บทที่ 2
เทคนิคในการควบคุมคุณภาพ

1. ใบตรวจสอบ (check sheet)

เนื่องจากกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในวงการธุรกิจ หรือโรงงาน จะต้องอาศัยข้อมูลที่มีความถูกต้อง และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว จึงมีการรวบรวมข้อมูลโดยได้ออกแบบในลักษณะที่เอื้ออำนวยประโยชน์ดังกล่าวแล้ว เรียกว่าใบตรวจสอบ ซึ่งลักษณะของใบตรวจสอบแต่ละประเภท ก็จะเหมาะสมกับงานแต่ละแบบ ใบตรวจสอบที่ใช้กันอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรม มีดังนี้

1.1 ใบตรวจสอบการผลิต

1.2 ใบตรวจสอบ ข้อบกพร่อง หรือ รอยตำหนิ

1.3 ใบตรวจสอบ ตำแหน่งของข้อบกพร่อง หรือ ตำแหน่งของรอยตำหนิ

1.4 ใบตรวจสอบ สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง หรือ สาเหตุที่ทำให้เกิดรอยตำหนิ

1.5 ใบตรวจสอบสุดท้าย

1.6 ใบตรวจสอบอื่นๆ

1.1 ใบตรวจสอบการผลิต

เป็นใบตรวจสอบ ที่ผู้ตรวจสอบ บันทึกค่าของสินค้าที่ตรวจสอบโดยทำเครื่องหมายรอยขีด ลงในช่องที่เตรียมไว้ ซึ่งวัดเป็นตัวเลขตามขนาด น้ำหนัก ความเหนียว ความแข็ง ฯลฯ

จากรูปที่ 2.1 เป็นใบตรวจสอบการผลิต ที่อยู่ในรูปของการแจกแจงความถี่ เมื่อผู้ตรวจสอบรวบรวมข้อมูลได้ค่าใดก็จะทำรอยขีดลงในช่องนั้นๆ เมื่อรวบรวมข้อมูลครบ ก็จะได้เป็นตารางแจกแจงความถี่ ซึ่งจะช่วยให้เกิดความรวดเร็วกว่าการบันทึกค่า แล้วจึงทำตารางแจกแจงความถี่

(ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลต่อเนื่อง) เลขที่ _____

ใบตรวจสอบ

ชื่อสินค้า _____ วันเดือนปี _____

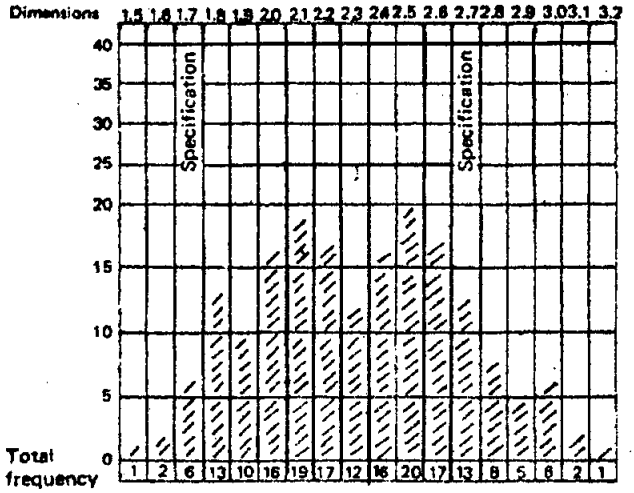
ลักษณะการใช้ _____ ชื่อโรงงาน _____

ขอบเขตมาตรฐาน _____ ชื่อหน่วยงาน _____

จำนวนที่ตรวจสอบ _____ ผู้ตรวจสอบ _____

จำนวนทั้งหมด _____ กลุ่ม _____

ลอตที่ _____ หมายเหตุ _____



ความถี่ทั้งหมด

รูป 2.1 ใบตวจสอบการผลิต

1.2 ใบตรวจสอบ ข้อบกพร่อง หรือรอยตำหนิ

ใบตรวจสอบชนิดนี้ จะใช้เมื่อการผลิตเกิดข้อบกพร่อง หรือ รอยตำหนิขึ้นกับสินค้า ในลักษณะต่างๆ กัน ผู้ตรวจสอบ จึงต้องรวบรวม แยกข้อบกพร่องตามลักษณะ กรณีรูป 2.2 จำนวนข้อบกพร่องเกิดขึ้นได้ 5 ลักษณะ ในแต่ละวัน ที่ตรวจสอบ จะเกิดข้อบกพร่อง ลักษณะต่างๆ กัน ดังนี้

ชื่อสินค้า : _____ วันที่ : _____

กระบวนการผลิต : ตรวจสอบครั้งสุดท้าย โรงงาน : _____

ชนิดของข้อบกพร่อง : รอยแผล, รอยร้าว หน่วยงาน : _____

ไม่สมบูรณ์, เสียรูป, อื่นๆ ชื่อผู้ตรวจ : _____

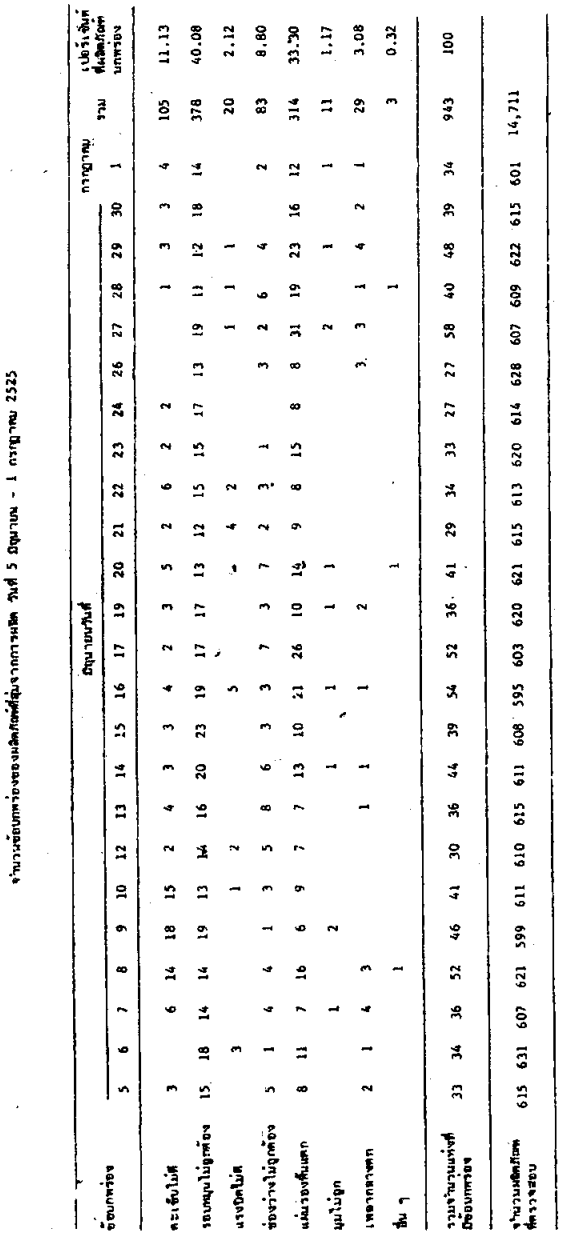
จำนวนทั้งหมด : 2530 ลอตที่ : _____

หมายเหตุ : ตรวจสอบทุกหน่วย ลำดับที่ : _____

ชนิดของข้อบกพร่อง	รอยขีด	รวม
รอยแผล	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 ///	23
รอยร้าว	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 //	22
ไม่สมบูรณ์	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 ///	48
เสียรูป	////	4
อื่นๆ	𝍸 ///	8
	รวมทั้งหมด	115

รูป 2.2 ใบตรวจสอบข้อบกพร่อง

รูป 2.3 เป็นใบตรวจสอบที่ใช้ตรวจข้อบกพร่องของสินค้าที่ผลิต มีข้อบกพร่อง 8 ลักษณะ ในแต่ละวันตรวจสอบสินค้าจำนวนแตกต่างกัน ได้แสดงจำนวนข้อบกพร่องของแต่ละลักษณะ



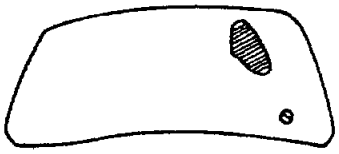
จำนวนข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ที่สุ่มจากการผลิต วันที่ 5 มิถุนายน - 1 กรกฎาคม 2525

ข้อบกพร่อง	มิถุนายนวันที่ 5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	กรกฎาคม 1	รวม	เปอร์เซ็นต์ที่ผลิตก่อนการซ่อม
คะเยิ่งไม่ดี	3		6	14	18	15	2	4	3	3	4	2	3	5	2	6	2	2			1	3	3	4	105	11.13
รอบคุมไม่สูงต้อง	15	18	14	14	19	13	14	16	20	23	19	17	17	13	12	15	15	17	13	19	11	12	18	14	378	40.08
งานปิดไม่ดี		3				1	2				5				4	2				1	1	1		20	2.12
ช่องว่างไม่สูงต้อง	5	1	4	4	1	3	5	8	6	3	3	7	3	7	2	3	1		3	2	6	4		2	83	8.80
แผ่นรองหุ้มแตก	8	11	7	16	6	9	7	7	13	10	21	26	10	14	9	8	15	8	8	31	19	23	16	12	314	33.30
มุมไม่ดูด			1		2				1		1		1	1						2		1		1	11	1.17
เพลากลางหัก	2	1	4	3				1	1		1		2						3	3	1	4	2	1	29	3.08
อื่น ๆ				1										1							1				3	0.32
รวมจำนวนแห่งที่มีข้อบกพร่อง	33	34	36	52	46	41	30	36	44	39	54	52	36	41	29	34	33	27	27	58	40	48	39	34	943	100
จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ตรวจสอบ	615	631	607	621	599	611	610	615	611	608	595	603	620	621	615	613	620	614	628	607	609	622	615	601	14,711	

รูป 2.3 ใบตรวจสอบข้อบกพร่อง

1.3 ใบตรวจสอบตำแหน่งของข้อบกพร่อง หรือตำแหน่งของรอยตำหนิ เป็นใบตรวจสอบที่บอกตำแหน่งบริเวณที่มีรอยตำหนิ โดยเขียนภาพแสดงคร่าวๆ ดังรูปที่ 2.4 แสดงฟองอากาศที่กระจกรถยนต์ หรือจะเป็นลักษณะภาพที่ปรากฏในรูป 2.5 เป็นการบอกตำแหน่งของข้อบกพร่องในแต่ละส่วนของหม้อน้ำรถยนต์ เพื่อสามารถนำไปแก้ไขข้อบกพร่องที่ตำแหน่งดังกล่าวที่อาจเกิดขึ้นได้ในกระบวนการผลิตต่อไป

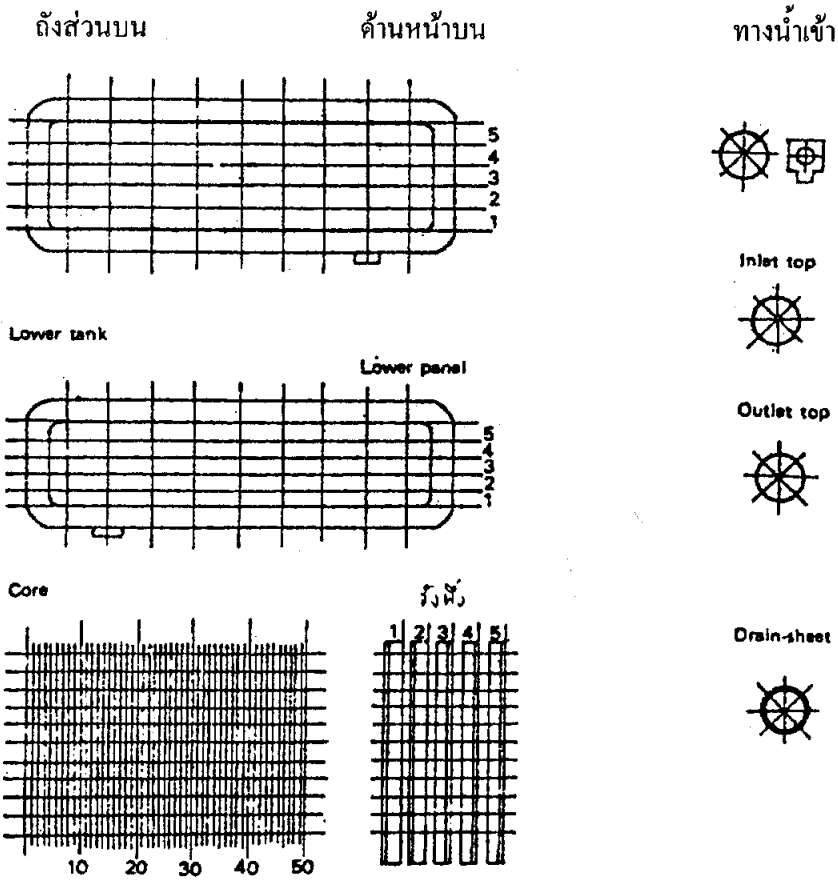
Bubble Investigation Check Sheet



วันที่_____ ชนิดของสินค้า_____ หมายเหตุ _____

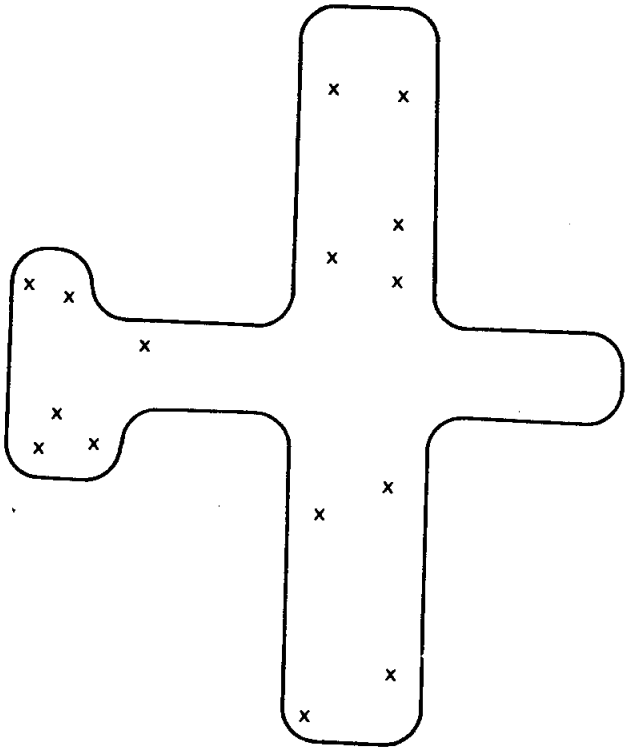
รูป 2.4 ใบตรวจสอบตำแหน่งของรอยตำหนิ

จำนวนข้อบกพร่อง _____



หมายเหตุ _____

รูป 2.5 ใบตรวจสอบ ตำแหน่งของข้อบกพร่อง ของหม้อน้ำรถยนต์



รูป 2.6 ใบตรวจสอบ ตำแหน่งที่เป็นรูของเครื่องบิน

1.4 ใบตรวจสอบสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง หรือสาเหตุที่ทำให้เกิดรอยตำหนิ เป็นแบบที่ใช้ตรวจสอบเบื้องต้น สำหรับข้อมูลที่ต้องการหาสาเหตุ จากรูป 2.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องจักร คนงาน วันเวลา ที่เกิดข้อบกพร่อง และสามารถหาสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องลักษณะต่างๆ กันได้ โดยเฉพาะวันจันทร์ช่วงเช้า และวันศุกร์ตอนบ่าย และพนักงานคนหนึ่ง ได้รับการฝึกฝนที่ไม่ดี ข้อบกพร่องที่เกิดจากกระบวนการผลิตของพนักงานคนนี้ จึงมีจำนวนสูง

เมื่อสัญลักษณ์เหล่านี้ แทนลักษณะข้อบกพร่องของสินค้าต่างๆ กัน คือ

~ แทน เป็นรอยขีดข่วน

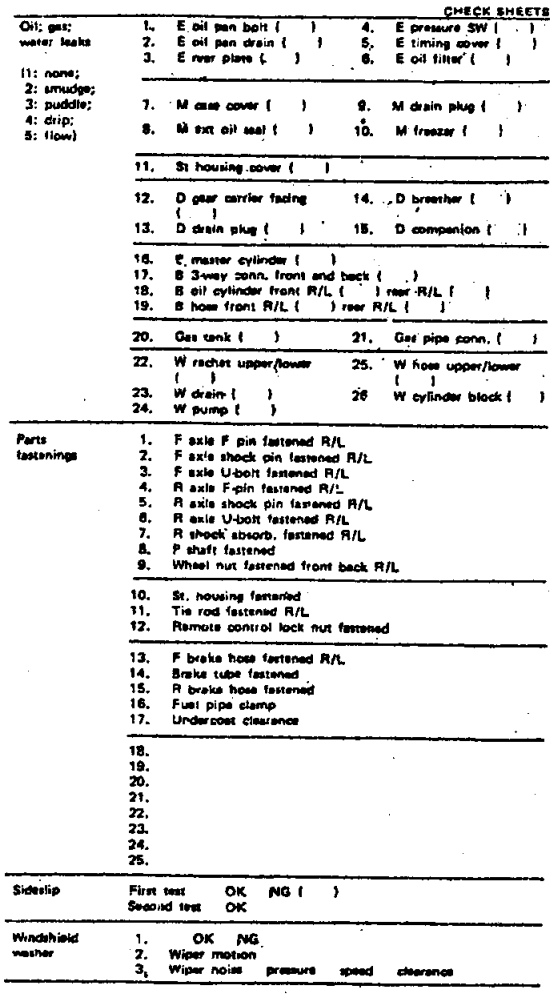
Δ แทน เป็นรอยแตก

o แทน ไม่สมบูรณ์

x แทน เสียรูป

	วัน	จันทร์		อังคาร		พุธ		พฤหัส		ศุกร์		เสาร์		อาทิตย์	
เครื่องจักร	คนงาน	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย
เครื่องที่ 1	A	△ △	~ △	△			△				△ ~ △ △	△		~ △	○
	B	△ ~ ~	~	△		△					△ ~	~ × ○ ○	○ ○ ~ × △ △	× ×	△ × ○
เครื่องที่ 2	C	△ ~ ○										△			
	D	△ ~					△								
เครื่องที่ 3	E					×					~				
	F	~ ×	△ ○ ○	○ × ×	○	~ ○		○	× ○ ~	× ×	× ○ ~ △ △	×		○	
เครื่องที่ 4	G	~			~				△		×				
	H	○ ~							~				△		
รวม		15	6	5	2	4	2	1	5	2	14	7	7	5	4

รูปที่ 2.7 ใบตรวจสอบสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง



CHECK SHEETS

Oil; gas; water leaks (1: none; 2: smudge; 3: puddle; 4: drip; 5: flow)	1. E oil pan bolt ( ) 2. E oil pan drain ( ) 3. E rear plate ( )	4. E pressure SW ( ) 5. E timing cover ( ) 6. E oil filter ( )
	7. M case cover ( ) 8. M ext oil seal ( )	9. M drain plug ( ) 10. M freezer ( )
	11. St housing cover ( )	
	12. D gear carrier facing ( ) 13. D drain plug ( )	14. D breather ( ) 15. D companion ( )
	16. B master cylinder ( ) 17. B 3-way conn. front and back ( ) 18. B oil cylinder front R/L ( ) rear R/L ( ) 19. B hose front R/L ( ) rear R/L ( )	
	20. Gas tank ( )	21. Gas pipe conn. ( )
	22. W rachet upper/lower ( ) 23. W drain ( ) 24. W pump ( )	25. W hose upper/lower ( ) 26 W cylinder block ( )
Parts fastenings	1. F axle F pin fastened R/L 2. F axle shock pin fastened R/L 3. F axle U-bolt fastened R/L 4. R axle F-pin fastened R/L 5. R axle shock pin fastened R/L 6. R axle U-bolt fastened R/L 7. R shock absorb. fastened R/L 8. P shaft fastened 9. Wheel nut fastened front back R/L	
	10. St. housing fastened 11. Tie rod fastened R/L 12. Remote control lock nut fastened	
	13. F brake hose fastened R/L 14. Brake tube fastened 15. R brake hose fastened 16. Fuel pipe clamp 17. Undercoat clearance	
	18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25.	
Sideslip	First test OK NG ( ) Second test OK	
Windshield washer	1. OK NG 2. Wiper motion 3. Wiper noise pressure speed clearance	

รูป 2.8 ใบตรวจสอบรถยนต์

1.5 ใบตรวจสอบสุดท้าย เป็นใบตรวจสอบทั้งโรงงาน หรือ ใช้ในกรณีต้องการตรวจสอบสินค้าที่มีรายการตรวจหลายรายการ ซึ่ง การตรวจสอบประเภทนี้ อาจใช้กับผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป การซ่อมแซมเครื่องจักร หรือ ชิ้นส่วนประกอบ ใบตรวจสอบประเภทนี้จะต้องจัดวางรูปแบบ ให้สอดคล้องกับความเป็นจริงว่าต้องการตรวจสอบเกี่ยวกับอะไร จากรูป 2.8 เป็นใบตรวจสอบที่นำไปใช้ในสภาพความเป็นจริง ของการดำเนินงาน สามารถตรวจสอบได้ตลอดเวลาตามที่กำหนดไว้ โดยที่มีรูปแบบของใบตรวจสอบ ให้เหมะสมกับงานแต่ละประเภท ทำให้ไม่สะดุดเวลานำไปใช้

Sewage Tank Maintenance Check

Area	Place	Motor size Manuf. No.	Check date	Weather	Temp.	Checker's name

Equipment section

Chief	Clerk	Worker	Group chief

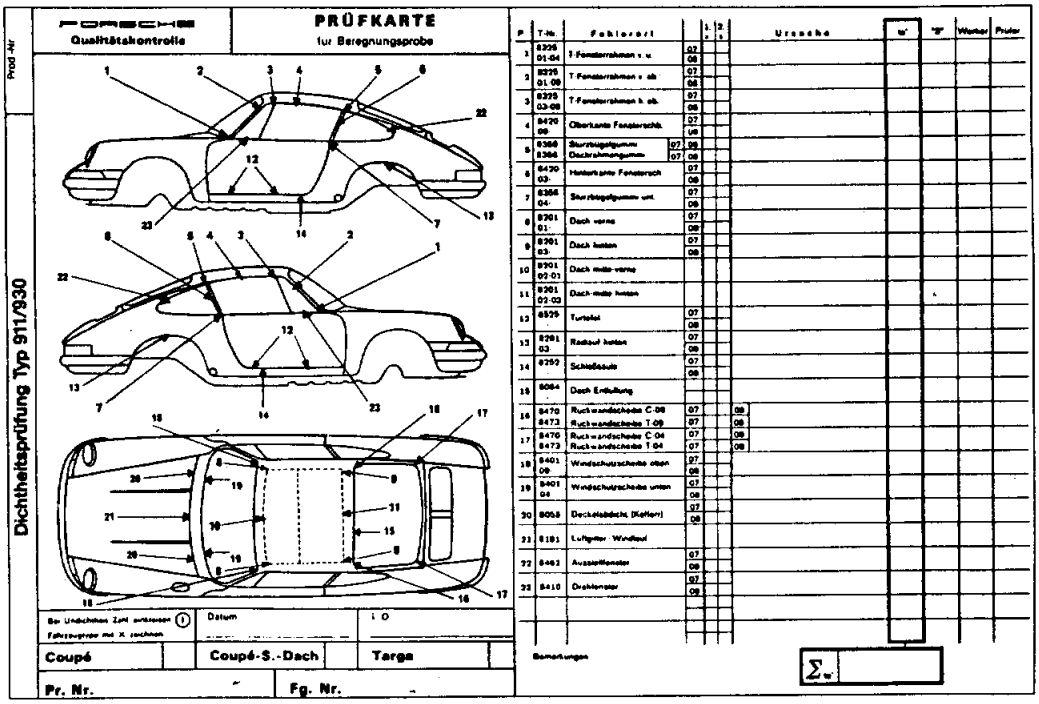
	Are checked	No.	Contents of inspection	Check	Remarks
Electric Panel	No fuse breaker Iron box opener and closer	1	Condition of opening and closing?		
		2	Is panel warm?		
		3	Blade and blade receiver content?		
		4	Proper fuse?		
		5	Any handle obstructions?		
	Selector switch Snap switch	1	Is knob showing?		
		2	Condition under motion test?		
		3	Is locking nut loose?		
		4	Contact points in contact?		
	Gauges	1	Condition of current flow?		
		2	How many amps?	A	
		3	How many volts?	V	
		4	Pilot lamp broken or burned out?		
	Front-less switch Buzzer 3E relay Magnet switch	1	Does buzzer ring?		
		2	Does front-less switch move?		
		3	Any unusual noise or smell?		
		4	Does 3E relay operate? 60%	Sec.	
		5	" " 80%	Sec.	
		6	" " 100%	Sec.	
		7	Is magnet jumping?		
		8	Contact points in contact?		

รูป 2.9 ใบตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการบำรุงรักษา

และจากรูป 2.9 เป็นใบตรวจสอบสินค้าที่ประกอบสำเร็จแล้วว่าจะผ่านการตรวจสอบ ในแต่ละข้อหรือไม่ รูปแบบนี้ ใช้ในโรงงานเป็นขั้นสุดท้ายของการตรวจสอบ

Test Line Check Sheet	Date: Shift: Inspector:								
Alignment	1. Toe-in OK								
	2. Turning inside right OK left OK								
	3. Tracking tyre allowance								
	4. Headlight adjustment Focus R/L Switching R/L								
Brakes	1. Foot brake Front	OK	Smooth	NG	Difference	NG			
	Rear	OK	"	NG	"	NG			
	2. Hand brake	OK	"	NG	"	NG			
Remarks									
Starting	1. Brake oil level		6. Ignition pilot light						
	2. Oil gauge action		7. Temp. gauge action						
	3. Choke action		8. Idle adjustment						
	4. Fan belt tension		9. E button						
	5. Starter action		10. Resistance glow plug						
Lamp switch	1. Headlights R/L		8. Stop lights R/L						
	2. Headlight pilot light		9. Light switch						
	3. Dimmer switch R/L		10. Direction indicators R/L						
	4. Panel lights		11. Emergency lights R/L						
	5. Parking lights R/L		12. Turn pilot light						
	6. Tail lights R/L		13. Overhead light						
	7. Licence plate light		14. Wiper SW						
Horn	1. Sound		2. Button action						
Accelerator, brake, clutch	1. Pedal play A/B/C		5. Hand brake return						
	2. Pedal pressure A/B/C		6. Pedal spongy A/B/C						
	3. Pedal return A/B/C		7. Pedal clearance						
	4. No. of notches visible on hand brake lever								
Running test	1. Vibration at low to medium speeds		13. Gear wt. 1-2-3-4 R						
	2. Ignition timing		14. Gear shifting 1-2-3-4 R						
	3. Noise		15. Gear grinding 1-2-3-4 R.N.						
	4. Stalling		16. Companion flange sound						
	5. Accelerating		17. Clutch sound						
	6. W pump sound		18. Diff sound stall acceleration						
	7. F pump sound								
	8. Alternator sound		19. SP meter action						
	9. Clutch action		20. Tyre wobble ft. R/L r. R/L						
	10. Lever position								
	11. Selector weight		21. Brake grab R/L						
	12. Lever return		22. Exhaust leaks; manifold; muffler						
Steering wheel	1. Stiffness		5. Catching						
	2. Play		6. Handle drop R/L						
	3. Return		7. Jack						
	4. Grinding								
Rasping sounds									

รูป 2.10 ตรวจสอบสุดท้าย



รูป 2.11 ใบตรวจสอบรถยนต์

1.6 ใบตรวจสอบอื่นๆ

เป็นใบตรวจสอบที่มีลักษณะแตกต่างจากที่กล่าวมาแล้ว หรือเป็นลักษณะที่ผสมผสานกันระหว่างใบตรวจสอบแต่ละแบบ ทั้งนี้จะต้องให้สอดคล้องกับงาน ไม่ให้ปะปนกัน และต้องระลึกอยู่เสมอว่าใบตรวจสอบ จะต้องเอื้ออำนวยต่อผู้ใช้และผู้นำไปใช้ คือต้องมีลักษณะง่าย ไม่เกิดความสับสนแก่ผู้นำไปใช้ และจะต้องมีรายละเอียดเพียงพอสำหรับกรอกข้อมูล ผู้ใช้ได้รับความสะดวก รวดเร็ว และมีระบบระเบียบ

2. การจำแนกข้อมูล

เป็นการนำ ของเสีย หรือของชำรุด มาแยกเป็นพวกตามเครื่องจักร หรือตามคนงาน หรือวัตถุดิบ เพื่อจะได้ทราบปัญหาได้ชัดเจนขึ้น ทราบถึงปัญหาอยู่ที่ใด สามารถแก้ไขอย่างไร ซึ่งตารางจำแนกข้อมูล อาจแยกได้ดังนี้

1. จำแนกตามลักษณะสินค้าที่เสีย อาจจำแนกเป็น ลักษณะทั่วๆ ไป เช่น รอยแตก รอยขีดข่วน รอยพอง รอยไม่เรียบของไม้อัดที่จะต้องคัดออก โดยรวบรวมเป็นจำนวนในแต่ละลักษณะ
2. จำแนกตามสาเหตุ เป็นการแยกที่อาศัยผลการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริง
3. จำแนกตามผู้ปฏิบัติงาน จำนวนข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตเดียวกัน อาจเกิดขึ้นไม่เท่ากัน เพราะพนักงานแต่ละคนมีประสบการณ์ไม่เท่ากัน
4. จำแนกตามเครื่องจักร เป็นการแยกข้อบกพร่องของสินค้า จากกระบวนการผลิตโดยใช้เครื่องจักรแบบเดียวกัน หรือคนละรุ่นกัน จะช่วยให้สามารถปรับปรุงการทำงานของเครื่องจักรนั้นได้
5. จำแนกตามรุ่นของวัตถุดิบ หรือ แหล่งที่ผลิต

   การนำวัตถุดิบที่ต่างรุ่นกัน หรือ ต่างแหล่งผลิตกัน จะทำให้เกิดข้อบกพร่องจำนวนแตกต่างกัน สามารถแยกแยะหาสาเหตุได้ว่า เกิดจากวัตถุดิบรุ่นใด ส่งมาจากแหล่งไหน

3. แผนภูมิควบคุม (Control Chart) สามารถแบ่งตามลักษณะของตัวเลขที่เก็บรวบรวมมาได้ 2 ชนิด คือ

1. แผนภูมิควบคุมเชิงปริมาณ (Variable control chart) เป็นแผนภูมิที่ได้จากข้อมูลที่วัดค่าในลักษณะต่อเนื่อง (Continuous value) เป็นตัวเลขที่ได้จากการชั่ง ตวง วัด เช่น การวัดกำลังบิดของเครื่องยนต์, การวัดความยาวของตะปูเหล็ก, การวัดความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางของปากขวดน้ำอัดลม, การวัดน้ำหนัก, การวัดความเป็นกรดเป็นด่าง, การวัดความแข็งแรงของอิฐ แผนภูมิที่ใช้คือ $\bar{X}$-chart, R-chart และ σ-chart

เมื่อ $\bar{X}$-chart ทำเพื่อควบคุม ค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต

R-chart และ σ-chart ทำเพื่อควบคุม ความผันแปรที่เกิดจากกระบวนการผลิต

2. แผนภูมิควบคุมเชิงคุณภาพ (Attribute control chart) เป็นแผนภูมิที่ได้จากข้อมูลที่วัดค่าในลักษณะไม่ต่อเนื่อง (discrete value) เป็นการตรวจสอบคุณภาพของสินค้า อาจจะเป็นตัวเลขที่ได้จากการนับจำนวนของเสีย, จำนวนคัดทิ้ง หรือจำนวนรอยตำหนิ เช่น รอยตำหนิของการผลิตไม้อัดจากรอยพอง, รอยข่วน, เนื้อไม้ปริ แผนภูมิที่ใช้ควบคุมคือ p-chart, np-chart, c-chart, c_w-chart, u-chart, u_w-chart

เมื่อ p-chart และ np-chart ทำเพื่อควบคุม จำนวนของเสีย

c-chart และ c_w-chart ทำเพื่อควบคุม จำนวนข้อบกพร่อง และมูลค่าความเสียหาย ที่เกิดจากข้อบกพร่อง เมื่อขนาดตัวอย่างเท่ากัน

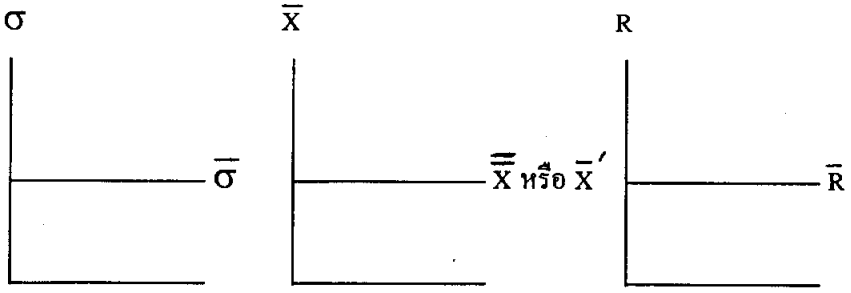
u-chart และ u_w-chart ทำเพื่อควบคุม จำนวนข้อบกพร่อง ต่อหน่วยตัวอย่าง และ มูลค่าความเสียหาย ที่เกิดจากข้อบกพร่อง ต่อหน่วยตัวอย่าง

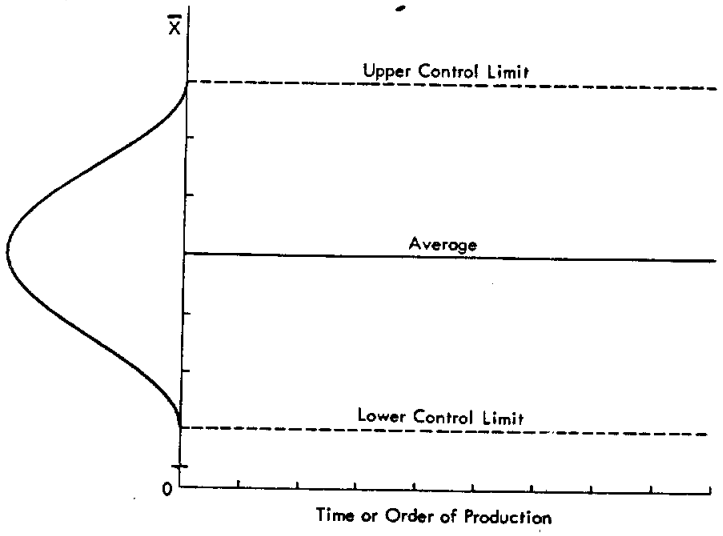
3.1 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

1. บนแกนนอน จะบอกรายละเอียดของตัวอย่างที่สุ่มมา เพื่อตรวจสอบคุณภาพ โดยจะมีช่วงแต่ละช่วงเท่ากัน ถ้าต้องการหาปัญหาในการผลิต ก็สามารถย้อนไปหาสาเหตุได้โดยง่าย

2. บนแกนตั้ง จะเป็นแผนภูมิควบคุมของแต่ละชนิด คือ $\bar{X}$, R หรือ σ

3. แผนภูมิควบคุมทุกชนิด จะต้องมีเส้นแกนกลาง (central line) ขึ้นอยู่กับ แผนภูมิควบคุมนั้น ๆ เช่น





4. แผนภูมิควบคุมจะมี พิกัดควบคุม (Control limits) ซึ่งประกอบด้วย เส้นควบคุมบน (Upper control limit : UCL) และเส้นควบคุมล่าง(Lower control limit : LCL) อาจจะเป็น $UCL_{\bar{x}}$, UCL_p, UCL_c โดยไม่จำเป็น ต้องมีพิกัดควบคุมทั้งสองข้างขึ้นอยู่กับว่าต้องการควบคุม สินค้าประเภทใด หรือลักษณะใด เช่น นม จะมีเพียงเส้นควบคุมบนเพียงเส้นเดียว, การผลิตผงซักฟอกจะต้องมีเส้นควบคุมบนและล่าง

5. ความกว้างของพิกัดควบคุม จะใช้ 3 ซิกม่า ลิมิต (3 sigma limit) เป็นช่วงกว้างระหว่างเส้นแกนกลาง กับ เส้นควบคุมบน หรือ ระหว่างเส้นแกนกลาง กับ เส้นควบคุมล่าง ขึ้นอยู่กับว่าเป็นแผนภูมิควบคุมชนิดใด คือ $3\sigma_{\bar{x}}$, $3\sigma_R$, $3\sigma_\sigma$

6. บางครั้ง กระบวนการผลิตที่ต้องการควบคุมคุณภาพของสินค้ามาก ก็อาจจะมี พิกัดเตือน (Warning limit) โดยใช้พิกัด 2 sigma เป็นสัญญาณบอกให้ทราบว่า เกิดอะไรขึ้นบ้างในโรงงาน ควรระมัดระวังในเรื่องใด ให้เก็บข้อมูลในช่วงนั้นจำนวนมากขึ้น โดยเก็บข้อมูลถี่ขึ้น

3.2 สาเหตุที่ทำให้ค่าต่างๆ ในพิกัดควบคุมกระจายห่างจากเส้นแกนกลาง

1. การกระจายของข้อมูลอยู่นอกพิกัดควบคุม อันเนื่องมาจากไม่สามารถที่จะหาสาเหตุที่ระบุได้ (random) เป็นสาเหตุเล็กๆ น้อยๆ ที่ผู้ผลิตยอมรับให้เกิดขึ้นได้ เพราะเก็บข้อมูลมาแบบเชิงสุ่ม (การกระจายของข้อมูลเป็นเชิงสุ่ม สามารถใช้ทฤษฎีทางสถิติ มาอ้างอิงและคาดคะเนการกระจายได้) โรงงานจะผลิตสินค้าตามกระบวนการผลิตโดยปกติต่อไป

2. การกระจายของข้อมูลอยู่นอกพิกัดควบคุม อันเนื่องมาจากสาเหตุที่สามารถระบุได้ (assignable cause) โรงงานจะอยู่เฉยไม่ได้ จะต้องค้นหาสาเหตุ และปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อหาทางปรับปรุงแก้ไขสาเหตุนั้นๆ ซึ่งอาจจะเกิดจากสาเหตุต่อไปนี้

ก. เครื่องจักรที่ใช้แตกต่างกัน จากปัจจัยต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการติดตั้งเครื่องจักร รุ่นของเครื่องจักร และอายุการใช้งานของเครื่องจักร

ข. พนักงานผลิต พนักงานแต่ละคน มีความชำนาญแตกต่างกัน การปฏิบัติงานก็แตกต่างกัน เพราะมีความรู้และประสบการณ์ในการทำงานไม่เหมือนกัน

ค. วัตถุดิบ ขึ้นอยู่กับแหล่งผลิต และรุ่นของวัตถุดิบ

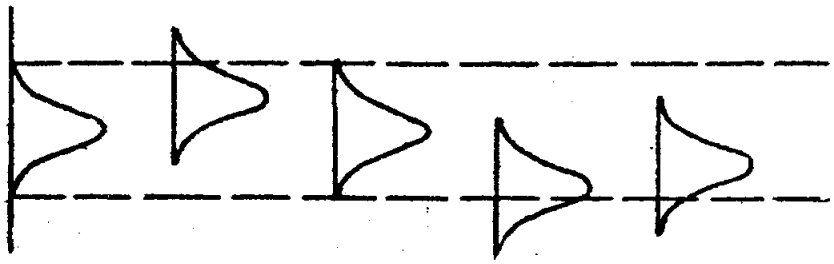
ง. สภาพแวดล้อมของโรงงาน ทั้งวิธีการดำเนินงาน, มาตรฐานในการทำงาน

จ. ปัจจัยตั้งแต่ 2 ปัจจัยขึ้นไปของ ข้อ ก ถึง ข้อ ง

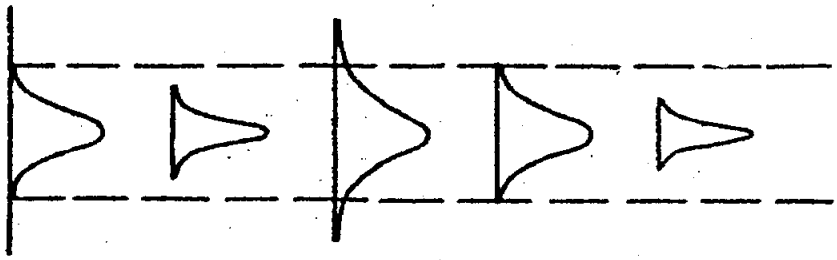
การที่จะทราบได้ว่า สาเหตุต่างๆ ที่เกิดขึ้นจะเป็นลักษณะใด สามารถตรวจสอบได้โดยใช้การทดสอบแบบรัน (run test)

3.3 ลักษณะแผนภูมิที่อยู่นอกการควบคุม (out of control) มีได้ 3 ประเภท คือ

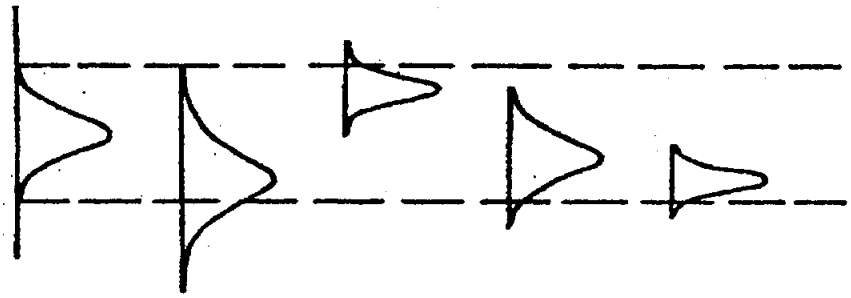
1. การอยู่นอกการควบคุมเฉพาะค่าเฉลี่ยอย่างเดียว เป็นการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของกระบวนการ แต่ความผันแปรของกระบวนการ คงที่ สวนใหญ่เกิดจากเครื่องจักร



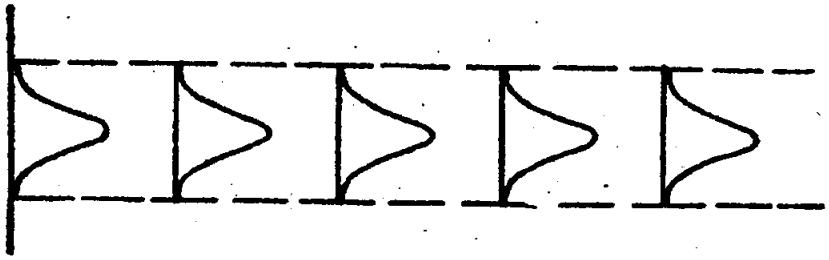
2. การอยู่นอกการควบคุมเฉพาะการกระจายของข้อมูลอย่างเดียว เกิดจากความผันแปรของกระบวนการอยู่นอกการควบคุม ซึ่งมักเกิดที่พนักงาน หรือวัตถุดิบ มากกว่าที่จะเกิดจากเครื่องจักร



3. การอยู่นอกการควบคุม ทั้งค่าเฉลี่ยและการกระจายของข้อมูล จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งค่าเฉลี่ยของกระบวนการ และความผันแปรของกระบวนการ

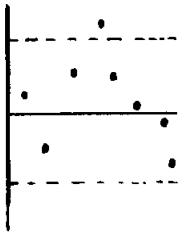


สภาพการผลิตที่โรงงานต้องการ เมื่อเขียนเป็นแผนภูมิได้รูปดังนี้



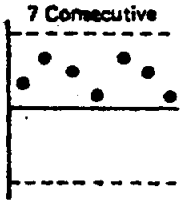
3.4 ลักษณะกระบวนการผลิตที่อยู่นอกการควบคุม เขียนแผนภูมิได้ลักษณะดังต่อไปนี้

1. มีจุด 1 จุดหรือมากกว่า อยู่นอกพิกัดควบคุม 3 sigma



2. มีจุด 7 จุดหรือมากกว่า ตกติดต่อกันบนซีกเดียวกันของแผนภูมิควบคุม

ความน่าจะเป็นที่มีจุด 7 จุด ตกติดต่อกันบนซีกเดียวกัน = $2(1/2)^{7} = 0.16$



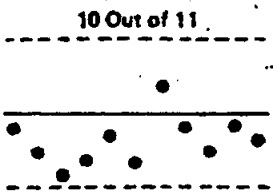
3. จุด 11 จุดตกติดต่อกัน มีอย่างน้อย 10 จุด ที่ตกอยู่บนซีกเดียวกันของแผนภูมิควบคุม

ความน่าจะเป็นที่มีจุด 11 จุด ตกบนซีกเดียวกัน = $(1/2)^{11} = 1/2048$

ความน่าจะเป็นที่มีจุด 10 จุด ตกบนซีกเดียวกัน = $11(1/2)^{10}(1/2)^{1} = 11/2048$

$\therefore$ ความน่าจะเป็นที่จุด 11 จุด ตกติดต่อกันโดยมีอย่างน้อย 10 จุด ตกบนซีกเดียวกัน

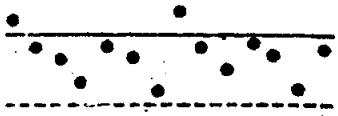
$= 2(12/2048) = 0.0117$



4. จุด 14 จุด ตกติดต่อกัน มีอย่างน้อย 12 จุด ตกบนซีกเดียวกันของแผนภูมิควบคุม

ความน่าจะเป็นที่จุด 14 จุด ติดต่อกัน มีอย่างน้อย 12 จุด ตกบนซีกเดียวกัน =

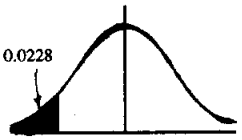
$$2[(1/2)^{14} + 14(1/2)^{14} + 7(13)(1/2)^{14}] = 0.0129$$



5. มีจุด 2 จุด หรือมากกว่าตกติดต่อกันนอกพิกัดควบคุม 2 sigma

   $P[Z \leq -2] = 0.0228$

   ความน่าจะเป็นที่มีจุด 2 จุด ตกติดต่อกัน นอกพิกัด 2 sigma $= 2(0.0228)^2 = 0.00104$

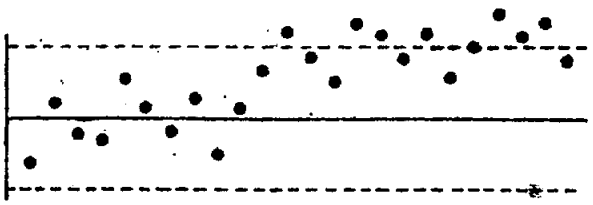


6. มีจุด 4 ตัว หรือมากกว่าตกติดต่อกันนอกพิกัดควบคุม 1 sigma

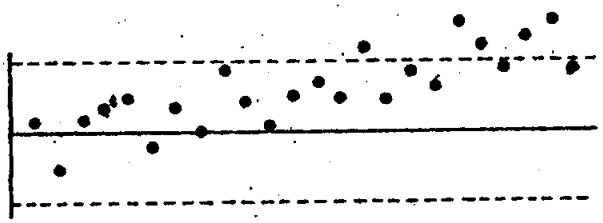
   $P[Z \leq -1] = 0.1587$

   ความน่าจะเป็นที่จุด 4 จุด ตกติดต่อกันนิกพิกัด 1 sigma $= 2(.1587)^4 = 0.00127$

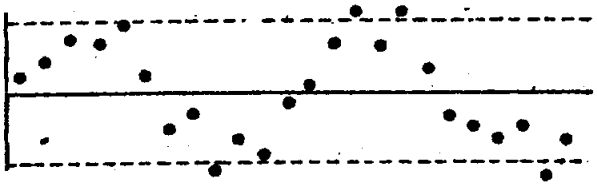
7. จุดมีการกระจายลักษณะกระโดดเปลี่ยนระดับ (change or jump in level)



8. จุดที่มีการกระจายเปลี่ยนระดับสม่ำเสมอ เป็นรูปแนวโน้ม (Trend or steady change in level)

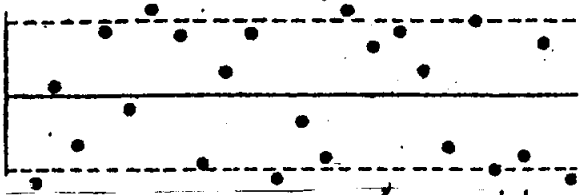


9. จุดที่มีการกระจายเป็นรูปวัฏจักร (Periodicity)



10. จุดมีการกระจาย อยู่ใกล้เส้นแกนกลางหลายจุด และตรงกลางว่าง จะมีจุดกระจายใกล้

เส้นควบคุมบน หรือ เส้นควบคุมล่าง อีกหลายจุด วิธีตรวจสอบลักษณะกระจายแบบนี้ โดยการแบ่งครึ่งระหว่าง เส้นควบคุมบน กับ เส้นแกนกลาง และแบ่งครึ่ง เส้นควบคุมล่าง กับ เส้นแกนกลาง ก็จะเห็นได้ชัดเจน



3.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแผนภูมิควบคุม

1. ทำให้คุณภาพสินค้าแต่ละหน่วย มีความแตกต่างกันน้อย ทำให้สินค้านั้นๆ เป็นที่เชื่อถือ ยอมรับ และศรัทธา ด้านคุณภาพ

2. ทำให้ลดค่าใช้จ่ายของโรงงาน ถ้าคุณภาพของสินค้าแต่ละหน่วยมีระดับเดียวกัน จึงไม่จำเป็นต้องสุ่มขนาดตัวอย่างมาก

3. ทำให้โรงงานทราบว่า ควรจะมีการปรับปรุงแก้ไขสินค้าเมื่อใด จะปรับปรุงที่กระบวนการผลิต หรือเครื่องจักร หรือพนักงาน ถ้ากระบวนการผลิตเกิดอาการอยู่นอกการควบคุม

4. ทำให้สามารถตัดสินใจเกี่ยวกับ ขอบเขตกำหนด (Specification limit) ได้ดีขึ้น

5. กรณีที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเกิดการสึกหรอ การมีแผนภูมิควบคุมจะช่วยลดค่าใช้จ่าย โดยไม่ต้องหยุดเครื่อง เพื่อตั้งหรือปรับเครื่องกันบ่อยๆ

4. การทดสอบแบบรัน (Run Test) เป็นการทดสอบที่สามารถนำไปใช้กับแผนภูมิทุกประเภท เพื่อตรวจสอบหาสาเหตุที่ผิดปกตินั้นว่า เป็นแบบที่ไม่สามารถหาสาเหตุที่ระบุได้ (random) หรือเป็นแบบที่สามารถหาสาเหตุระบุได้ (assignable cause) โดยการเก็บข้อมูลมาเป็นตัวอย่างในการตรวจสอบนั้นเป็นแบบสุ่มหรือไม่ หรือ มีแนวโน้มเอียงไปทางใดทางหนึ่งหรือไม่ หรือมีความผันแปรในกระบวนการผลิตหรือไม่

จากตาราง B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.005 และ 0.05 แสดงจำนวน run ทั้งหมดของสมาชิก 2 ประเภท คือ r, s ที่ค่าต่างๆ กัน เมื่อ r คือจำนวนเครื่องหมายหรือจำนวนอักษรที่เหมือนกันและเป็นจำนวนน้อย s คือจำนวนเครื่องหมายหรือจำนวนอักษรที่เหมือนกันที่เป็นจำนวนมาก เช่น จำนวนจุดที่ต่ำกว่าเส้นแกนกลาง มี 14 จุด และจำนวนจุดที่สูงกว่าเส้นแกนกลาง มี 20 จุด เราจะได้ r = 14 และ s = 20 เมื่อเปิดจากตาราง ได้ค่าวิกฤติ (k) = 12 ให้นำ จำนวนรัน (u) ที่ได้จากข้อมูล เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ (k) การหาจำนวนรัน (u) สามารถกระทำได้ดังนี้

4.1 รันที่อยู่เหนือ-ใต้เส้นแกนกลาง (runs above or below central line)

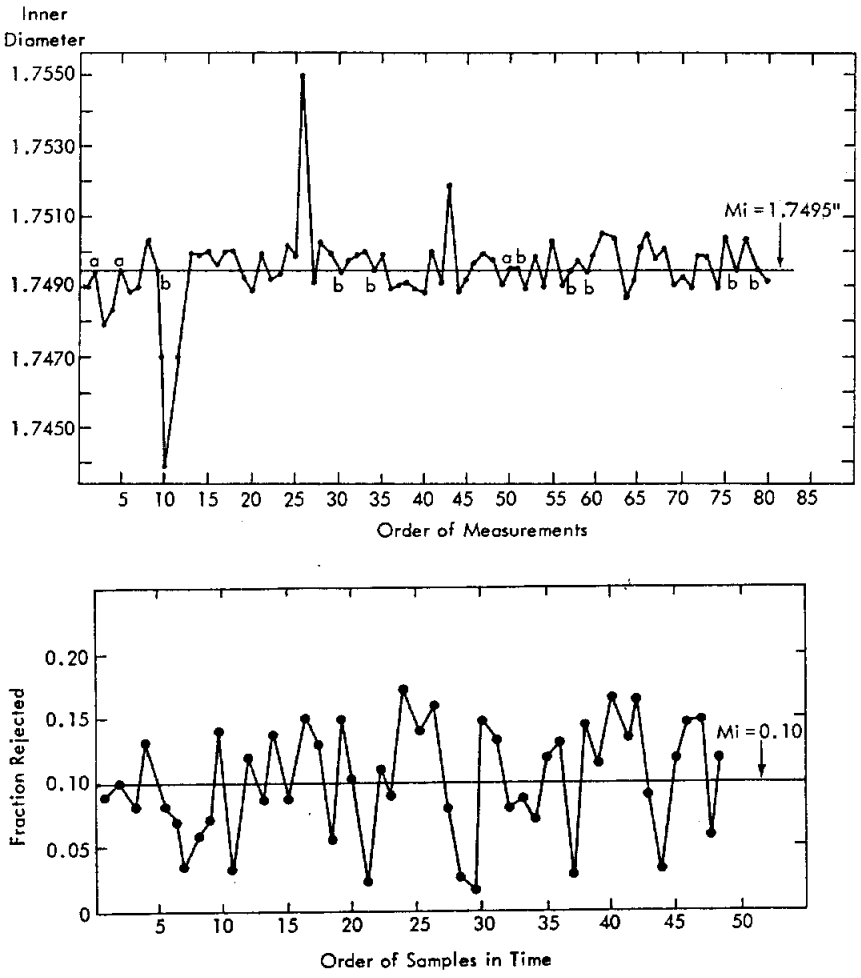
โดยพิจารณา ค่าของข้อมูลที่อยู่เหนือเส้นแกนกลาง จะให้เป็นเครื่องหมาย + และค่าของข้อมูลที่อยู่ใต้เส้นแกนกลาง ให้เป็นเครื่องหมาย - แต่ค่าที่อยู่ที่เส้นแกนกลางไม่ต้องใส่เครื่อง

หมายใดๆ สำหรับการนับจำนวนรันนับจากเครื่องหมายที่เรียงต่อเนื่องกัน นับเป็นหนึ่งรัน ถ้าเปลี่ยนเป็นอีกหนึ่งเครื่องหมาย ก็นับเป็นอีกหนึ่งรัน เช่น

- - + - + + + + - - - + ได้จำนวน รัน = 6

4.2 รันขึ้น-ลง (runs up and runs down) ค่าข้อมูลค่าแรกนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่สอง ถ้าค่าที่สองมากกว่าค่าแรก ให้แทน อักษร U แต่ถ้าค่าที่สองน้อยกว่าค่าแรก ให้แทน อักษร D จากนั้นนำค่าที่สอง กับค่าที่สาม เปรียบเทียบกัน ถ้าค่าที่สาม มากกว่า ค่าที่สอง ให้แทนอักษร U หรือถ้าค่าที่สาม น้อยกว่า ค่าที่สอง ให้แทนอักษร D กระทำเช่นนี้ จนถึง ค่าสุดท้ายของข้อมูล สำหรับการนับจำนวนรัน เริ่มจากอักษรที่เหมือนกันเรียงต่อเนื่องกัน นับเป็นหนึ่งรัน ถ้าเปลี่ยนเป็น อีกอักษรหนึ่ง ให้นับเป็น อีกหนึ่งรัน เช่น

U U D U D D D D D U U U ได้จำนวนรัน = 5



ตัวอย่าง ถ้าให้เครื่องหมายของรันดังนี้ จงทดสอบสมมติฐาน

H_0 = ข้อมูลมาจากกระบวนการแบบสุ่ม

VS H_1 = ข้อมูลไม่ได้มาจากกระบวนการแบบสุ่ม

หรือ

H_0 = ไม่มีความโน้มเอียงในค่าเฉลี่ย

H_1 = มีความโน้มเอียงในค่าเฉลี่ย

เมื่อได้เครื่องหมาย ดังนี้

+ - - - + + - + + + + + + - - - + - - + + + + + +

ได้ค่า U = 9, r = 10, s = 15

ค่าวิกฤติจากตาราง เมื่อ $\alpha = 0.05$; k = 8

$\therefore$ U > k

การสรุปผล : ยอมรับ H_0 นั่นคือ กระบวนการเป็นไปแบบสุ่ม

หรือ ไม่มีความโน้มเอียงในค่าเฉลี่ย

[หมายเหตุ ถ้า U < k เราจะปฏิเสธ H_0 นั่นคือ กระบวนการผลิตไม่เป็นแบบสุ่ม]

ถ้า r หรือ s มากกว่า 20 แสดงว่าค่า r และ s มีค่าโต จะประมาณโดยใช้ Central Limit Theorem (C.L.T.) ใช้ตัวสถิติ

$$Z = \frac{U - \mu}{\sigma}$$

เมื่อ $\mu = 2rs/(r+s) + 1$

และ $\sigma = \sqrt{[2rs(2rs-r-s)]/(r+s-1)(r+s)^2}$

ถ้า $|Z| > Z_{\alpha/2}$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 : ไม่มีความโน้มเอียงในค่าเฉลี่ยกระบวนการ

5. เทคนิคการควบคุมคุณภาพแบบอื่นๆ

เป็นเทคนิคที่นำมาใช้แก้ไขหรือปรับปรุงคุณภาพของสินค้า โดยใช้แผนภูมิต่างๆ ช่วยในการค้นหาสาเหตุ ปัญหา ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต แผนภูมิที่กล่าวถึง มีดังต่อไปนี้

5.1 ฮิสโตแกรม (Histogram) มีลักษณะเป็นกราฟแท่ง แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าของข้อมูลที่วัดได้ กับ ความถี่ของค่าเหล่านั้น ค่าของข้อมูลที่วัดได้จะแบ่งเป็นช่วงๆ เท่าๆ กัน เป็นชั้นๆ ความกว้างของกราฟแท่ง แทนความกว้างของแต่ละชั้น ความสูงของกราฟแท่ง แทนความถี่ หรือปริมาณของข้อมูลในแต่ละชั้น การเขียนฮิสโตแกรมใช้ได้ทั้งค่าที่ต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง สามารถ

ช่วยให้ผู้ใช้ เข้าใจข้อมูล และแปลความหมาย ได้สะดวก รวดเร็ว **ประโยชน์ของการใช้ฮิสโตแกรม**

1. สามารถตรวจสอบการกระจายของข้อมูลว่าเกินขอบเขตที่กำหนด (specification limit) ไว้หรือไม่

2. สามารถดูการกระจายของค่าข้อมูลว่ากระจายอยู่ในรูปแบบใด ดีหรือไม่ อย่างไร

3. สามารถเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูล ก่อนและหลัง การปรับปรุง แก้ไขสาเหตุแล้ว

5.2 พาเรโต (Pareto) มีลักษณะเป็นกราฟแท่ง แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของปัญหากับปริมาณของปัญหา โดยเรียงปริมาณของปัญหาจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ปริมาณปัญหาที่มีค่ามากที่สุดอยู่ทางซ้ายมือ เรียงตามลำดับมาทางขวามือ ตามปริมาณของปัญหาที่ลดลงและความกว้างของกราฟแท่ง แทน สาเหตุ ความสูงของกราฟแท่ง แทน ปริมาณที่เกิดสาเหตุต่างๆ ปริมาณของแต่ละสาเหตุให้คิดเป็นเปอร์เซนต์ แล้วจะพบว่า ปัญหาที่รวมกันมีเปอร์เซนต์มาก มาจากสาเหตุใหญ่ๆ 2-3 สาเหตุ ซึ่งเป็นแนวทางในการเลือกสาเหตุที่สำคัญๆ มาปรับปรุงแก้ไขก่อน

ประโยชน์ 1. เพื่อดูว่า สาเหตุใดควรจะนำมาปรับปรุงแก้ไขเพียง 2-3 สาเหตุก่อน

2. ใช้เปรียบเทียบปริมาณของสาเหตุ ก่อนและหลัง การปรับปรุงแก้ไข ว่ามีปริมาณลดลงหรือไม่ อย่างไร

3. เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้ปรับปรุงแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้

5.3 แผนภูมิก้างปลา (Fish Bone or Cause Effect or Ishikawa Diagram)

เป็นผังที่มีลักษณะคล้ายก้างปลา แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุ โดยเขียนปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงานไว้ทางขวามือ เป็นก้างปลาใหญ่ มีหัวลูกศรอยู่ทางขวามือ และค้นหาสาเหตุใหญ่ๆ ที่ทำให้เกิดปัญหา เขียนเป็นก้างปลาย่อย ไว้ทางซ้ายมือ แต่ละสาเหตุใหญ่ๆ ค้นหาสาเหตุย่อยๆ อะไรได้บ้าง เขียนเป็นก้างปลาย่อยๆ แตกแขนงออกไปอีกในแต่ละก้างปลาย่อย

ประโยชน์ 1. สามารถค้นหาสาเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด ที่ทำให้เกิดปัญหา

2. หาความสัมพันธ์ระหว่าง สาเหตุใหญ่กับสาเหตุย่อย เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

3. เป็นการระดมความคิดเห็น ทำให้เกิดความคิดที่แปลกใหม่ เป็นการฝึกการหาเหตุหาผล ช่วยเพิ่มความรู้และประสบการณ์มากขึ้น

5.4 แผนภูมิการกระจาย (Scatter Diagram)

เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชนิด ว่าเป็นไปในลักษณะใด จะมีความสัมพันธ์กันหรือไม่

ประโยชน์ 1. สามารถหาสมการถดถอย (regression line) หาค่าความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 ชนิด

2. สามารถทดสอบสมมติฐานของความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 ชนิด

3. ถ้าข้อมูล 2 ชนิดมีความสัมพันธ์กัน ก็สามารถใช้ข้อมูลชนิดหนึ่ง แทนข้อมูลอีกชนิดหนึ่งได้ โดยไม่ต้องสิ้นเปลืองเวลา ค่าใช้จ่าย

แบบฝึกหัดบทที่ 2

1. ในกระบวนการผลิตหลอดไฟฟ้า ซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมอุณหภูมิ สวิตส์ 5 ตัว ถูกทดสอบในแต่ละชั่วโมง ถ้าสวิตส์เปิด หน่วยควบคุมอุณหภูมิจะทำงาน ผลของการทดสอบ 4 วัน ได้ผลดังนี้

วัน	หมายเลข	a	b	c	d	e
25 เม.ย.	1	54	56	56	56	55
	2	51	52	54	56	49
	3	54	52	50	57	55
	4	56	55	56	53	50
	5	53	54	57	56	52
	6	53	47	58	55	54
	7	52	55	54	55	56
	8	56	53	53	54	55
	9	55	52	53	56	55
	10	50	54	53	55	55
26 เม.ย.	11	57	54	53	52	53
	12	52	52	54	53	55
	13	54	53	55	52	52
	14	54	55	54	53	55
	15	56	53	57	56	54
27 เม.ย.	16	58	57	56	54	54
	17	55	55	55	56	53
	18	54	57	54	55	54
	19	54	53	56	53	55

วัน	หมายเลข	a	b	c	d	e
27 เม.ย.	20	53	53	57	54	53
	21	53	55	57	54	53
	22	59	54	53	54	55
	23	54	55	58	55	54
	24	56	53	51	55	59
	25	56	55	55	55	55
28 เม.ย.	26	54	53	54	55	54
	27	53	52	55	54	53
	28	53	52	53	57	53
	29	53	51	55	50	55
	30	57	54	56	54	55

จงเขียนใบตรวจสอบ (check sheet) แสดงในรูปของการแจกแจงความถี่

2. จงพิจารณาว่า การควบคุม จากสาเหตุต่อไปนี้ ควรใช้แผนภูมิการควบคุมชนิดใด หรือ เทคนิคการควบคุณภาพแบบใด

1) สาเหตุที่ทำให้งานบัดกรีไม่ดี

2) จุดบกพร่องโทรทัศน์

3) จำนวนรูพรุน บนแผ่นโลหะแต่ละแผ่น

4) มาตรฐานของเหล็กตะปู ขนาด 5 หุน

5) ข้อมูลเกี่ยวกับการวิจารณ์ เรื่องคุณภาพของเบียร์จากลูกค้า

6) ความหนาของกรอบรูปภายในขอบเขตกำหนด