

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และเทคนิคทางสถิติที่ได้นำมาใช้เพื่อการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตการจัดการเพื่อป้องกันปัญหาและพิจารณาแผนการสุ่มตรวจเพื่อกำหนดระดับคุณภาพที่เหมาะสม ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

2.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ

ในกระบวนการผลิตไม่มีผลิตภัณฑ์ใดที่จะเหมือนกันทุกประการ เป็นไปตามธรรมชาติที่ว่ามีความผันแปรเกิดขึ้น ความผันแปรนั้นอาจจะใหญ่และมองเห็นได้ชัดหรืออาจจะเล็กมากจนแทบไม่เห็นความแตกต่าง ถ้าพิจารณาให้ละเอียดก็จะพบความแตกต่างนั้น เราอาจพิจารณาถึงสาเหตุของความผันแปรได้ 2 ลักษณะคือ ความผันแปรจากสาเหตุในธรรมชาติ (COMMON CAUSE) และสาเหตุจากสิ่งผิดปกติ (SPECIAL CAUSE)

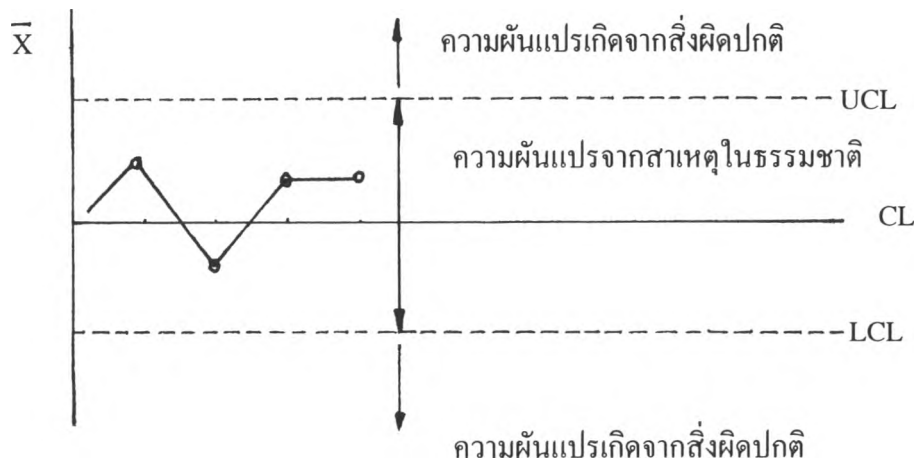
ความผันแปรจากสาเหตุในธรรมชาติ นั้นยากต่อการควบคุมเป็นสาเหตุโดยส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดความแตกต่างโดยมีสาเหตุมาจากผลของการตัดสินใจของฝ่ายบริหารในระบบคุณภาพ เช่น จิตจำกัดของความสามารถของเครื่องจักร ความแม่นยำของการวัด เป็นต้น สาเหตุจากสิ่งผิดปกติ สามารถพิจารณาแก้ไข หรือควบคุมได้ เป็นสาเหตุที่เกิดขึ้นเป็นบางครั้งและทำให้เกิดความแตกต่าง หรือความผันแปรในผลหรือผลิตภัณฑ์ เช่นการปรับแต่งเครื่องจักรไม่ถูกต้อง การทำงานผิดวิธี เป็นต้น เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นความผันแปรของข้อมูลที่เกิดขึ้น ในแนวโน้มนัยสู่ศูนย์กลางและการกระจายข้อมูลว่าเป็นอย่างไร จึงได้มีการสร้างแผนภูมิควบคุมขึ้นเพื่อสะดวกและง่ายต่อการวิเคราะห์ข้อมูล แผนภูมิควบคุมอาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ แผนภูมิควบคุมเชิงผันแปร และแผนภูมิควบคุมเชิงคุณภาพ

ก. แผนภูมิควบคุมเชิงผันแปร (ข้อมูลตรวจวัด)

ใช้สำหรับควบคุมคุณภาพในลักษณะข้อมูลที่ได้จากการวัด เช่น น้ำหนัก ความกว้างยาว หรือปริมาตร เป็นต้น แผนภูมิควบคุมที่ใช้สำหรับข้อมูลเชิงผันแปรได้แก่ แผนภูมิควบคุม \bar{X} -R , \bar{X} -S ใช้ควบคุมแนวโน้มสู่ศูนย์กลางและการกระจายของข้อมูล

ข. แผนภูมิควบคุมเชิงคุณภาพ (ข้อมูลตรวจนับ)

ใช้สำหรับควบคุมคุณภาพในลักษณะข้อมูลที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ หากแต่นับจำนวนได้ เช่น ของเสีย ตำหนิ ข้อบกพร่องต่างๆ บนชิ้นงาน เป็นต้น แผนภูมิควบคุมเชิงคุณภาพได้แก่ แผนภูมิควบคุม C , U ใช้ควบคุมจำนวนตำหนิบนชิ้นงาน การใช้แผนภูมิควบคุมต่างๆ ก็เพื่อใช้ควบคุมความผันแปรที่เกิดจากสิ่งผิดปกติ (SPECIAL CAUSE) หรือเพื่ออธิบายแนวโน้มของกระบวนการผลิตจากข้อมูลที่ผ่านมา



รูปที่ 2.1 แสดงขอบเขตความผันแปรในแผนภูมิควบคุมคุณภาพ

2.1.1 แผนภูมิควบคุม \bar{X} -R และขั้นตอนการสร้างแผนภูมิ

แผนภูมิควบคุมที่นำมาใช้ในโรงงานตัวอย่าง ใช้ควบคุมข้อมูลแบบเชิงผันแปรเพื่อควบคุมพารามิเตอร์ที่สำคัญของชิ้นงานผลิต แผนภูมิควบคุมที่ใช้เป็นแบบ \bar{X} - R มีขั้นตอนในการจัดทำดังนี้

1. การเก็บข้อมูลโดยทั่วไปต้องเก็บมากกว่า 100 ค่า และควรจะเป็นข้อมูลที่ได้ในขณะที่ เครื่องจักรทำงาน และไม่มีการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนใดๆ ของเครื่องจักร

2. จัดข้อมูลเป็นกลุ่ม กลุ่มเหล่านี้อาจจะจัดโดยอาศัยลำดับการวัดหรือลำดับของรุ่นก็ได้ ตัวอย่างเช่น กลุ่มที่ 1 เป็นข้อมูลในวันจันทร์ กลุ่มที่ 2 เป็นข้อมูลในวันอังคาร เป็นต้น ในกลุ่มหนึ่งๆ ต้องมีข้อมูลเท่ากัน อาจมีตั้งแต่ 2 ถึง 5 ข้อมูลก็ได้ การแบ่งกลุ่มต่างๆ ควรจะจัดดังนี้

ก. ข้อมูลแต่ละกลุ่มควรเป็นข้อมูลที่ได้จากสภาพทางเทคนิคอันเดียวกัน เช่น วิธีการผลิตและเครื่องจักรเดียวกัน

ข. แต่ละกลุ่มต้องไม่รวมข้อมูลที่มีคุณภาพ หรือลักษณะแตกต่างกันเพราะฉะนั้นโดยทั่วไป ควรจัดข้อมูลเป็นกลุ่มตามวัน เวลา รุ่น เป็นต้น จำนวนข้อมูลในแต่ละกลุ่มเป็นขนาดย่อยอันหนึ่งใช้สัญลักษณ์ "n" และจำนวนกลุ่มทั้งหมดใช้สัญลักษณ์ "k"

3. บันทึกข้อมูลบนแผ่นข้อมูลจะออกแบบเพื่อให้การคำนวณค่าของ \bar{X} และ R ในแต่ละกลุ่มย่อยง่ายขึ้น

4. หาค่าเฉลี่ยข้อมูล \bar{X} ใช้สูตร $\bar{X} = (X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n) / n$

5. หาค่าพิสัย R ใช้สูตร คำนวณค่าพิสัย R ในแต่ละกลุ่ม

$$R = X (\text{ค่ามากที่สุด}) - X (\text{ค่าน้อยที่สุด})$$

6. หาค่าเฉลี่ยทั้งหมด $\bar{\bar{X}}$ โดยรวมค่าเฉลี่ย \bar{X} ในแต่ละกลุ่มแล้วหารด้วยจำนวนกลุ่มทั้งหมด (k)

$$\bar{\bar{X}} = (\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \bar{X}_3 + \dots + \bar{X}_k) / k$$

7. หาค่าเฉลี่ยของพิสัย โดยรวมค่า R ในแต่ละกลุ่มทั้งหมดแล้วหารด้วยจำนวนกลุ่ม k ดังนี้

$$\bar{R} = (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_k) / k$$

8. คำนวณเส้นพิกต์ควบคุมโดยใช้สูตรต่อไปนี้สำหรับแผนภูมิ \bar{X} และ R ค่าสัมประสิทธิ์ของ A2 , D4 , D3 หาได้จากตารางด้านล่าง

n	A2	D4	D3
2	1.880	3.267	-
3	1.023	2.575	-
4	0.729	2.282	-
5	0.577	2.115	-
6	0.483	2.004	-
7	0.419	1.924	0.076
8	0.373	1.864	0.136
9	0.337	1.816	0.184
10	0.308	1.777	0.223

ตารางที่ 2.1 สัมประสิทธิ์ของพิกต์ควบคุม

* อ่างอิง เสรี ยูนิพันธ์ , จรูญ มหิตาฟองกุล , คำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย (2528)

เทคนิคการควบคุมคุณภาพ

แผนภูมิควบคุม	\bar{X} ; เส้นกึ่งกลาง	CL	=	$\bar{\bar{X}}$
	เส้นพิกต์ควบคุมสูง	UCL	=	$\bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$
	เส้นพิกต์ควบคุมต่ำ	LCL	=	$\bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$
แผนภูมิควบคุม	R ; เส้นกึ่งกลาง	CL	=	$\bar{\bar{R}}$
	เส้นพิกต์ควบคุมสูง	UCL	=	$D_4 \bar{R}$
	เส้นพิกต์ควบคุมต่ำ	LCL	=	$D_3 \bar{R}$

Variable Control Chart X & R (Average & Range)													Figure																					
Part Name						Operation						Sample Size						Unit of Measurement																
Specification USL = _____ SL = _____ LSL = _____						Parameter						Department																						
						Machine						Gage																						
วันที่ (Date)						7 00	8 00	9 00	10 00	11 00	12 00	13 00	14 00	15 00	16 00	17 00	18 00	19 00	20 00	21 00	22 00	23 00	24 00	1 00	2 00	3 00	4 00	5 00	6 00					
เวลา (Time)																																		
ชื่อ (Operator)																																		
กะ (Shift)																																		
Samples						1																												
						2																												
						3																												
						4																												
						5																												
Sum																																		
X-bar																																		
Range																																		
UCLx = _____																			CLx̄ = _____						LCLx = _____									

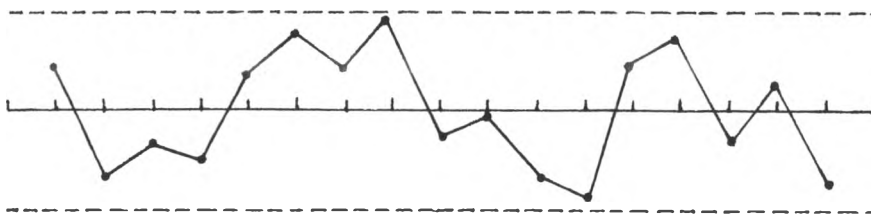
X-bar																													
UCLr = _____																									CLR = _____		LCLR = _____		

R																												

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างรูปแบบแผนภูมิควบคุม X bar - R

2.1.2 การอ่านความหมายเส้นกราฟบนแผนภูมิควบคุม

วงจรหรือวัฏจักร (Recurring Cycles)



รูปที่ 2.2 เส้นกราฟแสดงข้อมูลในลักษณะวงจรหรือวัฏจักร

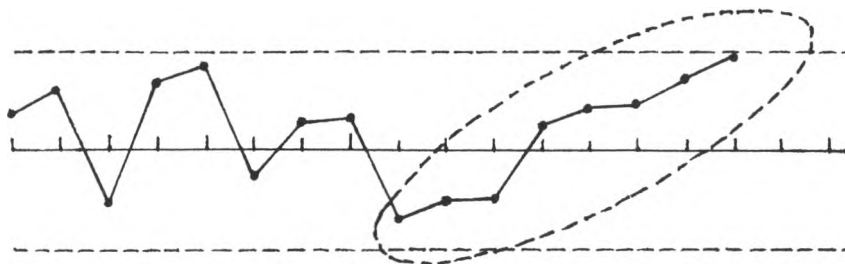
สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ \bar{X} Chart

1. สภาพแวดล้อม, อุณหภูมิเปลี่ยนแปลง
ไปมาเป็นวัฏจักร
2. ความล้าของพนักงาน
3. ใช้เครื่องมือวัดหรือทดสอบซึ่งแตกต่างกันและใช้เรียงตามลำดับ
4. การหมุนเวียนตามปกติของเครื่องจักรหรือพนักงาน
5. กระบวนการหรือชิ้นส่วนหลายอย่างมารวมกัน

สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ R Chart

1. ผลจากการบำรุงรักษาป้องกันตามกำหนดเวลา
2. ความล้าของพนักงาน
3. เครื่องมือสึกหรอ

แนวโน้ม (Trend)



รูปที่ 2.3 เส้นกราฟแสดงในลักษณะแบบแนวโน้ม

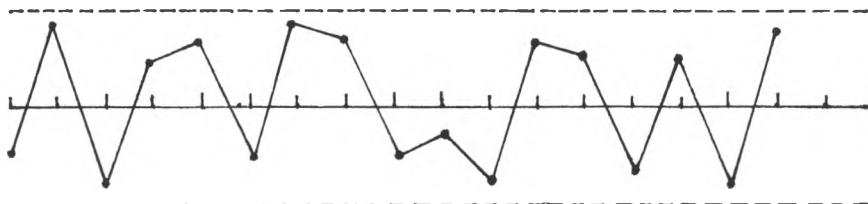
สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ \bar{X} Chart

1. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตเกิดการสึกหรอ หรือชำรุดไปทีละน้อยๆ
2. สภาพแวดล้อมในการผลิต เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ฯลฯ มีการเปลี่ยนแปลงระดับไปทีละน้อยอย่างสม่ำเสมอ
3. ความล้าของพนักงานผลิต
4. เกิดจากความเหน็ดในขบวนการทางเคมี

สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ R Chart

1. พนักงานมีทักษะในการทำงานเพิ่มขึ้น (อาจเกิดจากการฝึกอบรม)
2. ความล้าของพนักงาน ความไม่ตั้งใจทำงานหรืออื่นๆ
3. มีการปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ทีละน้อยๆ เพื่อให้มีคุณภาพเหมือนกันทั้งหมด

แสดงประชากร 2 ชุด (Two Populations)



รูปที่ 2.4 เส้นกราฟแสดงประชากร 2 กลุ่ม

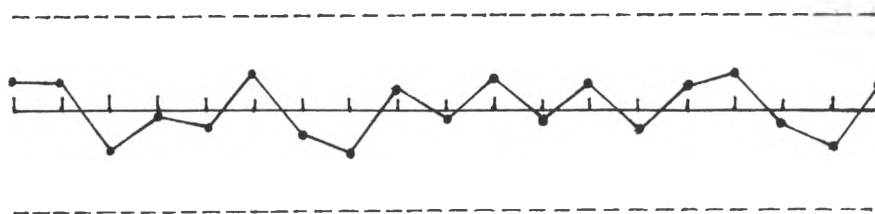
สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ \bar{X} Chart

1. คุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ในแต่ละล็อต (Lot) มีความแตกต่างกันมากเกินไป
2. ข้อมูลจากการผลิตด้วยเครื่องจักร ตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป
3. วิธีการ อุปกรณ์ในการทดสอบ การวัดมีความแตกต่างกันมากเกินไป
4. จงใจผลิตให้ได้คุณภาพตาม SPEC ทางด้านสูง
5. มีความคลาดเคลื่อนในระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติ

สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ R Chart

1. มีการนำข้อมูลที่ได้จากการผลิตด้วยพนักงานหลายคนมาควบคุมบนแผนภูมิควบคุมเดียวกัน

ข้อมูลเป็นกลุ่มหรือไม่มีการกระจาย (Stratification or Lack of Variability)



รูปที่ 2.5 เส้นกราฟแสดงข้อมูลเป็นกลุ่ม

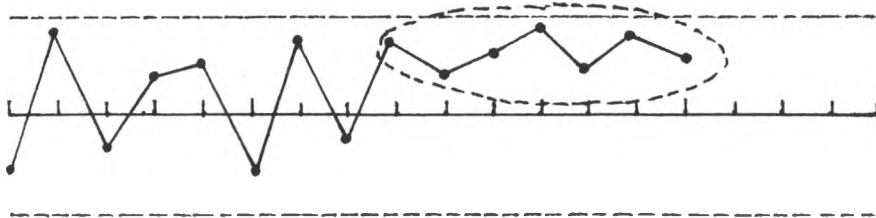
สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ \bar{X} Chart

1. คำนวณหาเส้นพิคตควบคุมผิด ควรทำการตรวจสอบดูใหม่

สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ R Chart

1. มีการรวบรวมข้อมูลในแต่ละกลุ่มย่อยผิดพลาดไปหรือเก็บข้อมูลมาจากประชากรคนละชุดที่มีความแตกต่างกันมากเกินไป

การเปลี่ยนแปลงระดับคุณภาพ (Runs or Jump level or Shift)



รูปที่ 2.6 เส้นกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงระดับคุณภาพ

สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ \bar{X} Chart

1. มีการเปลี่ยนแปลงในการติดตั้งกระบวนการใหม่
2. ใช้พนักงานใหม่หรือขาดประสบการณ์
3. ใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพแตกต่างกัน หรือใช้วัตถุดิบคนละแหล่ง
4. ใช้เครื่องจักรใหม่ หรือมีการปรับแต่งเครื่องจักรเดิม
5. มีการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์หรือวิธีการตรวจสอบคุณภาพ
6. ชิ้นส่วนบางตัว (ที่ไม่สำคัญนัก) ของเครื่องจักรหลวมชำรุดหรือสึกหรอ

สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ R Chart

1. พนักงานขาดประสบการณ์หรือเปลี่ยนพนักงาน
2. เปลี่ยนวัตถุดิบใหม่
3. เปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่

การประเมินดัชนี C_p , C_{pk}

C_p = ค่าความผันแปรที่ยอมให้เกิดขึ้น / ค่าความผันแปรที่เกิดขึ้นจริง

$$C_p = (USL - LSL) / 6\sigma$$

USL = Upper Spec. Limit

LSL = Lower Spec. Limit

6σ = Capability (บางครั้งอาจใช้ที่ค่า 5.15σ)

$Cpu = (USL - \bar{X}) / 3\sigma$, $Cpl = (\bar{X} - LSL) / 3\sigma$

$Cpk = \text{Min} (Cpu , Cpl)$; Process Capability

2.2 ศึกษาความสามารถในการวัด (Repeatability and Reproducibility Study)

R&R (Repeatability and Reproducibility Study) เป็นการศึกษาการวิเคราะห์ความผันแปรจากการวัดที่เกิดจากเครื่องมือวัด (Repeatability) และตัวพนักงานวัด (Reproducibility) ในกระบวนการผลิตจะมีความผันแปรเกิดขึ้น 2 ส่วนคือ ความผันแปรจากกระบวนการผลิตเอง และความผันแปรจากการวัด R&R Study จะเกี่ยวข้องกับความผันแปร ซึ่งเกิดจากการวัดได้แก่

- ก. ความผันแปรในเครื่องมือวัด (Gage)
- ข. ความผันแปรระหว่างพนักงานวัด (Operators)
- ค. ความผันแปรภายในชิ้นงาน (Within the sample)

ความผันแปรของข้อมูลจากการวัดซึ่งเกิดจากเครื่องมือวัด สามารถจัดแบ่งออกเป็นส่วนประกอบเพื่อการพิจารณาถึงความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือวัด ดังนี้

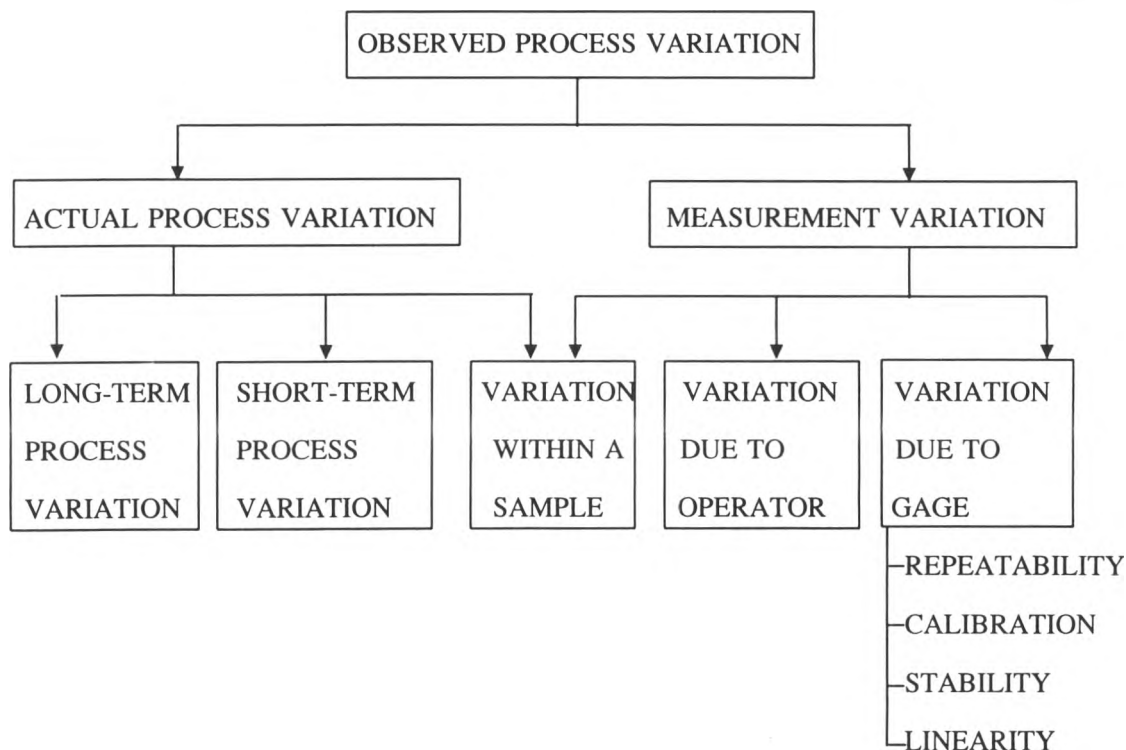
1. CALIBRATION จะพิจารณาถึงความแม่นยำของเครื่องมือวัด มีการปรับเทียบการวัดให้ถูกต้องและเหมาะสม ในการใช้งานเครื่องมือวัดต่างๆควรต้องแน่ใจว่าเครื่องมือวัดนั้นได้ผ่านการปรับเทียบกับตัวอย่างมาตรฐานแล้ว ตามระยะเวลาที่กำหนดในการปรับเทียบแต่ละครั้ง กรณีที่ข้อมูลจากการวัดมีค่าเฉลี่ยออกห่างจากเป้าหมาย ควรที่จะมีการพิจารณาการปรับเทียบการวัดใหม่ ก่อนที่จะด่วนสรุปว่าชิ้นงานวัดมีปัญหา

2. STABILITY จะพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงในตัวเครื่องมือวัดมีความคงที่อย่างไร

3. REPEATABILITY จะพิจารณาความสามารถในการวัดซ้ำของเครื่องมือวัด

4. LINEARITY จะพิจารณา ความแม่นยำของเครื่องมือวัดในการวัดที่ค่าต่ำและสูงของหน่วยวัด

POSSIBLE SOURCES OF PROCESS VARIATION



รูปที่ 2.7 ชนิดและแหล่งของความผันแปร

* อ้างอิง Larry B. Barrentine (1991) Concepts for R&R study

ขั้นตอนการศึกษา Gage R&R Study

1. ปรับเทียบการวัด เครื่องมือวัดกับตัวอย่างมาตรฐาน (CALIBRATION)
2. ให้พนักงานคนแรก สุ่มตรวจวัดชิ้นงานตัวอย่าง อย่างน้อย 10 ชิ้น
3. ให้พนักงานคนที่สอง สุ่มตรวจวัดชิ้นงานตัวอย่างนั้นๆ เช่นกัน
4. ปฏิบัติต่อเนื่องจนกระทั่งพนักงานวัด ทำการวัดชิ้นงานตัวอย่างจนครบในครั้งแรก
5. ทำซ้ำข้อ 2 - 4 ในการวัดซ้ำครั้งที่สองจะต้องไม่ให้พนักงานวัดทราบค่าการวัดในครั้งแรก

แรก

6. ใช้แบบฟอร์มหรือโปรแกรมทางสถิติคำนวณหาค่า % R&R
7. วิเคราะห์ผลและปรับปรุงให้ดีขึ้น

Repeatability and Reproducibility Report

Part No & Name _____ Device Name _____ Date _____
 Characteristic _____ Device No _____ Performed by _____
 Specification _____ Device Type _____

Operators	A				B				C				D			
Samples	1st trial	2nd trial	3rd trial	Range	1st trial	2nd trial	3rd trial	Range	1st trial	2nd trial	3rd trial	Range	1st trial	2nd trial	3rd trial	Range
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
Total																
	Sum			Ra	Sum			Rb	Sum			Rc	Sum			Rd
	Xa				Xb				Xc				Xd			

Ra	#Trials	D4	(R)	(D4 = UCL *)	Max X
Rb	2	3.27	()	x () =	Min X
Rc	3	2.58			X diff
Rd	4	2.28			
Sum					
R					

* Limit of individual R's Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Either a.) repeat these readings, using the same operator and unit as originally used, or b.) discard value and re-average and recompute R and the limiting value UCLR from the remaining observations.

Measurement Unit Analysis *

Repeatability - Equipment Variation (E.V)**

$$E.V = (\bar{R}) \times K1$$

Trials: 2, 3, 4
K1: 4.56, 3.05, 2.50

$$E.V = () \times () = ()$$

σ E.V = E.V / 5.15 = ()

% Tolerance Analysis

$$\% E.V = 100 [(E.V) / (Tolerance)]$$

$$= 100 \times () / () = ()$$

Reproducibility - Appraiser Variation (A.V)**

$$A.V = \sqrt{\frac{(Xdiff \times K2)^2 - [(E.V)^2(n,r)]}{() - [() / ()]}}$$

Trials: 2, 3, 4
K2: 3.65, 2.70, 2.30

n = number of parts = ()
r = number of trials = ()

$$\sigma A.V = A.V / 5.15 = ()$$

$$\% A.V = 100 [(A.V) / (Tolerance)]$$

$$= 100 \times () / () = ()$$

Repeatability & Reproducibility (R&R)

$$R \& R = \sqrt{(E.V)^2 + (A.V)^2}$$

$$= \sqrt{()^2 + ()^2} = ()$$

$$\sigma R \& R = R \& R / 5.15$$

$$= () / 5.15 = ()$$

$$\% R \& R = 100 [(R \& R) / (Tolerance)]$$

$$= 100 \times () / () = ()$$

* E.V and A.V are based upon predicting 5.15 (99% of the area under the normal distribution curve.)
 **The K1, factors are only appropriate if (#operators) x (#samples) is greater than 15. If not, refer to table on back of this form.
 ***If a negative value is calculated under the square root sign, or if there is only one operator, then A.V = 0

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างตารางการใช้และคำนวณหา % R&R

* อ้างอิง Larry B. Barrentine (1991) Concepts for R&R study

“REPEATABILITY” อาจมีชื่อเรียกอีกอย่างว่า “EQUIPMENT VARIATION (E.V)” เป็นการ
หาลักษณะการกระจายของข้อมูลขณะทำการวัดซ้ำ บนชิ้นงานเดิม ด้วยพนักงานวัดคนเดียว

$$\sigma_{ev} = \bar{R} / d_2$$

$$E.V = 5.15 \bar{R} / d_2$$

$$E.V = k_1 \cdot \bar{R} \quad ; k_1 = 5.15 / d_2$$

$$\% E.V = E.V (100) / TOLERANCE$$

วัดซ้ำ (ครั้ง)	k1 FACTOR
2	4.56
3	3.05
4	2.50

กรณีนี้จำนวนพนักงานคุณภาพจำนวนตัวอย่างชิ้นงานต้องมากกว่า 16 จึงสามารถใช้ค่าคงที่ d2

“REPRODUCIBILITY” หรือ “APPRAISER VARIATION (A.V)” สามารถทำการคำนวณหาค่า
ได้ดังนี้

$$\sigma_{operator\ average} = R / d_2 = \bar{X\ diff} / d_2$$

เนื่องจากจำนวนน้อยของความแตกต่างจะใช้ค่า d2* แทน d2

$$\text{ดังนั้น } \sigma_{operator\ average} = \bar{X\ diff} / d_2^*$$

$$5.15 \sigma_{operator\ average} = 5.15 \bar{X\ diff} / d_2^* \quad ; k_2 = 5.15 / d_2^*$$

$$= k_2 \cdot \bar{X\ diff}$$

OPERATORS	k2 FACTOR
2	3.65
3	2.70
4	2.30

$$A.V = \sqrt{(\bar{X\ diff} \cdot k_2)^2 - (E.V)^2} / n.r \quad ; n = \text{จำนวนตัวอย่าง}$$

$$\% A.V = 100 (A.V / TOLERANCE) \quad r = \text{จำนวนวัดซ้ำ}$$

$$\% R\&R = 100 (R\&R) / TOLERANCE \quad ; R\&R = \sqrt{E.V^2 + A.V^2}$$

$$\sigma_{R\&R} = R\&R / 5.15$$

2.3 FAILURE MODES & EFFECTS ANALYSIS (FMEA)

FMEA เป็นกระบวนการหรือขั้นตอนประเมินการออกแบบอย่างมีระบบในการป้องกันปัญหาที่มีโอกาสเกิดขึ้น โดยมีลักษณะทั่วไป คือ

- ก. ระบุและประเมินผลของปัญหาและสาเหตุที่มีโอกาสเกิดขึ้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับการออกแบบ หรือ การผลิตของผลิตภัณฑ์ใหม่หรือผลิตภัณฑ์ที่มีการเปลี่ยนแปลง
- ข. ระบุการแก้ไขเพื่อกำจัดหรือลดโอกาสของการเกิดปัญหานั้นๆ
- ค. จัดทำเป็นเอกสาร

FAILURE MODES อาจเป็นข้อบกพร่องจากการออกแบบ ผลิตภัณฑ์ไม่ได้มาตรฐาน หรือ การเปลี่ยนแปลงในผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการทำงาน หรือคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ชนิดของข้อบกพร่อง (FAILURE MODES) อาจพิจารณาได้ดังนี้

- ก. ข้อบกพร่องในด้านการทำงานตามคุณสมบัติหรือหน้าที่
- ข. บางสิ่งเกิดขึ้น แต่ไม่คาดหวัง หรือไม่ต้องการให้เกิดขึ้น
- ค. ประยุกต์ใช้งานผิดลักษณะ

2.3.1 ความเป็นมาเกี่ยวกับการใช้ FMEA

FMEA เริ่มเกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1950 และเป็นรูปร่างเบื้องต้นในลักษณะเทคนิค การวิเคราะห์ข้อบกพร่องใช้ในโครงการด้านอวกาศของสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1960 ต่อมาในปี ค.ศ. 1972 , North American Automotive Operations บริษัท Ford Motor ได้พัฒนา Reliability training program ซึ่งได้นำเทคนิค FMEA มาใช้ด้วย ตั้งแต่นั้นมาก็มีการใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆ องค์ประกอบสำคัญซึ่งส่งผลต่อการแพร่กระจายการใช้ FMEA ได้แก่

1. ความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในเทคโนโลยี ซึ่งผลักดันอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ ให้มีการพัฒนาเพื่อการแข่งขัน
2. ผลิตภัณฑ์ในตลาดมีการเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้นซึ่งการออกแบบเพื่อปรับปรุงและการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ก่อนออกสู่ตลาดจะต้องรวดเร็วเหมาะสมทันต่อความต้องการ
3. คุณภาพและความเชื่อถือได้ ของผลิตภัณฑ์ มีบทบาทมากต่อการแข่งขันในธุรกิจ

4. ในบางโรงงานผลิตต้องการความเชื่อมั่นในคุณภาพวัสดุนำเข้า อาจบังคับให้โรงงานผลิตย่อย (Subcontractors and Suppliers) ประยุกต์ใช้ FMEA

2.3.2 ชนิดของ FMEA

การประยุกต์ใช้ FMEA ในอุตสาหกรรม สามารถพิจารณาใช้ตั้งแต่การออกแบบผลิตภัณฑ์ การเตรียมการผลิต หรือการออกแบบกระบวนการผลิต เพื่อที่ว่าจะสามารถป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้น มีการประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นและพยายามทำการแก้ไขหรือป้องกันเพื่อลดโอกาสของปัญหาที่จะเกิดขึ้น จัดทำในรูปเอกสารเพื่อการยึดถือและปฏิบัติต่อไป ชนิดของ FMEA อาจแบ่งได้ดังนี้

1. Design FMEA : มุ่งเน้นการวิเคราะห์เพื่อป้องกันปัญหาหรือข้อบกพร่องเกี่ยวกับการออกแบบไม่ว่าจะเป็นด้านระบบหรือชิ้นงานส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ระหว่างการออกแบบ

2. Process FMEA : เป็นการวิเคราะห์เพื่อป้องกันปัญหา จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการผลิต ขั้นตอน สถานีงาน พนักงาน อุปกรณ์เครื่องจักร เครื่องมือวัด วิธีการ การบำรุงรักษาต่างๆ เป็นต้น

3. Product FMEA : มุ่งพิจารณา 2 ด้านคือ ข้อบกพร่อง (Potential Failure Modes) ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงด้านวิศวกรรมต่อผลิตภัณฑ์ และพิจารณาแหล่งต่างๆ ที่เป็นที่มาของข้อบกพร่อง

4. Transfer FMEA : จะมุ่งเน้นเฉพาะเกี่ยวกับการย้ายการผลิตไปยังที่ใหม่

ในที่นี้จะพิจารณาการใช้เกี่ยวกับPROCESS FMEA ซึ่งเป็นเครื่องมือ หรือเทคนิคที่ช่วยในการวิเคราะห์เพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยประเมินถึงโอกาสและผลกระทบต่อลูกค้า รูปแบบของ PROCESS FMEA แสดงในตารางที่ 2.4 ซึ่งอธิบายแต่ละหัวข้อที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หัวเรื่อง (Title block) ประกอบด้วย
 - ชื่อผลิตภัณฑ์ (Product)
 - หมายเลขเอกสาร FMEA
 - ชื่อกระบวนการผลิตหรือสถานีงาน (Process/Operation)

- หมายเลขหรือแผนงานอ้างอิง (Planning Reference)
- วันที่ออกหรือแก้ไขเอกสาร (Date)
- ลำดับการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลง (Revision)

2. PROCESS DESCRIPTION / FUNCTION

- ใส่ชื่อกระบวนการผลิตหรือสถานีงาน
- ใส่หน้าที่ของกระบวนการผลิตในขั้นตอนนั้น
- อธิบายหน้าที่อย่างรวบรัดด้วยการรวมผลที่ได้ ข้อมูล ขั้นตอน การตรวจสอบ การ

ตัดสินใจ

3. POTENTIAL FAILURE MODE

- ปัญหาหรือข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์
- ที่จุดนี้ยังไม่ระบุสาเหตุของปัญหา
- ชนิดของปัญหาและข้อบกพร่องในผลิตภัณฑ์ได้แก่

BENT	CRACKED	TIGHT/LOOSE
MISSING	GROUNDING	MISALIGNED
BROKEN	HOLE MISSING	TEST FAILURE
COTAMINATION	COMPONENT MISSING	etc.

4. POTENTIAL EFFECT (S) OF FAILURE

Local effects : ผลกระทบบนชิ้นงานผลิตหรือประกอบ ขณะกำลังผลิต

Next higher level effects : ผลกระทบส่งผลต่อสถานีหน่วยงานต่อไป

End user effects : ผลกระทบเกิดขึ้นที่ผู้ใช้

- อธิบายผลกระทบแต่ละระดับที่จะเกิดขึ้น

5. SEVERITY OF THE EFFECT

- ประเมินผลความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้น
- รายละเอียดการประเมินผลความรุนแรงแสดงในตารางที่ 2.5

6. POTENTIAL CAUSE(S) OF FAILURE

- ระบุสาเหตุของปัญหาซึ่งสามารถควบคุมหรือแก้ไขได้
- เมื่อพิจารณาสาเหตุ ควรพิจารณาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ

ก. พนักงาน : ในเรื่องของการทำงานผิดพลาดหรือบกพร่อง ซึ่งมีสาเหตุมาจาก
ขาดการฝึกอบรม ทักษะ ความตั้งใจ หรือมีความเมื่อยล้า

ข. การปรับแต่งค่า (Set up) การปรับแต่งค่าที่ไม่คงที่แน่นอนจะมีผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพ

ค. เครื่องจักรรวมถึงเครื่องมือต่างๆ : ที่ขาดการบำรุงรักษาหรือดูแลที่ถูกต้อง

ง. วิธีการ : วิธีการใช้ไม่ได้กับการทำงานที่มีพนักงานหลากหลาย

- ชนิดของสาเหตุของปัญหาได้แก่ การขนย้ายไม่เหมาะสม การปรับแต่งค่าเครื่องมือไม่ถูกต้อง เครื่องมือสึกหรอ ภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ไม่เหมาะสม เป็นต้น

7. OCCURRENCE

- มีความเป็นไปได้ที่สาเหตุที่ระบุ จะส่งผลต่อการเกิดปัญหาและข้อบกพร่อง
- ตัวเลขที่ถูกจัดสรรจะกำหนดโดยโอกาสความน่าจะเป็นที่จะเกิดปัญหา
- ถ้าในกระบวนการผลิตมีการใช้ SPC (Statistical Process Control) ข้อมูลทางด้านสถิติอาจถูกนำมาใช้พิจารณา นอกเหนือจากคำอธิบายในตารางที่ 2.6

- เมื่อไรที่ข้อมูลเกี่ยวกับ ความสามารถในการผลิต (Process Capability) ถูกนำมาใช้ประมาณการเกี่ยวกับการเกิดปัญหา การพิจารณาสาเหตุของปัญหาจะอ้างถึงกรณีที่ข้อมูลอยู่นอกขอบเขตควบคุม

8. CURRENT CONTROLS

- อธิบายเกี่ยวกับการควบคุมในปัจจุบันเพื่อการป้องกันหรือการตรวจพบปัญหา
- การควบคุมอาจถูกพิจารณา เพื่อการป้องกันในขั้นตอนก่อนเริ่มต้นการผลิต
- เหล่านี้อาจรวมถึง การตรวจสอบ ทดสอบ ที่หน่วยงานผลิต
- การควบคุมอาจรวมถึง Proces control (SPC), Process Capability studies, Gage R&R studies, Tolerance build-up studies, Product audit, Designed experiments, Continuous sampling, Product testing.

9. DETECTION

- เป็นการประเมินความสามารถของการควบคุมในปัจจุบัน เพื่อการตรวจจับข้อบกพร่อง หรือปัญหา ก่อนที่ผลิตภัณฑ์จะถูกส่งไปยังหน่วยผลิตต่อไปหรือถึงมือลูกค้า

- ไม่ควรกำหนดค่าประเมินการตรวจพบปัญหาในค่าต่ำเพราะเห็นว่า โอกาสการเกิดปัญหามีน้อย

- รายละเอียดการประเมินตัวเลขแสดงระดับการตรวจพบปัญหา แสดงในตารางที่

2.7

10. RISK PRIORITY NUMBER (RPN)

$$RPN = OCCURRENCE \times SEVERITY \times DETECTION$$

11. ACTION PRIORITY

- การลำดับความสำคัญของการแก้ไข อาจพิจารณาค่า RPN แต่ทั้งนี้ต้องเป็นไปตามความเหมาะสม

12. CORRECTIVE ACTION

- โดยความตั้งใจเพื่อเป็นการปรับปรุงค่าประเมินโอกาสการเกิดปัญหา ความรุนแรงและการตรวจจับปัญหานั้น

- การแก้ไขปัญหาอาจส่งผลในการแก้ไขมากกว่าหนึ่งสาเหตุ

- ไม่ใช่ทุกปัญหาที่จะมีบทสรุปของการแก้ไข แต่ก็ควรจะระบุปัญหา

- การแก้ไขปัญหาคงต้องแสดงผลให้เห็นได้ในเชิงปริมาณ และมีการติดตามเพื่อ

ความมั่นใจว่าการแก้ไขมีประสิทธิภาพ

13. RESPONSIBILITY AND DUE DATE

- ระบุผู้รับผิดชอบการแก้ไข และวันที่ การแก้ไขปัญหา

- ถ้าการแก้ไขปัญหาเป็นแบบชั่วคราวก็ควรระบุไว้ด้วย

14. ACTION TAKEN

- ระบุการแก้ไขที่ทำจริงด้วยคำที่เข้าใจและเหมาะสม หลังจากได้ทำการแก้ไขปัญหา

15,16,17 RESULTING SEVERITY, OCCURRENCE AND DETECTION

- หลังจากแก้ไขแล้วทำการประเมินค่าความรุนแรง โอกาส และการตรวจจับปัญหาใหม่

- ถ้าไม่มีการแก้ไขให้ปล่อยช่องนี้ว่างไว้

18. RESULTING "RPN".

- ควรพิจารณาค่า RPN ใหม่เมื่อมีการปรับปรุงแก้ไขปัญหา

PROCESS FMEA

Product :	1	FMEA No
Subsystems		Page of
Drawing or Spec. Reference :	Date :	Rev :

Process Description function	Potential Failure Mode	Potential Effects of Failure	Severity	Occurrence	Detection	RPN = O x S x D		Action Priority	Corrective Action	Responsibility & Date due	Action Taken	Resulting				
			S	Potential Cause(s) of Failure	O	Current Controls	D					RPN	S	O	D	RPN
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างตารางการใช้ PROCESS FMEA

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

SEVERITY EVALUATION CRITERIA	
Severity of Effect	Ranking
Minor : -Unresonable to expect that the minor nature of this failure would cause any real effect on the overall performance of disc drive , or on a subsequent process or operation. Customer will probably not notice the failure.	1
Low : -Very limited effect to local process , no effect on downstream process , no effect on customer. -May require local rework.	2 3
Mederate : -Failure causes customer dissatisfaction , in the form of annoyance. -Failure notice by customer requires correction. -Customer notice slight performance deterioration.	4 5 6
High : -Disc drive inoperable or fails to meet performance criteria. -May cause disruption to subsequent processing , assembly or test operations.	7 8
Extreme : -Stop ship required. -Product safety or liability issue.	9 10

ตารางที่ 2.5 ประเมินผลกระทบและความรุนแรง (SEVERITY)

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

OCCURRANCE EVALUATION CRITERIA			
Probability of Failure	Possible Failure rate DPPM	Approximate Capability	Ranking
Remote : -Failure is unlikely. No known failure associated with almost identical process.	<1 in 100,000,000 ≤0.002	Cpk ≥ 2.0	1
Very Low : -Process is in statistical control. Only isolated failure associated with similar process.	<1 in 1,000,000 ≤1	Cpk ≥ 1.67	2
Low : -Process is in statistical control.	1 in 20,000 ≤50	Cpk ≥ 1.33	3
Moderate : -Process in statistical control but with isolated failures -Previous processes have experienced occasional failure or out-of-control conditions.	1 in 3000 1 in 1000 1 in 400	Cpk ≥ 1.0 Cpk < 1.0	4 5 6
High : -Process not in statistical control. Similar processes have experienced problems.	1 in 40 1 in 20		7 8
Very High : -Failure is almost inevitable.	1 in 8 1 in 2		9 10

ตารางที่ 2.6 โอกาสของการเกิดปัญหา (OCCURRENCE)

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

DETECTION EVALUATION CRITERIA			
Likelihood that control will detect failure	Probability of a failure shipping	DPPM	Ranking
Very High :			
-The process automatically detects failure	1 in 10,000	100	1
-Controls will almost certainly detect the existence of a failure.	1 in 5,000	200	2
High :			
-Controls have a good chance of detecting the existence of a failure.	1 in 2,000	500	3
	1 in 1,000	1,000	4
Moderate :			
-Controls may detect the existence of a failure.	1 in 500	2,000	5
	1 in 200	5,000	6
	1 in 100	10,000	7
Low :			
-Controls have a poor chance of detecting the failure.	1 in 50	20,000	8
	1 in 20	50,000	9
Very Low :			
-Controls will probably not detect the failure.	1 in 10	100,000	10
-Controls can not or will not detect the failure.			

ตารางที่ 2.7 ประเมินความสามารถในการตรวจพบ (DETECTION)

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

2.4 การควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ

หมายถึงระบบคุณภาพในอันที่ลูกค้าจะยอมรับได้จากกรณีผลิตภัณฑ์บกพร่อง ประเภทของการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับจำแนกเป็น 4 ประเภทคือ

- ก. การตรวจสอบแบบ 100% เป็นการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ละหน่วยทุกหน่วย
- ข. การตรวจสอบเป็นครั้งคราว (Spot-check Inspection) เป็นการตรวจสอบแบบเลือกตามใจชอบ เช่น การตรวจสอบแบบเดินตรวจ เป็นต้น
- ค. การให้คำรับรอง (Certification) เป็นลักษณะออกไปประกาศนียบัตรรับรองคุณภาพ
- ง. การชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ (Acceptance Sampling) หมายถึงการสุ่มตรวจสอบสิ่งตัวอย่างโดยอาศัยวิธีทางสถิติในการช่วยวิเคราะห์ความน่าจะเป็น เพื่ออธิบายคุณลักษณะและการตัดสินใจเพื่อยอมรับหรือปฏิเสธ

2.4.1 การชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

การชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับเป็นประเภทหนึ่งของการควบคุมคุณภาพ เพื่อการยอมรับในระหว่างขั้นตอนการผลิต ในยุคหลังการปฏิวัติอุตสาหกรรมได้เริ่มมีการผลิตในเชิงปริมาณ (Mass Production) มีการผลิตซ้ำๆ กัน คราวละมากๆ ในลักษณะเรียกว่าลอต (Lot) หรือแบช (Batch) เริ่มมีการประยุกต์ใช้หลักการทางสถิติต่างๆ มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสามารถจำแนกประเภทต่างๆ ดังนี้

- ก. แผนการชักสิ่งตัวอย่างแบบเชิงคุณภาพ (Attribute)
 - แบบลอตต่อลอต (Lot by Lot)
 - แบบต่อเนื่อง
- ข. แผนการชักสิ่งตัวอย่างแบบเชิงผันแปร (Variable)
 - แบบลอตต่อลอต (Lot by Lot)
 - กระบวนการผลิต

แผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับแบบเชิงคุณภาพ หมายถึง แผนการชักสิ่งตัวอย่างที่ใช้การเจนนับสิ่งตัวอย่างด้วยการจำแนก ออกตามคุณลักษณะทางคุณภาพได้แก่ ดีหรือเสีย ผ่าน

หรือไม่ผ่านเป็นต้น มีข้อเสียตรงที่ไม่สามารถให้รายละเอียดเกี่ยวกับคุณลักษณะทางคุณภาพที่ต้องการตัดสินใจมากนัก แผนการซักสิ่งตัวอย่างแบบนี้ได้แก่ MIL-105 E, Dodge-Romig เป็นต้น

แผนการซักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับแบบเชิงผันแปร เป็นแผนการซักสิ่งตัวอย่างที่ได้ข้อมูลจากการวัด แผนการซักสิ่งตัวอย่างแบบนี้จะให้รายละเอียดเกี่ยวกับคุณลักษณะทางคุณภาพที่ต้องการตัดสินใจได้มาก แต่มีข้อเสียคือในเรื่องค่าใช้จ่ายที่สูงกว่า เกี่ยวกับการซักสิ่งตัวอย่างและการวัด แผนการซักสิ่งตัวอย่างแบบนี้ได้แก่ MIL-STD-414 เป็นต้น

ลอตหรือแบช (Lot or Batch) หมายถึงสิ่งที่เกิดจากการรวบรวมหน่วยผลิตภัณฑ์ ซึ่งในที่นี้หมายถึงลอตหรือแบช เพื่อการตรวจสอบ มิใช่ลอตหรือแบชที่รวบรวมขึ้นเพื่อจุดประสงค์อื่นๆ เช่น การผลิต การขนส่ง เป็นต้น ความต้องการของมาตรฐาน MIL-STD-105 E ในแต่ละลอตหรือแบช จะต้องประกอบด้วยหน่วยผลิตภัณฑ์ที่เป็นแบบเดียวกัน เกรดเดียวกัน ระดับชั้นเดียวกัน ขนาดเดียวกัน และส่วนประกอบเดียวกัน ซึ่งควรจะผลิตภายใต้สภาพการผลิตเดียวกันในเวลาเดียวกัน ผู้ตัดสินใจมีความจำเป็นต้องทราบถึงคุณลักษณะทางกระบวนการที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ในลอตหรือแบชนั้น

2.4.2 การจำแนกข้อบกพร่อง (Defects) และผลิตภัณฑ์บกพร่อง (Defective)

การจำแนกข้อบกพร่อง (Defects) เป็นการระบุถึงข้อบกพร่องของหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการตรวจในระดับต่างๆตามความรุนแรง ข้อบกพร่องเป็นสภาพของหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามความต้องการ (Nonconformance of the unit of product) จำแนกข้อบกพร่องออกไปเป็น 3 ประเภทคือ

ก. ข้อบกพร่องวิกฤต (Critical Defect) มีผลต่อสภาพที่ทำให้เกิดอันตรายหรือสภาพไม่ปลอดภัยเมื่อมีการนำไปใช้งาน หรือขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ การตัดสินใจและประสบการณ์ที่ระบุว่าจะมีโอกาสสูงมากที่จะส่งผลกระทบต่อการทำงานของผลิตภัณฑ์เป็นต้นว่า เรือเดินทะเล ยานอวกาศ เป็นต้น

ข. ข้อบกพร่องสำคัญ (Major Defect) หมายถึงข้อบกพร่องที่อาจทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถใช้งานได้ หรือเป็นการลดประสิทธิภาพในการใช้งานของผลิตภัณฑ์นั้นๆ

ค. ข้อบกพร่องย่อย (Minor Defect) หมายถึงข้อบกพร่องที่ไม่ถึงกับเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพในการใช้งานของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ลดลง หรือเป็นข้อบกพร่องที่ผิดไปจากเกณฑ์กำหนดเพียงเล็กน้อย มีผลต่อประสิทธิผลในการใช้งานผลิตภัณฑ์นั้นน้อยมาก

$$\text{จำนวนข้อบกพร่องต่อร้อยละหน่วยผลิตภัณฑ์} = \frac{\text{จำนวนข้อบกพร่อง} \times 100}{\text{จำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ทำการตรวจสอบ}}$$

ผลิตภัณฑ์บกพร่อง (Defective) หมายถึงหน่วยผลิตที่มีข้อบกพร่องอย่างน้อยหนึ่งข้อ และ เช่นเดียวกันสามารถจำแนกผลิตภัณฑ์บกพร่องออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

ก. ผลิตภัณฑ์บกพร่องวิกฤต (Critical Defective) หมายถึง หน่วยผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องวิกฤตอย่างน้อยหนึ่งข้อ และอาจมีข้อบกพร่องชนิดอื่นด้วยก็ได้

ข. ผลิตภัณฑ์บกพร่องสำคัญ (Major Defective) หมายถึงหน่วยผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องสำคัญอย่างน้อยหนึ่งข้อ และอาจมีข้อบกพร่องย่อยก็ได้ แต่จะต้องไม่มีข้อบกพร่องวิกฤตรวมอยู่ด้วย

ค. ผลิตภัณฑ์บกพร่องย่อย (Minor Defective) หมายถึง หน่วยผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องย่อยเท่านั้นอย่างน้อยหนึ่งข้อ

$$\text{ค่าร้อยละผลิตภัณฑ์บกพร่อง} = \frac{\text{จำนวนผลิตภัณฑ์บกพร่อง} \times 100}{\text{จำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ทำการตรวจสอบ}}$$

2.4.3 การชักสิ่งตัวอย่างเพื่อตรวจสอบด้วยมาตรฐาน MIL-STD-105E

กำหนดให้มีการเลือกหน่วยผลิตภัณฑ์ที่จะมาทำการตรวจสอบแบบสุ่ม (Random) จาก ลอตหรือแบช จะเรียกหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเลือกมาตรวจสอบนี้ว่า สิ่งตัวอย่าง (Sample) และ เรียกวิธีการเลือกหน่วยผลิตภัณฑ์จากลอตหรือแบชว่า การชักสิ่งตัวอย่าง (Sampling) และจะเรียกจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ในสิ่งตัวอย่างว่า ขนาดสิ่งตัวอย่าง (Sample Size) แผนการชักสิ่งตัวอย่างสามารถแบ่งออกได้ 3 แบบ คือ

ก. แผนการชักสิ่งตัวอย่างเชิงเดี่ยว (Single Sampling Plan)

ข. แผนการชักสิ่งตัวอย่างเชิงคู่ (Double Sampling Plan)

ค. แผนการชักสิ่งตัวอย่างหลายเชิง (Multiple Sampling Plan)

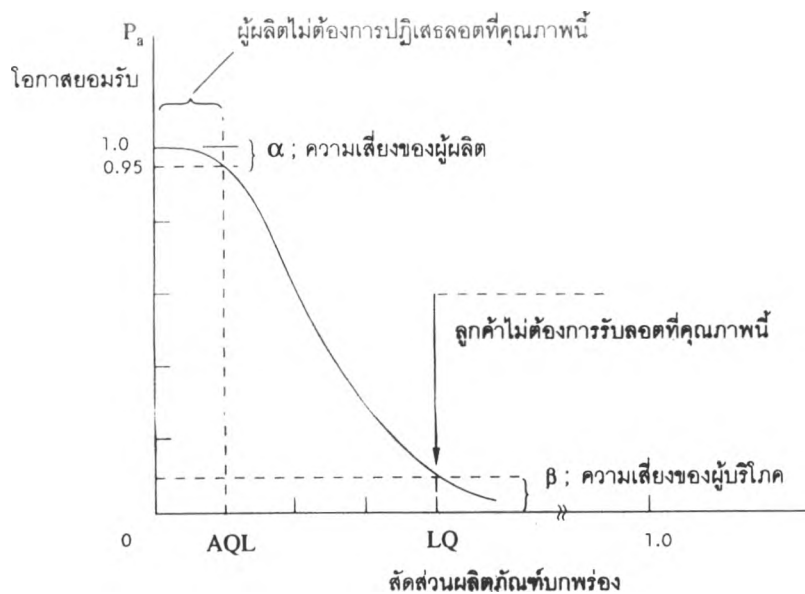
ในการตัดสินใจว่าจะใช้แผนการชักสิ่งตัวอย่างแบบใดนั้น ขึ้นอยู่กับด้านการจัดการว่า ยากง่ายเพียงใด และขนาดสิ่งตัวอย่างโดยเฉลี่ย (Average Sample Size) ของแต่ละแผนการ โดยทั่วไปแล้วแผนการชักสิ่งตัวอย่างเชิงเดียวจะมีความง่ายในการบริหารมากกว่าแผนการอื่น และมีต้นทุนในการตรวจสอบต่อหน่วยต่ำกว่า ระดับคุณภาพที่ยอมรับ (Acceptable Quality Level ; AQL) ซึ่งหมายถึงระดับของคุณภาพที่ใช้เป็นจุดประสงค์ของการตรวจสอบแบบชักสิ่งตัวอย่าง ซึ่งถือให้เป็นค่าเฉลี่ยความบกพร่องที่ยอมรับให้เกิดในผลิตภัณฑ์ เมื่อมีการตรวจสอบตลอด อย่างต่อเนื่องการกำหนดค่า AQL จะกำหนดภายใต้ค่าความเสี่ยงที่ยอมรับให้เกิดจากการชักสิ่งตัวอย่างโดยค่า AQL จะหมายถึงข้อบกพร่องต่อร้อยละของผลิตภัณฑ์ หรือจำนวนร้อยละของผลิตภัณฑ์บกพร่องที่มีในตลอด ซึ่งจะทำให้มีโอกาสมากที่สุดในการยอมรับตลอด ค่าของ AQL ที่ไม่เกิน 10% นั้น สามารถใช้ได้กับจำนวนผลิตภัณฑ์บกพร่อง (Defective) คิดเป็นร้อยละหรือข้อบกพร่องต่อร้อยละของผลิตภัณฑ์ สำหรับกรณีที่ AQL มากกว่า 10% ให้ระบุเป็นข้อบกพร่อง (Defects) ต่อร้อยละของผลิตภัณฑ์เท่านั้น

2.4.4 ตัวประเมินแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

ตัวประเมินสมรรถนะ (Performance) สำหรับแผนการชักสิ่งตัวอย่างคือ กลุ่มที่ 1 พิจารณาความเสี่ยงโดยอาศัยเส้นโค้งโอซี (Operating Characteristic ; OC-Curve) กลุ่มที่ 2 การประเมินถึงคุณภาพภายหลังการตรวจสอบโดยอาศัยขีดจำกัดคุณภาพจ่ายออกเฉลี่ย (Average Outgoing Quality Limit ; AOQL) และคุณภาพจ่ายออกเฉลี่ย (Average Outgoing Quality ; AOQ) กลุ่มที่ 3 ด้วยการประเมินถึงผลด้านเศรษฐศาสตร์โดยอาศัยขนาดสิ่งตัวอย่างโดยเฉลี่ย (Average Sample Size ; ASS)

1. เส้นโค้งโอซี (OC Curve) หมายถึง ตัววัดสมรรถนะของแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ เส้นโค้งนี้จะประกอบด้วยแกนอนระบุนคุณภาพของตลอดคือ สัดส่วนของข้อบกพร่องหรือผลิตภัณฑ์บกพร่องส่วนแกนตั้งจะเป็นโอกาสในการยอมรับตลอด บนเส้นโค้งโอซี จะมีจุดที่น่าสนใจ 2 จุดด้วยกันคือ จุดที่คาดหมายว่าจะมีโอกาสค่อนข้างสูงในการยอมรับตลอด ซึ่ง

หมายถึงจุด AQL โดยจุดดังกล่าวนี้จะแสดงถึงโอกาสในการปฏิเสธล็อตนั้นๆ ที่ล็อตมีคุณภาพในระดับ AQL ด้วย เรียกโอกาสดังกล่าว “ความเสี่ยงของผู้ผลิต” (Producer’s Risk) ใช้สัญลักษณ์แทนด้วย α (Alpha) และอีกจุดที่คาดว่าจะให้มีโอกาสค่อนข้างสูงในการปฏิเสธล็อต ซึ่งหมายถึงจุด LQ หรือ LTPD (Lot Tolerance Percent Defective) โดยจุดดังกล่าวจะแสดงถึงโอกาสในการยอมรับล็อตต่างๆ ที่ล็อตมีคุณภาพในระดับ LQ หรือจะเรียกโอกาสดังกล่าวว่า “ความเสี่ยงของผู้บริโภค” (Consumer’s Risk) ใช้สัญลักษณ์ด้วย β (Beta)

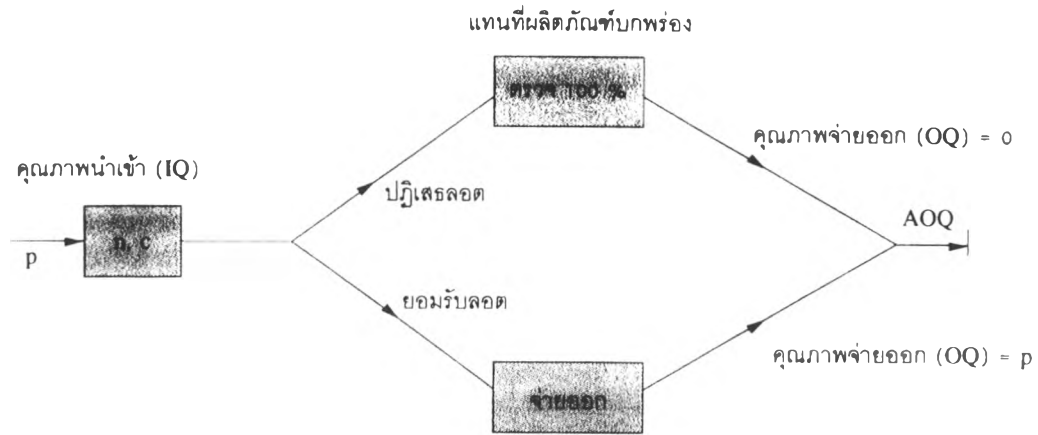


รูปที่ 2.8 ลักษณะเส้นโค้งโอซี (OC Curve)

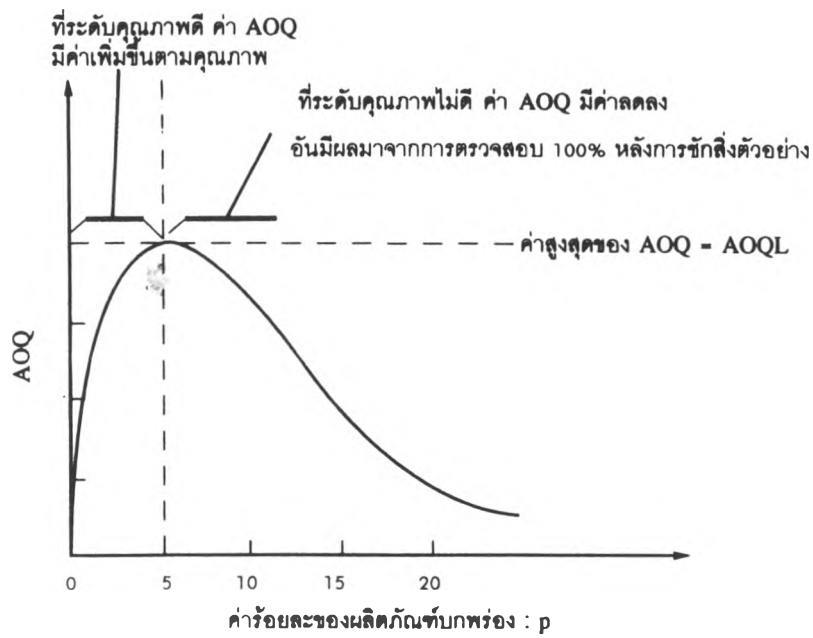
2. ขีดจำกัดคุณภาพจ่ายออกโดยเฉลี่ย (AOQL) ในการตัดสินใจภายหลังการตรวจสอบด้วยแผนการชักสิ่งตัวอย่างนั้น อาจจะดำเนินการโดยทั่วไปด้วยโปรแกรมการกรองคุณภาพ เมื่อมีคุณภาพนำเข้า (Incoming Quality ; IQ) ได้รับการตรวจและถ้ายอมรับล็อต (Lot) จะทำการจ่ายออกทันที โดยไม่มีการกระทำใดๆกับคุณภาพล็อตดังกล่าวอีกซึ่งหมายความว่า คุณภาพ

จ่ายออก (Outgoing Quality ; OQ) เท่ากับคุณภาพนำเข้า แต่ในกรณีที่ได้รับการตรวจแล้วตัดสินใจปฏิเสธล็อต จะทำการตรวจสอบแบบ 100% แล้วแทนที่ผลิตภัณฑ์บกพร่องด้วยผลิตภัณฑ์คุณภาพดี ซึ่งหมายความว่าคุณภาพจ่ายออก (OQ) จะมีค่าเท่ากับ 0 คือมีผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพทั้งสิ้น ดังนั้นคุณภาพจ่ายออกที่ได้จึงเป็นค่าเฉลี่ยระหว่างคุณภาพจ่ายออกทั้งสองกรณี โดยจะเรียกคุณภาพดังกล่าวว่า “คุณภาพจ่ายออกเฉลี่ย” (Average Outgoing Quality ; AOQ) ภายใต้แผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับหนึ่งๆ นี้ค่า AOQ จะมีค่าผันแปรไปตามคุณภาพนำเข้า ดังแสดงในรูปที่ 2.10 ซึ่งแสดงลักษณะทั่วไปของเส้นโค้ง AOQ จะพบว่า ที่ระดับคุณภาพดี (ตัวอย่างเช่น ค่าร้อยละของผลิตภัณฑ์บกพร่องของคุณภาพนำเข้า มีค่าไม่เกิน 5%) ค่า AOQ จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับคุณภาพนำเข้า และที่ระดับคุณภาพไม่ดี (ตัวอย่างเช่น ค่าร้อยละของผลิตภัณฑ์บกพร่องของคุณภาพนำเข้า มีค่าเกิน 5 %) ค่า AOQ จะมีค่าลดลง อันเนื่องมาจากที่ระดับคุณภาพนำเข้าเหล่านี้มักจะได้รับการปฏิเสธภายหลังการตรวจสอบด้วยการชักสิ่งตัวอย่าง จึงทำให้มีการตรวจสอบ 100% และแทนที่ผลิตภัณฑ์บกพร่องด้วยผลิตภัณฑ์คุณภาพดี ดังนั้น ภายใต้แผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับใดๆ ก็ตาม เส้นโค้ง AOQ จะมีค่าสูงสุดอยู่หนึ่งค่าเสมอ และเรียกค่าสูงสุดของ AOQ นี้ว่า “ขีดจำกัดคุณภาพจ่ายออกโดยเฉลี่ย” (Average Outgoing Quality Limit ; AOQL) ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ประเมินแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับได้

* อ้างอิง กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2538) มาตรฐานระบบการตรวจสอบด้วยการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ MIL-STD 105E



รูปที่ 2.9 โปรแกรมการกรองคุณภาพ



รูปที่ 2.10 ลักษณะเส้นโค้ง AOQ (Average Outgoing Quality)

* อ้างอิง กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2538) มาตรฐานระบบการตรวจสอบด้วยการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ MIL-STD 105E