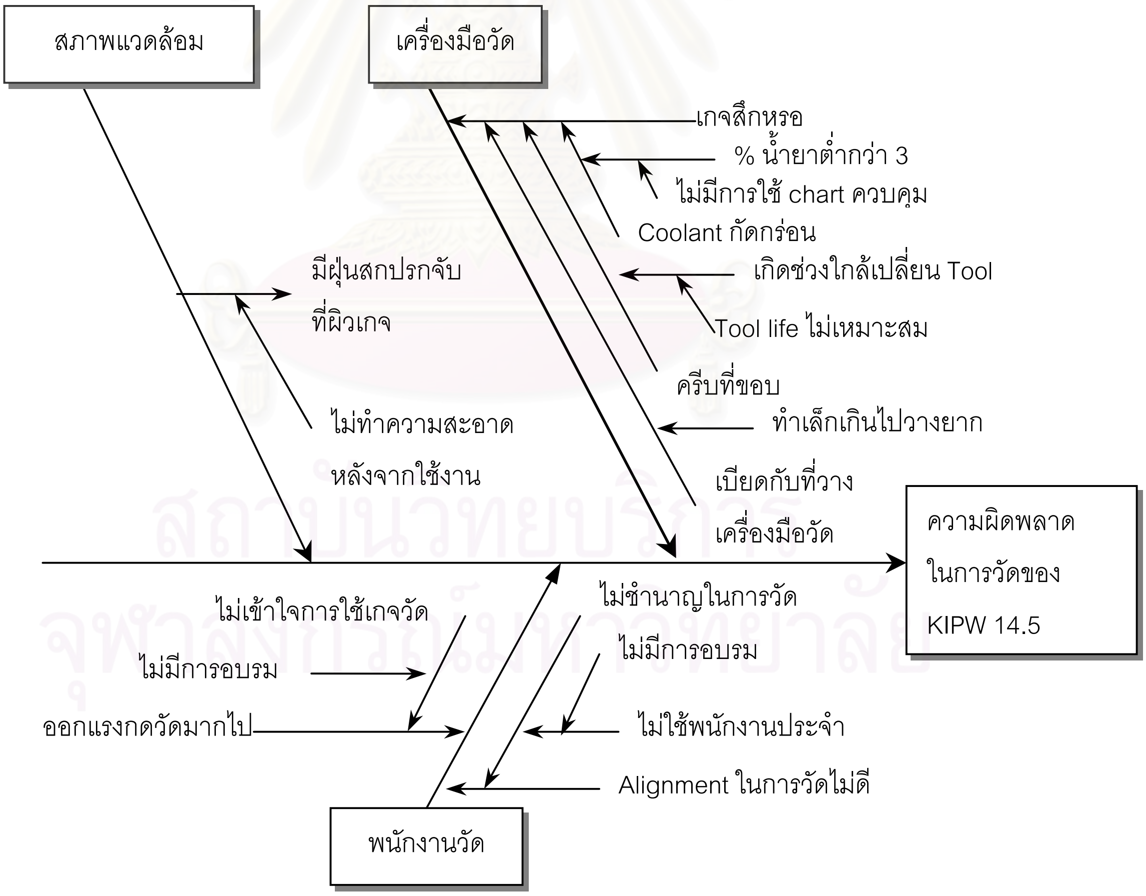
ตารางที่ 4.9 ข้อมูลการบันทึกการวัดของเครื่องมือวัด No. KIPW 14.5

Sample	Actual Part	Mr. Chantra			Mr. Jiemsak12			Mr. Vaschira		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
2	-0.311 (NG)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	-0.297 (OK)	NG	NG	OK	NG	NG	OK	OK	OK	OK

4. KIPW 14.5 ± 0.3 (Plug gage) พิจารณาผลข้อมูลการวัดชิ้นงาน

ชิ้นงาน No. 2 ชิ้นงานจริงนั้น NG (-0.311) ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าพิกัด แต่พนักงานตรวจสอบ ทั้ง 3 คน วัดได้ OK ทั้งหมดเลย แสดงว่า เครื่องมือ วัดเกิดการสึกหรอและมีขนาดเล็กกว่า (-0.311) (ผลการตรวจสอบเครื่องมือวัดได้ค่าเท่ากับ -0.321 (GO) / 0.301(NO GO)) ซึ่งใช้ไม่ได้แล้ว จึงทำให้ผลการวัดเกิดการผิดพลาด

ชิ้นงาน No. 17 ชิ้นงานจริง OK แต่ผลการตรวจสอบ ของพนักงานคนทั้ง 3 คนได้ผลออกมา มีทั้ง OK **และ** NG ผลที่ NG เกิดจากการเครื่องมือวัดกับชิ้นงานไม่ตั้งฉากกัน (ผลจาก alignment)



รูปที่ 4.3 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.KIPW 14.5 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

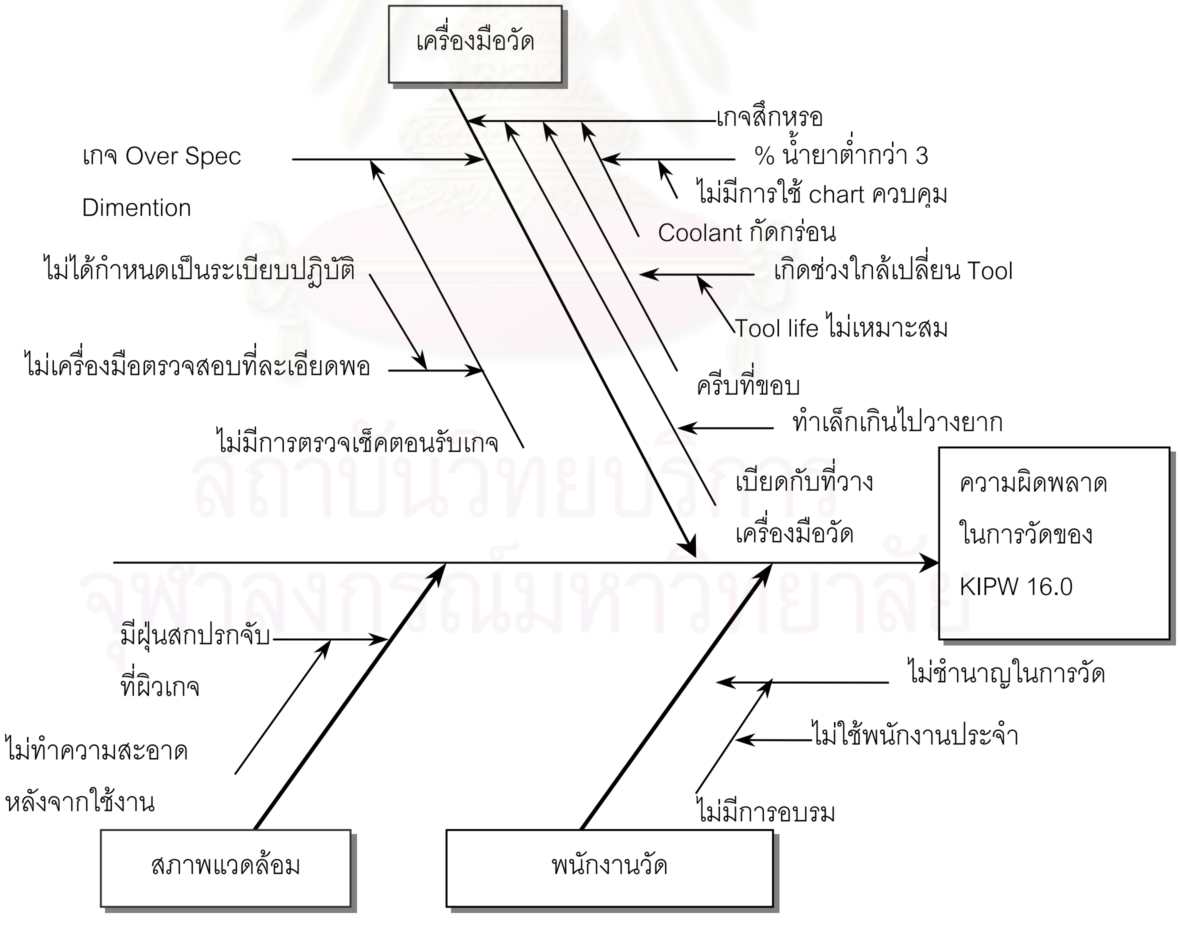
ตารางที่ 4.10 ข้อมูลการบันทึกการวัดของเครื่องมือวัด No. KIPW 16

Sample	Actual Part	Mr. Chantra			Mr. Jiemsak			Mr. Vaschira		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	-0.291 (OK)	NG	NG	OK	OK	OK	OK	NG	NG	NG
3	0.311 (NG)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

5. KIPW 16 ± 0.3 (Plug gage) พิจารณาผลข้อมูลการวัดชิ้นงาน

ชิ้นงาน No. 1 จะเห็นว่าชิ้นงานจริงนั้น OK (-0.291) ซึ่งมีขนาดอยู่ในพิกัดแต่ไปทางด้านเล็ก แต่พนักงาน ตรวจสอบ คนที่1 วัดได้ NG 2 ครั้ง และ คนที่ 3 วัด NG ทั้ง 3 ครั้งเลย แสดงว่ามีปัญหาทางด้าน alignment ในการวัด

ชิ้นงาน No. 3 ชิ้นงานจริง NG แต่ผลการตรวจสอบ ของพนักงานคนทั้ง 3 คนได้ผลออก มา OK ทั้งหมดเลย แสดงว่า เครื่องมือวัดทางด้าน NO GO มีขนาดโตกว่า (+0.311) (ผลการ ตรวจสอบเครื่องมือวัดได้ค่าเท่ากับ -0.305 (GO) / 0.317 (NO GO)) ซึ่งใช้ไม่ได้แล้ว จึงทำ ให้ผลการวัดเกิดการผิดพลาด การที่ด้าน NO GO มีขนาดโต แสดงว่าเกิดจากตอนแรกไม่ได้มี การตรวจสอบความถูกต้องของ Dimension เครื่องมือวัด ก่อนนำไปใช้งาน



รูปที่ 4.4 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.KIPW 16.0 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา

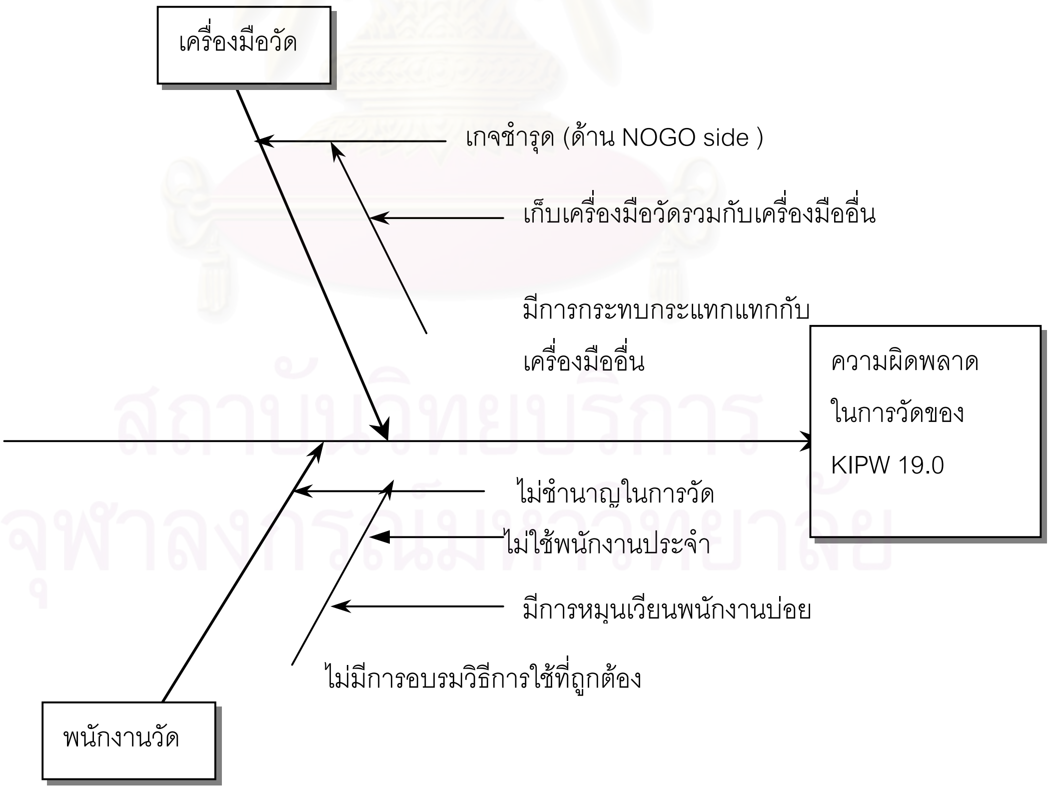
ตารางที่ 4.11 ข้อมูลการบันทึกการวัดของเครื่องมือวัด No. KIPW 19

Sample	Actual Part	Mr. Chantra			Mr. Jiemsak			Mr. Vaschira		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
11	-0.294 (OK)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NG	NG	NG
13	0.303 (NG)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

6. KIPW 19 $\pm$ 0.3 (Plug gage) พิจารณาผลข้อมูลการวัดชิ้นงาน

ชิ้นงาน No. 11 จะเห็นว่าชิ้นงานจริงนั้น OK (-0.294) ซึ่งมีขนาดอยู่ในพิกัดแต่ไปทางด้านเล็ก แต่พนักงาน ตรวจสอบ คนที่1 กับ คนที่ 2 วัดได้ถูกต้อง แต่คนที่ 3 วัดได้ NG ทั้ง 3 ครั้งเลย แสดงว่ามีปัญหาทางด้าน alignment ในการวัด

ชิ้นงาน No. 13 ชิ้นงานจริง NG แต่ผลการตรวจสอบ ของพนักกงานคนทั้ง 3 คนได้ผลออก มา OK ทั้งหมดเลย แสดงว่า เครื่อมือวัดทางด้าน NO GO มีขนาดโตกว่า (0.303) (ผลการ ตรวจสอบเครื่องมือวัดได้ค่าเท่ากับ -0.309 (GO) / 0.310 (NO GO)) ซึ่งใช้ไม่ได้แล้ว จึงทำ ให้ผลการวัดเกิดการผิดพลาด การที่ด้าน NO GO มีขนาดโต และที่ Gage ด้าน NO GO มี รอยเยิ่นลักษณะเหมือนมีการกระทบกับวัสดุที่แข็งกว่า

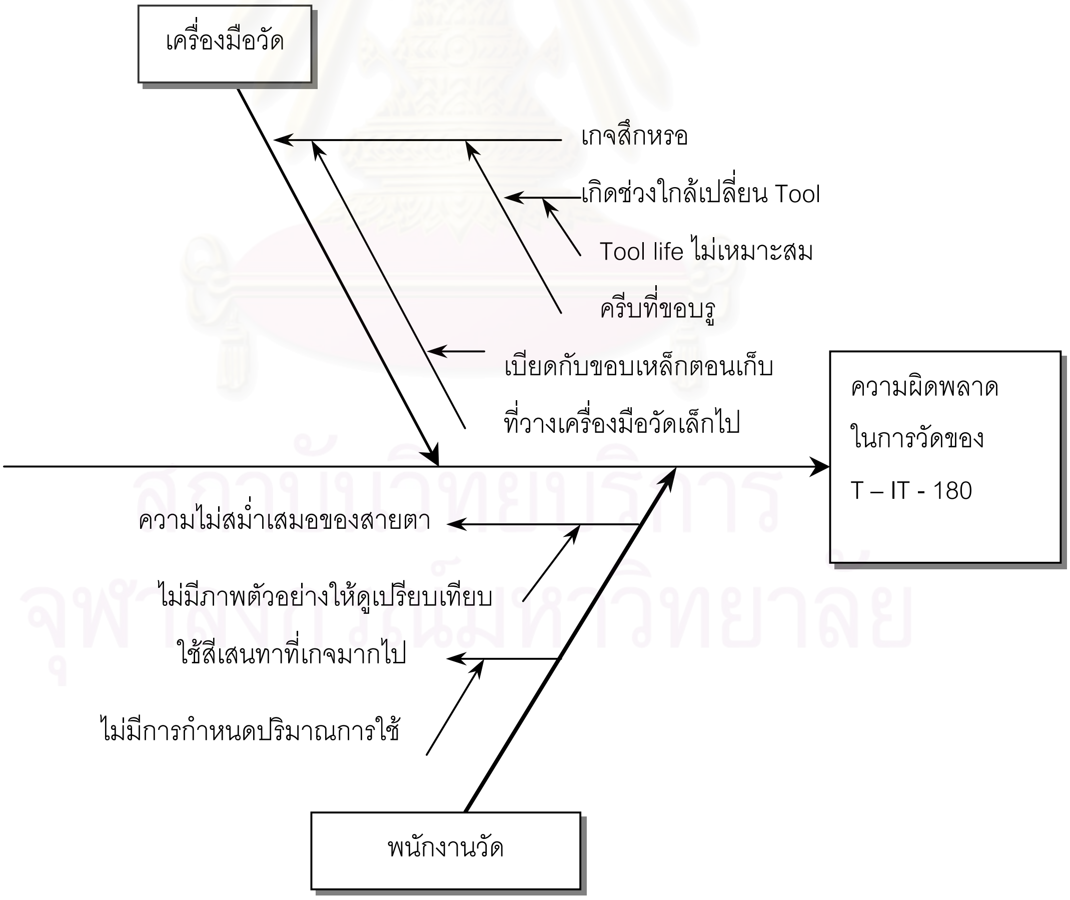


รูปที่ 4.5 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.KIPW 19.0 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลการบันทึกการวัดของเครื่องมือวัด No. T-IT-180

Sample	Actual Part	Mr. Chantra			Mr. Jiemsak			Mr. Vaschira		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
6	1.17 (NG)	OK	NG	NG	OK	OK	OK	NG	NG	NG
10	1.08 (NG)	OK	OK	OK	NG	OK	OK	NG	OK	OK

7. **T-IT-180 0 + 1.0/0 (Taper gage)** พิจารณาผลข้อมูลการวัดชิ้นงาน **ชิ้นงาน**No. 6 **และ** 11 ชิ้นงานจริงนั้น NG ซึ่งมีขนาดอัตราส่วนของ Taper โตกว่าพิกัดที่ กำหนดไว้ แต่พนักงานตรวจสอบ ทั้ง 3 คนตรวจสอบออกมาได้แตกต่างกัน เนื่องมาจากการ ตรวจสอบนอกจากใช้เครื่องมือวัดแล้วยังต้องใช้ **สีเสน** ประกอบช่วยในการตรวจเช็คด้วย ซึ่ง จะเป็นการตรวจสอบผิวสัมผัสของ Taper และในการที่จะบอกว่า OK หรือ NG จะดูสีเสน ที่ติดรอบ ๆผิวของ Taperประกอบด้วย ดังนั้นการตรวจวัดในจุดนี้จึงต้อง ใช้พนักงานที่มี ทักษะสูง จากข้อมูลที่ออกมาแตกต่างกันจากพนักงานทั้ง 3 คน เกิดจาก ทักษะความชำนาญ ในการวัดของคนทั้ง 3 คน มีความแตกต่างกัน (ผลการตรวจสอบเครื่องมือวัด --> NG)



รูปที่ 4.6 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.T-IT-180 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

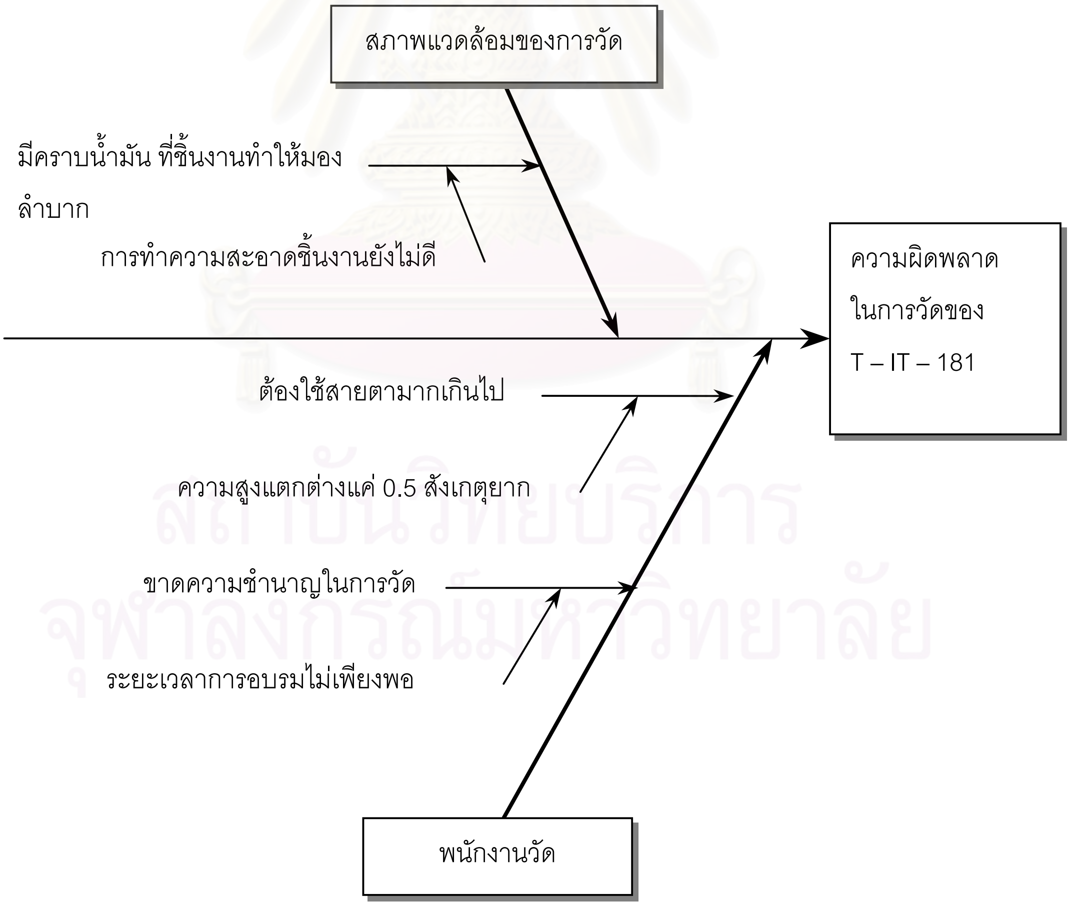
ตารางที่ 4.13 ข้อมูลการบันทึกการวัดของเครื่องมือวัด No. T-IT-181

Sample	Actual Part	Mr. Chantra			Mr. Jiemsak			Mr. Vaschira		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
7	-0.52 (NG)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	-0.56 (NG)	OK	NG	NG	NG	OK	OK	NG	NG	NG

8. **T-IT-181 0 ± 0.5 (Taper gage)** พิจารณาผลข้อมูลการวัดชิ้นงาน

ชิ้นงาน No. 7 ชิ้นงานจริงนั้น NG ซึ่งมีขนาดอัตราส่วนของ Taper โตกว่าพิกัดที่ กำหนดไว้ แต่พนักงานตรวจสอบ ทั้ง 3 คนตรวจสอบออกมาได้ **OK** เนื่องมาจากการ ตรวจสอบ นอกจาก ใช้เครื่องมือวัดแล้วยังต้องใช้ **สายตา** ประกอบช่วยในการตรวจเช็คด้วย ซึ่งในการที่จะบอกว่า OK หรือ NG จะต้องดูความสูงที่แตกต่างกันระหว่าง ผิวงานกับผิวที่เกจ ประกอบด้วย ดังนั้น การตรวจวัดในจุดนี้จึงต้อง ใช้พนักงานที่มีทักษะสูงและมีสายตาที่ดีด้วย

ชิ้นงาน No. 10 ผลของการวัดมีความแตกต่างกันเกิดจากทักษะความชำนาญในการวัดของ คนทั้ง 3 คน มีความแตกต่างกัน (ผลการตรวจสอบเครื่องมือวัด --> OK)

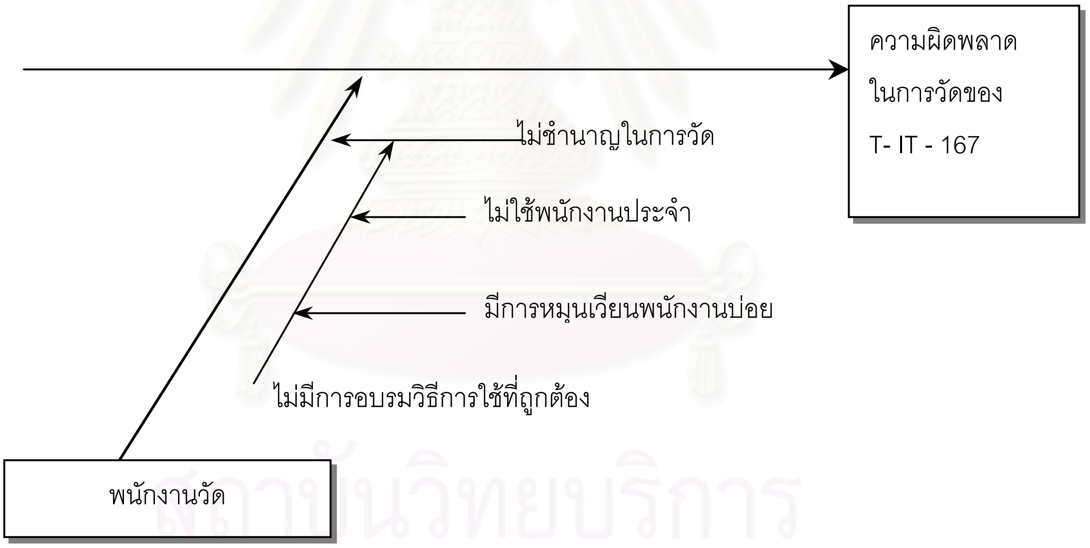


รูปที่ 4.7 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด T-IT-181 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา

ตารางที่ 4.14 ข้อมูลการบันทึกการวัดของเครื่องมือวัด No. T-IT-167 19.0

Sample	Actual Part	Mr. Chantra			Mr. Jiemsak			Mr. Vaschira		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
11	0.112 (NG)	OK	OK	OK	NG	NG	NG	OK	NG	NG
12	0.105 (NG)	OK	OK	OK	OK	NG	NG	NG	OK	OK

9. **T-IT-167 19.0 /+0.1 (Pitch check gage)** พิจารณาผลข้อมูลการวัดชิ้นงาน **ชิ้นงาน**No. **11 และ 12** ชิ้นงานจริงนั้น NG ซึ่งมีระยะ Pitch เกินกว่าพิกัดที่กำหนดไว้ และพนักงานตรวจสอบ ทั้ง 3 คนตรวจสอบออกมาได้แตกต่างกัน ผลการตรวจสอบเครื่องมือวัด แล้ว >OK แสดงว่าเกิดจากทักษะในการใช้เครื่องมือวัดของพนักงานวัดทั้งสามคนยังแตกต่างกัน และ Alignment ของเครื่องมือวัดกับชิ้นงาน



รูปที่ 4.8 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด T-IT-167 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา

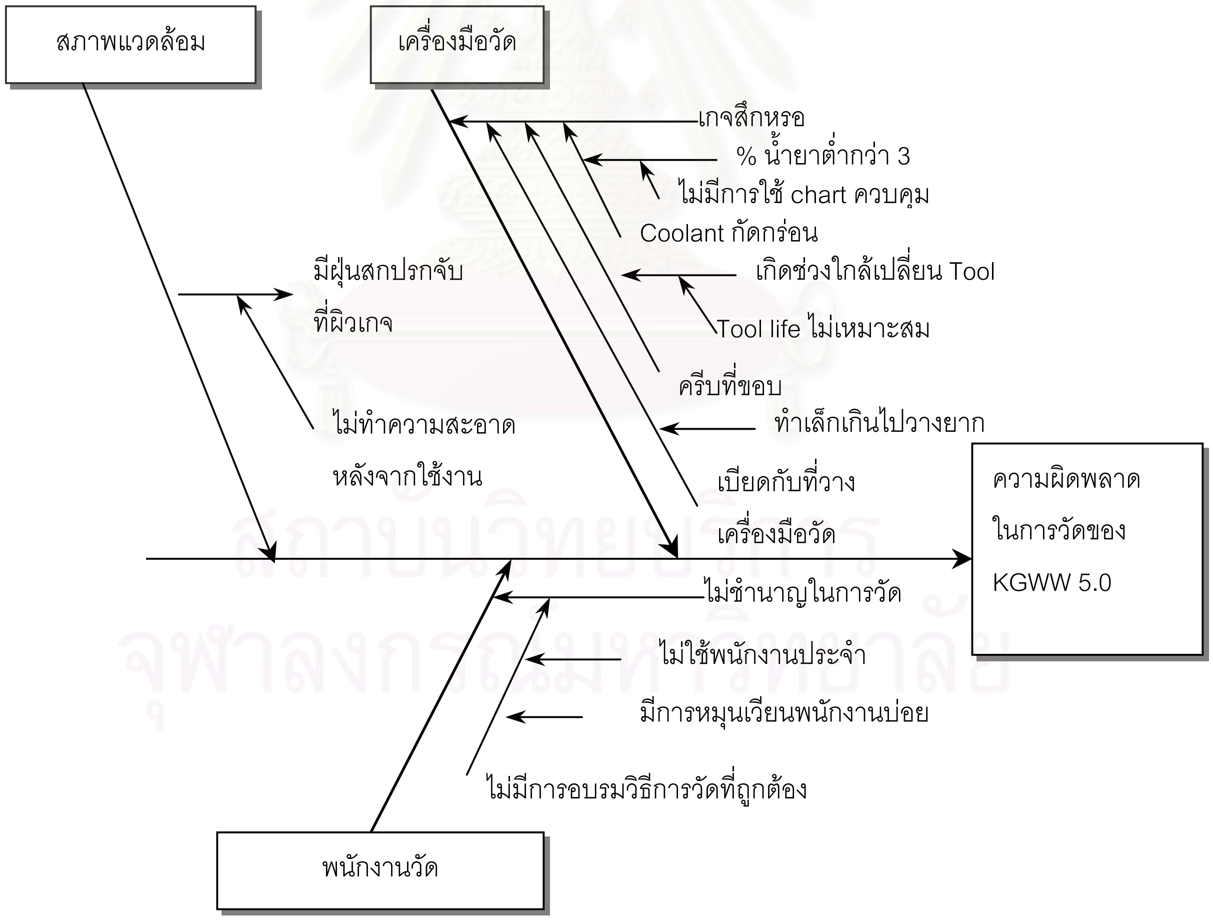
ตารางที่ 4.15 ข้อมูลการบันทึกการวัดของเครื่องมือวัด No. KGWW 5.9

Sample	Actual Part	Mr. Chantra			Mr. Jiemsak			Mr. Vaschira		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
13	-0.126 (NG)	OK	OK	OK	OK	OK	NG	NG	NG	OK
18	-0.113 (NG)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

10. KGWW 5.9 + 0.3 / - 0.1 (Width gage) พิจารณาผลข้อมูลการวัดชิ้นงาน

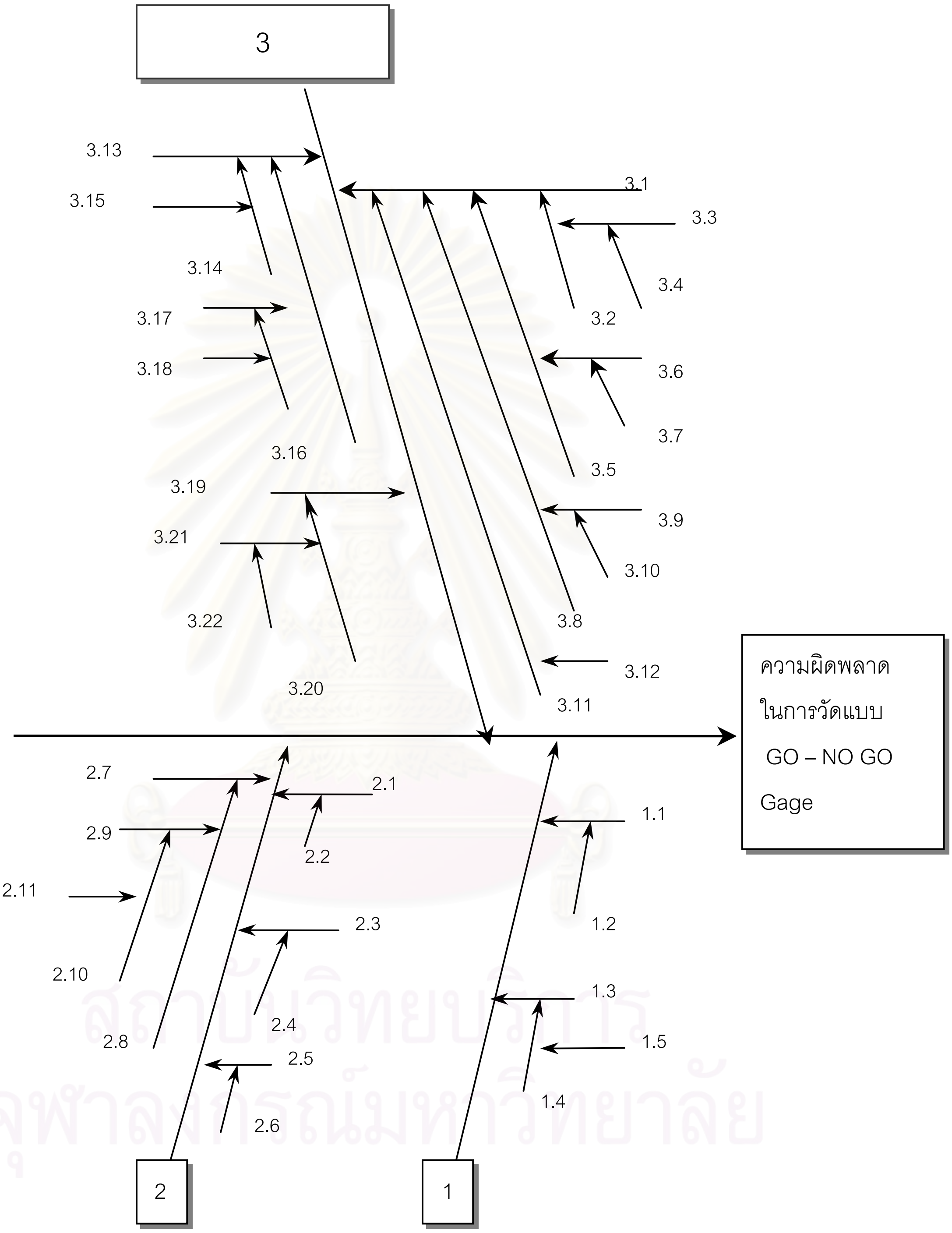
ชิ้นงาน No. 18 ชิ้นงานจริงนั้น NG ซึ่งมีขนาดของเล็กกว่าพิกัดที่กำหนดไว้ แต่พนักงาน ตรวจสอบ ทั้ง 3 คนตรวจสอบออกมาได้ OK แสดงว่าเครื่องมือวัดมีขนาดเล็กกว่า -0.013

ชิ้นงาน No. 13 ผลของการวัดของพนักงานคนที่ 2 และคนที่ 3 มีความแตกต่างกัน ในการวัด ชิ้นงานเหมือนกัน และเมื่อผลการตรวจสอบเครื่องมือวัดด้าน GO แล้ว ได้ค่า เท่ากับ - 0.131 (เครื่องมือวัดสึกหรอมาก) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ -0.126 แสดงว่าผลการวัดที่ออกมาต่างกันเกิด จากการที่ขนาดของ เกจกับของชิ้นงานมีความใกล้เคียงกัน ฉะนั้นถ้าการวัด alignment ไม่ได้ จริงๆ ก็จะทำให้ผลการวัดเปลี่ยนไป



รูปที่ 4.9 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.KGWW 5.0 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา

4.1.2 สรุปผลการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิก้างปลา



รูปที่ 4.10 สรุปภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัดแบบ Attribute Characteristic

1 สภาพแวดล้อมในการวัด

1.1 มีคราบน้ำมันที่ชิ้นงานทำให้การมองลำบาก

1.2 ทำความสะอาดชิ้นงานไม่สะอาด

1.3 มีฝุ่นสกปรกจับที่ผิวเกจ

1.4 ไม่มีฝาครอบปิด

1.5 ไม่มีการทำความสะอาดก่อนหลังการใช้งาน

2 พนักงานวัด

2.1 ต้องใช้สายตามากเกินไป

2.2 ความสูงแตกต่างแค่ 0.5 มม.สังเกตุยาก

2.3 ความไม่สม่ำเสมอของสายตา

2.4 ไม่มีตัวอย่างมาตราฐานเปรียบเทียบ

2.5 ทาสีเสนมากเกินไป

2.6 ไม่มีการกำหนดปริมาณการใช้

2.7 Alignment ในการวัดไม่ดี

2.8 ไม่มีความชำนาญในการวัด

2.9 ไม่มีการอบรมวิธีการวัดที่ถูกต้อง

2.10 ไม่ใช่พนักงานประจำ

2.11 มีการหมุนเวียนพนักงานบ่อย

3 เครื่องมือวัด

3.1 เกจสึกหรอ

3.2 Coolant กัดกร่อน

3.3 % น้ำยาต่ำกว่า 3

3.4 ไม่มีการใช้ Chart ควบคุม

3.5 ครีบที่ขอบรู

3.6 เกิดช่วงใก้ลเปลี่ยน Tool

3.7 กำหนดTool life ไม่เหมาะสม

3.8 ออกแรงในการกดวัดมากเกินไป

3.9 ไม่เข้าใจการใช้เกจวัด

3.10 ไม่มีการอบรมพนักงาน

3.11 ชนกับที่วางเครื่องมือวัด

3.12 ที่วางแคบเกินไป

3.13 เครื่องมือวัดอยู่ในสภาพชำรุด

3.14 มีการกระทบกระแทกกับเครื่องมืออื่น

3.15 เก็บเครื่องมือวัดรวมกันกับเครื่องมืออื่น

3.16 ไม่มีการตรวจเช็คสภาพของเครื่องมือวัด

3.17 ไม่มีใบตรวจสอบเครื่องมือวัด

3.18 ไม่เข้าใจเรื่องการบำรุงรักษาเครื่องมือวัด

3.19 เครื่องมือวัดมีขนาดไม่ถูกต้อง

3.20 ไม่มีการตรวจเช็คเกจก่อนนำใช้งาน

3.21 ไม่เครื่องมือตรวจสอบที่ได้มาตราฐาน

3.22 ไม่ได้กำหนดเป็นระเบียบปฏิบัติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.3 **การปรับปรุงระบบการวัดแบบ** Attribute Characteristic

จากการที่ได้ทำการวิเคราะห์ผลจากการวัดในแต่ละเครื่องมือวัดโดยใช้แผนภูมิก้างปลา (Cause & Effect Diagram) จะเห็นว่าผลการตรวจสอบชิ้นงานของพนักงานแต่ละคนหรือแต่ละ ครั้งของ พนักงานเองได้ผลแตกต่างกันโดยในการตรวจสอบนั้นใช้ชิ้นงาน เดียวกันและใช้เครื่อง มือวัดเดียวกัน ปัจจัยที่ส่งผลกระทบทำให้เกิดความผิดพลาดในการตรวจสอบและการปรับปรุงแก้ไขระบบการวัด เพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระบบการวัดสามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.16 สรุปปัญหา ,สาเหตุและวิธีการแก้ไข ระบบวัดแบบ Attribute Characteristic

ข้อ	ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข

1	สภาพแวดล้อมในการวัด	- มีคราบน้ำมันที่ชิ้นงานทำให้การมองลำบาก
		    - ทำความสะอาดชิ้นงานไม่สะอาด
		- มีฝุ่นสกปรกจับที่ผิวเกจ
		    - ไม่มีฝาครอบปิด
		    - ไม่มีการทำความสะอาดก่อนหลังการใช้งาน
			- ทำความสะอาดโดยใช้ลมเป่าออกและใช้ผ้าสะอาดทำความสะอาดอีกครั้ง
			- ทำฝาครอบปิดที่วางเครื่องมือ
			- จัดทำระเบียบปฏิบัติงานในการทำความสะอาดเครื่องมือวัด

2	พนักงานวัด	- Alignment การวัดไม่ดี - ไม่มีความชำนาญในการวัด - ไม่มีการอบรมวิธีการวัดที่ถูกต้อง - ไม่ใช่พนักงานประจำ - มีการหมุนเวียนพนักงานบ่อย	- ทำการอบรมวิธีการใช้ที่ถูกต้องและให้ฝึกปฏิบัติจนเกิดความชำนาญซึ่งจะดูจากความสามารถในการวัดซ้ำและความถูกต้องในการวัดของพนักงาน โดยที่เครื่องมือวัดที่นำมาทดสอบจะต้องผ่านการสอบเทียบแล้ว - ระยะเวลาในการหมุนเวียนพนักงานไม่ควรน้อยกว่า 6 เดือน
		- ต้องใช้สายตามากเกินไป - ความสูงแตกต่างแค่ 0.5 มม.สังเกตุยาก	- จัดทำแผ่นเทียบเอาไว้ช่วยตรวจสอบช่วงต่าง 0.5 มม. เพื่อ ลดการใช้สายตา
		- ขาดความชำนาญในการวัด - ระยะเวลาการอบรมไม่เพียงพอ	- ทำการอบรมวิธีการใช้ที่ถูกต้องและให้ฝึกปฏิบัติจนเกิดความชำนาญซึ่งจะดูจากความสามารถในการวัดซ้ำและความถูกต้องในการวัดของพนักงาน โดยที่เครื่องมือวัดที่นำมาทดสอบจะต้องผ่านการสอบเทียบแล้ว
		- ความไม่สม่ำเสมอของสายตา - ไม่มีตัวอย่างมาตราฐานเปรียบเทียบ	- จัดทำภาพแสดงตัวอย่างที่ดีและไม่ดีไว้ให้พิจารณาเปรียบเทียบที่จุดทำงาน
		- ทาสีเสนมากเกินไป - ไม่มีการกำหนดปริมาณการใช้	- กำหนดปริมาณที่ใช้โดยการหยดแทนการป้ายด้วยมือ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3	เครื่องมือวัด	- ไม่มีการตรวจเช็คเกจก่อนนำใช้งาน - ไม่เครื่องมือตรวจสอบที่ได้มาตราฐาน - ไม่ได้กำหนดเป็นระเบียบปฏิบัติ	- จัดทำระเบียบการปฏิบัติงานในการตรวจรับเกจและการนำเกจไปใช้งาน - ทำการตรวจสอบกับ Micrometer ที่ผ่านการสอบเทียบกับ Block gauge ที่ได้มาตราฐาน
	เกจสึกหรอ	- Coolant กัดกร่อน - % น้ำยาต่ำกว่า 3 - ไม่มีการใช้ Chart ควบคุม - ครีบที่ขอบรู - เกิดช่วงใก้ลเปลี่ยน Tool - กำหนดTool life ไม่ เหมาะสม - ออกแรงในการกดวัดมากเกินไป - ไม่เข้าใจการใช้เกจวัด - ไม่มีการอบรมพนักงาน - ที่วางเครื่องมือวัด - เบียดกับขอบตอนแก็บ (ทำจากเหล็ก) - ที่วางแคบเกินไป	- ทำการควบคุม % น้ำยา โดยวัดผลทุกวันและบันทึก ใน Chart Control - ทำการลด Tool life ลง 10 % (ควรทำการปรังปรุงพัฒนา Tool Regrinding ด้วย เพราะการลด Tool life จะทำให้ Cost สูงขึ้น) - ทำการฝึกการวัดกับงานตัวอย่างซึ่งมี Dimension หลายขนาดเพื่อให้พนักงานเข้าใจถึงแรงเสียดทานและแรงที่ใช้ในการวัดโดย - ทำที่วางเครื่องมือใหม่โดยทำจากพลาสติกและไม้เพื่อป้องกันการเกิดรอยกับเกจวัดและมีพื้นที่กว้างพอไม่ให้เกิดการกระทบกันเอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	เครื่องมือวัดอยู่ในสภาพชำรุด	- มีการกระทบกระแทกกับเครื่องมืออื่น
		  - เก็บเครื่องมือวัดรวมกันกับเครื่องมืออื่น
		
		- ไม่มีการตรวจเช็คสภาพของเครื่องมือวัด
		  - ไม่มีมีใบตรวจสอบเครื่องมือวัด
		    - ไม่เข้าใจเรื่องการบำรุงรักษาเครื่องมือวัด
			- ทำการแยกเครื่องมือวัดออกจากเครื่องมืออื่นและทำที่จัดเก็บเครื่องมือวัดเป็นช่องๆ แบ่งแยกกันเพื่อป้องกันการกระทบกันเอง
			- ทำใบตรวจเช็คเครื่องมือวัดและหัวข้อในการดูแลบำรุงรักษาเครื่องมือวัด

หมายเหตุ :   กรณีที่เครื่องมือวัดที่สึกหรอมากหรืออยู่ในสภาพที่ใช้งานไม่ได้แล้ว (ดูได้จากผล การตรวจสอบขนาดในห้องปฏิบัติการ) ในการแก้ไขนั้น จะต้องนำเอาออกจาก สายการผลิตและ นำเครื่องมือวัดตัวใหม่ไปใช้แทนที่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.4 การประเมินผลหลังจากการปรับปรุง

ในการประเมินผลหลังจากการปรับปรุงจะใช้วิธีการเดียวกันกับการประเมินผลในครั้งแรก และใช้ พนักงาน,ชิ้นงานเดิมในการศึกษา ส่วนที่มีการเปลี่ยนไปนั้นได้แก่ เครื่องมือวัดที่ได้เปลี่ยนตัวใหม่เข้ามาทดแทนตัวที่สึกหรอมากแล้ว และวิธีการวัดที่ได้มีการปรับปรุงใหม่หลังจากการวิเคราะห์ เพื่อให้การวัดมีความถูกต้องมากขึ้น

ตารางที่ 4.17 ผลการประเมิน(หลังปรับปรุง) กระบวนการวัดของข้อมูลแบบ “ Attribute Characteristic ”

MSA STUDY : Inspection tool list for Knuckle process line ; Attribute characteristic					After Improvement		
OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	Effective ness	Prob.False	Prob.miss
20	9	SNAP GAUGE	KHCW 50.4 (0/-0.1)	ϕ50.4(0/-0.1)	0.98	0.03	0
20	10	SNAP GAUGE	KHUW 35.35 (+0.05/-0.05)	ϕ35.35 ± 0.05	1	0	0
70	11	SNAP GAUGE	KHUW 20 (+0.2/-0.2)	20± 0.2	0.98	0.03	0
60	12	THREAD GAUGE	T-IT-169	M 8*1.5	1	0	0
90	13	LIMIT PLUG GAUGE	KIPW 14.5 (+0.3/-0.3)	ϕ14.5 ± 0.3	0.98	0.03	0
90	14	LIMIT PLUG GAUGE	KIPW 16 (+0.3/-0.3)	ϕ16.0 ± 0.3	0.98	0.03	0
90	15	LIMIT PLUG GAUGE	KIPW 19 (+0.3/-0.3)	ϕ19. 0 ± 0.3	0.98	0.03	0
130	16	THREAD RING GAUGE	T - IT – 188	M 18*1.5	1	0	0
110	17	TOOL FOR MEASURING BOSS TAPER	T - IT - 180	0(+1.0/0)	1	0	0
110	18	TOOL FOR MEASURING BOSS TAPER	T - IT - 181	0 ±0.5	1	0	0
50	19	SPECIAL GAGE	T-IT-167	19.0 0 / + 0.1	0.97	0.06	0
120	20	WIDTH GAGE	KGWW 5.0	5 +0.3 / - 0.1	0.98	0.03	0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 การวิเคราะห์และการปรับปรุงระบบการวัดแบบ “ Variable Characteristic ”

ในการวิเคราะห์ในส่วนนี้จะทำการวิเคราะห์**ด้านความถูกต้อง**ของระบบการวัดในส่วนของคุณสมบัติด้านไบอัสและ**ด้านความแม่นยำ**ของระบบการวัด GR&R และจะกระทำไปพร้อมๆ กัน ซึ่งข้อมูลที่ได้ทำการเก็บและประเมินผลลงในตารางแบบฟอร์ม Gage R&R study (Variable characteristic) และ แบบฟอร์มการศึกษาไบลัส สามารถนำมาสรุปผลทั้งหมดลงในตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 4.18 สรุปผลการประเมิน (ก่อนปรับปรุง) ของระบบการวัดแบบ Variable Characteristic

MSA STUDY : Inspection tool list for Knuckle process line Variable characteristic					ความแม่นยำ						ความถูกต้อง
OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	$\bar{X}$ diff	$\bar{\bar{R}}$	%EV	%AV	%R&R	%PV	%Bias
10	1	TOOL FOR MEASURING CENTER	T - IT – 159								
		DIAL GAUGE	No. 2929FB – 62	150 ± 0.2	0.012	0.015	69.4	48.6	84.8	53.1	13.0
		DIAL TEST INDICATOR	No. 513 – 404	32.25 ± 0.2	0.006	0.010	35.8	31.0	47.4	88.1	3.75
		MASTER	T - IT - 159								
10	2	DIGIMATIC CALIPERS	No. 0015535	ϕ7.2 ± 0.1	0.003	0.011	58.4	7.3	58.9	80.8	10.5
20	3	DIGIMATIC MICROMETER	No. 6294678	ϕ21.83 ± 0.05	0.003	0.010	56.9	12.5	58.3	81.3	17.0
130	4	THREAD MICROMETER	TCM – 25 DM	ϕ16.826 0 / + 0.15	0.006	0.011	72.01	33.1	79.3	61.0	8.27
30	5	REBOUND HARDNESS TESTER	HHJ-0614	HS 67~75	0.667	2.167	58.0	11.7	59.2	80.6	17.7
40	6	TOOL FOR MEASURING CALIPER	T - IT - 164	0~0.15	0.003	0.005	33.47	17.5	37.8	92.6	8.7
		DIAL GAUGE	No. 2929F - 62								
		MASTER	T - IT - 164								
70	7	TOOL FOR MEASURING BOSS POSITION	T - IT - 170								
		DIAL GAUGE No. 1	No. 1929FB - 62	125.285 ± 0.2	0.005	0.011	45.37	16.3	48.2	87.6	4.0
		DIAL GAUGE No. 2	No. 1929FB - 62	42.715± 0.2 &	0.013	0.016	44.74	30.3	54.0	84.2	3.38
		DIAL TEST INDICATOR	No. PC - 1B								
		DIAL TEST INDICATOR	No. PC - 1B								
140	8	AIR MICRO (JET)	E - AJO - 5016								
		AIR MICRO (MASTER)	E - AJO - 5016	ϕ34.925(-0.002/-0.015)	0.001	0.001	49.88	20.1	53.8	84.3	26.92
		FLOW TYPE AIR GAUGES (DOUBLE-COLUMN)	MODEL FT - 5500								

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.1 **ผลการวิเคราะห์ระบบการวัดแบบ** Variable Characteristic

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบชิ้นงานกับเครื่องมือตรวจสอบแบบ Variable Characteristic จำนวน 8 รายการ และพนักงานที่ทำการวัด 10 คน การอธิบายผลการวิเคราะห์และการปรับปรุงของแต่ละเครื่องวัด จะอธิบายตามลำดับของเครื่องมือวัด แต่จะอธิบายเต็มรูปแบบเฉพาะเครื่องมือวัด Digimatic micrometer No 6294678 เพียงหนึ่งตัวอย่างนอกนั้นจะเป็นการอธิบายจากผลสรุปการประเมิน ส่วนผลการบันทึกการวัดก่อนการปรับปรุงทั้งหมดสามารถที่จะดูได้ในภาคผนวก ก และหลังการปรับปรุงได้ที่ภาคผนวก ข

1. Digimatic micrometer no. 6294678 (Dia. 21.83 ± 0.05)

ตารางที่ 4.19 ผลการประเมินค่าไบอัส (ด้านความถูกต้อง)

Bias Study

Appraiser Name	Mr.Sanya
Equipment Name	Digimatic micrometer no. 6294679
Date	17-Jan-00
Part (to be measured) Number	9
Process Variation or Part Spec.	0.010 (Part Spec. = USL - LSL)
Reference Value by Lay out inspection	0.034

Observed Measurement Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Value	0.038	0.035	0.037	0.035	0.034	0.037	0.035	0.036	0.036	0.034

The observed Average = 0.0357

Bias = Observed Average - Reference Value
= 0.0357 - 0.034
= 0.0017

% Bias = 100 [ABS(Bias) / Process Variation or Part spec.]
= 17.00%

ตารางที่ 4.20 ผลการประเมิน GR & R (ด้านความแม่นยำ) ก่อนปรับปรุง

GAGE R&R STUDY

Part Name	KNUCKLE	**Gage Name**	Digimatic micrometer	**M/C Name**	OP-20
Characteristic	Diameter	**Gaga No.**	6294679	**Gage Accuracy**	0.01 mm
Specification	21.83 +0.05 / - 0.05	**Gage type**	Standard gage	**Date**	12-Nov-99

Appraiser	Trial	**Part** 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
Mr. Vanchai												
	1	0.05	0.05	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.040
	2	0.05	0.04	0.02	0.04	0.05	0.06	0.06	0.03	0.04	0.04	0.043
	3	0.04	0.04	0.01	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.036
Average		0.047	0.043	0.017	0.037	0.043	0.047	0.047	0.033	0.043	0.040	0.040
Range		0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.020	0.020	0.010	0.010	0.000	0.011
Mr. Sanya												
	1	0.04	0.04	0.02	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.03	0.04	0.038
	2	0.04	0.04	0.02	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.02	0.04	0.038
	3	0.04	0.05	0.02	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.02	0.05	0.040
Average		0.040	0.043	0.020	0.043	0.047	0.047	0.043	0.037	0.023	0.043	0.039
Range		0.000	0.010	0.000	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.008
Mr. Vaschira												
	1	0.04	0.04	0.02	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.038
	2	0.05	0.04	0.01	0.04	0.03	0.03	0.04	0.02	0.04	0.04	0.034
	3	0.04	0.04	0.02	0.05	0.03	0.05	0.06	0.03	0.03	0.02	0.037
Average		0.043	0.040	0.017	0.047	0.033	0.040	0.047	0.027	0.037	0.033	0.036
Range		0.010	0.000	0.010	0.010	0.010	0.020	0.020	0.010	0.010	0.020	0.012
Part AVG.		0.043	0.042	0.018	0.042	0.041	0.044	0.046	0.032	0.034	0.039	0.028
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												0.010
[MAX Xbar-MIN X bar]=$X_{barDIFF}$												0.003
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.027
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials;D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's.
Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using
the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R
and the limiting value from the remaining observations.

ตารางที่ 4.21 ผลการคำนวณ GR&R

Gage R&R Evaluation

Part No. and N	KNUCKLE	**Gage Name:**	Digimatic micrometer	**# of trials =**	3	**Date:**	12-Nov-99
Characteristic	Diameter	**Gage No:**	6294679	**# of parts =**	10	**Performed by:**	P.Chakkrit
Tolerance:	0.100	**Gage Type:**	Standard gage	**# of appraiser =**	3		
From data sheet:	Rdoublebar = **0.010**	$X_{barDIFF}$ =	**0.003**	R_p = **0.028**			

Measurement Unit Analysis	**% Process Variation**
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.032	%EV = 100[EV/TV] divided by TV= 56.9% divided by tolerance= 31.5%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)}$ = 0.007	%AV = 100[AV/TV] divided by TV= 12.5% divided by tolerance= 6.9%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{EV^2 + AV^2}$ = 0.032	%R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 58.3% divided by tolerance= 32.3%
Part Variation (PV) PV = $R_p \times K_3$ = 0.045	%PV = 100[PV/TV] divided by TV= 81.3% divided by tolerance= 45.0%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{R\&R^2 + PV^2}$ = 0.055	

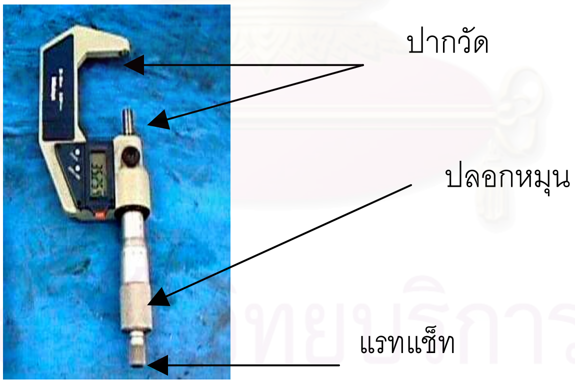
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.22 สรุปผลการประเมินเครื่องมือวัดNo. 6294678

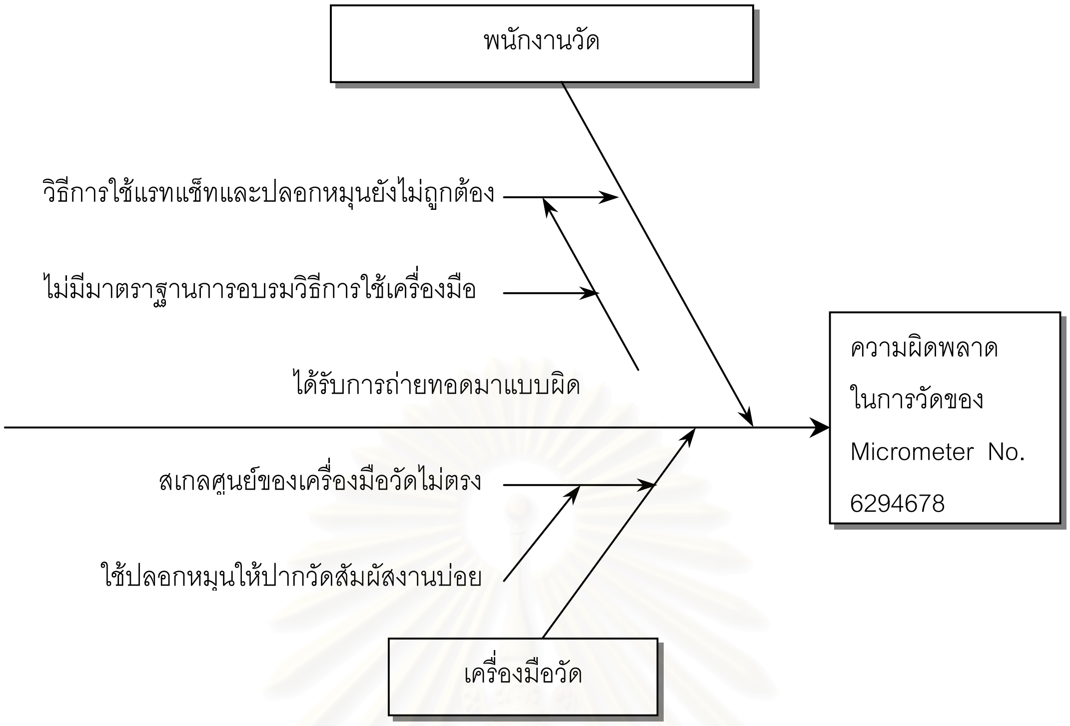
OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	$\bar{X}$ diff	$\bar{\bar{R}}$	%EV	%AV	%R&R	%PV	%Bias
20	3	DIGIMATIC MICROMETER	No. 6294678	ϕ21.83 ± 0.05	0.003	0.010	56.9	12.5	58.3	81.3	17

ด้านความถูกต้อง พิจารณาผลการตรวจสอบ % Bias แล้วมีค่าสูงซึ่งมีสาเหตุมาจาก ลักษณะการใช้ micrometer ของพนักงานที่วัดยังไม่ถูกต้อง เนื่องจากการวัดของพนักงานจะทำ โดยการหมุนปลอกหมุนของ micrometer เข้าไปให้ปากวัดทั้งสองสัมผัสงานแล้วจึงใช้แรทแช็ค หมุน การทำลักษณะเช่นนี้เป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้องและยังส่งผลกระทบต่อตำแหน่งศูนย์ของ micro- meter จะไม่ตรงเลขขีดศูนย์ ซึ่งจะต้องนำเครื่องมือวัด ไปทำการ ตรวจสอบแล้วทำการแก้ไขปรับ แต่งให้ ถูกต้อง

ด้านความแม่นยำ พิจารณา % EV เทียบกับ % AV จะเห็นว่ามีขนาดโตกว่ามาก ซึ่งแสดงว่าความผิดพลาดจะต้องมาจากเครื่องมือ แต่ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ก็ยังพบว่าวิธีการใช้เครื่องมือวัดที่ไม่ถูกต้องก็ส่งผลกระทบต่อ % EV ด้วย ส่วน % AV ที่มีค่าไม่สูงก็เนื่องมากจากการใช้เครื่องมือวัดของพนักงานทั้ง 3 คนยังไม่ถูกต้อง ถ



รูปที่ 4.11 ภาพแสดงเครื่องมือวัดNo. 6294678



รูปที่ 4.12 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.6294678 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา

การปรับปรุงแก้ไข

การปรับปรุงแก้ไขในส่วนของพนักงานวัดนั้นจจะต้องให้การฝึกอบรมพนักงานในลักษณะแบบ OJT (On the Job Training)การอบรมที่หน้างานและมีการปฏิบัติให้เจริง ส่วนของเครื่องมือวัดจะต้องทำการสอบเทียบและปรับค่าความถูกต้องของการวัดใหม่

ตารางที่ 4.23 การปรับปรุงเครื่องมือวัดNo 6294678

1	พนักงานวัด	- วิธีการใช้แรทแชตและปลอกหมุนยังไม่ถูกต้อง - ได้รับการถ่ายทอดแบบผิด - ไม่มีการอบรมมาตราฐานการใช้เครื่องมือวัด	- จัดทำอบรมวิธีการวัดและวิธีการใช้เครื่องมือวัด
2	เครื่องมือวัด	- สเกลของศูนย์เครื่องมือวัดไม่ต้อง - ใช้ปลอกหมุนให้ปากวัดสัมผัสชิ้นงานบ่อย	- สอบเทียบเครื่องมือวัดใหม่

4.2.2 การศึกษา GR & R โดยวิธี ANOVA (หลังจากทำการปรับปรุง)

ตารางที่ 4.24 แสดงข้อมูลผลการวัดของ Digimatic micrometer no. 62494678

	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Vaschira			
Part	1	2	3	1	2	3	1	2	3	**Sum**
1	21.883	21.882	21.880	21.885	21.884	21.883	21.883	21.882	21.885	196.947
2	21.880	21.884	21.883	21.882	21.884	21.883	21.880	21.882	21.881	196.939
3	21.852	21.850	21.853	21.850	21.851	21.850	21.853	21.853	21.852	196.664
4	21.870	21.869	21.872	21.870	21.868	21.871	21.872	21.867	21.869	196.828
5	21.870	21.873	21.872	21.872	21.869	21.870	21.867	21.869	21.870	196.832
6	21.874	21.877	21.875	21.876	21.875	21.879	21.873	21.875	21.877	196.881
7	21.888	21.887	21.883	21.885	21.886	21.888	21.888	21.887	21.884	196.976
8	21.876	21.878	21.877	21.877	21.874	21.875	21.874	21.873	21.871	196.875
9	21.864	21.863	21.865	21.864	21.866	21.863	21.863	21.864	21.862	196.774
10	21.882	21.881	21.877	21.878	21.880	21.876	21.877	21.876	21.881	196.908
Sum	218.739	218.744	218.737	218.739	218.737	218.738	218.730	218.728	218.732	**1968.624**

ข้อมูลจากตารางที่ 4.6 เป็นข้อมูลที่ได้หลังจากทำการปรับปรุงระบบการวัดแล้ว ซึ่ง สามารถทำการวิเคราะห์โดย วิธี ANOVA เพื่อแยกความผันแปรเนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ

การคำนวณ

$$SS_T = \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{k}\sum_{m}^{r} Y^2_{ijm} - \frac{Y^2_{...}}{nkr}$$ (ตารางที่ 2.0 บทที่ 2)

$$= \left[(21.883^2+21.882^2+.....21.876^2+21.877^2) - ((1968.631)^2 / 90) \right]$$

$$= 0.00890$$

หมายความว่า ถ้าชิ้นงานและพนักงานที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้ ไม่มีความแตกต่างกันแล้ว ความแตกต่างของข้อมูลในสิ่งตัวอย่างรอบค่าที่คาดหมายมีค่า 0.00890 มม.

การแยกความผันแปรออกเป็นความผันแปรเนื่องจากสาเหตุด้านพนักงาน ซึ่งจำเป็นต้อง เฉลี่ยความผันแปรจาก Repeatability และ Parts ออกไป ซึ่งจะได้ค่า **เฉลี่ย** ของพนักงานแต่ละ คน โดยแสดงได้ดังตารางข้างล่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.25 ตารางประกอบการคำนวณผลจากสาเหตุด้านพนักงาน

	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Vaschira			
Part	1	2	3	1	2	3	1	2	3	**Sum**
1	21.8740	21.8740	21.8740	21.8738	21.8738	21.8738	21.8730	21.8730	21.8730	196.8624
2	21.8740	21.8740	21.8740	21.8738	21.8738	21.8738	21.8730	21.8730	21.8730	196.8624
3	21.8740	21.8740	21.8740	21.8738	21.8738	21.8738	21.8730	21.8730	21.8730	196.8624
4	21.8740	21.8740	21.8740	21.8738	21.8738	21.8738	21.8730	21.8730	21.8730	196.8624
5	21.8740	21.8740	21.8740	21.8738	21.8738	21.8738	21.8730	21.8730	21.8730	196.8624
6	21.8740	21.8740	21.8740	21.8738	21.8738	21.8738	21.8730	21.8730	21.8730	196.8624
7	21.8740	21.8740	21.8740	21.8738	21.8738	21.8738	21.8730	21.8730	21.8730	196.8624
8	21.8740	21.8740	21.8740	21.8738	21.8738	21.8738	21.8730	21.8730	21.8730	196.8624
9	21.8740	21.8740	21.8740	21.8738	21.8738	21.8738	21.8730	21.8730	21.8730	196.8624
10	21.8740	21.8740	21.8740	21.8738	21.8738	21.8738	21.8730	21.8730	21.8730	196.8624
Sum	218.7400	218.7400	218.7400	218.7380	218.7380	218.7380	218.7300	218.7300	218.7300	**1968.6240**
	656.220			656.214			656.190			

$$SSo = \sum_{j}^{k} \frac{Y^2.j.}{nr} - \frac{Y^2...}{nkr}$$ (ตารางที่ 2.0 บทที่ 2)

$$= \left[\frac{[(656.227)^2 + (656.209)^2 + (656.195)^2]}{30} - \frac{(1968.631)^2}{90} \right]$$

$$= 0.00002$$

หมายความว่า ถ้าพนักงานทั้ง 3 ไม่มีความแตกต่างกันแล้ว ความแตกต่างของข้อมูลในสิ่ง ตัวอย่าง รอบค่าคาดหมายอันเนื่องจากพนักงาน มีค่า 0.00002 มม ด้วยองศา อิสระ 2 ตัว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประเมินผลความแตกต่างของชิ้นงานตัวอย่าง เริ่มจากการหาค่าแท้จริง ของชิ้นงาน แต่ละชิ้น โดยการเฉลี่ยออกความผันแปรเนื่องจากสาเหตุด้าพนักงานและรีพีททะบิลิตี้ในการวัด ออกไป

ตารางที่ 4.26 ตารางประกอบการคำนวณผลจากสาเหตุด้านชิ้นงาน

	Mr. Vanchai			**Mr. Sanya**			**Mr. Vaschira**			
Part	1	2	3	1	2	3	1	2	3	**Sum**
1	21.883	21.883	21.883	21.883	21.883	21.883	21.883	21.883	21.883	196.947
2	21.882	21.882	21.882	21.882	21.882	21.882	21.882	21.882	21.882	196.939
3	21.852	21.852	21.852	21.852	21.852	21.852	21.852	21.852	21.852	196.664
4	21.870	21.870	21.870	21.870	21.870	21.870	21.870	21.870	21.870	196.828
5	21.870	21.870	21.870	21.870	21.870	21.870	21.870	21.870	21.870	196.832
6	21.876	21.876	21.876	21.876	21.876	21.876	21.876	21.876	21.876	196.881
7	21.886	21.886	21.886	21.886	21.886	21.886	21.886	21.886	21.886	196.976
8	21.875	21.875	21.875	21.875	21.875	21.875	21.875	21.875	21.875	196.875
9	21.864	21.864	21.864	21.864	21.864	21.864	21.864	21.864	21.864	196.774
10	21.879	21.879	21.879	21.879	21.879	21.879	21.879	21.879	21.879	196.908
Sum	218.736	218.736	218.736	218.736	218.736	218.736	218.736	218.736	218.736	**1968.624**

$$SSp = \sum_{i}^{n} \frac{Y^2 i..}{kr} - \frac{Y^2 ...}{nkr} \qquad \text{(ตารางที่ 2.0 บทที่ 2)}$$

$$= \left[\frac{[(196.948)^2 + (196.942)^2 + ...(196.904)^2]}{30} - \frac{(1968.631)^2}{90} \right]$$

$$= 0.00864$$

หมายความว่า ถ้าชิ้นงานที่ใช้ในการทดลองไม่มีความแตกต่างกันแล้ว ความแตกต่างของ ข้อมูลในสิ่ง ตัวอย่าง รอบค่าคาดหมายอันเนื่องจากชิ้นงาน มีค่า 0.00864 มม ด้วยองศา อิสระ 9 ตัว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประเมินค่าความผันแปรของอิทธิพลร่วมระหว่างชิ้นงานกับพนักงานนั้นจะต้องเริ่มต้นจากการคำนวณค่าความผันแปรระหว่างองค์ประกอบทรีตเมนต์ (treatment combination)

ตารางที่ 4.27 ตารางประกอบการคำนวณผลจากสาเหตุขององค์ประกอบทรีตเมนต์

	Mr. Vanchai			**Mr. Sanya**			**Mr. Vaschira**			
Part	1	2	3	1	2	3	1	2	3	**Sum**
1	21.882	21.882	21.882	21.884	21.884	21.884	21.883	21.883	21.883	196.947
2	21.882	21.882	21.882	21.883	21.883	21.883	21.881	21.881	21.881	196.939
3	21.852	21.852	21.852	21.850	21.850	21.850	21.853	21.853	21.853	196.664
4	21.870	21.870	21.870	21.870	21.870	21.870	21.869	21.869	21.869	196.828
5	21.872	21.872	21.872	21.870	21.870	21.870	21.869	21.869	21.869	196.832
6	21.875	21.875	21.875	21.877	21.877	21.877	21.875	21.875	21.875	196.881
7	21.886	21.886	21.886	21.886	21.886	21.886	21.886	21.886	21.886	196.976
8	21.877	21.877	21.877	21.875	21.875	21.875	21.873	21.873	21.873	196.875
9	21.864	21.864	21.864	21.864	21.864	21.864	21.863	21.863	21.863	196.774
10	21.880	21.880	21.880	21.878	21.878	21.878	21.878	21.878	21.878	196.908
Sum	218.740	218.740	218.740	218.738	218.738	218.738	218.730	218.730	218.730	**1968.624**

$$SSop = \sum_{i}^{n}\sum_{j}^{k}\frac{Y^2_{ij.}}{r} - \frac{Y^2_{..}}{nkr} - SS_P - SS_O$$ (ตารางที่ 2.0 บทที่ 2)

$$= \left[\frac{((21.882*3)^2+(21.884*3)^2+\ldots(21.878*3)^2+(21.877*3)^2) -}{3} \frac{(1968.631^2)}{90} - (0.00888) - (0.00002) \right]$$

$$= 0.00007$$

$$SS_E = SS_T - Sso - SSp - Ssop$$

$$= 0.00017$$

จากการคำณวนสามารถสรุปได้ด้วยตาราง ANOVA ดังแสดงในตารางข้างล่าง

ตารางที่ 4.28 การวิเคราะห์ระบบการวัดแบบ ANOVA

Variance	SS	DF	MS	Fo	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00002	2	0.000008	2.296	3.55
Parts	0.00864	9	0.000960	262.478	2.46
Appraiser + Part	0.00007	18	0.000004	1.286	1.786
Repeatability	0.00017	60	0.000003		
Total	0.00890	89			

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 5 %อิทธิพลร่วมของพนักงานกับชิ้นงานไม่มีนัยสำคัญ พิจารณาจากค่า 1.286 < 1.786 (Fo < Fc) ดังนั้นสามารถรวมความผันแปร ของอิทธิพล ร่วมของ พนักงานกับชิ้นงาน เข้ากับความผันแปรจาก รีพีททะบิลิตี้ในรูปของความแปรปรวนร่วม ดังตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 ANOVA แบบ ลดรูป

Variance	SS	DF	MS	Fo	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00002	2	0.000008	2.770	3.55
Parts	0.00864	9	0.000960	316.729	2.04
Repeatability	0.00024	78	0.000003		
Total	0.00890	89			

ตารางที่ 4.30 การประมาณการค่าความสามารถของระบบการวัดเมื่ออิทธิพลร่วมไม่มีนัยสำคัญ

ความผันแปร	ตัวแบบสุ่ม	5.15σ	% Total Variation
EV	$5.15\sqrt{MS_E}$	0.00897	16.63
AV	$5.15\sqrt{\frac{MS_O - MS_E}{nr}}$	0.00218	4.04
GR & R	$\sqrt{EV^2 + AV^2}$	0.00923	17.12
PV	$5.15\sqrt{\frac{MS_P - MS_E}{kr}}$	0.05312	98.52
TV	$\sqrt{GR\&R^2 + PV^2}$	0.05391	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. Tool for Measuring center No. T-IT-159

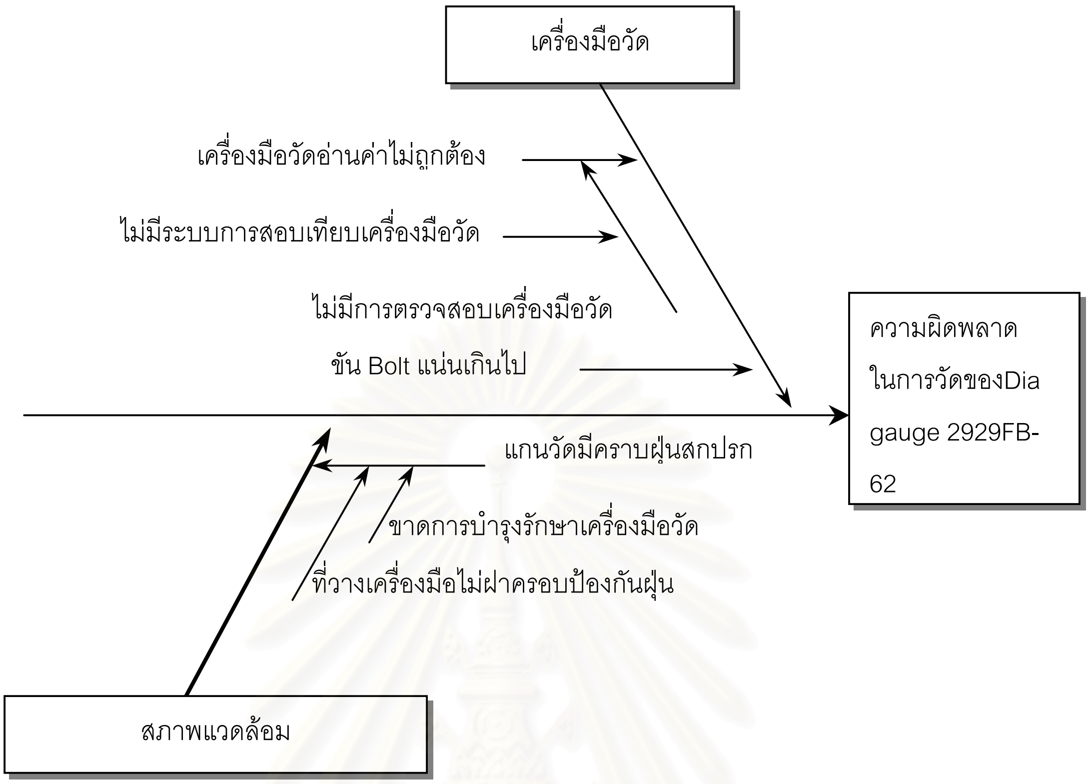
ตารางที่ 4.31 ผลการประเมินเครื่องมือวัด No. T-IT-159

OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	$\bar{X}$ diff	$\bar{\bar{R}}$	%EV	%AV	%R&R	%PV	%Bias
10	1	TOOL FOR MEASURING CENTER	T - IT – 159								
		DIAL GAUGE	No. 2929FB – 62	150 ± 0.2	0.012	0.015	69.4	48.6	84.8	53.1	13.0
		DIAL TEST INDICATOR	No. 513 – 404	32.25 ± 0.2	0.006	0.010	35.8	31.0	47.4	88.1	3.75
		MASTER	T - IT – 159								

ด้านความถูกต้อง พิจารณาในส่วนของ Dial gauge no. 2929FB-62 จากข้อมูลที่ได้มาจะพบว่า % Bias มีค่าสูง 13 % ซึ่งเกณฑ์ของ Bias จะต้องต่ำกว่า 10 % แสดงให้เห็นว่าค่าความถูกต้องที่ได้จากการวัดมีปัญหา ซึ่งจากการตรวจสอบพบว่าการเคลื่อนที่ของแกนวัดมีปัญหา ซึ่งจะต้องทำการแก้ไขและจะต้องนำเครื่องมือวัดไปตรวจสอบค่าความถูกต้องของการวัดวัดหรือที่เรียกว่าการสอบเทียบเพื่อให้ค่าวัดมีความถูกต้อง

ด้านความแม่นยำ ส่วน % AV แล % EV ที่มีค่าสูง เนื่องมาจากค่าที่ได้จากการวัดของเครื่องมือวัดของพนักงานแต่ละคนแตกต่างกันเพราะแกนวัด ของเครื่องมือวัดเคลื่อนที่ไม่ Smooth ดังนั้นต้องทำการลดความผิดพลาดทางเครื่องมือวัดให้ได้ก่อนจึงจะทำให้ % GR&R ลดลงได้

รูปที่ 4.13 ภาพแสดงเครื่องมือวัด No.2929 FB –62



รูปที่ 4.14 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.2929 FB –62โดยใช้แผนภูมิก้างปลา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ด้านความถูกต้อง พิจารณา Dial test indicator no 513-404 จากข้อมูลที่ได้มาจะพบว่า %Bias มีค่าอยู่ในเกณฑ์ดีแสดงว่า เครื่องมือวัดอยู่ในสภาพ ที่ OK

ด้านความแม่นยำ % EV มีค่าสูง สาเหตุมาจากการปรับคานวัดในแต่ละครั้งของการวัดแตกต่างกันเพราะ มุมที่ปรับแตกต่างกันก็จะให้ค่าวัดที่ออกมาต่างกันด้วย (ดูตาราง) ส่วน % AV มีค่าสูง แสดง ว่าวิธีการใช้เครื่องมือวัดชิ้นนี้ของพนักงานแต่ละคนมีทักษะในการใช้งานต่างกันควรมีการปรับปรุงทักษะในการวัดเพิ่มเติม

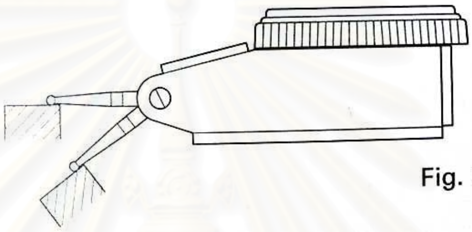


Fig. 1

$\alpha = 0$

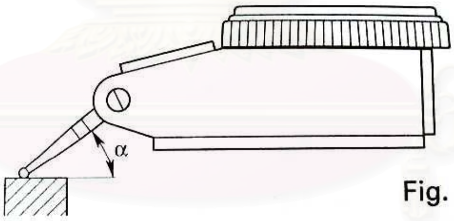


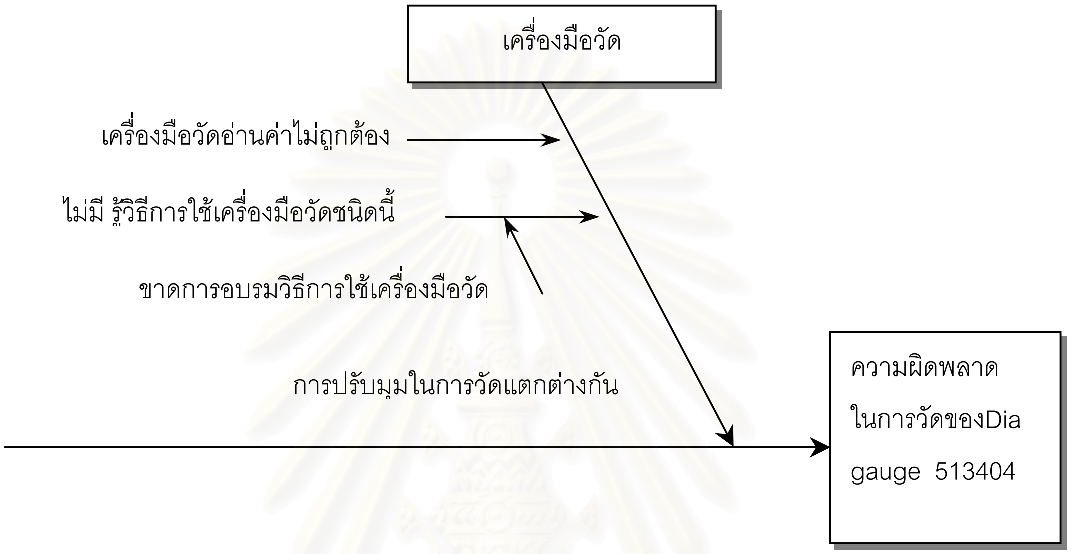
Fig. 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าจริง = ค่าที่อ่าน X Correction Factor

Angle (α)	Correction (k)
10^0	0.98
20^0	0.94
30^0	0.86
40^0	0.76
50^0	0.64
60^0	0.5

จะเห็นว่าการปรับมุมยิ่งมากจะทำให้ค่าที่อ่านได้นั้นมากกว่าความเป็นจริง จึงต้องมีการ ปรับค่าด้วยการคูณค่า K factor แต่ในการทดสอบนี้ ไม่ได้มีการปรับค่าดังกล่าว ในขณะที่มุมของ การวัดในแต่ละคนแตกต่างกัน



รูปที่ 4.15 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.513-404 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา

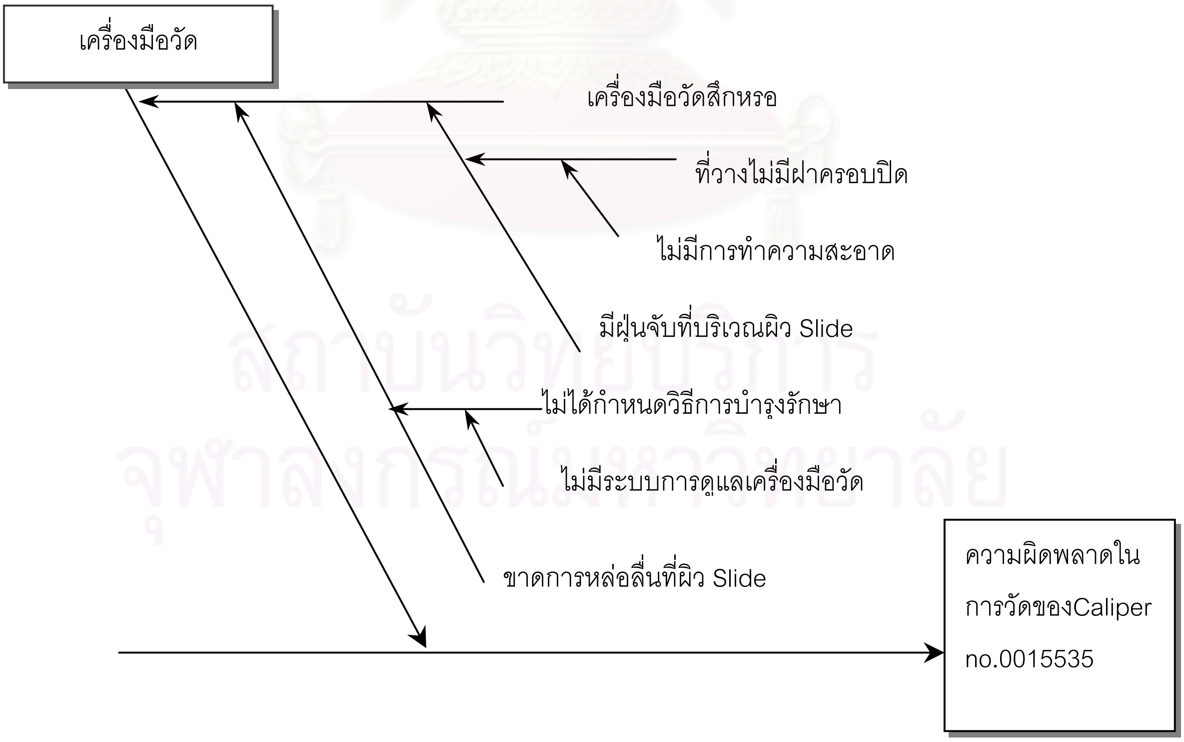
3. Digimatic Calipers no. 0015535 (Dia. 7.2 ± 0.1)

ตารางที่ 4.32 ผลการประเมินเครื่องมือวัด No. 0015535

OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	$\bar{X}$ diff	$\bar{\bar{R}}$	%EV	%AV	%R&R	%PV	%Bias
10	2	DIGIMATIC CALIPERS	No. 0015535	ϕ7.2 ± 0.1	0.003	0.011	58.4	7.3	58.9	80.8	10.5

ด้านความถูกต้อง พิจารณาผลการตรวจสอบจากตารางข้างบนจะเห็นว่า % ของไบอัส ยังเกินมาตราฐานอยู่ (> 10 %) ซึ่งจากการทดสอบเวอร์เนียร์โดยการกางปากวัดออกประมาณ 50 มม จากนั้นจับ ปลายด้านลึกชี้ลงดิน เอามือจับสเกลหลักไว้ สเกลเลื่อนไม่ควรไหลลงเองได้เนื่องจากน้ำหนัก ของ ตัวเอง) แต่ปรากฏว่าสามารถไหลลงมาได้อย่างช้าๆ ซึ่งมาความสึกหรอภายในบริเวณสไลด์และต้องการ

ด้านความแม่นยำ % AV อยู่ในเกณฑ์มาตราฐานแสดงว่าปัจจัยด้านพนักงานวัดไม่เป็นปัญหา สำหรับ % EV ที่ยังมีค่าสูงก็มาจากสาเหตุความสึกหรอของเครื่องมือวัด จะต้องทำการแก้ไขปรับเทียบใหม่ รวมทั้งต้องทำการบำรุงรักษาชิ้นส่วนภายใน



รูปที่ 4.16 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.0015535 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. Thread micrometer no. TCM – 25 DM

ตารางที่ 4.33 ผลการประเมินเครื่องมือวัด No. TCM - 25 DM

OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	$\bar{X}$ diff	$\bar{\bar{R}}$	%EV	%AV	%R&R	%PV	%Bias
130	4	THREAD MICROMETER	TCM – 25 DM	ϕ16.826 0 / + 0.15	0.006	0.011	72.01	33.1	79.3	61.0	8.27

ด้านความถูกต้อง พิจารณาผลการตรวจสอบการตรวจสอบค่า Bias แล้วอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ แสดงว่าเครื่องมือวัดไม่มีปัญหา

Reference value = 0.079 Part Tolerance = 0.15

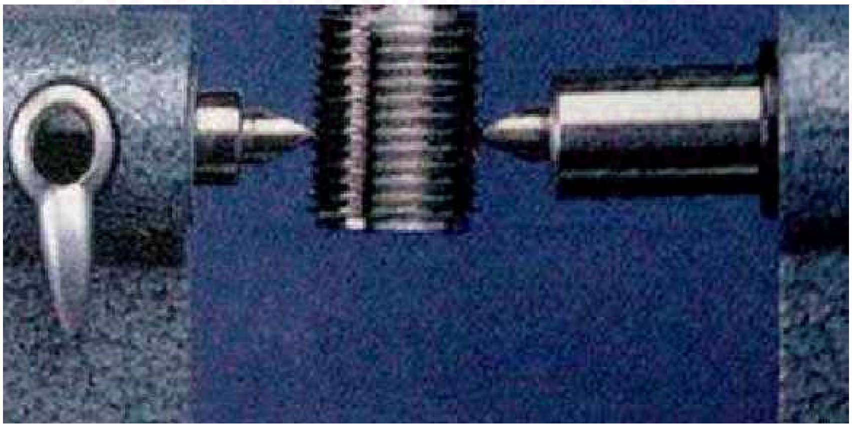
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.086	0.095	0.094	0.089	0.091	0.090	0.093	0.090	0.094	0.092

Bias = 0.012

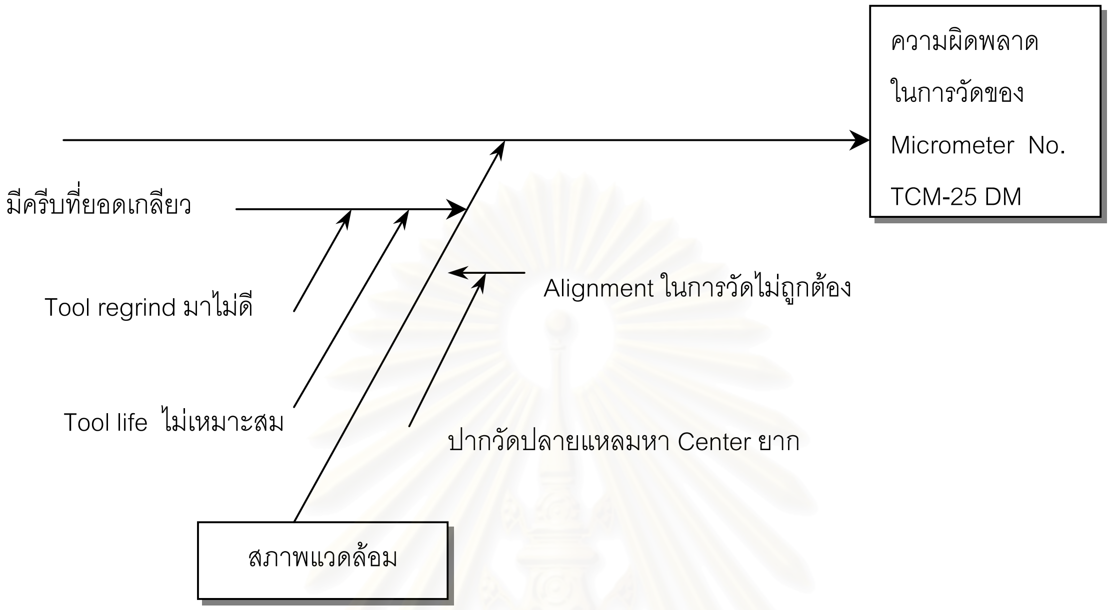
% Bias = (0.012/0.15) * 100

= 8.27 %

ดานความแม่นยำ พิจารณาผลของ % EV จะเห็นว่ามีค่าสูงมาก และเมื่อดูจากข้อมูลของการทดสอบค่า Bias (ตารางข้างบน) จะพบว่าค่าของ Bias มีค่าน้อยเป็นเพราะว่าการคิดค่าไบอัสจะคิดจาก Part Tolerance จึงทำให้ % Bias มีค่าน้อย แต่ %EV ไม่ได้นำ Part Tolerance มาคิดด้วยและสาเหตุ ที่ทำให้ค่า %EV มีค่าสูง เนื่องมาจาก Alignment ของชิ้นงานกับ Thread micrometer ไม่ถูกต้อง



รูปที่ 4.17 ภาพแสดงเครื่องมือวัด TCM-25 DM



รูปที่ 4.18 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.TCM 25 DM โดยใช้แผนภูมิก้างปลา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. Rebound Hardness Tester No. HHJ-0614

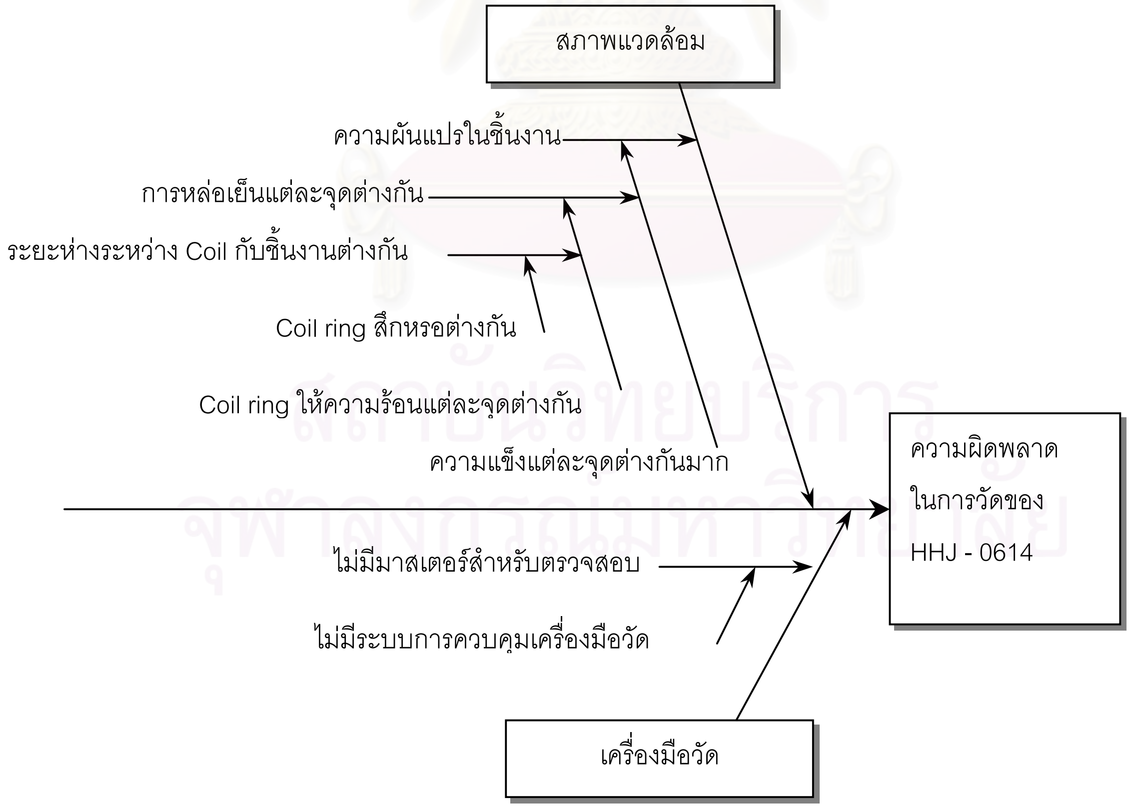
ตารางที่ 4.34 ผลการประเมินเครื่องมือวัด No. HHJ-0614

OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	$\bar{X}$ diff	$\bar{\bar{R}}$	%EV	%AV	%R&R	%PV	%Bias
30	5	REBOUND HARDNESS TESTER	HHJ-0614	HS 67~75	0.667	2.167	58.0	11.7	59.2	80.6	17.7

ด้านความถูกต้อง พิจารณาผลการตรวจสอบจากตารางจะเห็นว่า % Bias มีค่าสูงมาก มาจากสาเหตุ

1. เกิดจากสิ่งตัวอย่างที่นำมาทำการวัดเพื่อการวิเคราะห์มีความผันแปรภายในชิ้นงาน เพราะลักษณะของการตรวจสอบสอบค่าความแข็งที่ผิวของชิ้นงานนั้นไม่สามารถที่จะกระทำ การวัดที่จุดเดิมทุก ๆ ครั้ง ดังนั้นจึงต้องทำการใช้จุดวัดในบริเวณข้างเคียง
2. ความถูกต้องของเครื่องมือวัด เนื่องจากไม่มี Master สำหรับการทวนสอบเครื่องมือวัด ก่อนการใช้งาน

ด้านความแม่นยำ พิจารณา % AV จะเห็นว่าการวัดของพนักงานไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในส่วนของ% EV ก็มีสาเหตุเดียวกันกับที่กล่าวมาข้างต้น



รูปที่ 4.19 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด No.HHJ-0614 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา

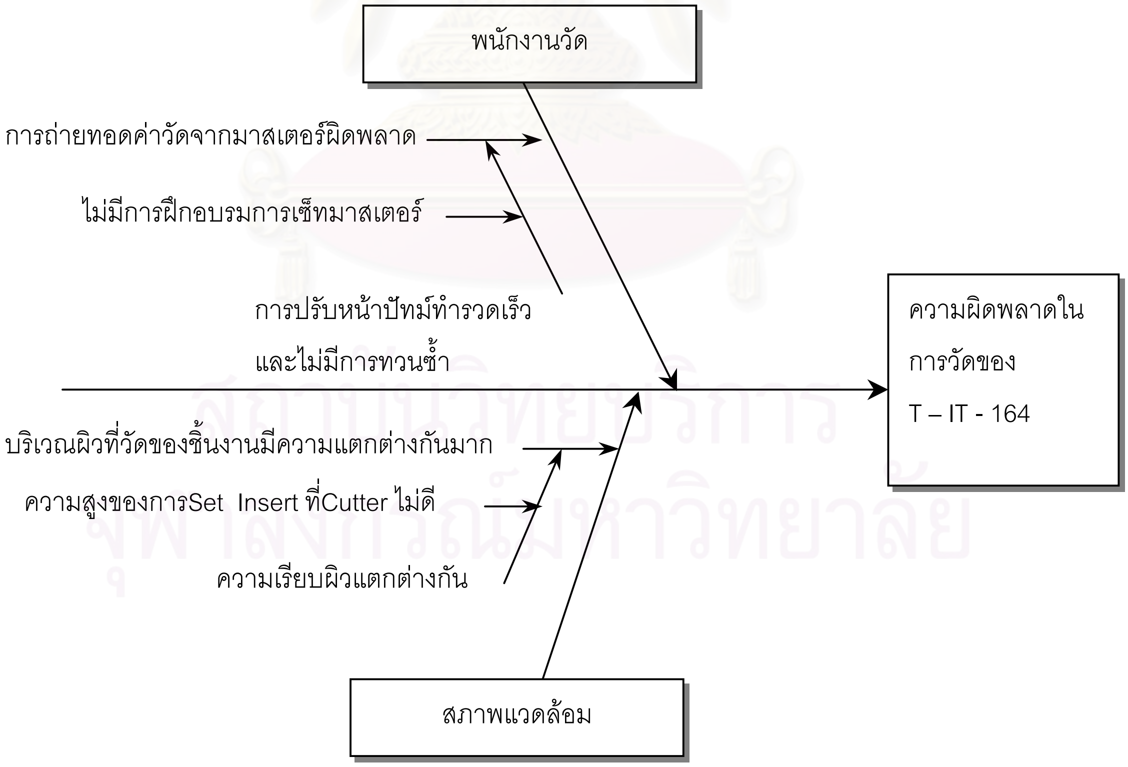
6. Tool for measuring caliper No. T-IT-164

ตารางที่ 4.35 ผลการประเมินเครื่องมือวัด No. T-IT-164

OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	$\bar{X}$ diff	$\bar{\bar{R}}$	%EV	%AV	%R&R	%PV	%Bias
40	6	TOOL FOR MEASURING CALIPER	T - IT – 164	0~0.15							
		DIAL GAUGE	No. 2929F – 62		0.003	0.005	33.47	17.5	37.8	92.6	8.7
		MASTER	T - IT – 164								

ด้านความถูกต้อง พิจารณาผลการตรวจสอบจากตารางจะเห็นว่าค่าของ Bias อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้แสดงว่าเครื่องมือยัง อยู่ในสภาพที่ยังใช้งานได้ดี

ด้านความแม่นยำ % EV ยังมีค่าสูงอยู่ก็เนื่องมาจากความผันแปรในชิ้นงานและการปรับศูนย์ในการถ่ายทอดค่าอ้างอิงจาก Master ก่อนนำไปวัดชิ้นงานยังไม่แน่นอนจึงทำให้ % R&R มีค่าสูงกว่ามาตรฐาน ต้องทำการ ปรับปรุงเพื่อให้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ โดยการเพิ่มทักษะด้านการวัดของพนักงานและเมื่อพนักงาน มีความสามารถในการวัดซ้ำ (รีพีททะบิลิตี้) สูงก็จะทำให้ค่าของ % EV ลดลงซึ่งก็จะทำให้% R&R ลดลงตาม



รูปที่ 4.20 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด T-IT-164 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา

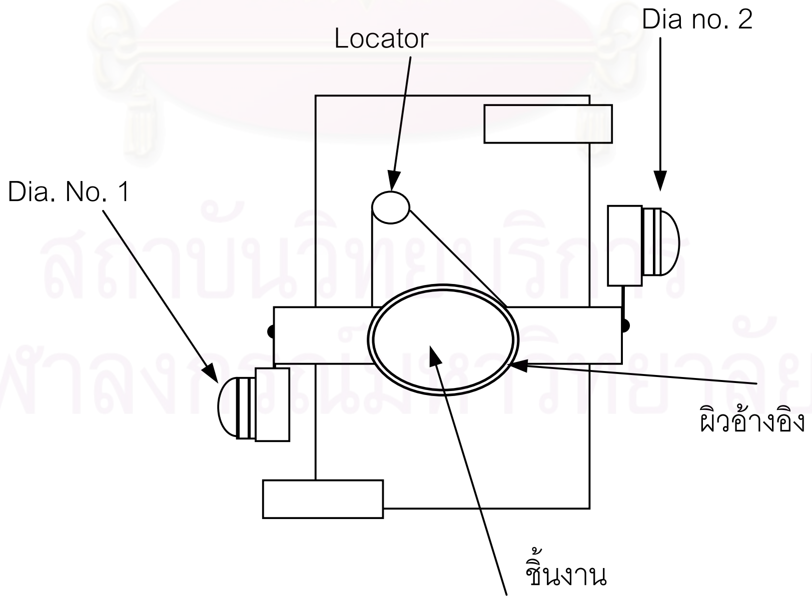
7. Tool for measuring boss position No. T-IT-170

ตารางที่ 4.36 ผลการประเมินเครื่องมือวัด No. T-IT-170

OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	$\bar{X}$ diff	$\bar{\bar{R}}$	%EV	%AV	%R&R	%PV	%Bias
70	7	TOOL FOR MEASURING BOSS POSITION	T - IT - 170								
		DIAL GAUGE No. 1	No. 1929FB - 62	125.285 ± 0.2	0.005	0.011	45.37	16.3	48.2	87.6	4.0
		DIAL GAUGE No. 2	No. 1929FB - 62	42.715± 0.2 &	0.013	0.016	44.74	30.3	54.0	84.2	3.38

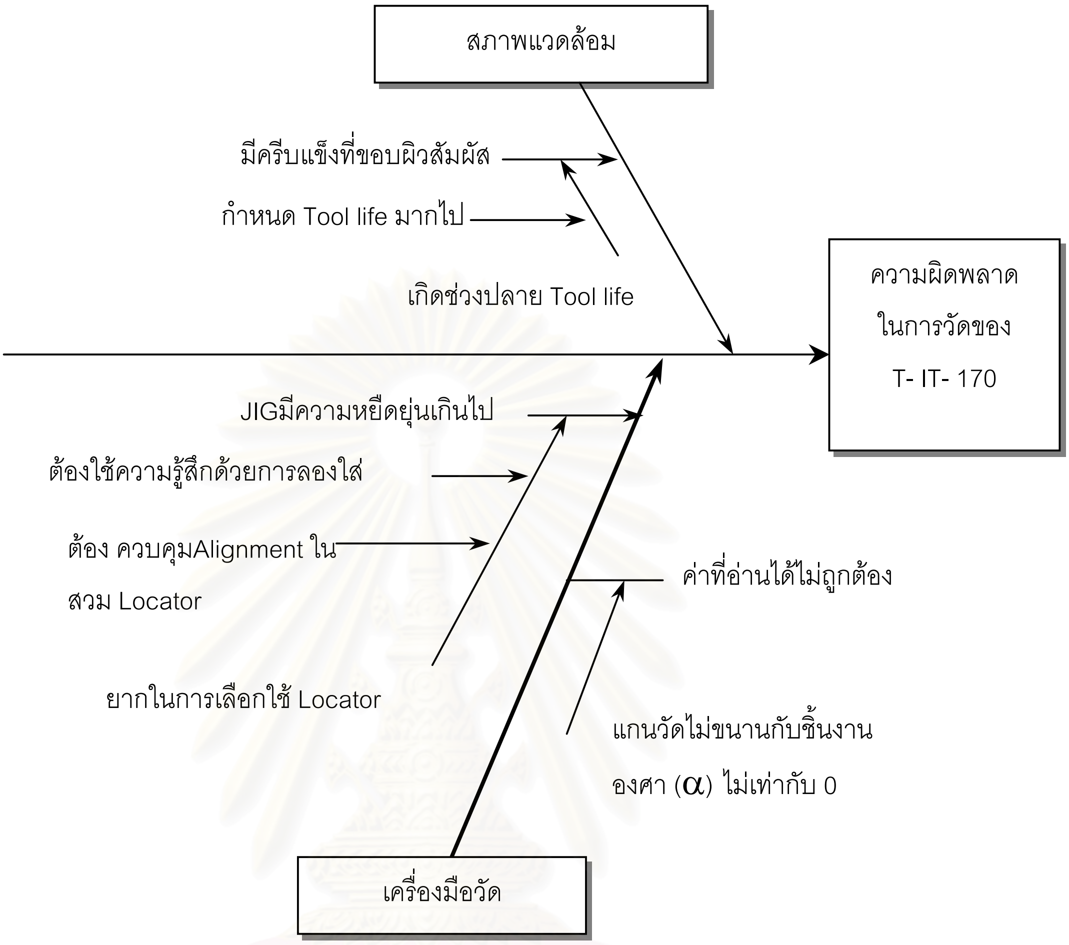
ด้านความถูกต้อง % Bias ของทั้งสองเท่ากับ 4 % , 3.38 % อยู่ในเกณฑ์ดี แสดงว่าเครื่องมือวัดไม่มีปัญหา

ด้านความแม่นยำ พิจารณา Dial gauge no 1 & 2 จากข้อมูลที่ได้มาจะพบว่า % EV สูงเมื่อเทียบกับ % AV แสดง ให้เห็นว่าความสม่ำเสมอในการวัดของพนักงานยังมีปัญหา ซึ่งอาจจะมีผลมาจากเครื่องมือ วัดนี้เป็นแบบลักษณะพิเศษ เวลาวัดจะต้องทำการจับยึดชิ้นงานเข้ากับ JIG ก่อน และเลือก Locator ให้เหมาะสมกับ รูกำหนดตำแหน่ง โดยจะมีให้เลือก 3 ขนาด ซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดของ รูที่ทำการเจาะมา ดังนั้นในการจับยึดชิ้นงานทำให้ต้องใช้ ทักษะและความชำนาญ ของพนักงาน ในการวัด



รูปที่ 4.21 ภาพแสดงการวัดชิ้นงานด้วยเครื่องมือวัด No. T - IT - 170

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.22 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด T-IT-170 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

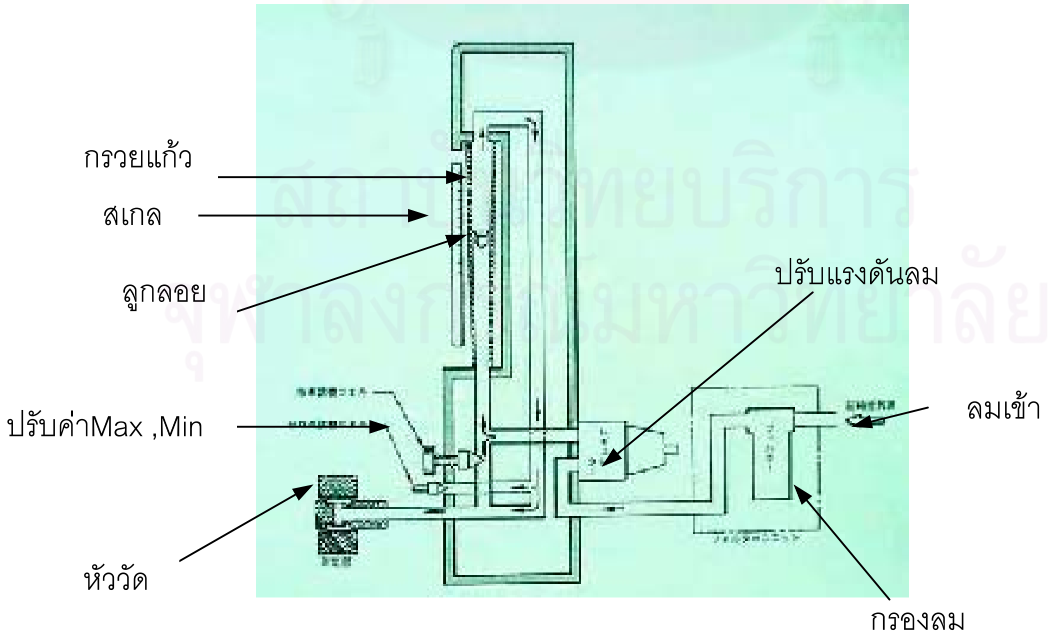
8. Air micrometer E-AJO-5016 (Dia 34.925 – 0.002 / - 0.015)

ตารางที่ 4.37 ผลการประเมินเครื่องมือวัด No. E-AJO-5016

OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	$\bar{X}$ diff	$\bar{\bar{R}}$	%EV	%AV	%R&R	%PV	%Bias
140	8	AIR MICRO (JET) AIR MICRO (MASTER) FLOW TYPE AIR GAUGES (DOUBLE-COLUMN)	E - AJO - 5016 E - AJO - 5016 MODEL FT - 5500	ϕ34.925(-0.002/-0.015)	0.001	0.001	49.88	20.1	53.8	84.3	26.92

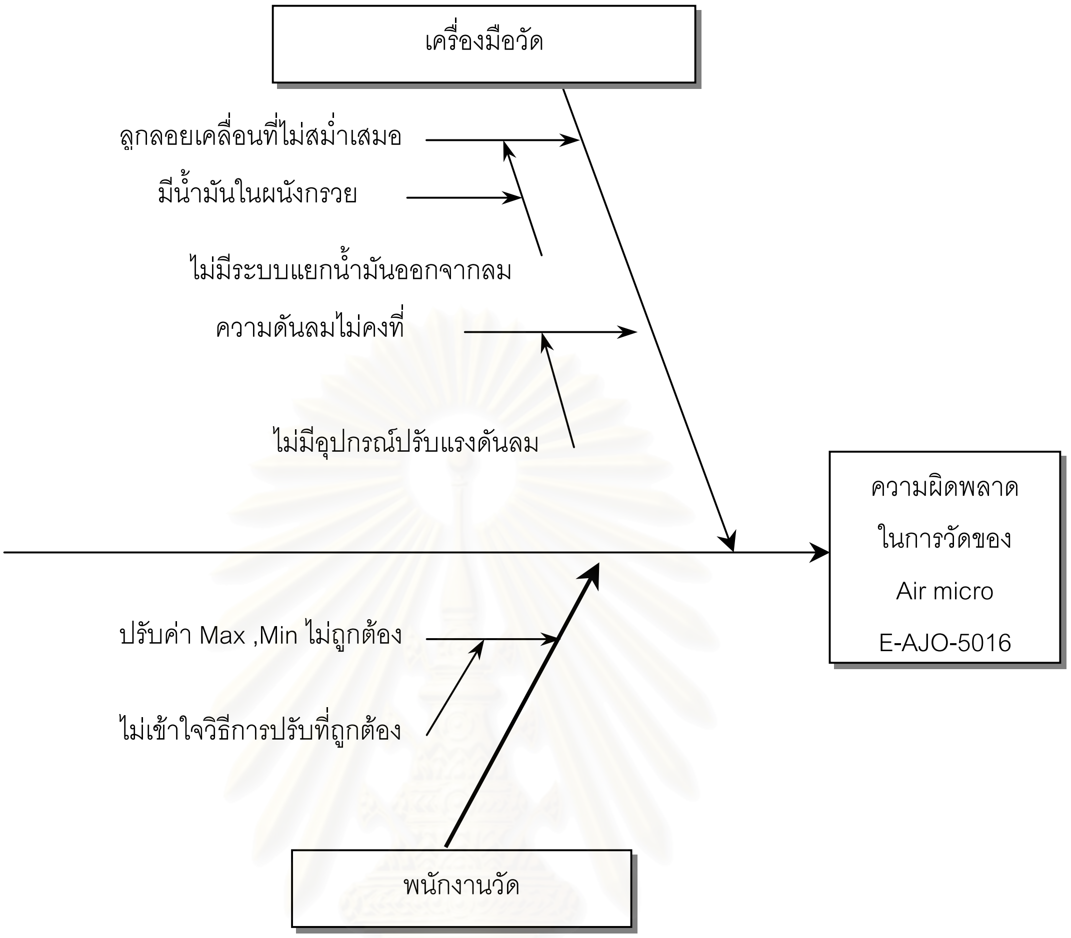
ด้านความถูกต้อง พิจารณาจากข้อมูลจะพบว่า %Bias สูงมาก (> 10%) แสดงว่าความผันแปรในเครื่องมือวัดมีสูงมาก และความละเอียดที่ต้องการจากเครื่องมือวัดนี้เท่ากับ 2 ไมครอนและช่วง Tolerance ของชิ้นงานเท่ากับ 13 ไมครอน เครื่องมือวัดนี้จะใช้ลมเป็นตัวควบคุมค่าวัด โดยการ ถ่ายค่าวัดจากงาน มาสเตอร์ก่อน แต่การตรวจสอบงานมาสเตอร์แล้ว OK ดังนั้นปัญหาของ Bias มาจากระบบลม , ความสะอาดภายในของระบบ และการปรับค่า Max , Min

ด้านความแม่นยำ % EV สูงเมื่อเทียบกับ % AV ก็เป็นสาเหตุมาจากความผันแปรภายในของตัวเครื่องมือวัด นั้นเอง ซึ่งดูได้จากค่าของ Bias ประกอบ ถ้าเราลดความผันแปรในตัวเครื่องมือวัดลงได้ ก็จะทำให้ % EV ลลดลงตาม ส่วน %AV นั้นจะแก้ไขโดยการเพิ่มทักษะในการวัดของพนักงาน



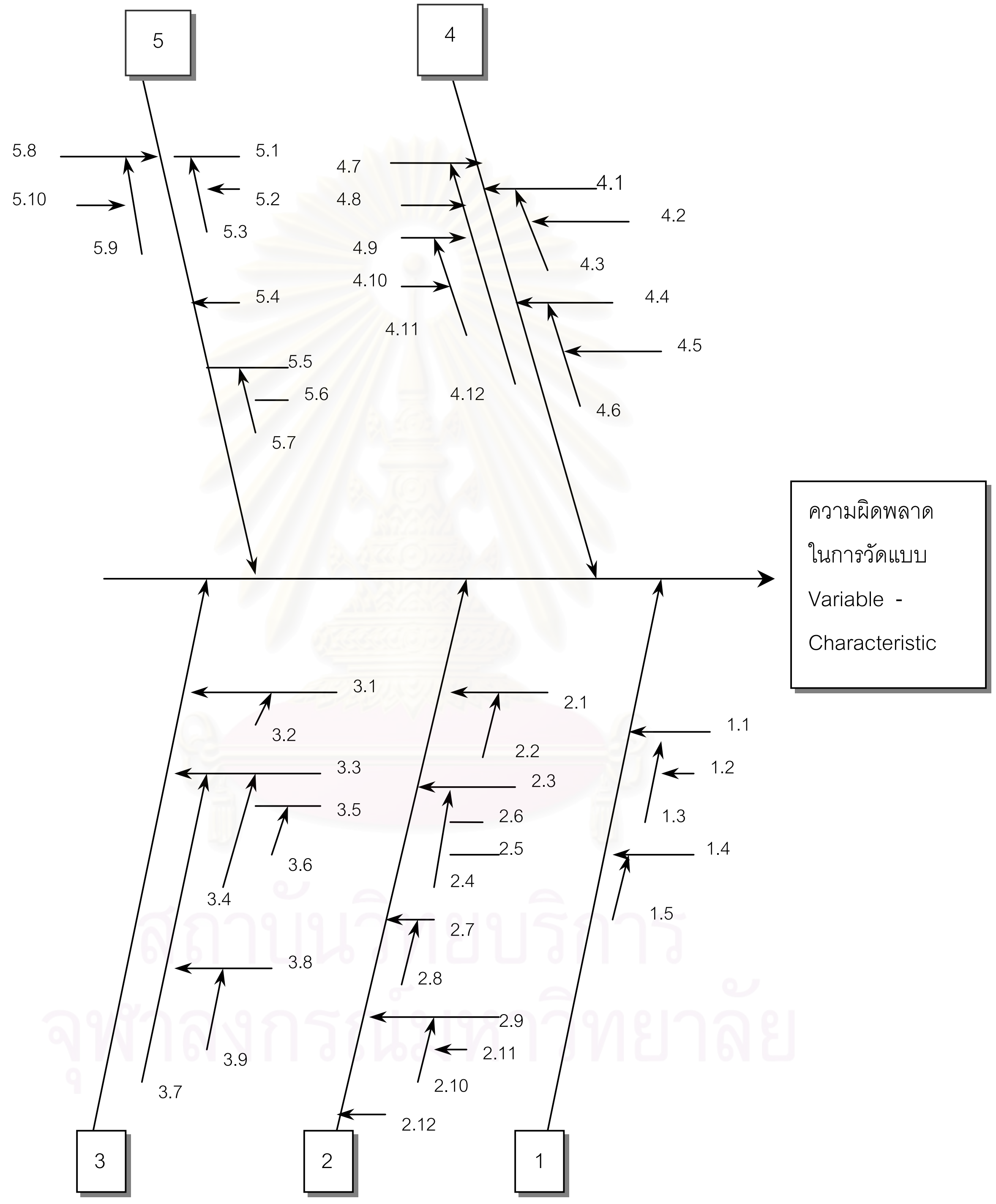
รูปที่ 4.23 ภาพแสดงโครงสร้างของ Air micrometer

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.24 ภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัด E-AJO-5016 โดยใช้แผนภูมิก้างปลา

4.2.3 สรุปผลการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิก้างปลา



รูปที่ 4.25 สรุปภาพแสดงการวิเคราะห์เครื่องมือวัดแบบ Variable Characteristic

1. **เครื่องมือวัด** (Air Micro)
    - 1.1 ความดันลมไม่คงที่
    - 1.2 ไม่มีอุปกรณ์ปรับแรงดัน
    - 1.3 ลูกลอยเคลื่อนที่ไม่สม่ำเสมอ
    - 1.4 มีน้ำมันในผนังกรวย
    - 1.5 ไม่มีระบบแยกน้ำมันออกจากลม

2. **เครื่องมือวัด** Dial gauge
    - 2.1 ค่าวัดอ่านได้ไม่ถูกต้อง
    - 2.2 แกนวัดไม่ขนานกับชิ้นงานองศา (α) ไม่เท่ากับ 0
    - 2.3 Jigมีความยืดหยุ่นเกินไป
    - 2.4 ยากในการเลือกใช้ Locator
    - 2.5 ต้องใช้ความรู้สึกในการเลือกใช้
    - 2.6 ต้องควบคุม Alignment ในการใส่
    - 2.7 ไม่มีมาสเตอร์สำหรับอ้างอิงค่าวัด
    - 2.8 ไม่มีระบบการควบคุมเครื่องมือวัด
    - 2.9 แกนวัดมีคราบฝุ่นสกปรก
    - 2.10 ที่วางเครื่องมือไม่มีฝาครอบป้องกันฝุ่น
    - 2.11 ขาดการบำรุงรักษา
    - 2.12 ขัน Bolt ล็อคที่แกนแน่นเกินไป

3 **เครื่องมือวัด** Micrometer & Caliper
    - 3.1 สเกล ศูนย์ของเครื่องมือวัดไม่ตรง
    - 3.2 ใช้ปลอกหมุนให้ปากวัดชิ้นงานชนกับชิ้นงานบ่อยๆ
    - 3.3 เครื่องมือสึกหรอ
    - 3.4 มีฝุ่นจับบริเวณผิว Slide
    - 3.5 ที่วางไม่มีฝาครอบปิด
    - 3.6 ไม่มีการทำความสะอาด
    - 3.7 ขาดการหล่อลื่นที่ผิว Slide
    - 3.8 ไม่ได้กำหนดวีธีการบำรุงรักษา
    - 3.9 ไม่มีระบบการดูแลเครื่องมือวัด

4 **สภาพแวดล้อม**

4.1 บริเวณที่วัดของชิ้นงานมีความแตกต่างกันมาก

4.2 ความเรียบผิวแตกต่างกัน

4.3 ความสูงของการ Set Insert ที่ Cutter ไม่ดี

4.4 มีครีบแข็งที่ขอบผิวของชิ้นงาน

4.5 เกิดช่วงใกล้เปลี่ยน Tool

4.6 กำหนด Tool life มากเกินไป

4.7 เกิดความผันแปรในชิ้นงาน

4.8 ความแข็งแต่ละจุดแตกต่างกันมาก

4.9 การหล่อเย็นแต่ละจุดต่างกัน

4.10 Coil ring ให้ความร้อนแต่ละจุดต่างกัน

4.11 ระยะห่างระหว่าง Coil ring กับชิ้นงานต่างกัน

4.12 Coil ring สึกหรอต่างกัน

5 **พนักงานวัด**

5.1 การถ่ายทอดค่าวัดจากมาสเตอร์ผิดพลาด

5.2 การปรับหน้าปัมท์ทำรวดเร็วและไม่มีการทวนซ้ำ

5.3 ไม่มีการอบรมการเซ็ตมาสเตอร์

5.4 Alignment ในการวัดไม่ถูกต้อง

5.5 วิธีการใช้แรทแชตและปลอกหมุนยังไม่ถูกต้อง

5.6 ได้รับการถ่ายทอดแบบผิด

5.7 ไม่มีการอบรมมาตราฐานการใช้เครื่องมือวัด

5.8 ค่าวัดอ่านได้ไม่ถูกต้อง

5.9 ปรับค่า Max-Min ไม่ถูกต้อง

5.10 ไม่เข้าใจวิธีการปรับที่ถูกต้อง

4.2.4 **การปรับปรุงระบบการวัดแบบ** Variable Characteristic

จากการที่ได้ทำการวิเคราะห์ผลจากการวัดในแต่ละเครื่องมือวัดโดยใช้แผนภูมิก้างปลา (Cause & Effect Diagram) จะเห็นว่าผลการตรวจสอบชิ้นงานของพนักงานแต่ละคนหรือแต่ละ ครั้งของ พนักงานเองได้ผลแตกต่างกันโดยในการตรวจสอบนั้นใช้ชิ้นงาน เดียวกันและใช้เครื่อง มือวัดเดียวกัน ปัจจัยที่ส่งผลกระทบทำให้เกิดความผิดพลาดในการตรวจสอบและการปรับปรุง แก้ไขระบบการวัด เพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระบบการวัดสามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.38 สรุปปัญหา ,สาเหตุและวิธีการแก้ไข ระบบวัดแบบ Variable Characteristic

ข้อ	ปัญหา	สาเหตุ	การแก้ไข

1	เครื่องมือวัด
	(Air micro)
		- ความดันลมไม่คงที่
		  - ไม่มีอุปกรณ์ปรับแรงดัน
		- ลูกลอยเคลื่อนที่ไม่สม่ำเสมอ
		  - มีน้ำมันในผนังกรวย
		    - ไม่มีระบบแยกน้ำมันออกจากลม
			- ติดตั้งชุดอุปกรณ์ควบคุมลมและอุปกรณ์แยกน้ำมัน

2	เครื่องมือวัด
	(Dial gage)
		- แกนวัดไม่ขนานกับชิ้นงานองศา (α) ไม่เท่ากับ 0
		- Jigมีความยืดหยุ่นเกินไป
		  - ยากในการเลือกใช้ Locator
		    - ต้องใช้ความรู้สึกในการเลือกใช้
		    - ต้องควบคุม Alignment ในการใส่
		- ไม่มีมาสเตอร์สำหรับอ้างอิงค่าวัด
		  - ไม่มีการควบคุมเครื่องมือวัด
		- แกนวัดมีคราบฝุ่นสกปรก
		  - ที่วางเครื่องมือไม่มีฝาครอบป้องกันฝุ่น
			- ปรับแกนวัดให้ขนานกับชิ้นงานทุกครั้งที่วัดงาน
			- ให้ทำการวัดขนาดรู Locator ก่อนเลือกใช้
			- จัดทำ Master และทำการควบคุมโดยมีกำหนดเวลาในการสอบเทียบ
			- จัดทำฝาครอบปิดและกำหนดวิธีการบำรุงรักษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

		- ขาดการบำรุงรักษา - ขัน Bolt ล็อด แกน Slide แน่นเกินไป	ก่อนและหลังการใช้งาน - เวลาขันต้องตรวจสอบการเคลื่อนตัวของแกนด้วยและไม่ ควรขันจนแน่นเกินไป
3	เครื่องมือวัด (Micro meter)	- สเกล ศูนย์ของเครื่องมือวัดไม่ตรง - ใช้ปลอกหมุนให้ปากวัดงานชนกับชิ้นงานบ่อยๆ - เครื่องมือสึกหรอ - มีฝุ่นจับบริเวณผิว Slide - ที่วางไม่มีฝาครอบปิด - ไม่มีการทำความสะอาด	- ทำการอบรมวิธีการใช้ให้ถูกต้องและให้ฝึกปฏิบัติจน เกิดความชำนาญ - จัดทำฝาครอบปิดและกำหนดวิธีการทำความสะอาดก่อนและหลังการใช้งาน
4	สภาพแวดล้อม	- บริเวณที่วัดของชิ้นงานมีความแตกต่างกันมาก - ความเรียบผิวแตกต่างกัน - ความสูงของการ Set Insert ที่ Cutter ไม่ดี - มีครีบแข็งที่ขอบผิวของชิ้นงาน - เกิดช่วงใกล้เปลี่ยน Tool - กำหนด Tool life มาก เกินไป - ความแข็งแต่ละจุดแตกต่างกันมาก - การหล่อเย็นแต่ละจุดต่างกัน - Coil ring ให้ความร้อนแต่ละจุดต่างกัน - ระยะห่างระหว่าง Coil ring กับชิ้นงานต่างกัน	- ควรมีการตรวจสอบก่อนการส่ง Cutting tool เข้าไลน์การผลิต - กำหนด Counter ในการเปลี่ยนToolใหม่ โดยอาจจะต้องทำการค่อยลดจนได้ค่าที่เหมาะสมซึ่งจะไม่เกิดครีบที่ชิ้นงาน - กำหนดวิธีการควบคุม Coil เช่น ระยะในการเปลี่ยนCoil , ช่องว่างระหว่างชิ้นงาน - ควบคุมความดันของน้ำหล่อเย็น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

		- Coil ring สึกหรอ ต่างกัน	
5	พนักงานวัด	- การถ่ายทอดค่าวัดจากมาสเตอร์ผิดพลาด - การปรับหน้าปัมท์ทำรวดเร็วและไม่มีการทวนซ้ำ - ไม่มีการอบรมการเซ็ตมาสเตอร์ - Alignment ในการวัดไม่ถูกต้อง - วิธีการใช้แรทแชตและปลอกหมุนยังไม่ถูกต้อง - ได้รับการถ่ายทอดแบบผิด - ไม่มีการอบรมมาตราฐานการใช้เครื่องมือวัด - ปรับค่า Max-Min ไม่ถูกต้อง -ไม่เข้าใจวิธีการปรับที่ถูกต้อง	- ทำการอบรมเรื่องการใช้มาสเตอร์ในการอ้างอิงค่าวัด - จัดทำอบรมวิธีการวัดและวิธีการใช้เครื่องมือวัด - ทำการอบรมวิธีการปรับให้ถูก ต้องและให้ฝึกปฏิบัติจนเกิดความชำนาญ พร้อม ทั้งทำเป็นคู่มือในการอบรม

หมายเหตุ : ในการปรับปรุงแก้ไขนั้นจะต้องนำเครื่องมือวัดไปทำการตรวจสอบและปรับแก้ไขให้ถูกต้อง แต่ถ้าไม่สามารถทำการแก้ไขได้จะต้องทำการเปลี่ยนเครื่องมือวัด ในการศึกษาครั้ง นี้พบว่า เครื่องมือวัด หมายเลข 1 .Digimatic Caliper no. 0015535 นั้นไม่สามารถ ปรับแก้ไขได้จะต้อง เปลี่ยนตัวใหม่ ส่วนรายการอื่นสามารถผ่านการ ตรวจสอบและปรับเทียบค่าได้

ตารางที่ 4.39 สรุปผลการประเมิน (หลังปรับปรุง) ของระบบการวัดแบบ Variable Characteristic

MSA STUDY : Inspection tool list for Knuckle process line Variable characteristic					ความแม่นยำ						ความถูกต้อง
OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	$\bar{X}$ diff	$\bar{\bar{R}}$	%EV	%AV	%R&R	%PV	%Bias
10	1	TOOL FOR MEASURING CENTER	T - IT – 159								
		DIAL GAUGE	No. 2929FB – 62	150 ± 0.2	0.001	0.004	24.2	4.8	24.7	96.9	4.25
		DIAL TEST INDICATOR	No. 513 – 404	32.25 ± 0.2	0.001	0.003	16.8	1.3	16.9	98.6	2.0
		MASTER	T - IT – 159								
10	2	DIGIMATIC CALIPERS	No. 0015535	ϕ7.2 ± 0.1	0.003	0.008	13.2	3.3	13.6	99.1	2.0
20	3	DIGIMATIC MICROMETER	No. 6294678	ϕ21.83 ± 0.05	0.001	0.002	16.63	4.04	17.12	98.5	3.0
130	4	THREAD MICROMETER	TCM – 25 DM	ϕ16.826 0 / + 0.15	0.001	0.003	23.3	3.7	23.6	97.2	2.67
30	5	REBOUND HARDNESS TESTER	HHJ-0614	HS 67~75	0.333	0.833	19.07	5.13	19.75	98.03	6.2
40	6	TOOL FOR MEASURING CALIPER	T - IT – 164	0~0.15	0.001	0.003	18.80	2.27	18.93	98.19	6.3
		DIAL GAUGE	No. 2929F - 62								
		MASTER	T - IT – 164								
70	7	TOOL FOR MEASURING BOSS POSITION	T - IT – 170								
		DIAL GAUGE No. 1	No. 1929FB - 62	125.285 ± 0.2	0.001	0.003	18.0	3.3	18.3	98.3	4.75
		DIAL GAUGE No. 2	No. 1929FB - 62	42.715± 0.2 &	0.001	0.004	14.5	2.0	14.6	98.9	1.13
		DIAL TEST INDICATOR	No. PC - 1B								
		DIAL TEST INDICATOR	No. PC - 1B								
140	8	AIR MICRO (JET)	E - AJO - 5016								
		AIR MICRO (MASTER)	E - AJO - 5016	ϕ34.925(-0.002/-0.015)	0.004	0.001	18.5	6.4	19.6	98.1	4.62
		FLOW TYPE AIR GAUGES (DOUBLE-COLUMN)	MODEL FT - 5500								

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

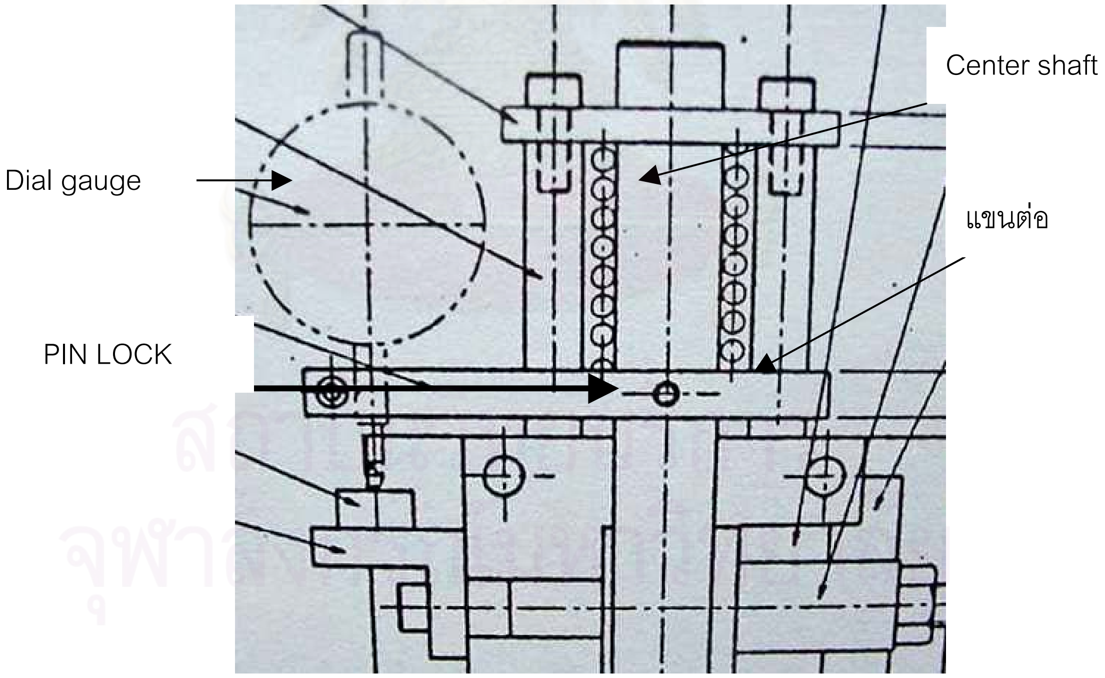
4.2.5 การปรับปรุงระบบการวัดครั้งที่ 2

1. เครื่องมือวัดหมายเลข 1 Tool No. T-IT-159

ตารางที่ 4.40 ผลการประเมินเครื่องมือวัด No. T-IT-159

OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	$\bar{X}$ diff	$\bar{\bar{R}}$	%EV	%AV	%R&R	%PV	%Bias
10	1	TOOL FOR MEASURING CENTER	T - IT – 159								
		DIAL GAUGE	No. 2929FB – 62	150 ± 0.2	0.001	0.004	24.2	4.8	24.7	96.9	4.25

ด้านความแม่นยำ พิจารณา Dial gauge no. 2929FB-62 จากการปรับปรุงครั้งแรกจะเห็นว่า %GR&R อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมได้ 24.7 % (ต่ำกว่า 30 %) แต่ถ้าดู % EV ประกอบด้วยแล้วจะเห็นว่าสามารถ ที่จะปรับปรุงให้ลดลงได้อีก



รูปที่ 4.26 ภาพแสดงเครื่องมือวัด No.2929 FB –62

พิจารณาโครงสร้างของเครื่องมือวัดจะเห็นว่า Dial gauge จะขึ้นลงตาม Center shaft โดยมีแขนต่อระหว่างตัว Dial gauge กับ Center shaft และถูกจับยึดด้วย PIN LOCK จากการ ตรวจสอบที่จุดนี้พบว่า แขนต่อขยับตัวได้เล็กน้อยซึ่งแสดงว่าจุดที่ Pin lock เกิดการหลวมคลอน ซึ่งวัดค่า การขยับตัวได้ประมาณ 15 ไมครอน จึงทำให้การอ่านค่าที่ Dial gage ผิดพลาดได้

จากข้อบกพร่องดังกล่าวของเครื่องมือวัด ได้ทำการแก้ไขโดยทำการเปลี่ยน Pin lock ตัวใหม่ และทำการตรวจวัดการขยับตัวของแขนต่อได้ค่าเท่ากับ 4 ไมครอน จากนั้นทำการประเมินผลการวัด โดยใช้พนักงานชุดเดียวกับที่ประเมินครั้งแรก ได้ผลการประเมินดังตารางที่ 4.41

ตารางที่ 4.41 ผลการปรับปรุงเครื่องมือวัดหมายเลขที่ 1 ครั้งที่ 2

MSA STUDY : Inspection tool list for Knuckle process line Variable characteristic					After Improvement 2 nd						
OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	$\bar{X}$ diff	$\bar{\bar{R}}$	%EV	%AV	%R&R	%PV	%Bias
10	1	TOOL FOR MEASURING CENTER	T - IT – 159								
		DIAL GAUGE	No. 2929FB – 62	150 ± 0.2	0.001	0.004	19.4	2.4	19.5	98.1	4.25

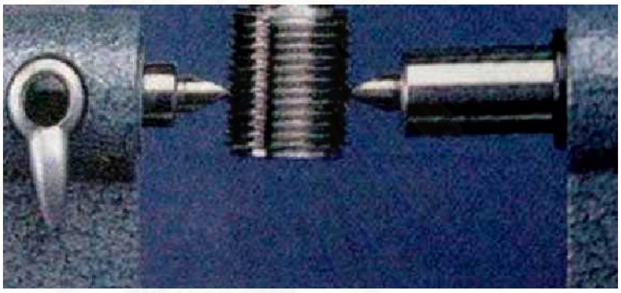
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

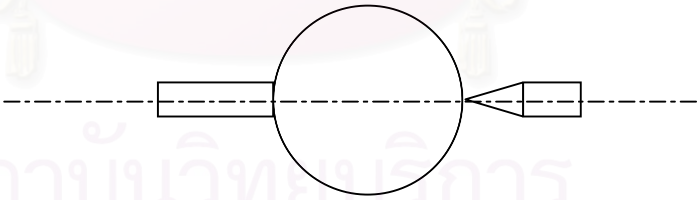
2. **เครื่องมือวัดหมายเลข** 4 Tool No. TCM-25 DM

ตารางที่ 4.42 ผลการประเมินเครื่องมือวัด No. TCM - 25 DM

OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	$\bar{X}$ diff	$\bar{\bar{R}}$	%EV	%AV	%R&R	%PV	%Bias
130	4	THREAD MICROMETER	TCM – 25 DM	ϕ16.826 0 / + 0.15	0.001	0.003	23.3	3.7	23.6	97.2	2.67

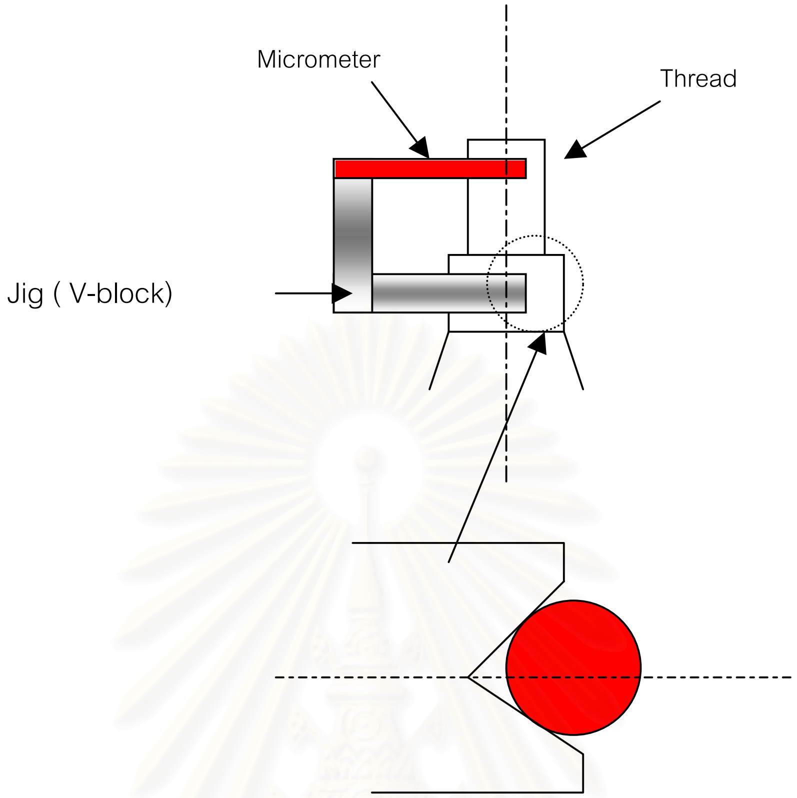
ด้านความแม่นยำ พิจารณา ผลการปรับปรุงครั้งแรกจะเห็นว่า %G R&R อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมได้ 23.6 % (ต่ำกว่า 30 %) แต่ถ้าดู % EV ประกอบด้วยแล้วจะเห็นว่าสามารถ ที่จะปรับปรุงให้ลดลงได้อีก





รูปที่ 4.27 ภาพแสดงการวัดด้วยเครื่องมือวัด no. TCM 25 DM

พิจารณาวิธีการวัดแบบนี้แล้วจะเห็นว่า การที่จะทำให้ Alignment และ ตำแหน่งของการวัดอยู่ในแนวเส้นศูนย์กลางตลอดนั้นกระทำได้ยาก เนื่องจากปากวัดด้านหนึ่งเป็นปลายแหลม และอีกด้านหนึ่งเป็นตัว V ดังนั้นเพื่อลดความผันแปรดังกล่าว จึงได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการวัด ซึ่งมีลักษณะดังนี้



รูปที่ 4.28   ภาพแสดงJIG ของเครื่องมือวัด no. TCM 25 DM

จากรูปจะเห็นว่า อุปกรณ์ช่วยวัดที่มีลักษณะเป็นตัว V จะเป็นตัวกำหนดตำแหน่งและ Alignment ในการวัดในแนว Center ได้ดี เพราะค่าพิกัดของเพลาที่ใช้อ้างอิงเท่ากับ 12 ไมครอน และจะทำให้พนักงานสามารถใช้งานเครื่องมือวัดนี้ได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น จากนั้นทำการประเมินผลการวัดของพนักงานอีกครั้ง ได้ดังตาราง

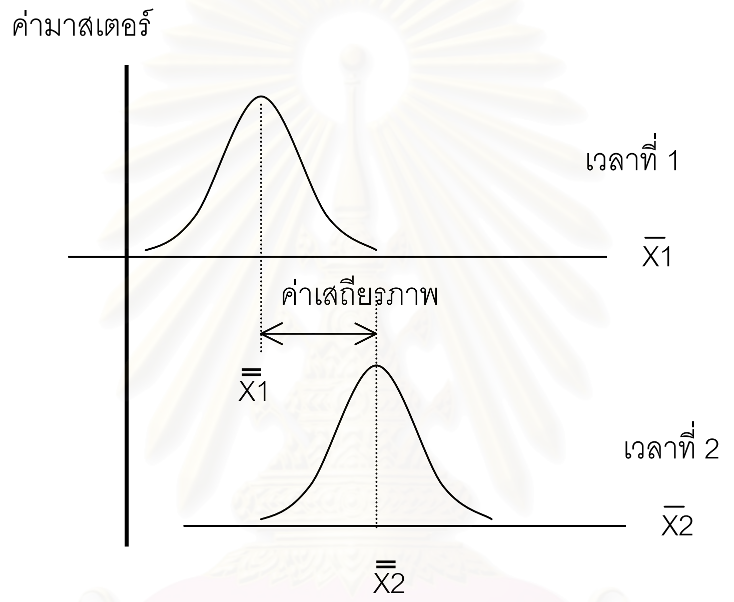
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.43 ผลการปรับปรุงเครื่องมือวัดหมายเลขที่ 4 ครั้งที่ 2

MSA STUDY : Inspection tool list for Knuckle process line Variable characteristic					After Improvement 2 nd						
OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	$\bar{X}$ diff	$\bar{\bar{R}}$	%EV	%AV	%R&R	%PV	%Bias
130	4	THREAD MICROMETER	TCM – 25 DM	ϕ16.826 0 / + 0.15	0.001	0.002	18.8	4.6	19.4	98.1	2.67

4.2.6 การประเมินคุณสมบัติด้านเสถียรภาพของระบบการวัด

หลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงระบบการวัด และสอบเทียบเครื่องมือวัดแล้วจะต้องทำการ ควบคุมเครื่องมือวัดโดยการประเมินคุณสมบัติด้านเสถียรภาพของเครื่องมือวัดซึ่งหมายถึง คุณสมบัติด้านอายุการใช้งานของเครื่องมือวัด โดยทำการวัดชิ้นงานมาสเตอร์ชิ้นหนึ่งตลอดช่วงเวลา ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ทำการวัดทุกวันที่มีการทำงาน



รูปที่ 4.29 ความหมายด้านคุณสมบัติด้านเสถียรภาพของระบบการวัด

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. กำหนดงานมาตรฐานในการวัดขึ้นมาชิ้นหนึ่งจากกระบวนการผลิต
2. ทำการวัดงานมาสเตอร์นี้ 3 ครั้ง ทุกวันที่มีการทำงานและก่อนเริ่มการใช้เครื่องมือวัด
3. พล็อตกราฟแผนภูมิควบคุม $\bar{X}-R$ Chart
4. วิเคราะห์ความมีเสถียรภาพจากแผนภูมิควบคุม ซึ่งถ้าหากมีปัญหาความไม่เสถียรภาพแล้ว แผนภูมิ $\bar{X}-R$ จะแสดงสภาวะออกนอกการควบคุม
5. ให้ทำการประเมินค่าเสถียรภาพของระบบการวัด โดยที่

ความมีเสถียรภาพ = $\bar{\bar{X}}_2 - \bar{\bar{X}}_1$

โดยที่ $\bar{\bar{X}}_1$ คือ ค่าเฉลี่ยทั้งหมดเมื่อเริ่มศึกษา

$\bar{\bar{X}}_2$ คือ ค่าเฉลี่ยทั้งหมดเมื่อพบการออกนอกการควบคุมของแผนภูมิ $\bar{X}$ จากสาเหตุด้านปัจจัยภายในของระบบการวัด

จากนั้น ให้ทำการประเมิน % ความมีเสถียรภาพ เมื่อเทียบกับความคลาดเคลื่อนอนุโลมที่ยอมให้ (ในกรณีใช้ระบบการวัดในการประเมินผลงานดี เสีย) หรือให้ประเมิน % ความมีเสถียรภาพเทียบกับความผันแปรในกระบวนการ (ในกรณีที่ใช้ระบบการวัดในการประเมินงานในกระบวนการผลิต) โดยที่

% ความมีเสถียรภาพของความคลาดเคลื่อนอนุโลม = $\dfrac{\bar{\bar{X}}_2 - \bar{\bar{X}}_1}{USL - LSL} \times 100\%$

% ความมีเสถียรภาพของกระบวนการ = $\dfrac{\bar{\bar{X}}_2 - \bar{\bar{X}}_1}{\text{ความผันแปรของกระบวนการ}} \times 100\%$

และโดยทั่วไปแล้ว ต้องมีการประเมินค่า % ความมีเสถียรภาพที่ได้ด้วย โดยมีกฎเกณฑ์คือ

% ความเสถียรภาพ $<$ 5% อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้โดยไม่ต้องแก้ไข

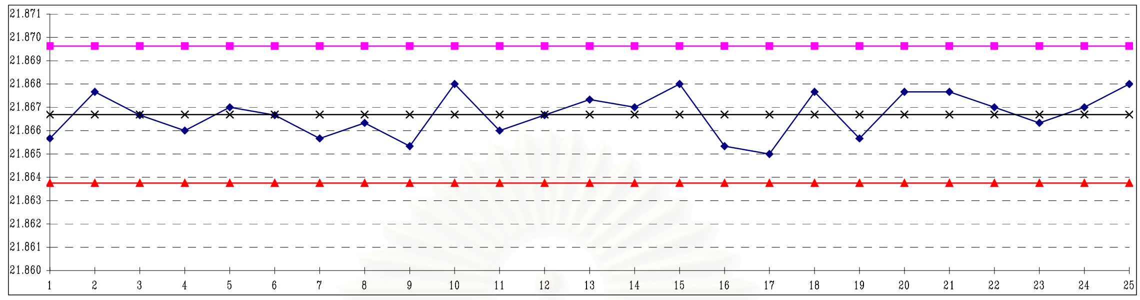
5% $\leq$ % ความเสถียรภาพ $<$ 10% อาจจะยอมรับได้ (ให้พิจารณาปัจจัยอื่น ๆ อาทิ การประยุกต์ใช้ ค่าใช้จ่าย ฯลฯ)

% ความเสถียรภาพ $\geq$ 10% ไม่สามารถยอมรับได้ ต้องค้นหาสาเหตุแล้วทำการแก้ไข (ทบทวนระยะเวลาในการสอบเทียบใหม่)

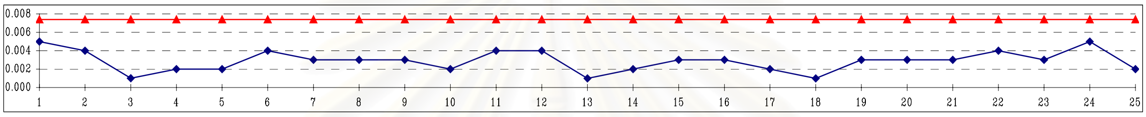
อย่างไรก็ตาม ในการประเมินความมีเสถียรภาพของ ระบบการวัดนี้ ไม่จำเป็นที่จะต้องประเมินผลออกมาดังสมการข้างต้นเสมอไป เนื่องจากว่าแผนภูมิ ควบคุม $\bar{X} - R$ สามารถตรวจจับสาเหตุความผันแปรแบบผิดธรรมชาติได้ ดังนั้นต้องพยายามลดความผันแปรจากสาเหตุธรรมชาติลงโดยการพิจารณาจาก ความกว้างของพิกัดควบคุมของแผนภูมิ X ซึ่งจะต้องพยายามทำให้แคบลงอย่างต่อเนื่อง

4.2.1.1 ตัวอย่างผลการประเมินเครื่องมือวัด No. 6294678

ตารางที่ 4.44 $\bar{X}$ – R Chart ของเดือนที่ 1



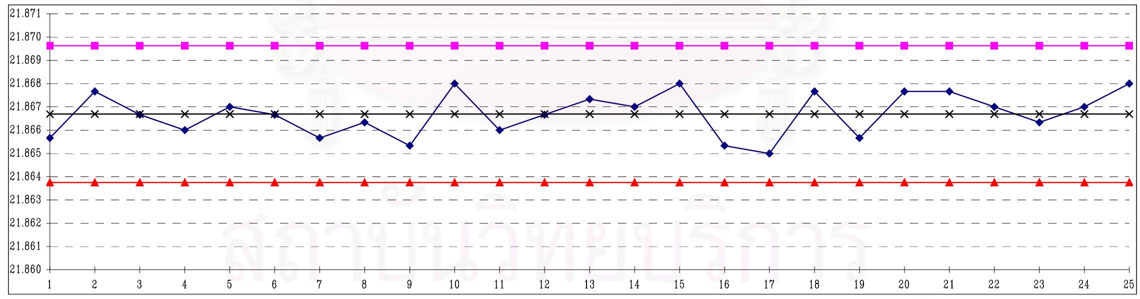
R BAR = 0.00288 UCL = 0.0074016 LCL = 0 RANGES (R CHART)



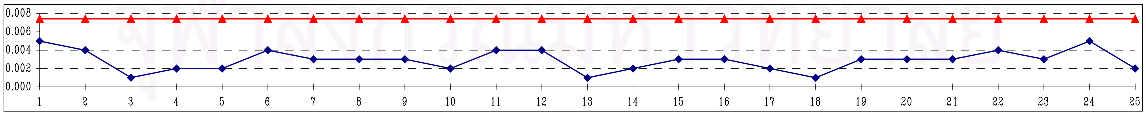
DATE / TIME	1st pie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
READINGS 1		21.866	21.869	21.867	21.867	21.866	21.866	21.864	21.868	21.864	21.869	21.866	21.865
2		21.863	21.869	21.866	21.866	21.867	21.865	21.867	21.866	21.865	21.867	21.864	21.869
3		21.868	21.865	21.867	21.865	21.868	21.869	21.866	21.865	21.867	21.868	21.868	21.866
4													
5													
SUM		65.597	65.603	65.600	65.598	65.601	65.600	65.597	65.599	65.596	65.604	65.598	65.600
X BAR		21.866	21.868	21.867	21.866	21.867	21.867	21.866	21.866	21.865	21.868	21.866	21.867
R		0.005	0.004	0.001	0.002	0.002	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002	0.004	0.004

DATE / TIME	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
READINGS 1	21.868	21.866	21.869	21.864	21.864	21.868	21.866	21.869	21.869	21.869	21.868	21.864	21.869
2	21.867	21.867	21.869	21.865	21.865	21.868	21.864	21.868	21.866	21.865	21.866	21.868	21.868
3	21.867	21.868	21.866	21.867	21.866	21.867	21.867	21.866	21.868	21.867	21.865	21.869	21.867
4													
5													
SUM	65.602	65.601	65.604	65.596	65.595	65.603	65.597	65.603	65.603	65.601	65.599	65.601	65.604
X BAR	21.867	21.867	21.868	21.865	21.865	21.868	21.866	21.868	21.868	21.867	21.866	21.867	21.868
R	0.001	0.002	0.003	0.003	0.002	0.001	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.005	0.002

ตารางที่ 4.45 $\bar{X}$ – R Chart ของเดือนที่ 2



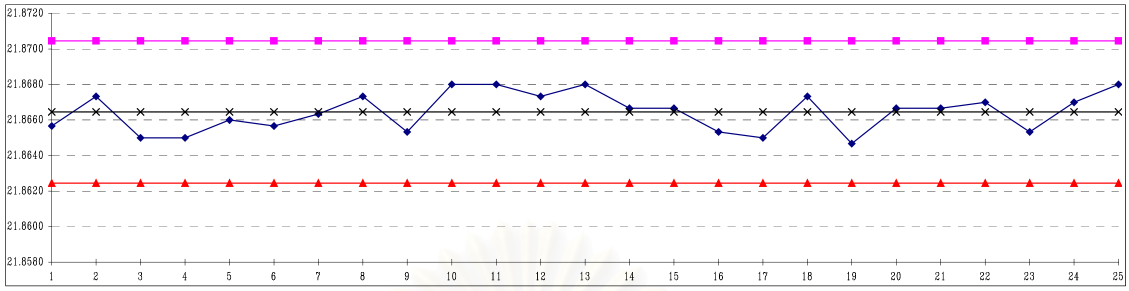
R BAR = 0.00288 UCL = 0.0074016 LCL = 0 RANGES (R CHART)



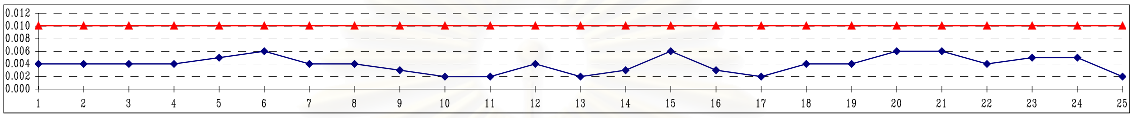
DATE / TIME	1st pie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
READINGS 1		21.866	21.869	21.867	21.867	21.866	21.866	21.864	21.868	21.864	21.869	21.866	21.865
2		21.863	21.869	21.866	21.866	21.867	21.865	21.867	21.866	21.865	21.867	21.864	21.869
3		21.868	21.865	21.867	21.865	21.868	21.869	21.866	21.865	21.867	21.868	21.868	21.866
4													
5													
SUM		65.597	65.603	65.600	65.598	65.601	65.600	65.597	65.599	65.596	65.604	65.598	65.600
X BAR		21.866	21.868	21.867	21.866	21.867	21.867	21.866	21.866	21.865	21.868	21.866	21.867
R		0.005	0.004	0.001	0.002	0.002	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002	0.004	0.004

DATE / TIME	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
READINGS 1	21.868	21.866	21.869	21.864	21.864	21.868	21.866	21.869	21.869	21.869	21.868	21.864	21.869
2	21.867	21.867	21.869	21.865	21.865	21.868	21.864	21.868	21.866	21.865	21.866	21.868	21.868
3	21.867	21.868	21.866	21.867	21.866	21.867	21.867	21.866	21.868	21.867	21.865	21.869	21.867
4													
5													
SUM	65.602	65.601	65.604	65.596	65.595	65.603	65.597	65.603	65.603	65.601	65.599	65.601	65.604
X BAR	21.867	21.867	21.868	21.865	21.865	21.868	21.866	21.868	21.868	21.867	21.866	21.867	21.868
R	0.001	0.002	0.003	0.003	0.002	0.001	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.005	0.002

ตารางที่ 4.46 $\overline{X}$ – R Chart ของเดือนที่ 3

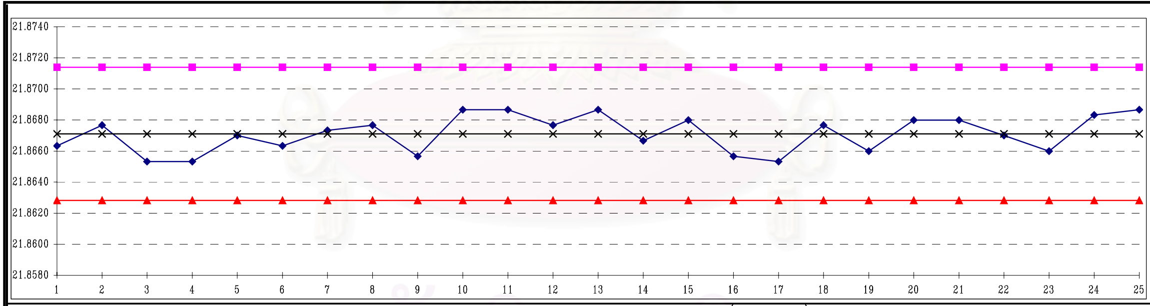


R BAR = 0.00392 UCL = 0.0100744 LCL = 0 RANGES (R CHART)

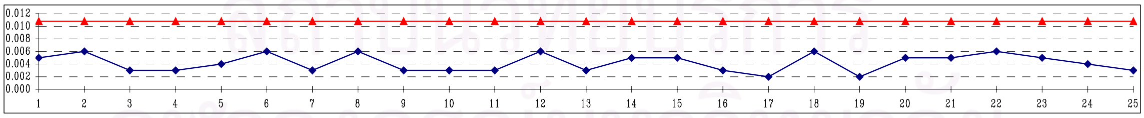


DATE / TIME	1st piece	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
READINGS 1		21.865	21.869	21.867	21.867	21.863	21.863	21.864	21.868	21.864	21.869	21.869	21.865	21.868	21.865	21.869	21.864	21.864	21.865	21.863	21.869	21.869	21.869	21.868	21.864	21.869
2		21.864	21.868	21.863	21.863	21.867	21.865	21.867	21.869	21.865	21.867	21.867	21.869	21.867	21.867	21.868	21.865	21.865	21.869	21.864	21.868	21.863	21.865	21.863	21.868	21.868
3		21.868	21.865	21.865	21.865	21.868	21.869	21.868	21.865	21.867	21.868	21.868	21.868	21.869	21.868	21.863	21.867	21.866	21.868	21.867	21.863	21.868	21.867	21.865	21.869	21.867
4																										
5																										
SUM		65.597	65.602	65.595	65.595	65.598	65.597	65.599	65.602	65.596	65.604	65.604	65.602	65.604	65.600	65.600	65.596	65.595	65.602	65.594	65.600	65.600	65.601	65.596	65.601	65.604
X BAR		21.866	21.867	21.865	21.865	21.866	21.866	21.866	21.867	21.865	21.868	21.868	21.867	21.868	21.867	21.867	21.865	21.865	21.867	21.865	21.867	21.867	21.867	21.865	21.867	21.868
R		0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.006	0.004	0.004	0.003	0.002	0.002	0.004	0.002	0.003	0.006	0.003	0.002	0.004	0.004	0.006	0.006	0.004	0.005	0.005	0.002

ตารางที่ 4.47 $\overline{X}$ – R Chart ของเดือนที่ 4

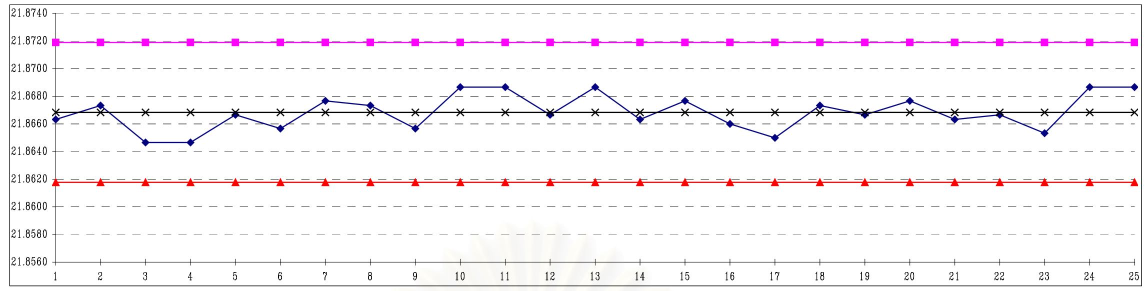


R BAR = 0.0042 UCL = 0.010794 LCL = 0 RANGES (R CHART)

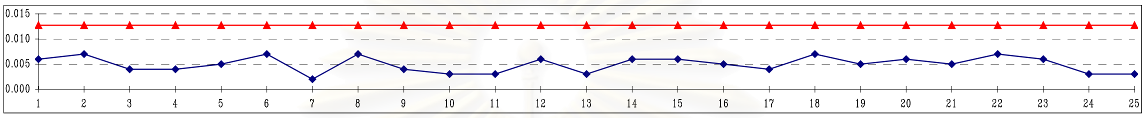


DATE / TIME	1st piece	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
READINGS 1		21.864	21.870	21.867	21.867	21.865	21.865	21.866	21.869	21.866	21.870	21.870	21.864	21.869	21.864	21.870	21.866	21.866	21.864	21.865	21.870	21.870	21.870	21.869	21.866	21.870
2		21.866	21.869	21.865	21.865	21.867	21.864	21.867	21.870	21.864	21.867	21.867	21.870	21.867	21.867	21.869	21.864	21.864	21.870	21.866	21.869	21.865	21.864	21.865	21.869	21.869
3		21.869	21.864	21.864	21.864	21.869	21.870	21.869	21.864	21.867	21.869	21.869	21.869	21.870	21.869	21.865	21.867	21.866	21.869	21.867	21.865	21.869	21.867	21.864	21.870	21.867
4																										
5																										
SUM		65.599	65.603	65.596	65.596	65.601	65.599	65.602	65.603	65.597	65.606	65.606	65.603	65.606	65.600	65.604	65.597	65.596	65.603	65.598	65.604	65.604	65.601	65.598	65.605	65.606
X BAR		21.866	21.868	21.865	21.865	21.867	21.866	21.867	21.868	21.866	21.869	21.869	21.868	21.869	21.867	21.868	21.866	21.865	21.868	21.866	21.868	21.868	21.867	21.866	21.868	21.869
R		0.005	0.006	0.003	0.003	0.004	0.006	0.003	0.006	0.003	0.003	0.003	0.006	0.003	0.005	0.005	0.003	0.002	0.006	0.002	0.005	0.005	0.006	0.005	0.004	0.003

ตารางที่ 4.48 $\bar{X}$ – R Chart ของเดือนที่ 5



R BAR = 0.00496 UCL = 0.0127472 LCL = 0 RANGES (R CHART)



DATE / TIME	1st piece	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
READINGS 1		21.863	21.870	21.867	21.867	21.864	21.864	21.867	21.869	21.867	21.870	21.870	21.863	21.869	21.863	21.870	21.867	21.867	21.863	21.864	21.870	21.866	21.870	21.869	21.867	21.870
2		21.867	21.869	21.864	21.864	21.867	21.863	21.867	21.870	21.863	21.867	21.867	21.868	21.867	21.867	21.869	21.863	21.863	21.870	21.867	21.869	21.864	21.863	21.864	21.869	21.869
3		21.869	21.863	21.863	21.863	21.869	21.870	21.869	21.863	21.867	21.869	21.869	21.869	21.870	21.869	21.864	21.868	21.865	21.869	21.869	21.864	21.869	21.867	21.863	21.870	21.867
4																										
5																										
SUM		65.599	65.602	65.594	65.594	65.600	65.597	65.603	65.602	65.597	65.606	65.606	65.600	65.606	65.599	65.603	65.598	65.595	65.602	65.600	65.603	65.599	65.600	65.596	65.606	65.606
X BAR		21.866	21.867	21.865	21.865	21.867	21.866	21.868	21.867	21.866	21.869	21.869	21.867	21.869	21.866	21.868	21.866	21.865	21.867	21.867	21.868	21.866	21.867	21.865	21.869	21.869
R		0.006	0.007	0.004	0.004	0.005	0.007	0.002	0.007	0.004	0.003	0.003	0.006	0.003	0.006	0.006	0.005	0.004	0.007	0.005	0.006	0.005	0.007	0.006	0.003	0.003

จากการทำการศึกษาเป็นระยะเวลา 5 เดือนยังไม่พบการออกนอกการควบคุมจึงยังไม่มีการทำการคำนวณค่าเสถียรภาพของเครื่องมือวัด แต่แนวทางในการวิเคราะห์ในกรณีที่พบการออกนอกเส้นควบคุมมีดังนี้

1. เมื่อพบการออกนอกการควบคุมจะต้องทำการตรวจสอบให้แน่ใจอีกครั้งว่าเป็นการเกิดขึ้นโดยจากสาเหตุธรรมชาติจริง
2. ถ้าแผนภมิ R แสดงสภาวะออกนอกการควบคุม บ่งชี้ได้ว่าไม่มีความสามารถในการวัดซ้ำ หรือ รีพีททะบิลิตี้ไม่เสถียร ที่มีความจำเป็นต้องค้นหาสาเหตุผิดธรรมชาติภายในกลุ่มย่อยแล้วทำการแก้ไข
3. ถ้าแผนภูมิ $\bar{X}$ แสดงสภาวะออกนอกการควบคุม บ่งชี้ได้ว่าไม่มีความถูกต้องในค่าวัด คือ ค่าไบอัสเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจำเป็นต้องค้นหาสาเหตุผิดธรรมชาติดังกล่าว ถ้าหากสาเหตุมาจากปัจจัยภายนอก ให้ทำการแก้ไข แต่หากสาเหตุมาจากปัจจัยภายใน คือ ความสึกหรอของเครื่องมือวัดแล้ว ให้ทำการระบุช่วงเวลาแล้วดำเนินการสอบเทียบใหม่ (re-calibration period)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.49 ผลการควบคุมเครื่องมือวัดโดยใช้ $\bar{X}$ - R chart

MSA STUDY : Inspection tool list for Knuckle process line ; Variable characteristic					Average($\bar{\bar{X}}$)					
OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	MAY	JUN	JULY	AUG	SEP	
10	1	TOOL FOR MEASURING CENTER	T - IT – 159							
		DIAL GAUGE	No. 2929FB – 62	150 ± 0.2	0.114	0.116	0.115	0.115	0.116	
		DIAL TEST INDICATOR	No. 513 – 404	32.25 ± 0.2	0.076	0.077	0.076	0.078	0.078	
		MASTER	T - IT - 159							
10	2	DIGIMATIC CALIPERS	No. 0015535	ϕ7.2 ± 0.1	7.237	7.235	7.239	7.25	7.24	
20	3	DIGIMATIC MICROMETER	No. 6294678	ϕ21.83 ± 0.05	21.865	21.866	21.867	21.865	21.866	
130	4	THREAD MICROMETER	TCM – 25 DM	ϕ16.826 0 / + 0.15	16.912	16.911	16.912	16.93	16.914	
30	5	SHOR HARDNESS TESTER	HHJ-0614	HS 67~75	70.866	71.213	71.44	71.45	72.026	
40	6	TOOL FOR MEASURING CALIPER	T - IT - 164	0~0.15	0.081	0.082	0.081	0.0814	.077	
		DIAL GAUGE	No. 2929F - 62							
		MASTER	T - IT - 164							
70	7	TOOL FOR MEASURING BOSS POSITION	T - IT - 170							
		DIAL GAUGE No. 1	No. 1929FB - 62	125.285 ± 0.2	125.286	125.287	125.286	125.29	125.289	
		DIAL GAUGE No. 2	No. 1929FB - 62	42.715± 0.2 &	47.792	47.796	47.791	47.795	47.792	
		DIAL TEST INDICATOR	No. PC - 1B							
		DIAL TEST INDICATOR	No. PC - 1B							
160	8	AIR MICRO (JET)	E - AJO - 5016							
		AIR MICRO (MASTER)	E - AJO - 5016	ϕ34.925(-0.002/-0.015)	-0.0007	-0.006	-0.0074	-0.0052	-0.0055	
		FLOW TYPE AIR GAUGES (DOUBLE-COLUMN)	MODEL FT – 5500							

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการปรับปรุงระบบการวัด

ผลจากการที่ได้ดำเนินการศึกษาและทำการปรับปรุงแก้ไขระบบการวัดทั้งแบบ Attribute Characteristic , แบบ Variable Characteristic โดยใช้ “ เทคนิคการวิเคราะห์ระบบการวัด “ สามารถสรุปได้ดังตรางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.0 **สรุปผลการศึกษาการวัดแบบ** “ Variable characteristic “

MSA STUDY : Inspection tool list for Knuckle process line ; Variable characteristic					Before Study		Improve	After study	
OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	Gage R&R	Bias	#	Gage R&R	Bias
10	1	TOOL FOR MEASURING CENTER	T - IT – 159						
		DIAL GAUGE	No. 2929FB – 62	150 ± 0.2	84.8%	13.0%	1	24.7 %	4.25%
							2	19.5 %	4.25%
		DIAL TEST INDICATOR	No. 513 – 404	32.25 ± 0.2	65.5%	3.75%	1	16.9 %	2.0%
		MASTER	T - IT - 159						
10	2	DIGIMATIC CALIPERS	No. 0015535	ϕ7.2 ± 0.1	58.9%	10.5%	1	13.6 %	2.0%
20	3	DIGIMATIC MICROMETER	No. 6294678	ϕ21.83 ± 0.05	58.3%	17.0%	1	17.12%	4.04%
130	4	THREAD MICROMETER	TCM – 25 DM	ϕ16.826 0 /+ 0.15	79.3%	8.27%	1	23.6%	2.67%
							2	19.4	2.67
30	5	REBOUND HARDNESS TESTER	HHJ-0614	HS 67~75	59.2	17.7%	1	19.75%	6.2%
40	6	TOOL FOR MEASURING CALIPER	T - IT - 164	0~0.15	37.8%	8.7%	1	18.9%	6.3%
		DIAL GAUGE	No. 2929F - 62						
		MASTER	T - IT - 164						
70	7	TOOL FOR MEASURING BOSS POSITION	T - IT - 170						
		DIAL GAUGE No. 1	No. 1929FB - 62	125.285 ± 0.2	48.2%	4.0%	1	18.3%	4.75%
		DIAL GAUGE No. 2	No. 1929FB - 62	42.715± 0.2 &	54.0%	3.38%	1	14.6 %	1.13%
		DIAL TEST INDICATOR	No. PC - 1B						
		DIAL TEST INDICATOR	No. PC - 1B						
140	8	AIR MICRO (JET)	E - AJO - 5016	ϕ34.925 (-0.002/-0.015)	53.8%	26.9%	1	19.6%	4.62%
		AIR MICRO (MASTER)	E - AJO – 5016						
		F/T AIR GAUGES (DOUBLE-COLUMN)	MODEL FT - 5500						

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการศึกษาการวัดแบบ " Attribute characteristic "

MSA STUDY : Inspection tool list for Knuckle process line ; Attribute characteristic					Before Study			After Study		
OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Spec To Use	Effectiveness	Prob. False	Prob. miss	Effectiveness	Prob. false	Prob. miss
20	9	SNAP GAUGE	KHCW 50.4 (0/-0.1)	ϕ50.4(0/-0.1)	0.85	0.08	0.25	0.98	0.03	0
20	10	SNAP GAUGE	KHUW 35.35 (+0.05/-0.05)	ϕ35.35 ± 0.05	0.85	0.08	0.25	1.0	0	0
70	11	SNAP GAUGE	KHUW 20 (+0.2/-0.2)	20± 0.2	0.82	0.11	0.29	0.98	0.03	0
60	12	LIMIT PLUG GAUGE	T-IT-169	M 8*1.5	1	0	0	1.0	0	0
90	13	LIMIT PLUG GAUGE	KIPW 14.5 (+0.3/-0.3)	ϕ14.5 ± 0.3	0.87	0.06	0.25	0.98	0.03	0
90	14	LIMIT PLUG GAUGE	KIPW 16 (+0.3/-0.3)	ϕ16.0 ± 0.3	0.90	0.08	0.21	0.98	0.03	0
90	15	LIMIT PLUG GAUGE	KIPW 19 (+0.3/-0.3)	ϕ19. 0 ± 0.3	0.88	0.08	0.25	0.98	0.03	0
130	16	THREAD RING GAUGE	T - IT – 188	M 18*1.5	1	0	0	1.0	0	0
110	17	TOOL FOR MEASURING BOSS TAPER	T - IT - 180	0(+1.0/0)	0.92	0	0.21	1.0	0	0
110	18	TOOL FOR MEASURING BOSS TAPER	T - IT - 181	0 ±0.5	0.87	0.08	0.21	1.0	0	0
50	19	SPECIAL GAGE	T-IT-167	19.0 0 / + 0.1	0.85	0.08	0.25	0.97	.06	0
120	20	WIDTH GAGE	KGWW 5.0	5 +0.3 / - 0.1	0.83	0.11	0.29	0.98	0.03	0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1 **ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระบบการวัด**

จากผลการศึกษาจะพบว่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระบบการวัดครั้งนี้พบว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดความผิดพลาดในระบบการวัดนั้นมี 3 ปัจจัยหลักใหญ่ๆ และเรียงตามลำดับความสำคัญได้ดังนี้คือ

1. **ปัจจัยด้านพนักงานวัด**

พนักงานวัดที่ใช้สำหรับสายการผลิตมีจำนวน 10 คนและในพนักงานชุดนี้เองนั้จะต้องมีการหมุนเวียนการปฏิบัติหน้าที่ในสายการผลิตอื่นๆหรือแม้แต่ในบางจุดของสายการผลิตเดียวกัน ดังนั้นความผันแปรที่เกิดขึ้นในตัวพนักงานเองจะค่อนข้างมีสูง ประกอบกับในช่วงระหว่างที่ทำการศึกษานั้นอยู่ในช่วงที่เศรษฐกิจไม่ค่อยดี ทำให้ผู้ประกอบการลดจำนวนพนักงานลง จึงทำให้เกิดการหมุนเวียนพนักงานเกิดขึ้น ดังนั้นในจุดนี้เองจึงทำให้ทักษะในการปฏิบัติของพนักงานนั้นลดลงและเวลาในการเรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องมือวัดจึงมีน้อย ดังจะเห็นได้จากผลการวิเคราะห์ในบทที่ 4 ความผันแปรที่เกิดจากพนักงานจะพบเกือบทุกๆเครื่องมือวัดที่ทำการศึกษา และความผิดพลาดต่างๆที่เกิดขึ้นนั้นก็มีสาเหตุมาจาก

- การทำ Work rotation หมายถึงการหมุนเวียนพนักงานลงในจุดทำงานเดียวกัน โดยไม่ได้กำหนดวิธการในการปฏิบัติไว้ รวมทั้งการย้ายพนักงาน จากหน่วยผลิต อื่นเข้ามาทำงานในสายการผลิตนี้
- ความเข้าใจในเรื่องเครื่องมือวัดของพนักงานยังไม่เพียงพอ
- การให้ความ█โดยการฝึกอบรมทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติยังไม่มีการกำหนดออกมาเป็นแบบแผนที่ชัดเจน

การแก้ไข

- กำหนดระเบียบในการปฏิบัติในการทำ Work rotation หรือการย้ายพนักงานจากจุดทำงานอื่น โดยเฉพาะเรื่องของการฝึกอบรมเป็นสิ่งสำคัญจะต้องมีการ ให้ความรู้เกี่ยวกับ เครื่องมือวัดและสอนวิธีการใช้ เครื่องมือวัดอย่างถูกต้อง พร้อมทั้งให้ลองฝึกปฏิบัติ จนเกิดความชำนาญ ซึ่งสามารถดูได้จากความ สามารถในการวัดซ้ำของตัวพนักงาน และความถูกต้องจากผลการวัด (เครื่องมือวัดที่ใช้ทดสอบต้องผ่านการตรวจสอบแล้ว)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ปัจจัยด้านเครื่องมือวัด

จากผลการศึกษาพบว่าเครื่องมือวัดที่อยู่ในสายการผลิตนั้นบางตัวสึกหรอมากแล้วโดยเฉพาะเครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Attribute Characteristic ดังจะเห็นได้จากการวิเคราะห์ผลการประเมินเครื่องมือวัดในบทที่ 4 และผลจากการนำเครื่องมือวัดไปทำการสอบเทียบดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ผลการตรวจสอบเครื่องมือวัดแบบ Attribute Characteristic

MSA STUDY : Inspection tool list for Knuckle process line ; Attribute characteristic					Accuracy Check		Appearance	Judgement
OP	NO	Measurement Name	Tool No.	Part Spec	GO	NO GO	Check	
20	9	SNAP GAUGE	KHCW 50.4 (0/-0.1)	ϕ50.4(0/-0.1)	*0.033*	*-0.098*	○	NG
20	10	SNAP GAUGE	KHUW 35.35 (+0.05/-0.05)	ϕ35.35 ± 0.05	*0.073*	*-0.037*	○	NG
70	11	SNAP GAUGE	KHUW 20 (+0.2/-0.2)	20± 0.2	*0.221*	-0.198	○	NG
60	12	LIMIT PLUG GAUGE	T-IT-169	M 8*1.5	OK	OK	○	OK
90	13	LIMIT PLUG GAUGE	KIPW 14.5 (+0.3/-0.3)	ϕ14.5 ± 0.3	*-0.321*	0.301	○	NG
90	14	LIMIT PLUG GAUGE	KIPW 16 (+0.3/-0.3)	ϕ16.0 ± 0.3	*-0.305*	*0.317*	○	NG
90	15	LIMIT PLUG GAUGE	KIPW 19 (+0.3/-0.3)	ϕ19. 0 ± 0.3	*-0.309*	0.310	○	NG
130	16	THREAD RING GAUGE	T - IT – 188	M 18*1.5	OK	OK	○	NG
110	17	TOOL FOR MEASURING BOSS TAPER	T - IT - 180	0(+1.0/0)	.097/ 0	-	○	OK
110	18	TOOL FOR MEASURING BOSS TAPER	T - IT - 181	0 ±0.5				
50	19	SPECIAL GAGE	T-IT-167	19.0 0 / + 0.1	0.010	0.102	○	OK
120	20	WIDTH GAGE	KGWW 5.0	5 +0.3 / - 0.1	-*.0131*	.0298	○	NG

Remark : △ Have rust must be replace ○ Small rust can be use ◎ No Rust

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในส่วนเครื่องมือวัดแบบ Variable Characteristic นั้นจากผลการวิเคราะห์จะเห็นว่าจะมีปัญหาในส่วนของความถูกต้องของระบบการวัดซึ่งในส่วนนี้สามารถที่จะปรับแก้ไขไดด้วยการทำการสอบเทียบเครื่องมือวัดใหม่ ดังนั้นความผิดพลาดที่เกิดเจากเครื่องมือวัด ที่มาจากความสึกหรอของเครื่องมือวัด , Error ของเครื่องมือวัด ก็เนื่องมาจากสาเหตุ

- ระยะเวลาในการสอบเทียบของเครื่องมือวัดไม่เหมาะสม
- การบำรุงรักษาเครื่องมือวัดที่อยู่ในระหว่างการใช้งานในสายการผลิตกระทำได้ไม่ดีพอ จะเห็นว่าที่สำหรับวางเครื่องมือวัดนั้นไม่มีอุปกรณ์ป้องกันฝุ่นปิดและผ้าสะอาดไว้คอยเช็คทำความสะอาดหลังจากการใช้งาน

การแก้ไข

- กำหนดระยะเวลา(6 เดือน หรือ 1 ปี โดย ดู Control chart และความถี่ในการใช้งานประกอบ) ของการนำเครื่องมือวัดไปทำการปรับเทียบและตรวจสอบสภาพพร้อมทั้งทำการปรับแก้ไขให้ถูกต้อง
- ทำการควบคุมเครื่องมือวัดที่ใช้อยู่ในสายการผลิตด้วย Control Chart
- จัดทำอุปกรณ์ป้องกันฝุ่นและละอองน้ำมันในที่วางเครื่องมือวัดและมีผ้าสะอาดไว้สำหรับการทำความสะอาดก่อนและหลังการใช้งาน

3. **ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม**

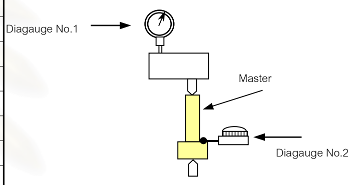
สภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบระบบการวัด แต่ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าการดูแลความสะอาดของเครื่องมือวัดและการบำรุงรักษาเครื่องมือวัด พนักงานที่มีหน้าที่ในการวัดยังไม่มีการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นในส่วนของเอกสารการปฏิบัติงานจึงได้ทำการเพิ่มเติมในส่วนนี้ลงไป

5.3 การปรับปรุงเอกสารการปฏิบัติงาน

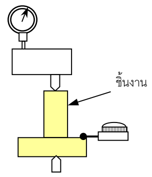
หลังจากที่ได้มีการวิเคราะห์ถึงความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระบบการวัดในส่วนของพนักงานวัด, เครื่องมือวัดมาแล้ว อีกปัจจัยหนึ่งที่ไม่ได้ส่งผลกระทบโดยตรงมากนักแต่ก็ส่งผลต่อคุณภาพของเครื่องมือวัดได้แก่ ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม อันได้แก่เรื่องความสะอาดของเครื่องมือวัด , การดูแลเครื่องมือวัดก่อนและหลังใช้งาน นั้นก็เป็นสิ่งที่พนักงานวัดทุกคนจะต้องปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นในส่วนของเอกสารการปฏิบัติงานจึงได้ทำการเพิ่มเติมในส่วนนี้ลงไป

เอกสารการปฏิบัติงาน Operation Sheet (**การใช้เครื่องมือวัด** T-IT-159)	ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
	ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxxx	xxxxxxxxxx
	หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต		เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้	แก้ไขครั้งที่	หน้าที่
	W-PDM-MA-001	กลึงปอกผิวเพลา		OP-10,20	xxxxxxx	1	1/1

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	ทำความสะอาดโต๊ะงานและชิ้นงานด้วย Oil cleaning	1. T-IT-159	1. ถุงมือผ้า
2	ทำความสะอาด Master ด้วย Oil cleaning	2. Diagauge No.513-404	2. เศษผ้า
3	SET MASTER เข้ากับ JIG เครื่องมือวัดดังรูป 1.1	3. Diagauge No. 2929FB-62	3. Oil cleaner
4	SET DIAL GAUGE 1 เป็น "0"		4 Air Gun
5	SET DIAL GAUGE 2 เป็น "0" โดยแตะหัววัดที่ระนาบของ MASTER ดังรูป 1.1		
6	นำชิ้นงานประกอบเข้ากับ Jig ดังรูป 1.2		
7	อ่านค่าที่ DIAL 1 แล้วลงบันทึกในใบเช็คคุณภาพ (150 $\pm$ 0.2)		
8	ใช้ DIAL 2 แตะที่จุด 1 แล้วอ่านค่า (32.25 $\pm$ 0.2) ทำการบันทึก		
9	นำชิ้นงานออกจาก Jig		
10	ทำความสะอาดเครื่องมือวัดและนำฝาครอบพลากสติกปิดกันฝุ่น		



รูป 1.1



รูป 1.2

เป็นส่วนที่เพิ่มเติมหลังจากการปรับปรุง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.0 การปรับปรุงเอกสารการปฏิบัติงานในส่วนสภาพแวดล้อม

การปรับปรุงเพิ่มเติมในส่วนของวิธีการวัดเนื่องจากปัญหาด้าน Alignment ในการวัดของเครื่องมือวัดหมายเลข TCM –25 DM จึงได้มีการออกแบบ Jig ช่วยในการวัด

เอกสารการปฏิบัติงาน Operation Sheet (การใช้เครื่องมือวัด THREAD MICROMETER)	ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
	ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxxx	xxxxxxxxxx

หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต	เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้	แก้ไขครั้งที่	หน้าที่
W-PDM-MA-004	ทำเกลียวที่ปลายเพลา	OP-130	xxxxxxx	1	1/1

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	ทำความสะอาดชิ้นงานและเครื่องมือวัด	1. T-IT-188	1. ถุงมือผ้า
2	นำ THREAD GAUGE T-IT-188 ทั้ง ตัว GO และตัว NO GOวัดความยาวเกลียวและ	2. TMCNo.25 DM	2. เศษผ้า
	ความโตเกลียวโดยหมุนเข้าตามรอยเกลียว		3. Oil cleaner
3	ตัว GO เข้าได้ , ตัว NO GO เข้าไม่ได้ .----> ชิ้นงาน OK		
4	ตัว GO เข้าไม่ได้ .----> ชิ้นงาน NG		
5	ตัว GO เข้าได้ , ตัว NO GO เข้าได้ .----> ชิ้นงาน NG		
6	หมุนปาก MICRO เข้ามาชนกันดังรูป 1.3 โดยใกล้ๆชนให้หมุนที่ Knob " B " แล้วกดปุ่มReset		
	เป็น " 0 "		
7	ใช้ THREAD MICRO วัดความโตเกลียว แล้วอ่านค่าที่หน้าปัทม์ STD (16.826 0 / + 0.150)		
	ดังรูปที่ 1.4		
8	ทำการบันทึกค่าที่อ่านได้ลงในใบ Check Sheet		
9	ทำความสะอาดเครื่องมือวัด		

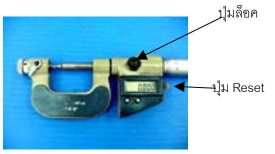
GO

รูปที่ 1.1

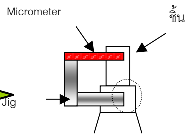
NO GO

รูปที่ 1.2

รูปที่ 1.3



รูปที่ 1.4



เป็นส่วนที่เพิ่มเติมหลังจากการปรับปรุง

รูปที่ 5.1 การปรับปรุงเอกสารการปฏิบัติงานในส่วนวิธีการวัด

ในการปรับปรุงเอกสารการปฏิบัติงานทั้งหมดสามารถดูได้ที่ภาคผนวก ค

ตารางที่ 5.3 สรุปแผนงานการวิเคราะห์และการปรับปรุงระบบการวัด

			‘ 42			‘ 43											
No.	งานที่ทำ	ผู้รับผิดชอบ	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	ศึกษาข้อมูลปัจจุบันของระบบการวัด	ผู้วิจัย															
2	จัดทำรายการเครื่องมือวัดที่จะศึกษา	ผู้วิจัย															
3	กำหนดพนักงานที่จะทำการศึกษา	ผู้วิจัย หัวหน้างาน															
4	จัดทำเอกสารการปฏิบัติงานพร้อมภาพประกอบ	ผู้วิจัย หัวหน้างาน															
5	ทำการเก็บข้อมูลก่อนการปรับปรุง	ผู้วิจัย หัวหน้างาน															
6	รวบรวมข้อมูลการประเมินผล	ผู้วิจัย															
7	ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้	ผู้วิจัย															
8	ค้นหาสาเหตุของข้อผิดพลาดในระบบการวัดที่สายการผลิต	ผู้วิจัย หัวหน้างาน															
9	สอบเทียบเครื่องมือวัดทั้งหมด	พนักงาน QC															
11	ทำการปรับปรุงระบบการวัด	ผู้วิจัย หัวหน้างาน															
10.	จัดหาเครื่องมือวัดทดแทน (สำหรับที่ใช้ไม่ได้)	ผู้วิจัย หัวหน้างาน															
11	จัดที่วางเครื่องมือใหม่	หัวหน้างาน															
12	กำหนดวิธีการบำรุงรักษา	หัวหน่างาน ผู้วิจัย															
13	ทำการฝึกอบรมพนักงานวัด	หัวหน่างาน ผู้วิจัย															
14	ทบทวนแก้ไขคู่มือการปฏิบัติงาน	หัวหน่างาน ผู้วิจัย															
15	ทำการประเมินระบบการวัดครั้งที่ 2	หัวหน่างาน ผู้วิจัย															
16	สรุปผลการประเมินระบบ	ผู้วิจัย															

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ในการพัฒนาระบบการวัดสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์หรือชิ้นส่วนอื่นๆ ที่ลักษณะของการผลิตแบบสายการผลิตและลักษณะการขึ้นรูปโดยใช้เครื่องจักรนั้น ยังไม่ค่อยได้ให้ความสำคัญกับระบบการวัดเท่าไหร่โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าโรงงานผลิตชิ้นส่วนนั้นยังไม่ได้เข้าสู่ระบบคุณภาพ QS-9000 แล้ว เรื่องการจัดการเกี่ยวกับระบบการวัดยิ่งไม่ได้ให้ความสำคัญเลย

ดังนั้นในงานวิจัยฉบับนี้ จะเป็นการสนับสนุนแนวทางการพัฒนาระบบการวัดสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วน การยกระดับคุณภาพของการวัดให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การพัฒนาระดับความรู้ความเข้าใจในระบบการวัดให้กับพนักงานวัด และเป็นพื้นฐานในการพัฒนากระบวนการผลิตต่อไป

จากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญที่ช่วยในการพัฒนาระบบการวัดสำเร็จ และองค์ประกอบที่เป็นอุปสรรคในการพัฒนาระบบการ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

องค์ประกอบที่สนับสนุนงานวิจัย

1. ความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาระบบคุณภาพของโรงงานตัวอย่างซึ่งเป็นนโยบายจากผู้บริหารระดับสูงออกมาอย่างชัดเจน
2. ได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณในการพัฒนาระบบการวัดจากโรงงานตัวอย่าง
3. ได้รับการสนับสนุนทางด้านเวลาที่ใช้ในการศึกษาจากหน่วยงานที่ผู้วิจัยปฏิบัติอยู่และจากโรงงานตัวอย่าง
4. ได้รับความร่วมมือจากพนักงานและหัวหน้างานในสายการผลิตที่ทำการศึกษา

องค์ประกอบที่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนา

1. ระดับพื้นฐานความรู้ของพนักงานแต่ละคนมีไม่เท่ากัน จึงทำให้การฝึกอบรมพนักงานวัดจะต้องแยกเป็น 2 ระดับ
2. ในระหว่างการศึกษานั้นมีการโยกสับเปลี่ยนพนักงานวัดระหว่างสายการผลิตชั่วคราวทำให้ต้องเสียเวลารอเนื่องจากมีการลดกำลังคนในช่วงที่ทำการศึกษา
3. เครื่องมือวัดมีเพียงชุดเดียวทำให้ตอนทำ Re-calibration นั้นจะใช้เวลามากเป็นพิเศษเพราะไม่สามรถทำพร้อมๆกันได้
4. หน่วยงานทีรับผิดชอบการตรวจสอบดูแลเครื่องมือวัดไม่มี เวลาการตรวจสอบจะต้องส่งออกไปข้างนอกและไม่มีเครื่องมือสำหรับตรวจสอบด้วยซึ่งหน่วยงานนี้จำเป็นมากสำหรับการดูแลและติดตามหลังจากที่ได้ปรับปรุงระบบการวัดแล้วเครื่องมือ

5.4.1 การคำนวณพิกัดความเผื่อของลิมิตเกจ

ในสภาวะปัจจุบันการแข่งขันทางด้านต้นทุนการผลิต ทำให้ทางโรงงานต่างๆพยายามที่จะใช้ของที่ทำเองหรือสั่งทำภายในประเทศ ดังนั้นในส่วนของเครื่องมือวัดที่เป็นแบบ GO , NOGO gage เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่าย เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพการผลิตเครื่องมือวัดและไม่ให้ส่งผลต่อระบบการวัด การนำเทคนิคการคำนวณพิกัดความเผื่อของลิมิตเกจมาใช้เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบสำหรับการผลิตเครื่องมือวัดดังกล่าว ซึ่งดูได้จากตารางที่ 5.4 และวิธีการคำนวน เครื่องมือวัดประเภท Limit gage

ตารางที่ 5.4 สูตรการคำนวนพิกัดความเผื่อของ **Shaft** และ **Hole**

Limit Gage for Shaft	GO Gage	Upper limit	Call side + U – Z + H/2
		Lower limit	Call side + U – Z - H/2
		Wear limit	U + y
	NO GO Gage	Upper limit	Call side + L + H/2
		Lower limit	Call side + L - H/2
Limit Gage for Hole	GO Gage	Upper limit	Call side + L + Z + H/2
		Lower limit	Call side + L + Z - H/2
		Wear limit	L - y
	NO GO Gage	Upper limit	Call side + U + H/2
		Lower limit	Call side + U - H/2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน่วย = ไมโครเมตร (μ)

	เกรด 1			เกรด 2			เกรด 3			เกรด 4		
ขนาด	Z	H	y	Z	H	y	Z	H	y	Z	H	y
1 > 3	-	-	-	2	2	1.5	3	3	2	6	4	0
3 > 6	2	1.5	1	3	2.5	1.5	4	4	2	7	5	0
6 >10	2	1.5	1	3	2.5	1.5	4	4	2	8	6	0
10 > 18	3	2	1.5	4	3	1.5	5	5	2	9	8	0
18 > 30	3	2.5	1.5	4	4	1.5	6	6	2	11	9	0
30 > 50	4	2.5	2	5	4	2	7	7	3	13	11	0
50 > 80	5	3	2	6	5	2	9	8	3	15	13	0
80 > 120	6	4	3	8	6	3	11	10	4	17	15	0
120 > 180	7	5	3	9	8	3	12	12	5	20	18	0
180 > 250	7	7	2	10	10	2	14	14	3	25	20	-4
250 > 315	8	8	2	12	12	2	16	16	2	28	23	-6
315 > 400	10	9	2	14	13	0	18	18	2	31	25	-7
400 >	12	10	2	16	15	0	20	20	1	35	27	-9

ตัวอย่างการคำนวณ

1. Snap gauge KHUW 35.35 $\pm$ 0.05 (**เกรด** 4)

ด้าน Go Gage

Upper limit = Call size + U – Z + H/2

= 35.35 + 0.05 – 0.013 + 0.011/2

= 35.3925 มม

Lower Limit = Call size + U – Z – H/2

= 35.35 + 0.05 – 0.013 - 0.011/2

= 35.3815 มม

Ware Limit = U + y

= 0.05 + 0

= 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ด้าน NO GO Gage	Upper limit	=	Call size + L + H/2
		=	35.35 + (- 0.05) + 0.011/2
		=	35.3055 มม
	Lower Limit	=	Call size + L – H/2
		=	35.35 + (-0.05) - 0.011/2
		=	35.2945 มม

2. Limit plug gauge KIPW 14. 5 ± 0.3 (**เกรด** 4)

ด้าน Go Gage	Upper limit	=	Call size + L + Z + H/2
		=	14.50 + (- 0.3) + 0.009 + 0.008 / 2
		=	14.213 มม
	Lower Limit	=	Call size + L + Z – H/2
		=	14.50 + (-0.3) + 0.009 - 0.008 / 2
		=	14.205 มม
	Ware Limit	=	L - y
		=	(-0.3) - 0
		=	- 0.3
ด้าน NO GO Gage	Upper limit	=	Call size + U + H / 2
		=	14.5 + 0.3 + 0.008 / 2
		=	14.804 มม
	Lower Limit	=	Call size + U – H/2
		=	14.5 + 0.3 - 0.008 / 2
		=	14.796 มม

หมายเหตุ ข้อมูลในตารางและสูตรการคำนวณอ้างอิงจาก JIS Hand Book , . Mechanical Instrumentation , แต่มีการปรับแก้ไขตัวเลขเพื่อให้เหมาะสมกับ กระบวนการผลิต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4.2 การตรวจติดตามเครื่องมือวัดในสายการผลิต

การควบคุมติดตามเครื่องมือวัดที่มีใช้อยู่ในกระบวนการผลิตให้มีความถูกต้องเสมอ เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อคุณภาพของระบบการวัด ดังนั้นระบบการวัดที่ดีจะต้องมีระบบการควบคุมและติดตามสถานะภาพของเครื่องมือวัด ให้มีความพร้อมและถูกต้องเสมอ โดยที่เครื่องมือวัดที่มีใช้อยู่ใน สายการผลิตนั้น อาจจะเป็นเครื่องมือวัดแบบ Attribute Characteristic หรือ เครื่องมือวัดแบบ Variable Characteristic ก็ตามเราจะต้องควบคุมทั้งสองอย่าง วิธีการควบคุมอาจจะมีหลายรูปแบบ หลายระบบ เช่น ทั่วๆไป ก็จะใช้วิธีการจัดทำรายการเครื่องมือวัดที่มีใช้ทั้งหมด แล้วทำการควบคุม เครื่องมือวัดเหล่านั้น ซึ่งวิธีนี้การตรวจติดตามจะถูกกระทำโดยผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบเท่านั้น และใน การจะดูว่าเครื่องมือวัด อันไหนที่อยู่ ในการควบคุมหรือ ได้รับการสอบเทียบมา แล้วจะต้องดูประกอบ กับใบรายการควบคุม ซึ่งจะทำ ให้เกิดความยุ่งยากและบางครั้งอาจจะเกิดความผิดพลาดได้ ดังนั้นเพื่อที่จะป้องกันการ ผิดพลาด และเพื่อให้ง่ายต่อการควบคุม เราจะใช้การควบคุมแบบ Visual Check ควบคู่ไปกับการจัดทำรายการเครื่องมือวัด และ ระบบ Visual Check ที่เราแนะนำนี้จะเป็น ระบบการควบคุมที่เราเรียกว่า Color & Number Control method

สีเหลือง	พ.ศ 2543	สีส้ม	พ.ศ 2544	สีเขียว	พ.ศ 2545
	พ.ศ 2546		พ.ศ 2547		พ.ศ 2548
	พ.ศ 2549		พ.ศ 2550		พ.ศ 2551

ตัวเลขในวงกลมแทนเดือน (1,2,3.........11,12)

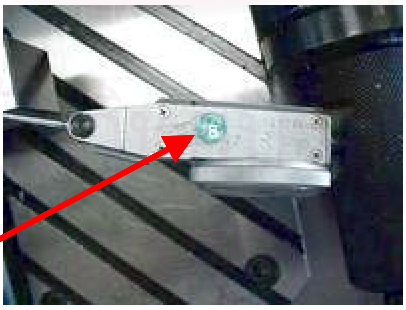
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง ถ้าที่เครื่องมือวัดติด Sticker สีส้ม เบอร์ 2

ความหมาย คือ เครื่องมือวัดชิ้นนี้จะยืนยันความถูกต้องจนถึงสิ้นเดือน 2 ปี พ.ศ 2544 หลังจากนั้นจะต้องนำเครื่องมือวัดมาทำการตรวจสอบหรือสอบเทียบใหม่และรับการติด Sticker ใหม่

Sticker

รูปที่ 5.2 ภาพแสดงการติดสติกเกอร์ที่เกจ GO-NO GAGE



Sticker

รูปที่ 5.3 ภาพแสดงการติดสติกเกอร์ที่เกจ Dia indicator

5.5 แนวทางสำหรับการวิจัยในอนาคต

ในการปรับปรุงพัฒนาระบบการวัดจะต้องทำการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องและขยายผลการพัฒนาระบบการวัด ให้กับสายการผลิตอื่นๆ ตลอดจนครอบคุมทั้งโรงงาน สิ่งที่จะต้องดำเนินการต่อหลังจากที่มีการปรับปรุงระบบแล้วได้แก่

1. การตรวจติดตามระบบการวัดหลังจากทำการปรับปรุง ว่ายังความสามารถในการวัดยู่หรือไม่ โดยจะต้องทำการประเมินผลซ้ำอีกครั้ง ผลการประเมินต้องยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้
2. การปรับปรุงพัฒนาระบบการวัดอย่างต่อเนื่อง เช่น การปรับปรุงค้นหาวิธีการวัดใหม่ที่ง่ายต่อการวัด , การออกแบบอุปกรณ์ช่วยวัด, การพัฒนาความรู้ ความสามารถของพนักวัดให้สามารถใช้เครื่องมือวัดได้หลายแบบเพื่อสนับสนุนการทำ work rotation

5.6 สรุปท้ายบท

ผลงานวิจัยฉบับนี้แสดงให้เห็นถึงความมุ่งมั่นของผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทย ที่พยายามพัฒนาตนเองเข้าสู่ระบบคุณภาพที่เป็นสากลมากขึ้น ซึ่งนอกจากการได้การรับรองระบบคุณภาพ ISO 9002 แล้ว ระบบคุณภาพ QS 9000 ก็เป็นเป้าหมายถัดไป ที่อุตสาหกรรมยานยนต์ทุกโรงงานผลิตมุ่งมั่นที่จะเข้าสู่การรับรองในระบบคุณภาพดังกล่าว

จากการนำเทคนิดการวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบคุณภาพ QS 9000 มาใช้ในการพัฒนาปรับปรุงระบบการวัด ถือว่าเป็นการเริ่มต้นที่ดี และผลจากการดำเนินการปรับปรุงระบบการวัดให้เข้ามาอยู่ในเกณฑ์มาตราฐานการยอมรับของระบบคุณภาพ QS 9000 ได้ ทำให้เกิดความมุ่งที่จะเข้าสู่ระบบคุณภาพ QS 9000 อย่างเป็นทางการต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

หนังสือ

ภาษาไทย

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ . สถิติสำหรับงานวิศวกรรม เล่ม 2 ;สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น) , กรุงเทพฯ, 2540

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ . การวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA) ;สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น) , กรุงเทพฯ ,2542

เบงคิจิ โมริยามา ปริทรรศน์ พันธุบรรยงก์ และประสงค์ ศรีเจริญชัย แปล เทคนิคเครื่องมือวัดเชิงกล ; สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น) , กรุงเทพฯ , 2536

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ , Ph.D , จันทนา จันทโร , วศ.ม <u>สถิติสำหรับงานวิศวกรรม</u> พฤษภาคม 2536

สมภพ ตลับแก้ว การกำหนดวิธีการควบคุมการแปรผันของระบบการวัด ด้วยเทคนิค GR&R วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2539

ภาษาอังกฤษ

Automative Industry Action Group (AIAG) , Measurement System Analysis Reference Manual Second Edition , Michigan , USA,1995

Douglas C. Montgomery ; Introduction Statistical Quality Control Third Edition John Wiley & Sons Inc , New York

JIS Handbook , Mechanical Instrumentation ;Japanese Standards Association,1998

Paul J. Drake, Jr . Dimensioning and Tolerancing Handbook ; McGraw – Hill Company, Inc.,1999

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

Cayman Systems 980820 Revision J[Online]. (n.d.). Available from: http://www.qs9000.com[1998,October 12]

ภาคผนวก ก

ผลการประเมินผลก่อนการปรับปรุง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	20
Parts name:	Knuckle	Tool name	Snap gage
Partsno.:	4271406121	Tool No.	KHUW 50.4
Section :	9	Specification	φ50.4 0 / - 0.1

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK	OK	NG	NG
4	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
5	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	NG	OK	OK	NG	NG	NG	NG	OK	NG	NG
11	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	NG	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
-0.048	3		3		3	
-0.045	3		3		3	
0.018		3		0		2
0.031		3		3		3
0.027		3		3		3
-0.038	3			3		3
-0.114		3		0		0
-0.056	3		3		3	
-0.093	3		3		3	
-0.112		1		3		2
0.056		3		3		3
-0.067	3		3		3	
-0.094	3		3		3	
-0.076	3		3		3	
-0.054	3		3		3	
0.011		0		0		0
0.037		3		3		3
-0.055	3		3		3	
-0.092	3		3		3	
-0.078	3		3		3	
Correct	36	19	33	18	33	19
Alarm	0	5	3	6	3	5
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Vanchai	36	19	55	0	5	60
Mr. Sanya	33	18	51	3	6	60
Mr. Narad	33	19	52	3	5	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Vanchai	0.92	0.00	0.21
Mr. Sanya	0.85	0.08	0.25
Mr. Narad	0.87	0.08	0.21

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	20
Parts name:	Knuckle	Tool name	Snap gage
Partsno.:	4271406121	Tool No.	KHUW 35.35
Section :	10	Specification	φ35.35 ± 0.05

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
4	OK	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	OK	OK
5	NG	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	NG	OK	OK	OK	OK	NG	NG	OK	OK	OK
11	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
15	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
16	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

Analysis Data

PART Dimension	1 OK	1 NG	2 OK	2 NG	3 OK	3 NG
-0.064		3		3		3
0.048	3		3		3	
0.075		3		3		3
-0.046	0		0		2	
0.059		0		0		0
-0.032	3		3		3	
-0.022	3		3		3	
-0.027	3		3		3	
-0.017	3		3		3	
0.062		0		2		0
-0.066		3		3		3
0.037	3		3		3	
0.021	3		3		3	
0.073		3		3		3
0.069		3		3		3
0.047	3		3		3	
0.028	3		3		3	
0.019	3		3		3	
0.023	3		3		3	
-0.061		3		3		3
Correct	33	18	33	20	35	18
Alarm	3	6	3	4	1	6
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Vanchai	33	18	51	3	6	60
Mr. Sanya	33	20	53	3	4	60
Mr. Narad	35	18	53	1	6	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Vanchai	0.85	0.08	0.25
Mr. Sanya	0.88	0.08	0.17
Mr. Narad	0.88	0.03	0.25

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	70
Parts name:	Knuckle	Tool name	Snap gage
Partsno.:	4271406121	Tool No.	KHUW 20
Section :	11	Specification	φ20 ± 0.2

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
2	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
3	OK	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK	OK	OK
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	NG	OK	OK	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	NG	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
11	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
12	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
13	OK	NG	OK	OK	OK	NG	NG	OK	OK	OK
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	NG	NG	OK	OK	NG	NG	NG	NG	NG	NG
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
0.344		3		3		3
0.338		3		3		3
0.196	0		2		3	
0.135	3		3		3	
0.121	3		3		3	
0.221		1		3		0
-0.147	3		3		3	
-0.192	3		3		3	
-0.178	3		3		3	
0.211		0		0		0
0.342		3		3		3
0.354		3		3		3
0.194	2		1		3	
0.012	3		3		3	
0.017	3		3		3	
0.121	3		3		3	
0.098	3		3		3	
-0.217		1		3		3
0.141	3		3		3	
-0.276		3		3		3
Correct	32	17	33	21	36	18
Alarm	4	7	3	3	0	6
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Vanchai	32	17	49	4	7	60
Mr. Sanya	33	21	54	3	3	60
Mr. Narad	36	18	54	0	6	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Vanchai	0.82	0.11	0.29
Mr. Sanya	0.90	0.08	0.13
Mr. Narad	0.90	0.00	0.25

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	60
Parts name:	Knuckle	Tool name	Thread gage
Partsno.:	4271406121	Tool No.	T-IT-169
Section :	12	Specification	M 8 * 1.5

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Chantra			Mr. Jiemsak			Mr. Vaschira		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
5	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
11	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
15	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
16	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
	3		3		3	
	3		3		3	
	3		3		3	
		3		3		3
		3		3		3
		3		3		3
	3		3		3	
	3		3		3	
	3		3		3	
		3		3		3
		3		3		3
	3		3		3	
	3		3		3	
		3		3		3
		3		3		3
	3		3		3	
	3		3		3	
	3		3		3	
	3		3		3	
		3		3		3
Correct	36	24	36	24	36	24
Alarm	0	0	0	0	0	0
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Chantra	36	24	60	0	0	60
Mr. Jiemsak	36	24	60	0	0	60
Mr. Vaschira	36	24	60	0	0	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Chantra	1.00	0.00	0.00
Mr. Jiemsak	1.00	0.00	0.00
Mr. Vaschira	1.00	0.00	0.00

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	90
Parts name:	Knuckle	Tool name	Limit Plug gage
Partsno.:	4271406121	Tool No.	KIPW 14.5
Section :	13	Specification	φ14.5 ± 0.3

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Chantra			Mr. Jiemsak			Mr. Vaschira		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
2	NG	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	NG	OK	NG	NG	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
10	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
11	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
14	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
17	OK	NG	NG	OK	NG	NG	OK	OK	OK	OK
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
0.362		3		3		3
-0.314		0		0		0
-0.321		2		0		0
0.211	3		3		3	
0.288	3		3		3	
0.137	3		3		3	
0.158	3		3		3	
0.157	3		3		3	
0.348		3		3		3
0.292	3		3		3	
-0.176	3		3		3	
-0.182	3		3		3	
0.311		3		3		3
-0.343		3		3		3
0.069	3		3		3	
0.351		3		3		3
-0.297	1		1		3	
0.113	3		3		3	
0.218	3		3		3	
0.337		3		3		3
Correct	34	20	34	18	36	18
Alarm	2	4	2	6	0	6
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Chantra	34	20	54	2	4	60
Mr. Jiemsak	34	18	52	2	6	60
Mr. Vaschira	36	18	54	0	6	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Chantra	0.90	0.06	0.17
Mr. Jiemsak	0.87	0.06	0.25
Mr. Vaschira	0.90	0.00	0.25

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	90
Parts name:	Knuckle	Tool name	Limit Plug gage
Partsno.:	4271406121	Tool No.	KIPW 19
Section :		Specification	φ19.0 ± 0.3

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Chantra			Mr. Jiemsak			Mr. Vaschira		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
4	NG	OK	OK	OK	NG	NG	NG	OK	NG	NG
5	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
11	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NG	NG	NG
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	NG	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
20	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
0.113	3		3		3	
0.288	3		3		3	
0.342		3		3		3
-0.313		0		3		2
-0.331		3		3		3
-0.293	3		3		3	
0.061	3		3		3	
0.138	3		3		3	
0.127	3		3		3	
-0.347		3		3		3
-0.294	3		3		0	
0.045	3		3		3	
-0.309		0		0		0
0.126	3		3		3	
0.251	3		3		3	
0.142	3		3		3	
0.308		3		3		3
0.231	3		3		3	
0.364		3		3		3
0.339		3		3		3
Correct	36	18	36	21	33	20
Alarm	0	6	0	3	3	4
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Chantra	36	18	54	0	6	60
Mr. Jiemsak	36	21	57	0	3	60
Mr. Vaschira	33	20	53	3	4	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Chantra	0.90	0.00	0.25
Mr. Jiemsak	0.95	0.00	0.13
Mr. Vaschira	0.88	0.08	0.17

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	130
Parts name:	Knuckle	Tool name	Thread ring gage
Partsno.:	4271406121	Tool No.	T-IT-188
Section :	16	Specification	M 18 * 1.5

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
7	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
8	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
11	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
12	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
17	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
20	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
	3		3		3	
	3		3		3	
	3		3		3	
	3		3		3	
		3		3		3
		3		3		3
		3		3		3
		3		3		3
	3		3		3	
	3		3		3	
	3		3		3	
		3		3		3
	3		3		3	
	3		3		3	
	3		3		3	
		3		3		3
		3		3		3
	3		3		3	
		3		3		3
	3		3		3	
Correct	36	24	36	24	36	24
Alarm	0	0	0	0	0	0
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Vanchai	36	24	60	0	0	60
Mr. Sanya	36	24	60	0	0	60
Mr. Narad	36	24	60	0	0	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Vanchai	1.00	0.00	0.00
Mr. Sanya	1.00	0.00	0.00
Mr. Narad	1.00	0.00	0.00

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	110
Parts name:	Knuckle	Tool name	Tool for measuring boss taper
Partsno.:	4271406121	Tool No.	T-IT-180
Section :	17	Specification	0 + 1.0 / 0

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
2	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	NG	OK	NG	NG	OK	OK	OK	NG	NG	NG
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
10	NG	OK	OK	OK	NG	OK	OK	NG	OK	OK
11	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
12	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
1.15		3		3		3
1.17		3		3		3
0.95	3		3		3	
0.48	3		3		3	
0.67	3		3		3	
1.07		2		0		3
0.76	3		3		3	
0.97	3		3		3	
1.14		3		3		3
1.03		0		1		1
0.98	3		3		3	
1.21		3		3		3
0.77	3		3		3	
1.08		3		3		3
0.45	3		3		3	
0.86	3		3		3	
0.75	3		3		3	
1.25		3		3		3
0.64	3		3		3	
0.66	3		3		3	
Correct	36	20	36	19	36	22
Alarm	0	4	0	5	0	2
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Vanchai	36	20	56	0	4	60
Mr. Sanya	36	19	55	0	5	60
Mr. Narad	36	22	58	0	2	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Vanchai	0.93	0.00	0.17
Mr. Sanya	0.92	0.00	0.21
Mr. Narad	0.97	0.00	0.08

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	110
Parts name:	Knuckle	Tool name	Tool for measuring boss taper
Partsno.:	4271406121	Tool No.	T-IT-188
Section :	18	Specification	0 ± 0.5

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	OK	OK	OK	OK	NG	NG	NG	OK	OK	OK
5	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
7	NG	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	NG	OK	NG	NG	NG	OK	OK	NG	NG	NG
11	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
20	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
0.35	3		3		3	
0.27	3		3		3	
0.47	3		3		3	
0.48	3		0		3	
-0.62		3		3		3
-0.67		3		3		3
-0.52		0		0		0
-0.28	3		3		3	
-0.25	3		3		3	
-0.57		2		1		3
-0.69		3		3		3
0.27	3		3		3	
-0.46	3		3		3	
0.34		3		3		3
0.26	3		3		3	
0.28	3		3		3	
0.34	3		3		3	
0.32	3		3		3	
-0.67		3		3		3
-0.58		3		3		3
Correct	36	20	33	19	36	21
Alarm	0	4	3	5	0	3
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Vanchai	36	20	56	0	4	60
Mr. Sanya	33	19	52	3	5	60
Mr. Narad	36	21	57	0	3	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Vanchai	0.93	0.00	0.17
Mr. Sanya	0.87	0.08	0.21
Mr. Narad	0.95	0.00	0.13

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	50
Parts name:	Knuckle	Tool name	Special gage
Partsno.:	4271406121	Tool No.	T-IT-167
Section :	19	Specification	19 0 / + 0.1

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	NG	NG	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK	NG	NG	NG
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
10	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
11	NG	OK	OK	OK	NG	NG	NG	OK	NG	NG
12	NG	OK	OK	OK	OK	NG	NG	NG	OK	OK
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
17	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
0.043	3		3		3	
0.098	0		0		3	
0.035	3		3		3	
0.067	3		3		3	
-0.043		3		3		3
-0.012		3		0		3
0.015	3		3		3	
0.07	3		3		3	
0.141		3		3		3
0.086	3		3		3	
0.112		0		3		2
0.105		0		2		1
0.056	3		3		3	
0.097	3		3		3	
0.076	3		3		3	
0.132		3		3		3
0.124		3		3		3
0.553	3		3		3	
0.54	3		3		3	
0.119		3		3		3
Correct	33	18	33	20	36	21
Alarm	3	6	3	4	0	3
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Vanchai	33	18	51	3	6	60
Mr. Sanya	33	20	53	3	4	60
Mr. Narad	36	21	57	0	3	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Vanchai	0.85	0.08	0.25
Mr. Sanya	0.88	0.08	0.17
Mr. Narad	0.95	0.00	0.13

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	120
Parts name:	Knuckle	Tool name	Width gage
Partsno.:	4271406121	Tool No.	KGWW 5.9
Section :	20	Specification	5 + 0.3 / - 0.1

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	NG	OK	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
5	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
11	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
12	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
13	NG	OK	OK	OK	OK	OK	NG	NG	NG	OK
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK	OK	NG	NG	NG	NG	NG	NG
16	OK	NG	NG	NG	NG	OK	OK	OK	OK	OK
17	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	NG	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
20	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
0.112	3		3		3	
0.152	3		3		3	
0.181	3		3		3	
-0.124		2		3		3
-0.154		3		3		3
0.098	3		3		3	
-0.16		3		3		3
-0.089	3		3		3	
0.098	3		3		3	
-0.095	3		3		3	
-0.177		3		3		3
-0.163		3		3		3
-0.126		0		1		2
0.185	3		3		3	
0.286	3		0		0	
0.295	0		2		3	
0.173	3		3		3	
-0.113		0		0		0
-0.138		3		3		3
-0.094	3		3		3	
Correct	33	17	32	19	33	20
Alarm	3	7	4	5	3	4
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Vanchai	33	17	50	3	7	60
Mr. Sanya	32	19	51	4	5	60
Mr. Narad	33	20	53	3	4	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Vanchai	0.83	0.08	0.29
Mr. Sanya	0.85	0.11	0.21
Mr. Narad	0.88	0.08	0.17

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการประเมิน

BIAS

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Bias Study

Appraiser Name	Mr. Vanchai
Equipment Number	T-IT-159 2929FB-62
Date	11-Jan-00
Part (to be measured) Number	2
Process Variation or Part spec.	0.400
Reference Value by Lay out inspection	0.133

Part Spec. = USL - LSL

Observed Measurement Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Value	0.150	0.200	0.200	0.200	0.200	0.150	0.200	0.200	0.150	0.200

The observed Average = 0.185

Bias = Observed Average - Reference Value

= 0.185 - 0.133

= 0.05

% Bias = 100 [ABS(Bias) / Process Variation or Part spec.]

= 13.00%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Bias Study

Appraiser Name	Mr. Vanchai
Equipment Number	T-IT-159 513-404
Date	11-Jan-00
Part (to be measured) Number	2
Process Variation or Part spec.	0.400
Reference Value by Lay out inspection	0.167

Part Spec. = USL - LSL

Observed Measurement Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Value	0.180	0.170	0.180	0.180	0.180	0.180	0.190	0.190	0.180	0.190

The observed Average = 0.182

Bias = Observed Average - Reference Value

= 0.182 - 0.167

= 0.02

% Bias = 100 [ABS(Bias) / Process Variation or Part spec.]

= 3.75%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Bias Study

Appraiser Name	Mr. Vanchai
Equipment Number	DIGIMATIC CALIPER No.0015535
Date	17-Jan-00
Part (to be measured) Number	7
Process Variation or Part spec.	0.200
Reference Value by Lay out inspection	0.036

Part Spec. = USL - LSL

Observed Measurement Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Value	0.050	0.060	0.050	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.050

The observed Average = 0.057

Bias = Observed Average - Reference Value

= 0.057 - 0.036

= 0.02

% Bias = 100 [ABS(Bias) / Process Variation or Part spec.]

= 10.50%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Bias Study

Appraiser Name	Mr.Sanya
Equipment Name	Digimatic micrometer no. 6294679
Date	17-Jan-00
Part (to be measured) Number	9
Process Variation or Part Spec.	0.010
Reference Value by Lay out inspection	0.034

Part Spec. = USL - LSL

Observed Measurement Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Value	0.038	0.035	0.037	0.035	0.034	0.037	0.035	0.036	0.036	0.034

The observed Average = 0.0357

Bias = Observed Average - Reference Value

= 0.0357 - 0.034

= 0.0017

% Bias = 100 [ABS(Bias) / Process Variation or Part spec.]

= 17.00%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Bias Study

Appraiser Name	Mr.Sanya
Equipment Number	Thread micrometer No.TCM-25 DM
Date	08-Jan-00
Part (to be measured) Number	7
Process Variation or Part spec.	0.150
Reference Value by Lay out inspection	0.079

Part Spec. = USL - LSL

Observed Measurement Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Value	0.086	0.095	0.094	0.089	0.091	0.090	0.093	0.090	0.094	0.092

The observed Average = 0.0914

Bias = Observed Average - Reference Value

= 0.0914 - 0.079

= 0.012

% Bias = 100 [ABS(Bias) / Process Variation or Part spec.]

= 8.27%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Bias Study

Appraiser Name	Mr. Sanya
Equipment Number	HHJ-0164
Date	08-Jan-00
Part (to be measured) Number	MASTER
Process Variation or Part spec.	13.000
Reference Value by Lay out inspection	70.000

Part Spec. = USL - LSL

Observed Measurement Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Value	73.000	74.000	72.000	72.000	74.000	71.000	70.000	73.000	71.000	73.000

The observed Average = 72.3

Bias = Observed Average - Reference Value

= 72.3 - 70

= 2.300

% Bias = 100 [ABS(Bias) / Process Variation or Part spec.]

= 17.7%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Bias Study

Appraiser Name	Mr. Vaschira
Equipment Number	T-IT-164 2929 F-62
Date	08-Jan-00
Part (to be measured) Number	6
Process Variation or Part spec.	0.150
Reference Value by Lay out inspection	0.031

Part Spec. = USL - LSL

Observed Measurement Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Value	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.045	0.045	0.050	0.050	0.050

The observed Average = 0.044

Bias = Observed Average - Reference Value

= 0.044 - 0.031

= 0.013

% Bias = 100 [ABS(Bias) / Process Variation or Part spec.]

= 8.7%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Bias Study

Appraiser Name	Mr. Narad
Equipment Number	T-IT-170 1929B
Date	08-Jan-00
Part (to be measured) Number	3
Process Variation or Part spec.	0.400
Reference Value by Lay out inspection	0.093

Part Spec. = USL - LSL

Observed Measurement Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Value	0.110	0.110	0.110	0.120	0.110	0.120	0.110	0.120	0.120	0.120

The observed Average = 0.115

Bias = Observed Average - Reference Value

= 0.115 - 0.093

= 0.022

% Bias = 100 [ABS(Bias) / Process Variation or Part spec.]

= 5.50%

Bias Study

Appraiser Name	Mr. Narad	
Equipment Number	T-IT-170 1929B1	
Date	08-Jan-00	
Part (to be measured) Number	3	
Process Variation or Part spec.	0.400	Part Spec. = USL - LSL
Reference Value by Lay out inspection	0.072	

Observed Measurement Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Value	0.080	0.085	0.085	0.085	0.080	0.085	0.085	0.090	0.090	0.090

The observed Average = 0.0855

Bias = Observed Average - Reference Value

= 0.0855 - 0.072

= 0.01

% Bias = 100 [ABS(Bias) / Process Variation or Part spec.]

= 3.38%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Bias Study

Appraiser Name	Mr. Narad
Equipment Number	E-AJO-5016
Date	22-Jan-00
Part (to be measured) Number	2
Process Variation or Part spec.	0.013
Reference Value by Lay out inspection	-0.007

Part Spec. = USL - LSL

Observed Measurement Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Value	-0.003	-0.004	-0.002	-0.004	-0.003	-0.005	-0.005	-0.003	-0.002	-0.004

The observed Average = -0.0035

Bias = Observed Average - Reference Value

= -0.0035 - -0.007

= 0.0035

% Bias = 100 [ABS(Bias) / Process Variation or Part spec.]

= 26.92%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการประเมิน GR&R

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name	KNUCKLE	Gage Name	Tool for measuring center	M/C Name	OP-10
Characteristic	Length	Gaga No.	T-IT-159 2929FB-62	Gage Accuracy	0.01mm
Specification	150 +0.2 / - 0.2	Gage type	Special gage	Date	10-Nov-99

Appraiser \ Part		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average
Mr. Vanchai												
	1	0.14	0.15	0.12	0.12	0.14	0.13	0.14	0.17	0.15	0.14	0.140
	2	0.15	0.13	0.12	0.13	0.15	0.13	0.14	0.17	0.15	0.15	0.142
	3	0.13	0.13	0.11	0.15	0.14	0.14	0.15	0.16	0.14	0.16	0.141
Average		0.140	0.137	0.117	0.133	0.143	0.133	0.143	0.167	0.147	0.150	0.141
Range		0.020	0.020	0.010	0.030	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.020	0.015
Mr. Sanya												
	1	0.13	0.14	0.12	0.14	0.13	0.13	0.15	0.14	0.13	0.13	0.134
	2	0.13	0.14	0.11	0.14	0.13	0.12	0.12	0.15	0.12	0.15	0.131
	3	0.14	0.15	0.12	0.15	0.15	0.12	0.13	0.15	0.12	0.15	0.138
Average		0.133	0.143	0.117	0.143	0.137	0.123	0.133	0.147	0.123	0.143	0.134
Range		0.010	0.010	0.010	0.010	0.020	0.010	0.030	0.010	0.010	0.020	0.014
Mr. Vaschira												
	1	0.13	0.13	0.13	0.15	0.11	0.12	0.12	0.13	0.11	0.13	0.126
	2	0.14	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.13	0.12	0.13	0.14	0.132
	3	0.14	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.14	0.11	0.12	0.12	0.129
Average		0.137	0.143	0.137	0.137	0.117	0.120	0.130	0.120	0.120	0.130	0.129
Range		0.010	0.020	0.010	0.020	0.010	0.000	0.020	0.020	0.020	0.020	0.015
Part AVG.		0.137	0.141	0.123	0.138	0.132	0.126	0.136	0.144	0.130	0.141	0.021
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												0.015
[MAX Xbar-MIN X bar]=$X_{barDIFF}$												0.012
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.038
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												0.000

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials;D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's. Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and N	KNUCKLE	**Gage Name:**	Tool for measuring center	**# of trials =**	3	Date:	10-Nov-99
Characteristic	Length	**Gage No:**	T-IT-159 2929FB-62	**# of parts =**	10	Performed by:	P.Chakkrit
Tolerance:	0.400	**Gage Type:**	Special gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.015** $X_{barDIFF}$ = **0.012** R_P = **0.021**

Measurement Unit Analysis	% Process Variation
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.045	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 69.4% divided by tolerance= 11.2%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.031	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 48.6% divided by tolerance= 7.8%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.055	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 84.8% divided by tolerance= 13.7%
Part Variation (PV) PV = R_p x K_3 = 0.034	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 53.1% divided by tolerance= 8.6%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.064	

GAGE R&R STUDY

Part Name	KNUCKLE	**Gage Name**	Tool for measuring center	**M/C Name**	OP-10
Characteristic	Length	**Gaga No.**	T-IT-159- 513-404	**Gage Accuracy**	0.01mm
Specification	32.25 +0.2 / - 0.2	**Gage type**	Special gage	**Date**	10-Nov-99

Appraiser \ Part		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
Mr. Vanchai												
	1	0.13	0.13	0.12	0.14	0.14	0.13	0.13	0.15	0.13	0.14	0.134
	2	0.14	0.13	0.11	0.14	0.15	0.13	0.13	0.15	0.13	0.14	0.135
	3	0.13	0.13	0.11	0.14	0.14	0.14	0.13	0.16	0.14	0.15	0.137
Average		0.133	0.130	0.113	0.140	0.143	0.133	0.130	0.153	0.133	0.143	0.135
Range		0.010	0.000	0.010	0.000	0.010	0.010	0.000	0.010	0.010	0.010	0.007
Mr. Sanya												
	1	0.13	0.14	0.12	0.14	0.13	0.13	0.12	0.14	0.13	0.15	0.133
	2	0.13	0.14	0.11	0.14	0.13	0.13	0.12	0.15	0.12	0.15	0.132
	3	0.14	0.14	0.12	0.14	0.15	0.12	0.12	0.15	0.12	0.15	0.135
Average		0.133	0.140	0.117	0.140	0.137	0.127	0.120	0.147	0.123	0.150	0.133
Range		0.010	0.000	0.010	0.000	0.020	0.010	0.000	0.010	0.010	0.000	0.007
Mr. Vaschira												
	1	0.13	0.14	0.12	0.13	0.13	0.12	0.12	0.13	0.12	0.14	0.128
	2	0.14	0.14	0.12	0.13	0.12	0.13	0.12	0.13	0.13	0.14	0.130
	3	0.14	0.14	0.12	0.13	0.13	0.13	0.12	0.13	0.12	0.14	0.130
Average		0.137	0.140	0.120	0.130	0.127	0.127	0.120	0.130	0.123	0.140	0.129
Range		0.010	0.000	0.000	0.000	0.010	0.010	0.000	0.000	0.010	0.000	0.004
Part AVG.		0.134	0.137	0.117	0.137	0.136	0.129	0.123	0.143	0.127	0.144	0.028
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												0.006
[MAX Xbar-MIN X bar]= $X_{barDIFF}$												0.006
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.015
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												0.000

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials; D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's.
Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and N	KNUCKLE	**Gage Name:**	Tool for measuring center	**# of trials =**	3	Date:	10-Nov-99
Characteristic	Length	**Gage No:**	T-IT-159- 513-404	**# of parts =**	10	Performed by:	P.Chakkrit
Tolerance:	0.400	**Gage Type:**	Special gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.006** $X_{barDIFF}$ = **0.006** R_P = **0.028**

Measurement Unit Analysis	**% Process Variation**
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.018	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 35.8% divided by tolerance= 4.6%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.016	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 31.0% divided by tolerance= 4.0%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.024	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 47.4% divided by tolerance= 6.1%
Part Variation (PV) PV = R_p x K_3 = 0.045	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 88.1% divided by tolerance= 11.3%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.051	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name KNUCKLE	**Gage Name** Digimatic Calipers	**M/C Name** OP-10	
Characteristic Diameter	**Gaga No.** 0015535	**Gage Accuracy** 0.01 mm	
Specification 7.2 +0.1 / - 0.1	**Gage type** Standard gage	**Date** 10-Nov-99	

Appraiser	Trial	Part 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
Mr. Vanchai												
	1	0.05	0.05	0.02	0.02	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.035
	2	0.05	0.04	0.02	0.03	0.05	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.036
	3	0.03	0.04	0.01	0.02	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.032
Average		0.043	0.043	0.017	0.023	0.043	0.033	0.037	0.037	0.037	0.030	0.034
Range		0.020	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.000	0.010
Mr. Sanya												
	1	0.05	0.04	0.02	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.035
	2	0.05	0.03	0.01	0.05	0.04	0.03	0.03	0.04	0.02	0.04	0.034
	3	0.04	0.04	0.02	0.05	0.03	0.02	0.03	0.05	0.02	0.04	0.034
Average		0.047	0.037	0.017	0.047	0.033	0.027	0.033	0.043	0.023	0.037	0.034
Range		0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
Mr. Vaschira												
	1	0.03	0.03	0.01	0.05	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.031
	2	0.05	0.05	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.032
	3	0.05	0.03	0.02	0.05	0.04	0.02	0.04	0.02	0.02	0.03	0.032
Average		0.043	0.037	0.017	0.043	0.037	0.023	0.037	0.023	0.027	0.030	0.032
Range		0.020	0.020	0.010	0.020	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.000	0.012
Part AVG.		0.044	0.039	0.017	0.038	0.038	0.028	0.036	0.034	0.029	0.032	0.028
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												0.011
[MAX Xbar-MIN X bar]= $X_{barDIFF}$												0.003
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.028
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												0.000

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials; D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's. Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and N	KNUCKLE	**Gage Name:**	Digimatic Calipers	**# of trials =**	3	**Date:**	10/11/1999
Characteristic	Diameter	**Gage No:**	0015535	**# of parts =**	10	**Performed by:**	P.Chakkrit
Tolerance:	0.200	**Gage Type:**	Standard gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.011** $X_{barDIFF}$ = **0.003** R_P = **0.028**

Measurement Unit Analysis	% Process Variation
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.033	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 58.4% divided by tolerance= 16.3%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.004	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 7.3% divided by tolerance= 2.0%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.033	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 58.9% divided by tolerance= 16.4%
Part Variation (PV) PV = R_p x K_3 = 0.045	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 80.8% divided by tolerance= 22.5%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.056	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name	KNUCKLE	**Gage Name**	Digimatic micrometer	**M/C Name**	OP-20
Characteristic	Diameter	**Gaga No.**	6294679	**Gage Accuracy**	0.01 mm
Specification	21.83 +0.05 / - 0.05	**Gage type**	Standard gage	**Date**	12-Nov-99

Appraiser		**Part**										
Mr. Vanchai		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
	1	0.05	0.05	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.040
	2	0.05	0.04	0.02	0.04	0.05	0.06	0.06	0.03	0.04	0.04	0.043
	3	0.04	0.04	0.01	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.036
Average		0.047	0.043	0.017	0.037	0.043	0.047	0.047	0.033	0.043	0.040	0.040
Range		0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.020	0.020	0.010	0.010	0.000	0.011
Mr. Sanya												
	1	0.04	0.04	0.02	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.03	0.04	0.038
	2	0.04	0.04	0.02	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.02	0.04	0.038
	3	0.04	0.05	0.02	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.02	0.05	0.040
Average		0.040	0.043	0.020	0.043	0.047	0.047	0.043	0.037	0.023	0.043	0.039
Range		0.000	0.010	0.000	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.008
Mr. Vaschira												
	1	0.04	0.04	0.02	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.038
	2	0.05	0.04	0.01	0.04	0.03	0.03	0.04	0.02	0.04	0.04	0.034
	3	0.04	0.04	0.02	0.05	0.03	0.05	0.06	0.03	0.03	0.02	0.037
Average		0.043	0.040	0.017	0.047	0.033	0.040	0.047	0.027	0.037	0.033	0.036
Range		0.010	0.000	0.010	0.010	0.010	0.020	0.020	0.010	0.010	0.020	0.012
Part AVG.		0.043	0.042	0.018	0.042	0.041	0.044	0.046	0.032	0.034	0.039	0.028
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												0.010
[MAX Xbar-MIN X bar]=$X_{barDIFF}$												0.003
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.027
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials;D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's.
Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using
the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R
and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and N	KNUCKLE	**Gage Name:**	Digimatic micrometer	**# of trials =**	3	**Date:**	12-Nov-99
Characteristic	Diameter	**Gage No:**	6294679	**# of parts =**	10	**Performed by:**	P.Chakkrit
Tolerance:	0.100	**Gage Type:**	Standard gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.010** $X_{barDIFF}$ = **0.003** R_P = **0.028**

Measurement Unit Analysis	**% Process Variation**
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.032	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 56.9% divided by tolerance= 31.5%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.007	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 12.5% divided by tolerance= 6.9%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.032	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 58.3% divided by tolerance= 32.3%
Part Variation (PV) PV = R_p x K_3 = 0.045	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 81.3% divided by tolerance= 45.0%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.055	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name	KNUCKLE	**Gage Name**	Thread micrometer	**M/C Name**	OP-130
Characteristic	Thread	**Gaga No.**	TCM-25 DM	**Gage Accuracy**	0.001 mm
Specification	0 / 0.15	**Gage type**	Special gage	**Date**	16-Dec-99

Appraiser		**Part**										
Mr. Vanchai		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
	1	0.079	0.094	0.075	0.079	0.096	0.082	0.081	0.091	0.073	0.097	0.085
	2	0.088	0.089	0.085	0.091	0.092	0.097	0.090	0.087	0.065	0.081	0.087
	3	0.085	0.088	0.072	0.095	0.088	0.087	0.087	0.088	0.078	0.089	0.086
Average		0.084	0.090	0.077	0.088	0.092	0.089	0.086	0.089	0.072	0.089	0.086
Range		0.009	0.006	0.013	0.016	0.008	0.015	0.009	0.004	0.013	0.016	0.011
Mr. Sanya												
	1	0.092	0.088	0.073	0.083	0.089	0.079	0.087	0.083	0.074	0.099	0.085
	2	0.082	0.077	0.089	0.089	0.096	0.082	0.084	0.091	0.081	0.085	0.086
	3	0.084	0.083	0.083	0.092	0.084	0.089	0.092	0.089	0.076	0.093	0.087
Average		0.086	0.083	0.082	0.088	0.090	0.083	0.088	0.088	0.077	0.092	0.086
Range		0.010	0.011	0.016	0.009	0.012	0.010	0.008	0.008	0.007	0.014	0.011
Mr. Vaschira												
	1	0.086	0.088	0.078	0.082	0.087	0.072	0.071	0.074	0.069	0.082	0.079
	2	0.072	0.078	0.072	0.097	0.079	0.079	0.084	0.078	0.068	0.094	0.080
	3	0.078	0.075	0.077	0.094	0.083	0.071	0.075	0.088	0.071	0.088	0.080
Average		0.079	0.080	0.076	0.091	0.083	0.074	0.077	0.080	0.069	0.088	0.080
Range		0.014	0.013	0.006	0.015	0.008	0.008	0.013	0.014	0.003	0.012	0.011
Part AVG.		0.083	0.084	0.078	0.089	0.088	0.082	0.083	0.085	0.073	0.090	0.017
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												0.011
[MAX Xbar-MIN X bar]=XbarDIFF												0.006
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.028
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials;D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's.
Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using
the same appraiser and unit as originally used or discard values and re+average and recompute R
and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and N	KNUCKLE	**Gage Name:**	Thread micrometer	**# of trials =**	3	**Date:**	16-Dec-99
Characteristic	Thread	**Gage No:**	TCM-25 DM	**# of parts =**	10	**Performed by:**	P.Chakkrit
Tolerance:	0.150	**Gage Type:**	Special gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.011** $X_{barDIFF}$ = **0.006** R_P = **0.017**

Measurement Unit Analysis	**% Process Variation**
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.0325	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 72.01% divided by tolerance= 21.7%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.0150	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 33.1% divided by tolerance= 10.0%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.036	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 79.3% divided by tolerance= 23.9%
Part Variation (PV) PV = R_p x K_3 = 0.028	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 61.0% divided by tolerance= 18.4%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.05	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name	KNUCKLE	**Gage Name**	Shor Hardness Tester	**M/C Name**	OP-30
Characteristic	Hardness	**Gaga No.**	HHJ-0614	**Gage Accuracy**	
Specification	HS 67 ~ 80	**Gage type**	Tester	**Date**	29-Nov-99

Appraiser		**Part**										
Mr. Vanchai		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
	1	75.00	70.00	72.00	75.00	75.00	72.00	73.00	75.00	76.00	72.00	73.500
	2	72.00	72.00	74.00	73.00	76.00	71.00	70.00	73.00	77.00	70.00	72.800
	3	73.00	73.00	75.00	74.00	75.00	72.00	71.00	76.00	79.00	72.00	74.000
Average		73.333	71.667	73.667	74.000	75.333	71.667	71.333	74.667	77.333	71.333	73.433
Range		3.000	3.000	3.000	2.000	1.000	1.000	3.000	3.000	3.000	2.000	2.400
Mr. Sanya												
	1	76.00	70.00	73.00	77.00	73.00	74.00	73.00	74.00	78.00	74.00	74.200
	2	77.00	67.00	74.00	75.00	73.00	73.00	73.00	75.00	75.00	71.00	73.300
	3	76.00	69.00	71.00	76.00	74.00	73.00	74.00	72.00	77.00	73.00	73.500
Average		76.333	68.667	72.667	76.000	73.333	73.333	73.333	73.667	76.667	72.667	73.667
Range		1.000	3.000	3.000	2.000	1.000	1.000	1.000	3.000	3.000	3.000	2.100
Mr. Vaschira												
	1	74.00	72.00	70.00	73.00	74.00	71.00	70.00	73.00	75.00	71.00	72.300
	2	74.00	74.00	70.00	74.00	76.00	72.00	72.00	74.00	77.00	73.00	73.600
	3	72.00	72.00	72.00	76.00	76.00	70.00	71.00	74.00	76.00	72.00	73.100
Average		73.333	72.667	70.667	74.333	75.333	71.000	71.000	73.667	76.000	72.000	73.000
Range		2.000	2.000	2.000	3.000	2.000	2.000	2.000	1.000	2.000	2.000	2.000
Part AVG.		74.333	71.000	72.333	74.778	74.667	72.000	71.889	74.000	76.667	72.000	5.667
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												2.167
[MAX Xbar-MIN X bar]= $X_{barDIFF}$												0.667
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												5.590
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials; D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's. Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and N	KNUCKLE	**Gage Name:**	Shor Hardness Tester	**# of trials =**	3	**Date:**	29-Nov-99
Characteristic	Hardness	**Gage No:**	HHJ-0614	**# of parts =**	10	**Performed by:**	P.Chakkrit
Tolerance:	13.000	**Gage Type:**	Tester	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **2.167** $X_{barDIFF}$ = **0.667** R_P = **5.667**

Measurement Unit Analysis	% Process Variation
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 6.608	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 58.0% divided by tolerance= 50.8%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 1.336	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 11.7% divided by tolerance= 10.3%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 6.742	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 59.2% divided by tolerance= 51.9%
Part Variation (PV) PV = R_p x K_3 = 9.180	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 80.6% divided by tolerance= 70.6%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 11.390	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name	KNUCKLE	**Gage Name**	Tool for measuring caliper	**M/C Name**	OP-40
Characteristic	Hight	**Gaga No.**	T-IT-164 2929 F-62	**Gage Accuracy**	0.01 mm
Specification	0 / 0.15	**Gage type**	Special gage	**Date**	05-Nov-99

Appraiser	Trial	Part 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
Mr. Vanchai												
	1	0.010	0.040	0.010	0.020	0.010	0.020	0.020	0.010	0.020	0.020	0.018
	2	0.010	0.030	0.010	0.030	0.010	0.020	0.020	0.010	0.020	0.020	0.018
	3	0.010	0.030	0.010	0.030	0.010	0.020	0.010	0.020	0.020	0.020	0.018
Average		0.010	0.033	0.010	0.027	0.010	0.020	0.017	0.013	0.020	0.020	0.018
Range		0.000	0.010	0.000	0.010	0.000	0.000	0.010	0.010	0.000	0.000	0.004
Mr. Sanya												
	1	0.010	0.030	0.010	0.020	0.000	0.020	0.020	0.020	0.030	0.020	0.018
	2	0.010	0.030	0.000	0.020	0.020	0.020	0.020	0.010	0.020	0.010	0.016
	3	0.010	0.030	0.000	0.020	0.010	0.020	0.020	0.010	0.020	0.010	0.015
Average		0.010	0.030	0.003	0.020	0.010	0.020	0.020	0.013	0.023	0.013	0.016
Range		0.000	0.000	0.010	0.000	0.020	0.000	0.000	0.010	0.010	0.010	0.006
Mr. Vaschira												
	1	0.020	0.040	0.010	0.030	0.010	0.020	0.020	0.020	0.030	0.020	0.022
	2	0.010	0.040	0.010	0.020	0.010	0.020	0.020	0.020	0.030	0.010	0.019
	3	0.010	0.040	0.000	0.030	0.010	0.020	0.010	0.010	0.030	0.020	0.018
Average		0.013	0.040	0.007	0.027	0.010	0.020	0.017	0.017	0.030	0.017	0.020
Range		0.010	0.000	0.010	0.010	0.000	0.000	0.010	0.010	0.000	0.010	0.006
Part AVG.		0.011	0.034	0.007	0.024	0.010	0.020	0.018	0.014	0.024	0.017	0.028
[RbarA-RbarB-RbarC]/[# of operators]												0.005
[MAX Xbar-MIN X bar]=XbarDIFF												0.003
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.014
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials;D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's.
Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using
the same appraiser and unit as originally used or discard values and re+average and recompute R
and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and N KNUCKLE | **Gage Name:** Tool for measuring caliper | **# of trials =** 3 | **Date:** 05-Nov-99

Characteristic Hight | **Gage No:** T-IT-164 2929 F-62 | **# of parts =** 10 | **Performed by:** P.Chakkrit

Tolerance: 0.150 | **Gage Type:** Special gage | **# of appraiser =** 3

From data sheet: Rdoublebar = **0.005** $X_{barDIFF}$ = **0.003** R_P = **0.028**

Measurement Unit Analysis	% Process Variation
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.0163	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 33.47% divided by tolerance= 10.8%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.0085	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 17.5% divided by tolerance= 5.7%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.018	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 37.8% divided by tolerance= 12.2%
Part Variation (PV) PV = R_p x K_3 = 0.045	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 92.6% divided by tolerance= 30.0%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.05	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name	KNUCKLE	**Gage Name**	Tool for measuring boss position	**M/C Name**	OP-70
Characteristic	Pitch	**Gaga No.**	T-IT-170 1929 B	**Gage Accuracy**	0.01 mm
Specification	125.285 +0.2 / - 0.2	**Gage type**	Special gage	**Date**	13-Nov-99

Appraiser		**Part**										
Mr. Narad		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
	1	0.060	0.080	0.090	0.070	0.080	0.090	0.060	0.040	0.040	0.050	0.066
	2	0.080	0.090	0.080	0.070	0.070	0.080	0.070	0.030	0.050	0.050	0.067
	3	0.080	0.090	0.080	0.050	0.080	0.090	0.060	0.030	0.050	0.060	0.067
Average		0.073	0.087	0.083	0.063	0.077	0.087	0.063	0.033	0.047	0.053	0.067
Range		0.020	0.010	0.010	0.020	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.012
Mr. Chantra												
	1	0.080	0.070	0.090	0.060	0.080	0.090	0.070	0.060	0.050	0.070	0.072
	2	0.070	0.080	0.100	0.060	0.070	0.090	0.080	0.050	0.050	0.070	0.072
	3	0.070	0.080	0.100	0.050	0.070	0.080	0.080	0.060	0.040	0.080	0.071
Average		0.073	0.077	0.097	0.057	0.073	0.087	0.077	0.057	0.047	0.073	0.072
Range		0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
Mr. Jiemsak												
	1	0.080	0.070	0.080	0.070	0.060	0.080	0.060	0.040	0.060	0.060	0.066
	2	0.070	0.080	0.070	0.070	0.060	0.090	0.070	0.050	0.070	0.060	0.069
	3	0.070	0.080	0.070	0.080	0.080	0.080	0.070	0.050	0.070	0.070	0.072
Average		0.073	0.077	0.073	0.073	0.067	0.083	0.067	0.047	0.067	0.063	0.069
Range		0.010	0.010	0.010	0.010	0.020	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.011
Part AVG.		0.073	0.080	0.084	0.064	0.072	0.086	0.069	0.046	0.053	0.063	0.040
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												0.011
[MAX Xbar-MIN X bar]=$X_{barDIFF}$												0.005
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.028
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials;D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's. Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and N	KNUCKLE	**Gage Name:**	Tool for measuring boss positic	**# of trials =**	3	**Date:**	13-Nov-99
Characteristic	Pitch	**Gage No:**	T-IT-170 1929 B	**# of parts =**	10	**Performed by:**	P.Chakkrit
Tolerance:	0.400	**Gage Type:**	Special gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.0110** $X_{barDIFF}$ = **0.0050** R_P = **0.0400**

Measurement Unit Analysis	**% Process Variation**
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.0336	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 45.37% divided by tolerance= 8.4%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.0120	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 16.3% divided by tolerance= 3.0%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.036	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 48.2% divided by tolerance= 8.9%
Part Variation (PV) PV = R_p x K_3 = 0.065	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 87.6% divided by tolerance= 16.2%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.07	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name	KNUCKLE	**Gage Name**	Tool for measuring boss position	**M/C Name**	OP-70
Characteristic	Pitch	**Gaga No.**	T-IT-170 1929 B	**Gage Accuracy**	0.01 mm
Specification	42.715 +0.2 / - 0.2	**Gage type**	Special gage	**Date**	18-Nov-99

Appraiser	Trial	**Part** 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
Mr. Narad												
	1	0.110	0.070	0.060	0.040	0.070	0.060	0.050	0.050	0.040	0.050	
	2	0.090	0.050	0.040	0.030	0.070	0.050	0.040	0.030	0.020	0.050	
	3	0.090	0.050	0.040	0.030	0.080	0.050	0.040	0.030	0.020	0.040	
Average												
Range												
Mr. Chantra												
	1	0.080	0.050	0.050	0.020	0.070	0.100	0.060	0.060	0.050	0.070	
	2	0.080	0.040	0.050	0.010	0.050	0.090	0.060	0.080	0.050	0.070	
	3	0.070	0.060	0.030	0.000	0.050	0.090	0.080	0.060	0.020	0.090	
Average												
Range												
Mr. Jiemsak												
	1	0.090	0.070	0.070	0.050	0.030	0.060	0.050	0.060	0.070	0.060	
	2	0.090	0.080	0.070	0.050	0.040	0.070	0.070	0.060	0.050	0.090	
	3	0.080	0.070	0.080	0.040	0.040	0.070	0.070	0.050	0.060	0.080	
Average												
Range												

Part AVG.

[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]

[MAX Xbar-MIN X bar]=$X_{barDIFF}$

[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R

[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials;D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's. Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and N	KNUCKLE	**Gage Name:**	Tool for measuring boss positic	**# of trials =**	3	**Date:**	18-Nov-99
Characteristic	Pitch	**Gage No:**	T-IT-170 1929 B	**# of parts =**	10	**Performed by:**	P.Chakkrit
Tolerance:	0.400	**Gage Type:**	Special gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.016** $X_{barDIFF}$ = **0.013** R_P = **0.057**

Measurement Unit Analysis	**% Process Variation**
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.0488	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 44.74% divided by tolerance= 12.2%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.0330	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 30.3% divided by tolerance= 8.3%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.059	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 54.0% divided by tolerance= 14.7%
Part Variation (PV) PV = R_p x K_3 = 0.092	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 84.2% divided by tolerance= 23.0%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.11	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name KNUCKLE	**Gage Name** Ari micrometer	**M/C Name**	OP-80
Characteristic Diameter	**Gaga No.** E-AJO-5016	**Gage Accuracy**	0.001 mm
Specification 34.925 -0.002 / - 0.015	**Gage type** Special gage	**Date**	19-Nov-99

Appraiser		**Part**										
Mr. Jiemsak		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
	1	-0.006	-0.006	-0.005	-0.009	-0.008	-0.008	-0.009	-0.005	-0.004	-0.008	-0.007
	2	-0.004	-0.007	-0.004	-0.010	-0.008	-0.008	-0.007	-0.005	-0.004	-0.007	-0.006
	3	-0.004	-0.007	-0.004	-0.010	-0.006	-0.006	-0.007	-0.006	-0.003	-0.008	-0.006
Average		-0.005	-0.007	-0.004	-0.010	-0.007	-0.007	-0.008	-0.005	-0.004	-0.008	-0.006
Range		0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
Mr. Narad												
	1	-0.004	-0.006	-0.004	-0.007	-0.006	-0.006	-0.008	-0.006	-0.003	-0.006	-0.006
	2	-0.003	-0.006	-0.003	-0.009	-0.005	-0.005	-0.008	-0.006	-0.004	-0.008	-0.006
	3	-0.004	-0.008	-0.005	-0.007	-0.006	-0.006	-0.006	-0.005	-0.003	-0.008	-0.006
Average		-0.004	-0.007	-0.004	-0.008	-0.006	-0.006	-0.007	-0.006	-0.003	-0.007	-0.006
Range		0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002
Mr. Prasad												
	1	-0.005	-0.008	-0.005	-0.007	-0.007	-0.008	-0.006	-0.004	-0.005	-0.007	-0.006
	2	-0.005	-0.006	-0.006	-0.008	-0.007	-0.006	-0.007	-0.005	-0.004	-0.006	-0.006
	3	-0.003	-0.006	-0.005	-0.009	-0.005	-0.006	-0.007	-0.005	-0.004	-0.006	-0.006
Average		-0.004	-0.007	-0.005	-0.008	-0.006	-0.007	-0.007	-0.005	-0.004	-0.006	-0.006
Range		0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
Part AVG.		-0.004	-0.007	-0.005	-0.008	-0.006	-0.007	-0.007	-0.005	-0.004	-0.007	0.005
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												0.001
[MAX Xbar-MIN X bar]=$X_{barDIFF}$												0.001
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.004
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials;D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's.
Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and N	KNUCKLE	**Gage Name:**	Ari micrometer	**# of trials =**	3	**Date:**	19-Nov-99
Characteristic	Diameter	**Gage No:**	E-AJO-5016	**# of parts =**	10	**Performed by:**	P.Chakkrit
Tolerance:	0.013	**Gage Type:**	Special gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.001** $X_{barDIFF}$ = **0.001** R_P = **0.005**

Measurement Unit Analysis	**% Process Variation**
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.0045	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 49.88% divided by tolerance= 34.4%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.0018	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 20.1% divided by tolerance= 13.9%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.005	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 53.8% divided by tolerance= 37.1%
Part Variation (PV) PV = $R_p \times K_3$ = 0.008	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 84.3% divided by tolerance= 58.2%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.01	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Pre-Test

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย จันทรา	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 18/Feb/00		
จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วกา (✓) ลงในช่อง ถูกถ้าเห็นว่าถูกและผิดถ้าเห็นว่าผิด				
รายการ		ถูก	ผิด	
1. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆ เพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น		✓		0
2. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓		0
3. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง		✓		0
4. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด			✓	0
5. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว			✓	0
6. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน		✓		0
7. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ			✓	0
8. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)		✓		1
9. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)		✓		1
10. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกค[redacted]งก่อนอ่านค่า		✓		1
11. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน		✓		1
12. การใช้ลิมิตเกจจะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อเวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่ง จนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว		✓		1
13. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1 ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน			✓	0
14. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน		✓		1
15. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ			✓	0
16. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด		✓		1
17. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา		✓		0
18. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2		✓		0
19. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด		✓		1
20. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้		✓		1
รวมคะแนน…..				9

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย วชิระ	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 18/Feb/00	
แบบทดสอบมี 20 ข้อ ให้วงกลมในช่อง ถูกถ้าข้อความนั้นถูก และผิดถ้าข้อความนั้นผิด			

รายการ	ถูก	ผิด	
1. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆ เพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น		✓	1
2. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ	✓		0
3. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง	✓		0
4. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด	✓		1
5. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว		✓	0
6. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน	✓		0
7. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ		✓	1
8. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)	✓		1
9. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)		✓	0
10. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกค[redacted]ั้งก่อน อ่านค่า	✓		1
11. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน	✓		1
12. การใช้ลิมิตเกจ จะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อ เวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่งจนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว	✓		1
13. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน	✓		1
14. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน	✓		1
15. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ		✓	0
16. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด	✓		1
17. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา		✓	1
18. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2	✓		0
19. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด	✓		1
20. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้	✓		1
รวมคะแนน…..			13

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย เจิมศักดิ์	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 18/Feb/00	
แบบทดสอบมี 20 ข้อ ให้วงกลมในช่อง ถูกถ้าข้อความนั้นถูก และผิดถ้าข้อความนั้นผิด			

รายการ	ถูก	ผิด	
1. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆ เพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น		✓	1
2. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓	1
3. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง	✓		0
4. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด	✓		1
5. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว		✓	0
6. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน	✓		0
7. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ		✓	1
8. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)		✓	0
9. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)		✓	0
10. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกครั้งก่อน อ่านค่า	✓		1
11. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน	✓		1
12. การใช้ลิมิตเกจ จะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อ เวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่งจนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว		✓	0
13. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน	✓		1
14. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน	✓		1
15. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ		✓	0
16. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด	✓		1
17. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา		✓	1
18. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2	✓		0
19. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด	✓		1
20. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้	✓		1
รวมคะแนน…..			12

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย นเรศ	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 18/feb/00	
แบบทดสอบมี 20 ข้อ ให้วงกลมในช่อง ถูกถ้าข้อความนั้นถูก และผิดถ้าข้อความนั้นผิด			
รายการ	ถูก	ผิด	
1. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆเพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น	✓		0
2. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓	1
3. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง	✓		0
4. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด		✓	0
5. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว	✓		1
6. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน	✓		0
7. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ		✓	1
8. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)	✓		1
9. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)		✓	0
10. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกค[redacted]้งก่อนอ่านค่า		✓	0
11. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน	✓		1
12. การใช้ลิมิตเกจ จะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อ เวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่งจนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว	✓		1
13. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน		✓	0
14. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน	✓		1
15. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ		✓	0
16. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด	✓		1
17. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา	✓		0
18. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2	✓		0
19. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด		✓	0
20. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้	✓		1
รวมคะแนน…..			9

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย สัญญา	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 18/Feb/00	
แบบทดสอบมี 20 ข้อ ให้วงกลมในช่อง ถูกถ้าข้อความนั้นถูก และผิดถ้าข้อความนั้นผิด			

รายการ	ถูก	ผิด	
1. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆเพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น	✓		0
2. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓	1
3. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง	✓		0
4. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด	✓		1
5. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว	✓		1
6. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน	✓		0
7. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ	✓		0
8. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)	✓		1
9. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)	✓		1
10. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกค[redacted]งก่อนอ่านค่า	✓		1
11. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน	✓		1
12. การใช้ลิมิตเกจจะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อเวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่งจนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว		✓	0
13. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน	✓		1
14. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน	✓		1
15. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ	✓		1
16. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด	✓		1
17. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา	✓		0
18. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2	✓		0
19. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด		✓	0
20. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้	✓		1
รวมคะแนน.....			12

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย วิเชียร	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 18/Feb/00	
แบบทดสอบมี 20 ข้อ ให้วงกลมในช่อง ถูกถ้าข้อความนั้นถูก และผิดถ้าข้อความนั้นผิด			

รายการ	ถูก	ผิด	
1. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆเพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น		✓	1
2. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓	0
3. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง	✓		0
4. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด		✓	0
5. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว		✓	0
6. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน	✓		0
7. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ		✓	1
8. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)		✓	0
9. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)		✓	0
10. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกค[redacted]งก่อนอ่านค่า	✓		1
11. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน	✓		1
12. การใช้ลิมิตเกจ จะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อเวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่งจนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว		✓	0
13. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน		✓	0
14. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน	✓		1
15. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ	✓		1
16. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด		✓	0
17. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา		✓	1
18. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2		✓	1
19. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด	✓		1
20. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้	✓		1
		รวมคะแนน.....	10

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย เกียรติชัย	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 4/Feb/00	
แบบทดสอบมี 20 ข้อ ให้วงกลมในช่อง ถูกถ้าข้อความนั้นถูก และผิดถ้าข้อความนั้นผิด			
รายการ	ถูก	ผิด	
1. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆเพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น	✓		0
2. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓	0
3. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง	✓		0
4. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด		✓	0
5. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว		✓	0
6. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน	✓		0
7. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ		✓	1
8. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)	✓		1
9. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)	✓		1
10. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกครั้งก่อนอ่านค่า	✓		1
11. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน	✓		1
12. การใช้ลิมิตเกจ จะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อ เวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่งจนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว	✓		1
13. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน		✓	0
14. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน	✓		1
15. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ		✓	0
16. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด	✓		1
17. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา	✓		0
18. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2	✓		0
19. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด	✓		1
20. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้	✓		1
รวมคะแนน…..			10

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย มนตรี	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 4/Feb/00		
แบบทดสอบมี 20 ข้อ ให้วงกลมในช่อง ถูกถ้าข้อความนั้นถูก และผิดถ้าข้อความนั้นผิด				
รายการ		ถูก	ผิด	
1. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆเพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น		✓		0
2. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓		1
3. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง		✓		0
4. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด			✓	0
5. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว			✓	0
6. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน		✓		0
7. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ			✓	1
8. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)		✓		1
9. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)			✓	0
10. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกค[redacted]ก่อน อ่านค่า		✓		1
11. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน		✓		1
12. การใช้ลิมิตเกจ จะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อ เวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่งจนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว			✓	0
13. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน		✓		1
14. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน			✓	0
15. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ			✓	0
16. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด			✓	0
17. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา			✓	1
18. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2		✓		0
19. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด			✓	0
20. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้		✓		1
รวมคะแนน…..				8

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย วันชัย	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 4/Feb/00	
แบบทดสอบมี 20 ข้อ ให้วงกลมในช่อง ถูกถ้าข้อความนั้นถูก และผิดถ้าข้อความนั้นผิด			
รายการ	ถูก	ผิด	
1. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆเพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น		✓	1
2. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓	1
3. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง	✓		0
4. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด	✓		1
5. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว		✓	0
6. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน	✓		0
7. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ		✓	1
8. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)	✓		1
9. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)	✓		1
10. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกค[redacted]้งก่อน อ่านค่า	✓		1
11. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน	✓		1
12. การใช้ลิมิตเกจจะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อเวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่งจนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว	✓		1
13. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน	✓		1
14. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน	✓		1
15. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ		✓	0
16. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด	✓		1
17. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา		✓	1
18. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2	✓		0
19. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด	✓		1
20. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้	✓		1
		รวมคะแนน…..	15

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย แก้ว	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 4-Feb-00
แบบทดสอบมี 20 ข้อ ให้วงกลมในช่อง ถูกถ้าข้อความนั้นถูก และผิดถ้าข้อความนั้นผิด		

รายการ	ถูก	ผิด	
1. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆเพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น	✓		0
2. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓	1
3. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง	✓		0
4. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด	✓		1
5. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่งหนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว		✓	0
6. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน	✓		0
7. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ		✓	1
8. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)	✓		1
9. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)	✓		1
10. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกค[illegible]้งก่อนอ่านค่า	✓		1
11. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน	✓		1
12. การใช้ลิมิตเกจจะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อเวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่งจนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว		✓	0
13. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน	✓		0
14. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน	✓		1
15. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ		✓	0
16. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด	✓		1
17. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา	✓		0
18. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2	✓		0
19. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด	✓		1
20. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้	✓		1
รวมคะแนน…..			11

Post-Test

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย จันทรา	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 28/Feb/00	
จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วกา (✓) ลงในช่อง ถูกถ้าเห็นว่าถูกและผิดถ้าเห็นว่าผิด			

รายการ	ถูก	ผิด	
21. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆ เพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น		✓	1
22. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓	1
23. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง		✓	1
24. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด	✓		1
25. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว	✓		1
26. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน	✓		0
27. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ		✓	1
28. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)	✓		1
29. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)	✓		1
30. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกครั้งก่อนอ่านค่า	✓		1
31. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน	✓		1
32. การใช้ลิมิตเกจจะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อเวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่ง จนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว		✓	0
33. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1 ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน	✓		1
34. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน	✓		1
35. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ	✓		1
36. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด	✓		1
37. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา		✓	1
38. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2		✓	1
39. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด	✓		1
40. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้	✓		1
รวมคะแนน…..			18

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย วชิระ	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 28/Feb/00	
แบบทดสอบมี 20 ข้อ ให้วงกลมในช่อง ถูกถ้าข้อความนั้นถูก และผิดถ้าข้อความนั้นผิด			
รายการ	ถูก	ผิด	
21. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆ เพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น		✓	1
22. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓	1
23. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง		✓	1
24. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด	✓		1
25. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว	✓		1
26. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน		✓	1
27. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ		✓	1
28. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)	✓		1
29. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)	✓		1
30. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกค[redacted]้งก่อน อ่านค่า	✓		1
31. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน	✓		1
32. การใช้ลิมิตเกจ จะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อ เวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่งจนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว	✓		1
33. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน	✓		1
34. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน		✓	0
35. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ	✓		1
36. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด	✓		1
37. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา		✓	1
38. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2	✓		0
39. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด	✓		1
40. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้	✓		1
รวมคะแนน…..			18

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย เจิมศักดิ์	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 28/Feb/00	
แบบทดสอบมี 20 ข้อ ให้วงกลมในช่อง ถูกถ้าข้อความนั้นถูก และผิดถ้าข้อความนั้นผิด			
รายการ	ถูก	ผิด	
21. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆ เพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น		✓	1
22. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓	1
23. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง		✓	1
24. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด	✓		1
25. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว	✓		1
26. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน		✓	1
27. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ		✓	1
28. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)	✓		1
29. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)	✓		1
30. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกค[redacted]้งก่อน อ่านค่า	✓		1
31. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน	✓		1
32. การใช้ลิมิตเกจ จะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อ เวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่งจนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว		✓	0
33. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน	✓		1
34. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน	✓		1
35. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ	✓		1
36. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด	✓		1
37. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา		✓	1
38. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2	✓		0
39. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด	✓		1
40. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้	✓		1
		รวมคะแนน…..	18

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย นเรศ	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 28/feb/00	
แบบทดสอบมี 20 ข้อ ให้วงกลมในช่อง ถูกถ้าข้อความนั้นถูก และผิดถ้าข้อความนั้นผิด			
รายการ	ถูก	ผิด	
21. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆเพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น		✓	1
22. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓	1
23. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง		✓	1
24. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด	✓		1
25. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว	✓		1
26. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน		✓	1
27. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ		✓	1
28. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)	✓		1
29. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)	✓		1
30. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกค[redacted]ั้งก่อนอ่านค่า	✓		1
31. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน	✓		1
32. การใช้ลิมิตเกจ จะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อ เวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่งจนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว	✓		1
33. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน	✓		1
34. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน	✓		1
35. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ	✓		1
36. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด	✓		1
37. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา		✓	1
38. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2		✓	1
39. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด	✓		1
40. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้	✓		1
รวมคะแนน…..			20

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย สัญญา	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 28/Feb/00	
แบบทดสอบมี 20 ข้อ ให้วงกลมในช่อง ถูกถ้าข้อความนั้นถูก และผิดถ้าข้อความนั้นผิด			
รายการ	ถูก	ผิด	
21. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆเพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น		✓	1
22. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓	1
23. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง	✓		0
24. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด	✓		1
25. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว	✓		1
26. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน	✓		0
27. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ		✓	1
28. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)	✓		1
29. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)	✓		1
30. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกค[redacted]้งก่อนอ่านค่า	✓		1
31. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน	✓		1
32. การใช้ลิมิตเกจจะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อเวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่งจนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว	✓		1
33. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน	✓		1
34. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน	✓		1
35. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ		✓	0
36. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด	✓		1
37. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา		✓	1
38. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2		✓	1
39. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด	✓		1
40. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้	✓		1
		รวมคะแนน…..	17

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย วิเชียร	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 28/Feb/00
แบบทดสอบมี 20 ข้อ ให้วงกลมในช่อง ถูกถ้าข้อความนั้นถูก และผิดถ้าข้อความนั้นผิด		

รายการ	ถูก	ผิด	
21. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆเพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น		✓	1
22. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓	1
23. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง		✓	1
24. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด	✓		1
25. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว	✓		1
26. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน		✓	1
27. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ		✓	1
28. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)	✓		1
29. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)	✓		1
30. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกค[redacted]้งก่อนอ่านค่า	✓		1
31. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน	✓		1
32. การใช้ลิมิตเกจ จะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อเวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่งจนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว		✓	0
33. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน	✓		1
34. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน		✓	0
35. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ	✓		1
36. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด		✓	0
37. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา		✓	1
38. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2	✓		0
39. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด	✓		1
40. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้	✓		1
รวมคะแนน…..			16

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย เกียรติชัย	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 28/Feb/00	
แบบทดสอบมี 20 ข้อ ให้วงกลมในช่อง ถูกถ้าข้อความนั้นถูก และผิดถ้าข้อความนั้นผิด			

รายการ	ถูก	ผิด	
21. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆเพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น		✓	1
22. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓	1
23. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง	✓		0
24. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด	✓		1
25. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว	✓		1
26. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน		✓	1
27. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ		✓	1
28. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)	✓		1
29. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)	✓		1
30. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกค[redacted]้งก่อนอ่านค่า	✓		1
31. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน	✓		1
32. การใช้ลิมิตเกจ จะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อ เวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่งจนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว	✓		1
33. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน	✓		1
34. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน		✓	0
35. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ	✓		1
36. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด	✓		1
37. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา		✓	1
38. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2		✓	1
39. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด	✓		1
40. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้	✓		1
		รวมคะแนน…..	18

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย มนตรี	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 28/Feb/00	
แบบทดสอบมี 20 ข้อ ให้วงกลมในช่อง ถูกถ้าข้อความนั้นถูก และผิดถ้าข้อความนั้นผิด			
รายการ	ถูก	ผิด	
21. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆเพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น	✓		0
22. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓	1
23. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง		✓	1
24. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด	✓		1
25. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว	✓		1
26. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน	✓		0
27. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ		✓	1
28. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)	✓		1
29. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)	✓		1
30. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกครั้งก่อน อ่านค่า	✓		1
31. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน	✓		1
32. การใช้ลิมิตเกจ จะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อ เวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่งจนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว	✓		1
33. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน	✓		1
34. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน	✓		0
35. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ	✓		1
36. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด	✓		1
37. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา		✓	1
38. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2		✓	1
39. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด	✓		1
40. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้	✓		1
รวมคะแนน…..			17

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย วันชัย	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 28/Feb/00	
แบบทดสอบมี 20 ข้อ ให้วงกลมในช่อง ถูกถ้าข้อความนั้นถูก และผิดถ้าข้อความนั้นผิด			

รายการ	ถูก	ผิด	
21. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆเพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น		✓	1
22. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓	1
23. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง		✓	1
24. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด	✓		1
25. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว	✓		1
26. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน		✓	1
27. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ		✓	1
28. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)	✓		1
29. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)	✓		1
30. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกค[redacted]ั้งก่อน อ่านค่า	✓		1
31. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน	✓		1
32. การใช้ลิมิตเกจจะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อเวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่งจนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว	✓		1
33. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน	✓		1
34. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน	✓		1
35. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ	✓		1
36. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด	✓		1
37. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา		✓	1
38. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2		✓	1
39. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด	✓		1
40. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้	✓		1
รวมคะแนน…..			20

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย แก้ว	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 28/2/00	
แบบทดสอบมี 20 ข้อ ให้วงกลมในช่อง ถูกถ้าข้อความนั้นถูก และผิดถ้าข้อความนั้นผิด			
รายการ	ถูก	ผิด	
21. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆเพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น		✓	1
22. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓	1
23. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง		✓	1
24. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด	✓		1
25. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่งหนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว	✓		1
26. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน	✓		0
27. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ		✓	1
28. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)	✓		1
29. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)	✓		1
30. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกค[redacted]งก่อนอ่านค่า	✓		1
31. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน	✓		1
32. การใช้ลิมิตเกจจะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อเวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่งจนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว	✓		1
33. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน	✓		1
34. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน		✓	0
35. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ	✓		1
36. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด	✓		1
37. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา		✓	1
38. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2		✓	1
39. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด	✓		1
40. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้	✓		1
		รวมคะแนน…..	18

เฉลยแบบทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เฉลยแบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเครื่องมือวัดในสายการผลิต KNUCKLE

ชื่อ นาย จันทรา	**บริษัท ตัวอย่าง**	**วันที่** 18/Feb/00	
จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วกา (✓) ลงในช่อง ถูกถ้าเห็นว่าถูกและผิดถ้าเห็นว่าผิด			
รายการ	ถูก	ผิด	
41. การใช้เวอร์เนียร์วัดงานต้องใช้แรงกดเวอร์เนียร์กับงานให้แน่นๆ เพื่อให้ค่าการวัดถูกต้องมากขึ้น		✓	
42. เวอร์เนียร์และชิ้นงานที่จะวัดไม่จำเป็นต้องเป็นมุมฉากซึ่งกันและกันเสมอ		✓	
43. ปากทั้งสองของเวอร์เนียร์เมื่อปากประกบกันสนิทต้องไม่มีแสงลอดทั้งด้านบนและล่าง		✓	
44. แรทแชทหรือฟริคชั่นสตอปของไมโครมิเตอร์ คือตัวกำหนดแรงในการวัด	✓		
45. เมื่อหมุนให้ผิวหน้าทั้งสองของไมโครมิเตอร์มาสัมผัสกันแล้วถ้ามองเห็นเลข 0 ประมาณครึ่ง หนึ่งแสดงว่าค่า 0 นั้นถูกต้องแล้ว	✓		
46. การเก็บไมโครมิเตอร์ให้หมุนแท่งผิววัดมาสนิทกันตลอดหลังจากเลิกใช้งาน		✓	
47. การใช้ Plug gage ต้องใส่ด้าน NO GO เข้าวัดก่อนเสมอ	✓		
48. ด้าน GO จะเล็กกว่าด้าน NO GO สำหรับ ปลั๊ก เกจ (Plug gage)	✓		
49. ด้าน GO จะใหญ่กว่าด้าน NO GO สำหรับ สแนปเกจ (Snap gage)	✓		
50. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ต้องปรับเทียบหน้าปัดเป็นศูนย์ ทุกค[redacted]้งก่อนอ่านค่า	✓		
51. ผิวหน้าวัดของ สแนปเกจต้องขนานกับผิวหน้าที่จะวัดของงาน	✓		
52. การใช้ลิมิตเกจจะใช้แรงช่วยก็ต่อเมื่อเวลาที่เกจเข้าไปได้ระยะหนึ่ง จนไม่เอียงซ้าย-ขวาแล้ว	✓		
53. เกจหน้าปัด (Dial indicator) ขนาด 0.01 , 1 ช่องสเกลเท่ากับ 10 ไมครอน	✓		
54. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)ใช้วัดค่า $\pm$ เทียบกับงานมาตราฐาน	✓		
55. เกจหน้าปัด(Dial test indicator)หัววัดจะต้องขนานกับผิวงานที่จะวัดเสมอ	✓		
56. เครื่องมือวัดประเภท Air micro ต้องวางอยู่กับ มาสเตอร์ตลอด	✓		
57. ถ้าลูกลอยของ Air micro ติด ให้ใช้มือเคาะที่ด้านข้างเบา		✓	
58. เพื่อป้องกันอุปกรณ์ของ Air micro เสียหายให้ใช้ ความดันลมไม่เกิน 4 kg/cm^2		✓	
59. เครื่องมือวัดที่เป็นแบบ Digital หลังจากวัดทุกครั้งต้องปิดตลอด	✓		
60. เครื่องมือวัดทุกชนิดหลังจากเลิกใช้งานแล้ว ต้องทำความสะอาดและทาน้ำมันไว้	✓		
รวมคะแนน…..			

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการประเมินผลหลังการปรับปรุง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการประเมิน

GO , NO-GO Gage

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	20
Parts name:	Knuckle	Tool name	Snap gage
Partsno.:	4271406121	Tool No.	KHUW 50.4
Section :	9	Specification	φ50.4 0 / - 0.1

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
4	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
5	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
11	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	OK	OK	OK	OK	NG	OK	OK	NG	OK	OK
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
17	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
-0.048	3		3		3	
-0.045	3		3		3	
0.018		3		3		3
0.031		3		3		3
0.027		3		3		3
-0.038	3		3		3	
-0.114		3		3		3
-0.056	3		3		3	
-0.093	3		3		3	
-0.112		3		3		3
0.036		3		3		3
-0.067	3		3		3	
-0.094	3		2		2	
-0.076	3		3		3	
-0.054	3		3		3	
0.01		3		3		3
0.037		3		3		3
-0.055	3		3		3	
-0.092	3		3		3	
-0.078	3		3		3	
Correct	36	24	35	24	35	24
Alarm	0	0	1	0	1	0
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Vanchai	36	24	60	0	0	60
Mr. Sanya	35	24	59	1	0	60
Mr. Narad	35	24	59	1	0	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Vanchai	1.00	0.00	0.00
Mr. Sanya	0.98	0.03	0.00
Mr. Narad	0.98	0.03	0.00

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	20
Parts name:	Knuckle	Tool name	Snap gage
Partsno.:	4271406121	Tool No.	KHUW 35.35
Section :	10	Specification	φ35.35 ± 0.05

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
11	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
15	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
16	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
-0.064		3		3		3
0.048	3		3		3	
0.075		3		3		3
-0.046	3		3		3	
0.059		3		3		3
-0.032	3		3		3	
-0.022	3		3		3	
-0.027	3		3		3	
-0.017	3		3		3	
0.062		3		3		3
-0.066		3		3		3
0.037	3		3		3	
0.021	3		3		3	
0.073		3		3		3
0.069		3		3		3
0.047	3		3		3	
0.028	3		3		3	
0.019	3		3		3	
0.023	3		3		3	
-0.061		3		3		3
Correct	36	24	36	24	36	24
Alarm	0	0	0	0	0	0
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Vanchai	36	24	60	0	0	60
Mr. Sanya	36	24	60	0	0	60
Mr. Narad	36	24	60	0	0	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Vanchai	1.00	0.00	0.00
Mr. Sanya	1.00	0.00	0.00
Mr. Narad	1.00	0.00	0.00

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	70
Parts name:	Knuckle	Tool name	Snap gage
Partsno.:	4271406121	Tool No.	KHUW 20
Section :	11	Specification	φ20 ± 0.2

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
2	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	NG	OK	OK	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
11	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
12	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
0.344		3		3		3
0.338		3		3		3
0.193	3		3		3	
0.135	3		3		3	
0.121	3		3		3	
0.221		3		3		3
-0.147	3		3		3	
-0.192	3		2		3	
-0.178	3		3		3	
0.215		3		3		3
0.342		3		3		3
0.354		3		3		3
0.194	3		3		3	
0.012	3		3		3	
0.017	3		3		3	
0.121	3		3		3	
0.098	3		3		3	
-0.217		3		3		3
0.141	3		3		3	
-0.276		3		3		3
Correct	36	24	35	24	36	24
Alarm	0	0	1	0	0	0
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Vanchai	36	24	60	0	0	60
Mr. Sanya	35	24	59	1	0	60
Mr. Narad	36	24	60	0	0	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Vanchai	1.00	0.00	0.00
Mr. Sanya	0.98	0.03	0.00
Mr. Narad	1.00	0.00	0.00

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	60
Parts name:	Knuckle	Tool name	Thread gage
Partsno.:	4271406121	Tool No.	T-IT-169
Section :	12	Specification	M 8 * 1.5

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Chantra			Mr. Jiemsak			Mr. Vaschira		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
5	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
11	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
15	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
16	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
	3		3		3	
	3		3		3	
	3		3		3	
		3		3		3
		3		3		3
		3		3		3
	3		3		3	
	3		3		3	
	3		3		3	
		3		3		3
		3		3		3
	3		3		3	
	3		3		3	
		3		3		3
		3		3		3
	3		3		3	
	3		3		3	
	3		3		3	
	3		3		3	
		3		3		3
Correct	36	24	36	24	36	24
Alarm	0	0	0	0	0	0
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Chantra	36	24	60	0	0	60
Mr. Jiemsak	36	24	60	0	0	60
Mr. Vaschira	36	24	60	0	0	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Chantra	1.00	0.00	0.00
Mr. Jiemsak	1.00	0.00	0.00
Mr. Vaschira	1.00	0.00	0.00

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	90
Parts name:	Knuckle	Tool name	Limit Plug gage
Partsno.:	4271406121	Tool No.	KIPW 14.5
Section :	13	Specification	φ14.5 ± 0.3

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Chantra			Mr. Jiemsak			Mr. Vaschira		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
2	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
3	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
10	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
11	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
14	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
17	OK	NG	OK	OK	OK	OK	OK	NG	OK	OK
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
0.362		3		3		3
-0.314		3		3		3
-0.317		3		3		3
0.211	3		3		3	
0.288	3		3		3	
0.137	3		3		3	
0.158	3		3		3	
0.157	3		3		3	
0.348		3		3		3
0.292	3		3		3	
-0.176	3		3		3	
-0.182	3		3		3	
0.311		3		3		3
-0.343		3		3		3
0.069	3		3		3	
0.351		3		3		3
-0.291	2		3		2	
0.113	3		3		3	
0.218	3		3		3	
0.337		3		3		3
Correct	35	24	36	24	35	24
Alarm	1	0	0	0	1	0
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Chantra	35	24	59	1	0	60
Mr. Jiemsak	36	24	60	0	0	60
Mr. Vaschira	35	24	59	1	0	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Chantra	0.98	0.03	0.00
Mr. Jiemsak	1.00	0.00	0.00
Mr. Vaschira	0.98	0.03	0.00

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	90
Parts name:	Knuckle	Tool name	Limit Plug gage
Partsno.:	4271406121	Tool No.	KIPW 16
Section :	14	Specification	φ16.0 ± 0.3

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Chantra			Mr. Jiemsak			Mr. Vaschira		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	OK	NG	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
10	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
11	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
16	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
17	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
-0.291	2		3		3	
-0.216	3		3		3	
-0.308		3		3		3
-0.116	3		3		3	
-0.087	3		3		3	
-0.31		3		3		3
-0.154	3		3		3	
-0.139	3		3		3	
-0.346		3		3		3
0.312		3		3		3
0.135	3		3		3	
0.138	3		3		3	
0.295	3		3		3	
0.146	3		3		3	
0.343		3		3		3
0.337		3		3		3
0.328		3		3		3
0.294	3		3		3	
0.018	3		3		3	
-0.356		3		3		3
Correct	35	24	36	24	36	24
Alarm	1	0	0	0	0	0
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Chantra	35	24	59	1	0	60
Mr. Jiemsak	36	24	60	0	0	60
Mr. Vaschira	36	24	60	0	0	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Chantra	0.98	0.03	0.00
Mr. Jiemsak	1.00	0.00	0.00
Mr. Vaschira	1.00	0.00	0.00

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line			OP	90				
Parts name:	Knuckle			Tool name	Limit Plug gage				
Partsno.:	4271406121			Tool No.	KIPW 19				
Section :				Specification	φ19.0 ± 0.3				
Sample Trial	Actual Parts	Mr. Chantra			Mr. Jiemsak			Mr. Vaschira		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
4	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
5	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	OK	NG	OK	OK	OK	OK	OK	NG	OK	OK
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
11	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
20	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
0.113	3		3		3	
0.288	3		3		3	
0.342		3		3		3
-0.313		3		3		3
-0.331		3		3		3
-0.293	2		3		2	
0.061	3		3		3	
0.138	3		3		3	
0.127	3		3		3	
-0.347		3		3		3
-0.294	3		3		3	
0.045	3		3		3	
-0.311		3		3		3
0.126	3		3		3	
0.251	3		3		3	
0.142	3		3		3	
0.308		3		3		3
0.231	3		3		3	
0.364		3		3		3
0.339		3		3		3
Correct	35	24	36	24	35	24
Alarm	1	0	0	0	1	0
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Chantra	35	24	59	1	0	60
Mr. Jiemsak	36	24	60	0	0	60
Mr. Vaschira	35	24	59	1	0	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Chantra	0.98	0.03	0.00
Mr. Jiemsak	1.00	0.00	0.00
Mr. Vaschira	0.98	0.03	0.00

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	130
Parts name:	Knuckle	Tool name	Thread ring gage
Partsno.:	4271406121	Tool No.	T-IT-188
Section :	16	Specification	M 18 * 1.5

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
7	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
8	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
11	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
12	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
17	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
20	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
	3		3		3	
	3		3		3	
	3		3		3	
	3		3		3	
		3		3		3
		3		3		3
		3		3		3
		3		3		3
	3		3		3	
	3		3		3	
	3		3		3	
		3		3		3
	3		3		3	
	3		3		3	
	3		3		3	
		3		3		3
		3		3		3
	3		3		3	
		3		3		3
	3		3		3	
Correct	36	24	36	24	36	24
Alarm	0	0	0	0	0	0
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Vanchai	36	24	60	0	0	60
Mr. Sanya	36	24	60	0	0	60
Mr. Narad	36	24	60	0	0	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Vanchai	1.00	0.00	0.00
Mr. Sanya	1.00	0.00	0.00
Mr. Narad	1.00	0.00	0.00

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	110
Parts name:	Knuckle	Tool name	Tool for measuring boss taper
Partsno.:	4271406121	Tool No.	T-IT-180
Section :	17	Specification	0 + 1.0 / 0

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Vanchai #1	Mr. Vanchai #2	Mr. Vanchai #3	Mr. Sanya #1	Mr. Sanya #2	Mr. Sanya #3	Mr. Narad #1	Mr. Narad #2	Mr. Narad #3
1	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
2	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
10	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
11	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
12	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
1.15		3		3		3
1.17		3		3		3
0.95	3		3		3	
0.48	3		3		3	
0.67	3		3		3	
1.07		3		3		3
0.76	3		3		3	
0.97	3		3		3	
1.14		3		3		3
1.03		3		3		3
0.98	3		3		3	
1.21		3		3		3
0.77	3		3		3	
1.08		3		3		3
0.45	3		3		3	
0.86	3		3		3	
0.75	3		3		3	
1.25		3		3		3
0.64	3		3		3	
0.66	3		3		3	
Correct	36	24	36	24	36	24
Alarm	0	0	0	0	0	0
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Vanchai	36	24	60	0	0	60
Mr. Sanya	36	24	60	0	0	60
Mr. Narad	36	24	60	0	0	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Vanchai	1.00	0.00	0.00
Mr. Sanya	1.00	0.00	0.00
Mr. Narad	1.00	0.00	0.00

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	110
Parts name:	Knuckle	Tool name	Tool for measuring boss taper
Partsno.:	4271406121	Tool No.	T-IT-188
Section :	18	Specification	0 ± 0.5

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
7	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
11	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
20	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
0.35	3		3		3	
0.27	3		3		3	
0.47	3		3		3	
0.48	3		3		3	
-0.62		3		3		3
-0.67		3		3		3
-0.52		3		3		3
-0.28	3		3		3	
-0.25	3		3		3	
0.57		3		3		3
-0.69		3		3		3
0.27	3		3		3	
-0.46	3		3		3	
0.34		3		3		3
0.26	3		3		3	
0.28	3		3		3	
0.34	3		3		3	
0.32	3		3		3	
-0.67		3		3		3
-0.58		3		3		3
Correct	36	24	36	24	36	24
Alarm	0	0	0	0	0	0
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Vanchai	36	24	60	0	0	60
Mr. Sanya	36	24	60	0	0	60
Mr. Narad	36	24	60	0	0	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Vanchai	1.00	0.00	0.00
Mr. Sanya	1.00	0.00	0.00
Mr. Narad	1.00	0.00	0.00

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	50
Parts name:	Knuckle	Tool name	Special gage
Partsno.:	4271406121	Tool No.	T-IT-167
Section :	19	Specification	19 0 / + 0.1

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
7	OK	NG	OK	OK	OK	OK	OK	NG	NG	OK
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
10	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
11	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
12	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
13	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
17	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
0.043	3		3		3	
0.098	3		3		3	
0.035	3		3		3	
0.067	3		3		3	
-0.043		3		3		3
-0.012		3		3		3
0.015	2		3		1	
0.073	3		3		3	
0.141		3		3		3
0.086	3		3		3	
0.108		3		3		3
0.105		3		3		3
0.056	3		3		3	
0.097	3		3		3	
0.076	3		3		3	
0.132		3		3		3
0.124		3		3		3
0.045	3		3		3	
0.057	3		3		3	
0.119		3		3		3
Correct	35	24	36	24	34	24
Alarm	1	0	0	0	2	0
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Vanchai	35	24	59	1	0	60
Mr. Sanya	36	24	60	0	0	60
Mr. Narad	34	24	58	2	0	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Vanchai	0.98	0.03	0.00
Mr. Sanya	1.00	0.00	0.00
Mr. Narad	0.97	0.06	0.00

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R study " Attribute characteristic"

Plant	Knuckle Process Line	OP	120
Parts name:	Knuckle	Tool name	Width gage
Partsno.:	4271406121	Tool No.	KGWW 5.9
Section :	20	Specification	5 + 0.3 / - 0.1

Sample Trial	Actual Parts	Mr. Vanchai			Mr. Sanya			Mr. Narad		
		#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
5	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
6	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
8	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	OK	OK	OK	OK	NG	OK	OK	OK	OK	OK
11	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
12	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
13	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
14	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
19	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
20	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Analysis Data

PART	1		2		3	
Dimension	OK	NG	OK	NG	OK	NG
0.112	3		3		3	
0.152	3		3		3	
0.181	3		3		3	
-0.124		3		3		3
-0.154		3		3		3
0.098	3		3		3	
-0.16		3		3		3
-0.089	3		3		3	
0.098	3		3		3	
-0.095	3		2		3	
-0.177		3		3		3
-0.163		3		3		3
-0.126		3		3		3
0.185	3		3		3	
0.286	3		3		3	
0.295	3		3		3	
0.173	3		3		3	
-0.113		3		3		3
-0.138		3		3		3
-0.09	3		3		3	
Correct	36	24	35	24	36	24
Alarm	0	0	1	0	0	0
Total	36	24	36	24	36	24

Inspection Results

Appraiser	OK Correct	NG Correct	Total Correct	FALSE	Miss	Total
Mr. Vanchai	36	24	60	0	0	60
Mr. Sanya	35	24	59	1	0	60
Mr. Narad	36	24	60	0	0	60

Calculation

Appraiser	E	P_false	P_ miss
Mr. Vanchai	1.00	0.00	0.00
Mr. Sanya	0.98	0.03	0.00
Mr. Narad	1.00	0.00	0.00

	Parameter	Acceptable	Marginal	Unacceptable
Attribute Data Criteria	E	> 0.90	0.80 to .090	< 0.80
	P_false	< 0.05	0.05 to 0.10	> 0.10
	P_miss	< 0.02	0.02 to 0.05	> 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการประเมิน GR&R

แบบ ANOVA ครั้งที่ 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name	KNUCKLE	**Gage Name**	Tool for measuring center	**M/C Name**	OP-10
Characteristic	Length	**Gaga No.**	T-IT-159 , 513-404	**Gage Accuracy**	0.01mm
Specification	32.25 +0.2 / - 0.2	**Gage type**	Special gage	**Date**	28-Jul-00

Appraiser \ Part	Trial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
Mr. Vanchai												
	1	0.155	0.160	0.140	0.120	0.150	0.165	0.135	0.145	0.145	0.135	0.145
	2	0.150	0.160	0.145	0.120	0.150	0.165	0.135	0.150	0.145	0.135	0.146
	3	0.150	0.160	0.145	0.125	0.155	0.165	0.135	0.145	0.145	0.140	0.147
Average		0.152	0.160	0.143	0.122	0.152	0.165	0.135	0.147	0.145	0.137	0.146
Range		0.005	0.000	0.005	0.005	0.005	0.000	0.000	0.005	0.000	0.005	0.003
Mr. Sanya												
	1	0.150	0.160	0.145	0.125	0.155	0.165	0.135	0.145	0.145	0.140	0.147
	2	0.155	0.160	0.145	0.125	0.150	0.165	0.135	0.150	0.145	0.135	0.147
	3	0.155	0.160	0.145	0.125	0.155	0.160	0.135	0.150	0.145	0.135	0.147
Average		0.153	0.160	0.145	0.125	0.153	0.163	0.135	0.148	0.145	0.137	0.147
Range		0.005	0.000	0.000	0.000	0.005	0.005	0.000	0.005	0.000	0.005	0.003
Mr. Vaschira												
	1	0.155	0.160	0.145	0.125	0.150	0.165	0.135	0.150	0.145	0.135	0.147
	2	0.150	0.165	0.145	0.125	0.150	0.165	0.135	0.150	0.145	0.135	0.147
	3	0.150	0.165	0.145	0.120	0.150	0.165	0.135	0.150	0.145	0.130	0.146
Average		0.152	0.163	0.145	0.123	0.150	0.165	0.135	0.150	0.145	0.133	0.146
Range		0.005	0.005	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.002
Part AVG.		0.152	0.161	0.144	0.123	0.152	0.164	0.135	0.148	0.145	0.136	0.041
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												0.003
[MAX Xbar-MIN X bar]= $X_{barDIFF}$												0.001
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.006
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												0.000

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials; D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's. Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and N	KNUCKLE	**Gage Name:**	Tool for measuring center	**# of trials =**	3	**Date:**	28-Jul-00
Characteristic	Length	**Gage No:**	T-IT-159 , 513-404	**# of parts =**	10	**Performed by:**	P.Chakkrit
Tolerance:	0.400	**Gage Type:**	Special gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.003** $X_{barDIFF}$ = **0.001** R_P = **0.041**

Measurement Unit Analysis	**% Process Variation**
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.0076	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 11.4% divided by tolerance= 1.9%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.0018	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 2.6% divided by tolerance= 0.4%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.0078	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 11.7% divided by tolerance= 2.0%
Part Variation (PV) PV = $R_p \times K_3$ = 0.067	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 99.3% divided by tolerance= 16.7%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.067	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 1.5 Analysis of Variance (ANOVA)

Variance	SS	DF	MS	F_o	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.000011	2	0.000005	0.945	3.55
Parts	0.01253	9	0.001392	249.171	2.46
Appraiser + Part	0.00010	18	0.000006	1.341	1.786
Repeatability	0.00025	60	0.000004		
Total	0.01289	89			

Table 1.6 Analysis of Variance (Reduce Model)

Variance	SS	DF	MS	F_o	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.000011	2	0.000005	1.174	3.55
Parts	0.012528	9	0.001392	309.720	2.46
Repeatability	0.000351	78	0.000004		
Total	0.012889	89			

Table 1.7 5.15 Sigma Spread

Variance	ตัวแบบเต็ม	%
EV	0.01092	16.8
AV	0.00083	1.3
G R&R	0.01095	16.9
PV	0.06394	98.6
TV	0.06487	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

239

GAGE R&R STUDY

Part Name	KNUCKLE	**Gage Name**	Tool for measuring center	**M/C Name**	OP-10
Characteristic	Length	**Gaga No.**	T-IT-159 2929FB-62	**Gage Accuracy**	0.01mm
Specification	150 +0.2 / - 0.2	**Gage type**	Special gage	**Date**	28-Jul-00

Appraiser \ Part		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
Mr. Vanchai												
	1	0.130	0.130	0.130	0.145	0.150	0.150	0.130	0.155	0.135	0.165	0.142
	2	0.130	0.130	0.130	0.145	0.150	0.150	0.130	0.150	0.140	0.170	0.143
	3	0.135	0.130	0.130	0.140	0.150	0.150	0.125	0.155	0.140	0.170	0.143
Average		0.132	0.130	0.130	0.143	0.150	0.150	0.128	0.153	0.138	0.168	0.142
Range		0.005	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.005	0.005	0.005	0.005	0.003
Mr. Sanya												
	1	0.135	0.130	0.130	0.145	0.150	0.145	0.130	0.160	0.140	0.170	0.144
	2	0.135	0.130	0.135	0.145	0.155	0.145	0.130	0.155	0.140	0.165	0.144
	3	0.140	0.125	0.135	0.140	0.150	0.145	0.140	0.160	0.140	0.165	0.144
Average		0.137	0.128	0.133	0.143	0.152	0.145	0.133	0.158	0.140	0.167	0.144
Range		0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.000	0.010	0.005	0.000	0.005	0.005
Mr. Vaschira												
	1	0.130	0.130	0.130	0.145	0.150	0.150	0.130	0.150	0.130	0.165	0.141
	2	0.135	0.130	0.130	0.140	0.150	0.145	0.135	0.160	0.140	0.165	0.143
	3	0.135	0.135	0.130	0.140	0.145	0.145	0.130	0.160	0.140	0.165	0.143
Average		0.133	0.132	0.130	0.142	0.148	0.147	0.132	0.157	0.137	0.165	0.142
Range		0.005	0.005	0.000	0.005	0.005	0.005	0.005	0.010	0.010	0.000	0.005
Part AVG.		0.134	0.130	0.131	0.143	0.150	0.147	0.131	0.156	0.138	0.167	0.037
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												0.004
[MAX Xbar-MIN X bar]=$X_{barDIFF}$												0.001
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.011
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												0.000

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials;D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's. Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and Name:	KNUCKLE	**Gage Name:**	Tool for measuring center	**# of trials =**	3	**Date:**	28-Jul-00
Characteristic:	Length	**Gage No:**	T-IT-159 2929FB-62	**# of parts =**	10	**Performed by**	P.Chakkrit
Tolerance:	0.400	**Gage Type:**	Special gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.004** $X_{barDIFF}$ = **0.001** R_P = **0.037**

Measurement Unit Analysis	% Process Variation
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.013	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 20.9% divided by tolerance= 3.2%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.003	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 5.5% divided by tolerance= 0.8%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.013	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 21.6% divided by tolerance= 3.3%
Part Variation (PV) PV = $R_p \times K_3$ = 0.059	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 97.6% divided by tolerance= 14.9%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.061	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 1.5 Analysis of Variance (ANOVA)

Variance	SS	DF	MS	Fo	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00004	2	0.000020	1.743	3.55
Parts	0.01219	9	0.001355	116.416	2.46
Appraiser + Part	0.00021	18	0.000012	1.351	1.786
Repeatability	0.00052	60	0.000009		
Total	0.01296	89			

Table 1.6 Analysis of Variance (Reduce Model)

Variance	SS	DF	MS	Fo	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00004	2	0.000020	2.178	3.55
Parts	0.01219	9	0.001355	145.513	2.46
Repeatability	0.00073	78	0.000009		
Total	0.01296	89			

Table 1.7 5.15 Sigma Spread

Variance	ตัวแบบ[illegible]ม	%
EV	0.01571	24.2
AV	0.00311	4.8
G R&R	0.01602	24.7
PV	0.06296	96.9
TV	0.06497	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name	KNUCKLE	**Gage Name**	Digimatic Calipers	**M/C Name**	OP-10
Characteristic	Diameter	**Gaga No.**	0015535	**Gage Accuracy**	0.01 mm
Specification	7.2 +0.1 / - 0.1	**Gage type**	Standard gage	**Date**	02-Aug-00

Appraiser		**Part**										
Mr. Vanchai		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
	1	7.23	7.24	7.27	7.25	7.22	7.18	7.22	7.28	7.15	7.25	7.229
	2	7.23	7.24	7.26	7.26	7.21	7.18	7.21	7.28	7.15	7.26	7.228
	3	7.24	7.24	7.27	7.25	7.22	7.19	7.21	7.27	7.15	7.26	7.230
Average		7.233	7.240	7.267	7.253	7.217	7.183	7.213	7.277	7.150	7.257	7.229
Range		0.010	0.000	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.000	0.010	0.008
Mr. Sanya												
	1	7.24	7.24	7.27	7.25	7.21	7.19	7.22	7.28	7.15	7.26	7.231
	2	7.24	7.24	7.27	7.26	7.22	7.18	7.22	7.29	7.15	7.25	7.232
	3	7.23	7.23	7.26	7.25	7.22	7.18	7.21	7.28	7.14	7.25	7.225
Average		7.237	7.237	7.267	7.253	7.217	7.183	7.217	7.283	7.147	7.253	7.229
Range		0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
Mr. Vaschira												
	1	7.24	7.23	7.27	7.25	7.22	7.19	7.22	7.28	7.14	7.26	7.230
	2	7.24	7.23	7.27	7.25	7.22	7.19	7.23	7.29	7.15	7.26	7.233
	3	7.24	7.24	7.27	7.26	7.21	7.19	7.23	7.29	7.15	7.25	7.233
Average		7.240	7.233	7.270	7.253	7.217	7.190	7.227	7.287	7.147	7.257	7.232
Range		0.000	0.010	0.000	0.010	0.010	0.000	0.010	0.010	0.010	0.010	0.007
Part AVG.		7.237	7.237	7.268	7.253	7.217	7.186	7.219	7.282	7.148	7.256	0.134
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												0.008
[MAX Xbar-MIN X bar]=$X_{barDIFF}$												0.003
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.022
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												0.000

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials;D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's. Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and Name:	KNUCKLE	**Gage Name:**	Digimatic Calipers	**# of trials =**	3	Date:	02-Aug-00
Characteristic:	Diameter	**Gage No:**	0015535	**# of parts =**	10	Performed by:	P.Chakkrit
Tolerance:	0.200	**Gage Type:**	Standard gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.008** $X_{barDIFF}$ = **0.003** R_P = **0.134**

Measurement Unit Analysis	% Process Variation
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.0254	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 11.6% divided by tolerance= 12.7%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.0066	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 3.0% divided by tolerance= 3.3%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.026	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 12.0% divided by tolerance= 13.1%
Part Variation (PV) PV = R_p x K_3 = 0.218	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 99.3% divided by tolerance= 108.9%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.219	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

245

Table 1.5 Analysis of Variance (ANOVA)

Variance	SS	DF	MS	F_o	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00016	2	0.000081	2.556	3.55
Parts	0.13030	9	0.014478	456.300	2.46
Appraiser + Part	0.00057	18	0.000032	1.142	1.786
Repeatability	0.00167	60	0.000028		
Total	0.13270	89			

Table 1.6 Analysis of Variance (Reduce Model)

Variance	SS	DF	MS	F_o	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00016	2	0.000081	2.827	3.55
Parts	0.13030	9	0.014478	504.633	2.46
Repeatability	0.00224	78	0.000029		
Total	0.13270	89			

Variance	ตัวแบบผสม	%
EV	0.02758	13.2
AV	0.00681	3.3
G R&R	0.02841	13.6
PV	0.20635	99.1
TV	0.20830	

Table 1.6 5.15 Sigma Spread

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name	KNUCKLE	**Gage Name**	Digimatic micrometer	**M/C Name**	OP-20
Characteristic	Diameter	**Gaga No.**	293-422-20	**Gage Accuracy**	0.001 mm
Specification	21.83 +0.05 / - 0.05	**Gage type**	Standard gage	**Date**	02-Aug-00

Appraiser		**Part**										
Mr. Vanchai		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
	1	21.883	21.880	21.852	21.870	21.870	21.874	21.888	21.876	21.864	21.882	21.8739
	2	21.882	21.884	21.850	21.869	21.873	21.877	21.887	21.878	21.863	21.881	21.8744
	3	21.880	21.883	21.853	21.872	21.872	21.875	21.883	21.877	21.865	21.877	21.8737
Average		21.882	21.882	21.852	21.870	21.872	21.875	21.886	21.877	21.864	21.880	21.8740
Range		0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.002	0.002	0.005	0.0033
Mr. Sanya												
	1	21.885	21.882	21.850	21.870	21.872	21.876	21.885	21.877	21.864	21.878	21.8739
	2	21.884	21.884	21.851	21.868	21.869	21.875	21.886	21.874	21.866	21.880	21.8737
	3	21.883	21.883	21.850	21.871	21.870	21.879	21.888	21.875	21.863	21.876	21.8738
Average		21.884	21.883	21.850	21.870	21.870	21.877	21.886	21.875	21.864	21.878	21.8738
Range		0.002	0.002	0.001	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004	0.0028
Mr. Vaschira												
	1	21.883	21.880	21.853	21.872	21.867	21.873	21.888	21.874	21.863	21.877	21.8730
	2	21.882	21.882	21.853	21.867	21.869	21.875	21.887	21.873	21.864	21.876	21.8728
	3	21.885	21.881	21.852	21.869	21.870	21.877	21.884	21.871	21.862	21.881	21.8732
Average		21.883	21.881	21.853	21.869	21.869	21.875	21.886	21.873	21.863	21.878	21.8730
Range		0.003	0.002	0.001	0.005	0.003	0.004	0.004	0.003	0.002	0.005	0.0032
Part AVG.		21.883	21.882	21.852	21.870	21.870	21.876	21.886	21.875	21.864	21.879	0.0347
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												0.0031
[MAX Xbar-MIN X bar]=$X_{barDIFF}$												0.0010
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.0080
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials;D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's. Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and Name:	KNUCKLE	**Gage Name:**	Digimatic micrometer	**# of trials =**	3	**Date:**	02-Aug-00
Characteristic:	Diameter	**Gage No:**	293-422-20	**# of parts =**	10	**Performed by**	P.Chakkrit
Tolerance:	0.100	**Gage Type:**	Standard gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.003** $X_{barDIFF}$ = **0.001** R_P = **0.035**

Measurement Unit Analysis	% Process Variation
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.009	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 16.6% divided by tolerance= 9.5%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.002	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 3.6% divided by tolerance= 2.1%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.010	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 17.0% divided by tolerance= 9.7%
Part Variation (PV) PV = $R_p \times K_3$ = 0.056	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 98.5% divided by tolerance= 56.2%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.057	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 1.5 Analysis of Variance (ANOVA)

Variance	SS	DF	MS	F_o	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00002	2	0.000008	2.296	3.55
Parts	0.00864	9	0.000960	262.478	2.46
Appraiser + Part	0.00007	18	0.000004	1.286	1.786
Repeatability	0.00017	60	0.000003		
Total	0.00890	89			

Table 1.6 Analysis of Variance (Reduce Model)

Variance	SS	DF	MS	F_o	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00002	2	0.000008	2.770	3.55
Parts	0.00864	9	0.000960	316.729	2.04
Repeatability	0.00024	78	0.000003		
Total	0.00890	89			

Table 1.7 5.15 Sigma Spread

Variance	ตัวแบบ[redacted]ม	% TV
EV	0.00897	16.63
AV	0.00218	4.04
G R&R	0.00923	17.12
PV	0.05312	98.52
TV	0.05391	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name	KNUCKLE	**Gage Name**	Thread micrometer	**M/C Name**	OP-130
Characteristic	Thread diameter	**Gaga No.**	293-423-20	**Gage Accuracy**	0.001 mm
Specification	16.826 0 / 0.15	**Gage type**	Special gage	**Date**	08-Aug-00

Appraiser		**Part**										
Mr. Vanchai		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
	1	16.908	16.911	16.925	16.916	16.913	16.908	16.908	16.921	16.903	16.913	16.9126
	2	16.905	16.913	16.922	16.917	16.914	16.908	16.910	16.921	16.901	16.913	16.9124
	3	16.906	16.913	16.924	16.918	16.916	16.910	16.907	16.921	16.902	16.915	16.9132
Average		16.906	16.912	16.924	16.917	16.914	16.909	16.908	16.921	16.902	16.914	16.9127
Range		0.003	0.002	0.003	0.002	0.003	0.002	0.003	0.000	0.002	0.002	0.0022
Mr. Sanya												
	1	16.908	16.911	16.925	16.918	16.915	16.910	16.908	16.923	16.900	16.912	16.9130
	2	16.904	16.914	16.923	16.916	16.916	16.909	16.907	16.921	16.902	16.912	16.9124
	3	16.906	16.912	16.923	16.916	16.914	16.906	16.908	16.924	16.898	16.913	16.9120
Average		16.906	16.912	16.924	16.917	16.915	16.908	16.908	16.923	16.900	16.912	16.9125
Range		0.004	0.003	0.002	0.002	0.002	0.004	0.001	0.003	0.004	0.001	0.0026
Mr. Vaschira												
	1	16.907	16.912	16.924	16.916	16.914	16.909	16.906	16.916	16.900	16.915	16.9119
	2	16.906	16.911	16.923	16.919	16.912	16.911	16.908	16.924	16.897	16.916	16.9127
	3	16.904	16.914	16.921	16.917	16.912	16.908	16.906	16.916	16.898	16.916	16.9112
Average		16.906	16.912	16.923	16.917	16.913	16.909	16.907	16.919	16.898	16.916	16.9119
Range		0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.002	0.008	0.003	0.001	0.0031
Part AVG.		16.906	16.912	16.923	16.917	16.914	16.909	16.908	16.921	16.900	16.914	0.0232
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												0.0026
[MAX Xbar-MIN X bar]=XbarDIFF												0.0008
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.0068
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials;D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's.
Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using
the same appraiser and unit as originally used or discard values and re+average and recompute R
and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and Name:	KNUCKLE	**Gage Name:**	Thread micrometer	**# of trials =**	3	**Date:**	08-Aug-00
Characteristic:	Thread diameter	**Gage No:**	293-423-20	**# of parts =**	10	**Performed by**	P.Chakkrit
Tolerance:	0.150	**Gage Type:**	Special gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.003** $X_{barDIFF}$ = **0.001** R_p = **0.023**

Measurement Unit Analysis	**% Process Variation**
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.0080	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 20.86% divided by tolerance= 5.4%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.0016	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 4.1% divided by tolerance= 1.1%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.008	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 21.3% divided by tolerance= 5.5%
Part Variation (PV) PV = R_p x K_3 = 0.038	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 97.7% divided by tolerance= 25.1%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.04	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 1.5 Analysis of Variance (ANOVA)

Variance	SS	DF	MS	F	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00001	2	0.000005	1.296	3.55
Parts	0.00400	9	0.000444	115.625	2.46
Appraiser + Part	0.00007	18	0.000004	1.537	1.786
Repeatability	0.00015	60	0.000003		
Total	0.00423	89			

Table 1.6 Analysis of Variance (Reduce Model)

Variance	SS	DF	MS	F	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00001	2	0.000005	1.772	3.55
Parts	0.00400	9	0.000444	158.106	2.46
Repeatability	0.00022	78	0.000003		
Total	0.00423	89			

Table 1.7 5.15 Sigma Spread

Variance	ตัวแบบ[illegible]ม	%
EV	0.00863	23.3
AV	0.00138	3.7
G R&R	0.00874	23.6
PV	0.03607	97.2
TV	0.03711	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name	KNUCKLE	**Gage Name**	Shor Hardness Tester	**M/C Name**	OP-20
Characteristic	Hardness	**Gaga No.**	HHJ-0614	**Gage Accuracy**	0.01 mm
Specification	HS 67 ~ 80	**Gage type**	Tester	**Date**	19/8/1999

Appraiser		**Part**										
Mr. Vanchai		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
	1	75.00	68.00	72.00	75.00	77.00	72.00	74.00	75.00	78.00	72.00	73.800
	2	75.00	68.00	71.00	75.00	76.00	72.00	73.00	75.00	78.00	71.00	73.400
	3	74.00	69.00	72.00	74.00	76.00	72.00	73.00	76.00	77.00	72.00	73.500
Average		74.667	68.333	71.667	74.667	76.333	72.000	73.333	75.333	77.667	71.667	73.567
Range		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.900
Mr. Sanya												
	1	75.00	69.00	72.00	74.00	75.00	72.00	73.00	75.00	78.00	71.00	73.400
	2	75.00	69.00	72.00	75.00	76.00	72.00	72.00	75.00	77.00	72.00	73.500
	3	75.00	68.00	72.00	74.00	76.00	71.00	73.00	74.00	77.00	72.00	73.200
Average		75.000	68.667	72.000	74.333	75.667	71.667	72.667	74.667	77.333	71.667	73.367
Range		0.000	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.800
Mr. Vaschira												
	1	74.00	69.00	72.00	75.00	77.00	72.00	73.00	76.00	78.00	72.00	73.800
	2	75.00	68.00	71.00	75.00	77.00	72.00	74.00	75.00	78.00	72.00	73.700
	3	75.00	69.00	72.00	74.00	76.00	72.00	74.00	75.00	78.00	71.00	73.600
Average		74.667	68.667	71.667	74.667	76.667	72.000	73.667	75.333	78.000	71.667	73.700
Range		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000	1.000	0.800
Part AVG.		74.778	68.556	71.778	74.556	76.222	71.889	73.222	75.111	77.667	71.667	9.111
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												0.833
[MAX Xbar-MIN X bar]=$X_{barDIFF}$												0.333
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												2.150
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials;D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's.
Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and Name:	KNUCKLE	**Gage Name:**	Shor Hardness Tester	**# of trials =**	3	**Date:**	19/8/1999
Characteristic:	Hardness	**Gage No:**	HHJ-0614	**# of parts =**	10	**Performed by**	P.Chakkrit
Tolerance:	13.000	**Gage Type:**	Tester	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.833** $X_{barDIFF}$ = **0.333** R_p = **9.111**

Measurement Unit Analysis	% Process Variation
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 2.542	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 16.9% divided by tolerance= 19.6%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.771	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 5.1% divided by tolerance= 5.9%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 2.656	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 17.7% divided by tolerance= 20.4%
Part Variation (PV) PV = R_p x K_3 = 14.760	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 98.4% divided by tolerance= 113.5%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 14.997	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 1.5   Analysis of Variance (ANOVA)

Variance	SS	DF	MS	Fo	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	1.68889	2	0.844444	3.717	3.55
Parts	571.878	9	63.541975	279.723	2.46
Appraiser + Part	4.0889	18	0.227160	0.818	1.786
Repeatability	16.6667	60	0.277778		
Total	594.3222	89			

Table 1.6   Analysis of Variance (Reduce Model)

Variance	SS	DF	MS	Fo	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	1.68889	2	0.844444	3.173	3.55
Parts	571.878	9	63.541975	238.793	2.46
Repeatability	20.7556	78	0.266097		
Total	594.3222	89			

Table 1.7   5.15 Sigma Spread

Variance	ตัวแบบ[illegible]ม	%
EV	2.65661	19.07
AV	0.71506	5.13
G R&R	2.75116	19.75
PV	13.65542	98.03
TV	13.92980	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name	KNUCKLE	**Gage Name**	Tool for measuring caliper	**M/C Name**	OP-40
Characteristic		**Gaga No.**	T-IT-164 2929 F-62	**Gage Accuracy**	0.01 mm
Specification	0 / 0.15	**Gage type**	Special gage	**Date**	12-Aug-00

Appraiser	Trial	Part 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
Mr. Vanchai												
	1	0.010	0.030	0.015	0.025	0.010	0.030	0.040	0.010	0.015	0.030	0.022
	2	0.010	0.030	0.015	0.030	0.010	0.030	0.040	0.015	0.010	0.030	0.022
	3	0.010	0.030	0.015	0.030	0.015	0.030	0.035	0.010	0.010	0.030	0.022
Average		0.010	0.030	0.015	0.028	0.012	0.030	0.038	0.012	0.012	0.030	0.022
Range		0.000	0.000	0.000	0.005	0.005	0.000	0.005	0.005	0.005	0.000	0.003
Mr. Sanya												
	1	0.010	0.035	0.020	0.030	0.010	0.030	0.035	0.015	0.015	0.030	0.023
	2	0.010	0.030	0.015	0.025	0.010	0.030	0.040	0.010	0.010	0.030	0.021
	3	0.010	0.030	0.015	0.030	0.015	0.030	0.040	0.010	0.010	0.025	0.022
Average		0.010	0.032	0.017	0.028	0.012	0.030	0.038	0.012	0.012	0.028	0.022
Range		0.000	0.005	0.005	0.005	0.005	0.000	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004
Mr. Vaschira												
	1	0.010	0.030	0.015	0.030	0.010	0.030	0.035	0.010	0.010	0.025	0.021
	2	0.010	0.030	0.015	0.030	0.010	0.030	0.040	0.010	0.010	0.030	0.022
	3	0.010	0.030	0.015	0.030	0.010	0.025	0.035	0.010	0.015	0.030	0.021
Average		0.010	0.030	0.015	0.030	0.010	0.028	0.037	0.010	0.012	0.028	0.021
Range		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.005	0.000	0.005	0.005	0.002
Part AVG.		0.010	0.031	0.016	0.029	0.011	0.029	0.038	0.011	0.012	0.029	0.028
[RbarA-RbarB-RbarC]/[# of operators]												0.003
[MAX Xbar-MIN X bar]=XbarDIFF												0.001
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.007
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials;D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's. Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re+average and recompute R and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and Name:	KNUCKLE	**Gage Name:**	Tool for measuring caliper	**# of trials =**	3	**Date:**	12-Aug-00
Characteristic:		**Gage No:**	T-IT-164 2929 F-62	**# of parts =**	10	**Performed by:**	P.Chakkrit
Tolerance:	0.150	**Gage Type:**	Special gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.003** $X_{barDIFF}$ = **0.001** R_p = **0.028**

Measurement Unit Analysis	**% Process Variation**
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.0086	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 18.85% divided by tolerance= 5.8%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.0016	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 3.5% divided by tolerance= 1.1%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.009	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 19.2% divided by tolerance= 5.9%
Part Variation (PV) PV = $R_p \times K_3$ = 0.045	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 98.1% divided by tolerance= 30.0%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.05	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 1.5 Analysis of Variance (ANOVA)

Variance	SS	DF	MS	F_o	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00001	2	0.000006	3.203	3.55
Parts	0.00899	9	0.000999	548.831	2.46
Appraiser + Part	0.00003	18	0.000002	0.386	1.786
Repeatability	0.00028	60	0.000005		
Total	0.00932	89			

Table 1.6 Analysis of Variance (Reduce Model)

Variance	SS	DF	MS	F_o	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00001	2	0.000006	1.439	3.55
Parts	0.00899	9	0.000999	246.604	2.46
Repeatability	0.00032	78	0.000004		
Total	0.00932	89			

Table 1.7 5.15 Sigma Spread

Variance	ตัวแบบ[redacted]ม	%
EV	0.01037	18.80
AV	0.00125	2.27
G R&R	0.01044	18.93
PV	0.05416	98.19
TV	0.05516	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name	KNUCKLE	**Gage Name**	Tool for measuring boss position	**M/C Name**	OP-70
Characteristic	Pitch dimension	**Gaga No.**	T-IT-170 1929 B	**Gage Accuracy**	0.01 mm
Specification	42.715 +0.2 / - 0.2	**Gage type**	Special gage	**Date**	10-Aug-00

Appraiser		**Part** 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
Mr. Narad												
	1	42.810	42.785	42.785	42.750	42.775	42.795	42.785	42.766	42.760	42.805	42.782
	2	42.810	42.790	42.785	42.755	42.766	42.800	42.785	42.765	42.760	42.805	42.782
	3	42.815	42.785	42.780	42.750	42.775	42.800	42.785	42.765	42.760	42.805	42.782
Average		42.812	42.787	42.783	42.752	42.772	42.798	42.785	42.765	42.760	42.805	42.782
Range		0.005	0.005	0.005	0.005	0.009	0.005	0.000	0.001	0.000	0.000	0.003
Mr. Chantra												
	1	42.810	42.785	42.785	42.755	42.766	42.795	42.780	42.766	42.765	42.800	42.781
	2	42.805	42.790	42.780	42.750	42.766	42.795	42.785	42.765	42.760	42.805	42.780
	3	42.810	42.790	42.780	42.750	42.775	42.800	42.785	42.765	42.760	42.800	42.782
Average		42.808	42.788	42.782	42.752	42.769	42.797	42.783	42.765	42.762	42.802	42.781
Range		0.005	0.005	0.005	0.005	0.009	0.005	0.005	0.001	0.005	0.005	0.005
Mr. Jiemsak												
	1	42.805	42.785	42.780	42.750	42.775	42.800	42.780	42.766	42.765	42.805	42.781
	2	42.805	42.785	42.785	42.750	42.775	42.800	42.780	42.766	42.760	42.800	42.781
	3	42.810	42.785	42.785	42.750	42.775	42.795	42.785	42.765	42.760	42.800	42.781
Average		42.807	42.785	42.783	42.750	42.775	42.798	42.782	42.765	42.762	42.802	42.781
Range		0.005	0.000	0.005	0.000	0.000	0.005	0.005	0.001	0.005	0.005	0.003

Part AVG.	0.058
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]	0.004
[MAX Xbar-MIN X bar]= $X_{barDIFF}$	0.001
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R	0.010
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R	0.000

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials; D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's. Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and Name:	KNUCKLE	**Gage Name:**	Tool for measuring boss positi	**# of trials =**	3	**Date:**	10-Aug-00
Characteristic:	Pitch dimension	**Gage No:**	T-IT-170 1929 B	**# of parts =**	10	**Performed by**	P.Chakkrit
Tolerance:	0.400	**Gage Type:**	Special gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.004** $X_{barDIFF}$ = **0.001** R_p = **0.058**

Measurement Unit Analysis	% Process Variation
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.0117	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 12.44% divided by tolerance= 2.9%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.0022	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 2.4% divided by tolerance= 0.6%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.012	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 12.7% divided by tolerance= 3.0%
Part Variation (PV) PV = $R_p \times K_3$ = 0.094	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 99.2% divided by tolerance= 23.4%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.09	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 1.5 Analysis of Variance (ANOVA)

Variance	SS	DF	MS	F_0	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00002	2	0.000012	1.375	3.55
Parts	0.02876	9	0.003196	374.916	2.46
Appraiser + Part	0.00015	18	0.000009	1.169	1.786
Repeatability	0.00044	60	0.000007		
Total	0.02938	89			

Table 1.6 Analysis of Variance (ANOVA)

Variance	SS	DF	MS	F_0	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00002	2	0.0000117	1.548	3.55
Parts	0.02876	9	0.003196	421.84	2.46
Repeatability	0.00059	78	0.0000076		
Total	0.02938	89			

Table 1.7 5.15 Sigma Spread

Variance	ตัวแบบ[redacted]ม	%
EV	0.01418	14.5
AV	0.00192	2.0
G R&R	0.01430	14.6
PV	0.09693	98.9
TV	0.09798	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name KNUCKLE	**Gage Name** Tool for measuring boss position	**M/C Name**	OP-70
Characteristic Pitch dimension	**Gaga No.** T-IT-170 1929 B	**Gage Accuracy**	0.01 mm
Specification 125.285 +0.2 / - 0.2	**Gage type** Special gage	**Date**	10-Aug-00

Appraiser		**Part**										
Mr. Narad		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
	1	0.070	0.085	0.095	0.070	0.080	0.080	0.065	0.040	0.055	0.075	0.072
	2	0.070	0.085	0.095	0.070	0.080	0.085	0.070	0.045	0.050	0.075	0.073
	3	0.075	0.080	0.090	0.065	0.085	0.085	0.070	0.040	0.050	0.070	0.071
Average		0.072	0.083	0.093	0.068	0.082	0.083	0.068	0.042	0.052	0.073	0.072
Range		0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Mr. Chantra												
	1	0.075	0.080	0.090	0.070	0.080	0.085	0.070	0.040	0.055	0.075	0.072
	2	0.075	0.080	0.090	0.065	0.080	0.085	0.075	0.045	0.055	0.075	0.073
	3	0.075	0.080	0.090	0.065	0.080	0.080	0.070	0.045	0.055	0.075	0.072
Average		0.075	0.080	0.090	0.067	0.080	0.083	0.072	0.043	0.055	0.075	0.072
Range		0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.005	0.005	0.005	0.000	0.000	0.002
Mr. Jiemsak												
	1	0.075	0.080	0.090	0.065	0.085	0.085	0.065	0.040	0.050	0.070	0.071
	2	0.070	0.080	0.090	0.065	0.080	0.085	0.070	0.040	0.050	0.070	0.070
	3	0.070	0.080	0.085	0.075	0.080	0.085	0.070	0.045	0.055	0.070	0.072
Average		0.072	0.080	0.088	0.068	0.082	0.085	0.068	0.042	0.052	0.070	0.071
Range		0.005	0.000	0.005	0.010	0.005	0.000	0.005	0.005	0.005	0.000	0.004
Part AVG.		0.073	0.081	0.091	0.068	0.081	0.084	0.069	0.042	0.053	0.073	0.048
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												0.004
[MAX Xbar-MIN X bar]= $X_{barDIFF}$												0.001
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.009
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials; D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's. Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and Name:	KNUCKLE	**Gage Name:**	Tool for measuring boss positio	**# of trials =**	3	**Date:**	10-Aug-00
Characteristic:	Pitch dimension	**Gage No:**	T-IT-170 1929 B	**# of parts =**	10	**Performed by:**	P.Chakkrit
Tolerance:	0.400	**Gage Type:**	Special gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.0037** $X_{barDIFF}$ = **0.0013** R_P = **0.0483**

Measurement Unit Analysis	% Process Variation
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.0112	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 14.13% divided by tolerance= 2.8%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.0030	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 3.7% divided by tolerance= 0.7%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.012	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 14.6% divided by tolerance= 2.9%
Part Variation (PV) PV = $R_p \times K_3$ = 0.078	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 98.9% divided by tolerance= 19.6%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.08	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 1.5 Analysis of Variance (ANOVA)

Variance	SS	DF	MS	F_o	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00003	2	0.000014	1.625	3.55
Parts	0.01737	9	0.001930	217.167	2.46
Appraiser + Part	0.00016	18	0.000009	1.333	1.786
Repeatability	0.00040	60	0.000007		
Total	0.01796	89			

Table 1.6 Analysis of Variance (Reduce Model)

Variance	SS	DF	MS	F_o	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00003	2	0.000014	2.012	3.55
Parts	0.01737	9	0.001930	268.873	2.46
Repeatability	0.00056	78	0.000007		
Total	0.01796	89			

Table 1.7 5.15 Sigma Spread

Variance	ตัวแบบเต็ม	%
EV	0.01380	18.0
AV	0.00253	3.3
G R&R	0.01403	18.3
PV	0.07528	98.3
TV	0.07658	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name	KNUCKLE	**Gage Name**	Ari micrometer	**M/C Name**	OP-80
Characteristic	Diameter	**Gaga No.**	E-AJO-5016	**Gage Accuracy**	0.001 mm
Specification	34.925 -0.002 / - 0.015	**Gage type**	Special gage	**Date**	21-May-00

Appraiser		**Part**										
Mr. Jiemsak		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
	1	-0.004	-0.006	-0.005	-0.010	-0.008	-0.005	-0.008	-0.005	-0.003	-0.011	-0.0065
	2	-0.004	-0.007	-0.004	-0.010	-0.008	-0.005	-0.008	-0.006	-0.003	-0.011	-0.0066
	3	-0.004	-0.007	-0.004	-0.010	-0.007	-0.006	-0.007	-0.006	-0.001	-0.010	-0.0062
Average		-0.0040	-0.0067	-0.0043	-0.0100	-0.0077	-0.0053	-0.0077	-0.0057	-0.0023	-0.0107	-0.0064
Range		0.0000	0.0010	0.0010	0.0000	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0020	0.0010	0.0009
Mr. Narad												
	1	-0.004	-0.006	-0.004	-0.009	-0.009	-0.006	-0.007	-0.006	-0.003	-0.010	-0.0064
	2	-0.004	-0.006	-0.004	-0.009	-0.008	-0.005	-0.007	-0.006	-0.002	-0.010	-0.0061
	3	-0.004	-0.006	-0.005	-0.009	-0.009	-0.006	-0.007	-0.005	-0.003	-0.010	-0.0064
Average		-0.0040	-0.0060	-0.0043	-0.0090	-0.0087	-0.0057	-0.0070	-0.0057	-0.0027	-0.0100	-0.0063
Range		0.0000	0.0000	0.0010	0.0000	0.0010	0.0010	0.0000	0.0010	0.0010	0.0000	0.0005
Mr. Prasad												
	1	-0.004	-0.007	-0.003	-0.010	-0.007	-0.005	-0.007	-0.004	-0.003	-0.010	-0.0060
	2	-0.004	-0.006	-0.003	-0.010	-0.007	-0.006	-0.007	-0.005	-0.002	-0.010	-0.0060
	3	-0.004	-0.006	-0.004	-0.009	-0.009	-0.006	-0.007	-0.005	-0.002	-0.010	-0.0062
Average		-0.0040	-0.0063	-0.0033	-0.0097	-0.0077	-0.0057	-0.0070	-0.0047	-0.0023	-0.0100	-0.0061
Range		0.0000	0.0010	0.0010	0.0010	0.0020	0.0010	0.0000	0.0010	0.0010	0.0000	0.0008
Part AVG.		-0.004	-0.006	-0.004	-0.010	-0.008	-0.006	-0.007	-0.005	-0.002	-0.010	0.0078
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												0.0007
[MAX Xbar-MIN X bar]= $X_{barDIFF}$												0.0004
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.0019
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials;D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's. Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and Name:	KNUCKLE	**Gage Name:**	Ari micrometer	**# of trials =**	3	**Date:**	21-May-00
Characteristic:	Diameter	**Gage No:**	E-AJO-5016	**# of parts =**	10	**Performed by**	P.Chakkrit
Tolerance:	0.013	**Gage Type:**	Special gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.001** $X_{barDIFF}$ = **0.0004** R_p = **0.008**

Measurement Unit Analysis	**% Process Variation**
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.0022	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 17.43% divided by tolerance= 17.2%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.0009	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 7.0% divided by tolerance= 6.9%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.002	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 18.8% divided by tolerance= 18.6%
Part Variation (PV) PV = $R_p \times K_3$ = 0.013	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 98.2% divided by tolerance= 96.9%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.01	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 1.5 Analysis of Variance (ANOVA)

Variance	SS	DF	MS	F_o	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	2.07E-06	2	1.03E-06	2.220	3.55
Parts	5.10E-04	9	5.66E-05	121.708	2.04
Appraiser + Part	8.38E-06	18	4.65E-07	1.611	1.786
Repeatability	1.73E-05	60	2.89E-07		
Total	5.38E-04	89			

Table 1.6 Analysis of Variance (ANOVA) Reduce model

Variance	SS	DF	MS	F_o	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	2.07E-06	2	1.03E-06	3.577	3.55
Parts	5.10E-04	9	5.66E-05	196.085	2.04
Repeatability	2.57E-05	78	2.22E-07		
Total	5.38E-04	89			

Table 1.7 5.15 Sigma Spread

Variance	ตัวแบบสุ่ม	TV %
EV	0.00243	18.5
AV	0.00085	6.4
G R&R	0.00257	19.6
PV	0.01289	98.1
TV	0.01315	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการประเมิน GR&R

แบบ ANOVA ครั้งที่ 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name	KNUCKLE	**Gage Name**	Tool for measuring center	**M/C Name**	OP-10
Characteristic	Length	**Gaga No.**	T-IT-159 2929FB-62	**Gage Accuracy**	0.01mm
Specification	150 +0.2 / - 0.2	**Gage type**	Special gage	**Date**	

Appraiser \ Part		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
Mr. Vanchai												
	1	0.120	0.130	0.130	0.145	0.150	0.150	0.130	0.155	0.135	0.165	0.141
	2	0.120	0.130	0.130	0.145	0.155	0.150	0.130	0.155	0.140	0.165	0.142
	3	0.125	0.130	0.130	0.140	0.155	0.150	0.135	0.155	0.140	0.170	0.143
Average		0.122	0.130	0.130	0.143	0.153	0.150	0.132	0.155	0.138	0.167	0.142
Range		0.005	0.000	0.000	0.005	0.005	0.000	0.005	0.000	0.005	0.005	0.003
Mr. Sanya												
	1	0.120	0.130	0.130	0.145	0.150	0.145	0.130	0.160	0.140	0.170	0.142
	2	0.125	0.130	0.135	0.145	0.155	0.145	0.130	0.155	0.140	0.165	0.143
	3	0.125	0.125	0.135	0.140	0.155	0.145	0.135	0.160	0.140	0.165	0.143
Average		0.123	0.128	0.133	0.143	0.153	0.145	0.132	0.158	0.140	0.167	0.142
Range		0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.000	0.005	0.005	0.000	0.005	0.004
Mr. Vaschira												
	1	0.120	0.130	0.130	0.145	0.150	0.150	0.135	0.150	0.130	0.165	0.141
	2	0.120	0.130	0.130	0.140	0.150	0.145	0.135	0.160	0.140	0.165	0.142
	3	0.120	0.135	0.130	0.140	0.150	0.145	0.130	0.160	0.140	0.165	0.142
Average		0.120	0.132	0.130	0.142	0.150	0.147	0.133	0.157	0.137	0.165	0.141
Range		0.000	0.005	0.000	0.005	0.000	0.005	0.005	0.010	0.010	0.000	0.004
Part AVG.		0.122	0.130	0.131	0.143	0.152	0.147	0.132	0.157	0.138	0.166	0.044
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												0.004
[MAX Xbar-MIN X bar]=$X_{barDIFF}$												0.001
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.009
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												0.000

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials;D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's.
Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using
the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R
and the limiting value from the remaining observations.

R&RStudy_1b

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and Name:	KNUCKLE	**Gage Name:**	Tool for measuring center	**# of trials =**	3	**Date:**	
Characteristic:	Length	**Gage No:**	T-IT-159 2929FB-62	**# of parts =**	10	**Performed by**	P.Chakkrit
Tolerance:	0.400	**Gage Type:**	Special gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.004** $X_{barDIFF}$ = **0.001** R_p = **0.044**

Measurement Unit Analysis	% Process Variation
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.011	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 15.3% divided by tolerance= 2.8%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.002	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 3.3% divided by tolerance= 0.6%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.011	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 15.7% divided by tolerance= 2.9%
Part Variation (PV) PV = R_p x K_3 = 0.072	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 98.8% divided by tolerance= 18.0%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.073	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 1.5 Analysis of Variance (ANOVA)

Variance	SS	DF	MS	Fo	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00002	2	0.000011	1.345	3.55
Parts	0.01542	9	0.001714	212.724	2.46
Appraiser + Part	0.00015	18	0.000008	1.115	1.786
Repeatability	0.00043	60	0.000007		
Total	0.01602	89			

Table 1.6 Analysis of Variance (Reduce Model)

Variance	SS	DF	MS	Fo	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00002	2	0.000011	1.461	3.55
Parts	0.01542	9	0.001714	231.115	2.46
Repeatability	0.00058	78	0.000007		
Total	0.01602	89			

Table 1.7 5.15 Sigma Spread

Variance	ตัวแบบเต็ม	%
EV	0.01402	19.4
AV	0.00174	2.4
G R&R	0.01413	19.5
PV	0.07091	98.1
TV	0.07230	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GAGE R&R STUDY

Part Name KNUCKLE	**Gage Name** Thread micrometer	**M/C Name** OP-130	
Characteristic Thread diameter	**Gaga No.** 293-423-20	**Gage Accuracy** 0.001 mm	
Specification 16.826 0 / 0.15	**Gage type** Special gage	**Date**	

Appraiser		**Part**										
Mr. Vanchai		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	**Average**
	1	16.908	16.911	16.925	16.916	16.913	16.908	16.908	16.921	16.900	16.913	16.9123
	2	16.905	16.913	16.922	16.917	16.914	16.908	16.906	16.921	16.901	16.913	16.9120
	3	16.906	16.913	16.924	16.918	16.912	16.910	16.907	16.921	16.902	16.915	16.9128
Average		16.906	16.912	16.924	16.917	16.913	16.909	16.907	16.921	16.901	16.914	16.9124
Range		0.003	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.000	0.002	0.002	0.0020
Mr. Sanya												
	1	16.908	16.911	16.925	16.918	16.913	16.910	16.908	16.923	16.900	16.912	16.9128
	2	16.904	16.914	16.923	16.916	16.912	16.909	16.907	16.921	16.902	16.914	16.9122
	3	16.906	16.912	16.923	16.916	16.914	16.908	16.908	16.920	16.901	16.913	16.9121
Average		16.906	16.912	16.924	16.917	16.913	16.909	16.908	16.921	16.901	16.913	16.9124
Range		0.004	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.003	0.002	0.002	0.0023
Mr. Vaschira												
	1	16.907	16.912	16.924	16.916	16.914	16.909	16.906	16.916	16.900	16.915	16.9119
	2	16.906	16.911	16.923	16.919	16.912	16.908	16.908	16.920	16.897	16.916	16.9120
	3	16.904	16.914	16.921	16.917	16.912	16.908	16.906	16.917	16.898	16.914	16.9111
Average		16.906	16.912	16.923	16.917	16.913	16.908	16.907	16.918	16.898	16.915	16.9117
Range		0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.001	0.002	0.004	0.003	0.002	0.0026
Part AVG.		16.906	16.912	16.923	16.917	16.913	16.909	16.907	16.920	16.900	16.914	0.0232
[RbarA+RbarB+RbarC]/[# of operators]												0.0023
[MAX Xbar-MIN X bar]=XbarDIFF												0.0007
[Rdoublebar X D_4*] = UCL_R												0.0059
[Rdoublebar X D_3*] = LCL_R												

*D_4 = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials;D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represent the limit of individual R's.
Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using
the same appraiser and unit as originally used or discard values and re+average and recompute R
and the limiting value from the remaining observations.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gage R&R Evaluation

Part No. and Name:	KNUCKLE	**Gage Name:**	Thread micrometer	**# of trials =**	3	**Date:**	
Characteristic:	Thread diameter	**Gage No:**	293-423-20	**# of parts =**	10	**Performed by**	P.Chakkrit
Tolerance:	0.150	**Gage Type:**	Special gage	**# of appraiser =**	3		

From data sheet: Rdoublebar = **0.002** $X_{barDIFF}$ = **0.001** R_p = **0.023**

Measurement Unit Analysis	% Process Variation
Repeatability - Equipment Variation (EV) EV = Rdoublebar x K_1 = 0.0070	% EV = 100[EV/TV] divided by TV= 18.32% divided by tolerance= 4.7%
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) AV = $\sqrt{[(X_{barDIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]}$ = 0.0014	% AV = 100[AV/TV] divided by TV= 3.6% divided by tolerance= 0.9%
Repeatability & Reproducibility (R & R) R & R = $\sqrt{[EV^2 + AV^2]}$ = 0.007	% R&R = 100[R&R/TV] divided by TV= 18.7% divided by tolerance= 4.8%
Part Variation (PV) PV = $R_p \times K_3$ = 0.038	% PV = 100[PV/TV] divided by TV= 98.2% divided by tolerance= 25.1%
Total Variation (TV) or Tolerance TV = $\sqrt{[R\&R^2 + PV^2]}$ = 0.04	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 1.5 Analysis of Variance (ANOVA)

Variance	SS	DF	MS	F	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00001	2	0.000005	2.147	3.55
Parts	0.00391	9	0.000434	190.166	2.46
Appraiser + Part	0.00004	18	0.000002	1.417	1.786
Repeatability	0.00010	60	0.000002		
Total	0.00405	89			

Table 1.6 Analysis of Variance (Reduce Model)

Variance	SS	DF	MS	F	$F_{0.05, v1, v2}$
Appraiser	0.00001	2	0.000005	2.774	3.55
Parts	0.00391	9	0.000434	245.793	2.46
Repeatability	0.00014	78	0.000002		
Total	0.00405	89			

Table 1.7 5.15 Sigma Spread

Variance	ตัวแบบ[redacted]ม	%
EV	0.00684	18.8
AV	0.00166	4.6
G R&R	0.00704	19.4
PV	0.03569	98.1
TV	0.03638	

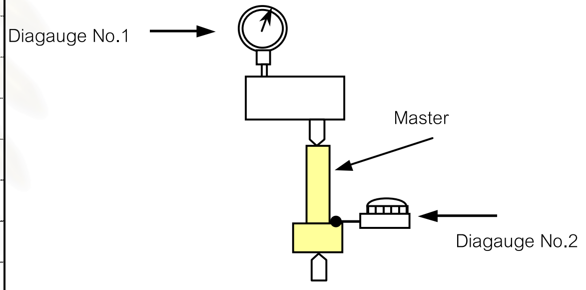
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No.1

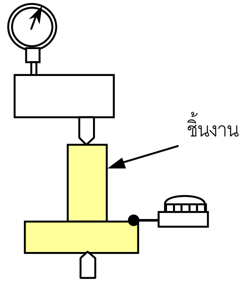
เอกสารการปฏิบัติงาน Operation Sheet (การใช้เครื่องมือวัด T-IT-159)	ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
	ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxxx	xxxxxxxxxx

หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต	เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้	แก้ไขครั้งที่	หน้าที่
W-PDM-MA-001	กลึงปอกผิวเพลา	OP-10,20	xxxxxxx	1	1/1

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	ทำความสะอาดโต๊ะงานและชิ้นงานด้วย Oil cleaning	1. T-IT-159	1. ถุงมือผ้า
2	ทำความสะอาด Master ด้วย Oil cleaning	2. Diagauge No.513-404	2. เศษผ้า
3	SET MASTER เข้ากับ JIG เครื่องมือวัดดังรูป 1.1	3. Diagauge No. 2929FB-62	3. Oil cleaner
4	SET DIAL GAUGE 1 เป็น "0"		4 Air Gun
5	SET DIAL GAUGE 2 เป็น "0" โดยแตะหัววัดที่ระนาบของ MASTER ดังรูป 1.1		
6	นำชิ้นงานประกอบเข้ากับ Jig ดังรูป 1.2		
7	อ่านค่าที่ DIAL 1 แล้วลงบันทึกในใบเช็คคุณภาพ (150 $\pm$ 0.2)		
8	ใช้ DIAL 2 แตะที่จุด 1 แล้วอ่านค่า (32.25 $\pm$ 0.2) ทำการบันทึก		
9	นำชิ้นงานออกจาก Jig		
10	ทำความสะอาดเครื่องมือวัดและนำฝาครอบพลาสติกปิดกันฝุ่น		



รูป 1.1



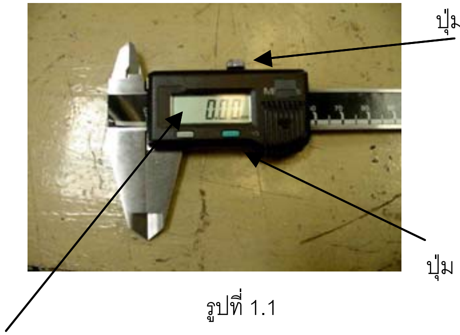
รูป 1.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

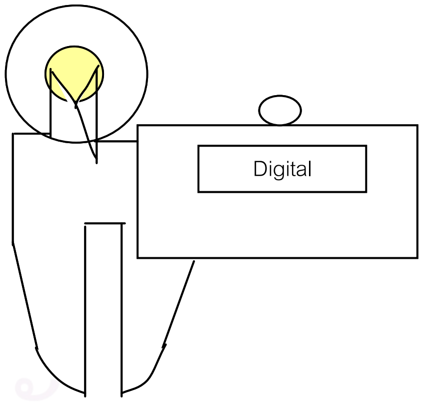
No.2

เอกสารการปฏิบัติงาน Operation Sheet (การใช้เครื่องมือวัด DIGIMETIC CALIPERS)	ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
	ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxxx	xxxxxxxxxx
	หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต	เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้		แก้ไขครั้งที่	หน้าที่
	W-PDM-MA-002	เจาะรูยันศูนย์หัวท้าย	OP-10	xxxxxxx		1	1/1

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	ทำความสะอาดชิ้นงานโดยใช้ลมเป่า	1. Digimatic Calipers	1. ถุงมือผ้า
2	คลายปุ่มล็อคที่ด้านบนพอหลวมๆ		2. เศษผ้า
3	SET เวอร์เนียรเป็น " 0 " โดยนำปากทั้งสองมาชิดกัน ดังรูป 1.1 แล้วทำการกดปุ่ม Reset		3. Air Gun
4	นำมาวัดที่ปากรู (ดังรูบ 1.2) โดยให้ปากทั้งสองตั้งฉากกับรู		
5	อ่านค่าที่จอแล้วทำการบันทึก		
6	ทำความสะอาดเครื่องมือวัด		
	** ใช้แรงกดเบาๆเมื่อปากทั้งสองสัมผัสที่ผนังรู		



รูปที่ 1.1



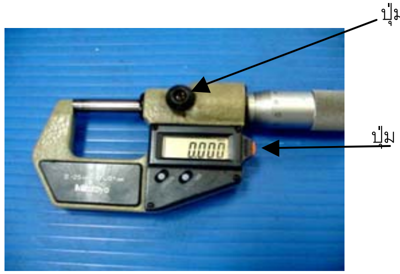
รูปที่ 1.2

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

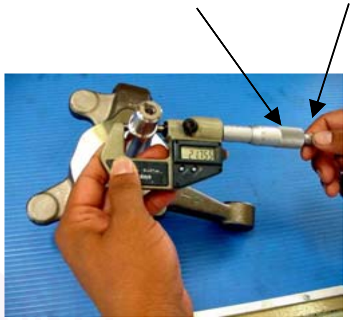
No.3

เอกสารการปฏิบัติงาน Operation Sheet (การใช้เครื่องมือวัด DIGIMETIC MICROMETER)	ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
	ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxxx	xxxxxxxxxx
	หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต	เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้		แก้ไขครั้งที่	หน้าที่
	W-PDM-MA-003	กลึงปอกผิวเพลา	OP-20	xxxxxxx		1	1/1

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	ทำความสะอาดเครื่องมือและงานที่จะทำการวัด	1. Digimatic Micrometer	1. ถุงมือผ้า
2	คลายปุ่มล็อคสีดำพอหลวมๆ	No. 6294679	2. เศษผ้า
3	นำปากทั้งสองของ MICROMETER มาชิดกัน แล้วกดปุ่ม RESET " 0 " ดังรูป 1.1		3. Air Gun
4	วัดชิ้นงานที่ตำแหน่งดังรูป 1.2		
5	หมุนที่Knob "A" ,พอปากทั้งสองใกล้สัมผัสงานให้หมุนที่ Knob "B" จนมีเสียงดังก็พอ		
6	อ่านค่าที่ได้และทำการบันทึก		
7	ทำความสะอาดเครื่องมือวัดและเก็บเข้าที่กล่อง		



รูปที่ 1.1



รูปที่ 1.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No.4

เอกสารการปฏิบัติงาน

Operation Sheet

(การใช้เครื่องมือวัด THREAD MICROMETER)

ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxxx	xxxxxxxxxx

หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต	เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้	แก้ไขครั้งที่	หน้าที่
W-PDM-MA-004	ทำเกลียวที่ปลายเพลา	OP-130	xxxxxxx	1	1/1

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	ทำความสะอาดชิ้นงานและเครื่องมือวัด	1. T-IT-188	1. ถุงมือผ้า
2	นำ THREAD GAUGE T-IT-188 ทั้ง ตัว GO และตัว NO GOวัดความยาวเกลียวและ	2. TMCNo.25 DM	2. เศษผ้า
	ความโตเกลียวโดยหมุนเข้าตามรอยเกลียว		3. Oil cleaner
3	ตัว GO เข้าได้ , ตัว NO GO เข้าไม่ได้ .---> ชิ้นงาน OK		
4	ตัว GO เข้าไม่ได้ .---> ชิ้นงาน NG		
5	ตัว GO เข้าได้ , ตัว NO GO เข้าได้ .---> ชิ้นงาน NG		
6	หมุนปาก MICRO เข้ามาชนกันดังรูป 1.3 โดยใกล้ๆชนให้หมุนที่ Knob " B " แล้วกดปุ่มReset		
	เป็น " 0 "		
7	ใช้ THREAD MICRO วัดความโตเกลียว แล้วอ่านค่าที่หน้าปัทม์ STD (16.826 0 / + 0.150)		
	ดังรูปที่ 1.4		
8	ทำการบันทึกค่าที่อ่านได้ลงในใบ Check Sheet		
9	ทำความสะอาดเครื่องมือวัด		

GO

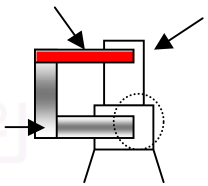
รูปที่ 1.1

NO GO

รูปที่ 1.2

รูปที่ 1.3

รูปที่ 1.4



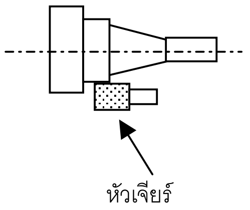
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No.5

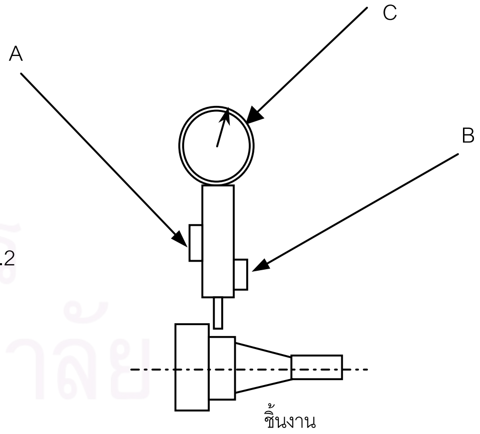
เอกสารการปฏิบัติงาน Operation Sheet (การใช้เครื่องมือวัด SHOR HARDNESS TESTER)	ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
	ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxxx	xxxxxxxxxx
	หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต	เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้		แก้ไขครั้งที่	หน้าที่
	W-PDM-MA-005	ชุบผิวแข็งที่แกนเพลา	OP-30	xxxxxxx		1	1/1

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	ทำความสะอาดชิ้นงาน แล้ววางชิ้นงานบนโต๊ะวัดงาน	1. Shor hardness tester	1. ถุงมือผ้า
2	ใช้หินเจียร เจียรผิว FLANG และ แกนเพลาหรือเจียรหาความกว้างของผิวชุป เจียรให้เห็นเส้นโดย	No. HHJ-0614	2. เศษผ้า
	เจียร์ให้เส้นขนานกันเจียรแกนเพลาเพียงด้านเดียว ทำเหมือนกันทั้งด้าน L, R (รูปที่ 1.1)		3. Oil cleaner
3	ใช้พู่กันจุ่มน้ำยาเช็คบริเวณผิวที่เจียรไว้ให้เห็นเส้นขนาดผิวชุปแข็ง ใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์วัด ต้องให้		4. Air grinder
	ได้ตามค่า STD. คือ		5. แว่นตา
	- ขนาดความกว้างของแกนเพลาหรือ F ϕ 9.9 - 14.9		
	** ทำเหมือนกันทั้งด้าน R, L แล้วลงบันทึก		
4	หมุนมือหมุน A และนำชิ้นงานเข้าประกอบดังรูปที่ 1.2		
5	วัดความแข็งของชิ้นงาน ใช้มือจับชิ้นงาน ให้แกนเพลาบริเวณที่เจียร ตรงกับตัวยึดของเครื่องล๊อค		
	พอตึงมือ แล้วใช้อีกมือหมุนเข็ม(B) บนหน้าปัด (C)ให้ถึงเลข " 0 " แล้วปล่อยเข็ม		
6	อ่านค่าที่ได้แล้วทำการบันทึก		
7	เสร็จแล้วให้ทำความสะอาดเครื่องมือวัดแล้วเก็บเข้าที่เดิม		
7	เสร็จแล้วให้ทำความสะอาดเครื่องมือวัดแล้วเก็บเข้าที่เดิม		

รูปที่ 1.1



รูปที่ 1.2



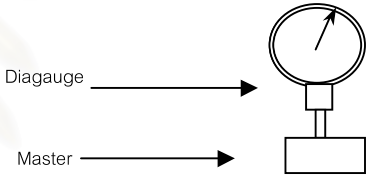
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No.6

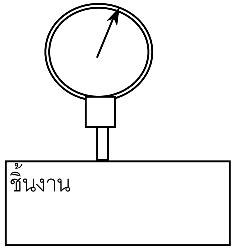
เอกสารการปฏิบัติงาน Operation Sheet (การใช้เครื่องมือวัด T-IT-164)	ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
	ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxxx	xxxxxxxxxx

หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต	เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้	แก้ไขครั้งที่	หน้าที่
W-PDM-MA-006	การใช้เครื่องมือวัด	OP-40	xxxxxxx	1	1/1

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	ทำความสะอาดชิ้นงาน แล้ววางชิ้นงานให้เพลาตั้งขึ้น	1. T-IT-164 Master	1. ถุงมือผ้า
2	SET SPECIAL TOOL กับ MASTERแล้ว SET DIAGUAUE "0" ดังรูป 1.1	2.T-IT-164 Special tool	2. เศษผ้า
3	นำ SPECIAL TOOL สวมใส่เพลาลากเข็มไป-มา กับผิว CALIPER	3. Diagauge No. 2929FB-62	3. Air gun
4	นำค่าที่อ่านได้สูงสุด(MAX) บวก กับ ค่าต่ำสุด(MIN) แล้วหารด้วย 2		
5	ทำการบันทึกค่าที่คำณวนได้ในข้อ 4		
6	ทำความสะอาดเครื่องมือ เก็บเข้าที่		



รูปที่ 1.1



รูปที่ 1.2

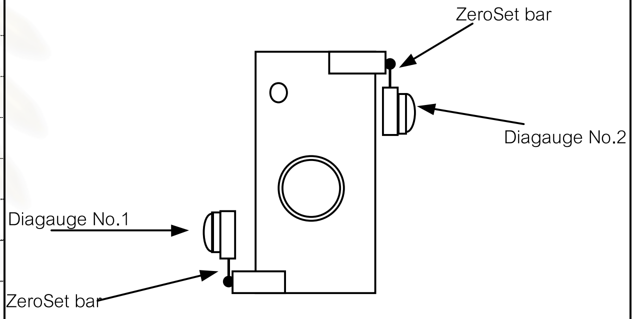
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No.7

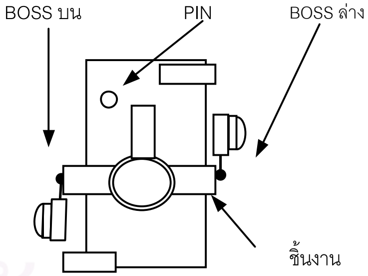
เอกสารการปฏิบัติงาน Operation Sheet (การใช้เครื่องมือวัด T-IT-170)	ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
	ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxxx	xxxxxxxxxx

หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต	เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้	แก้ไขครั้งที่	หน้าที่
W-PDM-MA-007	วัดที่ตำแหน่ง BOSS บนและล่าง	OP-70	xxxxxxx	1	1/1

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	ทำความสะอาดชิ้นงานบริเวณตำแหน่ง BOSS บน, ล่าง	1. T-IT-170	1. ถุงมือผ้า
2	ทำการ Set Diagauge No. 1 และ 2 เป็น " 0 " กับ Master ดังรูปที่ 1.1	2. Diagauge No.513-404	2. เศษผ้า
3	ใส่ชิ้นงานโดยสวมเพลาลงในร่องเพลา แล้วหัน BOSS ด้านบนไปทางซ้ายมือ SET ตำแหน่งให้รู	3. Diagauge No. 2929FB-62	3. Oil cleaner
	ยึดชิ้นงานตรงกับรูCALIPER ด้านบน ดังรูปที่ 1.1		
4	ใส่ PIN LOCK ที่รู CALIPER บน		
5	LOCK ชิ้นงานที่ด้านล่างของเครื่องมือวัด		
6	ใช้ DIAL GAUGE แตะที่ผิว MACHINE BOSS บนและล่าง		
7	อ่านค่าที่ Diagauge ทั้งสองค่า แล้วทำการบันทึก		
	BOSS บน 125.285 ± 0.2		
	BOSS ล่าง 42.715 ± 0.2)		



รูปที่ 1.1



รูปที่ 1.2

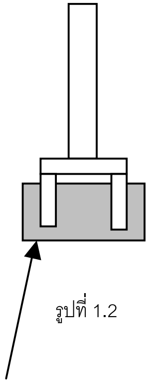
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No.8

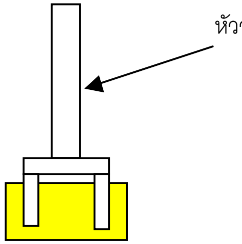
เอกสารการปฏิบัติงาน Operation Sheet (การใช้เครื่องมือวัด E-AJO-5016)	ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
	ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxxx	xxxxxxxxxx
	หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต	เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้	แก้ไขครั้งที่	หน้าที่	
	W-PDM-MA-008	เจียร์ผิวเพลา	OP-140	xxxxxxx	1	1/1	

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	ทำความสะอาดชิ้นงานและเครื่องมือวัด	1. Air Micrometer	1. ถุงมือผ้า
2	SET AIR MICROMETER กับ LOWER และ UPPER MASTER (รูป 1.2)	Model - FT 5500	2. เศษผ้า
3	ทำการปรับลูกลอยให้อยู่ในช่วงของ LOWER และ UPPER LIMIT (รูป 1.1)	2. E-AJO-5016 Master	3. Oil cleaner
4	ทำการวัดขนาด DIMETER ของงานจะมี 2 DIMETER โดยใช้ AIR MICRO ทำการวัดที่	3. E-AJO-5016 Air Jet	4. Air Gun
	ขนาด $21.430^{-0.002}_{-0.015}$ และขนาด ϕ $34.925^{-0.002}_{-0.015}$		
5	ทำการอ่านค่าที่ลูกลอยทั้งสอง		
6	บันทึกค่าที่ได้ลงในใบCheck sheet		
7	ทำความสะอาดเครื่องมือวัดและเก็บเข้าที่		
	วิธีการปรับ Zero		
	1 เริ่มจาก LowerMaster ก่อน		
	2. ปรับปุ่ม Zero ให้อ่านค่าได้ - 2		
	3. ใช้ Upper Master ปรับปุ่ม Max ให้ได้ - 15		
	4. วนกลับไปทำข้อ 2 และ3 จนกว่าลูกลอยจะอยู่นิ่งที่ -2 และ -15		

รูปที่ 1.1



รูปที่ 1.2



รูปที่ 1.3

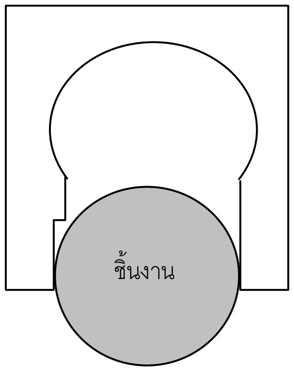
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No.9

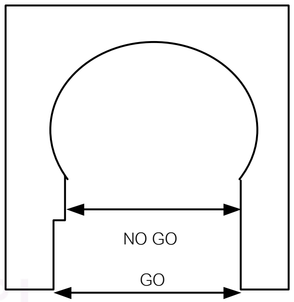
เอกสารการปฏิบัติงาน Operation Sheet (การใช้เครื่องมือวัด KHCW 50.4)	ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
	ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxx	xxxxxxx

หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต	เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้	แก้ไขครั้งที่	หน้าที่
W-PDM-MA-009	กลึงปลอกผิวเพลา	OP-20	xxxxxxxx	1	1/1

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	ทำความสะอาดชิ้นงานด้วยการใช้ลมเป่า	1. KHCW 50.4	1. ถุงมือผ้า
2	วางชิ้นงานลงบนโต๊ะงานที่เตรียมไว้		2. เศษผ้า
3	นำ SNAP GAGE เสียบเข้าไปวัดชิ้นงานดังรูป		3 Air Gun
	(โดยให้ เกจขนานกับเพลา และ ปล่อยลงด้วยน้ำหนักของตัวเกจเอง)		
4	บันทึกผลการวัด		
5	ทำความสะอาด SNAP GAGE		
	การประเมินผล		
	OK = ด้าน GO ผ่าน , ด้าน NO GO ไม่ผ่าน		
	NG = ด้าน GO ผ่าน , ด้าน NO GO ผ่าน -------> ชิ้นงานมีขนาดเล็ก		
	NG = ด้าน GO ไม่ผ่าน -------> ชิ้นงานมีขนาดใหญ่		



รูปแสดงการวัด

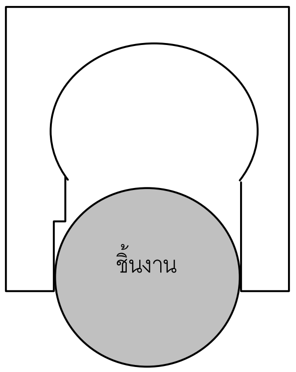


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

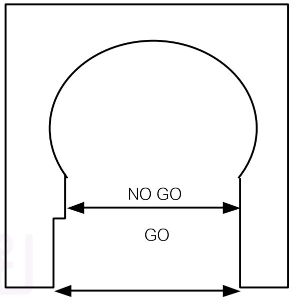
No.10

เอกสารการปฏิบัติงาน	ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
Operation Sheet	ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxx	xxxxxxx
(การใช้เครื่องมือวัด KHUW 35.35)	หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต	เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้	แก้ไขครั้งที่	หน้าที่	
	W-PDM-MA-010	กลึงปลอกผิวเพลา	OP-20	xxxxxxxx	1	1/1	

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	ทำความสะอาดชิ้นงานด้วยการใช้ลมเป่า	1. KHCW 35.35	1. ถุงมือผ้า
2	วางชิ้นงานลงบนโต๊ะงานที่เตรียมไว้		2. เศษผ้า
3	นำ SNAP GAGE เสียบเข้าไปวัดชิ้นงานดังรูป		3 Air Gun
	(โดยให้ เกจขนานกับเพลา และ ปล่อยลงด้วยน้ำหนักของตัวเกจเอง)		
4	บันทึกผลการวัด		
5	ทำความสะอาด SNAP GAGE		
	การประเมินผล		
	OK = ด้าน GO ผ่าน , ด้าน NO GO ไม่ผ่าน		
	NG = ด้าน GO ผ่าน , ด้าน NO GO ผ่าน -------> ชิ้นงานมีขนาดเล็ก		
	NG = ด้าน GO ไม่ผ่าน -------> ชิ้นงานมีขนาดใหญ่		



รูปแสดงการวัด



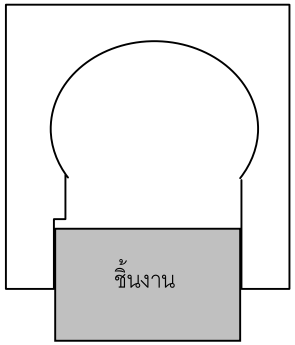
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No.11

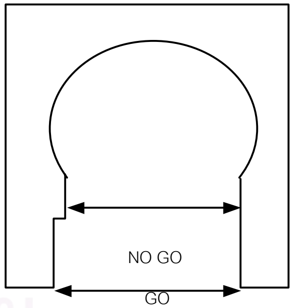
เอกสารการปฏิบัติงาน	ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
Operation Sheet	ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxx	xxxxxxx

(การใช้เครื่องมือวัด KHUW 20.0)	หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต	เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้	แก้ไขครั้งที่	หน้าที่
	W-PDM-MA-011	ปาดผิว BOSS	OP-70	xxxxxxxx	1	1/1

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	ทำความสะอาดชิ้นงานด้วยการใช้ลมเป่าบริเวณที่จะทำการวัด	1. KHCW 20.0	1. ถุงมือผ้า
2	วางชิ้นงานลงบนโต๊ะงานที่เตรียมไว้		2. เศษผ้า
3	นำ SNAP GAGE เสียบเข้าไปวัดชิ้นงานดังรูป		3 Air Gun
	(โดยให้ เกจขนานกับBOSS และ ปล่อยลงด้วยน้ำหนักของตัวเกจเอง)		
4	บันทึกผลการวัด		
5	ทำความสะอาด SNAP GAGE		
	การประเมินผล		
	OK = ด้าน GO ผ่าน , ด้าน NO GO ไม่ผ่าน		
	NG = ด้าน GO ผ่าน , ด้าน NO GO ผ่าน -------> ชิ้นงานมีขนาดเล็ก		
	NG = ด้าน GO ไม่ผ่าน -------> ชิ้นงานมีขนาดใหญ่		



รูปแสดงการวัด



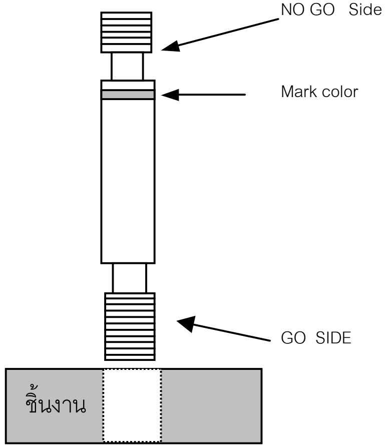
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No.12

เอกสารการปฏิบัติงาน	ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
Operation Sheet	ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxx	xxxxxxx

(การใช้เครื่องมือวัด T-IT-169)	หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต	เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้	แก้ไขครั้งที่	หน้าที่
	W-PDM-MA-012	ทำเกลียวรู Dust cover	OP-60	xxxxxxxx	1	1/1

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	ทำความสะอาดชิ้นงานด้วยการใช้ลมเป่าบริเวณรูเกลียวที่จะวัด	1. T-IT-169	1. ถุงมือผ้า
2	วางชิ้นงานลงบนโต๊ะงานที่เตรียมไว้		2. เศษผ้า
3	นำ THREAD GAGE ด้าน GO ทำการวัดชิ้นงาน ค่อยๆหมุนเข้าไปที่รูเกลียว (ดังรูป)		3 Air Gun
	(ถ้าด้าน GO หมุนเข้าได้ไม่ตลอดเกลียว ก็ไม่ต้อง วัดด้าน NOGO)		
4	นำ THREAD GAGE ด้าน NO GO ทำการวัดชิ้นงาน		
5	ทำการวัดให้ครบทั้ง 3 รู		
6	บันทึกผลการวัด		
7	ทำความสะอาด THREAD GAGE		
	การประเมินผล		
	OK = ด้าน GO หมุนเข้าได้ตลอดเกลียว ด้าน NO GO เข้าไม่ได้		
	NG = ด้าน GO หมุนเข้าไม่ได้ ------> เกลียวมีขาดเล็ก		
	NG = ด้าน NO GO หมุนเข้■ได้ -------> เกลียวมีขนาดโต		
	*** ด้าน NO GO จะมี **สีแดง หรือ ขีด** แสดงบอกไว้		



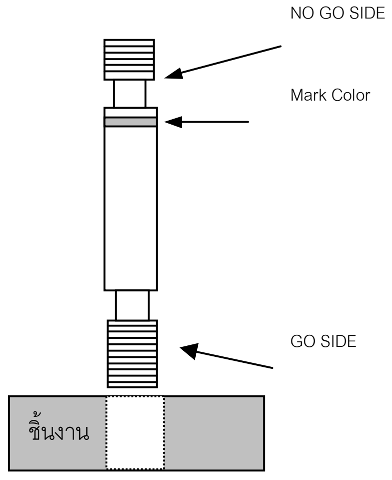
รูปแสดงการวัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No.13,14,15

เอกสารการปฏิบัติงาน Operation Sheet	ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
	ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxx	xxxxxxx
	หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต		เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้	แก้ไขครั้งที่	หน้าที่
(การใช้เครื่องมือวัด KIPW-14.5 ,KIPW-16.0 , KIPW-19.0)	W-PDM-MA-013	เจาะรูที่ Arm & Boss		OP-90	xxxxxxxx	1	1/1

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	ทำความสะอาดชิ้นงานโดยใช้ลมเป่าบริเวณที่จะทำการวัด (ถ้าชิ้นงานมีครีบจะต้องทำการ	1. KIPW-14.5	1. ถุงมือผ้า
	ลบครีบออกก่อน)	2. KIPW-16.0	2. เศษผ้า
2	วางชิ้นงานลงบนโต๊ะงานที่เตรียมไว้	3. KIPW-19.0	3 Air Gun
3	นำ GAGE ด้าน GO วัดชิ้นงาน โดยใส่เข้าไปที่รู (ดังรูป) โดยที่ค่อยๆใส่เข้าไป		
	(ถ้าด้าน GO เข้าไม่ได้ ไม่ต้องวัดด้าน NO GO)		
4	นำ GAGE ด้าน NO GO วัดชิ้นงาน โดยใส่เข้าไปที่รูดังรูป		
5	บันทึกผลการวัด		
6	ทำความสะอาด SPECIAL GAGE		
	การประเมินผล		
	OK = ด้าน GO ใส่เข้าได้ตลอด , ด้าน NO GO เข้าไม่ได้		
	NG = ด้าน NO GO ใส่เข้าได้ -----> รูมีขนาดโต		
	NG = ด้าน OK ใส่เข้าไม่ได้ -----> รูมีขนาดเล็ก		
	*** ด้าน NO GO จะมี **สีแดง หรือ ขีด** แสดงบอกไว้		



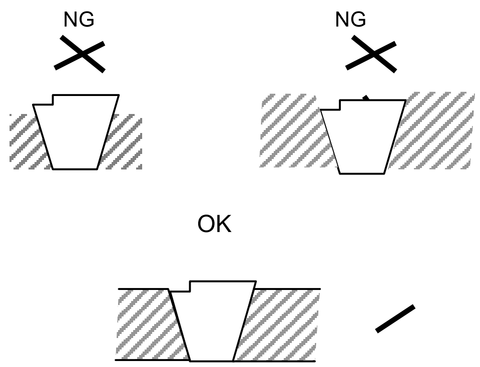
รูปแสดงการวัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No.17,18

เอกสารการปฏิบัติงาน Operation Sheet (การใช้เครื่องมือวัด T-IT-180 , T-IT-181)	ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
	ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxx	xxxxxxx
	หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต	เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้		แก้ไขครั้งที่	หน้าที่
	W-PDM-MA-014	เจาะรู TAPER ที่ Arm & Boss	OP-110	xxxxxxxx		1	1/1

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	ทำความสะอาดชิ้นงานด้วยการใช้ลมเป่าบริเวณรูที่จะวัด	1. T-IT-180	1. ถุงมือผ้า
2	วัดผิวสัมผัส TAPER BOSS บน มากกว่า 2/3 SPECIAL TAPER GAUGE T-IT-181	2. T-IT-181	2. เศษผ้า
3	วัดระยะเข้าออก TAPER BOSS บน 0 ± 0.5 SPECIAL TAPER GAUGE T-IT-181 โดย		3 Air Gun
	ที่ผิวระนาบปากรูต้องอยู่ระหว่างร่องบากของเกจวัด(ดังรูป)		4. สีเสน
4	ผิวสัมผัส TAPER BOSS ล่าง มากกว่า 2/3 SPECIAL TAPER GAUGE T-IT-180		
5	ระยะเข้าออก TAPER BOSS ล่าง 0±1.0 SPECIAL TAPER GAUGE T-IT-180 โดย		
	ที่ผิวระนาบปากรูต้องอยู่ระหว่างร่องบากของเกจวัดดังรูป		
6	การเช็คผิวสัมผัสรู TAPER ต้องมากกว่า 2/3 จากปลายด้านโตของ TAPER โดยนำสีทาลงบน		
	TAPER แล้วสวมใส่ในรูTAPER แล้วนำออกมาดู สังเกตุสีต้องมากกว่า 2/3 ต่ำกว่านี้ NG.		
7	ทำความสะอาดเครื่องมือวัดที่ใช้งานแล้วเก็บเข้าที่		



รูปแสดงการวัด

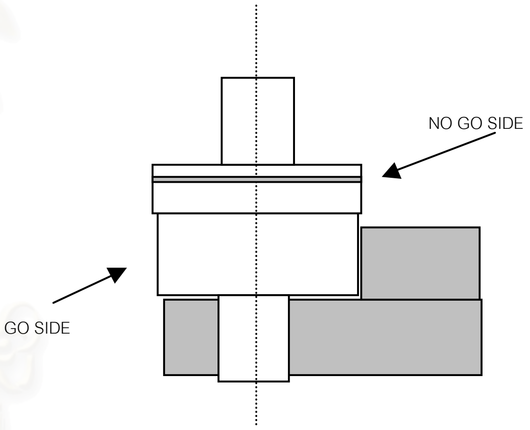
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No.19

เอกสารการปฏิบัติงาน	ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
Operation Sheet	ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxx	xxxxxxx

(การใช้เครื่องมือวัด T-IT-167)	หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต	เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้	แก้ไขครั้งที่	หน้าที่
	W-PDM-MA-015	เจาะรู Dust cover , Caliper	OP-50	xxxxxxxx	1	1/1

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	ทำความสะอาดชิ้นงานโดยใช้ลมเป่าบริเวณที่จะทำการวัด (ถ้าชิ้นงานมีครีบจะต้องทำการ	1. T-IT-167	1. ถุงมือผ้า
	ลบครีบออกก่อน)		2. เศษผ้า
2	วางชิ้นงานลงบนโต๊ะงานที่เตรียมไว้		3 Air Gun
3	นำ GAGE ด้าน GO วัดชิ้นงาน โดยใส่เข้าไปที่รู (ดังรูป) โดยที่ค่อยๆใส่เข้าไป		
	(ถ้าด้าน GO เข้าไม่ได้ ไม่ต้องวัดด้าน NO GO)		
4	นำ GAGE ด้าน NO GO วัดชิ้นงาน โดยใส่เข้าไปที่รูดังรูป		
5	บันทึกผลการวัด		
6	ทำความสะอาด SPECIAL GAGE		
	การประเมินผล		
	OK = ด้าน GO ใส่เข้าได้ตลอด , ด้าน NO GO เข้าไม่ได้		
	NG = ด้าน NO GO ใส่เข้าได้		
	NG = ด้าน OK ใส่เข้าไม่ได้		
	*** ด้าน NO GO จะมี **สีแดง หรือ ขีด** แสดงบอกไว้		



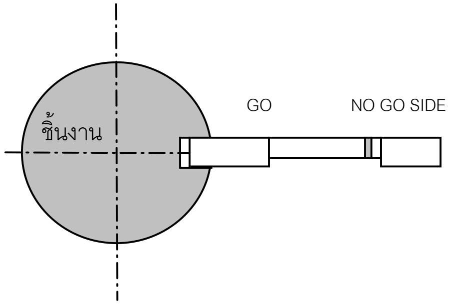
รูปแสดงการวัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No.20

เอกสารการปฏิบัติงาน Operation Sheet (การใช้เครื่องมือวัด KGWW 5.0)	ลูกค้า	ชื่อสายการผลิต	หมายเลขชิ้นส่วน	ชื่อชิ้นส่วน	ผู้อนุมัติ	ผู้ตรวจ	ผู้รายงาน
	ABC	MC-11	4271406121	KNUCKLE	Chakkrit	xxxxxxxx	xxxxxxx
	หมายเลขเอกสาร	ชื่อของขั้นตอนการผลิต	เลขที่เครื่องจักร	วันที่เริ่มใช้	แก้ไขครั้งที่	หน้าที่	
	W-PDM-MA-016	กัดร่อง KEY	OP-120	xxxxxxxx	1	1/1	

ลำดับ	ขั้นตอนในการทำงาน	เครื่องมือและอุปกรณ์	อุปกรณ์ช่วย
1	ทำความสะอาดชิ้นงานโดยใช้ลมเป่าบริเวณที่จะทำการวัด (ถ้าชิ้นงานมีครีบจะต้องทำการ	1. KGWW 5.0	1. ถุงมือผ้า
	ลบครีบออกก่อน)		2. เศษผ้า
2	วางชิ้นงานลงบนโต๊ะงานที่เตรียมไว้		3 Air Gun
3	นำ GAGE ด้าน GO วัดชิ้นงาน โดยใส่เข้าไปที่ร่อง Key (ดังรูป) โดยที่ค่อยๆใส่เข้าไป		
	(ถ้าด้าน GO เข้าไม่ได้ ไม่ต้องวัดด้าน NO GO)		
4	นำ GAGE ด้าน NO GO วัดชิ้นงาน โดยใส่เข้าไปที่รูดังรูป		
5	บันทึกผลการวัด		
6	ทำความสะอาด SPECIAL GAGE		
	การประเมินผล		
	OK = ด้าน GO ใส่เข้าได้ตลอด , ด้าน NO GO เข้าไม่ได้		
	NG = ด้าน NO GO ใส่เข้าได้		
	NG = ด้าน GO ใส่เข้าไม่ได้		



รูปแสดงการวัด

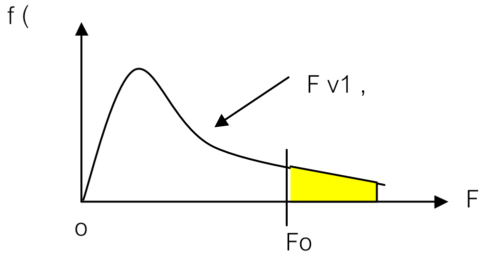
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

ตารางแสดงค่า F , d2*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

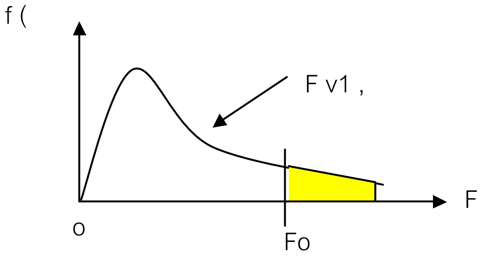
ตารางแสดงค่า F ภายใต้ค่าความน่าจะเป็น 0.10 ที่ มากกว่าค่าที่กำหนด



V2 \ V1	DF ของตัวตั้ง ; V1 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	ค
1	39.86	49.50	53.59	55.83	57.24	58.20	58.91	59.44	59.86	60.19	60.71	61.22	61.74	62.00	62.26	62.53	62.79	63.06	63.33
2	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38	9.39	9.41	9.42	9.44	9.45	9.46	9.47	9.47	9.48	9.49
3	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24	5.23	5.22	5.20	5.18	5.18	5.17	5.16	5.15	5.14	5.13
4	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94	3.92	3.90	3.87	3.84	3.83	3.82	3.80	3.79	3.78	3.76
5	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32	3.30	3.27	3.24	3.21	3.19	3.17	3.16	3.14	3.12	3.11
6	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96	2.94	2.90	2.87	2.84	2.82	2.80	2.78	2.76	2.74	2.72
7	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72	2.70	2.67	2.63	2.59	2.58	2.56	2.54	2.51	2.49	2.47
8	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56	2.54	2.50	2.46	2.42	2.40	2.38	2.36	2.34	2.32	2.29
9	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44	2.42	2.38	2.34	2.30	2.28	2.25	2.23	2.21	2.18	2.16
10	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35	2.32	2.28	2.24	2.20	2.18	2.16	2.13	2.11	2.08	2.06
11	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.30	2.27	2.25	2.21	2.17	2.12	2.10	2.08	2.05	2.03	2.00	1.97
12	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21	2.19	2.15	2.10	2.06	2.04	2.01	1.99	1.96	1.93	1.90
13	3.14	2.76	2.56	2.43	2.35	2.28	2.23	2.20	2.16	2.14	2.10	2.05	2.01	1.98	1.96	1.93	1.90	1.88	1.85
14	3.10	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.15	2.12	2.10	2.05	2.01	1.96	1.94	1.91	1.89	1.86	1.83	1.80
15	3.07	2.70	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.06	2.02	1.97	1.92	1.90	1.87	1.85	1.82	1.79	1.76
16	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	1.99	1.94	1.89	1.87	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72
17	3.03	2.64	2.44	2.31	2.22	2.15	2.10	2.06	2.03	2.00	1.96	1.91	1.86	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72	1.69
18	3.01	2.62	2.42	2.29	2.20	2.13	2.08	2.04	2.00	1.98	1.93	1.89	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72	1.69	1.66
19	2.99	2.61	2.40	2.27	2.18	2.11	2.06	2.02	1.98	1.96	1.91	1.86	1.81	1.79	1.76	1.73	1.70	1.67	1.63
20	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.96	1.94	1.89	1.84	1.79	1.77	1.74	1.71	1.68	1.64	1.61
21	2.96	2.57	2.36	2.23	2.14	2.08	2.02	1.98	1.95	1.92	1.87	1.83	1.78	1.75	1.72	1.69	1.66	1.62	1.59
22	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.86	1.81	1.76	1.73	1.70	1.67	1.64	1.60	1.57
23	2.94	2.55	2.34	2.21	2.11	2.05	1.99	1.95	1.92	1.89	1.84	1.80	1.74	1.72	1.69	1.66	1.62	1.59	1.55
24	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91	1.88	1.83	1.78	1.73	1.70	1.67	1.64	1.61	1.57	1.53
25	2.92	2.53	2.32	2.18	2.09	2.02	1.97	1.93	1.89	1.87	1.82	1.77	1.72	1.69	1.66	1.63	1.59	1.56	1.52
26	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88	1.86	1.81	1.76	1.71	1.68	1.65	1.61	1.58	1.54	1.50
27	2.90	2.51	2.30	2.17	2.07	2.00	1.95	1.91	1.87	1.85	1.80	1.75	1.70	1.67	1.64	1.60	1.57	1.53	1.49
28	2.89	2.50	2.29	2.16	2.06	2.00	1.94	1.90	1.87	1.84	1.79	1.74	1.69	1.66	1.63	1.59	1.56	1.52	1.48
29	2.89	2.50	2.28	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.86	1.83	1.78	1.73	1.68	1.65	1.62	1.58	1.55	1.51	1.47
30	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85	1.82	1.77	1.72	1.67	1.64	1.61	1.57	1.54	1.50	1.46
40	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79	1.76	1.71	1.66	1.61	1.57	1.54	1.51	1.47	1.42	1.38
60	2.79	2.39	2.18	2.04	1.95	1.87	1.82	1.77	1.74	1.71	1.66	1.60	1.54	1.51	1.48	1.44	1.40	1.35	1.29
120	2.75	2.35	2.13	1.99	1.90	1.82	1.77	1.72	1.68	1.65	1.60	1.55	1.48	1.45	1.41	1.37	1.32	1.26	1.19
ค	2.71	2.30	2.08	1.94	1.85	1.77	1.72	1.67	1.63	1.60	1.55	1.49	1.42	1.38	1.34	1.30	1.24	1.17	1.00

DF ของตัวหาร v2

ตารางแสดงค่า F ภายใต้ค่าความน่าจะเป็น 0.05 ที่ มากกว่าค่าที่กำหนด



V2 \ V1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
	DF ของตัวตั้ง ; V1																		
DF ของตัวหาร v2																			
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.37
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00

ตารางแสดงค่า d_2^*

k = จำนวนกลุ่มย่อยที่ใช้คำนวณ $\bar{R}$ v = องศาความอิสระของ $\bar{R}$

n = ขนาดของกลุ่มย่อย d_2 = พิกัดของ d_2^*

d_2^* = ตัวปรับค่าความเอนเอียงสำหรับ $\bar{R}$

Δv = ส่วนเพิ่มขององศาความอิสระต่อกลุ่มย่อยที่เพิ่มขึ้น

	n = 2		n = 3		n = 4		n = 5		n = 6	
k	v	d_2^*	v	d_2^*	v	d_2^*	v	d_2^*	v	d_2^*
1	1.0	1.414	2.0	1.906	2.9	2.237	3.8	2.477	4.7	2.669
2	1.9	1.276	3.8	1.806	5.7	2.149	7.5	2.404	9.2	2.603
3	2.9	1.227	5.7	1.767	8.4	2.120	11.1	2.378	13.6	2.580
4	3.7	1.206	7.5	1.749	11.2	2.105	14.7	2.365	18.1	2.569
5	4.6	1.189	9.3	1.738	13.9	2.096	18.4	2.358	22.6	2.562
6	5.5	1.179	11.1	1.731	16.6	2.090	22.0	2.352	27.1	2.557
7	6.4	1.172	12.9	1.726	19.4	2.086	25.6	2.349	31.5	2.554
8	7.2	1.167	14.8	1.722	22.1	2.082	29.3	2.346	36.0	2.552
9	8.1	1.163	16.6	1.718	24.8	2.080	32.9	2.344	40.5	2.550
10	9.0	0.159	18.4	1.716	27.6	2.078	36.5	2.342	44.9	2.548
11	9.9	1.157	20.2	1.714	30.3	2.076	40.1	2.341	49.4	2.547
12	10.8	1.154	22.1	1.712	33.0	2.075	43.7	2.339	53.8	2.546
13	11.6	1.152	23.9	1.711	35.8	2.073	47.4	2.338	58.4	2.545
14	12.5	1.151	25.7	1.709	38.5	2.072	51.0	2.337	62.8	2.544
15	13.4	1.149	27.5	1.708	41.3	2.071	54.6	2.337	67.3	2.543
16	14.2	1.148	29.3	1.707	44.0	2.071	58.2	2.336	71.7	2.543
17	15.1	1.147	31.1	1.707	46.8	2.070	61.8	2.335	76.2	2.542
18	16.0	1.145	33.0	1.706	49.5	2.069	65.5	2.335	80.6	2.542
19	16.9	1.145	34.8	1.705	52.3	2.069	69.1	2.334	85.1	2.541
20	17.7	1.144	36.6	1.705	55.0	2.068	72.7	2.334	89.6	2.541
21	18.6	1.143	38.4	1.704	57.7	2.068	76.3	2.333	94.0	2.541
22	19.5	1.143	40.2	1.704	60.5	2.068	80.0	2.333	98.5	2.540
23	20.4	1.142	42.1	1.703	63.2	2.067	83.6	2.333	103.0	2.540
24	21.2	1.141	43.9	1.703	65.9	2.067	87.2	2.333	107.4	2.540
25	22.1	1.141	45.7	1.702	68.7	2.066	90.8	2.332	111.9	2.540
Δv	0.88		1.82		2.74		3.62		4.47	
d_2		1.128		1.693		2.059		2.326		2.534

$$d_2^* \equiv d_2 + \frac{d_2}{4v}$$

*คัดจาก Wheeler (1988)

ตารางแสดงค่า d_2^* (ต่อ)

	n = 7		n = 8		n = 9		n = 10		n = 11	
k	v	d_2^*	v	d_2^*	v	d_2^*	v	d_2^*	v	d_2^*
1	5.5	2.827	6.3	2.961	7.0	3.076	7.7	3.178	8.4	3.268
2	10.8	2.767	12.3	2.905	13.8	3.024	15.2	3.129	16.5	3.221
3	16.1	2.746	18.3	2.886	20.5	3.006	22.6	3.112	24.6	3.205
4	21.3	2.736	24.4	2.876	27.3	2.997	30.1	3.104	32.7	3.197
5	26.6	2.729	30.4	2.870	34.0	2.992	37.5	3.098	40.9	3.192
Δv	5.26		6.03		6.75		7.46		8.13	
d_2		2.704		2.847		2.970		3.078		3.173

	n = 12		n = 13		n = 14		n = 15		n = 16	
k	v	d_2^*	v	d_2^*	v	d_2^*	v	d_2^*	v	d_2^*
1	9.0	3.348	9.6	3.423	10.2	3.490	10.8	3.552	11.4	3.610
2	17.8	3.304	19.0	3.380	20.2	3.449	21.3	3.513	22.5	3.571
3	26.6	3.289	28.4	3.365	30.2	3.435	31.9	3.499	33.6	3.558
4	35.3	3.281	37.8	3.358	40.2	3.428	42.4	3.492	44.7	3.552
5	44.1	3.276	47.2	3.354	50.2	3.424	52.9	3.488	55.8	3.548
Δv	8.77		9.39		9.90		10.57		11.11	
d_2		3.258		3.336		3.407		3.472		3.532

	n = 17		n = 18		n = 19		n = 20		n = 21	
k	v	d_2^*	v	d_2^*	v	d_2^*	v	d_2^*	v	d_2^*
1	11.9	3.663	12.4	3.713	12.9	3.760	13.4	3.805	13.9	3.846
2	23.6	3.626	24.6	3.677	25.6	3.725	26.5	3.770	27.5	3.812
3	35.2	3.613	36.8	3.665	38.2	3.713	39.6	3.759	41.1	3.801
4	46.9	3.607	48.9	3.659	50.9	3.707	52.7	3.753	54.7	3.795
5	58.5	3.603	61.1	3.655	63.6	3.704	65.9	3.749	68.4	3.792
Δv	11.66		12.17		12.66		13.12		13.62	
d_2		3.588		3.640		3.689		3.735		3.788

	n = 22		n = 23		n = 24		n = 25		n = 30	
k	v	d_2^*	v	d_2^*	v	d_2^*	v	d_2^*	v	d_2^*
1	14.3	3.886	14.8	3.923	15.2	3.959	15.6	3.994	16.9	4.147
2	28.4	3.853	29.3	3.891	30.2	3.927	31.0	3.963	33.5	4.116
3	42.5	3.841	43.8	3.880	45.1	3.917	46.3	3.952	50.1	4.106
4	56.5	3.836	58.3	3.875	60.1	3.911	61.7	3.947	66.7	4.101
5	70.6	3.833	72.8	3.871	75.1	3.908	77.1	3.944	83.3	4.098
Δv	14.07		14.51		14.96		15.36		16.6	
d_2		3.819		3.858		3.895		3.931		4.086

ประวัติผู้เขียน

นายจักษ์กฤต ปฏิเวชธรรม เกิดวันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2507 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขา เทคโนโลยีการผลิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในปีการศึกษา 2532 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2542 ปัจจุบันทำงานในตำแหน่ง ผู้จัดการแผนกวิศวกรรม บริษัท อีซูซุ เอ็นจิ้นเมนูแฟคเจอริ่ง ประเทศไทย จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย