บทที่ 4
ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผลการวิจัย

จากการทดลองเพื่อวิเคราะห์ระบบการวัดในจุดตรวจสอบลักษณะสมบัติเชิงปริมาณและเชิงคุณลักษณะได้ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลองแยกตามประเภทจุดตรวจสอบได้ดังนี้

4.1 จุดตรวจสอบลักษณะสมบัติเชิงปริมาณ

ภายหลังจากที่ได้ทำการเก็บข้อมูลในการทดลองครั้งที่ 1 ใน "แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลการทดสอบการวิเคราะห์การวัดเชิงปริมาณ" ดังแสดงในภาคผนวก ก

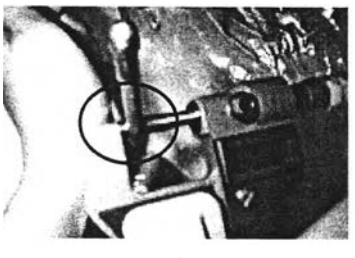
หลังจากนั้นทำการประมวลผลเพื่อวิเคราะห์ค่าความสามารถในการทำซ้ำ และ ค่าความสามารถในการทำเหมือน และทำการคำนวณค่า ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำโดยรวม (%G R&R) โดยเทียบกับค่าความคาดเคลื่อนอนุโลม ในแต่ละจุดตรวจสอบ ตามใบรายงานการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดเชิงปริมาณดังภาคผนวก ข ได้ผลการทดลองในแต่ละจุดตรวจสอบดังนี้

4.1.1 ผลการวิจัยของจุดตรวจสอบลักษณะสมบัติเชิงปริมาณ

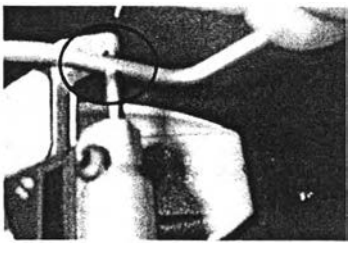
จุดตรวจสอบที่ 3 (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่3.1)

ข้อสังเกตเห็นจากการทดลอง

จากการเก็บข้อมูลภาพถ่ายลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของผู้วัดทั้ง 2 คนที่ทำการทดลองสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.1



รูป ก ผู้วัดคนที่ 1 แผนกผลิต



รูป ข ผู้วัดคนที่ 2 แผนกประกันคุณภาพ

รูปที่ 4.1 การเปรียบเทียบลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 3

จากรูปดังกล่าวสามารถระบุข้อสังเกตจากการทดลองได้ดังนี้

1. จุดตรวจสอบที่ทำการวัดค่าเส้นผ่านศูนย์กลางท่อแตกต่างกัน โดยผู้วัดคนที่ 1 วัดชิ้นงานบริเวณปลายท่อซึ่งค่าเส้นผ่านศูนย์กลางได้รับผลกระทบจากการดัดท่อทำให้ได้ค่าที่มากกว่าปกติ ส่วนการวัดของคนที่ 2 จะวัดบริเวณกลางลำตัว ซึ่งเป็นบริเวณที่จะสื่อถึงค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบ

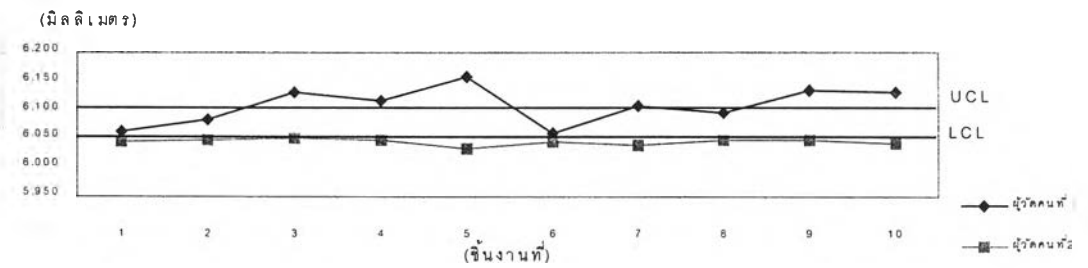
2. การใช้ไมโครมิเตอร์ในการวัดนั้นผู้วัดคนที่ 1 ใช้เครื่องมือวัดไม่ถูกต้อง กล่าวคือมีการหมุนโดยการจับเครื่องมือที่บริเวณ ด้ามจับใหญ่จนชิ้นงานติดกับ Spindle แล้วจึงหมุนด้ามจับเล็กเพื่ออ่านค่าที่วัดได้ ซึ่งวิธีการที่ถูกต้องคือ หมุนแต่ด้ามจับเล็กอย่างเดียว ซึ่งเป็นการหมุนที่สเกลละเอียดทำให้แรงที่ Spindle กระทบชิ้นงานมีความสม่ำเสมอมากกว่า

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 3 (ก่อนการปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	%EV	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_{DIFF}$	%AV	%G R&R	ผล
เส้นผ่านศูนย์กลาง	ไมโครมิเตอร์	6 ± 0.1	มม.	0.300	0.002	36.48	6.109	6.045	0.064	115.42	121.05	ไม่ผ่าน



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากผู้วัดทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (ก่อนการปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยของผู้วัดคนที่ 1 มากกว่าผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดคนที่ 2 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า ซึ่งโดยรวมแล้วทำให้ค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด: %EV) อยู่ที่ 36.48 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยของผู้วัดคนที่ 1 มากกว่าคนที่ 2 ประมาณ 0.05 มม. ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากการใช้ผู้วัดคนที่1 มีค่ามากกว่า ค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากผู้วัดคนที่ 2 ตลอดทั้ง 10 ชิ้นงานที่ทำการทดลอง ซึ่งส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความแปรปรวนของผู้วัด:%AV) อยู่ที่ 115.42 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม

3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R)โดยรวมอยู่ที่ 121.05 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สาเหตุและมาตรการแก้ไข

จากการประชุมผ่านทีมงาน ได้สรุปสาเหตุที่ทำให้ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรการการดำเนินการแก้ไขได้ดังนี้ (แยกตามสาเหตุที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :EV และความแปรปรวนระหว่างผู้วัด :AV)

สาเหตุของการไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	มาตรการดำเนินการแก้ไข
EV : เกิดจากผู้วัดคนที่ 1 ใช้เครื่องมือวัดผิดวิธี	ทำการฝึกอบรมวิธีการใช้เครื่องมือวัดที่ถูกต้องให้กับผู้วัด
AV : เกิดจากการวัดชิ้นงานคนละตำแหน่งกัน ผู้วัดคนที่ 1 วัดที่ปลายท่อ ผู้วัดคนที่ 2 วัดที่กลางท่อ	ทำการชี้แจงตำแหน่งการวัดที่ถูกต้องคือที่บริเวณกลางลำตัวของท่อ และทำการฝึกอบรมผู้วัดให้เกิดความชำนาญในการวัด

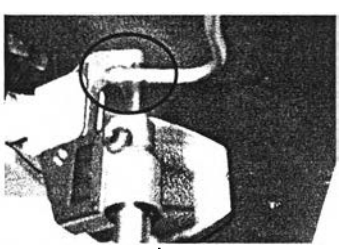
สรุปผล ทำการปรับปรุงตามมาตรการดำเนินการแก้ไข หลังจากนั้นทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง

จุดตรวจสอบที่ 4 (จากรูปที่3.3 และตารางที่ 3.1)

ข้อสังเกตเห็นจากการทดลอง

จากการเก็บข้อมูลภาพถ่ายลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของผู้วัดทั้ง 2 คนที่ทำการทดลองสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.3

รูป ก ผู้วัดคนที่ 1 แผนกผลิต



รูป ข ผู้วัดคนที่ 2 แผนกประกันคุณภาพ

รูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 4

จากรูปดังกล่าวสามารถระบุข้อสังเกตจากการทดลองได้ดังนี้

1. วิธีการจับชิ้นงานของผู้วัดทั้ง 2 คนมีความแตกต่างกันในการวัดที่จุดตรวจสอบเดียวกัน
2. การใช้ไมโครมิเตอร์ในการวัดนั้นผู้วัดคนที่ 1 ใช้เครื่องมือวัดไม่ถูกวิธี กล่าวคือมีการหมุนโดยการจับเครื่องมือที่บริเวณ ด้ามจับใหญ่จนชิ้นงานติดกับ Spindle แล้วจึงหมุน

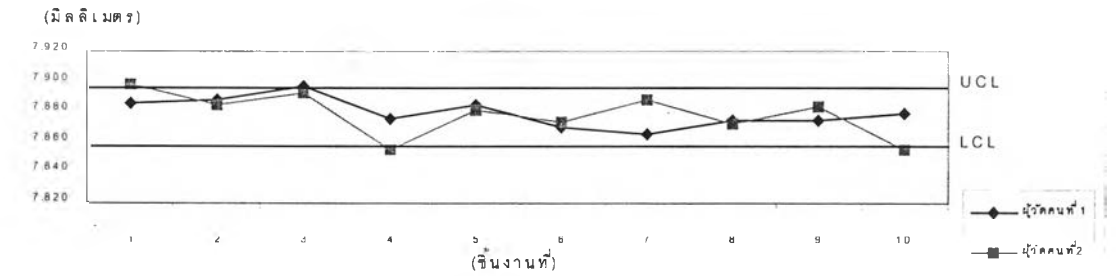
ด้ามจับเล็กเพื่ออ่านค่าที่วัดได้ ซึ่งวิธีการที่ถูกต้องคือ หมุนแต่ด้ามจับเล็กอย่างเดียว ซึ่งเป็นการหมุนที่สเกลละเอียดทำให้แรงที่ Spindle กระทบชิ้นงานมีความสม่ำเสมอมากกว่า

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 4 (ก่อนการปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\overline{R_1}$	$\overline{R_2}$	%EV	$\overline{X_1}$	$\overline{X_2}$	$\overline{X_{DIFF}}$	%AV	%G R&R	ผล
เส้นผ่านศูนย์กลาง	ไมโครมิเตอร์	7.8 ± 0.1	mm.	0.012	0.009	24.51	7.880	7.878	0.002	0.00	24.51	ผ่าน



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากผู้วัดทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (ก่อนการปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยของผู้วัดคนที่ 1 มากกว่าผู้วัดคนที่ 2 เล็กน้อยแสดงให้เห็นว่าพผู้วัดทั้ง 2 คน มีความแม่นยำในการวัดใกล้เคียงกัน ซึ่งโดยรวมแล้วทำให้ค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด:%EV)อยู่ที่ 24.51 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยของพนักงานคนที่ 1 ใกล้เคียงกับคนที่ 2 ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่า ไม่เห็นความแตกต่างทางด้านค่าเฉลี่ยที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 ซึ่งส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความแปรปรวนระหว่างผู้วัด:%AV) อยู่ที่ 0 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (% GR&R)โดยรวมอยู่ที่ 24.51 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

I 20129750

สาเหตุและมาตรการแก้ไข

จากการประชุมผ่านทีมงาน ได้สรุปสาเหตุที่ทำให้ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรการการดำเนินการแก้ไขได้ดังนี้ (แยกตามสาเหตุที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :EV และความแปรปรวนระหว่างผู้วัด :AV)

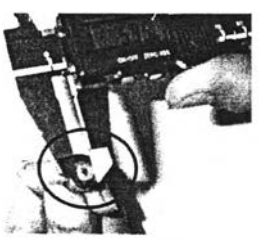
สาเหตุของการไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	มาตรการดำเนินการแก้ไข
EV : เกิดจากการวัดคนละจุดวัดในตำแหน่งเดียวกันซึ่งเกิดจากการวัดในแนวเส้นผ่านศูนย์กลางที่ต่างกัน	กำหนดวิธีการจับชิ้นงานที่ชัดเจนเพื่อให้สามารถวัดในจุดเดียวกัน และจัดทำมาตรฐานการทำงาน
EV : เกิดจากผู้วัดคนที่ 1 ใช้เครื่องมือวัดผิดวิธี	ทำการฝึกอบรมวิธีการใช้เครื่องมือวัดที่ถูกต้องให้กับพนักงาน

สรุปผล ทำการปรับปรุงตามมาตรการดำเนินการแก้ไข หลังจากนั้นทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง

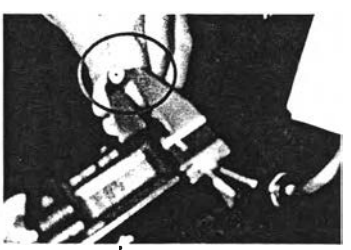
จุดตรวจสอบที่ 5 (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่3.1)

ข้อสังเกตเห็นจากการทดลอง

จากการเก็บข้อมูลภาพถ่ายลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของผู้วัดทั้ง 2 คนที่ทำการทดลองสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.5



รูป ก ผู้วัดคนที่ 1 แผนกผลิต



รูป ข ผู้วัดคนที่ 2 แผนกประกันคุณภาพ

รูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 5

จากรูปดังกล่าวสามารถระบุข้อสังเกตจากการทดลองได้ดังนี้

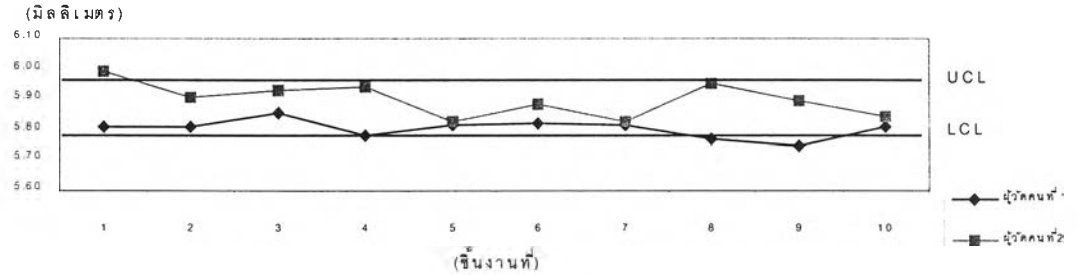
1. วิธีการวัดไม่แตกต่างกันระหว่างผู้วัดทั้ง 2 คน
2. จุดตรวจสอบนี้วัดค่าชิ้นงานได้ยากเนื่องจากเป็นการวัดระยะเส้นผ่านศูนย์กลางที่หัวชิ้นงานซึ่งมีลักษณะเป็นมุมเอียง

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 5 (ก่อนการปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	%EV	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_{DIFF}$	%AV	%G R&R	ผล
เส้นผ่านศูนย์กลาง	เวอร์เนีย	$6^{+0}_{-0.5}$	มม.	0.051	0.040	41.50	5.804	5.900	0.096	69.83	81.23	ไม่ผ่าน



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากผู้วัดทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (ก่อนการปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยของผู้วัดคนที่ 1 มากกว่าผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดคนที่ 2 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า และค่าพิสัยโดยเฉลี่ยของผู้วัดทั้ง 2 คนมีค่าค่อนข้างสูง ซึ่งโดยรวมแล้วทำให้ค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด: %EV) อยู่ที่ 41.50 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
4. ค่าเฉลี่ยของผู้วัดคนที่ 1 มากกว่าคนที่ 2 ประมาณ 0.096 มม. ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากการใช้ผู้วัดคนที่2 มีค่ามากกว่า ค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากผู้วัดคนที่ 1 ตลอดทั้ง 10 ชิ้นงานที่ทำการทดลอง ซึ่งส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความแปรปรวนของผู้วัด:%AV) อยู่ที่ 69.83 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
5. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R)โดยรวมอยู่ที่ 81.23 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สาเหตุและมาตรการแก้ไข

จากการประชุมผ่านทีมงาน ได้สรุปสาเหตุที่ทำให้ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรการการดำเนินการแก้ไขได้ดังนี้ (แยกตามสาเหตุที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :EV และความแปรปรวนระหว่างผู้วัด :AV)

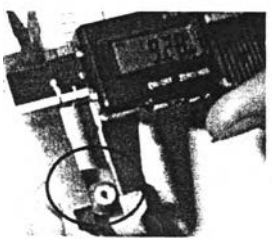
สาเหตุของการไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	มาตรการดำเนินการแก้ไข
EV : การวัดทำได้ค่อนข้างยาก เพราะจุดที่ทำการวัดเป็นปลายท่อซึ่งมีลักษณะเป็นมุมเอียง	กำหนดวิธีจับชิ้นงานเพื่ออ่านค่าในจุดตรวจสอบดังกล่าวให้เป็นมาตรฐาน และทำการฝึกอบรมพนักงานให้เกิดความชำนาญ
EV : เกิดจากการวัดคนละจุดวัดในตำแหน่งเดียวกันซึ่งเกิดจากการวัดในแนวเส้นผ่านศูนย์กลางที่ต่างกัน	กำหนดวิธีการจับชิ้นงานที่ชัดเจนเพื่อให้สามารถวัดในจุดเดียวกัน และจัดทำมาตรฐานการทำงาน
AV : เกิดจากการวัดชิ้นงานคนละตำแหน่งกัน ผู้วัดคนที่ 1 วัดที่ปลายท่อ คนที่ 2 วัดที่ขอบท่อ	ทำการกำหนดตำแหน่งการวัดของชิ้นงานไว้ที่ปลายท่อแล้วนำไปกำหนดไว้ในมาตรฐาน พร้อมทั้งฝึกทำการวัดให้เกิดความชำนาญ

สรุปผล ทำการปรับปรุงตามมาตรการดำเนินการแก้ไข หลังจากนั้นทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง

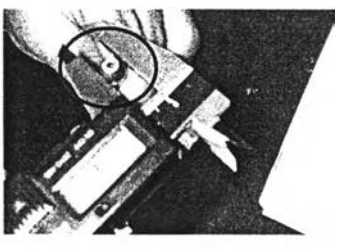
จุดตรวจสอบที่ 6 (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่3.1)

ข้อสังเกตเห็นจากการทดลอง

จากการเก็บข้อมูลภาพถ่ายลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของผู้วัดทั้ง 2 คนที่ทำการทดลองสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.7



รูป ก ผู้วัดคนที่ 1 แผนกผลิต



รูป ข ผู้วัดคนที่ 2 แผนกประกันคุณภาพ

รูปที่ 4.7 การเปรียบเทียบลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 6

จากรูปดังกล่าวสามารถระบุข้อสังเกตจากการทดลองได้ดังนี้

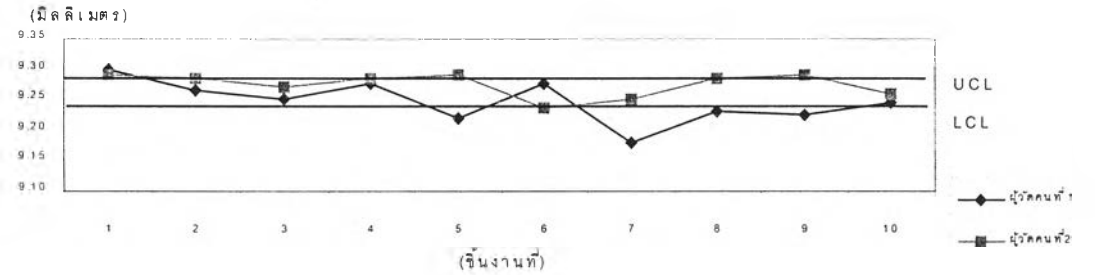
1. วิธีการวัดของผู้วัดทั้ง 2 คนไม่แตกต่างกัน
2. การวัดชิ้นงานทำได้ง่ายเนื่องจากจุดวัดเป็นบริเวณที่เป็นบ่าสำมารถจับชิ้นงานได้อย่างแน่นหนา

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 6 (ก่อนการปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\overline{R_1}$	$\overline{R_2}$	%EV	$\overline{X_1}$	$\overline{X_2}$	$\overline{X_{DIFF}}$	%AV	%G R&R	ผล
เส้นผ่านศูนย์กลาง	เวอร์เนีย	$9^{+0.5}_{-0}$	มม.	0.009	0.012	9.58	9.247	9.274	0.027	19.96	22.14	ผ่าน



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากผู้วัดทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (ก่อนการปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยของผู้วัดคนที่ 1 ใกล้เคียงกับผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดทั้ง 2 คน มีความแม่นยำในการวัดใกล้เคียงกัน และมีค่าเฉลี่ยของพิสัยอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งโดยรวมแล้วทำให้ค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด: %EV) อยู่ที่ 9.58 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยของผู้วัดคนที่ 1 น้อยกว่าคนที่ 2 ประมาณ 0.03 มม. ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากการใช้ผู้วัดคนที่1 มีค่าน้อยกว่า ค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากผู้วัดคนที่ 2 โดยส่วนใหญ่ถึง 8 ใน 10 ชิ้นงานที่ทำการทดลอง ซึ่งส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความแปรปรวนของผู้วัด:%AV) อยู่ที่ 19.96 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม

3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R)โดยรวมอยู่ที่ 22.14 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สาเหตุและมาตรการแก้ไข

จากการประชุมผ่านทีมงาน ได้สรุปสาเหตุที่ทำให้ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรการการดำเนินการแก้ไขได้ดังนี้ได้ดังนี้ (แยกตามสาเหตุที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :EV และความแปรปรวนระหว่างผู้วัด :AV)

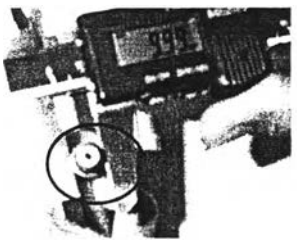
สาเหตุของการไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	มาตรการดำเนินการแก้ไข
EV : เกิดจากการวัดคนละจุดวัดในตำแหน่งเดียวกันซึ่งเกิดจากการวัดในแนวเส้นผ่านศูนย์กลางที่ต่างกัน	กำหนดวิธีการจับชิ้นงานที่ชัดเจนเพื่อให้สามารถวัดในจุดเดียวกัน และจัดทำมาตรฐานการทำงาน
AV : เกิดจากการวัดชิ้นงานคนละตำแหน่งกัน ผู้วัดคนที่ 1 วัดที่บ่าด้านล่าง ผู้วัดคนที่ 2 วัดที่บ่าด้านบน ซึ่งบ่าด้านบนมีขนาดที่ใหญ่กว่าจากการสวมอัดในกระบวนการผลิต	ทำการชี้แจงตำแหน่งการวัดที่ถูกต้องคือที่บริเวณบ่าด้านบน และทำการฝึกอบรมผู้วัดให้เกิดความชำนาญในการวัด

สรุปผล ทำการปรับปรุงตามมาตรการดำเนินการแก้ไข หลังจากนั้นทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง

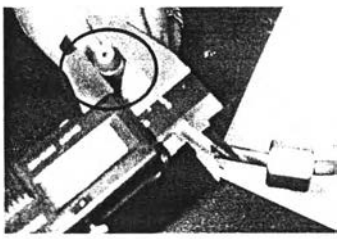
จุดตรวจสอบที่ 7 (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่3.1)

ข้อสังเกตเห็นจากการทดลอง

จากการเก็บข้อมูลภาพถ่ายลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของผู้วัดทั้ง 2 คนที่ทำการทดลองสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.9



รูป ก ผู้วัดคนที่ 1 แผนกผลิต



รูป ข ผู้วัดคนที่ 2 แผนกประกันคุณภาพ

รูปที่ 4.9 การเปรียบเทียบลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของจุดตรวจสอบที่

จากรูปดังกล่าวสามารถระบุข้อสังเกตจากการทดลองได้ดังนี้

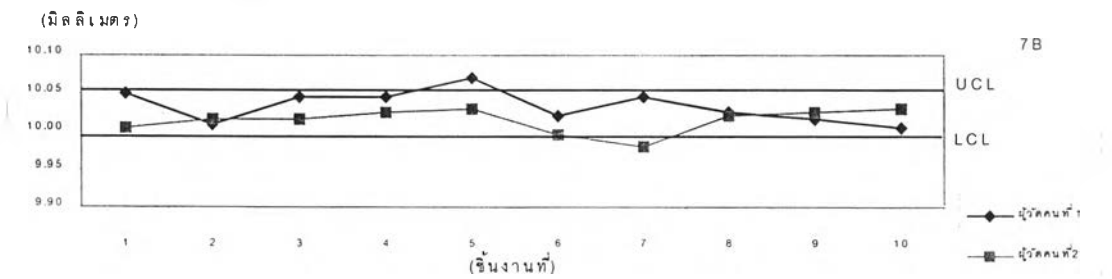
1. บริเวณชิ้นงานที่ถูกวัดมีความแตกต่างกันระหว่างพนักงานทั้ง 2 โดยผู้วัดคนที่ 1วัดชิ้นงานบริเวณปลายของ Sleeve บริเวณที่ใกล้ชิ้นงานทำให้ได้ค่าวัดที่มากกว่าคนที่ 2 ที่วัดบริเวณกลางของ Sleeve

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 7 (ก่อนการปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\overline{R_1}$	$\overline{R_2}$	%EV	$\overline{X_1}$	$\overline{X_2}$	$\overline{X_{DIFF}}$	%AV	%G R&R	ผล
เส้นผ่านศูนย์กลาง	เวอร์เนีย	10 ± 0.1	มม.	0.022	0.012	38.76	10.033	10.014	0.019	33.57	51.28	ไม่ผ่าน



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากผู้วัดทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (ก่อนการปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยของผู้วัดคนที่ 1 มากกว่าผู้วัดคนที่ 2 ค่อนข้างมากแสดงให้เห็นว่าผู้วัดคนที่ 2 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า ซึ่งโดยรวมแล้วทำให้ค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด: %EV) อยู่ที่ 38.76 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยของผู้วัดคนที่ 1 มากกว่าคนที่ 2 ประมาณ 0.02 มม. ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่า ค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากการใช้ผู้วัดคนที่1 มีค่ามากกว่า ค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากผู้วัดคนที่ 2 ตลอดทั้ง 10 ชิ้นงานที่ทำการทดลอง ซึ่งส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความแปรปรวนของผู้วัด:%AV) อยู่ที่ 33.57 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 51.28 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สาเหตุและมาตรการแก้ไข

จากการประชุมผ่านทีมงาน ได้สรุปสาเหตุที่ทำให้ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรการการดำเนินการแก้ไขได้ดังนี้ (แยกตามสาเหตุที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :EV และความแปรปรวนระหว่างผู้วัด :AV)

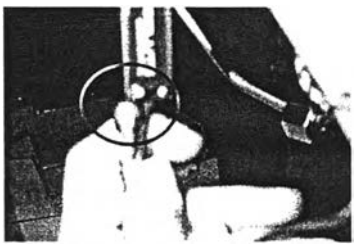
สาเหตุของการไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	มาตรการดำเนินการแก้ไข
EV&AV : เกิดจากผู้วัดคนที่ 1 วัดชิ้นงานบริเวณขอบ Sleeve ซึ่งไม่ตรงตามมาตรฐาน ทำให้ได้ค่าที่แตกต่างจากผู้วัดคนที่ 2 และมีความแปรปรวนมากจากบริเวณขอบที่มีการขยายตัวของปาก Sleeve ที่ไม่เท่ากัน	ทำการฝึกอบรมวิธีการวัดที่ถูกต้องให้กับผู้วัดคนที่ 1
EV : เกิดจากการวัดคนละจุดวัดในตำแหน่งเดียวกันซึ่งเกิดจากการวัดในแนวเส้นผ่านศูนย์กลางที่ต่างกัน	กำหนดวิธีการจับชิ้นงานที่ชัดเจนเพื่อให้สามารถวัดในจุดเดียวกัน และจัดทำมาตรฐานการทำงาน

สรุปผล ทำการปรับปรุงตามมาตรการดำเนินการแก้ไข หลังจากนั้นทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง

จุดตรวจสอบที่ 8 (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่3.1)

ข้อสังเกตเห็นจากการทดลอง

จากการเก็บข้อมูลภาพถ่ายลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของผู้วัดทั้ง 2 คนที่ทำการทดลองสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.11



รูป ก ผู้วัดคนที่ 1 แผนกผลิต

รูป ข ผู้วัดคนที่ 2 แผนกประกันคุณภาพ

รูปที่ 4.11 การเปรียบเทียบลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของจุดตรวจสอบที่

จากรูปดังกล่าวสามารถระบุข้อสังเกตจากการทดลองได้ดังนี้

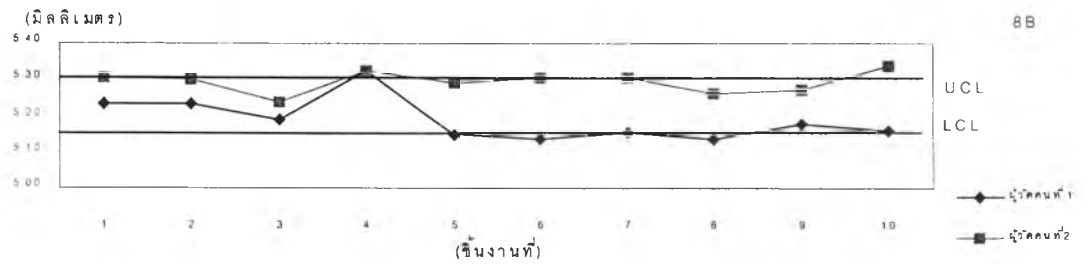
1. ผู้วัดคนที่ 1 วัดชิ้นงานในแนวตั้ง ส่วนผู้วัดคนที่ 2 วัดชิ้นงานในแนวระดับ ซึ่งจากการสังเกตพบว่า วิธีการจับชิ้นงานของผู้วัดคนที่ 2 มีความกระชับมากกว่า
2. ผู้วัดคนที่ 1 จับเวอร์เนียเอียงไม่อยู่ในแนวขนานกับชิ้นงาน

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 8 (ก่อนการปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\overline{R_1}$	$\overline{R_2}$	%EV	$\overline{X_1}$	$\overline{X_2}$	$\overline{X_{DIFF}}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	เวอร์เนีย	$5^{+0.5}_{-0}$	มม.	0.041	0.030	33.28	5.191	5.295	0.104	75.94	82.55	ไม่ผ่าน



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากผู้วัดทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (ก่อนการปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยของผู้วัดคนที่ 1 มากกว่าผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดคนที่ 2 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า ซึ่งโดยรวมแล้วทำให้ค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด: %EV) อยู่ที่ 33.28 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยของผู้วัดคนที่ 1 น้อยกว่าคนที่ 2 ประมาณ 0.10 มม. ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากการใช้ผู้วัดคนที่1 มีค่าน้อยกว่า ค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากผู้วัดคนที่ 2 ตลอดทั้ง 10 ชิ้นงานที่ทำการทดลอง ซึ่งส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความแปรปรวนของผู้วัด:%AV) อยู่ที่ 73.94 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 82.55 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สาเหตุและมาตรการแก้ไข

จากการประชุมผ่านทีมงาน ได้สรุปสาเหตุที่ทำให้ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรการการดำเนินการแก้ไขได้ดังนี้ (แยกตามสาเหตุที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :EV และความแปรปรวนระหว่างผู้วัด :AV)

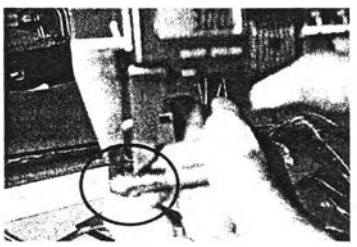
สาเหตุของการไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	มาตรการดำเนินการแก้ไข
EV : เกิดจากผู้วัดคนที่ 1 จับชิ้นงานไม่กระชับ ทำให้ค่าวัดที่ได้มีความแปรปรวนมากกว่า	ทำการฝึกอบรมวิธีการใช้เครื่องมือวัดที่ถูกต้องให้กับผู้วัด และฝึกอบรมให้เกิดความชำนาญ
AV : เกิดจากผู้วัดคนที่ 1 จับเวอร์เนียเอียง ทำให้ปลายเวอร์เนียไม่ขนานกับบริเวณหัวของชิ้นงาน ทำให้ได้ค่าวัดที่น้อยกว่าปรกติ	ทำการฝึกอบรมวิธีการใช้เครื่องมือวัดที่ถูกต้องให้กับผู้วัด และฝึกอบรมให้เกิดความชำนาญ

สรุปผล ทำการปรับปรุงตามมาตรการดำเนินการแก้ไข หลังจากนั้นทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง

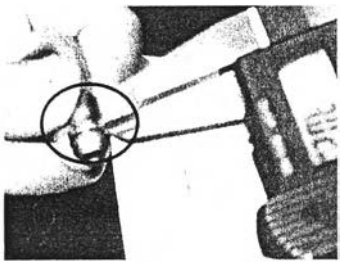
จุดตรวจสอบที่ 9 (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่3.1)

ข้อสังเกตเห็นจากการทดลอง

จากการเก็บข้อมูลภาพถ่ายลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของผู้วัดทั้ง 2 คนที่ทำการทดลองสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.13



รูป ก ผู้วัดคนที่ 1 แผนกผลิต



รูป ข ผู้วัดคนที่ 2 แผนกประกันคุณภาพ

รูปที่ 4.13 การเปรียบเทียบลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของจุดตรวจสอบที่

จากรูปดังกล่าวสามารถระบุข้อสังเกตจากการทดลองได้ดังนี้

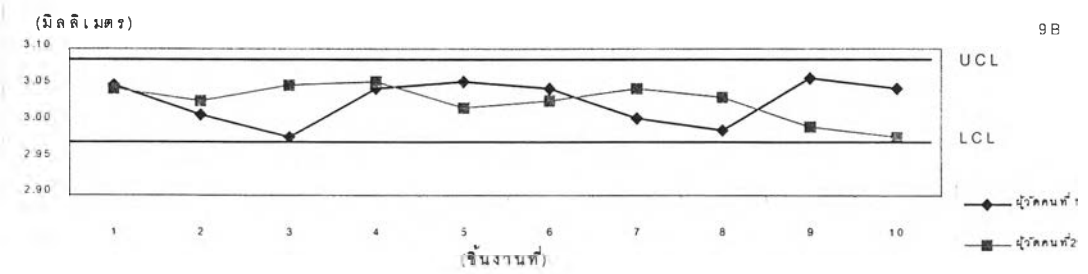
1. วิธีการวัดชิ้นงานของผู้วัดทั้ง 2 ท่านไม่แตกต่างกัน
2. วิธีการจับชิ้นงานเพื่อการวัดของผู้วัดคนที่ 2 มีความกระชับมากกว่าคนที่ 1
3. วิธีการวัดค่อนข้างยาก เนื่องจากมีบริเวณชิ้นงานที่ทำการวัดค่อนข้างน้อย ทำให้จับเครื่องมือวัดเพื่อวัดทำได้ยาก

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 9 (ก่อนการปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\overline{R_1}$	$\overline{R_2}$	%EV	$\overline{X_1}$	$\overline{X_2}$	$\overline{X_{DIFF}}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	เวอร์เนีย	3 ± 0.1	มม.	0.039	0.017	63.84	3.029	3.029	0.000	0.00	63.84	ไม่ผ่าน



รูปที่ 4.14 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากผู้วัดทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (ก่อนการปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยของผู้วัดคนที่ 1 มากกว่าผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดคนที่ 2 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า ซึ่งโดยรวมแล้วทำให้ค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด: %EV) อยู่ที่ 63.84 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยของผู้วัดคนที่ 1 เท่ากับคนที่ 2 ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่า ไม่เห็นความแตกต่างของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 โดยมีค่ามากน้อยสลับกัน ตลอดทั้ง 10 ชิ้นงานที่ทำการทดลอง ซึ่งส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความแปรปรวนของผู้วัด:%AV) อยู่ที่ 0 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 63.84 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สาเหตุและมาตรการแก้ไข

จากการประชุมผ่านทีมงาน ได้สรุปสาเหตุที่ทำให้ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรการการดำเนินการแก้ไขได้ดังนี้ (แยกตามสาเหตุที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :EV และความแปรปรวนระหว่างผู้วัด :AV)

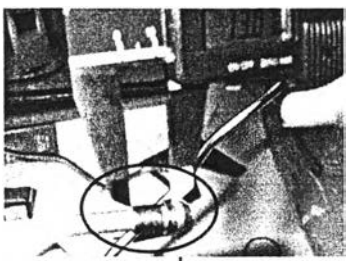
สาเหตุของการไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	มาตรการดำเนินการแก้ไข
EV : เกิดจากผู้วัดคนที่ 1 จับเครื่องมือวัดไม่กระชับทำให้ได้ค่าวัดซ้ำที่แปรปรวน	ทำการฝึกอบรมวิธีการใช้เครื่องมือวัดที่ถูกต้องให้กับผู้วัดคนที่ 1 และฝึกให้เกิดความชำนาญ
EV : เกิดจากการวัดคนละจุดวัดในตำแหน่งเดียวกันซึ่งเกิดจากการวัดในแนวที่ต่างกัน	กำหนดวิธีการจับชิ้นงานที่ชัดเจนเพื่อให้สามารถวัดในจุดเดียวกัน และจัดทำมาตรฐานการทำงาน

สรุปผล ทำการปรับปรุงตามมาตรการดำเนินการแก้ไข หลังจากนั้นทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง

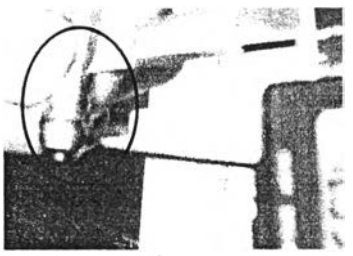
จุดตรวจสอบที่ 10 (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่3.1)

ข้อสังเกตเห็นจากการทดลอง

จากการเก็บข้อมูลภาพถ่ายลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของผู้วัดทั้ง 2 คนที่ทำการทดลองสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.15



รูป ก ผู้วัดคนที่ 1 แผนกผลิต



รูป ข ผู้วัดคนที่ 2 แผนกประกันคุณภาพ

รูปที่ 4.15 การเปรียบเทียบลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 10

จากรูปดังกล่าวสามารถระบุข้อสังเกตจากการทดลองได้ดังนี้

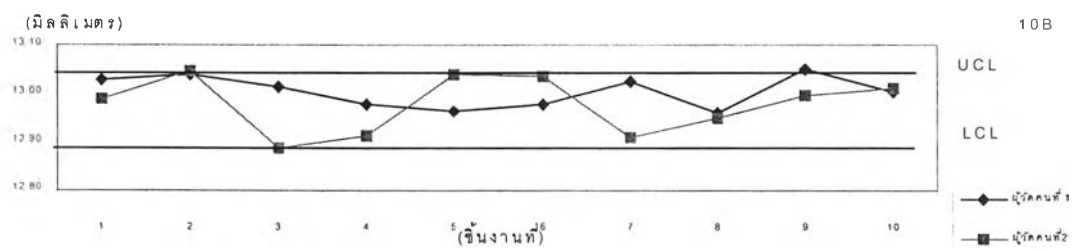
1. วิธีการวัดของผู้วัดทั้ง 2 ไม่แตกต่างกัน
2. การอ่านค่าชิ้นงานยาก เนื่องจากระดับของบริเวณวัดของชิ้นงานทั้ง 2 ด้านไม่เสมอกัน และมีบริเวณที่เครื่องมือวัดจับชิ้นงานได้น้อย

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 10 (ก่อนการปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\overline{R_1}$	$\overline{R_2}$	%EV	$\overline{X_1}$	$\overline{X_2}$	$\overline{X_{DIFF}}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	เวอร์เนีย	13 ± 0.2	มม.	0.056	0.052	61.56	13.005	12.978	0.027	20.43	65.86	ไม่ผ่าน



รูปที่ 4.16 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากผู้วัดทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (ก่อนการปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยของผู้วัดคนที่ 1 ใกล้เคียงกับผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดทั้ง 2 คน มีความแม่นยำในการวัดใกล้เคียงกัน แต่โดยรวมแล้วทำให้ค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด: %EV) อยู่ที่ 61.56 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยของผู้วัดคนที่ 1 มากกว่าคนที่ 2 ประมาณ 0.03 มม. ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่าไม่เห็นความแตกต่างของค่าวัดที่ได้จากผู้วัดทั้ง 2 คน ตลอดทั้ง 10 ชิ้นงานที่ทำการทดลอง ซึ่งส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความแปรปรวนของผู้วัด:%AV) อยู่ที่ 20.43 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R)โดยรวมอยู่ที่ 65.86 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สาเหตุและมาตรการแก้ไข

จากการประชุมผ่านทีมงาน ได้สรุปสาเหตุที่ทำให้ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรการการดำเนินการแก้ไขได้ดังนี้ (แยกตามสาเหตุที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :EV และความแปรปรวนระหว่างผู้วัด :AV)

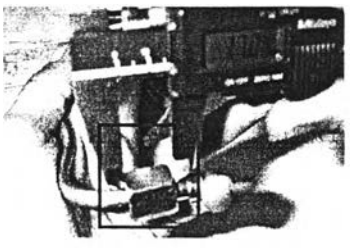
สาเหตุของการไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	มาตรการดำเนินการแก้ไข
EV : เกิดจากการวัดคนละจุดวัดในตำแหน่งเดียวกันซึ่งเกิดจากการวัดในแนวที่ต่างกัน	กำหนดวิธีการจับชิ้นงานที่ชัดเจนเพื่อให้สามารถวัดในจุดเดียวกัน และจัดทำมาตรฐานการทำงาน

สรุปผล ทำการปรับปรุงตามมาตรการดำเนินการแก้ไข หลังจากนั้นทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง

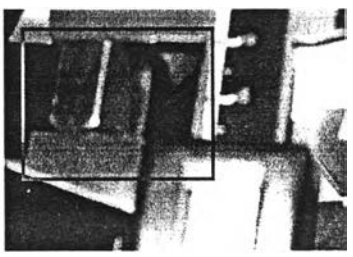
จุดตรวจสอบที่ 13 (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่3.1)

ข้อสังเกตเห็นจากการทดลอง

จากการเก็บข้อมูลภาพถ่ายลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของผู้วัดทั้ง 2 คนที่ทำการทดลองสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.17



รูป ก ผู้วัดคนที่ 1 แผนกผลิต



รูป ข ผู้วัดคนที่ 2 แผนกประกันคุณภาพ

รูปที่ 4.17 การเปรียบเทียบลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของจุดตรวจสอบที่

จากรูปดังกล่าวสามารถระบุข้อสังเกตจากการทดลองได้ดังนี้

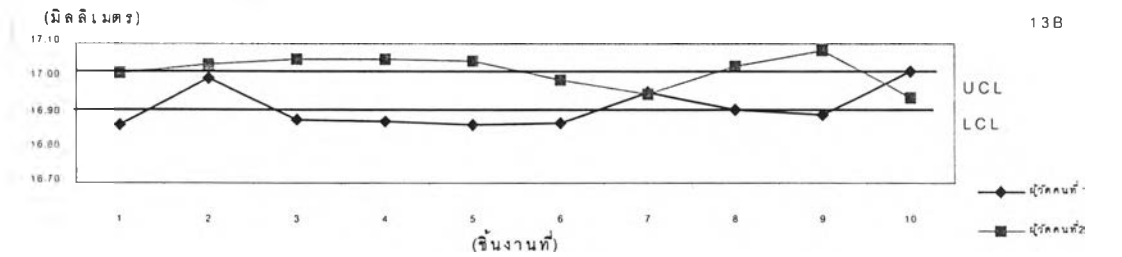
1. วิธีการวัดแตกต่างกัน โดยผู้วัดคนที่ 1 ใช้เวอร์เนีย ด้านปลายจับชิ้นงาน ส่วนผู้วัดคนที่ 2 ใช้เวอร์เนีย บริเวณกลางทั้งหมดในการจับชิ้นงาน ซึ่งวิธีการวัดของผู้วัดคนที่ 2 เป็นวิธีการที่ถูกต้อง โดยสามารถจับชิ้นงานได้กระชับกว่าและลดโอกาสการอ่านค่าผิดพลาดจากการจับชิ้นงานไม่ตั้งฉากได้มากกว่า

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 13 (ก่อนการปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	%EV	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_{DIFF}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	เวอร์เนีย	$17^{+0}_{-0.25}$	มม.	0.036	0.021	51.98	16.917	17.023	0.106	153.59	162.15	ไม่ผ่าน



รูปที่ 4.18 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากผู้วัดทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (ก่อนการปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยของผู้วัดคนที่ 1 มากกว่าผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดคนที่ 2 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า ซึ่งโดยรวมแล้วทำให้ค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด: %EV) อยู่ที่ 51.98 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยของผู้วัดคนที่ 1 น้อยกว่าคนที่ 2 ประมาณ 0.10 มม. ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากการใช้ผู้วัดคนที่1 มีค่าน้อยกว่า ค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากผู้วัดคนที่ 2 ตลอดทั้ง 10 ชิ้นงานที่ทำการทดลอง ซึ่งส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความแปรปรวนของผู้วัด:%AV) อยู่ที่ 153.59 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 162.15 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สาเหตุและมาตรการแก้ไข

จากการประชุมผ่านทีมงาน ได้สรุปสาเหตุที่ทำให้ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรการการดำเนินการแก้ไขได้ดังนี้ (แยกตามสาเหตุที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :EV และความแปรปรวนระหว่างผู้วัด :AV)

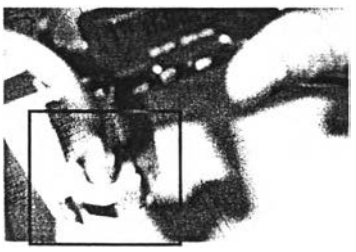
สาเหตุของการไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	มาตรการดำเนินการแก้ไข
EV & AV : เกิดจากผู้วัดคนที่ 1 ใช้เครื่องมือวัดจับชิ้นงานไม่ถูกต้อง ทำให้ได้ค่าที่น้อยกว่าและมีความแปรปรวนมากกว่า	ทำการฝึกอบรมวิธีการใช้เครื่องมือวัดที่ถูกต้องให้กับผู้วัดคนที่ 1
EV : เกิดจากการวัดคนละจุดวัดในตำแหน่งเดียวกัน	กำหนดวิธีการจับชิ้นงานที่ชัดเจนเพื่อให้สามารถวัดในจุดเดียวกัน และจัดทำมาตรฐานการทำงาน

สรุปผล ทำการปรับปรุงตามมาตรการดำเนินการแก้ไข หลังจากนั้นทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง

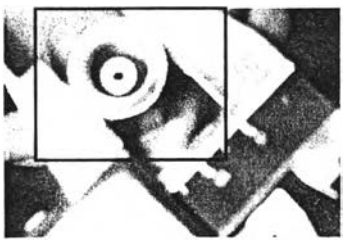
จุดตรวจสอบที่ 14 (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่3.1)

ข้อสังเกตเห็นจากการทดลอง

จากการเก็บข้อมูลภาพถ่ายลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของผู้วัดทั้ง 2 คนที่ทำการทดลองสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.19



รูป ก ผู้วัดคนที่ 1 แผนกผลิต



รูป ข ผู้วัดคนที่ 2 แผนกประกันคุณภาพ

รูปที่ 4.19 การเปรียบเทียบลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของจุดตรวจสอบที่

จากรูปดังกล่าวสามารถระบุข้อสังเกตจากการทดลองได้ดังนี้

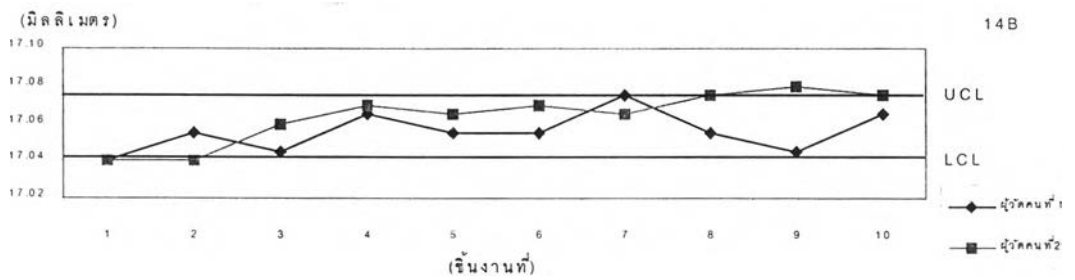
1. เป็นจุดตรวจสอบที่ทำการวัดได้ง่าย เนื่องจากมีพื้นที่จับชิ้นงานแน่นอน จับชิ้นงานได้ง่าย
2. วิธีการวัดของผู้วัดคนที่ 2 ทำได้ง่ายกว่าและกระชับกว่าผู้วัดคนที่ 1

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 14 (ก่อนการปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\overline{R_1}$	$\overline{R_2}$	%EV	$\overline{X_1}$	$\overline{X_2}$	$\overline{X_{DIFF}}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	เวอร์เนีย	17 ± 0.2	มม.	0.015	0.004	10.83	17.056	17.064	0.008	7.37	13.10	ผ่าน



รูปที่ 4.20 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากผู้วัดทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (ก่อนการปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยของผู้วัดคนที่ 1 มากกว่าผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดคนที่ 2 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า ซึ่งโดยรวมแล้วทำให้ค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด: %EV) อยู่ที่ 10.83 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยของผู้วัดคนที่ 1 น้อยกว่าคนที่ 2 แค่เพียง 0.01 มม. ซึ่งจากกราฟจะเห็นได้ว่าไม่สังเกตเห็นความแตกต่างระหว่างค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ตลอดทั้ง 10 ชิ้นงานที่ทำการทดลอง ซึ่งส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความแปรปรวนของผู้วัด:%AV) อยู่ที่ 7.37 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 13.10 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สาเหตุและมาตรการแก้ไข

จากการประชุมผ่านทีมงาน ได้สรุปสาเหตุที่ทำให้ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรการการดำเนินการแก้ไขได้ดังนี้ (แยกตามสาเหตุที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :EV และความแปรปรวนระหว่างผู้วัด :AV)

สาเหตุของการไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	มาตรการดำเนินการแก้ไข
EV : เกิดจากผู้วัดคนที่ 1 จับชิ้นงานไม่กระชับ ทำให้มีค่าความแปรปรวนมากกว่าคนที่ 2	ทำการฝึกอบรมวิธีการใช้เครื่องมือวัดที่ถูกต้องให้กับผู้วัดคนที่ 1
EV&AV : เกิดจากการวัดคนละจุดวัดในตำแหน่งเดียวกันเนื่องจากงานเป็นหกเหลี่ยม	กำหนดวิธีการจับชิ้นงานที่ชัดเจนเพื่อให้สามารถวัดในจุดเดียวกัน และจัดทำมาตรฐานการทำงาน

สรุปผล ทำการปรับปรุงตามมาตรการดำเนินการแก้ไข หลังจากนั้นทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง

จุดตรวจสอบที่ 16-21

ข้อสังเกตเห็นจากการทดลอง

เนื่องจากจุดตรวจสอบที่ 16 - 21 ไม่สามารถวัดค่าได้จากชิ้นงานโดยตรง จำเป็นต้องมีการกำหนดระดับอ้างอิงจากการที่นำอุปกรณ์จับยึดมายึดจับชิ้นงานและหาระยะอ้างอิงแล้วจึงวัดค่าอื่นๆ ในปัจจุบันทางโรงงานกำหนดร่วมกับลูกค้าให้ใช้จุดตรวจสอบที่ 16 เป็นระยะอ้างอิงโดยจะตั้งค่าชิ้นงานให้มีระยะในจุดตรวจสอบที่ 16 อยู่ที่ค่ากลางของค่าคาดเคลื่อนอนุโลม แล้ววัดค่าอื่นๆ โดย ในปัจจุบันมีอุปกรณ์จับยึดด้วยกัน 2 แบบ (รายละเอียดตามบทที่ 3 ในส่วนของการอธิบายรายละเอียดของเครื่องมือวัด) ดังนั้นในส่วนของผลการวิจัยในส่วนนี้จึงทำการวิเคราะห์สำหรับทั้ง 5 จุดตรวจสอบนี้ร่วมกัน

จากการเก็บข้อมูลภาพถ่ายลักษณะการจับชิ้นงานในการวัดของอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานทั้ง 2 แบบ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.11

จากตารางดังกล่าวสามารถระบุข้อสังเกตจากการทดลองได้ดังนี้

จุดตรวจสอบที่ 16 (ระยะอ้างอิง) (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

1. จุดที่ติดตั้งชิ้นงานกับ Jig แตกต่างกัน โดยแบบแท่นร่องตัววีจะยึดชิ้นงานบริเวณ Sleeve ส่วนแบบยึดเกลียวจะยึดที่เกลียว พบว่าแบบยึดเกลียวจะยึดชิ้นงานได้แน่นหนากว่า
2. จุดอ้างอิงในการตั้งระยะค่ากลางของจุดตรวจสอบที่ 16 แบบร่องตัววี จะใช้บริเวณจุดศูนย์กลางของท่อในด้านที่จับยึด ส่วนแบบยึดเกลียวจะใช้ที่บริเวณผิวของ Sleeve

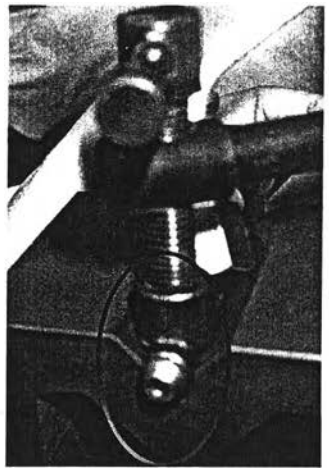
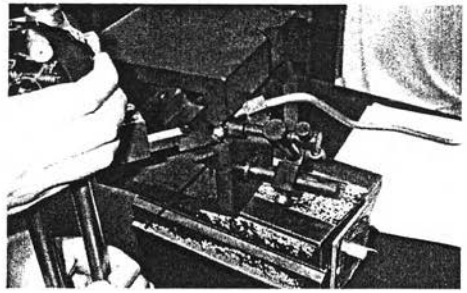
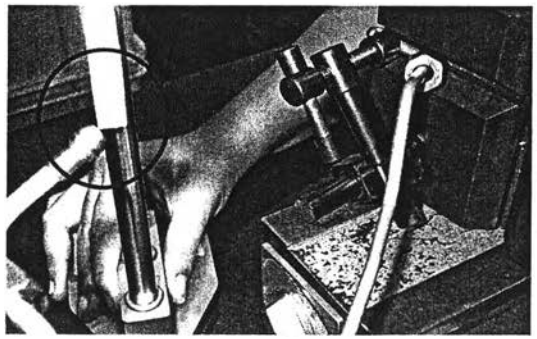
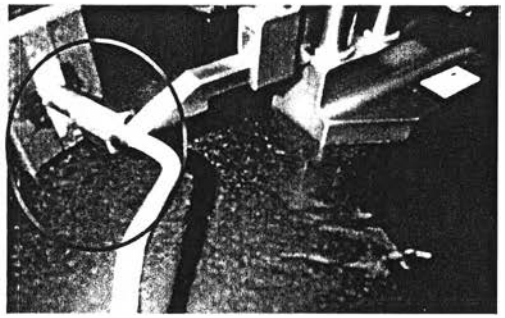
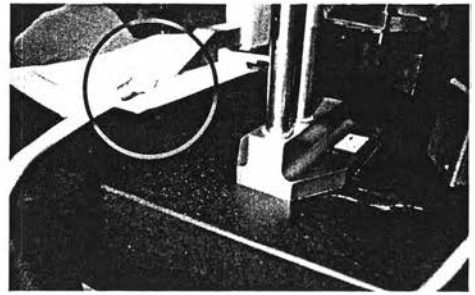
จุดตรวจสอบที่ 17-19 (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

1. สำหรับแบบร่องตัววี การวัดค่าชิ้นงานต้องหงายชิ้นงานขึ้น ส่วนแบบยึดเกลียวต้องคว่ำชิ้นงานลง
2. วิธีการตั้งระยะศูนย์ที่ปลายท่อแตกต่างกัน โดยแบบร่องตัววีจะอ้างอิงจากปากท่อโดยตรง ส่วนแบบยึดเกลียวจะอ้างอิงจากปลาย Sleeve

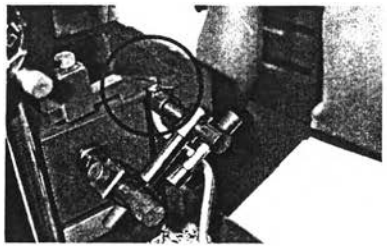
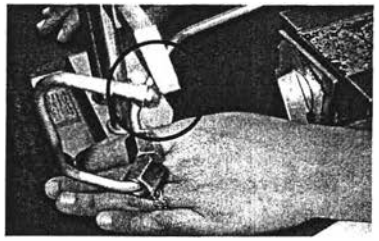
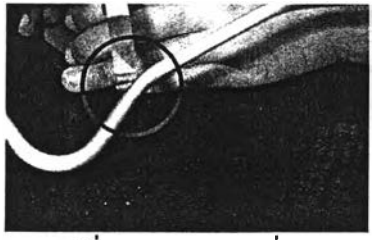
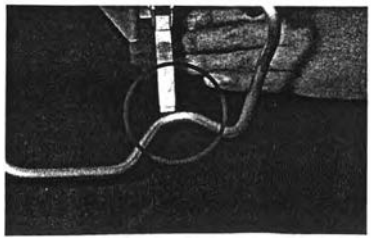
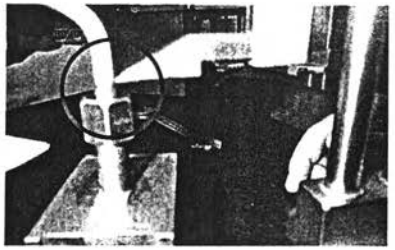
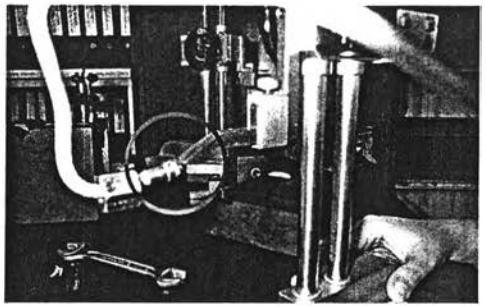
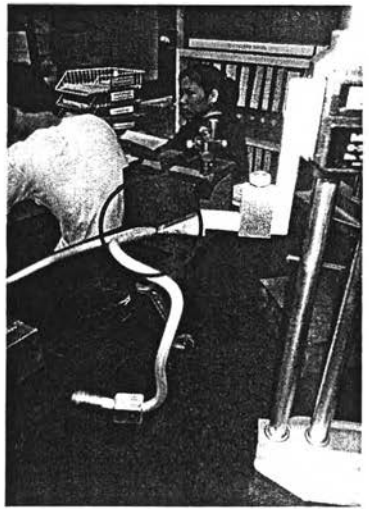
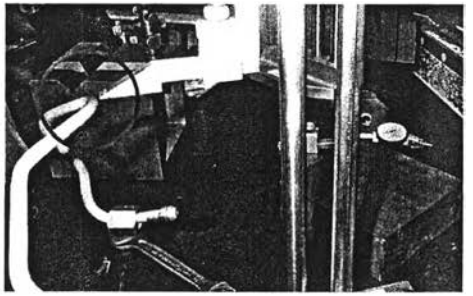
จุดตรวจสอบที่ 20-21 (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

1. วิธีการตั้งระยะศูนย์ที่ปลายท่อแตกต่างกัน โดยแบบร่องตัววีจะอ้างอิงจากปากท่อโดยตรง ส่วนแบบยึดเกลียวจะอ้างอิงจากผิวของ Sleeve

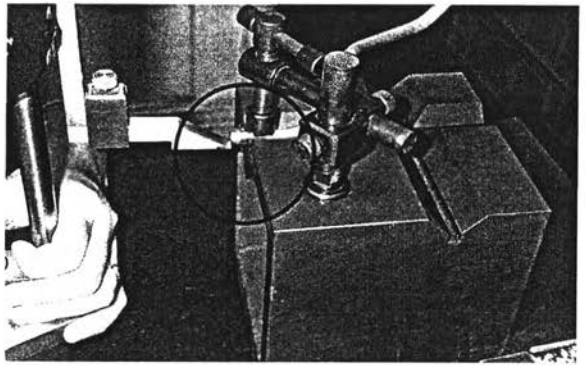
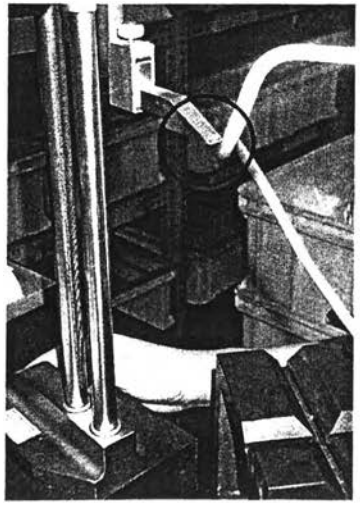
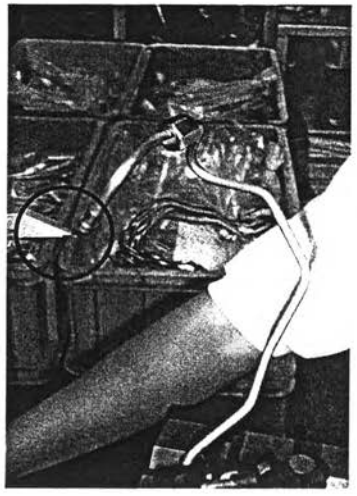
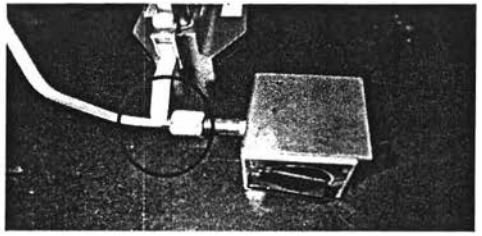
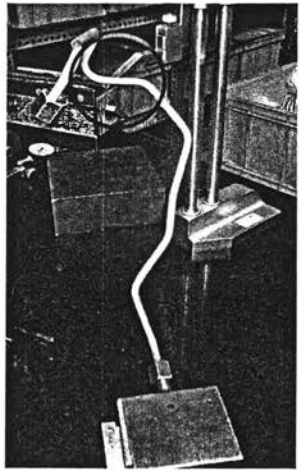
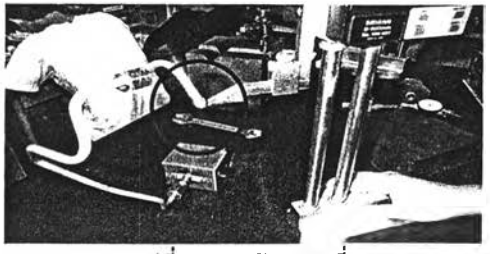
ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบลักษณะการจับชิ้นงานเพื่อการวัดโดยอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน 2 แบบ

จุดตรวจสอบ	อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 1 (แท่นร่องตัววี)	อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 (ยึดเกลียว)	สิ่งที่พบจากการสังเกตุจากการทดลอง
การตั้งค่าอ้างอิง ณ จุดตรวจสอบที่16 ตั้งที่ค่ากลาง	 รูปที่ V1 การติดตั้งชิ้นงาน  รูปที่ V2 การกำหนดระยะอ้างอิงที่ศูนย์  รูปที่ V3 การตั้งระยะชิ้นงานตามจุดตรวจสอบที่ 16 ที่ 70 mm. โดยการเลื่อนชิ้นงาน	 รูปที่ T1 การกำหนดระยะอ้างอิงที่ศูนย์  รูปที่ T2 การตั้งระยะชิ้นงานตามจุดตรวจสอบที่ 16 ที่ 70 mm.โดยการเลื่อนชิ้นงาน	เนื่องจากต้องมีการ Set ชิ้นงาน โดยการตั้งระยะชิ้นงานให้มีระยะตามจุดตรวจสอบที่ 16 ก่อนทำการวัดในจุดที่ 17 ถึง 21 **วิธีการติดตั้งชิ้นงานแบบแท่นร่องตัววี** 1.ทำการติดตั้งชิ้นงานเข้ากับ Jig ตามรูปที่ V1 2.ปรับระยะของ Height Gage ที่กึ่งกลางท่อเป็นศูนย์ ตามรูปที่ V2 3.ทำการตั้งระยะ 70 mm. ที่ปลายชิ้นงานอีกด้านหนึ่ง โดยการเลื่อนชิ้นงาน ตามรูปที่ V3 **วิธีการติดตั้งชิ้นงานแบบยึดเกลียว** 1.ทำการขัน Nut เข้ากับ เกลียว ของ Jig 2.ทำการปรับระยะของ Height Gage ที่บน Sleeve เป็นค่าอ้างอิงที่ 3.9 mm. ตามรูปที่ T1 3.ทำการตั้งระยะ 70 mm. ที่ปลายชิ้นงานอีกด้านหนึ่ง โดยการเลื่อนชิ้นงาน ตามรูปที่ T2 **สิ่งที่แตกต่างกัน** 1.จุดที่ติดตั้งชิ้นงานกับ Jig 2.วิธีการยึดชิ้นงานกับ Jig 3.จุดอ้างอิงในการตั้งระยะ

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบลักษณะการจับชิ้นงานเพื่อการวัดโดยอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน 2 แบบ (ต่อ)

จุดตรวจสอบ	อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 1 (แท่นร่องตัววี)	อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 (ยึดเกลียว)	สิ่งที่พบจากการสังเกตุจากการทดลอง
17 ถึง 19	 รูปที่ V4 การตั้งระยะศูนย์เพื่อวัดระยะที่ 17-19  รูปที่ V5 การวัดระยะที่ 17  รูปที่ V6 การวัดระยะที่ 18  รูปที่ V7 การวัดระยะที่ 19	 รูปที่ T3 การตั้งระยะศูนย์เพื่อวัดระยะที่ 17-19  รูปที่ T4 การวัดระยะที่ 17  รูปที่ T5 การวัดระยะที่ 18  รูปที่ T6 การวัดระยะที่ 19	**วิธีการวัดชิ้นงานแบบแท่นร่องตัววี** 1.ทำการพลิก Jig ให้ด้านปลายท่อหงายขึ้น แล้วตั้งระยะที่หัวท่อเป็นศูนย์ ตามรูปที่ V4 2.ทำการวัดระยะที่ 17 ที่กึ่งกลางปลายท่ออีกข้างหนึ่งตามรูปที่ V5 3.ทำการวัดระยะที่ 18 ที่กึ่งกลางท่อในตำแหน่งตามรูปที่ V6 4.ทำการวัดระยะที่ 19 ที่กึ่งกลางท่อในตำแหน่งตามรูปที่ V7 **วิธีการติดตั้งชิ้นงานแบบยึดเกลียว** 1.ทำการพลิก Jig ให้ด้านปลายท่อหงายคว่ำลง แล้วตั้งระยะที่ปลาย Sleeve ที่ 18 mm. เพื่อให้ที่ปลายท่อเป็นศูนย์ ตามรูปที่ T3 2.ทำการวัดระยะที่ 17 ที่กึ่งกลางปลายท่ออีกข้างหนึ่งตามรูปที่ T4 3.ทำการวัดระยะที่ 18 ที่กึ่งกลางท่อในตำแหน่งตามรูปที่ T6 4.ทำการวัดระยะที่ 19 ที่กึ่งกลางท่อในตำแหน่งตามรูปที่ T7 **สิ่งที่แตกต่างกัน** 1.การวางชิ้นงานหงายขึ้นกับหงายลง 2.วิธีการตั้งระยะศูนย์ที่ปลายท่อแตกต่างกัน วิธีที่ 1 ตั้งโดยตรง วิธีที่ 2 อ้างอิงจากปลาย Sleeve

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบลักษณะการจับชิ้นงานเพื่อการวัดโดยอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน 2 แบบ (ต่อ)

จุดตรวจสอบ	อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 1 (แท่นร่องตัววี)	อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 (ยึดเกลียว)	สิ่งที่พบจากการสังเกตุจากการทดลอง
20 ถึง 21	 รูปที่ V8 การตั้งระยะศูนย์เพื่อวัดระยะที่ 20-21  รูปที่ V9 การวัดระยะที่ 20  รูปที่ V10 การวัดระยะที่ 21	 รูปที่ T7 การตั้งระยะศูนย์เพื่อวัดระยะที่ 20-21  รูปที่ T8 การวัดระยะที่ 20  รูปที่ T9 การวัดระยะที่ 21	**วิธีการวัดชิ้นงานแบบแท่นร่องตัววี** 1.ทำการพลิก Jig ให้ด้านปลายท่อหันไปทางด้านข้าง แล้วตั้งระยะที่หัวท่อเป็นศูนย์ ตามรูปที่ V8 2.ทำการวัดระยะที่ 20 ที่กึ่งกลางท่อในตำแหน่ง ตามรูปที่ V9 3.ทำการวัดระยะที่ 21 ที่ปลายท่ออีกข้างหนึ่ง ตามรูปที่ V10 **วิธีการติดตั้งชิ้นงานแบบยึดเกลียว** 1.ทำการพลิก Jig ให้ด้านปลายท่อหันไปทางด้านข้าง แล้วตั้งระยะที่บน Sleeve ที่ 3.9 mm. เพื่อให้ที่กึ่งกลางท่อเป็นศูนย์ ตามรูปที่ T7 2.ทำการวัดระยะที่ 20 ที่กึ่งกลางท่อในตำแหน่ง ตามรูปที่ T8 2.ทำการวัดระยะที่ 21 ที่กึ่งกลางปลายท่อ อีกข้างหนึ่งตามรูปที่ T9 **สิ่งที่แตกต่างกัน** 2.วิธีการตั้งระยะศูนย์ที่กึ่งกลางท่อแตกต่างกัน วิธีที่ 1 ตั้งโดยตรง วิธีที่ 2 อ้างอิงจากด้านบน Sleeve

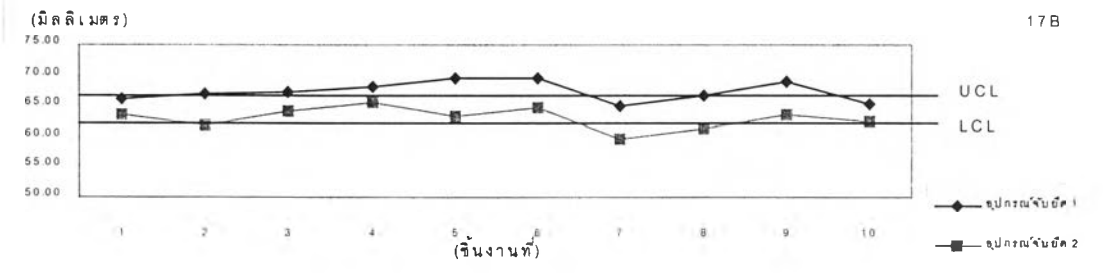
การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จุดตรวจสอบที่ 17

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 17 (ก่อนการปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\overline{R_1}$	$\overline{R_2}$	%EV	$\overline{X_1}$	$\overline{X_2}$	$\overline{X_{DIFF}}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	ไฮเกจ	62.1 ± 1.6	มม.	1.561	0.977	180.83	67.400	63.059	4.341	493.49	525.58	ไม่ผ่าน



รูปที่ 4.21 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (ก่อนการปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

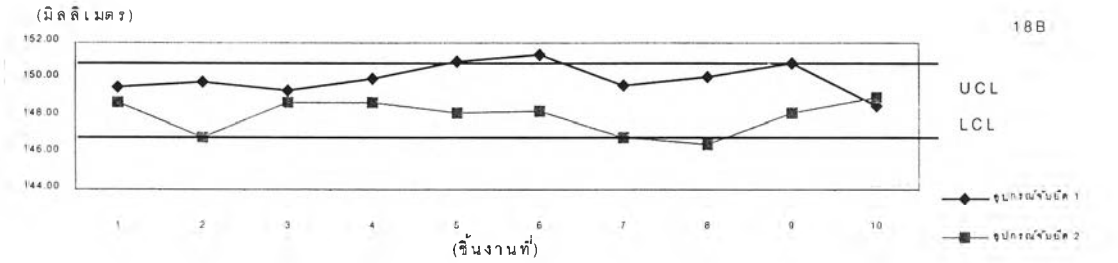
1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยของอุปกรณ์จับยึดแบบที่ 1 มากกว่าอุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 แสดงให้เห็นว่าวิธีการวัดโดยใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า ซึ่งโดยรวมแล้วทำให้ความผันแปรของอุปกรณ์วัดอยู่ที่ 180.83 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยของค่าวัดจากการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 1 มากกว่าการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 ถึง 4.341 มม. จากกราฟจะเห็นได้ว่า ค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่1 มีค่ามากกว่า ค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 ตลอดทั้ง 10 ชิ้นงานที่ทำการทดลอง ซึ่งส่งผลให้ความผันแปรของอุปกรณ์จับยึดอยู่ที่ 493.49 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าความสามารถทางด้านความแม่นยำ(GR&R)โดยรวมอยู่ที่ 525.58 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

จุดตรวจสอบที่ 18

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 18 (ก่อนการปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\overline{R_1}$	$\overline{R_2}$	%EV	$\overline{X_1}$	$\overline{X_2}$	$\overline{X_{DIFF}}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	ไฮ.ทจ	148.4 ± 2.4	มม.	1.811	0.425	106.21	150.030	147.973	2.057	154.60	187.57	ไม่ผ่าน



รูปที่ 4.22 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (ก่อนการปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

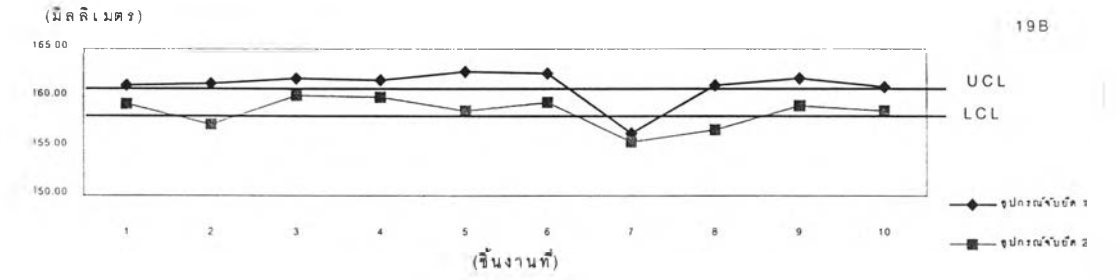
1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยของอุปกรณ์จับยึดแบบที่ 1 มากกว่าอุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 แสดงให้เห็นว่าวิธีการวัดโดยใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า ซึ่งโดยรวมแล้วทำให้ความผันแปรของอุปกรณ์วัดอยู่ที่ 106.21 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยของค่าวัดจากการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 1 มากกว่าการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 ถึง 2.057 มม. จากกราฟจะเห็นได้ว่า ค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่1 มีค่ามากกว่า ค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 ตลอดทั้ง 10 ชิ้นงานที่ทำการทดลอง ยกเว้นเพียงชิ้นงานที่ 10 ซึ่งส่งผลให้ความผันแปรของอุปกรณ์จับยึดอยู่ที่ 154.6 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความสามารถทางด้านความแม่นยำ(GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 187.57 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

จุดตรวจสอบที่ 19

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 19 (ก่อนการปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\overline{R_1}$	$\overline{R_2}$	%EV	$\overline{X_1}$	$\overline{X_2}$	$\overline{X_{DIFF}}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	ไฮเกจ	160.1 ± 2.4	มม.	0.644	0.622	60.14	161.229	158.470	2.759	209.37	217.83	ไม่ผ่าน



รูปที่ 4.23 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (ก่อนการปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

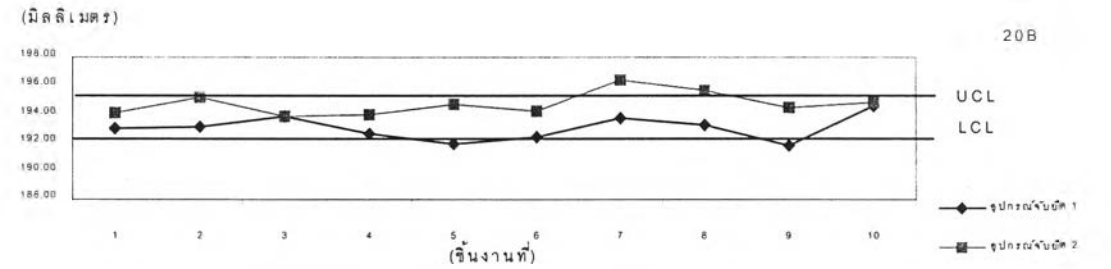
1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยของอุปกรณ์จับยึดแบบที่ 1 ใกล้เคียงกับอุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 แสดงให้เห็นว่าวิธีการวัดโดยใช้อุปกรณ์จับยึดทั้ง 2 แบบมีความแม่นยำใกล้เคียงกัน ซึ่งโดยรวมแล้วทำให้ความผันแปรของอุปกรณ์วัดอยู่ที่ 60.14 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยของค่าวัดจากการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 1 มากกว่าการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 ถึง 2.759 มม. จากกราฟจะเห็นได้ว่า ค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่1 มีค่ามากกว่า ค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 ตลอดทั้ง 10 ชิ้นงานที่ทำการทดลอง ซึ่งส่งผลให้ความผันแปรของอุปกรณ์จับยึดอยู่ที่ 209.37 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความสามารถทางด้านความแม่นยำ(GR&R)โดยรวมอยู่ที่ 217.83 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

จุดตรวจสอบที่ 20

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 20 (ก่อนการปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\overline{R_1}$	$\overline{R_2}$	%EV	$\overline{X_1}$	$\overline{X_2}$	$\overline{X_{DIFF}}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	ไฮเกจ	194 ± 2.4	มม.	1.075	0.456	72.72	193.030	194.752	1.722	129.97	148.93	ไม่ผ่าน



รูปที่ 4.24 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (ก่อนการปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

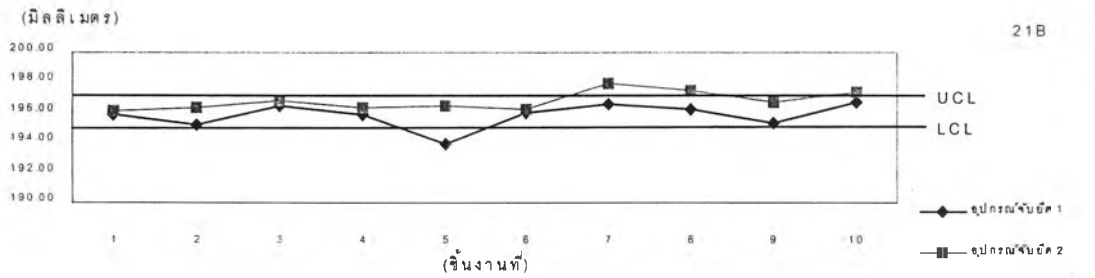
1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยของอุปกรณ์จับยึดแบบที่ 1 มากกว่าอุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 แสดงให้เห็นว่าวิธีการวัดโดยใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า ซึ่งโดยรวมแล้วทำให้ความผันแปรของอุปกรณ์วัดอยู่ที่ 72.72 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยของค่าวัดจากการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 1 น้อยกว่าการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 ถึง 1.722 มม. จากกราฟจะเห็นได้ว่า ค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่1 มีค่าน้อยกว่า ค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 ตลอดทั้ง 10 ชิ้นงานที่ทำการทดลอง ซึ่งส่งผลให้ความผันแปรของอุปกรณ์จับยึดอยู่ที่ 129.97 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความสามารถทางด้านความแม่นยำ(GR&R)โดยรวมอยู่ที่ 149.97 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

จุดตรวจสอบที่ 21

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 21 (ก่อนการปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\overline{R_1}$	$\overline{R_2}$	%EV	$\overline{X_1}$	$\overline{X_2}$	$\overline{X_{DIFF}}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	ไฮเกจ	198 ± 2.4	มม.	0.871	0.319	56.52	195.787	196.777	0.990	74.21	93.29	ไม่ผ่าน



รูปที่ 4.25 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (ก่อนการปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยของอุปกรณ์จับยึดแบบที่ 1 มากกว่าอุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 แสดงให้เห็นว่าวิธีการวัดโดยใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า ซึ่งโดยรวมแล้วทำให้ความผันแปรของอุปกรณ์วัดอยู่ที่ 52.52 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยของค่าวัดจากการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 1 น้อยกว่าการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 ถึง 0.99 มม. จากกราฟจะเห็นได้ว่า ค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่1 มีค่าน้อยกว่า ค่าวัดของชิ้นงานที่ได้จากการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบที่ 2 ตลอดทั้ง 10 ชิ้นงานที่ทำการทดลอง ซึ่งส่งผลให้ความผันแปรของอุปกรณ์จับยึดอยู่ที่ 74.21 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความสามารถทางด้านความแม่นยำ(GR&R)โดยรวมอยู่ที่ 93.29 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สาเหตุและมาตรการแก้ไข

จากการประชุมผ่านทีมงาน ได้สรุปสาเหตุที่ทำให้ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรการการดำเนินการแก้ไขได้ดังนี้ (แยกตามสาเหตุที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :EV และความแปรปรวนระหว่างผู้วัด :AV)

สาเหตุของการไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	มาตรการดำเนินการแก้ไข
EV : การจับยึดชิ้นงานแบบยึดเกลียว สามารถล็อคชิ้นงานได้แน่นหนากว่าแบบร่องตัววี ซึ่งชิ้นงานสามารถเคลื่อนตัวได้เล็กน้อย ทำให้เมื่อมีการวัดซ้ำจะมีค่าที่คาดเคลื่อนไปจากเดิม	จากการปรึกษากับลูกค้า มีแนวทางให้ใช้อุปกรณ์จับยึดแบบเกลียวในการวัดเท่านั้น โดยยกเลิกการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบร่องตัววี
EV :การกะระยะที่ปลายท่อหรือบริเวณหัวท่อเพื่อวัดค่าทำได้ยาก เนื่องจากตำแหน่งปลายท่อขณะวัดนั้นเอียงทำให้ความแปรปรวนสูง	ทำการฝึกอบรมพนักงานให้เกิดความชำนาญในการวัด และทำการทดสอบ
EV :เนื่องจากชิ้นงานมี Nut อยู่ในชิ้นงาน ซึ่งตำแหน่งของ Nut มีอิทธิพลค่าวัดชิ้นงานที่ได้ และในการวัดนั้น ตำแหน่งของ Nut ไม่มีเกณฑ์ที่แน่นอน ทำให้ค่าวัดมีความแปรปรวนสูง	ทำการกำหนดตำแหน่งของ Nut ที่แน่นอน และเป็นตำแหน่งที่ไม่มีอิทธิพลให้ค่าวัดที่ได้เบี่ยงเบนไป
AV : การกำหนดจุดอ้างอิงเพื่อหาระดับศูนย์มีความแตกต่างกันตามลักษณะของอุปกรณ์จับยึด	เนื่องจากจะมีการยกเลิกการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบร่องตัววี และใช้อุปกรณ์จับยึดแบบเกลียวอย่างเดียวต่อไปในอนาคต ดังนั้นปัญหานี้จะไม่เกิดขึ้นอีกต่อไป
AV : การวัดในจุดตรวจสอบที่ 17-19 อุปกรณ์จับยึดแบบเกลียว ชิ้นงานพลิกหงายขึ้น ส่วนแบบเกลียว ชิ้นงานคว่ำลง ทำให้น้ำหนักของ Nut ไหลลงมาถ่วงให้ชิ้นงานมีค่าในจุดตรวจสอบที่ 17-19 มากกว่าแบบร่องตัววี	ทำการกำหนดตำแหน่งของ Nut ที่แน่นอน และไม่มีผลกระทบต่อระยะของชิ้นงานในการวัด
AV : วิธีการติดตั้งชิ้นงานกับอุปกรณ์จับยึดต่างกัน โดยแบบยึดเกลียวจะสอดคล้องกับการใช้งานจริง ส่วนแบบร่องตัววี จะอ้างอิงจากผิวของ Sleeve ซึ่งหากผิวของ Sleeve ไม่เรียบ หรือเอียงก็ทำให้ค่าที่ได้ผิดพลาดไปจากค่าจริงได้	จากการปรึกษากับลูกค้า มีแนวทางให้ใช้อุปกรณ์จับยึดแบบเกลียวในการวัดเท่านั้น โดยยกเลิกการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบร่องตัววี

สรุปผล ทำการปรับปรุงตามมาตรการดำเนินการแก้ไข หลังจากนั้นทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง

4.1.2 การดำเนินการปรับปรุงระบบการวัดของจุดตรวจสอบเชิงปริมาณ

ภายหลังจากการประชุมร่วมกับทีมงานเพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหาความแม่นยำในการวัดที่มีค่าคาดเคลื่อนมากกว่าค่าที่ยอมรับได้ จากผลการวิจัยที่ผ่านมาพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละกลุ่มเครื่องมือวัดมีความแตกต่างกันดังนั้นจะทำการแบ่งการวิเคราะห์ออกตามจุดตรวจสอบออกเป็น 3 กลุ่มตามเครื่องมือวัดที่ใช้ในการวัดได้ดังนี้

1. กลุ่มจุดตรวจสอบที่วัดโดยใช้ไมโครมิเตอร์
2. กลุ่มจุดตรวจสอบที่วัดโดยใช้เวอร์เนีย
3. กลุ่มจุดตรวจสอบที่วัดโดยใช้ไฮเกจกับอุปกรณ์จับยึด

สามารถสรุปสาเหตุและมาตรการดำเนินการแก้ไขในแต่ละกลุ่มของเครื่องมือวัดได้ดังนี้

4.1.2.1 จุดตรวจสอบที่วัดโดยใช้ไมโครมิเตอร์

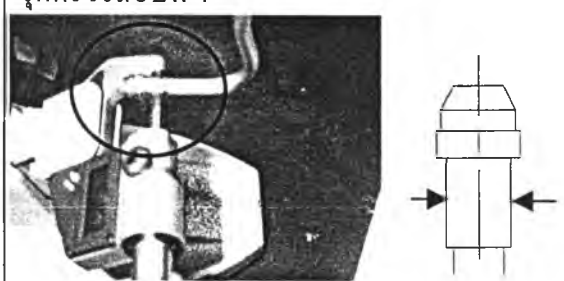
จุดตรวจสอบในกลุ่มนี้ได้แก่ จุดตรวจสอบที่ 3 และ 4 (ตามรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1) โดยเป็นการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง จากการประชุมร่วมกับทีมงาน สามารถระบุสาเหตุที่ทำให้ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) เกินกว่าระดับที่กำหนดและมาตรการการดำเนินการแก้ไขได้ดังนี้

ตารางที่ 4.17 ตารางสรุปสาเหตุและมาตรการดำเนินการแก้ไขระบบการวัดของจุดตรวจสอบเชิงปริมาณที่ใช้เครื่องมือตรวจสอบ "ไมโครมิเตอร์"

สาเหตุของปัญหา	มาตรการดำเนินการ	จุดตรวจสอบที่เกี่ยวข้อง
1. ผู้วัดคนที่ 1 ใช้เครื่องมือวัดไม่ถูกตามมาตรฐานของการใช้เครื่องมือวัดที่ถูกต้อง	1. ฝึกอบรมพนักงานวัดคนที่ 1 ให้เข้าใจวิธีการใช้ไมโครมิเตอร์ที่ถูกต้อง และทำการฝึกให้เกิดความชำนาญ	3,4
2. ผู้วัดวัดชิ้นงานคนละตำแหน่งในชิ้นงานชิ้นเดียวกัน เช่นจุดตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ ผู้วัดคนที่ 1 วัดที่กลางท่อ อีกคนหนึ่งวัดที่ปลายท่อ ซึ่งที่ถูกต้องต้องวัดที่บริเวณกลางท่อ	2. จัดทำมาตรฐานในการวัดค่าชิ้นงานที่ถูกต้อง และทำการฝึกอบรมพนักงานให้เกิดความชำนาญ	3
3. จุดตรวจสอบที่อ้างอิงถึงเป็นค่าวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง ชิ้นงานวัดชิ้นงานคนละด้านในตำแหน่งเดียวกันทำให้ได้ค่าวัดแตกต่างกัน	3. ทำการกำหนดตำแหน่งที่ชัดเจนที่ชิ้นงานเพื่อกำจัดความคาดเคลื่อนจากสาเหตุดังกล่าวในการทดลอง	3,4

จากการดำเนินการจัดทำมาตรฐานในการวัดของทั้ง 2 จุดตรวจสอบดังกล่าว เพื่อให้เกิดวิธีการวัดที่ถูกต้องตรงกันและกำจัดสาเหตุแห่งความคาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการทดลองครั้งที่ 1 สามารถแสดงมาตรฐานในการวัดได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.18 มาตรฐานการวัดของจุดตรวจสอบที่ใช้เครื่องมือวัด "ไมโครมิเตอร์"

รูปแสดงการวัด	วิธีการวัด
จุดตรวจสอบที่ 3	1.นำชิ้นงานมาวางในเครื่องมือวัดดังรูป โดยให้ผิวสัมผัสของชิ้นงานแต่ละข้าง อยู่บริเวณกลางของด้านที่จับชิ้นงานทั้งสองข้าง 2.หมุนเครื่องมือโดยจับที่ด้ามจับเล็กเข้าหาชิ้นงานจนแน่นแล้วอ่านค่าที่วัดได้
จุดตรวจสอบที่ 4 	1.นำชิ้นงานมาวางในเครื่องมือวัดดังรูป โดยให้ผิวสัมผัสของชิ้นงานแต่ละข้าง อยู่บริเวณกลางของด้านที่จับชิ้นงานทั้งสองข้าง 2.หมุนเครื่องมือโดยจับที่ด้ามจับเล็กเข้าหาชิ้นงานจนแน่นแล้วอ่านค่าที่วัดได้

4.1.2.2 จุดตรวจสอบที่วัดโดยใช้เวอร์เนีย

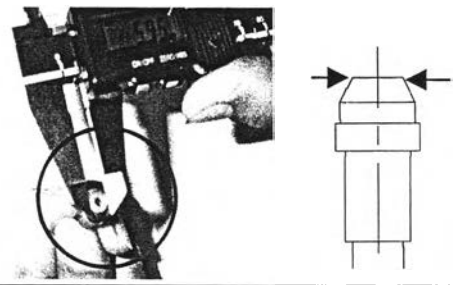
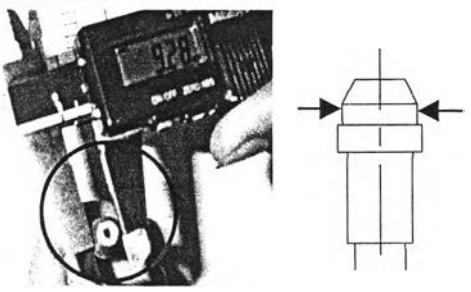
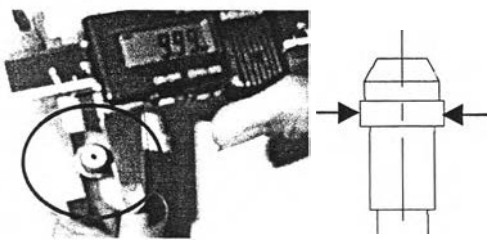
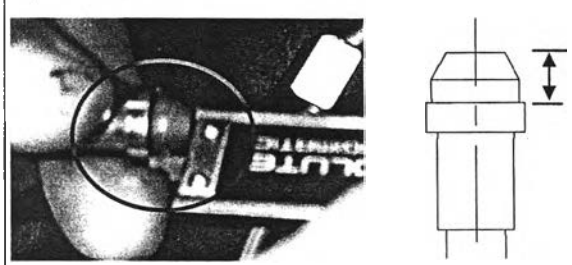
จุดตรวจสอบในกลุ่มนี้มีทั้งสิ้น 8 จุดตรวจสอบได้แก่ จุดตรวจสอบที่ 5 6 7 ที่เป็นการวัดขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง และจุดตรวจสออบที่ 8 9 10 13 และ 14 ที่เป็นการวัดขนาดความยาว (ตามรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1) จากการประชุมร่วมกับทีมงาน สามารถระบุสาเหตุที่ทำให้ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) เกินกว่าระดับที่กำหนดและมาตรการการดำเนินการแก้ไขได้ดังนี้

ตารางที่ 4.19 ตารางสรุปสาเหตุและมาตรการดำเนินการแก้ไขระบบการวัดของจุดตรวจสอบเชิงปริมาณที่ใช้เครื่องมือตรวจสอบ "เวอร์เนีย"

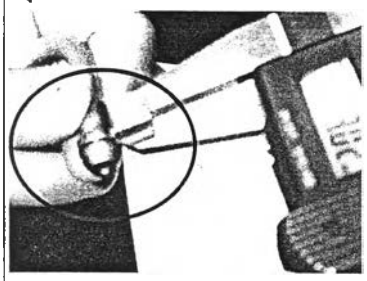
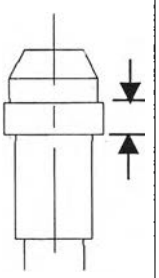
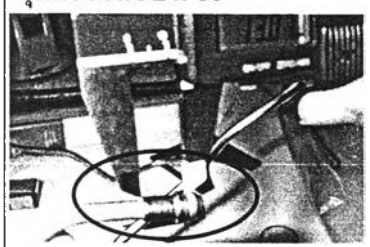
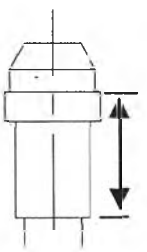
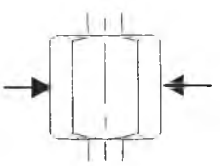
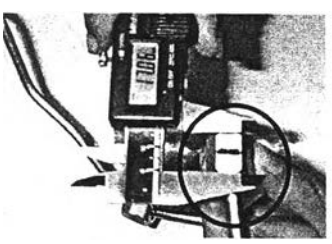
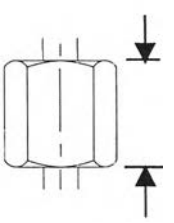
สาเหตุของความแปรปรวน	มาตรการดำเนินการ	จุดตรวจสอบที่เกี่ยวข้อง
1.การวัดชิ้นงานไม่สามารถทำได้โดยง่ายเนื่องจากข้อจำกัดของชิ้นงาน เช่น ลักษณะชิ้นงานเป็นมุมเอียง มีผิวชิ้นงานให้เครื่องมือวัดน้อย	1. จากการประชุมร่วมกัน ยังไม่สามารถหาเครื่องมือวัด หรือ วิธีวัดอื่นๆที่มีความเหมาะสมมากกว่าได้ จึงทำการจัดการฝึกอบรมผู้วัดให้สามารถใช้เครื่องมือวัดได้อย่างชำนาญในจุดตรวจสอบที่วัดได้ยากดังกล่าว	5 8 9 และ 10
2. ผู้วัดวัดชิ้นงานคนละตำแหน่งในชิ้นงานชิ้นเดียวกัน เช่นจุดตรวจสอบเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวท่อ ผู้วัดคนที่ 1 วัดที่ปลายของหัว อีกคนหนึ่งวัดที่บริเวณที่ต่ำกว่าทำให้ได้ค่ามากกว่า ซึ่งที่ถูกต้องต้องวัดที่บริเวณปลายท่อ	2. จัดทำมาตรฐานในการวัดค่าชิ้นงานที่ถูกต้อง และทำการฝึกอบรมพนักงานให้เกิดความชำนาญ	5 6 และ 7
3. จุดตรวจสอบที่อ้างอิงถึงเป็นค่าวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง หรือความยาวของทรงกระบอก ผู้วัดวัดชิ้นงานคนละด้านในตำแหน่งเดียวกันทำให้ได้ค่าวัดแตกต่างกัน	3. ทำการกำหนดตำแหน่งที่ชัดเจนที่ชิ้นงานเพื่อกำจัดความคาดเคลื่อนจากสาเหตุดังกล่าวในการทดลอง	5 6 7 8 9 10 13 และ 14
4. ผู้วัดคนที่ 1 จับชิ้นงานไม่กระชับ และ/หรือ จับชิ้นงานเอียง ทำให้ค่าวัดที่ได้คาดเคลื่อน และมีความแปรปรวนสูง	4. จัดทำมาตรฐานการวัดที่ถูกต้องและทำการฝึกอบรมพนักงานให้ปฏิบัติงานอย่างถูกต้องและเกิดความชำนาญ	8 9 13 และ 14

จากการดำเนินการจัดทำมาตรฐานในการวัดของทั้ง 8 จุดตรวจสอบดังกล่าว เพื่อให้เกิดวิธีการวัดที่ถูกต้องตรงกันและกำจัดสาเหตุแห่งความคาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการทดลองครั้งที่ 1 สามารถแสดงมาตรฐานในการวัดได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.20 มาตรฐานการวัดของจุดตรวจสอบที่ใช้เครื่องมือวัด "เวอร์เนีย"

รูปแสดงการวัด	วิธีการวัด
จุดตรวจสอบที่ 5 	1.จับชิ้นงานดังรูป นำปากเวอร์เนียด้านซ้ายมือเข้าทาบกับขอบชิ้นงาน ตามบริเวณที่ชี้ลูกศร แล้วเลื่อนปากเวอร์เนียอีกปากหนึ่งเข้ามาทาบ 2.อ่านค่าที่วัดได้เป็นระยะเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวท่อ
จุดตรวจสอบที่ 6 	1.นำชิ้นงานมาวางในเครื่องมือวัดดังรูป โดยให้ผิวสัมผัสของชิ้นงานแต่ละข้าง อยู่บริเวณกลางของด้านที่จับชิ้นงานทั้งสองข้าง 2.หมุนเครื่องมือโดยจับที่ด้ามจับเล็กเข้าหาชิ้นงานจนแน่นแล้วอ่านค่าที่วัดได้
จุดตรวจสอบที่ 7 	1.จับชิ้นงานดังรูป นำปากเวอร์เนียด้านซ้ายมือเข้าทาบกับขอบชิ้นงาน โดยให้อยู่ในกึ่งกลางของช่วงปาก Sleeve ดังลูกศรชี้ แล้วเลื่อนปากเวอร์เนียอีกปากหนึ่งเข้ามาทาบให้ปากเวอร์เนียทั้ง 2 ข้างขนานกับผิวสัมผัสของชิ้นงาน 2.อ่านค่าที่วัดได้เป็นระยะเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวท่อ
จุดตรวจสอบที่ 8 	1.นำชิ้นงานมาจับไว้ดังรูป นำปลายเวอร์เนียมาวางบนชิ้นงานให้ปลายเวอร์เนียขนานกับผิวบนของชิ้นงานแล้วเลื่อนก้านวัดด้านท้ายออกมาสัมผัสชิ้นงานบริเวณบ่า 2.อ่านค่าที่วัดได้เป็นค่าความสูงของหัวท่อถึงขอบ Sleeve ข้อควรระวัง : แนวของก้านวัดระดับของเวอร์เนียต้องตรงกับแนวของปลายท่อ เพื่อป้องกันการจับเวอร์เนียเอียง

ตารางที่ 4.20 มาตรฐานการวัดของจุดตรวจสอบที่ใช้เครื่องมือวัด "เวอร์เนีย" (ต่อ)

รูปแสดงการวัด	วิธีการวัด
จุดตรวจสอบที่ 9  	1.จับชิ้นงานดังรูป นำปากเวอร์เนียด้านซ้ายมือเข้าทาบกับขอบชิ้นงาน แล้วเลื่อนปากเวอร์เนียอีกปากหนึ่งเข้ามาทาบให้ปากเวอร์เนีย ทั้ง 2 ข้าง ขนานกับผิวสัมผัสของชิ้นงาน 2.อ่านค่าที่วัดได้เป็นระยะความหนาของ Sleeve ข้อควรระวัง : ปากวัดเวอร์เนียต้องขนานกับผิวของชิ้นงาน
จุดตรวจสอบที่ 10  	1.จับชิ้นงานดังรูป นำปากเวอร์เนียด้านซ้ายมือเข้าทาบกับขอบชิ้นงานด้าน Sleeve ตามบริเวณที่ชี้ลูกศรแล้วเลื่อนปากเวอร์เนียอีกปากหนึ่งเข้ามาทาบด้านขอบ Sleeve ที่เป็นบ่า 2.อ่านค่าที่วัดได้เป็นระยะความยาวของSleeve ข้อควรระวัง : แนวของการวัดต้องขนานกับแนวของ Sleeve
จุดตรวจสอบที่ 13 	1.จับชิ้นงานดังรูป นำปากเวอร์เนียด้านซ้ายมือเข้าทาบกับบริเวณกลางลำตัวของ Nut แล้วเลื่อนปากเวอร์เนียอีกปากหนึ่งเข้ามาทาบ ให้ปากเวอร์เนีย ทั้ง 2 ข้างขนานกับผิวสัมผัสของชิ้นงาน 2.อ่านค่าที่วัดได้เป็นระยะความกว้างของ Nut
จุดตรวจสอบที่ 14  	1.จับชิ้นงานดังรูป นำปากเวอร์เนียด้านซ้ายมือเข้าทาบกับบริเวณของ Nut แล้วเลื่อนปากเวอร์เนียอีกปากหนึ่งเข้ามาทาบให้ปากเวอร์เนีย ทั้ง 2 ข้างขนานกับผิวสัมผัสของชิ้นงาน 2.อ่านค่าที่วัดได้เป็นระยะความยาวของ Nut

4.1.2.' จุดตรวจสอบที่วัดโดยใช้ไฮเกจ และอุปกรณ์จับยึด

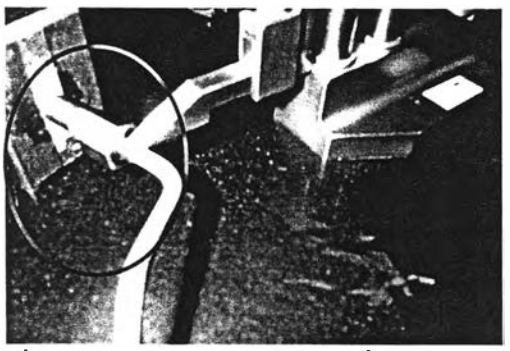
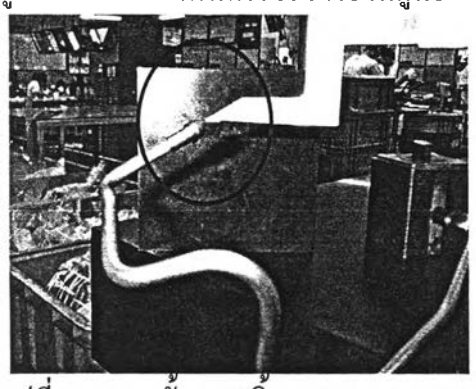
จุดตรวจสอบในกลุ่มนี้มีทั้งสิ้น 5 จุดตรวจสอบได้แก่ 17 18 19 20 และ 21 เป็นการวัดขนาดความยาว(ตามรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1) ส่วนจุดตรวจสอบที่ 15 จะไม่มีการวัด เนื่องจากใช้เป็นระยะอ้างอิงในการตรวจสอบ จากการประชุมร่วมกับทีมงาน สามารถระบุสาเหตุที่ทำให้ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) เกินกว่าระดับที่กำหนดและมาตรการการดำเนินการแก้ไขได้ดังนี้

ตารางที่ 4.21 ตารางสรุปสาเหตุและมาตรการดำเนินการแก้ไขระบบการวัดของจุดตรวจสอบเชิงปริมาณที่ใช้เครื่องมือตรวจสอบ "ไฮเกจและอุปกรณ์จับยึด"

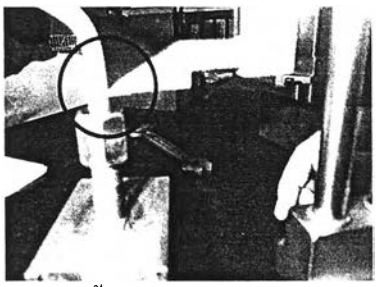
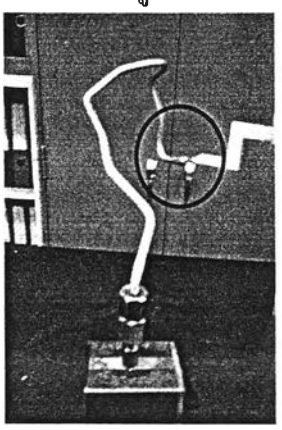
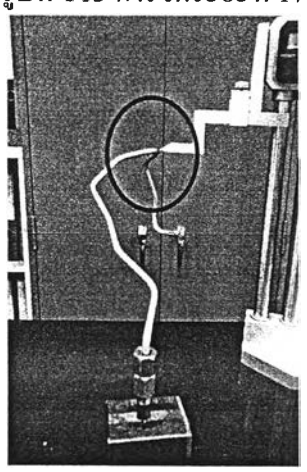
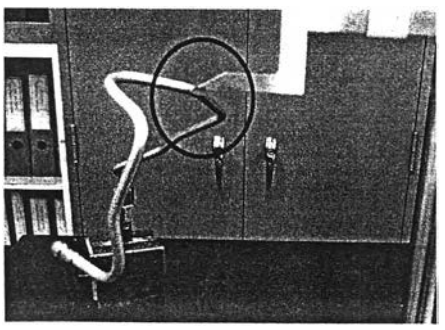
สาเหตุของความแปรปรวน	มาตรการดำเนินการ	จุดตรวจสอบที่เกี่ยวข้อง
1. การจับยึดชิ้นงานแบบยึดเกลียวสามารถล็อคชิ้นงานได้แน่นหนากว่าแบบร่องตัววี ซึ่งชิ้นงานสามารถเคลื่อนตัวได้เล็กน้อย ทำให้เมื่อมีการวัดซ้ำจะมีค่าที่คาดเคลื่อนไปจากเดิม	จากการปรึกษากับลูกค้า มีแนวทางให้ใช้อุปกรณ์จับยึดแบบเกลียวในการวัดเท่านั้น โดยยกเลิกการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบร่องตัววี	16 17 18 19 20 และ 21
2. การกะระยะที่ปลายท่อหรือบริเวณหัวท่อเพื่อวัดค่าทำได้ยาก เนื่องจากตำแหน่งปลายท่อขณะวัดนั้นเอียงทำให้ความแปรปรวนสูง	เนื่องจากการวัดเป็นไปตามการใช้งานจริงดังนั้นไม่สามารถแก้ไขการวัดได้ จึงทำการฝึกอบรมพนักงานให้เกิดความชำนาญในการวัดในจุดตรวจสอบดังกล่าวและทำการทดสอบความชำนาญ	16 17 18 19 20 และ 21
3.เนื่องจากชิ้นงานมี Nut อยู่ในชิ้นงาน ซึ่งตำแหน่งของ Nut มีอิทธิพลค่าวัดชิ้นงานที่ได้ และในการวัดนั้นตำแหน่งของ Nut ไม่มีเกณฑ์ที่แน่นอน ทำให้ค่าวัดมีความแปรปรวนสูง	ทำการกำหนดตำแหน่งของ Nut ที่แน่นอน และเป็นตำแหน่งที่ไม่มีอิทธิพลให้ค่าวัดที่ได้เบี่ยงเบนไป	16 17 18 19 20 และ 21
4. การกำหนดจุดอ้างอิงเพื่อหาระดับศูนย์มีความแตกต่างกันตามลักษณะของอุปกรณ์จับยึด	เนื่องจากจะมีการยกเลิกการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบร่องตัววี และใช้อุปกรณ์จับยึดแบบเกลียวอย่างเดียวต่อไปในอนาคต ดังนั้นปัญหานี้จะไม่เกิดขึ้นอีกต่อไป	16 17 18 19 20 และ 21

จากการดำเนินการจัดทำมาตรฐานในการวัดของทั้ง 5 จุดตรวจสอบดังกล่าว เพื่อให้เกิดวิธีการวัดที่ถูกต้องตรงกันและกำจัดสาเหตุแห่งความคาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการทดลองครั้งที่ 1 สามารถแสดงมาตรฐานในการวัดได้ดังตารางต่อไปนี้

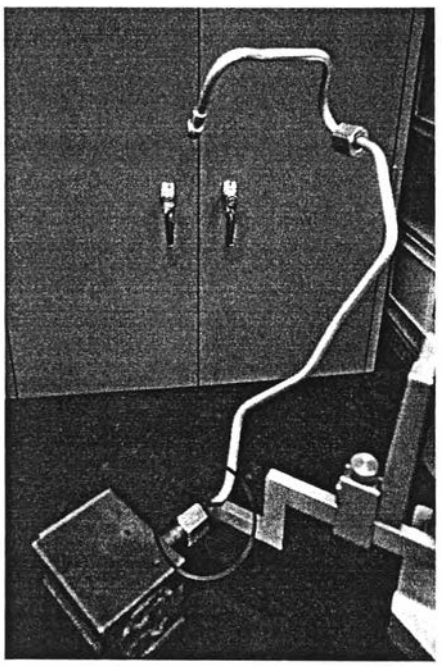
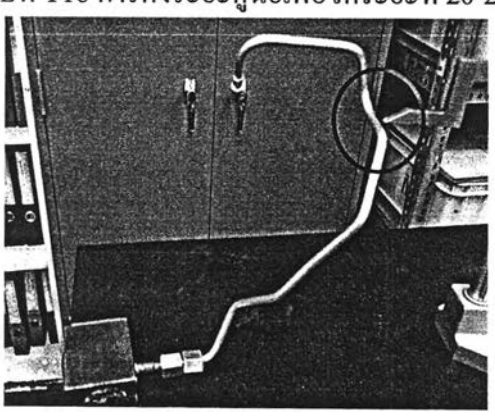
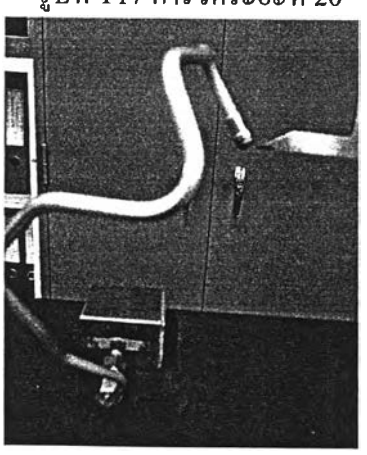
ตารางที่ 4.22 มาตรฐานการวัดของจุดตรวจสอบที่ใช้เครื่องมือวัด "ไฮเกจ กับอุปกรณ์จับยึด"

รูปแสดงการวัด	วิธีการวัด
 รูปที่ T10 การกำหนดระยะอ้างอิงที่ศูนย์  รูปที่ T11 การตั้งระยะชิ้นงานตามจุดตรวจสอบที่ 16 ที่ 70 mm.โดยการเลื่อนชิ้นงานให้ได้ตามระดับที่ต้องการ	เนื่องจากต้องมีการตั้งค่าชิ้นงานให้อยู่ที่ระดับอ้างอิง โดยปรับชิ้นงานให้อยู่ที่ค่ากลางของจุดตรวจสอบที่ 16 ที่ระยะ 70 mm. โดยวิธีการตั้งค่าชิ้นงานมีดังนี้ 1. ทำการขัน Nut เข้ากับเกลียวของอุปกรณ์จับยึด 2. เลื่อนไฮเกจไปสัมผัสบริเวณผิวด้านบนสุดของ Sleeve ทำการกำหนดค่าให้กับไฮเกจที่ 3.9 mm. ตามรูปที่ T10 3. ทำการเลื่อนไฮเกจจนอยู่ที่ระดับ 70 mm. แล้วปรับชิ้นงานให้บริเวณกลางของท่อไปอยู่ที่ปากวัดระดับชิ้นงานดังกล่าว ดังรูปที่ T 11 4. ทำการล็อคชิ้นงานให้แน่น

ตารางที่ 4.22 มาตรฐานการวัดของจุดตรวจสอบที่ใช้เครื่องมือวัด "ไฮเกจ กับอุปกรณ์จับยึด" (ต่อ)

รูปแสดงการวัด	วิธีการวัด
 รูปที่ T12 การตั้งระยะศูนย์เพื่อวัดระยะที่ 17-19  รูปที่ T13 การวัดระยะที่ 17  รูปที่ T14 การวัดระยะที่ 18  รูปที่ T15 การวัดระยะที่ 19	สำหรับจุดตรวจสอบที่ 17 ถึง 19 1. ทำการพลิกอุปกรณ์จับยึดให้ด้านที่ชิ้นงานติดกับอุปกรณ์จับยึดตั้งขึ้น เลื่อนปากวัดระดับของไฮเกจให้มาติดกับ Sleeve ตั้งระยะไฮเกจที่ 18 mm.เพื่อให้ค่าที่ปลายท่อที่ติดอยู่กับอุปกรณ์จับยึดมีค่าเท่ากับศูนย์ดังรูปที่ T 12 2. ทำการนำ Nut มาวางบริเวณปลายท่อใกล้กับอุปกรณ์จับยึดเพื่อให้ค่าวัดที่ได้ไม่มีผลจากน้ำหนักของ Nut 3. ทำการเลื่อนระดับของปากวัดระดับไฮเกจไปที่กึ่งกลางปลายท่ออีกข้างหนึ่งดังรูปที่ T13 อ่านค่าที่วัดได้เป็นค่าวัดของจุดตรวจสอบที่ 17 4. ทำการเลื่อนระดับของปากวัดระดับไฮเกจไปที่กึ่งกลางของท่อในตำแหน่งดังรูปที่ T 14 อ่านค่าที่วัดได้เป็นค่าวัดของจุดตรวจสอบที่ 18 5. ทำการเลื่อนระดับของปากวัดระดับไฮเกจไปที่กึ่งกลางของท่อในตำแหน่งดังรูปที่ T 15 อ่านค่าที่วัดได้เป็นค่าวัดของจุดตรวจสอบที่ 19

ตารางที่ 4.22 มาตรฐานการวัดของจุดตรวจสอบที่ใช้เครื่องมือวัด "ไฮเกจ กับอุปกรณ์จับยึด" (ต่อ)

รูปแสดงการวัด	วิธีการวัด
 รูปที่ T16 การตั้งระยะศูนย์เพื่อวัดระยะที่ 20-21  รูปที่ T17 การวัดระยะที่ 20  รูปที่ T18 การวัดระยะที่ 21	สำหรับจุดตรวจสอบที่ 20 และ 21 1. ทำการพลิกอุปกรณ์จับยึดให้ด้านที่ชิ้นงานติดกับอุปกรณ์จับยึดวางในแนวราบ เลื่อนปากวัดระดับของไฮเกจให้มาติดกับผิวของ Sleeve ตั้งระยะไฮเกจที่ 3.9 mm.เพื่อให้ค่าที่ปลายท่อที่ติดอยู่กับอุปกรณ์จับยึดมีค่าเท่ากับศูนย์ดังรูปที่ T 16 2. ทำการนำ Nut มาวางบริเวณปลายท่อใกล้กับอุปกรณ์จับยึดเพื่อให้ค่าวัดที่ได้ไม่มีผลจากน้ำหนักของ Nut 3. ทำการเลื่อนระดับของปากวัดระดับไฮเกจไปที่กึ่งกลางของท่อในตำแหน่งดังรูปที่ T 17 อ่านค่าที่วัดได้เป็นค่าวัดของจุดตรวจสอบที่ 20 4. ทำการเลื่อนระดับของปากวัดระดับไฮเกจไปที่กึ่งกลางปลายท่ออีกข้างหนึ่งดังรูปที่ T18 อ่านค่าที่วัดได้เป็นค่าวัดของจุดตรวจสอบที่ 21

4.1.3 การทดลองภายหลังการปรับปรุง

จากการที่ได้ดำเนินการตามมาตรการแก้ไขเพื่อลดค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของจุดตรวจสอบลักษณะสมบัติเชิงปริมาณ ในการทดลองครั้งที่ 2 นี้ (หลังการปรับปรุง) ในจุดตรวจสอบที่มีการใช้ไฮเกจกับอุปกรณ์จับยึดนั้น(จุดตรวจสอบที่ 16 ถึง 21) จะทดลองเฉพาะอุปกรณ์จับยึดแบบเกลียว เนื่องจากพบว่าอุปกรณ์จับยึดแบบร่องตัววี มีความแปรปรวนจากการวัดสูงมาก ซึ่งมีความไม่เหมาะสมในการนำมาใช้ และไม่สามารถปรับปรุงและแก้ไขได้ ดังนั้นจึงทำการยกเลิกจากการใช้งาน โดยเงื่อนไขในการทดลองครั้งที่ 2 นี้ สามารถกำหนดได้ดังนี้

1. จุดตรวจสอบที่ 3,4,5,6,7,8,9,10,13 และ 14 (เครื่องมือวัด "ไมโครมิเตอร์" และ "เวอร์เนีย") มีการตรวจสอบคุณภาพระหว่างการผลิต และในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพขั้นสุดท้าย โดยทำการวัดโดยพนักงานแผนกผลิต และพนักงานแผนกประกันคุณภาพ ดังนั้นจะทำการทดลองโดยใช้ผู้วัดจากแผนกละ 1 คน ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่เหมือนการทดลองครั้งที่ 1 (ก่อนการปรับปรุง)
2. จุดตรวจสอบที่ 16,17,18,19,20 และ 21 (เครื่องมือวัด "ไฮเกจ" กับ "อุปกรณ์จับยึด") ซึ่งมีการตรวจสอบในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพขั้นสุดท้ายเท่านั้น โดยผู้วัดคือพนักงานแผนกประกันคุณภาพเท่านั้น ซึ่งเป็นจุดตรวจสอบที่ใช้เครื่องมือวัดประเภทไฮเกจ โดยใช้คู่กับอุปกรณ์จับยึดแบบเกลียว โดยในการทดลองครั้งที่ 2 นี้จะทำการทดลองระหว่างผู้วัดจากแผนกประกันคุณภาพ 2 คน เพื่อเป็นการยืนยันความแม่นยำของระบบการวัดโดยใช้ไฮเกจคู่กับอุปกรณ์จับยึดแบบเกลียว

หลังจากนั้นได้ทำการเก็บข้อมูลในการทดลองครั้งที่ 2 ใน “แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลการทดสอบการวิเคราะห์การวัดเชิงผันแปร” ดังแสดงได้ในภาคผนวก ก

หลังจากนั้นทำการประมวลผลเพื่อวิเคราะห์ค่าความสามารถในการทำซ้ำ และ ค่าความสามารถในการทำเหมือน และทำการคำนวณค่า ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำโดยรวม (%G R&R) โดยเทียบกับค่าความคาดเคลื่อนอนุโลม ในแต่ละจุดตรวจสอบ ตามใบรายงานการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดเชิงปริมาณดังภาคผนวก ข ได้ผลการทดลองในแต่ละจุดตรวจสอบดังนี้

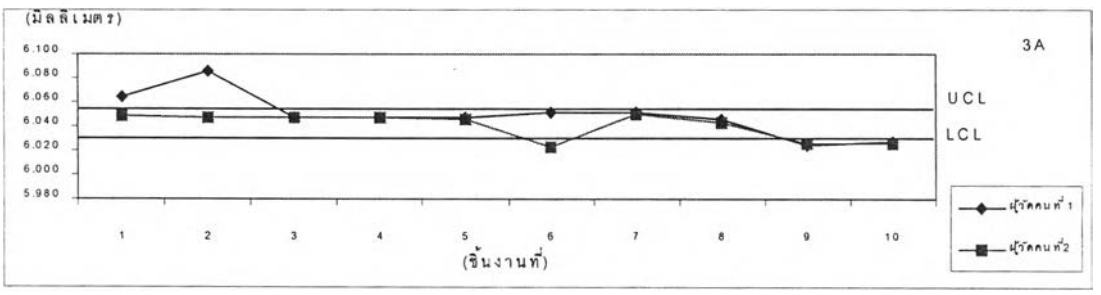
จุดตรวจสอบที่ 3 หลังการปรับปรุง (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.23 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 3 (หลังปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\overline{R_1}$	$\overline{R_2}$	%EV	$\overline{X_1}$	$\overline{X_2}$	$\overline{X_{DIFF}}$	%AV	%G R&R	ผล
เส้นผ่านศูนย์กลาง	ไมโครมิเตอร์	6 ± 0.1	มม.	0.013	0.001	**16.64**	6.049	6.040	0.009	**15.44**	**22.70**	ผ่าน



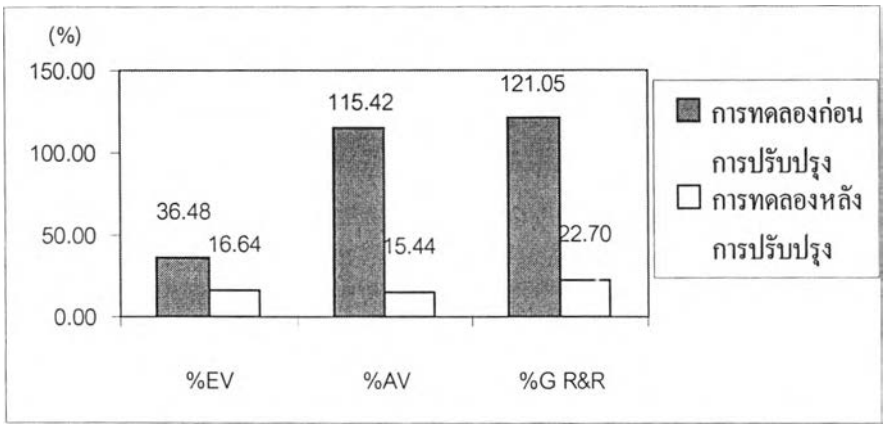
รูปที่ 4.26 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (หลังปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยในการวัดของผู้วัดคนที่ 1 มีค่ามากกว่าผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดคนที่ 2 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามค่าพิสัยดังกล่าวยังมีค่าอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ส่งผลให้มีค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :%EV) อยู่ที่ 16.64% เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดโดยผู้วัดคนที่ 1 มีค่าสูงกว่าผู้วัดคนที่ 2 เพียง 0.009 มิลลิเมตร ซึ่งเห็นได้จากกราฟเส้นว่าค่าวัดที่ได้ระหว่างผู้วัดทั้งสองมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความผันแปรจากผู้วัด :%AV)อยู่ที่ 15.44 % เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 22.70 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สรุปผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบระดับความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวมที่ได้จากการทดลองก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.27 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของความแม่นยำในจุดตรวจสอบที่ 3 (ก่อนและหลังการปรับปรุง)

จุดตรวจสอบดังกล่าวภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถแก้ปัญหาความสามารถในการทำเหมือนจากวิธีการวัดของผู้วัดที่มีความแตกต่างกัน ทำให้มีค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวมลดลงจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แสดงว่าค่าวัดที่ได้มีความแม่นยำเพียงพอเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลมในการใช้ในขั้นตอนตรวจสอบสินค้าขั้นสุดท้าย

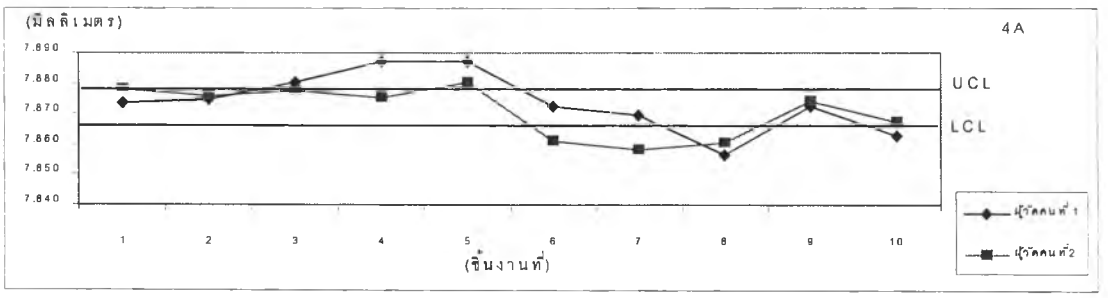
จุดตรวจสอบที่ 4 หลังการปรับปรุง (จากรูปที่ 3.3 ตารางที่ 3.1)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.24 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 4 (หลังปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	%EV	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_{Diff}$	%AV	%G R&R	ผล
เส้นผ่านศูนย์กลาง	ไมโครมิเตอร์	7.8 ± 0.1	มม.	0.002	0.004	6.95	7.874	7.871	0.003	4.77	8.43	ผ่าน



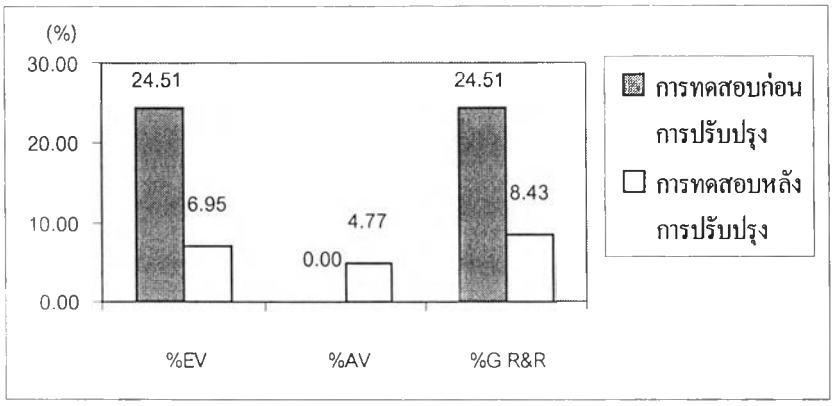
รูปที่ 4.28 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (หลังปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยในการวัดของผู้วัดคนที่ 1 มีค่าใกล้เคียงกับผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดทั้ง 2 คนมีความแม่นยำในการวัดใกล้เคียงกันในจุดตรวจสอบนี้ และพบว่าค่าพิสัยดังกล่าวยังมีค่าอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ส่งผลให้มีค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :%EV) อยู่ที่ 6.95% เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดโดยผู้วัดคนที่ 1 มีค่าสูงกว่าผู้วัดคนที่ 2 เพียง 0.003 มิลลิเมตร ซึ่งเห็นได้จากกราฟเส้นว่าค่าวัดที่ได้ระหว่างผู้วัดทั้งสองมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความผันแปรจากผู้วัด :%AV)อยู่ที่ 4.77 % เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 8.43 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สรุปผลการทดสอบ

จากการเปรียบเทียบระดับความแปรปรวนของความแม่นยำในการวัดที่ได้จากการทดลองก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.29 ผลการเปรียบเทียบระดับความแปรปรวนของความแม่นยำในจุดตรวจสอบที่ 4 (ก่อนและหลังการปรับปรุง)

จุดตรวจสอบดังกล่าวภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถแก้ปัญหาความสามารถในการทำซ้ำจากวิธีการวัดของพนักงานคนที่ 1 ที่ทำผิดวิธีทำให้มีความแปรปรวนมาก โดยทำการฝึกอบรมวิธีการใช้เครื่องมือวัดที่ถูกต้อง ทำให้มีค่าความแม่นยำในการวัดดีขึ้นจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แสดงว่าค่าวัดที่ได้มีความแม่นยำเพียงพอเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลมในการใช้ในขั้นตอนตรวจสอบสินค้าขั้นสุดท้าย

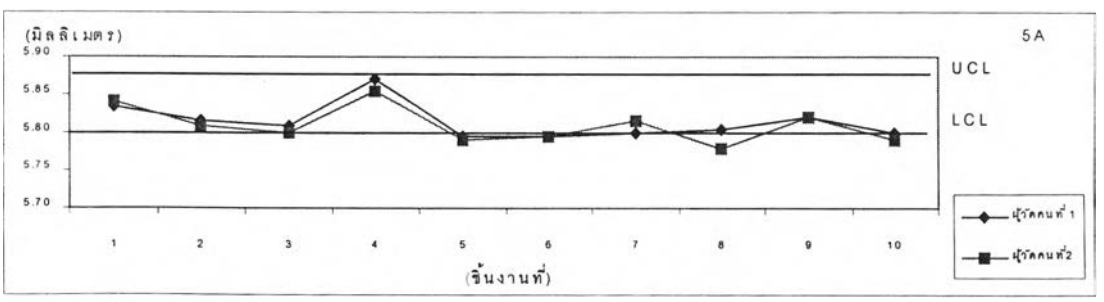
จุดตรวจสอบที่ 5 หลังการปรับปรุง (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.25 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 5 (หลังปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	%EV	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_{DIFF}$	%AV	%G R&R	ผล
เส้นผ่านศูนย์กลาง	เวอร์เนีย	$6^{+0}_{-0.5}$	มม.	0.033	0.023	**25.54**	5.815	5.810	0.005	**0.00**	**25.54**	ผ่าน



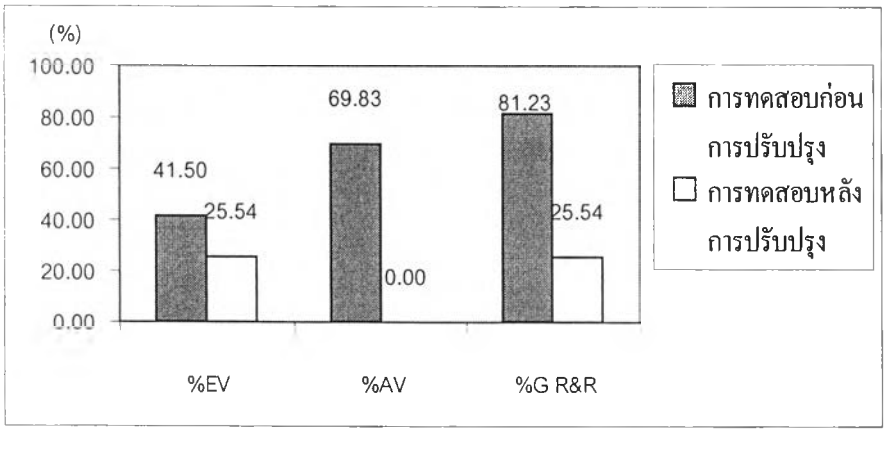
รูปที่ 4.30 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (หลังปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยในการวัดของผู้วัดคนที่ 1 มีค่ามากกว่าผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดคนที่ 2 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามค่าพิสัยดังกล่าวยังมีค่าอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ส่งผลให้มีค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :%EV) อยู่ที่ 25.54% เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดโดยผู้วัดคนที่ 1 มีค่าสูงกว่าผู้วัดคนที่ 2 เพียง 0.005 มิลลิเมตร ซึ่งเห็นได้จากกราฟเส้นว่าค่าวัดที่ได้ระหว่างผู้วัดทั้งสองมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความผันแปรจากผู้วัด :%AV)อยู่ที่ 0.00 % เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 25.54 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สรุปผลการทดสอบ

จากการเปรียบเทียบระดับความแปรปรวนของความแม่นยำในการวัดที่ได้จากการทดลองก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.31 ผลการเปรียบเทียบระดับความแปรปรวนของความแม่นยำในจุดตรวจสอบที่ 5 (ก่อนและหลังการปรับปรุง)

จุดตรวจสอบดังกล่าวภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถแก้ปัญหาความสามารถในการทำเหมือน โดยการแจ้งให้พนักงานวัดคนที่ 2 ปรับวิธีการวัดให้เหมือนคนที่ 1 และสามารถแก้ความสามารถในการทำซ้ำจากการฝึกอบรมพนักงานให้เกิดความชำนาญในการวัด ทำให้มีค่าความแม่นยำในการวัดดีขึ้นจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แสดงว่าค่าวัดที่ได้มีความแม่นยำเพียงพอเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลมในการใช้ในขั้นตอนตรวจสอบสินค้าขั้นสุดท้าย

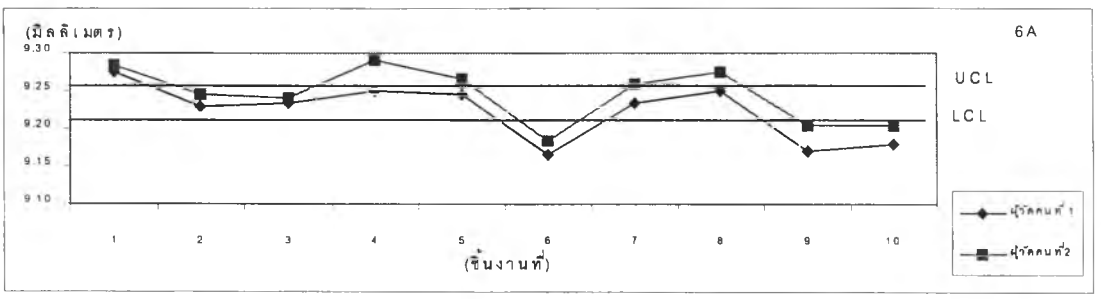
จุดตรวจสอบที่ 6 หลังการปรับปรุง (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.26 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 6 (หลังปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	%EV	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_{DIFF}$	%AV	%G R&R	ผล
เส้นผ่านศูนย์กลาง	เวอร์เนีย	$9^{+0.5}_{-0}$	มม.	0.011	0.007	8.21	9.224	9.246	0.022	15.95	17.94	ผ่าน



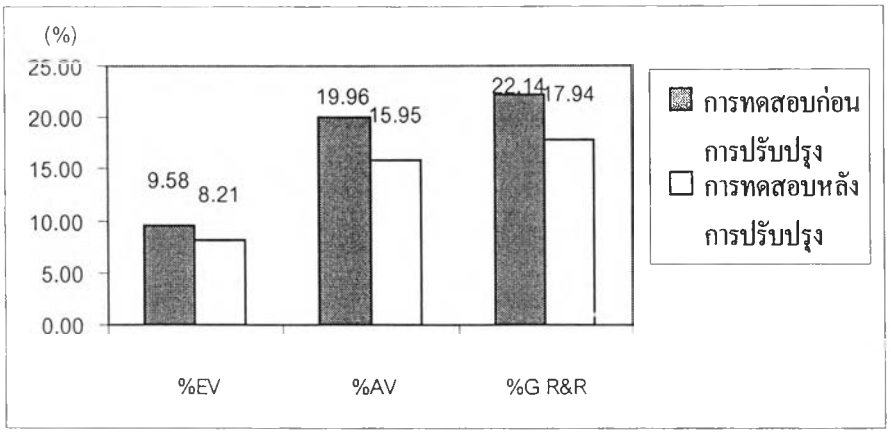
รูปที่ 4.32 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (หลังปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยในการวัดของผู้วัดคนที่ 1 มีค่ามากกว่าผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดคนที่ 2 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามค่าพิสัยดังกล่าวยังมีค่าอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ส่งผลให้มีค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :%EV) อยู่ที่ 8.21% เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดโดยผู้วัดคนที่ 1 มีค่าน้อยกว่าผู้วัดคนที่ 2 0.022 มิลลิเมตร ซึ่งเห็นได้จากกราฟเส้นว่าค่าวัดที่ได้ระหว่างผู้วัดทั้งสองมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความผันแปรจากผู้วัด :%AV)อยู่ที่ 15.95 % เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 17.94 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สรุปผลการทดสอบ

จากการเปรียบเทียบระดับความแปรปรวนของความแม่นยำในการวัดที่ได้จากการทดลองก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.33 ผลการเปรียบเทียบระดับความแปรปรวนของความแม่นยำในจุดตรวจสอบที่ 6 (ก่อนและหลังการปรับปรุง)

จุดตรวจสอบดังกล่าวภายหลังการปรับปรุงพบว่าจากการฝึกอบรมพนักงานให้มีความชำนาญในการวัดมากขึ้น ทำให้มีค่าความแม่นยำในการวัดดีขึ้นจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แสดงว่าค่าวัดที่ได้มีความแม่นยำเพียงพอเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลมในการใช้ในขั้นตอนตรวจสอบสินค้าขั้นสุดท้าย

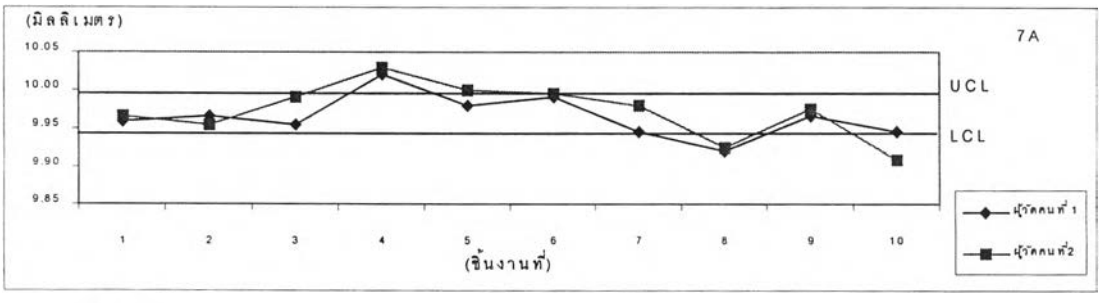
จุดตรวจสอบที่ 7 หลังการปรับปรุง (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.27 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 7 (หลังปรับปรุง)

จุดตรวจสอบ	รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	%EV	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_{DIFF}$	%AV	%GR&R	ผล
7	เส้นผ่านศูนย์กลาง	เวอร์เนีย	10+0.1	มม.	0.009	0.015	27.36	9.965	9.973	0.008	13.26	30.40	ผ่าน



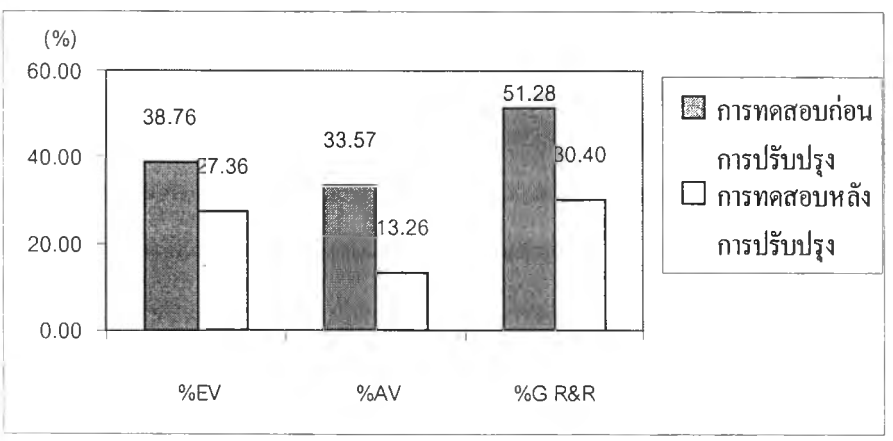
รูปที่ 4.34 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (หลังปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยในการวัดของผู้วัดคนที่ 1 มีค่าใกล้เคียงกับผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดทั้ง 2 คน มีค่าความแม่นยำในการวัดใกล้เคียงกัน และค่าพิสัยดังกล่าวยังมีค่าอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ส่งผลให้มีค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :%EV) อยู่ที่ 27.36% เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดโดยผู้วัดคนที่ 1 มีค่าน้อยกว่าผู้วัดคนที่ 2 เพียง 0.008 มิลลิเมตร ซึ่งเห็นได้จากกราฟเส้นว่าค่าวัดที่ได้ระหว่างผู้วัดทั้งสองมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความผันแปรจากผู้วัด :%AV)อยู่ที่ 13.26 % เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 30.40 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกินระดับ 30 %

สรุปผลการทดสอบ

จากการเปรียบเทียบระดับความแปรปรวนของความแม่นยำในการวัดที่ได้จากการทดลองก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.35 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของความแม่นยำในจุดตรวจสอบที่ 7 (ก่อนและหลังการปรับปรุง)

จุดตรวจสอบดังกล่าวภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถแก้ปัญหาความสามารถในการทำเหมือน โดยการแจ้งให้ผู้วัดคนที่ 1 ปรับวิธีการวัดให้เป็นบริเวณกลางของ Sleeve เหมือนคนที่ 2 และสามารถแก้ความสามารถในการทำซ้ำจากการฝึกอบรมพนักงานให้เกิดความชำนาญในการวัด ทำให้มีค่าความแม่นยำในการวัดดีขึ้นจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แสดงว่าค่าวัดที่ได้มีความแม่นยำเพียงพอเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลมในการใช้ในขั้นตอนตรวจสอบสินค้าขั้นสุดท้าย

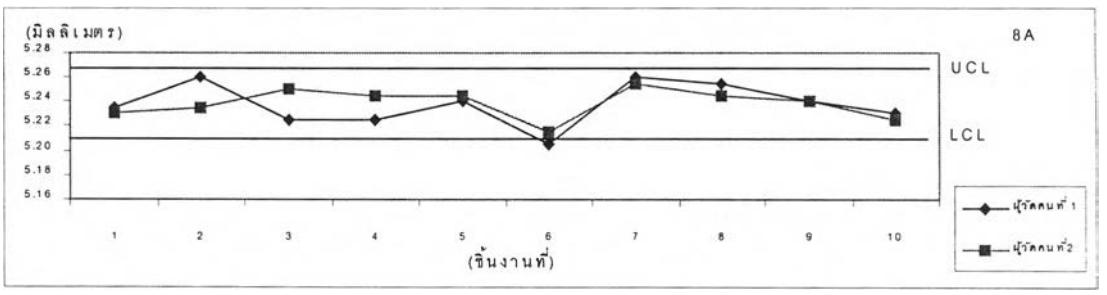
จุดตรวจสอบที่ 8 หลังการปรับปรุง (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.28 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 8 (หลังปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	%EV	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_{DIFF}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	เวอร์เนีย	$5^{+0.5}_{-0}$	มม.	0.021	0.011	14.59	5.238	5.239	0.001	0.00	14.59	ผ่าน



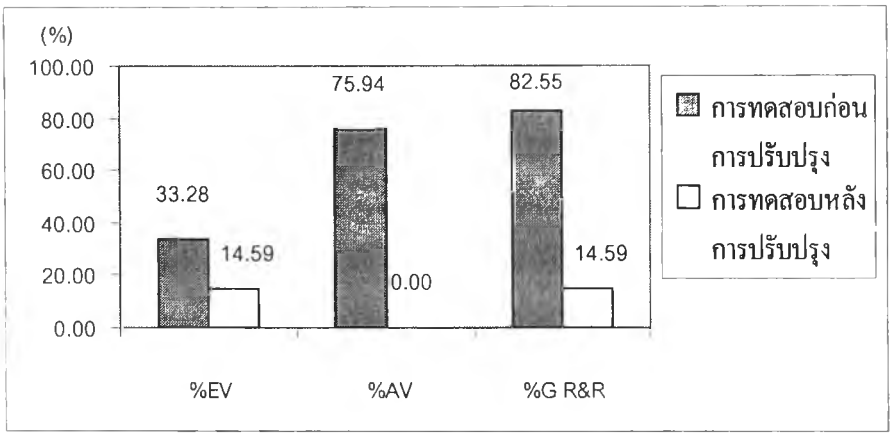
รูปที่ 4.36 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (หลังปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยในการวัดของผู้วัดคนที่ 1 มีค่ามากกว่าผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดคนที่ 2 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามค่าพิสัยดังกล่าวยังมีค่าอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ส่งผลให้มีค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :%EV) อยู่ที่ 14.59% เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดโดยผู้วัดคนที่ 1 มีค่าน้อยกว่าผู้วัดคนที่ 2 เพียง 0.001 มิลลิเมตรเท่านั้น จะเห็นได้จากกราฟเส้นว่าค่าวัดที่ได้ระหว่างผู้วัดทั้งสองมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความผันแปรจากผู้วัด :%AV)อยู่ที่ 0 % เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 14.59 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สรุปผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบระดับความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวมที่ได้จากการทดลองก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.37 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของความแม่นยำในจุดตรวจสอบที่ 8 (ก่อนและหลังการปรับปรุง)

จุดตรวจสอบดังกล่าวภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถแก้ปัญหาความสามารถในการทำเหมือน โดยการปรับวิธีการวัดของคนที่ 1 ให้เหมือนกับวิธีการวัดของคนที่ 2 ซึ่งเป็นวิธีการที่ถูกต้องและมีความกระชับในการวัดมากกว่าทำให้ค่าวัดมีความสามารถในการทำซ้ำดีขึ้นด้วย ทำให้มีค่าความแม่นยำในการวัดดีขึ้นจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แสดงว่าค่าวัดที่ได้มีความแม่นยำเพียงพอเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลมในการใช้ในขั้นตอนตรวจสอบสินค้าขั้นสุดท้าย

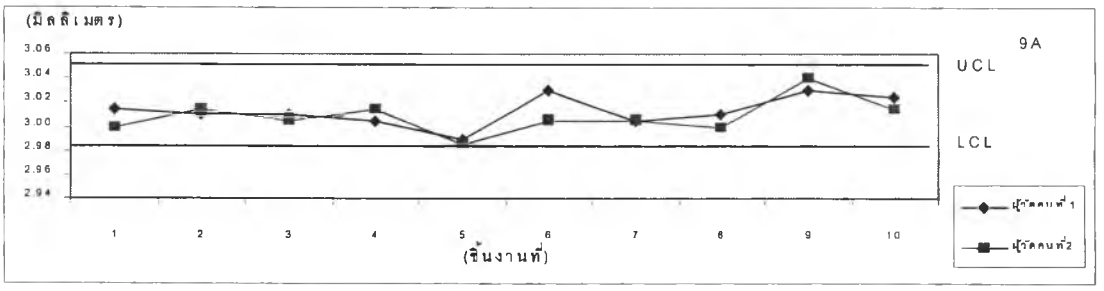
จุดตรวจสอบที่ 9 หลังการปรับปรุง (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.29 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 9 (หลังปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	%EV	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_{DIFF}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	เวอร์เนีย	3 ± 0.1	มม.	0.006	0.007	**14.82**	3.013	3.009	0.004	**7.51**	**16.02**	ผ่าน



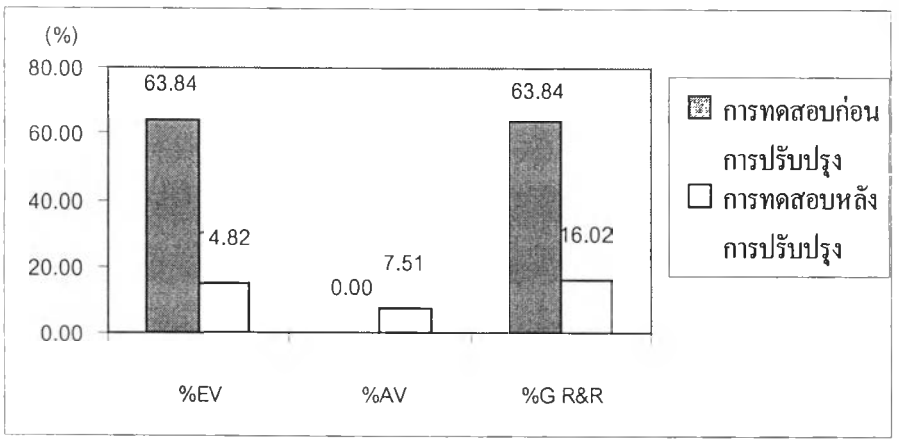
รูปที่ 4.38 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (หลังปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยในการวัดของผู้วัดคนที่ 1 มีค่าไม่แตกต่างจากผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดทั้ง 2 คน มีความแม่นยำในการวัดใกล้เคียงกัน และพบว่าค่าพิสัยดังกล่าวยังมีค่าอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ส่งผลให้มีค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :%EV) อยู่ที่ 14.82% เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดโดยผู้วัดคนที่ 1 มีค่าสูงกว่าผู้วัดคนที่ 2 เพียง 0.004 มิลลิเมตร ซึ่งเห็นได้จากกราฟเส้นว่าค่าวัดที่ได้ระหว่างผู้วัดทั้งสองมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความผันแปรจากผู้วัด :%AV)อยู่ที่ 7.51 % เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 16.02 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สรุปผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบระดับความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวมที่ได้จากการทดลองก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.39 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของความแม่นยำในจุดตรวจสอบที่ 9 (ก่อนและหลังการปรับปรุง)

จุดตรวจสอบดังกล่าวภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถแก้ปัญหาความสามารถในการทำซ้ำจากการฝึกอบรมพนักงานให้เกิดความชำนาญในการวัด ทำให้มีค่าความแม่นยำในการวัดดีขึ้นจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แสดงว่าค่าวัดที่ได้มีความแม่นยำเพียงพอเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลมในการใช้ในขั้นตอนตรวจสอบสินค้าขั้นสุดท้าย

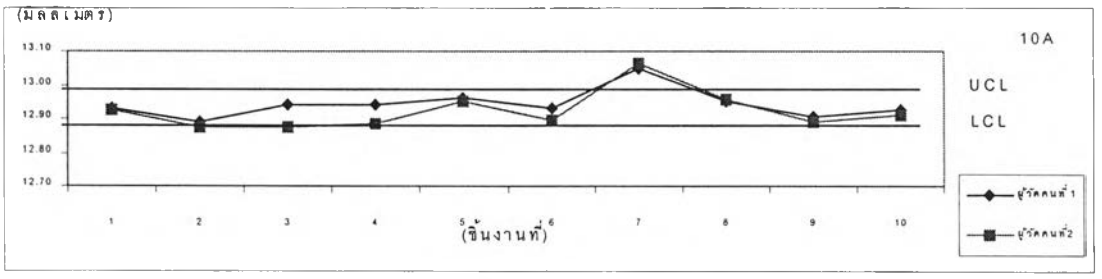
จุดตรวจสอบที่ 10 หลังการปรับปรุง (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.30 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 10 (หลังปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	%EV	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_{DIFF}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	เวอร์เนีย	13 ± 0.2	มม.	0.030	0.007	**21.09**	12.942	12.923	0.020	**17.16**	**27.19**	ผ่าน



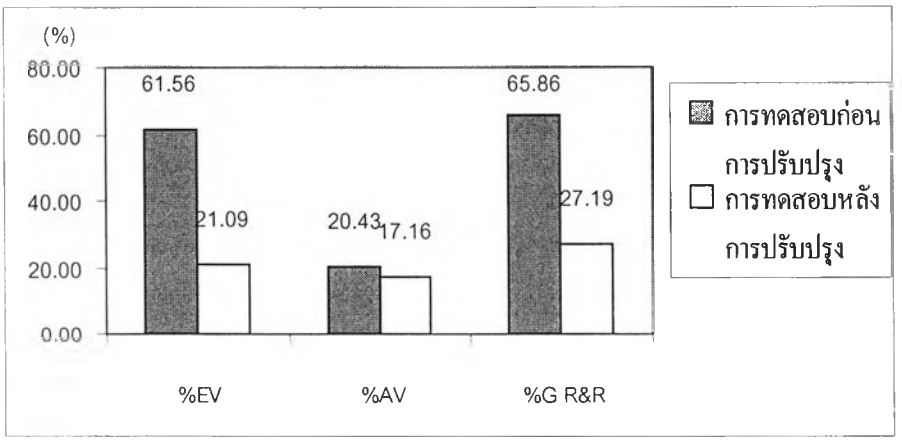
รูปที่ 4.40 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (หลังปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยในการวัดของผู้วัดคนที่ 1 มีค่ามากกว่าผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดคนที่ 2 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามค่าพิสัยดังกล่าวยังมีค่าอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ส่งผลให้มีค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :%EV) อยู่ที่ 21.09% เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดโดยผู้วัดคนที่ 1 มีค่าสูงกว่าผู้วัดคนที่ 2 เพียง 0.020 มิลลิเมตร ซึ่งเห็นได้จากกราฟเส้นว่าค่าวัดที่ได้ระหว่างผู้วัดทั้งสองมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความผันแปรจากผู้วัด :%AV)อยู่ที่ 17.16 % เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 27.19 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สรุปผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบระดับความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวมที่ได้จากการทดลองก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.41 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของความแม่นยำในจุดตรวจสอบที่ 10 (ก่อนและหลังการปรับปรุง)

จุดตรวจสอบดังกล่าวภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถแก้ปัญหาความสามารถในการทำซ้ำจากการฝึกอบรมพนักงานให้เกิดความชำนาญในการวัด ทำให้มีค่าความแม่นยำในการวัดดีขึ้นจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แสดงว่าค่าวัดที่ได้มีความแม่นยำเพียงพอเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลมในการใช้ในขั้นตอนตรวจสอบสินค้าขั้นสุดท้าย

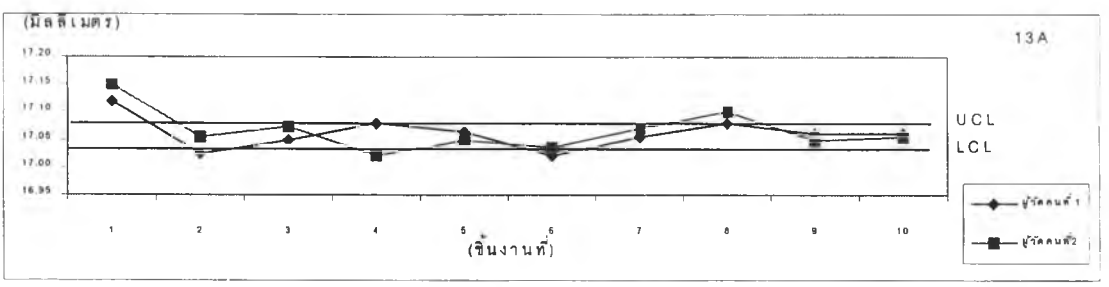
จุดตรวจสอบที่ 13 หลังการปรับปรุง (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.31 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 13 (หลังปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	%EV	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_{DIFF}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	เวอร์เนีย	$17^{+0}_{-0.25}$	มม.	0.013	0.008	**19.15**	17.062	17.066	0.004	**4.98**	**19.79**	ผ่าน



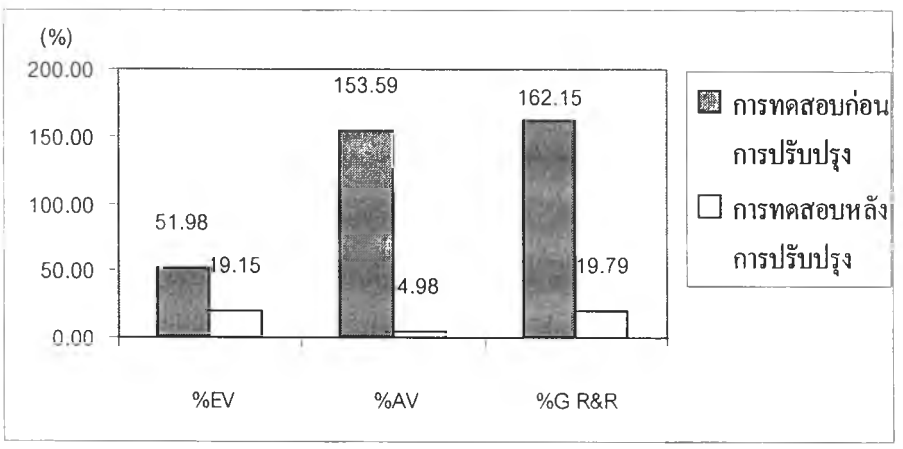
รูปที่ 4.42 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (หลังปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยในการวัดของผู้วัดคนที่ 1 มีค่ามากกว่าผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดคนที่ 2 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามค่าพิสัยดังกล่าวยังมีค่าอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ส่งผลให้มีค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :%EV) อยู่ที่ 19.15% เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดโดยผู้วัดคนที่ 1 มีค่าน้อยกว่าผู้วัดคนที่ 2 เพียง 0.004 มิลลิเมตร ซึ่งเห็นได้จากกราฟเส้นว่าค่าวัดที่ได้ระหว่างผู้วัดทั้งสองมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความผันแปรจากผู้วัด :%AV)อยู่ที่ 4.98 % เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 19.79 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สรุปผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบระดับความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวมที่ได้จากการทดลองก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.43 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของความแม่นยำในจุดตรวจสอบที่ 13 (ก่อนและหลังการปรับปรุง)

จุดตรวจสอบดังกล่าวภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถแก้ปัญหาความสามารถในการทำเหมือน โดยการแจ้งให้พนักงานวัดคนที่ 2 ปรับวิธีการวัดให้เหมือนคนที่ 1 ซึ่งจากวิธีการวัดที่ปรับเปลี่ยนนี้ ส่งผลให้สามารถจับชิ้นงานเพื่อวัดได้อย่างกระชับ ทำให้มีค่าความสามารถในการทำซ้ำดีขึ้นด้วย ทำให้มีค่าความแม่นยำในการวัดดีขึ้นจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แสดงว่าค่าวัดที่ได้มีความแม่นยำเพียงพอเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลมในการใช้ในขั้นตอนตรวจสอบสินค้าขั้นสุดท้าย

จุดตรวจสอบที่ 14 หลังการปรับปรุง (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

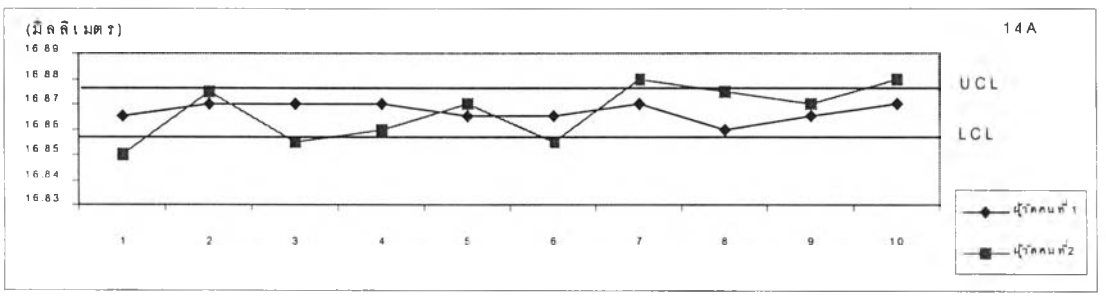
การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.32 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 14 (หลังปรับปรุง)

-0.25

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	%EV	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_{DIFF}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	เวอร์เนีย	17 ± 0.2	มม.	0.004	0.006	**5.70**	16.867	16.867	0.000	**0.00**	**5.70**	ผ่าน



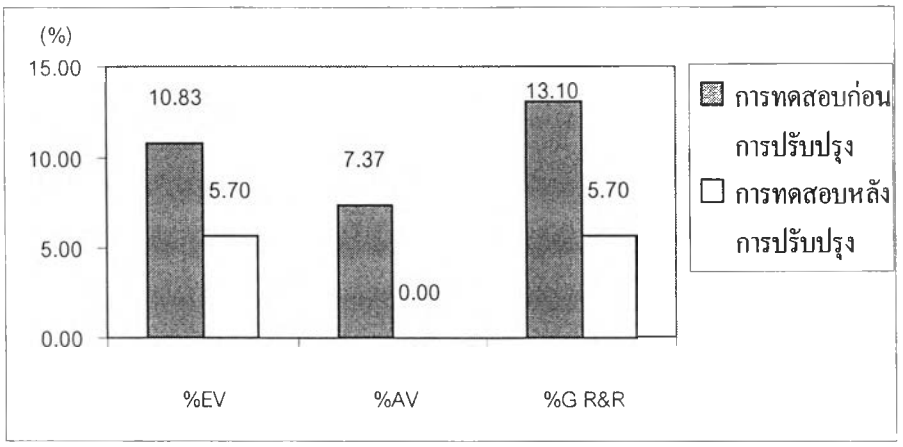
รูปที่ 4.44 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (หลังปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยในการวัดของผู้วัดคนที่ 1 มีค่าใกล้เคียงกันผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดคนที่ 2 มีความแม่นยำในการวัดใกล้เคียงกัน และพบว่าค่าพิสัยดังกล่าวยังมีค่าอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ส่งผลให้มีค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :%EV) อยู่ที่ 5.70% เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดโดยผู้วัดคนที่ 1 มีค่าเท่ากับผู้วัดคนที่ 2 ที่ 16.867 มิลลิเมตร ซึ่งเห็นได้จากกราฟเส้นว่าค่าวัดที่ได้ระหว่างผู้วัดทั้งสองมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความผันแปรจากผู้วัด :%AV)อยู่ที่ 0 % เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 5.70 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สรุปผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบระดับความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวมที่ได้จากการทดลองก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.45 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของความแม่นยำในจุดตรวจสอบที่ 14 (ก่อนและหลังการปรับปรุง)

จุดตรวจสอบดังกล่าวภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถแก้ปัญหาความสามารถในการทำซ้ำจากการฝึกอบรมพนักงานให้เกิดความชำนาญในการวัด ทำให้มีค่าความแม่นยำในการวัดดีขึ้นจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แสดงว่าค่าวัดที่ได้มีความแม่นยำเพียงพอเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลมในการใช้ในขั้นตอนตรวจสอบสินค้าขั้นสุดท้าย

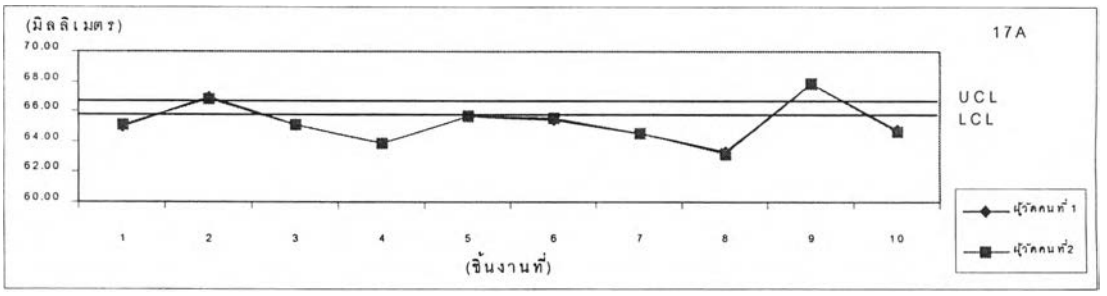
จุดตรวจสอบที่ 17 หลังการปรับปรุง (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.33 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 17 (หลังปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	%EV	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_{DIFF}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	ไฮเกจ	62.1 ± 1.6	มม.	0.132	0.272	28.79	65.237	65.245	0.008	0.00	28.79	ผ่าน



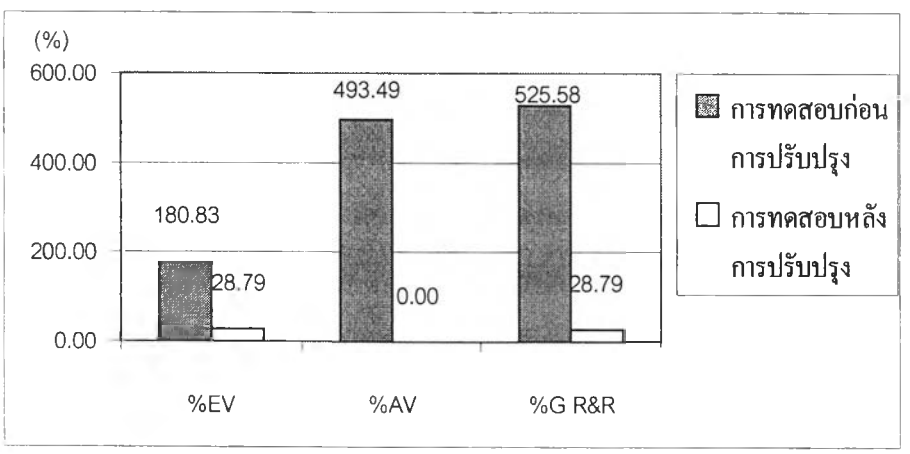
รูปที่ 4.46 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (หลังปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยในการวัดของผู้วัดคนที่ 1 มีค่าน้อยกว่าผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดคนที่ 1 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามค่าพิสัยดังกล่าวยังมีค่าอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ส่งผลให้มีค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :%EV) อยู่ที่ 28.79% เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดโดยผู้วัดคนที่ 1 มีค่าน้อยกว่าผู้วัดคนที่ 2 เพียง 0.008 มิลลิเมตรเท่านั้น ดังจะเห็นได้จากกราฟเส้นว่าค่าวัดที่ได้ระหว่างผู้วัดทั้งสองมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความผันแปรจากผู้วัด :%AV)อยู่ที่ 0 % เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 28.79 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สรุปผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบระดับความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวมที่ได้จากการทดลองก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.47 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของความแม่นยำในจุดตรวจสอบที่ 17 (ก่อนและหลังการปรับปรุง)

จุดตรวจสอบดังกล่าวภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถแก้ปัญหาความสามารถในการทำเหมือน โดยการยกเลิกการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบ V Block แล้วมาใช้อุปกรณ์จับยึดแบบเกลียวอย่างเดียว ซึ่งนอกจากจะเป็นวิธีที่มีค่าวัดที่ถูกต้องแล้ว ยังมีค่าใกล้เคียงกันระหว่างการวัดซ้ำ ทำให้สามารถแก้ความสามารถในการทำซ้ำได้อีกด้วย ทำให้มีค่าความแม่นยำในการวัดดีขึ้นจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แสดงว่าค่าวัดที่ได้มีความแม่นยำเพียงพอเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลมในการใช้ในขั้นตอนตรวจสอบสินค้าขั้นสุดท้าย

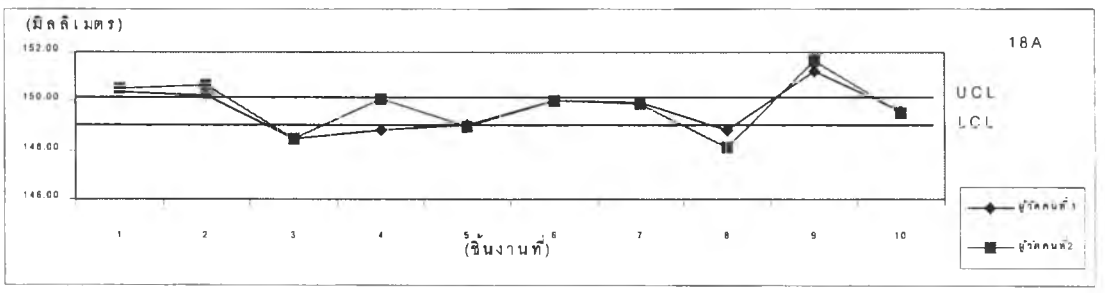
จุดตรวจสอบที่ 18 หลังการปรับปรุง (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.34 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 18 (หลังปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\overline{R_1}$	$\overline{R_2}$	%EV	$\overline{X_1}$	$\overline{X_2}$	$\overline{X_{DIFF}}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	ไฮเกจ	148.4 ± 2.4	มม.	0.234	0.323	26.46	149.651	149.784	0.133	8.16	27.69	ผ่าน



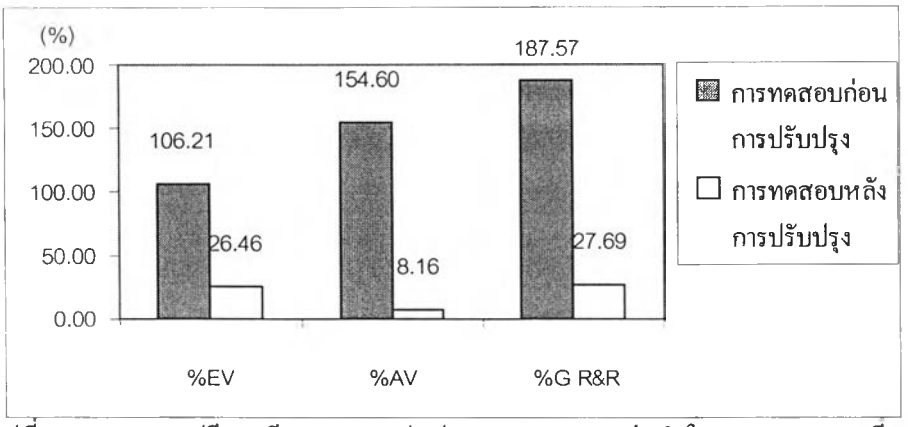
รูปที่ 4.48 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (หลังปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยในการวัดของผู้วัดคนที่ 1 มีค่าน้อยกว่าผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดคนที่ 1 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามค่าพิสัยดังกล่าวยังมีค่าอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ส่งผลให้มีค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :%EV) อยู่ที่ 26.46% เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดโดยผู้วัดคนที่ 1 มีค่าน้อยกว่าผู้วัดคนที่ 2 เพียง 0.133 มิลลิเมตร ดังจะเห็นได้จากกราฟเส้นว่าค่าวัดที่ได้ระหว่างผู้วัดทั้งสองมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความผันแปรจากผู้วัด :%AV)อยู่ที่ 8.16 % เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 27.69 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สรุปผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบระดับความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวมที่ได้จากการทดลองก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.49 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของความแม่นยำในจุดตรวจสอบที่ 18 (ก่อนและหลังการปรับปรุง)

จุดตรวจสอบดังกล่าวภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถแก้ปัญหาความสามารถในการทำเหมือน โดยการยกเลิกการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบ V Block แล้วมาใช้อุปกรณ์จับยึดแบบเกลียวอย่างเดียว ซึ่งนอกจากจะเป็นวิธีที่มีค่าวัดที่ถูกต้องแล้ว ยังมีค่าใกล้เคียงกันระหว่างการวัดซ้ำ ทำให้สามารถแก้ความสามารถในการทำซ้ำได้อีกด้วย ทำให้มีค่าความแม่นยำในการวัดดีขึ้นจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แสดงว่าค่าวัดที่ได้มีความแม่นยำเพียงพอเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลมในการใช้ในขั้นตอนตรวจสอบสินค้าขั้นสุดท้าย

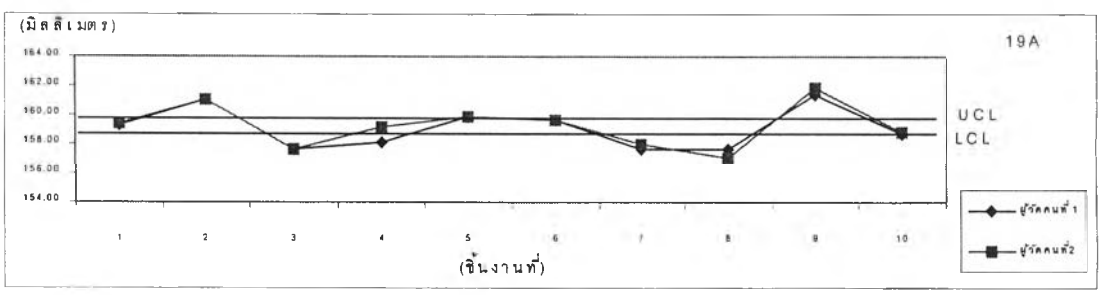
จุดตรวจสอบที่ 19 หลังการปรับปรุง (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.35 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 19 (หลังปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	%EV	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_{DIFF}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	ไฮเกจ	160.1 ± 2.4	มม.	0.202	0.301	**23.89**	159.095	159.249	0.153	**10.38**	**26.05**	ผ่าน



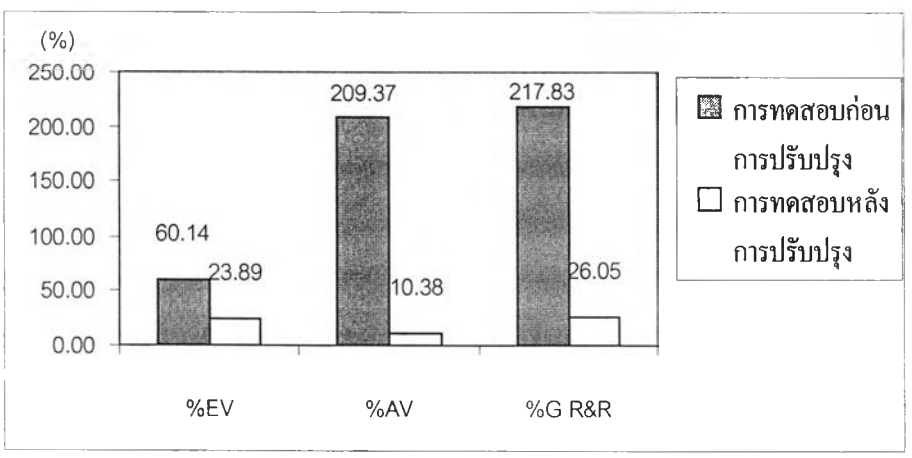
รูปที่ 4.50 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (หลังปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยในการวัดของผู้วัดคนที่ 1 มีค่าน้อยกว่าผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดคนที่ 1 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามค่าพิสัยดังกล่าวยังมีค่าอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ส่งผลให้มีค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :%EV) อยู่ที่ 23.89% เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดโดยผู้วัดคนที่ 1 มีค่าน้อยกว่าผู้วัดคนที่ 2 เพียง 0.153 มิลลิเมตร ซึ่งเห็นได้จากกราฟเส้นว่าค่าวัดที่ได้ระหว่างผู้วัดทั้งสองมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความผันแปรจากผู้วัด :%AV)อยู่ที่ 10.38 % เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 26.05 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สรุปผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบระดับความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวมที่ได้จากการทดลองก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.51 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของความแม่นยำในจุดตรวจสอบที่ 19 (ก่อนและหลังการปรับปรุง)

จุดตรวจสอบดังกล่าวภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถแก้ปัญหาความสามารถในการทำเหมือน โดยการยกเลิกการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบ V Block แล้วมาใช้อุปกรณ์จับยึดแบบเกลียวอย่างเดียว ซึ่งนอกจากจะเป็นวิธีที่มีค่าวัดที่ถูกต้องแล้ว ยังมีค่าใกล้เคียงกันระหว่างการวัดซ้ำ ทำให้สามารถแก้ความสามารถในการทำซ้ำได้อีกด้วย ทำให้มีค่าความแม่นยำในการวัดดีขึ้นจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แสดงว่าค่าวัดที่ได้มีความแม่นยำเพียงพอเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลมในการใช้ในขั้นตอนตรวจสอบสินค้าขั้นสุดท้าย

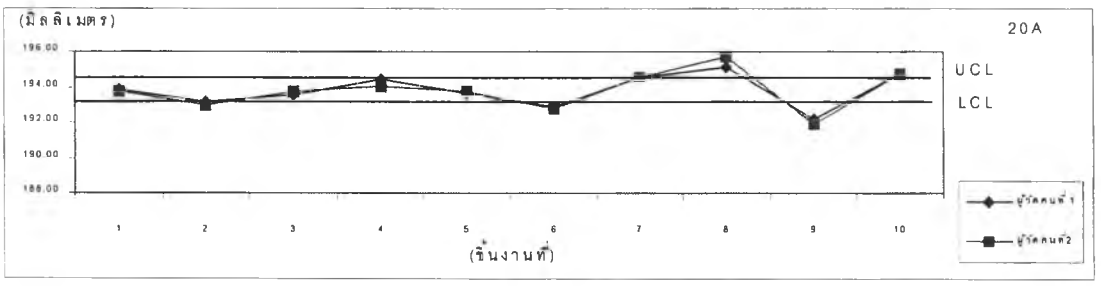
จุดตรวจสอบที่ 20 หลังการปรับปรุง (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.36 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 20 (หลังปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	%EV	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_{DIFF}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	ไฮเกจ	194 ± 2.4	มม.	0.146	0.360	24.04	193.813	193.800	0.013	0.00	24.04	ผ่าน



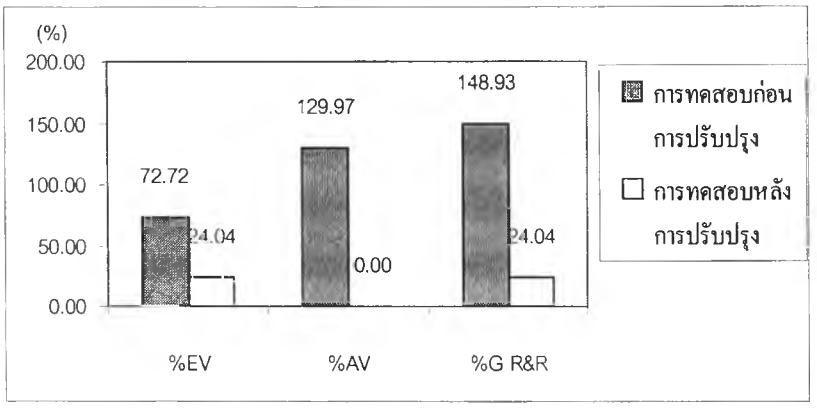
รูปที่ 4.52 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (หลังปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยในการวัดของผู้วัดคนที่ 1 มีค่าน้อยกว่าผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดคนที่ 1 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามค่าพิสัยดังกล่าวยังมีค่าอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ส่งผลให้มีค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :%EV) อยู่ที่ 24.04% เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดโดยผู้วัดคนที่ 1 มีค่าสูงกว่าผู้วัดคนที่ 2 เพียง 0.013 มิลลิเมตร เท่านั้น ซึ่งเห็นได้จากกราฟเส้นว่าค่าวัดที่ได้ระหว่างผู้วัดทั้งสองมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความผันแปรจากผู้วัด :%AV)อยู่ที่ 0 % เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 24.04 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 30 %

สรุปผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบระดับความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวมที่ได้จากการทดลองก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.53 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของความแม่นยำในจุดตรวจสอบที่ 20 (ก่อนและหลังการปรับปรุง)

จุดตรวจสอบดังกล่าวภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถแก้ปัญหาความสามารถในการทำเหมือน โดยการยกเลิกการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบ V Block แล้วมาใช้อุปกรณ์จับยึดแบบเกลียวอย่างเดียว ซึ่งนอกจากจะเป็นวิธีที่มีค่าวัดที่ถูกต้องแล้ว ยังมีค่าใกล้เคียงกันระหว่างการวัดซ้ำ ทำให้สามารถแก้ความสามารถในการทำซ้ำได้อีกด้วย ทำให้มีค่าความแม่นยำในการวัดดีขึ้นจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แสดงว่าค่าวัดที่ได้มีความแม่นยำเพียงพอเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลมในการใช้ในขั้นตอนตรวจสอบสินค้าขั้นสุดท้าย

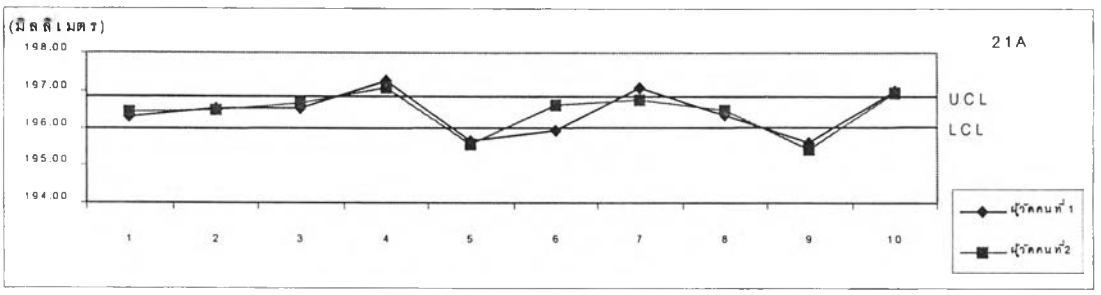
จุดตรวจสอบที่ 21 หลังการปรับปรุง (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ Program Excel สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังตารางและกราฟต่อไปนี้

ตารางที่ 4.37 ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความแม่นยำในการวัดของจุดตรวจสอบที่ 21 (หลังปรับปรุง)

รายการตรวจสอบ	เครื่องมือตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน		$\bar{R}_1$	$\bar{R}_2$	%EV	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_{DIFF}$	%AV	%G R&R	ผล
ความยาว	ไฮเกจ	198 ± 2.4	มม.	0.188	0.235	20.09	196.422	196.447	0.024	0.00	20.09	ผ่าน



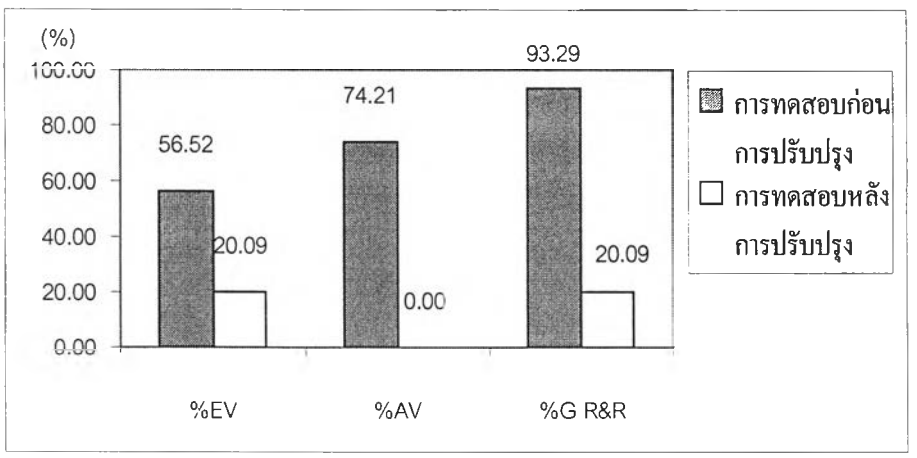
รูปที่ 4.54 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าวัดที่ได้จากพนักงานทั้ง 2 คน ในแต่ละชิ้นงาน (หลังปรับปรุง)

จากตารางและกราฟดังกล่าวสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ว่า

1. ค่าเฉลี่ยของพิสัยในการวัดของผู้วัดคนที่ 1 มีค่าน้อยกว่าผู้วัดคนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้วัดคนที่ 1 มีความแม่นยำในการวัดมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามค่าพิสัยดังกล่าวยังมีค่าอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ส่งผลให้มีค่าความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์วัด :%EV) อยู่ที่ 24.04% เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
2. ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดโดยผู้วัดคนที่ 1 มีค่าน้อยกว่าผู้วัดคนที่ 2 เพียง 0.024 มิลลิเมตร ซึ่งเห็นได้จากกราฟเส้นว่าค่าวัดที่ได้ระหว่างผู้วัดทั้งสองมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำเหมือน (ความผันแปรจากผู้วัด :%AV)อยู่ที่ 0 % เมื่อเปรียบเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม
3. ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวม (%GR&R) โดยรวมอยู่ที่ 22.70 % เมื่อเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 20.09%

สรุปผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบระดับความแปรปรวนของความแม่นยำของระบบการวัดโดยรวมที่ได้จากการทดลองก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.55 ผลการเปรียบเทียบความแปรปรวนของความแม่นยำในจุดตรวจสอบที่ 21

จุดตรวจสอบดังกล่าวภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถแก้ปัญหาความสามารถในการทำเหมือน โดยการยกเลิกการใช้อุปกรณ์จับยึดแบบ V Block แล้วมาใช้อุปกรณ์จับยึดแบบเกลียวอย่างเดียว ซึ่งนอกจากจะเป็นวิธีที่มีค่าวัดที่ถูกต้องแล้ว ยังมีค่าใกล้เคียงกันระหว่างการวัดซ้ำ ทำให้สามารถแก้ความสามารถในการทำซ้ำได้อีกด้วย ทำให้มีค่าความแม่นยำในการวัดดีขึ้นจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แสดงว่าค่าวัดที่ได้มีความแม่นยำเพียงพอเทียบกับค่าคาดเคลื่อนอนุโลมในการใช้ในขั้นตอนตรวจสอบสินค้าขั้นสุดท้าย

4.2 จุดตรวจสอบลักษณะสมบัติเชิงคุณลักษณะ

จุดตรวจสอบเชิงคุณลักษณะเป็นจุดตรวจสอบที่ไม่สามารถระบุผลการตรวจสอบเป็นเชิงปริมาณได้ บอกได้แค่เพียงว่า ชิ้นงานดังกล่าวเป็นของดีหรือเสียเท่านั้นซึ่งจุดตรวจสอบในกลุ่มนี้ได้แก่ จุดตรวจสอบที่1,2,11,12,15,16 และ 22 ซึ่งจุดตรวจสอบดังกล่าวมีการวัดในสายการผลิตโดยพนักงานแผนกผลิต และในการตรวจสอบขั้นสุดท้าย โดยพนักงานแผนกประกันคุณภาพ ดังนั้นจะทำการสุ่มพนักงานแผนกละ 1 ท่านมาทำการทดสอบ โดยในการทดสอบนั้น จะทดสอบโดยใช้เกณฑ์ความไม่เอนเอียงของพนักงานในการตรวจสอบ กล่าวคือ สามารถทำการระบุระดับของคุณภาพของชิ้นงานว่าดีหรือเสียได้อย่างถูกต้องตามเกณฑ์ที่หัวหน้าแผนกได้ทำการตกลงไว้กับลูกค้า และ ความสามารถในการทำซ้ำของพนักงาน ในเรื่องการระบุผลการตรวจสอบให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันสำหรับการตรวจสอบชิ้นงานเดียวกันซ้ำ 2 ครั้ง ซึ่งทั้ง 2 เกณฑ์นี้ จะทำการประเมินผลเป็นเปอร์เซ็นต์ เทียบกับพนักงานแต่ละคนที่ทดสอบ และประเมินผลของการทดสอบโดยรวม โดยได้ทำการกำหนดเกณฑ์การผ่านการทดสอบอยู่ที่ 100% กล่าวคือไม่พบความผิดพลาดเลย อย่างไรก็ตามการทดสอบครั้งนี้ก็มีข้อจำกัดที่สำคัญ เนื่องจากบางจุดตรวจสอบไม่สามารถหาชิ้นงานที่เสียจากการผลิตในช่วงเวลาดังกล่าวได้บางจุดตรวจสอบ ดังนั้นจำเป็นต้องนำชิ้นงานที่เสียจากสาเหตุอื่นๆ มาทำการปรับให้เสียในจุดตรวจสอบที่ต้องการทดสอบ ซึ่งได้ผลการตรวจสอบดังภาคผนวก โดยสามารถสรุปความสามารถในการวัดของแต่ละจุดตรวจสอบได้ดังนี้

จุดตรวจสอบที่ 1 สภาพทั่วไปของชิ้นงาน (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

เกณฑ์ในการตรวจสอบ ชิ้นงานไม่มีรอยกระแทก รอยขีดข่วน ไม่เป็นสนิม บริเวณผิวชิ้นงาน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ สายตาและโดยเทียบกับมาตรฐานการทำงาน

จำนวนชิ้นงานที่ทำการทดสอบ ชิ้นงานดี 10 ชิ้น ชิ้นงานเสีย 10 ชิ้น รวม 20 ชิ้น

พนักงานทดสอบ คนที่ 1 แผนกผลิต คนที่ 2 แผนกประกันคุณภาพ

ลักษณะของชิ้นงานที่เสีย เป็นชิ้นงานที่มีรอยกระแทกบริเวณหัวของชิ้นงานจากการปั๊มหัวทั้ง 10 ชิ้นเนื่องจากพบของเสียเป็นจำนวนมากและพบอยู่บ่อยครั้ง โดยในช่วงที่ทำการทดสอบนั้นไม่มีชิ้นงานที่เสียจากสาเหตุอื่นๆ ในจุดตรวจสอบดังกล่าว

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

เกณฑ์การทดสอบ	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2
%ความสามารถในการตรวจสอบซ้ำของพนักงานตรวจสอบ	100	100
%ความไม่เอนเอียงของพนักงานตรวจสอบ	100	100
%ประสิทธิผลโดยรวมด้านความสามารถในการทำซ้ำ	100	
%ประสิทธิผลโดยรวมด้านความไม่เอนเอียง	100	

สรุปผลการทดสอบ

- ไม่พบความผิดพลาดในการวัดเทียบกับระดับคุณภาพที่แท้จริงของชิ้นงานจาก %ค่าความไม่เอนเอียงที่ 100 % แสดงว่าพนักงานมีความเข้าใจเกณฑ์การตัดสินใจในการตรวจสอบเป็นอย่างดี
- จาก %ความสามารถในการวัดซ้ำที่ 100 % แสดงว่าพนักงานมีความสามารถในการวัดซ้ำแสดงถึงมีความสม่ำเสมอในการตัดสินใจ
- โดยรวมแล้วพนักงานมีความสามารถในการตรวจสอบในจุดตรวจสอบนี้ได้อย่างเที่ยงตรงและแม่นยำ

จุดตรวจสอบที่ 2 เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

เกณฑ์ในการตรวจสอบ ชิ้นงานผ่านอุปกรณ์ทดสอบด้าน Go ได้ แต่ไม่ผ่าน No Go

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ Plug Gauge

จำนวนชิ้นงานที่ทำการทดสอบ ชิ้นงานดี 10 ชิ้น ชิ้นงานเสีย 10 ชิ้น รวม 20 ชิ้น

ลักษณะของชิ้นงานที่เสีย เนื่องจากไม่พบชิ้นงานที่เสียในช่วงที่ทำการทดสอบ ดังนั้นจะทำการนำชิ้นงานที่มีขนาดที่ไม่ตรงตามมาตรฐานแต่มีค่าใกล้เคียงกัน

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

เกณฑ์การทดสอบ	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2
%ความสามารถในการตรวจสอบซ้ำของพนักงานตรวจสอบ	100	100
%ความไม่เอนเอียงของพนักงานตรวจสอบ	100	100
%ประสิทธิผลด้านความสามารถในการทำซ้ำ	100	
%ประสิทธิผลด้านความไม่เอนเอียง	100	

สรุปผลการทดสอบ

- ไม่พบความผิดพลาดในการวัดเทียบกับคุณภาพที่แท้จริงของชิ้นงานจาก %ค่าความไม่เอนเอียงที่ 100 % แสดงว่าพนักงานมีความเข้าใจเกณฑ์การตัดสินใจในการตรวจสอบเป็นอย่างดี
- จาก %ความสามารถในการวัดซ้ำที่ 100 % แสดงว่าพนักงานมีความสามารถในการวัดซ้ำแสดงถึงมีความสม่ำเสมอในการตัดสินใจ
- โดยรวมแล้วพนักงานมีความสามารถในการตรวจสอบชิ้นงานดังกล่าวได้อย่างเที่ยงตรงและแม่นยำ

จุดตรวจสอบที่ 11 มุมของหัวท่อ (จากรูปที่3.3 และตารางที่ 3.1)

เกณฑ์ในการตรวจสอบ 58 ± 1 องศา เอาเกจวัดมุม (V Gauge) มาทาบแล้วไม่เห็นแสงลอดผ่าน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ V Gauge ที่ 58 องศา

จำนวนชิ้นงานที่ทำการทดสอบ ชิ้นงานดี 10 ชิ้น ชิ้นงานเสีย 10 ชิ้น รวม 20 ชิ้น

ลักษณะของชิ้นงานที่เสีย ชิ้นงานเสียที่ใช้ในการทดสอบ เป็นชิ้นงานคนละรุ่นที่มีมุมของหัวท่อคนละขนาดกัน โดยมีทั้งมุมที่เล็กกว่าและใหญ่กว่ามาตรฐานที่ทดสอบ โดยการทำการวัดค่าที่แท้จริง โดยการใช้ Profile Projector

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

เกณฑ์การทดสอบ	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2
%ความสามารถในการตรวจสอบซ้ำของพนักงานตรวจสอบ	65	75
%ความไม่เอนเอียงของพนักงานตรวจสอบ	55	70
%ประสิทธิผลด้านความสามารถในการทำซ้ำ	70	
%ประสิทธิผลด้านความไม่เอนเอียง	62.5	

สรุปผลการทดสอบ

- พบความผิดพลาดในการวัดเทียบกับระดับคุณภาพที่แท้จริงของชิ้นงานจาก %ประสิทธิผลด้านความไม่เอนเอียงที่ 62.5 % ซึ่งพบความผิดพลาดจากพนักงานทั้ง 2 ท่าน แสดงให้เห็นว่าวิธีการวัดยังไม่สามารถแยกแยะของดีของเสียได้อย่างแท้จริง
- จาก %ประสิทธิผลความสามารถในการวัดซ้ำที่ 70 % แสดงว่าพนักงานมีความไม่มั่นใจในการวัดทำให้เกิดการสุ่มเดา ทำให้ผลการทดสอบในชิ้นงานชิ้นเดียวกัน ได้ผลไม่เหมือนกัน
- โดยรวมแล้วพนักงานยังไม่สามารถตรวจสอบชิ้นงานดังกล่าวได้อย่างเที่ยงตรงและแม่นยำ

สาเหตุและมาตรการการแก้ไข

จากการวิเคราะห์สาเหตุที่ผลการวัดได้ไม่เที่ยงตรงและมีความไม่สม่ำเสมอเนื่องจากเหตุผลดังนี้

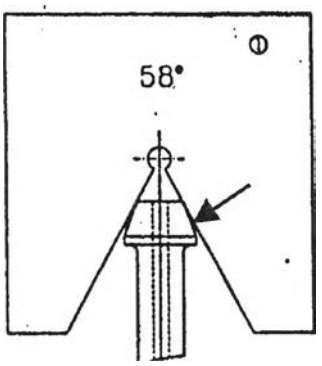
- วิธีการวัดไม่สามารถแยกแยะของดีของเสียได้ ในกรณีชิ้นงานมีแสงลอดผ่านแต่อยู่ในค่าที่กำหนด ทำให้ผลการตัดสินใจไม่เที่ยงตรงและมีความไม่สม่ำเสมอ

จากสาเหตุดังกล่าว ได้ทำการหาแนวทางเพื่อเป็นมาตรการการแก้ไขปัญหาระยะยาว โดยการกำหนดมาตรฐานวิธีการวัดใหม่ดังนี้

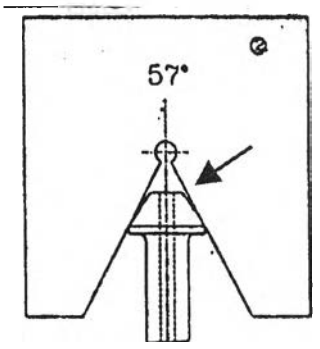
เครื่องมือที่ใช้ในการวัด เกจวัดมุมมาตรฐานขนาด 57,58,59 องศาอย่างละแผ่น รวม 3 แผ่น

วิธีการวัด

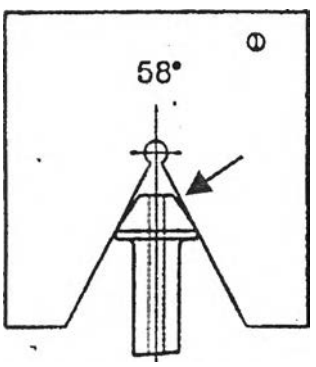
1. นำเกจวัดมุมของหัวท่อขนาด 58 องศาเป็นเครื่องมือตรวจสอบครั้งแรกก่อน หากเห็นว่าไม่มีแสงลอดผ่านแสดงว่าเป็นชิ้นงานดีโดยมีขนาดมุมใกล้เคียงกับค่ากลางที่ 58 องศามาก หากพบว่ามีแสงลอดผ่านบริเวณปลายของหัวท่อ ดังรูปที่ 4.56 แสดงว่ามุมของหัวท่อมีขนาดเล็กกว่า 58 องศาให้ปฏิบัติตามข้อ 2 หากพบแสงลอดผ่านบริเวณยอดของหัวท่อ ดังรูปที่ 4.57 แสดงว่ามุมของหัวท่อมีขนาดใหญ่กว่า 58 องศา ให้ปฏิบัติตามข้อ 3
2. กรณีมีแสงลอดผ่านบริเวณปลายของหัวท่อ ให้นำเกจวัดมุมขนาด 57 องศา มาเป็นเครื่องมือทดสอบ หากพบว่าไม่มีแสงลอดผ่านหรือพบแสงลอดผ่านบริเวณยอดของหัวท่อตามรูปที่ 4.58 แสดงว่าชิ้นงานมีค่ามุมของหัวท่ออยู่ในช่วง 57-58 องศา แสดงว่าชิ้นงานเป็นชิ้นงานดี แต่หากพบว่าชิ้นงานยังคงมีแสงลอดผ่านบริเวณปลายของหัวท่ออีก แสดงว่าชิ้นงานมีค่ามุมของหัวท่อต่ำกว่า 57 องศา และถือว่าชิ้นงานดังกล่าวเป็นของเสีย
3. กรณีมีแสงลอดผ่านบริเวณยอดของหัวท่อ ให้นำเกจวัดมุมขนาด 59 องศา มาเป็นเครื่องมือทดสอบ หากพบว่าพบไม่มีแสงลอดผ่านหรือแสงลอดผ่านบริเวณปลายของหัวท่อตามรูปที่ 4.59 แสดงว่าชิ้นงานมีค่ามุมของหัวท่ออยู่ในช่วง 58-59 องศา แสดงว่าชิ้นงานเป็นชิ้นงานดี แต่หากพบว่าชิ้นงานยังคงมีแสงลอดผ่านบริเวณยอดของหัวท่ออีก แสดงว่าชิ้นงานมีค่ามุมของหัวท่อสูงกว่า 59องศา และถือว่าชิ้นงานดังกล่าวเป็นของเสีย



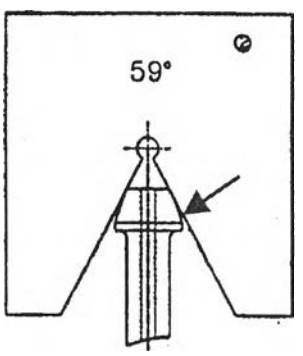
รูปที่ 4.56 ชิ้นงานที่มีมุมน้อยกว่า 58 องศา จากการเทียบแผ่นวัดมุมขนาด 58 องศา



รูปที่ 4.57 ชิ้นงานที่มีมุมอยู่ระหว่าง 57-58 องศา จากการเทียบแผ่นวัดมุมขนาด 57 องศา



รูปที่ 4.58 ชิ้นงานที่มีมุมมากกว่า 58 องศา จากการเทียบแผ่นวัดมุมขนาด 58 องศา



รูปที่ 4.59 ชิ้นงานที่มีมุมอยู่ระหว่าง 58-59 องศา จากการเทียบแผ่นวัดมุมขนาด 59 องศา

หลังจากนั้นทำการอบรมพนักงานตามมาตรฐานการวัดใหม่แล้วทำการทดสอบอีกครั้งหนึ่งด้วยชิ้นงานเดิม ผู้ทดสอบเดิม ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ภายหลังการปรับปรุง

เกณฑ์การทดสอบ	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2
%ความสามารถในการตรวจสอบซ้ำของพนักงานตรวจสอบ	100	100
%ความไม่เอนเอียงของพนักงานตรวจสอบ	100	100
%ประสิทธิผลด้านความสามารถในการทำซ้ำ	100	
%ประสิทธิผลด้านความไม่เอนเอียง	100	

สรุปผลการทดสอบภายหลังการปรับปรุง

- ไม่พบความผิดพลาดในการวัดเทียบกับคุณภาพที่แท้จริงของชิ้นงานจาก %ค่าความไม่เอนเอียงที่ 100 % แสดงว่าพนักงานมีความเข้าใจเกณฑ์การตัดสินใจในการตรวจสอบเป็นอย่างดี
- จาก %ความสามารถในการวัดซ้ำที่ 100 % แสดงว่าพนักงานมีความสามารถในการวัดซ้ำแสดงถึงมีความสม่ำเสมอในการตัดสินใจ
- โดยรวมแล้วพนักงานมีความสามารถในการตรวจสอบชิ้นงานดังกล่าวได้อย่างเที่ยงตรงและแม่นยำ ภายหลังจากปฏิบัติตามมาตรฐานใหม่

จุดตรวจสอบที่ 12 ความเรียบของหัวท่อ (จากรูปที่ 3.3 และตารางที่ 3.1)

เกณฑ์ในการตรวจสอบ ความเรียบของชิ้นงานต่ำกว่าหรือเท่ากับ 3.2 Z โดยดูจากความเรียบระดับต่างๆ ในแผ่นเทียบความเรียบ

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ Roughness Plate

จำนวนชิ้นงานที่ทำการทดสอบ ชิ้นงานดี 10 ชิ้น ชิ้นงานเสีย 10 ชิ้น รวม 20 ชิ้น

ลักษณะของชิ้นงานที่เสีย เนื่องจากไม่พบชิ้นงานที่เสียในช่วงที่ทำการทดสอบ ดังนั้นจะนำชิ้นงานที่เสียจากสาเหตุอื่น มาทำการเจียรนัยหัว ให้ความเรียบไม่ได้ตามมาตรฐาน

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

เกณฑ์การทดสอบ	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2
%ความสามารถในการตรวจสอบซ้ำของพนักงานตรวจสอบ	100	100
%ความไม่เอนเอียงของพนักงานตรวจสอบ	100	100
%ประสิทธิผลด้านความสามารถในการทำซ้ำ	100	
%ประสิทธิผลด้านความไม่เอนเอียง	100	

สรุปผลการทดสอบ

- ไม่พบความผิดพลาดในการวัดเทียบกับคุณภาพที่แท้จริงของชิ้นงานจาก %ค่าความไม่เอนเอียงที่ 100 % แสดงว่าพนักงานมีความเข้าใจเกณฑ์การตัดสินใจในการตรวจสอบเป็นอย่างดี
- จาก %ความสามารถในการวัดซ้ำที่ 100 % แสดงว่าพนักงานมีความสามารถในการวัดซ้ำแสดงถึงมีความสม่ำเสมอในการตัดสินใจ
- โดยรวมแล้วพนักงานมีความสามารถในการตรวจสอบชิ้นงานดังกล่าวได้อย่างเที่ยงตรงและแม่นยำ

จุดตรวจสอบที่ 15 เกลียว (ขนาดความโตของเกลียว)

เกณฑ์ในการตรวจสอบ Nut สามารถผ่านด้าน GO M12*1.5ได้

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ Go Gauge

จำนวนชิ้นงานที่ทำการทดสอบ ชิ้นงานดี 10 ชิ้น ชิ้นงานเสีย 10 ชิ้น รวม 20 ชิ้น

ลักษณะของชิ้นงานที่เสีย เนื่องจากไม่พบชิ้นงานที่เสียในช่วงที่ทำการทดสอบ ดังนั้นจึงนำ Nut มาทากาวในบริเวณเกลียวด้านในของชิ้นงาน เพื่อให้ไม่สามารถผ่าน Go ได้

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

เกณฑ์การทดสอบ	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2
%ความสามารถในการตรวจสอบซ้ำของพนักงานตรวจสอบ	100	100
%ความไม่เอนเอียงของพนักงานตรวจสอบ	100	100
%ประสิทธิผลด้านความสามารถในการทำซ้ำ	100	
%ประสิทธิผลด้านความไม่เอนเอียง	100	

สรุปผลการทดสอบ

- ไม่พบความผิดพลาดในการวัดเทียบกับคุณภาพที่แท้จริงของชิ้นงานจาก %ค่าความไม่เอนเอียงที่ 100 % แสดงว่าพนักงานมีความเข้าใจเกณฑ์การตัดสินใจในการตรวจสอบเป็นอย่างดี
- จาก %ความสามารถในการวัดซ้ำที่ 100 % แสดงว่าพนักงานมีความสามารถในการวัดซ้ำแสดงถึงมีความสม่ำเสมอในการตัดสินใจ
- โดยรวมแล้วพนักงานมีความสามารถในการตรวจสอบชิ้นงานดังกล่าวได้อย่างเที่ยงตรงและแม่นยำ

จุดตรวจสอบที่ 15 เกลียว (ขนาดความโตของเกลียว)

เกณฑ์ในการตรวจสอบ Nut สามารถผ่านด้าน NOGO M12*1.5ได้ไม่เกิน 2 รอบของเกลียว

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ NOGO Gauge

จำนวนชิ้นงานที่ทำการทดสอบ ชิ้นงานดี 10 ชิ้น ชิ้นงานเสีย 10 ชิ้น รวม 20 ชิ้น

ลักษณะของชิ้นงานที่เสีย เนื่องจากไม่พบชิ้นงานที่เสียในช่วงที่ทำการทดสอบ ดังนั้นจึงนำ Nut มาขันด้วย Hand Tap M12*1.5 เพื่อให้มีขนาดเกลียวที่โตขึ้นเกินเกณฑ์มาตรฐาน

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

เกณฑ์การทดสอบ	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2
%ความสามารถในการตรวจสอบซ้ำของพนักงานตรวจสอบ	100	100
%ความไม่เอนเอียงของพนักงานตรวจสอบ	100	100
%ประสิทธิผลด้านความสามารถในการทำซ้ำ	100	
%ประสิทธิผลด้านความไม่เอนเอียง	100	

สรุปผลการทดสอบ

- ไม่พบความผิดพลาดในการวัดเทียบกับคุณภาพที่แท้จริงของชิ้นงานจาก %ค่าความไม่เอนเอียงที่ 100 % แสดงว่าพนักงานมีความเข้าใจเกณฑ์การตัดสินใจในการตรวจสอบเป็นอย่างดี
- จาก %ความสามารถในการวัดซ้ำที่ 100 % แสดงว่าพนักงานมีความสามารถในการวัดซ้ำแสดงถึงมีความสม่ำเสมอในการตัดสินใจ
- โดยรวมแล้วพนักงานมีความสามารถในการตรวจสอบชิ้นงานดังกล่าวได้อย่างเที่ยงตรงและแม่นยำ

จุดตรวจสอบที่ 22 การทดลองประกอบ

เกณฑ์ในการตรวจสอบ สามารถประกอบเข้ากับ Jig ได้โดยง่าย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ Assembly Jig

จำนวนชิ้นงานที่ทำการทดสอบ ชิ้นงานดี 10 ชิ้น ชิ้นงานเสีย 10 ชิ้น รวม 20 ชิ้น

ลักษณะของชิ้นงานที่เสีย ชิ้นงานที่ไม่สามารถประกอบกับ Jigได้จากการผลิตตามปกติ

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

เกณฑ์การทดสอบ	พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2
%ความสามารถในการตรวจสอบซ้ำของพนักงานตรวจสอบ	100	100
%ความไม่เอนเอียงของพนักงานตรวจสอบ	100	100
%ประสิทธิผลด้านความสามารถในการทำซ้ำ	100	
%ประสิทธิผลด้านความไม่เอนเอียง	100	

สรุปผลการทดสอบ

- ไม่พบความผิดพลาดในการวัดเทียบกับคุณภาพที่แท้จริงของชิ้นงานจาก %ค่าความไม่เอนเอียงที่ 100 % แสดงว่าพนักงานมีความเข้าใจเกณฑ์การตัดสินใจในการตรวจสอบเป็นอย่างดี
- จาก %ความสามารถในการวัดซ้ำที่ 100 % แสดงว่าพนักงานมีความสามารถในการวัดซ้ำแสดงถึงมีความสม่ำเสมอในการตัดสินใจ
- โดยรวมแล้วพนักงานมีความสามารถในการตรวจสอบชิ้นงานดังกล่าวได้อย่างเที่ยงตรงและแม่นยำ

โดยสรุปแล้วการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงและความแม่นยำสำหรับจุดตรวจสอบเชิงคุณภาพพบว่าพนักงานมีความเข้าใจ และสามารถแยกแยะของดี ของเสีย ได้อย่างเที่ยงตรงและแม่นยำ มีเพียงจุดตรวจสอบเรื่ององศาของหัวท่อเท่านั้นที่มีปัญหา แต่ภายหลังได้กำหนดมาตรฐานการวัดที่ชัดเจนแล้ว ก็สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้