

## Chapter 3

### Quality-Improvement Techniques



ผศ.ดร.นลิน เพียรทอง



## เทคนิคการปรับปรุงคุณภาพ

- Introduction
- Pareto Diagram
- Matrix Analysis
- Grier Diagram
- Time Series
- Cause-and-Effect Diagram
- Check Sheets
- Histogram
- Control Chart
- Process Capability
- Precontrol chart
- Scatter Diagram
- Run Chart
- Flow Diagram
- Design of Experiments
- Problem-solving Method



## PARETO DIAGRAM

แผนภูมิพาเรโต เป็นแผนภูมิแสดงมูลเหตุที่สำคัญที่สุด โดยแสดงมูลเหตุที่มีความถี่สูงสุดไว้ด้านซ้ายสุด แล้วมูลเหตุที่มีความถี่รองลงมาก็แสดงเรียงไปทางขวามือ



## PARETO DIAGRAM

- Pareto Principle  
The vital few สิ่งที่มีความสำคัญมากจำนวนเล็กน้อย  
The trivial many สิ่งที่มีความสำคัญเล็กน้อยจำนวนมากมาย
- Juran - ไม่มีปัญหาอะไรที่สำคัญเพียงเล็กน้อย  
The vital few  
The useful many สิ่งที่มีประโยชน์จำนวนมากมาย



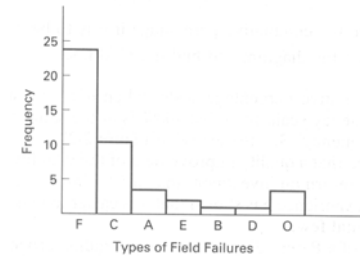
# PARETO DIAGRAM

□ 80-20

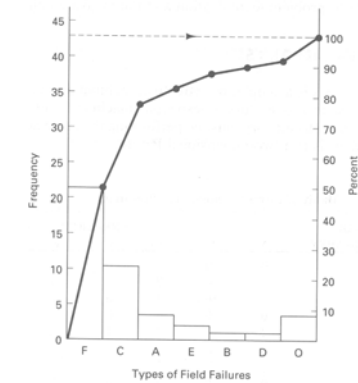
- ปัญหาที่มีความสำคัญมากจำนวน 80% มักจะมีสาเหตุมาจากประมาณ 20% ของสาเหตุทั้งหมด
- สาเหตุที่เหลืออีกประมาณ 80% จะมีผลต่อปัญหาที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยอีกจำนวนประมาณ 20% ของปัญหาเท่านั้น

ali

Pareto Diagram



Cumulative line



## Six step

- Determine the method of classifying the data by problem or cause
- Decide if dollar (ค่าใช้จ่าย) or frequency (ความถี่) is to be used to rank the characteristics
- Collect the data for an appropriate time interval
- Sum the data and rank order categories from largest to small
- Compute the cumulative % if used
- Construct the diagram

ali

## ตัวอย่าง

จากการเก็บข้อมูลของเสื้อที่มีปัญหาด้านคุณภาพจำนวนหนึ่ง พบสาเหตุของการชำรุด 4 ประเภท และจำแนกจำนวนของสาเหตุได้รวม 300 รายการดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ประเภท	จำนวนสาเหตุ	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
เย็บรั้งคุมไม่เรียบร้อย	142		
ฝีจักรไม่ตรง	98		
ตัวเสื้อมีรอยดำหนิ	36		
ตัดเสื้อไม่ได้ตามขนาดกำหนด	24		
รวม	300		



ali



# MATRIX ANALYSIS

หรือแผนภูมิพารโตแบบสองมิติ เป็นเทคนิคที่ง่ายแต่มีประสิทธิภาพในการเปรียบเทียบกลุ่มของ categories เช่น operator, พนักงานขาย, และ supplier การเปรียบเทียบจะทำกับงานที่เหมือนกัน

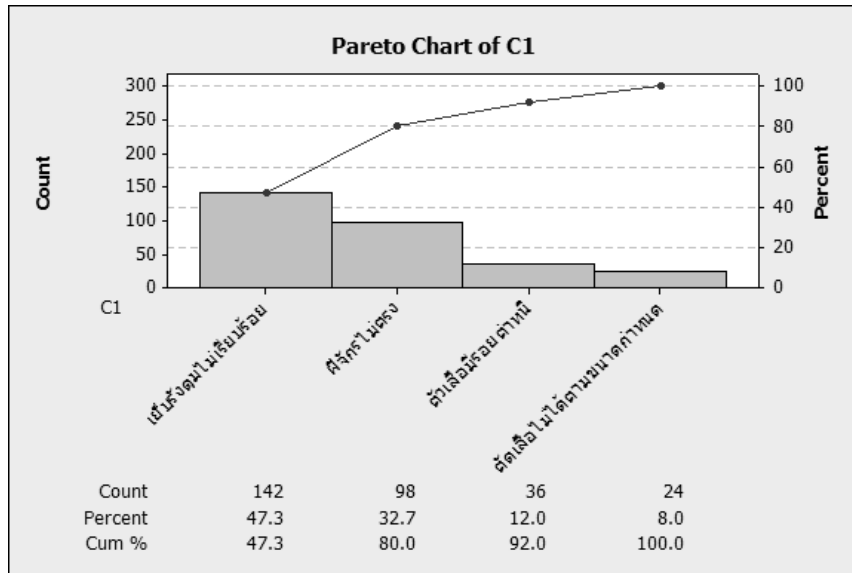


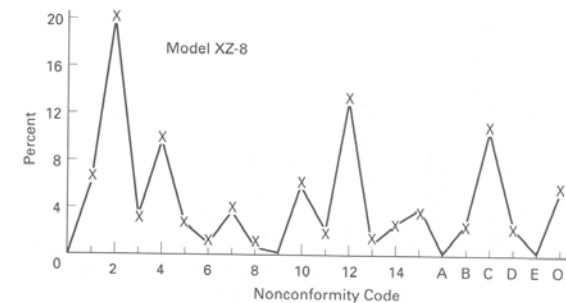
TABLE 2-1 Matrix of Errors by Income Tax Preparers.

TYPES OF NONCONFORMITY	PREPARER						TOTAL
	A	B	C	D	E	F	
1	0	0	1	0	2	1	4
2	1	0	0	0	1	0	2
3	0	16	1	0	2	0	19
4	0	0	0	0	1	0	1
5	2	1	3	1	4	2	13
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
15	0	0	0	0	3	0	3
Totals	6	20	8	3	36	7	80



# GRIER DIAGRAM

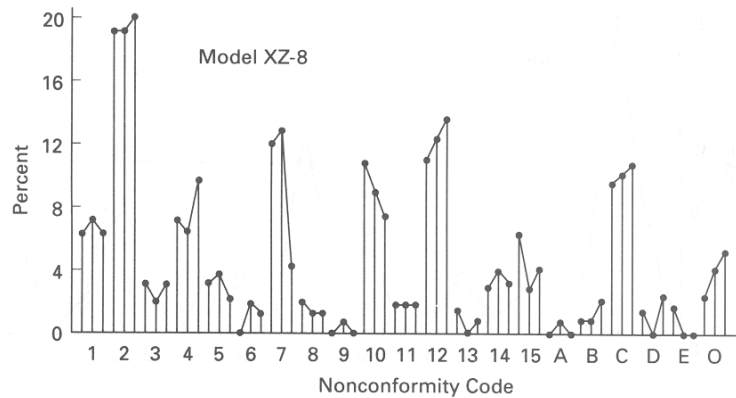
เป็นอีกวิธีหนึ่งที่เกิดจากจากประยุกต์ใช้แผนภูมิพารโต โดยใช้เพื่อเปรียบเทียบ nonconformities ใน model ต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ที่คล้ายๆ กัน





## Question

- Prepare a Grier diagram for the model XYZ automotive tire. Data (first number is the code) on nonconformities are: 1-10, 2-5, 3-0, 4-9, 5-6, 6-0, 7-2, 8-0, 9-3, 10-1, A-6, B-1, C-3, and O-5.



## TIME SERIES

Time Series เป็นเทคนิคที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของ factor เทียบกับเวลา เพื่อดูแนวโน้มของข้อมูล

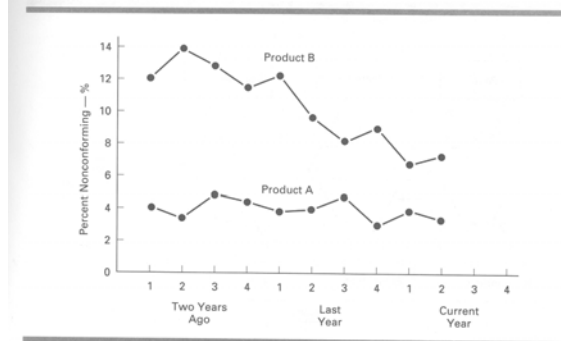


FIGURE 2-5 Time series graph for percent nonconforming.



## Question

- Prepare a time series graph for nonconformities per unit for hospital Medicare claims and analyze the results. Data are: 1986-0.20, 1987-0.15, 1988-0.16, and 1989-0.12.



## CAUSE-AND-EFFECT DIAGRAM

- แผนภาพสาเหตุและผล หรือ แผนภาพก้างปลา เป็นแผนภาพที่ใช้ต่อจากแผนภูมิพาเรโต นั่นคือเมื่อเลือกปัญหาที่จะทำการแก้ไขจากแผนภูมิพาเรโตแล้ว ก็ระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหา
- โดยแสดงอาการของปัญหาไว้ที่ปลายของแผนภาพสาเหตุของปัญหาจะถูกจำแนกออกเป็นแขนงเหมือน ก้างปลา ดังนี้

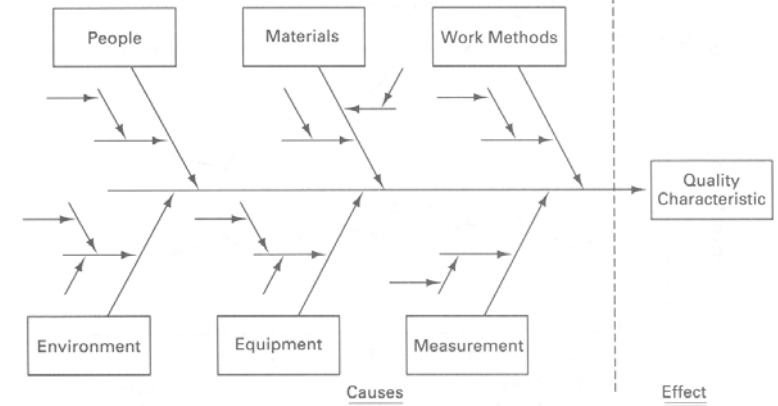


FIGURE 2-6 Cause-and-effect diagram.



## วิธีการสร้างแผนภาพ

- นิยามปัญหาในรูปอาการให้เป็นเชิงปริมาณที่เฉพาะเจาะจง เช่น
  - ชิ้นส่วนมีความแข็งแรงต่ำ
  - การเกิดเม็ดตะกั่ว
- ไม่ควรนิยามปัญหาในความหมายนามธรรม เช่น
  - ประสิทธิภาพตกต่ำ
  - วัสดุดิบเสียมาก



## วิธีการสร้างแผนภาพ

- ให้ระดมสมอง โดยต้องได้มาจากการดูของจริง ในสถานะจริง ที่สถานที่จริง
- รวบรวมความคิดจากทุกคนโดยมุ่ง ที่ปริมาณความคิด ไม่ใช่คุณภาพความคิด
- อย่าใช้คำที่มีความหมายกว้างๆ เช่น วัสดุดิบไม่ดี พนักงานชอบลี้ม เครื่องจักรประสิทธิภาพต่ำ



# CHECK SHEETS

- ใบตรวจสอบ คือ ฟอรมสำหรับการบันทึกข้อมูล ซึ่งได้รับการออกแบบพิเศษเพื่อการตีความหมาย ผลการบันทึกทันทีที่กรอกแบบฟอร์มเสร็จสิ้น
- จะอยู่ในรูปของตาราง ใช้กรอกรายละเอียดของ ข้อมูลเพื่อให้ทราบถึงข้อมูลทุกแง่มุม ควรจะอยู่ในลักษณะที่ง่ายต่อการจดบันทึกข้อมูล จำเนก ข้อมูล และวิเคราะห์ผล

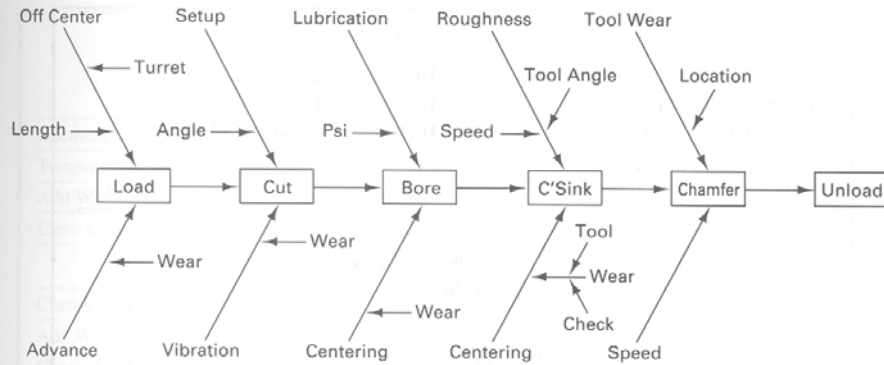


FIGURE 2-7 Process analysis CE diagram.

CHECK SHEET		
<b>Product:</b> Bicycle—32		<b>Date:</b> Jan. 21
<b>Stage:</b> Final Inspection		<b>ID:</b> Paint
<b>Number Inspected:</b> 2217		<b>Inspector/Operator:</b> Jane Doe
Nonconformity Type	Check	Total
Blister		21
Light Spray		38
Drips		22
Overspray		11
Splatter		8
Runs		47
Others		12
<b>Total</b>		<b>159</b>
<b>Number Nonconforming</b>		<b>113</b>

FIGURE 2-8 Check sheet for paint nonconformities.

	D = Daily A = As Needed						
	Mon.	Tues.	Wed.	Th.	Fri.	Sat.	Sun.
<b>Hot Tub</b>							
Chemical Test (Add if Needed) ph/chlorine (D)	7.4						
Temperature (D)	81°						
Add Water (If Needed) (D)							
Clean Deck Around Hot Tub (D)	✓						
<b>Pool</b>							
Chemical Test (Add if Needed) (D)	7.6						
Add Water (If Needed) (D)	300						
Check Temperature (D)	78°						
Vacuum Pool (If Needed) (A)							
Filter Backwash (20 lb.) (A)	✓						
Lint Filter (D)	✓						
Sweep and Hose Off Deck (D)	✓						
<b>General Cleaning</b>							
Vacuum Carpets (D)	✓						
Vacuum and Sweep Building B (D)	✓						
Clean Tables (D)	✓						
Sweep and Mop Wooden Deck (D)	✓						
Clean Outside Deck, Bring in Chairs (D)	✓						
Take Out Trash (D)	✓						
Empty Building B Trash Cans (D)	✓						
Wash Windows (D)	✓						
<b>Bathrooms</b>							
Scrub Sinks, Toilets, and Showers (D)	✓						
Sweep and Mop Floors (D)	✓						
Empty Trash and Check Lockers (D)	✓						
Cover Hot Tub (At End of the Night) (D)	✓						
Check Pool Filters—Be Sure It's On (D)	✓						

FIGURE 2-9 Check sheet for swimming pool.

TEMPERATURE CHECK SHEET

387.4 385 382.5								
382.4 380 377.5								
377.4 375 372.5	10.0							
372.4 370 367.5								
367.4 365 362.5	7.0	7.5	9.0					
362.4 360 357.5	8.0	8.5						
357.4 355 352.5	9.5							

FIGURE 2-10 Check sheet for temperature.

XXXX XX	X	XXXX X
	XX	
	X	X

FIGURE 2-11 Check sheet for plastic mold nonconformities.



## HISTOGRAM

ฮิสโตแกรม เป็นแผนภูมิแสดงความถี่ของสิ่งที่เกิดขึ้น แสดงข้อมูลเป็นกราฟแท่ง วิธีสร้างฮิสโตแกรม สามารถทำได้ดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์
2. กำหนดจำนวนช่วง หรือแท่งของกราฟ ปกติจะมี 8-12 แท่ง
3. กำหนดค่าของแต่ละช่วง
4. นับข้อมูลในแต่ละช่วง แล้วเขียนเป็นกราฟ

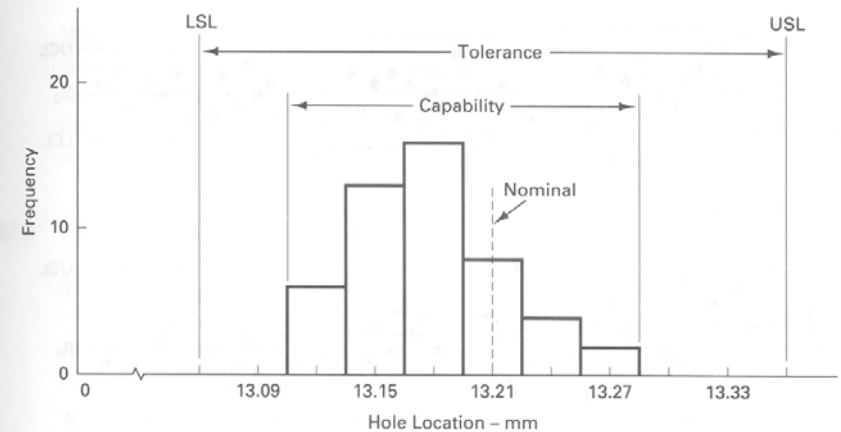


FIGURE 2-12 Histogram for hole location.



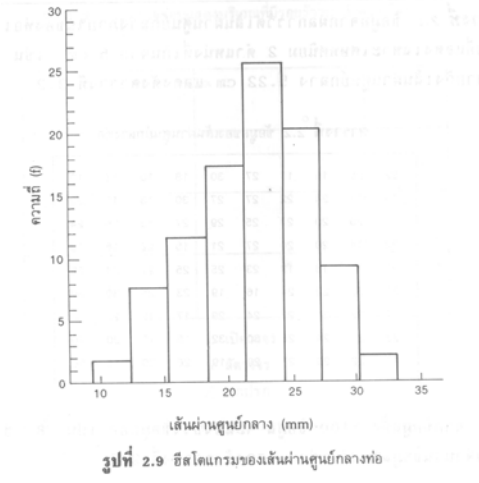
## ตัวอย่าง

ข้อมูลจากการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อเหล็ก โดยตัวเลขที่แสดงเฉพาะเศษทศนิยม 2 ตำแหน่งที่เกินจาก 5 cm มีดังนี้

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ

22	25	15	13	27	30	18	10	16	12
19	27	24	22	27	27	30	18	19	23
15	20	20	27	25	29	27	15	26	24
32	14	20	20	27	21	15	22	16	19
25	27	18	13	23	25	25	27	24	32
27	30	22	24	16	19	23	25	30	30
27	22	21	22	24	29	17	19	22	26
23	21	24	26	30	32	15	19	20	20
17	22	20	27	29	19	26	30	16	20

ช่วงข้อมูล	ค่ากลาง	ความถี่
9.6-12.5	11	2
12.6-15.5	14	8
15.6-18.5	17	12
18.6-21.5	20	18
21.6-24.5	23	26
24.6-27.5	26	21
27.6-30.5	29	10
30.6-33.5	32	3
		100



## CONTROL CHART

แผนภูมิควบคุม ใช้เพื่อการควบคุมกระบวนการผลิต ลักษณะของแผนภูมิจะเป็นกราฟของสิ่งที่ต้องการควบคุม โดยแสดงเทียบกับเวลา

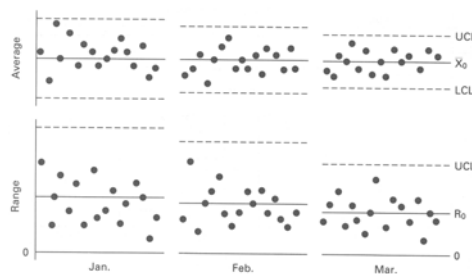


FIGURE 2-13  $\bar{X}$  and  $R$  charts, showing quality improvement.

วัตถุประสงค์หลักของแผนภูมิควบคุมคือ การควบคุมกระบวนการผลิตเพื่อให้รู้ว่า ณ เวลาใดที่มีปัญหาด้านคุณภาพ เพื่อให้แก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิตให้กลับสู่สภาพปกติ





## PROCESS CAPABILITY ( $C_p$ )

Management has the responsibility of ensuring that the process is capable of meeting the specification.

A minimum  $C_p$  is 1.33.

A minimum  $C_{pk}$  is 1.00.

ali



## PRECONTROL

While control chart are excellent for problem solving, they are awkward when used for process maintenance. Precontrol is an operator-friendly technique for monitoring a process.

ali



## SCATTER DIAGRAM

The simplest way to determine if a cause-effect relationship exists between two variable is to plot a scatter diagram.

ali

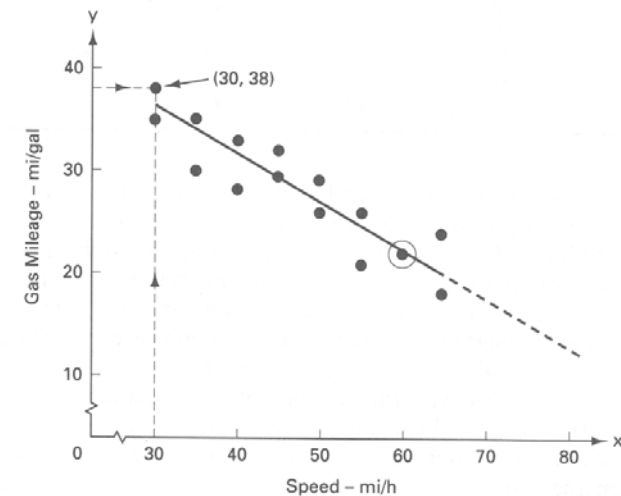


FIGURE 2-14 Scatter diagram.



## Example of relationship

- ❑ Cutting speed and tool life
- ❑ Temperature and lipstick hardness
- ❑ Temperature and percent foam in soft drink

ali



## Step in constructing a scatter diagram

### 1. Data are collected as order pair (x,y)

TABLE 2-2 Data on Automotive Speed vs. Gas Mileage.

SAMPLE NUMBER	SPEED (MI/H)	MILEAGE (MI/GAL)	SAMPLE NUMBER	SPEED (MI/H)	MILEAGE (MI/GAL)
1	30	38	9	50	26
2	30	35	10	50	29
3	35	35	11	55	32
4	35	30	12	55	21
5	40	33	13	60	22
6	40	28	14	60	22
7	45	32	15	65	18
8	45	29	16	65	24

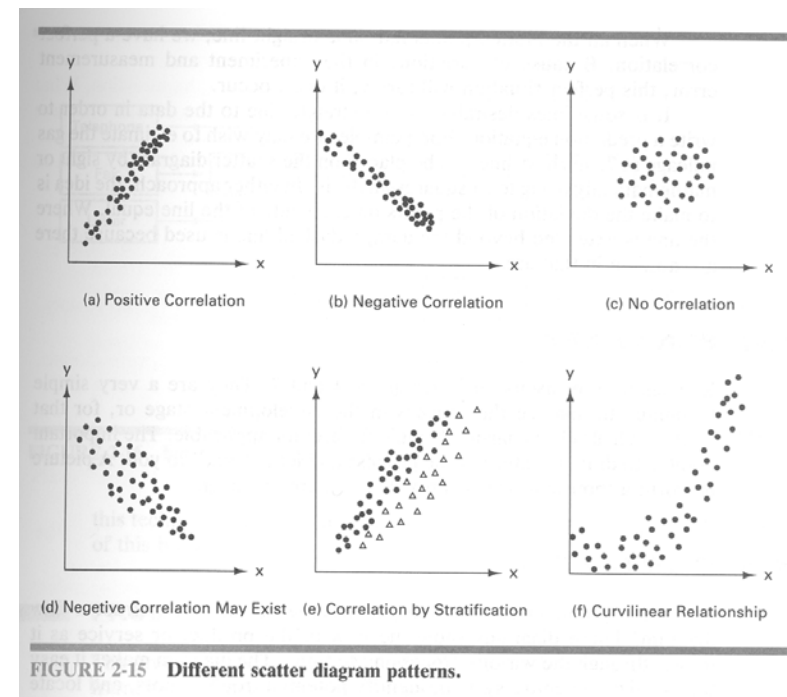
ali



2. The horizontal and vertical scales are constructed.
3. The data are plotted using dot lines.

Once the scatter diagram is complete, the relationship or correlation between the two variables can be evaluated.

ali





## RUN CHART

is used to analyze the process in the development stage or when other charting techniques are not applicable.

ali

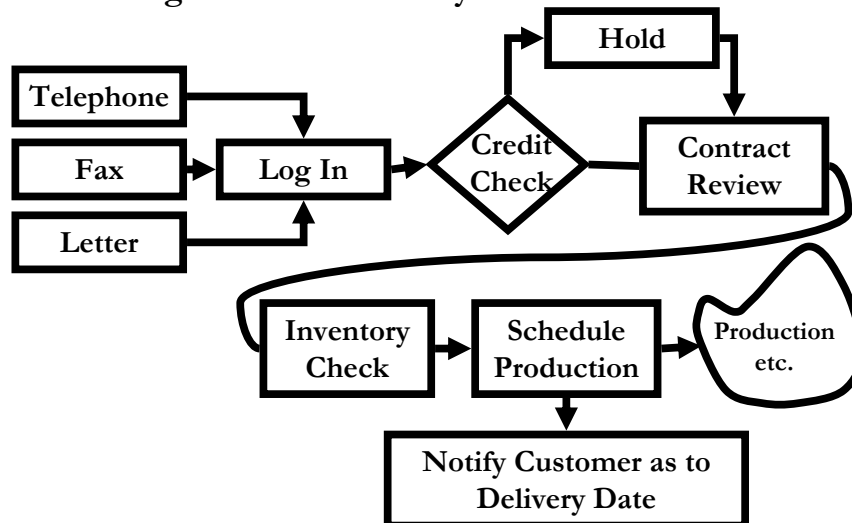


## FLOW DIAGRAM

show the flow of the product or service as it moves through the various process stations.

ali

Flow diagram for order entry



## DESIGN OF EXPERIMENTS

requires a different level of mathematical ability than the previously describes techniques. It is the only way that complex system can be analyzed. Studies are run under laboratory, pilot plant, and manufacturing conditions.

ali



## PROBLEM-SOLVING METHOD

มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. Problem identification
2. Project team assignment
3. Problem analysis
4. Possible solutions
5. Evaluation
6. Remedial action

ali



## เทคนิคการวิเคราะห์ 7 อย่าง

1. Check sheet
2. Histogram
3. Pareto diagram
4. Cause-effect diagram
5. graph
6. Scatter diagram
7. Control chart

ali

# คำถาม?

## QUESTIONS

1. Construct a Pareto diagram for replacement parts for an electric stove. Six-months' data are: oven door, 193; timer, 53; front burners, 460; rear burners, 290; burner control, 135; drawer rollers, 46; other, 84; and oven regulators, 265.
2. A project team is studying the downtime cost of a soft-drink bottling line. Data analysis in thousands of dollars for a 3-months period are: back pressure regulator, 30; adjust feed worm, 15; jam copper head, 6; lost cooling, 52; valve replacement, 8; and other, 5. Construct a Pareto diagram.

The following data (tensile strength, hardness) are for tensile strength (100 psi) and hardness (Rockwell E) of die-cast aluminum. Construct a scatter diagram and determine the relationship:

(293,53), (349,70), (368,40), (301,55),  
(340,78), (308,64), (354,71), (313,53),  
(322,82), (334,67), (377,70), (247,56),  
(348,86), (298,60), (287,72), (292,51),  
(345,88), (380,95), (257,51), (258,75)