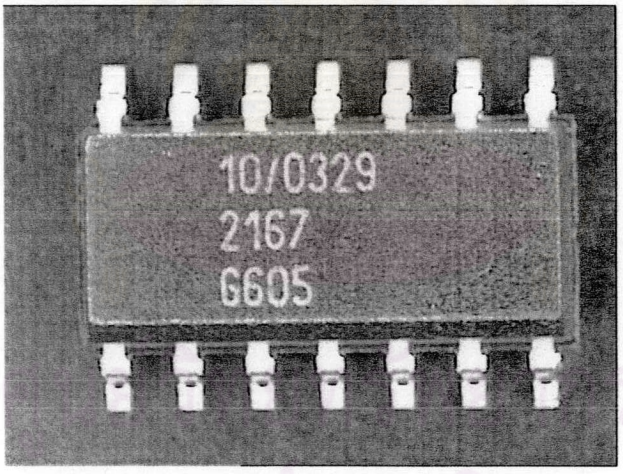
บทที่ 1

บทนำ

โรงงานอุตสาหกรรมตัวอย่างนี้เป็นบริษัทผลิตวงจรรวม (IC: Integrated Circuit) หรือเรียกว่าธุรกิจอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้นำสัญญาณที่ประกอบติดตั้งอยู่ภายในชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์ ตั้งอยู่เลขที่ 40/10 ซอย สุขุมวิท 105 (ลาซาล) เขตบางนา กรุงเทพมหานคร ขณะนี้มีพนักงานโดยประมาณทั้งสิ้น 3,000 คน

ลักษณะของการดำเนินธุรกิจของโรงงานตัวอย่างนี้เป็นผู้รับจ้างช่วง(Subcontractor) ผลิตวงจรรวมเพื่อส่งให้กับลูกค้าที่เป็นบริษัทที่จัดจำหน่ายวงจรรวมต่อไป ซึ่งลูกค้าโดยส่วนมากจะเป็นลูกค้าในตลาดต่างประเทศ ดังนั้นการปรับปรุงและการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ต้องดำเนินไปอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มความมั่นใจให้กับลูกค้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลลัพธ์ทางด้านการตลาดของอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์ในปัจจุบันที่มีสภาวะการแข่งขันด้านการตลาดสูง ที่ต้องรองรับสภาวะการณ์ที่มีการปรวนแปรอยู่โดยตลอด



รูปที่ 1.1 แสดงรูปตัวอย่างของวงจรรวมชนิด 14L SOMT
(PPF FRAME) หนึ่งสินค้าของโรงงานตัวอย่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

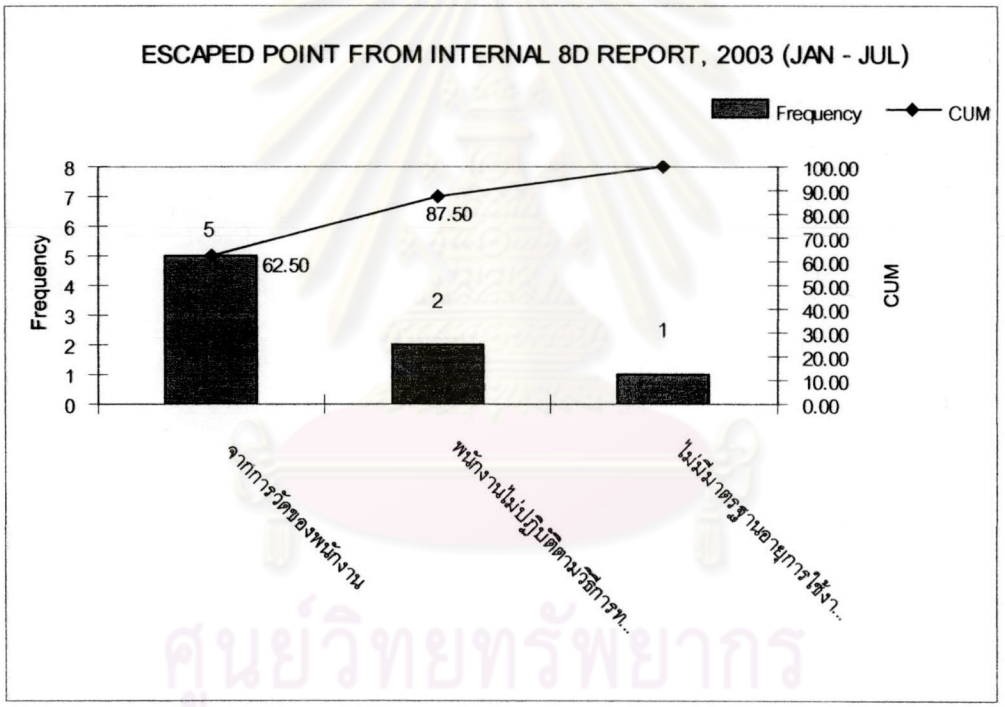
โรงงานตัวอย่างนี้จะมีขั้นตอนหรือสายการผลิตมาตรฐานทั้งสิ้น 19 กระบวนการ (ดังรูปที่ 1.4) เพื่อผลิตวงจรรวมส่งให้กับลูกค้า ในการผลิตนี้มีการวัดอยู่ในหลายๆสายการผลิต เพื่อการวัดและการตรวจสอบให้ผลิตภัณฑ์ถูกต้องตรงตามความต้องการของลูกค้า สำหรับสายการผลิตซีล (Seal) เป็นสายการผลิตไลน์แรกต่อจากไลน์หน้า(Front Line) หรือไลน์ประกอบ(Assembly Line) ที่เป็นกระบวนการเชื่อมต่อวงจรของลูกค้ากับขาส่งสัญญาณ สำหรับสายการผลิตซีลเป็นขั้นตอนการหลอมพลาสติกชนิดเทอร์โมเซตติงพลาสติก(Thermosetting Plastic) ให้ละลายด้วยความร้อนแล้วฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์เมื่อพลาสติกที่แข็งขึ้นรูปแล้ว มีหน้าที่ป้องกันความเสียหายต่อวงจรที่เชื่อมต่อแล้ว ดังที่กล่าวมาแล้วว่าภายในขั้นตอนการผลิตวงจรรวม มีการวัดอยู่ในหลายๆสายการผลิต ดังนั้นระบบการวัดของสายการผลิตซีลจึงนับเป็นจุดเริ่มต้นในการวัดของสายการผลิตในส่วนของไลน์หลัง ถ้าเริ่มต้นระบบการวัดได้ดี ก็จะทำให้คุณภาพงานหรือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่สายการผลิตต่อๆไปดีด้วย เพราะการวัดเปรียบเสมือนประตูสู่การควบคุมผลิตภัณฑ์และการควบคุมกระบวนการ เพื่อการประกันคุณภาพ การควบคุมความผันแปรของระบบการวัด ที่ประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลักๆ คือ เครื่องมือวัด พนักงานวัด วิธีการวัด สิ่งที่ได้รับการวัด และสิ่งแวดล้อมในการวัด แต่ในปัจจุบันพบว่าการควบคุมตัวแปรต่างๆนี้ภายในกระบวนการผลิตยังไม่เพียงพอ ต่อการควบคุมกระบวนการและการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นพบว่า

1. การทำงานเป็นแบบ 3 กะ อีกทั้งยังมีการหมุนเวียนพนักงานในแต่ละจุดการปฏิบัติงาน ดังนั้นพนักงานยังไม่เข้าใจวิธีการวัดและลักษณะทางคุณภาพของวงจรรวมแต่ละชนิดอย่างเพียงพอ ซึ่งผลที่ได้บางครั้งจากงานที่ OK → NG จากงาน NG → OK และงานที่พนักงานไม่สามารถตัดสินใจได้ ดังแสดงในตารางที่ 1.1 และรูปที่ 1.2 ที่พบสาเหตุของความผิดพลาดจากการวัดของพนักงาน
2. พนักงานบางคนยังไม่มีความเข้าใจในระบบการวัด เช่น วิธีการใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้อง การอ่านข้อมูลที่ได้จากการวัด หรือการปรับแต่งเครื่องมือวัดก่อนการใช้งานอย่างเพียงพอ ดังข้อมูลในตารางที่ 1.1 และรูปที่ 1.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาเหตุที่ปัญหาเล็ดลอด (Escape Point)	ความถี่ (ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์ (%)
จากการวัดของพนักงาน	5	62.5 %
พนักงานไม่ปฏิบัติตามวิธีการที่กำหนดไว้	2	25.0 %
ไม่มีมาตรฐานอายุการใช้งานของแม่พิมพ์	1	12.5 %
รวม	8	100 %

ตารางที่ 1.1 ตารางสรุปสาเหตุการเล็ดลอดของของเสียที่สุ่มตรวจพบโดยคิวซี จากรายงานการวิเคราะห์ปัญหาคุณภาพภายใน (Internal 8D Report) ปี 2546 เดือนมกราคม ถึง เดือนกรกฎาคม



รูปที่ 1.2 แสดงกราฟของสาเหตุการเล็ดลอดของปัญหาที่สุ่มตรวจพบโดยคิวซี จากรายงานการวิเคราะห์ปัญหาคุณภาพภายใน (Internal 8D Report) ปี 2546 เดือนมกราคม ถึง เดือนกรกฎาคม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

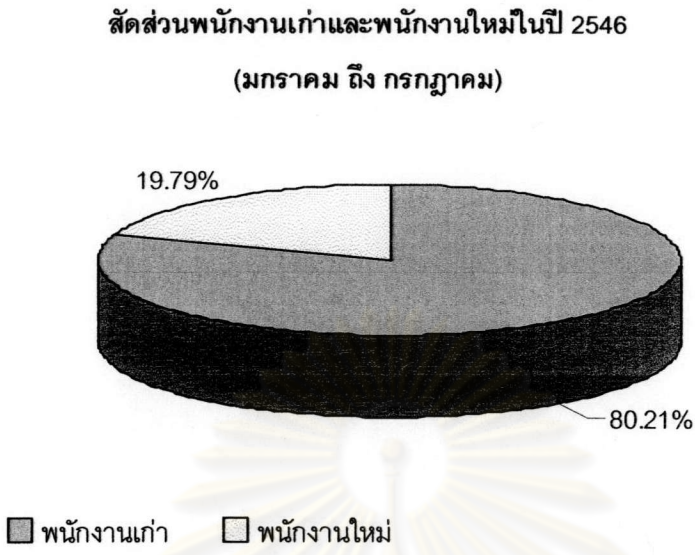
จากรูปที่ 1.2 และข้อมูลในตารางที่ 1.1 ที่แสดงถึงสาเหตุของการเล็ดลอดของปัญหาที่สุ่มตรวจพบโดยคิวซี จากรายงานการวิเคราะห์ปัญหาคุณภายใน (Internal 8D Report)ของสายการผลิตซีล ซึ่งพบว่าสาเหตุที่พบมากที่สุด คือ ปัญหาที่เกิดจากการตรวจสอบของพนักงานหรือระบบการวัดยังไม่เพียงพอที่จะควบคุมเพียงพอต่อการควบคุมกระบวนการและการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์

3. มีพนักงานใหม่และพนักงานที่สลับเปลี่ยนมาจากสายการผลิตอื่นๆ หมุนเวียนเข้ามาทำงานอยู่เสมอเนื่องมาจากสภาพความไม่แน่นอนของสภาวะการณ์ทางเศรษฐกิจในอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์ในปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความต้องการด้านการตลาดอยู่เสมอๆ ดังข้อมูลในตารางที่ 1.2 และรูปที่ 1.3

กะ	จำนวนพนักงานที่มีอยู่เดิม (คน)/(%)	จำนวนพนักงานใหม่ที่เข้ามาในปี 2546 (คน)/(%)
A	18 (78.26%)	5 (21.74%)
B	20 (83.33%)	4 (16.67%)
C	19 (76.00%)	6 (24.00%)
D	20 (83.33%)	4 (16.67%)
รวม	77 (80.20%)	19 (19.80%)

ตารางที่ 1.2 แสดงจำนวนพนักงานใหม่ที่เข้ามาทำงานในปี 2545 ในแต่ละกะการผลิต

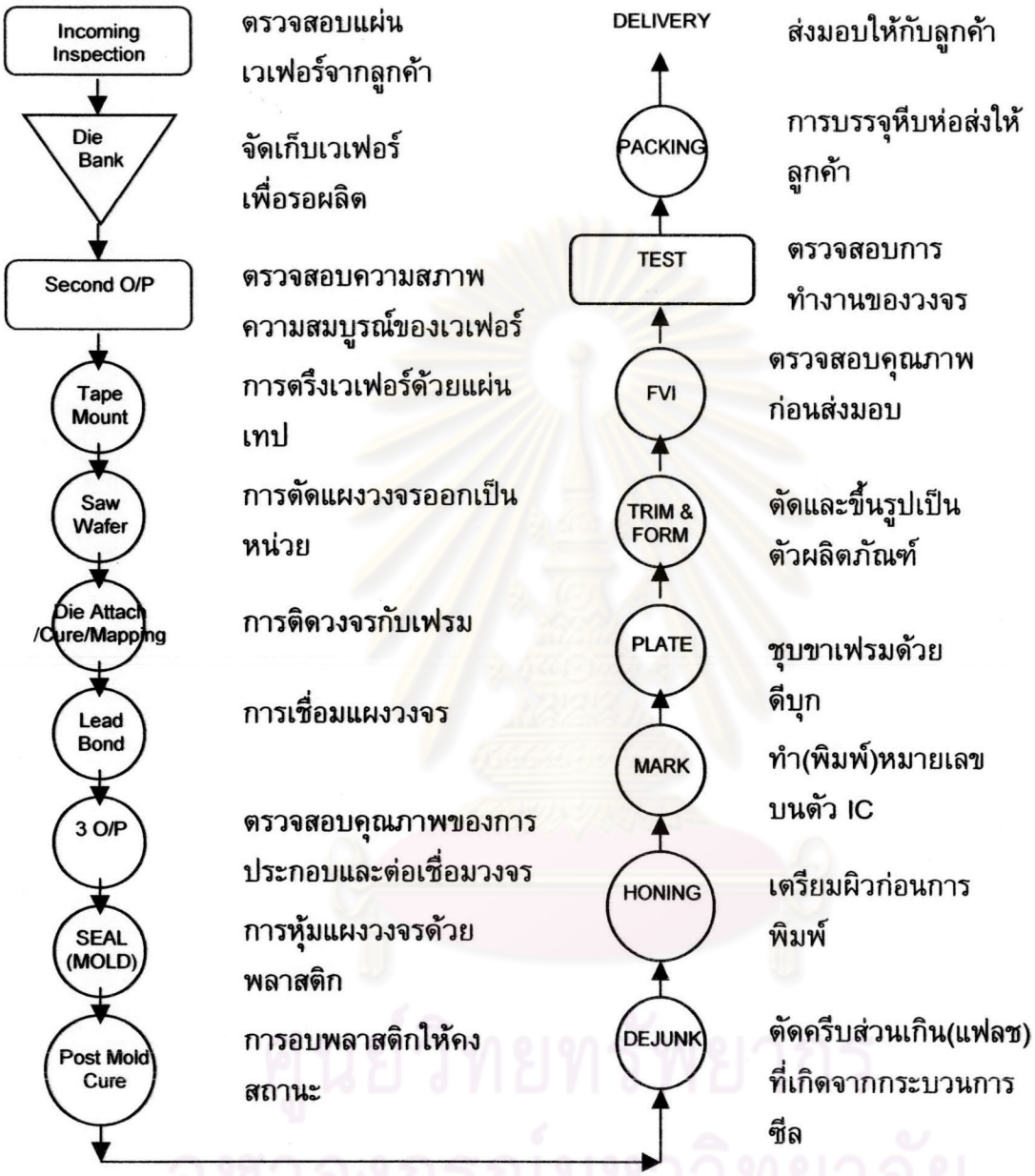
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.3 แสดงสัดส่วนของพนักงานเก่าและพนักงานเข้าใหม่ในปี 2546

จากข้อมูลในตารางที่ 1.2 และรูปที่ 1.3 แสดงถึงกระบวนการปัจจุบัน ปัจจัยด้านคน(Man) หรือพนักงานปฏิบัติการมีการเปลี่ยนแปลงจากการมีพนักงานใหม่เข้ามาทำงานในสายการผลิตซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งของระบบการวัดที่มีการเปลี่ยนแปลงผลจากการสุ่มการวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์มาหนึ่งลักษณะ คือการวัดค่าโมลด์ออฟเซต(Mold off set) โดยการใช้กล้องกำลังขยายต่ำแบบมีสเกลมาทำการทดสอบหาค่า G R&R ปรากฏว่าได้ผลของการศึกษา คือ 68.81% ซึ่งมีค่าเกินกว่ามาตรฐาน QS9000 ที่ตั้งไว้คือ ต้องมีค่าน้อยกว่า 10% สำหรับระบบการวัดที่ใช้ควบคุมกระบวนการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.4 แสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตวงจรรวม (Flow Chart of Integrated Circuit Manufacturing)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อลดความผันแปรที่เกิดขึ้นในระบบการวัดของกระบวนการผลิตที่อาจจะเกิดขึ้นจากพนักงานที่วัด เครื่องมือวัด วิธีการวัด และสภาพแวดล้อม ในสายการผลิตซีล
2. เพื่อปรับปรุงเครื่องมือวัดและ/หรือวิธีการวัดสำหรับการควบคุมและติดตามคุณภาพอย่างต่อเนื่อง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ทำการศึกษาโรงงานตัวอย่าง โดยเฉพาะในส่วนของกระบวนการซีล เท่านั้น
2. ทำการศึกษาเฉพาะปัจจัยที่มีผลต่อความผันแปรของระบบการวัดอันได้แก่
   2.1 เครื่องมือวัดที่พนักงานในสายการผลิตซีลใช้ ตามรายการในตารางที่ 1.3 และรูปที่ 1.5 ที่แสดงถึงรายการเครื่องมือวัดทั้งหมดในสายการผลิตซีล รายการที่มีการทำ GR&R แล้ว และรูปภาพของเครื่องมือวัดแต่ละชนิด
   2.2 พนักงานที่อยู่ในสายการผลิตซีล
   2.3 วิธีการวัดและสภาพแวดล้อมในการวัด ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความผันแปรของระบบการวัด จะต้องมีการควบคุมโดยการกำหนดมาตรฐานในการวัด และภายใต้สภาพแวดล้อมของการวัดที่เหมาะสม
3. ศึกษาและวิเคราะห์ระบบการวัด โดยการพิจารณาจากความผันแปรในสองลักษณะ ดังนี้ คือ
   3.1 ความถูกต้อง (Accuracy) คือ ค่าความเอนเอียง คุณสมบัติเชิงเส้นตรง คุณสมบัติด้านเสถียรภาพ
   3.2 ความแม่นยำ (Precision) คือ ค่า GR&R

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.3 แสดงรายการเครื่องมือวัดที่ใช้ภายในสายการผลิตซีล และสถานะการทำ GR&R

(Measurement List in Seal Operation and G R&R check list status)

No.	Equipment no.	Equipment name	Model	การวิเคราะห์ GR&R	
				เคยทำ	ไม่เคยทำ
1	1729	เครื่องสมาร์ทสโคป (Smart Scope)	MVP2501269	✓	
2	1952	นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล (Digital stop watch)	HS-3		✓
3	1963	นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล (Digital stop watch)	HS-3		✓
4	1965	นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล (Digital stop watch)	HS-3		✓
5	692	นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล (Digital stop watch)	HS-3	✓	
6	343	เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล (Digital Thermometer)	51K/J	✓	
7	378	เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล (Digital Thermometer)	51K/J		✓
8	427	เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล (Digital Thermometer)	51K/J		✓
9	492	เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล (Digital Thermometer)	51K/J	✓	
10	470	กล้องสโคปกำลังขยายต่ำ (Low power microscope)	SZ4045		✓

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1.3 (ต่อ)

No.	Equipment no.	Equipment name	Model	การวิเคราะห์ GR&R	
				เคยทำ	ไม่เคยทำ
11	428	กล้องสโคปกำลังขยายต่ำ (Low power microscope)	SZ4045		✓
12	275	กล้องสโคปกำลังขยายต่ำ (Low power microscope)	SZ4045		✓
13	279	กล้องสโคปกำลังขยายต่ำ (Low power microscope)	SZ4045		✓
14	420	กล้องสโคปกำลังขยายต่ำ (Low power microscope)	SZ4045		✓
15	454	กล้องสโคปกำลังขยายต่ำ (Low power microscope)	SZ4045		✓
16	451	กล้องสโคปกำลังขยายต่ำ (Low power microscope)	SZ4045		✓
17	435	กล้องสโคปกำลังขยายต่ำ (Low power microscope)	SZ4045		✓
18	# 02	เครื่องเอ็กซ์เรย์ (x-ray machine)	Nicolet ECR	✓	
19	# 03	เครื่องเอ็กซ์เรย์ (x-ray machine)	Nicolet ECR	✓	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 1.5 แสดงรูปของเครื่องมือวัดที่มีในสายการผลิตซีล (Seal's Measurement Pictures)

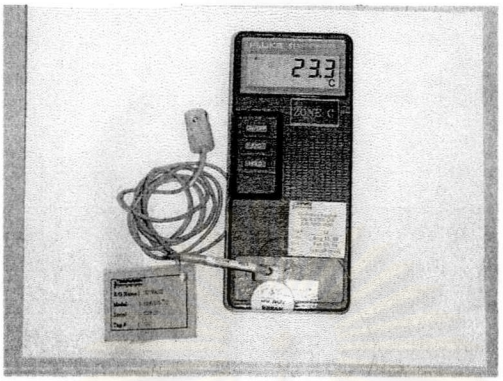
- เครื่องสมาร์ทสโคป (Smart Scope) Model MVP2501269

- นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล (Digital stop watch) Model HS-3

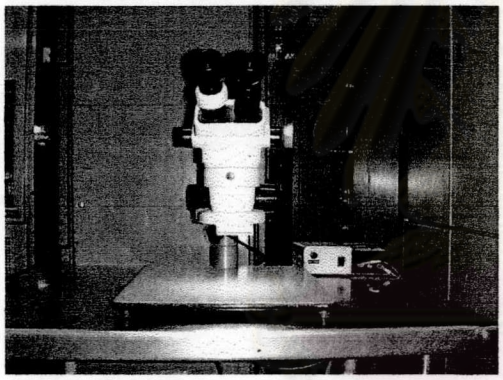
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

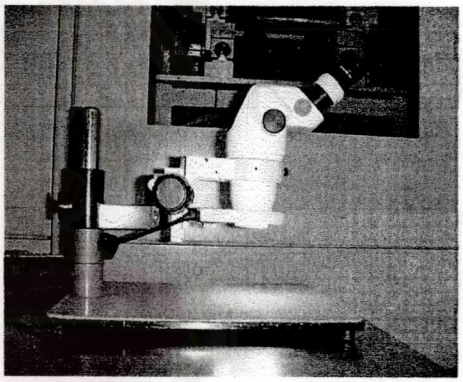
รูปที่ 1.5 (ต่อ)

- เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล (Digital Thermometer) Model 51K/J

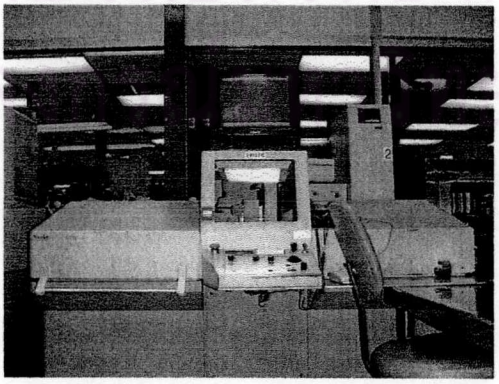


- กล้องสโคปกำลังขยายต่ำ (Low power microscope) Model SZ4045





- เครื่องเอ็กซ์เรย์ (X-Ray Machine) Model Nicolet ECR



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ระบบการวัด
2. ศึกษาข้อมูลปัจจุบันของระบบการวัด
   2.1 รายละเอียดและวิธีการใช้ของเครื่องมือวัดที่มีใช้ในกระบวนการซีล
   2.2 วิธีการวัด และสภาพแวดล้อมในการวัด
   2.3 ระดับความเข้าใจของพนักงาน
   2.4 การบำรุงรักษาเครื่องมือวัด
3. กำหนดตารางสำหรับจัดลำดับเครื่องมือและพนักงานที่จะศึกษา และกำหนดหัวข้อในการวิเคราะห์ระบบการวัดเช่น ค่าความเอนเอียง ค่าความเสถียร ค่าคุณสมบัติเชิงเส้นตรง GR&R หรือการประเมินข้อมูลเชิงคุณภาพ
4. ทำการศึกษาข้อมูลของการวัดในสายการผลิตก่อนเริ่มมีการปรับปรุงระบบการวัด
5. วิเคราะห์ผลจากข้อมูลที่ได้มา เพื่อกำหนดหัวข้อที่จะต้องปรับปรุงระบบการวัด
6. ดำเนินการปรับปรุงระบบการวัดและประเมินผลการฝึกอบรม และแผนระบบการวัด
7. สรุปผลการศึกษาก่อนการปรับปรุงระบบและหลังการปรับปรุงระบบการวัด
   7.1 เปรียบเทียบผลที่ได้ ก่อนและหลังการปรับปรุงระบบการวัดโดยการวิเคราะห์ผ่านความผันแปรของการวัดในสองลักษณะ คือ ค่าความถูกต้อง และความแม่นยำในการวัด
8. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์ และนำเสนอผลงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 แผนงานการดำเนินการวิจัย

ลำดับ	แผนการการดำเนินการ	2546						2547		
		ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1	สำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	▪▪▪▪▪▪▪▪▪▪▶								
2	ศึกษาข้อมูลปัจจุบันของระบบการวัด			▪▪▪▶						
3	กำหนดตารางสำหรับจัดลำดับเครื่องมือและพนักงานที่จะศึกษา				▪▪▪▶					
4	ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลก่อนการปรับปรุง					▪▪▪▶				
5	วิเคราะห์ผลเพื่อกำหนดหัวข้อที่จะปรับปรุง						▪▪▪▶			
6	ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขและประเมินผลการฝึกอบรมและแผนระบบการวัด							▪▪▪▶		
7	สรุปผลการศึกษาก่อนและหลังจากการปรับปรุง								▪▪▪▶	
8	จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์และนำเสนอผลงาน									▪▪▪▶

สัญลักษณ์ ▪▪▪▪▶ = แผนงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา

1. คุณภาพของข้อมูลที่ได้จากการวัดสามารถนำไปวิเคราะห์ร่วมกับการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตได้
2. เป็นการรับประกันคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบให้กับลูกค้า และกระบวนการผลิตลำดับที่ต่อจากกระบวนการซีล ว่ามีความถูกต้องและเชื่อถือได้ ในเรื่องของการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิต
3. มีวิธีการควบคุมกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพากยิ่งขึ้น ที่เนื่องมาจากการลดความผันแปรของกระบวนการที่เกิดขึ้นจากระบบการวัด
4. สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา ในสายการผลิตอื่นๆต่อไปได้

1.7 ทฤษฎีและงานสำรวจวรรณกรรม

1. กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ: การวิเคราะห์ระบบการวัด, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทยญี่ปุ่น) (2542)
   เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดย
   ส่วนที่ 1 จะกล่าวถึงความหมายและแนวคิดในการวิเคราะห์ระบบการวัด ตลอดจนความรู้พื้นฐานทางสถิติในการวิเคราะห์ระบบการวัด ซึ่งเนื้อหาในบทนี้แบ่งออกเป็น 3 บท บทที่ 1 กล่าวถึงความสำคัญของระบบการวัดที่มีต่อระบบการประกันคุณภาพและแนวความคิดโดยรวมเกี่ยวกับความถูกต้องและความแม่นยำของข้อมูลวัดที่มีผลต่อการตัดสินใจ บทที่ 2 กล่าวถึงประเภทของสาเหตุความผันแปรและคุณสมบัติ รวมถึงวิธีการประเมินค่าความผันแปร บทที่ 3 กล่าวถึงความหมายและวิธีการในการตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ระบบการวัด
   ส่วนที่ 2 กล่าวถึงวิธีการวิเคราะห์ ตลอดจนการตีความหมายผลการวิเคราะห์เพื่อการวินิจฉัยสาเหตุความผันแปรสำหรับการลดและกำจัดความผันแปรต่อไป เนื้อหาในส่วนนี้แบ่งออกเป็น 4 บท คือ บทที่ 4 ว่าด้วยความถูกต้องของการวิเคราะห์ระบบการวัด ซึ่งประกอบด้วยคุณสมบัติด้านความเอนเอียง ความมีเสถียรภาพ และคุณสมบัติเชิงเส้นตรง ส่วนในบทที่ 5 และ 6 จะได้กล่าวถึงการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดที่ประกอบด้วย
   รีพีททะบิลิตี้และรีโปรดิวซิบิลิตี้

2. จักษ์กฤต ปฏิเวธธรรม: การประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ระบบการวัดสำหรับสายการ
ผลิต ชิ้นส่วนนักเกิล(2543)
การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่ก่อให้เกิดความผันแปรในระบบการวัดโดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า การวิเคราะห์ระบบการวัด(Measurement System Analysis) จากการศึกษาพบว่า ความผันแปรในระบบการวัดมีผลทำให้ค่าวัดที่วัดได้เบี่ยงเบนไปจากค่าจริงของสิ่งที่ได้รับการวัดเสมอดังสมการ $X = \mu + \varepsilon$ (ค่าที่วัดได้ = ค่าจริง+ค่าความคลาดเคลื่อน)และค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นของระบบการวัด ส่วนมากเกิดจาก การขาดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องมือวัดและวิธีการวัดของพนักงานที่ทำหน้าที่วัด โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวิจัยเครื่องมือวัดที่อยู่ในสายการผลิตนัทเกิล จำนวน 20 รายการ โดยที่การวิเคราะห์ระบบการวัดจะพิจารณาถึง 1. ความถูกต้อง ซึ่งจะพิจารณาในคุณสมบัติ ค่าความเอนเอียง และค่าเสถียรภาพของระบบการวัด 2.ความแม่นยำของระบบการวัด โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน 3. ความสามารถของกระบวนการวัดแบบข้อมูลนับ(Attribute)
จากผลการวิจัยพบว่า ความผันแปรที่เกิดขึ้นกับ เครื่องมือวัดแบบ Variable characteristic มาจากการขาดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องมือวัด และเครื่องมือวัด จึงได้ทำการปรับปรุงและให้ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือวัด และนำเครื่องมือวัดมาทำการสอบเทียบใหม่ทั้งหมด ส่วนเครื่องมือวัดแบบ Attribute characteristic นั้นความผันแปรที่เกิดขึ้นจะมาจากเครื่องมือวัดที่สึกหรอ และความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องมือวัด จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือวัดและฝึกอบรมวิธีการวัดที่ถูกต้องให้กับพนักงาน จากการปรับปรุงดังกล่าวทำให้ค่าความผันแปรในระบบการวัดของแต่ละเครื่องมือวัดมีเปอร์เซ็นต์ลดลงและอยู่ในเกณฑ์ยอมรับตามระบบมาตรฐาน QS9000

3. ชินวุธ สถิรวุฒิพงศ์ : การประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์ระบบการวัดสำหรับเครื่องมือที่ใช้ในอุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ (Implementation of Measurement System Analysis for Equipment Use In The Automotive Parts Assembly) (2543)
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและขนาดของความแปรผันในระบบการวัดภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เป็นอยู่และทำการลดและควบคุมความผันแปรเพื่อปรับปรุงระบบการวัด โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์ความถูกต้อง (Accuracy) และการวิเคราะห์ความแม่นยำ(Precision) โดยเลือกเครื่องมือที่การ

ประเมินจำนวน 22 เครื่องมือ แบ่งเป็นเครื่องมือวัดแบบข้อมูลวัดจำนวน 12 เครื่องมือ และเครื่องมือวัดแบบข้อมูลนับจำนวน 10 เครื่องมือ ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ความถูกต้องประกอบ การวิเคราะห์ความเอนเอียงเพื่อประเมินความถูกต้องในสภาวะปัจจุบัน พบว่าเครื่องมือทุกเครื่องมือมีค่า % เอนเอียง < 10% ซึ่งอยู่ภายใต้เกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐาน QS9000 การประเมินคุณสมบัติเชิงเส้นตรง เป็นการศึกษาเพื่อทำการหาย่านวัดของเครื่องมือที่มีความถูกต้องและเที่ยงตรงที่สุด จากผลการประเมินพบว่าเครื่องมือวัดทั้งหมดไม่สามารถใช้งานได้ตลอดย่านวัดที่ระบุบนเครื่องมือ จึงทำการกำหนดเป็นมาตรฐานการใช้งาน และการประเมินความเสถียรภาพโดยใช้วิธีแผนภูมิควบคุม เป็นการทดลองเพื่อหาระยะเวลาที่เครื่องมือเสื่อมสภาพ จำเป็นต้องได้รับการสอบเทียบใหม่ โดยผลจากการประเมินพบว่าเครื่องมือวัดส่วนใหญ่มีอายุการใช้งานนานกว่าระยะเวลาการสอบเทียบครั้งต่อไป ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ความแม่นยำแบ่งออกเป็น เครื่องมือวัดแบบข้อมูลวัด และเครื่องมือวัดแบบข้อมูลนับ ผลการประเมินพบว่าเครื่องมือวัดแบบข้อมูลวัดที่ใช้ในการประเมิน 12 เครื่องมือ มีค่า %GR&R เกินกว่ามาตรฐานกำหนดทั้งสิ้น โดยมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากพนักงานวัดเป็นหลัก จึงได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามสาเหตุที่ได้วิเคราะห์พร้อมจัดทำคู่มือและมาตรฐานการใช้งานจนระบบการวัดมีที่ GR&R < 10% ส่วนการประเมินความแม่นยำของเครื่องมือวัดแบบข้อมูลนับประกอบด้วยเครื่องมือ 10 เครื่องมือ พบว่าเครื่องมือวัดส่วนใหญ่มีปัญหาด้านความถูกต้องและความสามารถในการวัดซ้ำของพนักงาน จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขและจัดทำคู่มือทำมาตรฐานการตรวจสอบชิ้นงาน จนระบบวัดดังกล่าวมีค่าความสามารถในการวัดซ้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ

4. ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย: การควบคุมคุณภาพสำหรับนักบริหาร และกรณีศึกษา, บริษัเอ็มแอนด์ดี จำกัด(2540)

ตำราเล่มนี้แต่งขึ้นโดยใช้ประกอบการเรียนการสอนเพิ่มเติมทั้งในหลักสูตรปริญญาตรีและปริญญาโทโดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นประโยชน์ต่อนักบริหารอุตสาหกรรม ที่ได้ใช้เวลาพัฒนาอุตสาหกรรมตัวเองแต่ไม่มีเวลาศึกษาความรู้เพิ่มเติม เนื้อหาของหนังสือเล่มนี้จะเน้น คิวซี ในเชิงวิเคราะห์ การวางแผน และการพัฒนาระบบคิวซีในอุตสาหกรรม โดยในบทที่ 2 กล่าวถึงการตรวจสอบและวัดคุณภาพ ซึ่งจะเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับ การวัด ความผิดพลาดในการวัด การควบคุมรักษาเครื่องมือวัด ความผิดพลาดจากการวัดและเทคนิคในการวัด โดยมีตัวอย่างกรณีศึกษาเปรียบเทียบกับโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ในต่างประเทศ

5. ผจงกิจ โสธนะยงกุล: การวิเคราะห์ระบบการวัดสำหรับโรงงานผลิตท่อส่งน้ำมันเข้าหัวฉีดในรถยนต์(2544)

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ถึงความแม่นยำ(Precision) และความเที่ยงตรง(Accuracy) ของระบบการวัดเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงให้เป็นไปตามข้อกำหนดของระบบบริหารคุณภาพ QS9000 ในส่วนของการวิเคราะห์ระบบการวัด โดยมีขอบเขตการศึกษาเฉพาะชิ้นส่วนท่อส่งน้ำมันเข้าหัวฉีดเพียงรายการเดียว โดยเกณฑ์มาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จะเทียบกับค่าคลาดเคลื่อนอนุโลมของชิ้นงาน(Tolerance)สำหรับประเภทจุดตรวจสอบของชิ้นงานนั้น จะทำการศึกษาเฉพาะความแม่นยำในการวัดสำหรับจุดตรวจสอบลักษณะสมบัติเชิงผันแปร และทั้งความแม่นยำและความเที่ยงตรงสำหรับจุดตรวจสอบลักษณะสมบัติเชิงคุณลักษณะ

สำหรับขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ในขั้นแรกจะทำการคัดเลือกชิ้นงานที่จะทำการวิเคราะห์ แล้วทำการศึกษาชิ้นงานนั้นอย่างละเอียด เพื่อวางแผนการทดลองวิเคราะห์ระบบการวัดหลังจากนั้นทำการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง เพื่อระบุสาเหตุของการไม่เป็นไปตามข้อกำหนด และหาวิธีการปรับปรุงแก้ไข โดยจัดทำเป็นมาตรฐานในการตรวจสอบ สุดท้ายทำการทดลองอีกครั้งหนึ่งแล้วสรุปผลงานวิจัย

สำหรับจุดตรวจลักษณะสมบัติเชิงผันแปร 15 จุดตรวจสอบ ผลการวิจัยจากการทดสอบครั้งแรกพบว่า ระดับความแปรปรวนของความแม่นยำในการวัด โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 124.1% ซึ่งเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 30% ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นความสามารถในการทำซ้ำ(Repeatability) ที่ระดับ 56.6% ความสามารถในการทำเหมือน(Reproducibility) 103.8% ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าสาเหตุที่ทำให้ความแม่นยำในการวัดมีค่ามากเกินเกณฑ์ที่กำหนด มาจากประเด็นที่หนึ่ง คือ การขาดมาตรฐานการทำงานที่ถูกต้องและชัดเจนทำให้การวัดของพนักงานมีค่าเฉลี่ยที่ได้แตกต่างกันและมีค่าแปรปรวนสูง ส่วนในประเด็นที่สอง คือ การใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานเพื่อการวัดที่ไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งภายหลังการดำเนินการตามมาตรฐานการแก้ไข และจัดทำเป็นมาตรฐานการวัดชิ้นงาน หลังจากนั้นทำการฝึกอบรมพนักงานให้เกิดความชำนาญในมาตรฐานการวัด ผลการทดลองภายหลังการปรับปรุงพบว่า ค่าความแปรปรวนของความแม่นยำในการวัด โดยเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 21% ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีความสามารถในการทำซ้ำที่ระดับ 18.9% และความสามารถในการทำเหมือนที่ระดับ 6.5%

สำหรับจุดตรวจสอบลักษณะสมบัติเชิงคุณลักษณะ 6 จุดตรวจสอบซึ่งมีเกณฑ์การทดสอบอยู่ที่ระดับความเที่ยงตรงและแม่นยำที่ 100% นั้น พบว่าผลการวิจัยในครั้งแรกพบว่า ผู้วัดสามารถระบุระดับคุณภาพได้อย่างเที่ยงตรงและแม่นยำ 100% ถึง 4 จุด

ตรวจสอบ มีเพียงจุดเดียวเรื่องมุมของหัวท่อเท่านั้นที่มีปัญหาซึ่งเกิดจากวิธีการวัด ไม่สามารถชี้บ่งระดับคุณภาพได้อย่างแน่นอน ซึ่งภายหลังการดำเนินการแก้ไขโดยจัดทำมาตรฐานการวัดที่สามารถทำให้ตัดสินใจระดับคุณภาพได้ง่ายและถูกต้องแล้ว พนักงานสามารถระบุระดับคุณภาพได้อย่างเที่ยงตรงและแม่นยำ 100% จากผลการทดสอบภายหลังการปรับปรุง

6. มณิศรา โรจนนาค: การพัฒนาระบบสารเทศและกระบวนการสอบเทียบสำหรับเครื่องตรวจสอบเครื่องมือวัดและเครื่องทดสอบ(2540)
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการจัดทำวิธีการปฏิบัติงาน มาตรฐานและ ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการสอบเทียบ และพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับเครื่องตรวจสอบ เครื่องมือวัดและเครื่องทดสอบของโรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องยนต์สำหรับรถยนต์ โดยใช้หลักการของมาตรวิทยาทางด้านมิติและระบบมาตรฐานอุตสาหกรรมระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมและการสอบเทียบเครื่องตรวจสอบ เครื่องมือวัด และเครื่องทดสอบเป็นพื้นฐานในการพัฒนา โดยทำการศึกษา R&R ของระบบการวัดในการเลือกเครื่องมือวัดที่มีความแปรปรวนน้อยเพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณลักษณะของชิ้นงาน ร่วมถึงได้จัดทำประวัติและบัญชีรายการเครื่องมือตรวจสอบ เครื่องมือวัด และเครื่องมือทดสอบ ทำให้มีข้อมูลสนับสนุนในการวางแผนความต้องการเครื่องมือวัด ผลจากระบบสารสนเทศและกระบวนการสอบเทียบเครื่องตรวจสอบ เครื่องมือวัดและเครื่องทดสอบที่พัฒนาขึ้นทำให้สามารถปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับมาตรฐานอุตสาหกรรมระหว่างประเทศได้อย่างสะดวก

7. สมภพ ตลับแก้ว : การกำหนดวิธีการควบคุมการแปรผันของระบบการวัดด้วยเทคนิค GRR: โรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Determination of Variation Controlling Method of Measurement System by GRR Techniques: Electronics Product Plant) (2539)
การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดการแปรผันในระบบการวัด โดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า Gage Repeatability and Reproducibility (GRR) เป็นเทคนิคในการวิเคราะห์ จากการศึกษาการแปรผันของระบบการวัดพบว่าการแปรผันของระบบการวัดจะประกอบด้วย การแปรผันเนื่องจากกระบวนการผลิตจริงรวมกับการแปรผันเนื่องจากการวัดดังแสดงแทนได้ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์

$\sigma^2_{OBSERVE} = \sigma^2_{ACTUAL} + \sigma^2_{R\&R}$ และการแปรผันเนื่องจากการวัดจะประกอบด้วยการแปรผันเนื่องจากเครื่องมือวัดและพนักงานดังแสดงได้ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ $\sigma^2_{R\&R} = \sigma^2_{EV} + \sigma^2_{AV}$ โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้วิจัยเครื่องมือวัด 5 ประเภทได้แก่ กล้องไมโครสโคป เครื่องวัดความหนา เครื่องเอ็กซ์เรย์เวอร์เนีย คาลิปเปอร์ และไมโครมิเตอร์ โดยมีหลักเกณฑ์การทดลองดังนี้

1. พนักงานวัดมีจำนวน 3 คน ต่อเครื่องมือวัด 1 เครื่อง
2. ชิ้นงานที่จะนำมาวัดมีจำนวน 8 – 10 ชิ้น ต่อเครื่องมือวัด 1 เครื่อง
3. พนักงานวัด 1 คนทำการวัดซ้ำ 2 ครั้ง

จากผลการวิจัยพบว่า เครื่องมือประเภทที่แสดงผลแบบตัวเลข การแปรผันส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นเนื่องจาก เครื่องมือวัด จึงได้ทำการปรับปรุง การสอบเทียบเครื่องมือวัด วิธีการวัดอย่างถูกต้อง และการใช้งาน ส่วนเครื่องมือวัดประเภทเชิงกล การแปรผันส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับพนักงานวัด จึงได้ทำการปรับปรุง วิธีการทำงาน วิธีการวัดอย่างถูกวิธี จากการปรับปรุงด้วยหลักการดังกล่าวทำให้เปอร์เซนต์การแปรผันของระบบการวัดในแต่ละเครื่องมือวัด มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องและอยู่ในเกณฑ์การยอมรับของทฤษฎี R&R

8. Automotive Industry Action Group (AIAG), Measurement System Analysis (MSA), Third Edition February 2002 หนังสือคู่มือเล่มนี้ถูกพัฒนามาจากคู่มือเล่มก่อนๆที่ถูกเขียนขึ้นมาโดยคณะกรรมการร่วมของบริษัทรถยนต์รายใหญ่ ได้แก่ Chrysler Ford และ General Motors โดยเนื้อหาที่จัดขึ้นมาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพของระบบการวัดกับผู้ผลิตชิ้นส่วนต่างๆโดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า MSA ซึ่งในคู่มือเล่มนี้ได้อธิบายถึงวิธีหรือขั้นตอนเริ่มต้นตั้งแต่การจัดเตรียมจนถึงการประเมินผล รวมทั้งมีการยกตัวอย่างประกอบคำอธิบาย พร้อมกับแบบฟอร์มต่างๆเพื่อใช้ในการศึกษาและกำหนดค่ามาตรฐานสำหรับใช้สำหรับเป็นเกณฑ์ในการประเมินผล บทที่ 1 กล่าวถึงการแนะนำวัตถุประสงค์และคุณลักษณะโดยทั่วไปของระบบการวัด (Measurement System) ความหมายและการใช้มาตรฐานอ้างอิงต่างๆ (National Institute of Standard and Technology) บทที่ 2 กล่าวถึงหลักการทั่วไปของการประเมินระบบการวัด การเลือกและการพัฒนาวิธีการทดสอบ และการเตรียมการสำหรับการศึกษาระบบการวัด การวิเคราะห์ผลลัพธ์ บทที่ 3 ตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ระบบการวัดอย่างง่ายๆ สำหรับการทำ ความเอนเอียง(Bias) คุณสมบัติเชิงเส้นตรง (Linearity) การประเมินผลค่ารีพีททะบิลิตี้และรีโปรดิวซิบิลิตี้ของระบบการวัด(GR&R –

Gage Repeatability and Reproducibility) และความเสถียรภาพ(Stability) บทที่ 4 เป็นตัวอย่างสำหรับระบบการวัดที่มีความซับซ้อนมากขึ้น บทที่ 5 เป็นการอ้างอิงถึงหลักการอื่นๆ ของการศึกษาระบบการวัด เช่นวิธีการทำ Average and Range Method Gage Performance Curve เป็นต้น

9. Curtis D. Johnson: Process Control Instrumentation Technology (1997)

เนื้อหาภายในหนังสือเล่มนี้ มีการกล่าวถึงนิยามของคำที่ใช้ในกระบวนการควบคุม เครื่องมือที่นิยมกล่าวใช้กันเป็นสากล เช่น Error, Accuracy, System Accuracy, Hysteresis and Reproducibility, Resolution และ Linearity เป็นต้น โดยใช้ตัวอย่างที่แสดงวิธีการคำนวณ

10. Dale H. Besterfield: Quality Control Sixth Edition (2001)

เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้อธิบายถึงหลักการเบื้องต้นของการควบคุมคุณภาพ โดยมีวิธีการอธิบายโดยการใช้ ตัวอย่างเชิงการปฏิบัติมาใช้ร่วม ในส่วนของหัวข้อระบบการวัด จะถูกกล่าวไว้ในบทที่ 6 เรื่องการควบคุมเกจ(Gage Control) กล่าวถึงหลักการเบื้องต้นของความคลาดเคลื่อนและความแปรปรวนในระบบการวัด ที่นำเสนอโดยการใช้ Gage R&R (Gage Repeatability and Reproducibility) เริ่มจากการเก็บข้อมูล(Data Collection) วิธีการคำนวณ และวิธีการวิเคราะห์และการประเมินผลจากการคำนวณ

11. Eugene L. Grant: Statistical Quality Control (1964)

กล่าวถึงสถิติสำหรับการควบคุมคุณภาพ หลักการต่างๆ และความสำคัญของการกำหนดวิธีการวัด ความแม่นยำ Reproducibility และความเที่ยงตรงของวิธีการของการวัด รวมถึงความสัมพันธ์ของความแปรปรวนของข้อมูลที่วัดกับความแม่นยำของวิธีการของการวัด พร้อมตัวอย่างสำหรับการคำนวณ

12. Eugene L. Grant, Richard S. Leavenworth: Statistical Quality Control (1996)

ในส่วนที่กล่าวถึงการวัด จะเป็นการอธิบายนิยามของ Precision, Reproducibility และ Accuracy ของวิธีการของการวัด ความสัมพันธ์ของความแปรปรวนของค่าที่วัดได้ กับความแม่นยำของวิธีการวัด โดยใช้ตัวอย่างของการคำนวณ แสดงวิธีการศึกษา Gage

R&R วิธีการคำนวณและคำอธิบาย วิธีการวิเคราะห์และการแนะนำแนวทางในการแก้ไข

13. Harrison M. Wadsworth, JR., Kenneth S. Stephens, and A. Blanton Godfrey: Modern Methods for Quality Control and Improvement (2002)
เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้คล้ายกับเนื้อหาในการจัดตีพิมพ์ในครั้งแรก ที่เน้นสำหรับนิสิตนักศึกษา และผู้ประกอบธุรกิจต่างๆ ที่มีความสนใจในเรื่อง Quality Management หรือ Quality Control โดยในบทที่ 3 จะกล่าวถึงนิยามและชนิดของการวัดที่ได้แก่ Attribute Measurement, Variable Measurement, Weighted Measurement และ Compound Measurement เพื่อให้เข้าใจถึงชนิดของข้อมูลของการวัด ซึ่งจะมีผลยังต่อความสามารถในการวัดได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ของอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ

14. Juran J.M.: Juran's Quality Handbook (1993)
จะกล่าวถึงความคลาดเคลื่อนของระบบการวัดที่มีผลต่อการตัดสินใจ ดังนั้นจึงต้องลดความคลาดเคลื่อนดังกล่าวให้น้อยที่สุด โดยการปรับปรุงหรือพัฒนาระบบการวัด โดยการศึกษาความแม่นยำ และความเที่ยงตรงของการวัด ซึ่งการจำแนกความคลาดเคลื่อนสามารถจำแนกได้ คือ ความแปรผันภายในพนักงาน ความแปรผันระหว่างพนักงาน ความแปรผันของวัสดุ ความแปรผันของเครื่องมือวัด ความแปรผันของวิธีการวัด และความแปรผันระหว่างห้องปฏิบัติการ

15. Lim Teow Ek, Niew Bock Cheng: Quality Management Systems Assessment to ISO9001: 1994 series (1995)
เนื้อหาภายในหนังสือเล่มนี้ เป็นการอธิบายเกี่ยวกับหลักการและวิธีการประเมิน รวมถึงระบบเอกสารต่างๆ สำหรับระบบคุณภาพ ISO9000 (เวอร์ชัน 1994) มีรูปแบบการเขียนเป็นพิเศษสำหรับการอบรมให้เข้าใจถึงข้อกำหนดขของระบบคุณภาพนี้ สำหรับผู้ตรวจประเมินระบบ (Lead Assessor) และผู้ตรวจติดตามคุณภาพภายในขององค์กร (Internal Auditors) และนิสิตนักศึกษาตลอดจนผู้ที่สนใจ ในส่วนของระบบการวัดได้กล่าวถึง Gage R&R และใช้รูปภาพแบบฟอร์มของ Gage R&R และตารางที่อธิบายถึงข้อกำหนดต่างๆที่ผู้ตรวจประเมินระบบจะใช้เป็นแนวทางสำหรับการตัดสินใจเพื่อยอมรับหรือไม่ยอมรับ ตามที่ข้อกำหนดได้ระบุไว้

16. Michael L. George: Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed (2002)

หนังสือเล่มนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อแสดงถึงโครงสร้างพื้นฐานของระบบ Six Sigma ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการปรับปรุงภายใต้การดำเนินงานหรือวิธีการของ Six Sigma โดยอธิบายด้วยตัวอย่างเชิงปฏิบัติและรูปภาพประกอบเพื่อใช้ประกอบคำอธิบาย สำหรับหัวเรื่องระบบการวัดจะถูกกล่าวถึงอยู่ภายในหัวเรื่องของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผล เป็นการนำ Gage R&R โดยกล่าวถึงความสำคัญและความหมายของ Gage R&R ความหมายของ Repeatability และ Reproducibility ความสำคัญและการตีความของผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ Gage R&R และวิธีการกำจัดความแปรปรวนของระบบการวัด

17. Peter S. Pande, Robert P. Neuman, and Roland R. Cavanaugh: The Six Sigma Way Team Fieldbook (2002)

เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้ได้มีการอธิบายถึงระบบการวัด โดยเริ่มตั้งแต่วิธีการเก็บข้อมูล รวมถึงวิธีการทำตารางเก็บข้อมูล(Create Data and Collection Forms) ขั้นตอนและวิธีการเมื่อเริ่มกระบวนการวัด การทบทวนข้อมูล และความแปรปรวนของการวัด ได้แก่ Accuracy Repeatability Reproducibility และ Stability

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย