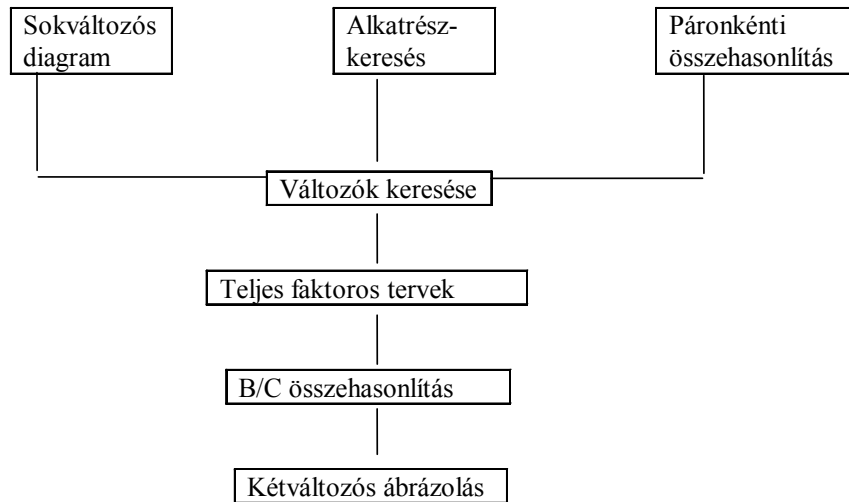


## Shainin-kísérlettervezés



105

Krónikus gyártási problémák (minőségi hibák) okainak felderítésére

Sajátossága: „clue generation”, „hagyjuk az alkatrészeket beszélni”

14. példa

R. Hoerl, R. Snee: Statistical Thinking, Duxbury, 2002

Egy amerikai vállalatnál nem értették az időnkénti késői szállítások okát.

Strukturált ok-keresés

106

## Is - Is not analysis: Elosztási folyamatban a késői szállítások elemzése

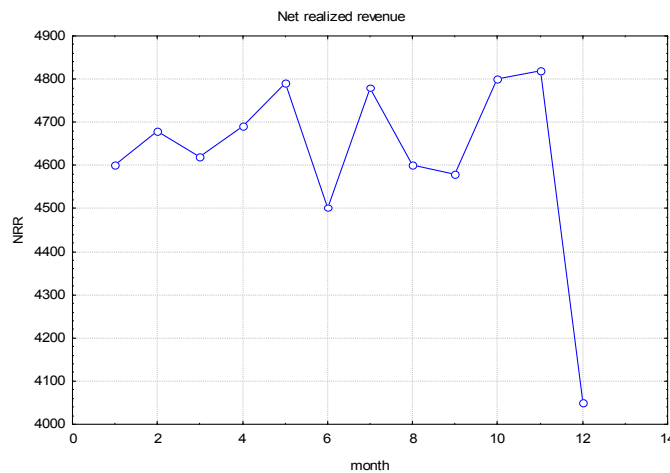
	van	nincs	Lehetséges magyarázat	Akció
Hol?	Északkeleti régió	Dél, Középanyugat, Nyugat	Különböző raktárak	Megvizsgálndók a különböző raktárak adatai
Micsoda?	Az alkatrészek kifogynak	A raktárban lévő alkatrészek késői kiszállítása	A kiszállítási folyamat rendben, de a raktár-nyilvántartás nem	Megvizsgálndó a raktár-nyilvántartási rendszer
Mikor?	A problémák október elején kezdődtek	Ezt megelőzően	Új számítógépes rendszert installáltak szeptember végén, október elejétől erőfeszítéseket tettek a raktárkészlet csökkentésére	Vizsgáljuk meg a raktár-nyilvántartási algoritmusok különbözőségét, dokumentáljuk a raktárkészlet csökkentésére irányuló változtatásokat
Kicsoda?	Minden megrendelő	N/A	N/A	N/A

107

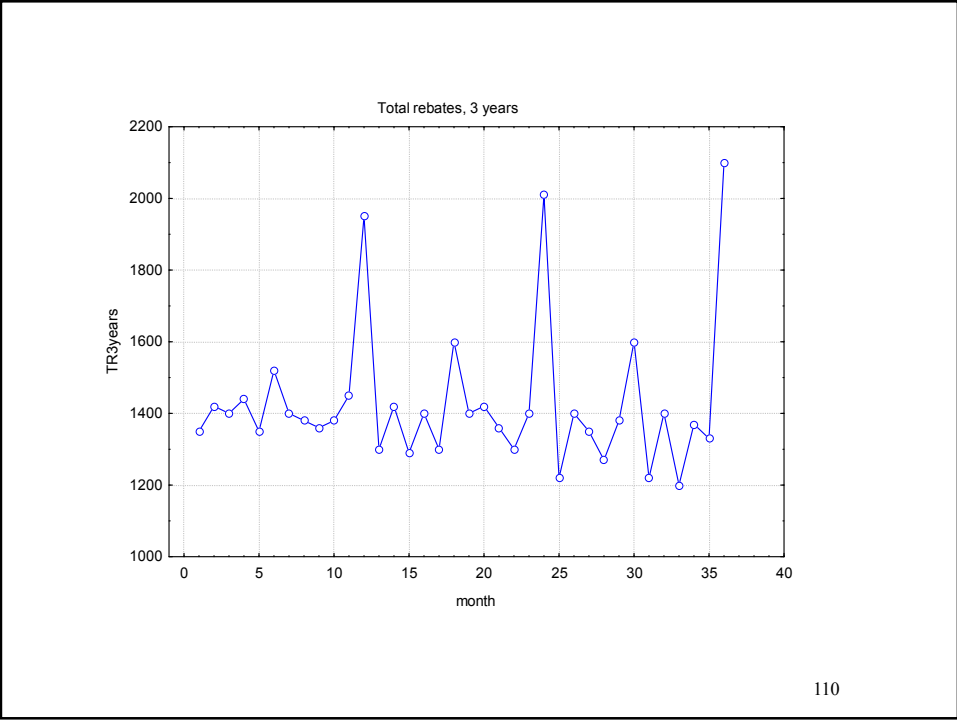
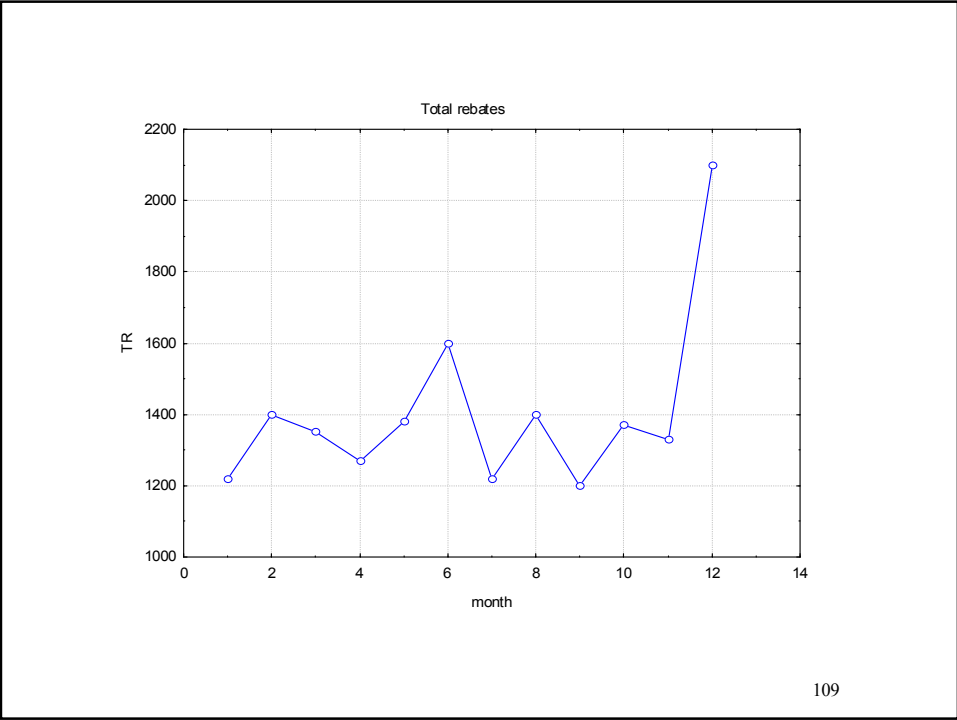
. példa

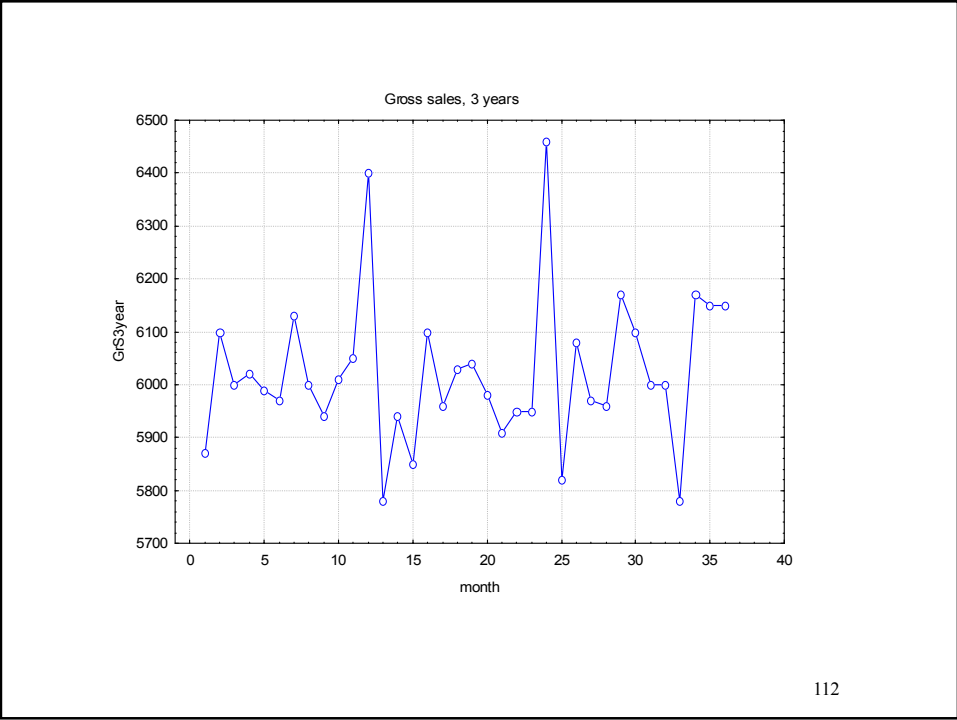
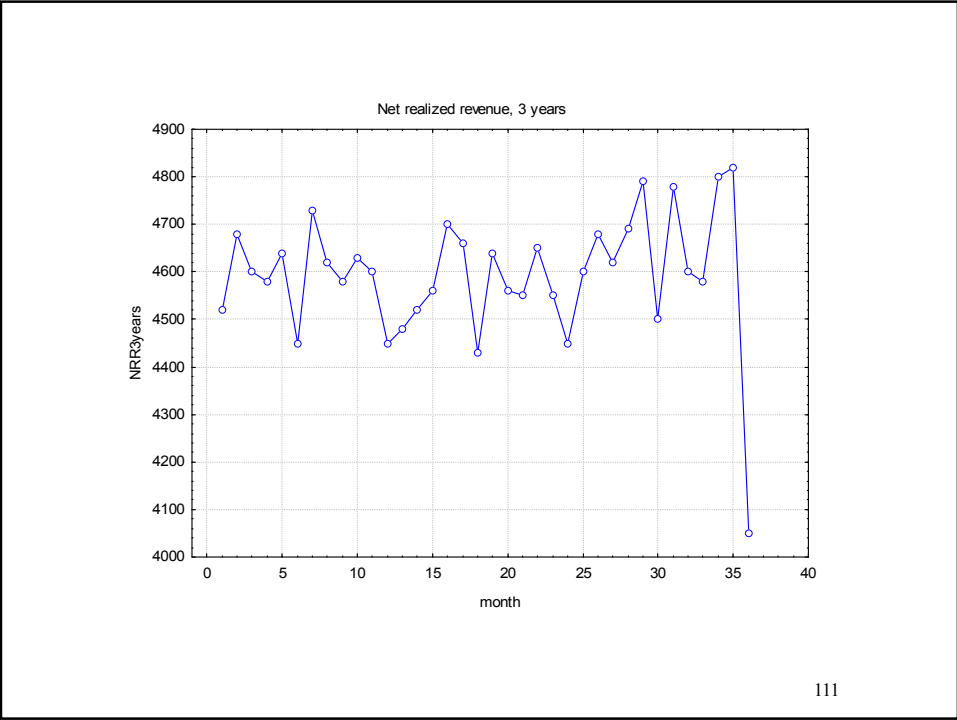
R. Hoerl, R. Sne: Statistical Thinking, Duxbury, 2002, p. 118

### Realized revenue fiasco



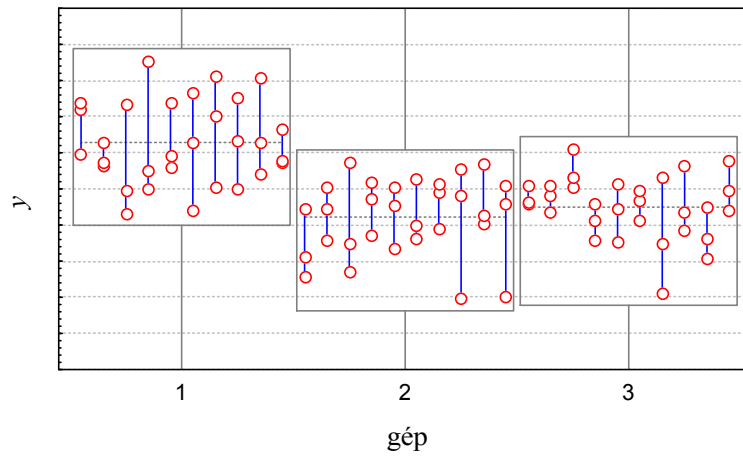
108





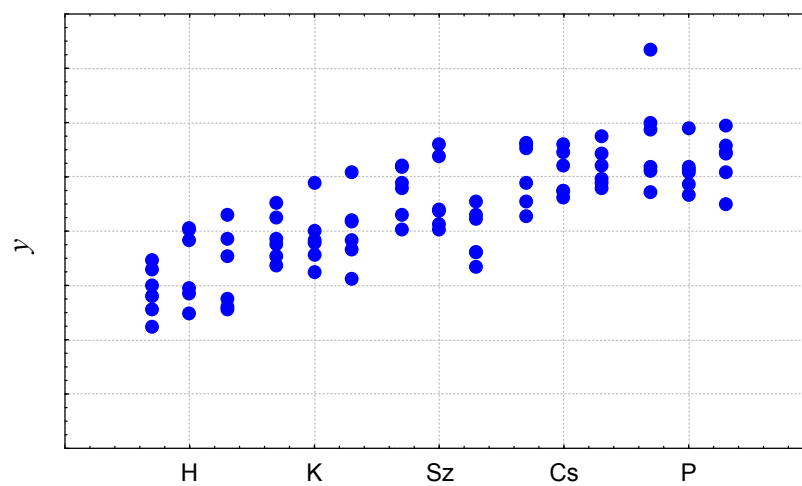
## Sokváltozós diagram (Multi-vari charts)

Hely szerinti változás



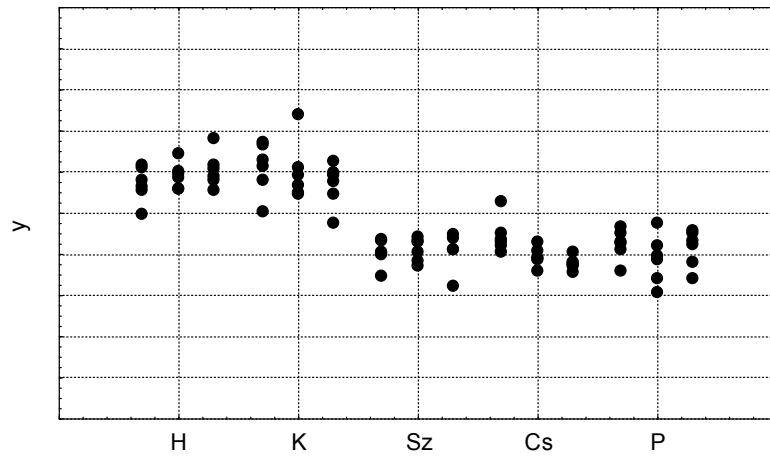
113

Idő szerinti változás: trend



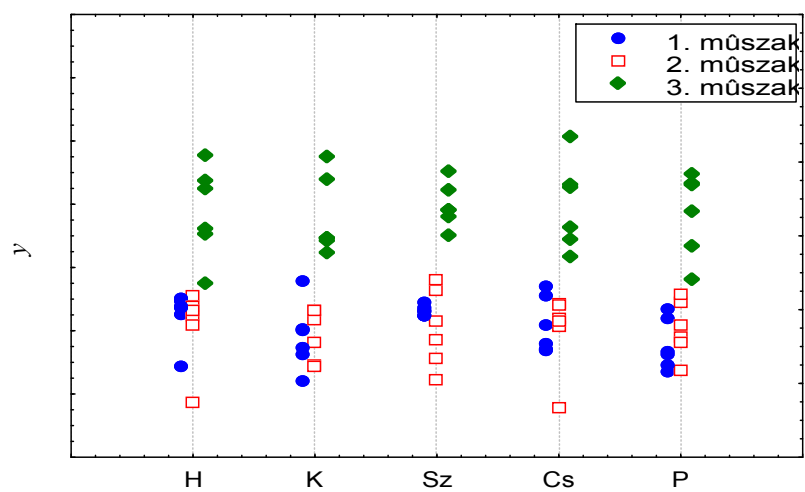
114

### Idő szerinti változás: ugrás



115

### Ciklikus viselkedés



116

#### Hely szerinti (positional)

- egy egységen belüli változékonyság
- szakaszos folyamatban az adagon (batch, sarzs) belül
- gépről gépre, operátorról operátorra, üzembről üzemre

#### Ciklikus

- a folyamatból egymás után vett minták között
- a termék-egységek bizonyos csoportjai között
- adagról adagra
- tételről tételre

#### Időbeli (temporal)

- óráról órára
- műszakról műszakra
- napról napra
- hétről hétre

117

#### 15. példa

K. R. Bhole: World class quality. Using design of experiments to make it happen. Amacom, 1991, p. 60

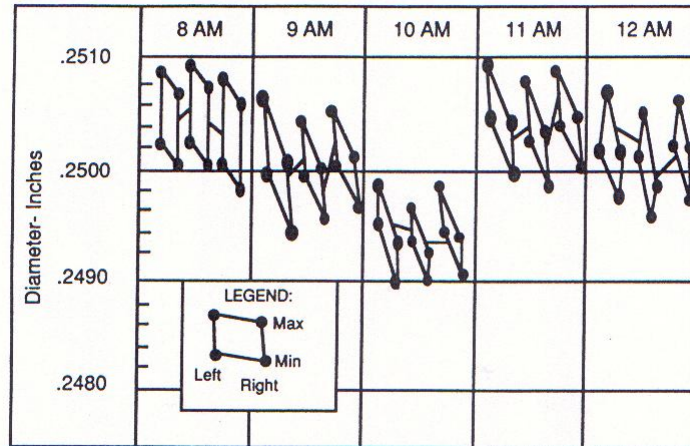
Tengely előírt mérete  $0.0250'' \pm 0.001''$ .  
terjedelem  $0.0025''$  a várt  $0.002''$  helyett ( $C_{PK}=0.8$ )

Javaslat: vegyenek új esztergagépet, amire  $0.0008''$   
( $C_{PK}=1.25$ ) terjedelmet ígérnek.

Helyette multi-vari: 3 tengelyt vettek ki óránként

118

Figure 6-2. The rotor shaft multi-vari chart.



119

típus	a teljes változékonyság %-a	a változékonyság oka	akció	eredmény
óráról órára	50%	kevés hűtőfolyadék	feltöltés	kb. 50%
darabon belül bal följebb	10%	nem párhuzamos beállítás	beállítás	kb. 10%
darabon belül excentricitás	30%	kopott gyűrű	gyűrű-csere	kb. 30%
darabok között	5%	?		

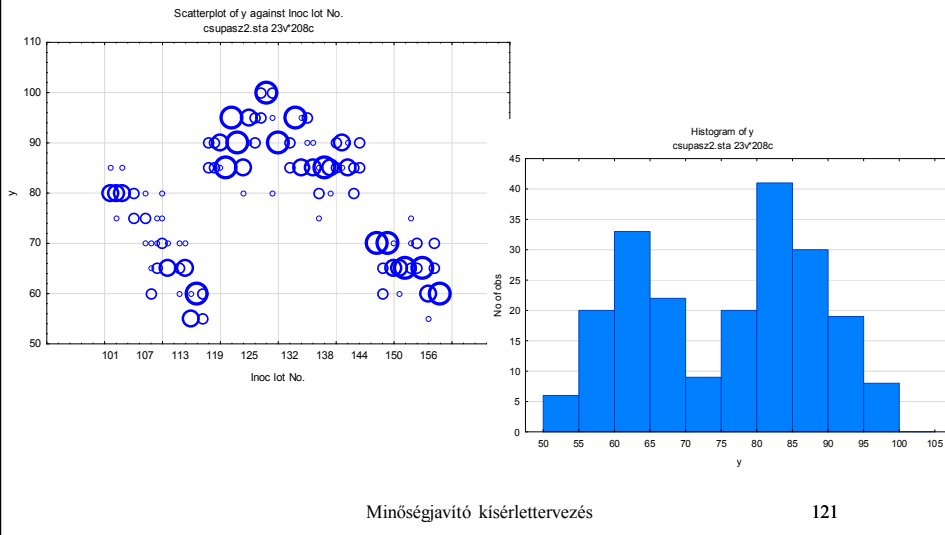
Az eredmény: 0.0025" helyett 0.0004" az ingadozás terjedelme ( $C_{PK}=5$ ).

120



46. példa

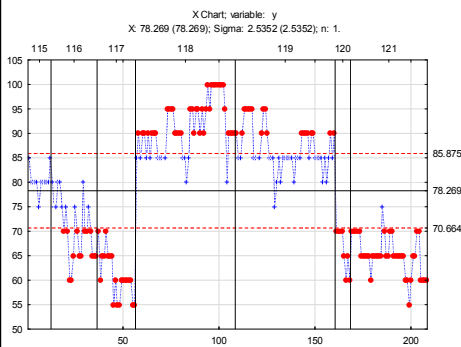
Egy fermentációs technológiában nem tudják mire vélni a kihozatal változékonyságát.



Minőségjavító kísérlettervezés

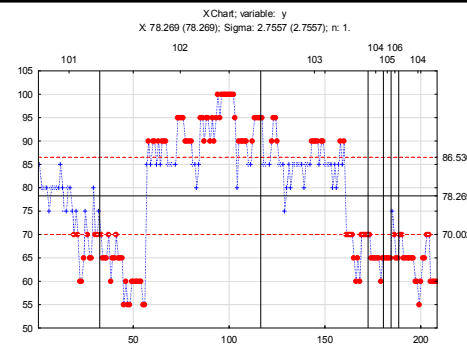
121

Statistics>Industrial  
 Statistics>Quality Control Charts  
 Individuals & moving range  
 Variables: X  
 Parts: MedD  
 Options, Labeling fülön MedD



Minőségjavító kísérlettervezés

122



Parts: MedC  
 Options, Labeling fülön MedC

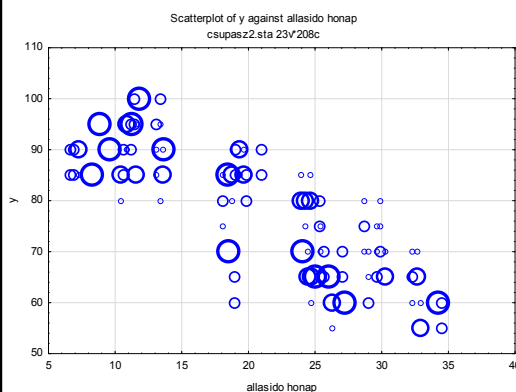
táptalaj-adagok

Components of Variance (csupasz2.sta)	
Over-parameterized model	
Type III decomposition	
Effect	y
Inoc lot No.(MedC)	15.9394
MedC	161.8160
Error	9.3750

A teljes ingadozás 86%-át a MedC okozza.

123

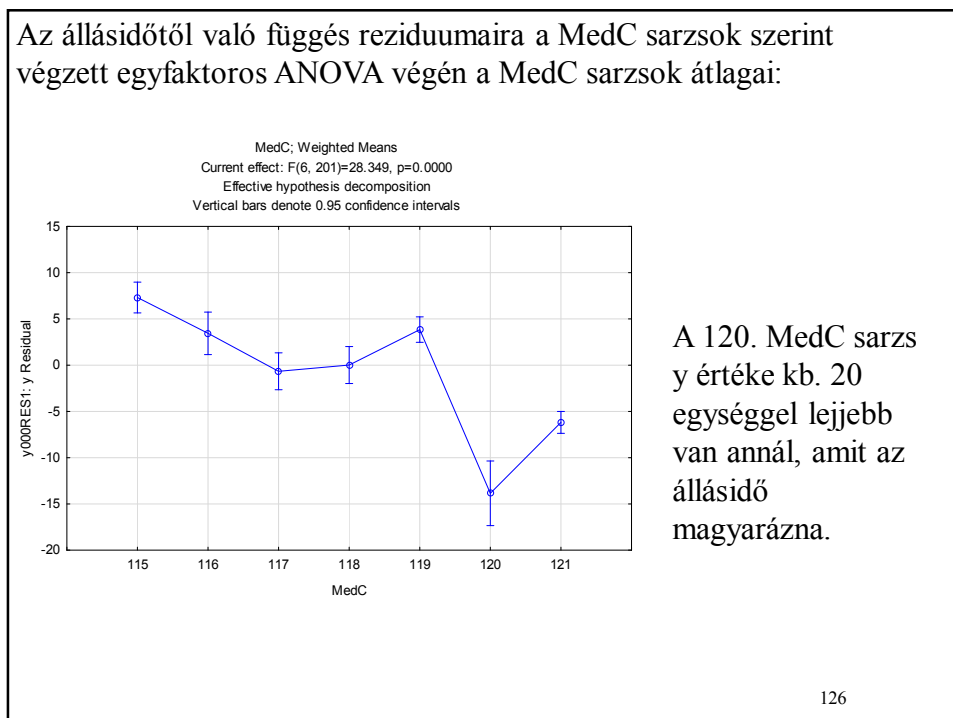
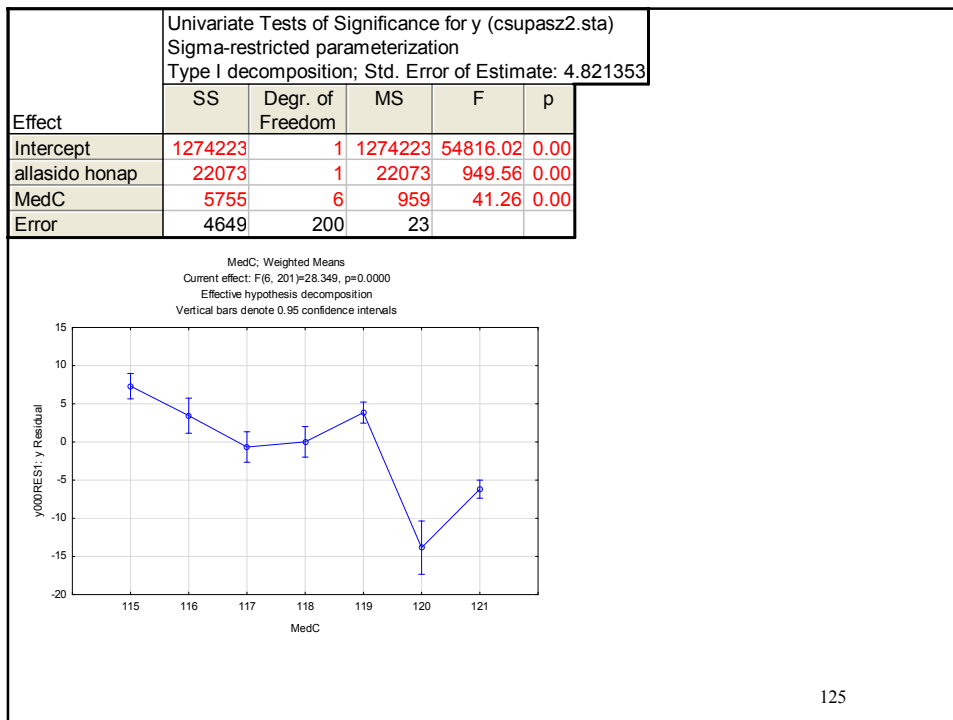
Most már értjük, hogy a MedC táptalaj-komponens okozza az eltérést, de azt még nem, hogy hogyan.  
Miben különbözik a 118 és 119 tétel a többitől?



állásidő

Minőségjavító kísérlettervezés

124

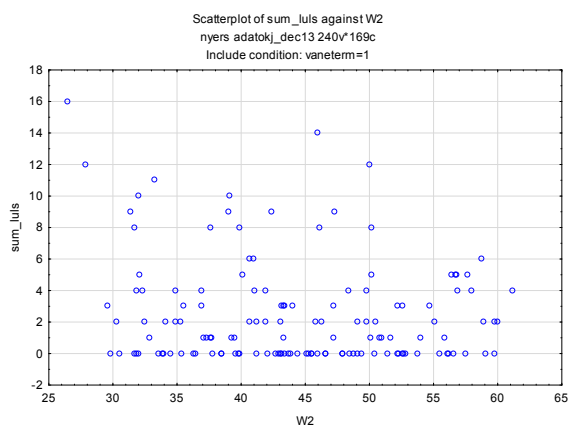


- the data of raw materials (date of delivery, batch code, material contained in the tanker before, characterization of material based on accompanying documents, temperature and humidity of the environments, tank data, time elapsed until use), about 90 data per time point
- amount of mixed components, mixing date and environment data, including humidity of the environment, temperature of the environment, pipelines and tanks, flux
- data on foam manufacturing tools (temperature of the water at 2 points, temperature of the tool at 3 points, layer thickness of form separator, setting of the middle part, angle, pressure of the air-cushion, velocity, temperature and air humidity next to the robot)
- quality characteristics of the product (number of correctable and lunkers, tear, overfoaming, EHZ Spiegel and Wulst at 2 points, mass)

127

- Analysis: graphical (multi-vary chart)

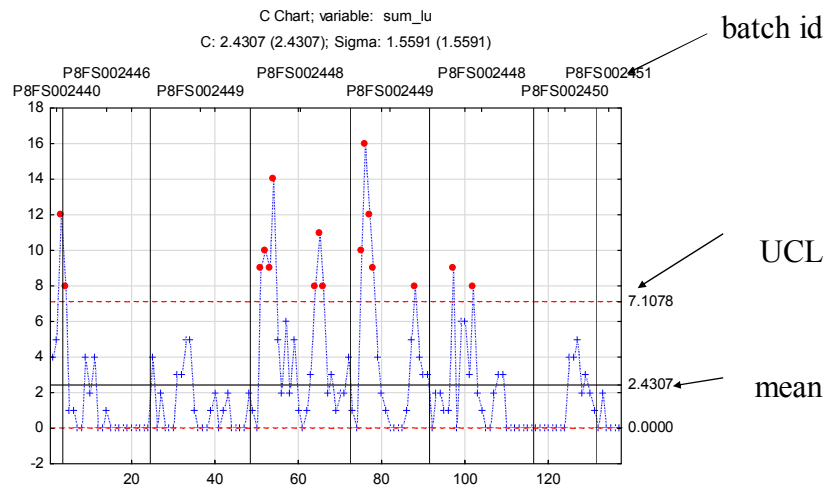
A negative example: Humidity next to robot



There is no visible connection between humidity and number of cavities.

128

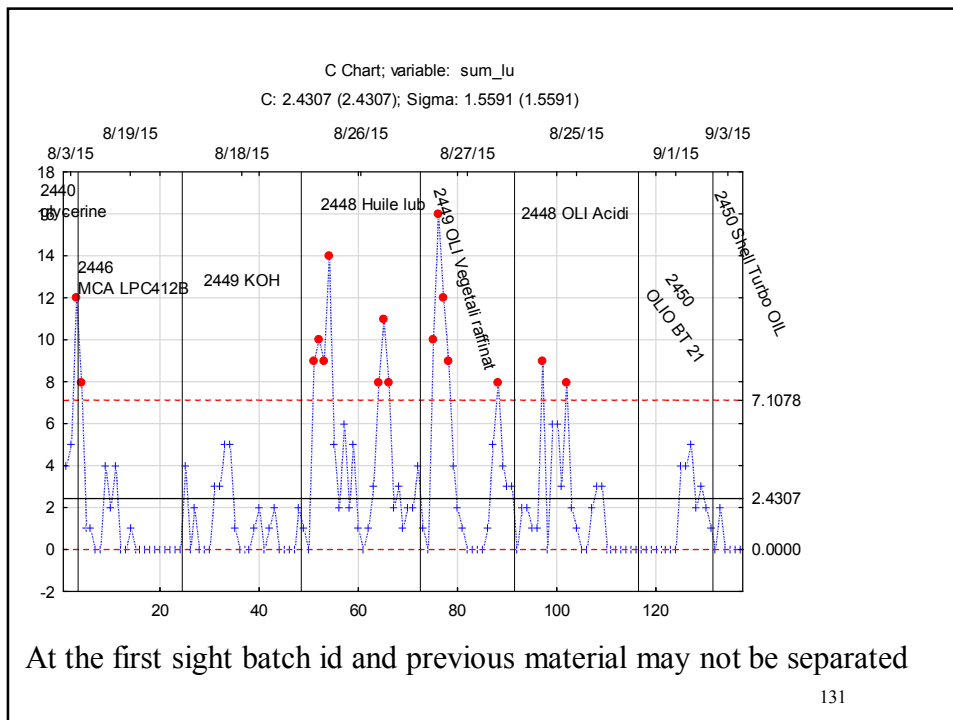
A positive example is the number of foam units cavities vs. Polyol batches



129

The graphical tool is a c control chart.  
 Number of cavities are plotted with the serial number of datum points, dots are the values, red dots are out of control points (those may not be explained by random variation).  
 Vertical lines separate batches.  
 The clue is the change of pattern from batch to batch.

130

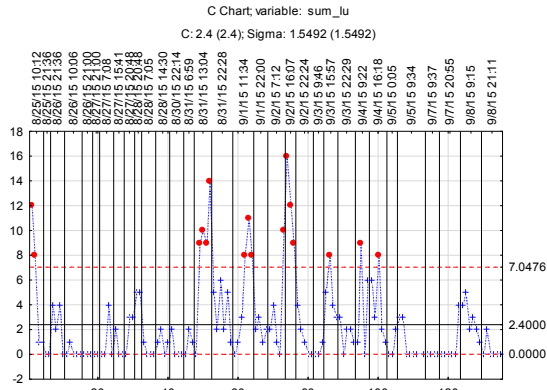


We were lucky (in this special case) that FIFO was not followed:

material contained in the Polyol tanker before	Polyol batch	lunker
glycerine	P8FS002440	yes
MCA LPC412B	P8FS002446	no
Hydroxyde de potassium	P8FS002449	no
Huile lub	P8FS002448	yes
OLI Vegetali raffinati	P8FS002449	yes
OLI Acidi	P8FS002448	yes
OLIO BT 21	P8FS002450	yes
Shell Turbo OIL	P8FS002451	no

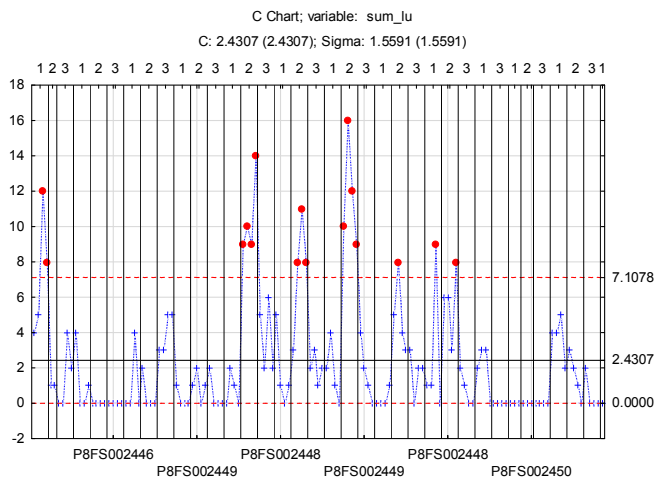
The material contained in the Polyol tanker before is responsible.

Within the same group the mixing gave different results:



Vertical lines separate different mixing operations. Within the same Polyol batch/contaminant there are changes.

The cause of the difference may well be the different shift:



Suspicion: judgement on cavities may be different from shift to shift.

It was not clear if the period 25 August to 9 September 2015 was representative concerning the number of cavities, thus further data collection was made between 5 and 25 January 2016, but the time period was shift instead of 2 hours.

No conclusion was reached as there was no oily contaminant.

The average number of cavities per 2 hours was ~the same (2.73 vs. 2.4 before), but there were no extreme values as before.

For obtaining evidence tankers with oily contaminant would be required, but artificial contamination would not be fair.

135

### Alkatrész-keresés (Component search)

Ha vannak jó és rossz termék-példányok, a termék szétszedhető és újból összerakható, és az összerakott termék minősége mérhető és reprodukálható.

1. Kiválasztunk egy jó és egy rossz példányt.
2. Megmérjük mindkét példányon a minőségi jellemzőt.
3. Szétszedjük és változatlanul összeszereljük a jó és a rossz terméket, újra megmérjük a minőségi jellemzőt.

136



Az átlagos különbség a jó (J) és a rossz (R) termék között:

$$D = \left| \frac{J_1 + J_2}{2} - \frac{R_1 + R_2}{2} \right|$$

Az átlagos különbség a jó és a rossz termékeken belül:

$$d = \frac{|J_1 - J_2|}{2} + \frac{|R_1 - R_2|}{2}$$

Ha  $D/d > 5$ , jelentős és reprodukálható a jó és a rossz termék közötti különbség.

137

4. Mérnöki ítélőképességünk alapján megadjuk a részegységek valószínűsíthető fontossági sorrendjét (A, B, C, ...), elsőnek véve a feltételezett legfontosabbat.

5. A legfontosabbnak tartott részegységet fölcseréljük a jó és a rossz termék-példány között.

a. Ha nincs változás, vagyis a jó termék változatlanul jó, a rossz pedig rossz marad, a vizsgált részegység nem fontos a hiba szempontjából.

b. Ha a csere valamelyes változást okoz a minőségben, a részegység a rózsaszín (pink) vagy halványrózsaszín (pale pink) csoportba tartozik.

c. Ha a két termék-példány minőségi megítélése az ellenkezőjére változik, megtaláltuk a hiba okát - ez a piros X, nem is kell folytatnunk a keresést.

138

6. Visszacseréljük az A alkatrészt, és az 5. lépést végrehajtjuk a B, C, D stb. alkatrészekkel is. Ezzel kijelöljük a piros X (ha ilyen létezik), rózsaszínű X, és a halványrózsaszínű X csoportba tartozó alkatrészeket.

7. Ellenőrző kísérletet végzünk, amelyben a fontosnak talált alkatrészekből a jót építjük be az egyik, a rosszat a másik termék-példányba.

8. Kiértékeljük az egyes alkatrészek hatását és kölcsönhatását az 5. és 6. lépésben nyert adatokból.

139

### 17. példa

K. R. Bhole: World class quality. Using design of experiments to make it happen. Amacom, 1991, p. 71

Elektromos óra hidegtűrése

jó példány:  $-40^{\circ}\text{C}$ , rossz példány:  $0^{\circ}\text{C}$

rang	alkatrész	jel
1	Solenoid, pin, and shield	A
2	Idler gear shaft	B
3	Numeral shaft	C
4	Mainframe	D
5	Bell crank	E
6	Idler gears	F
7	Numeral wheels	G
8	Circuit board	H
9	Other components	O

140

Jó darab (High assembly):  $-40^{\circ}\text{C}$ ,  $-35^{\circ}\text{C}$ ,  $-37^{\circ}\text{C}$

$$d_H = |(-40) - (-35)| = 5$$

Rossz darab (Low assembly):  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $-5^{\circ}\text{C}$ ,  $-7^{\circ}\text{C}$

$$d_L = |(-7) - 0| = 7$$

$$\bar{d} = \frac{7+5}{2} = 6$$

$$D = |(-37) - (-5)| = 32$$

$$\frac{D}{\bar{d}} = \frac{32}{6} = 5.33 > 1.25$$

141

**Table 7-2. Components search: the hourmeter experiment.**

Test No.	Component Switched	High Assembly	Results	Control* Limits	Low Assembly	Results	Control* Limits	Analysis
Initial No. 1 Disassembly/ Re-assembly/ No. 2 Dissassembly/ Reassembly		All Comp. High All Comp. High All Comp. High	$-40^{\circ}$ $-35^{\circ}$ $-37^{\circ}$		All Comp. Low All Comp. Low All Comp. Low	$0^{\circ}$ $-5^{\circ}$ $-7^{\circ}$		
1	A	$A_i R_H$	$-40^{\circ}$	$-27.8^{\circ}$ and $-46.2^{\circ}$	$A_H R_L$	$-5^{\circ}$	$-14.2^{\circ}$ and $+4.2^{\circ}$	A Unimportant
2	B	$B_i R_H$	$-35^{\circ}$	$-27.8^{\circ}$ and $-46.2^{\circ}$	$B_H R_L$	$0^{\circ}$	$-14.2^{\circ}$ and $+4.2^{\circ}$	B Unimportant
3	C	$C_i R_H$	$-35^{\circ}$	$-27.8^{\circ}$ and $-46.2^{\circ}$	$C_H R_L$	$-5^{\circ}$	$-14.2^{\circ}$ and $+4.2^{\circ}$	C Unimportant
4	D	$D_i R_H$	$-20^{\circ}$	$-27.8^{\circ}$ and $-46.2^{\circ}$	$D_H R_L$	$-5^{\circ}$	$-14.2^{\circ}$ and $+4.2^{\circ}$	D Important
5	E	$E_i R_H$	$-40^{\circ}$	$-27.8^{\circ}$ and $-46.2^{\circ}$	$E_H R_L$	$0^{\circ}$	$-14.2^{\circ}$ and $+4.2^{\circ}$	E Unimportant
6	F	$F_i R_H$	$-40^{\circ}$	$-27.8^{\circ}$ and $-46.2^{\circ}$	$F_H R_L$	$-5^{\circ}$	$-14.2^{\circ}$ and $+4.2^{\circ}$	F Unimportant
7	G	$G_i R_H$	$-20^{\circ}$	$-27.8^{\circ}$ and $-46.2^{\circ}$	$G_H R_L$	$-5^{\circ}$	$-14.2^{\circ}$ and $+4.2^{\circ}$	G Important
8	H	$H_i R_H$	$-35^{\circ}$	$-27.8^{\circ}$ and $-46.2^{\circ}$	$H_H R_L$	$0^{\circ}$	$-14.2^{\circ}$ and $+4.2^{\circ}$	H Unimportant
Capping Run	R	$D_H G_H R_L$	$-40^{\circ}$	$-27.8^{\circ}$ and $-46.2^{\circ}$	$D_L G_L R_H$	$0^{\circ}$	$-14.2^{\circ}$ and $+4.2^{\circ}$	R Unimportant

\*Control Limits = Median  $\pm$   $d/1.81$   
 Median for High Assemblies =  $-37^{\circ}$ ; Median for Low Assemblies =  $-5^{\circ}$   
 $d = (\text{Range for High Assemblies} + \text{Range for Low Assemblies})/2 = (7+5)/2 = 6$   
 Control Limits (High Side) =  $-37^{\circ} \pm 6/1.81 = -27.8^{\circ}$  and  $-46.2^{\circ}$   
 Control Limits (Low Side) =  $-5^{\circ} \pm 6/1.81 = +4.2^{\circ}$  and  $-14.2^{\circ}$

**CONCLUSION:**

- Components A, B, C, E, F, and H are within the high side and low side control limits. So they are *unimportant*.
- Components D and G are outside the high side control limits. So they are *important*.
- The capping run confirmed that D and G combined go outside both sides of the control limits. So D and G and their interaction effects are important.

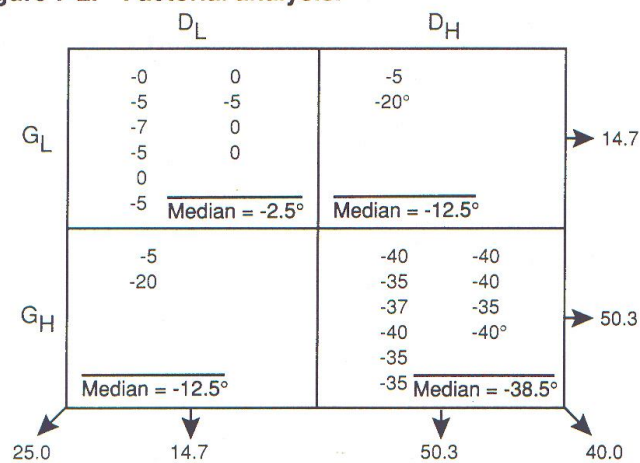
142

Test No.	Component Switched	High Assembly	Results	Low Assembly	Results	Analysis
Initial No. 1 Disassembly/ Re-assembly No. 2 Dissassembly/ Reassembly		All Comp. High	-40°	All Comp. Low	0°	
		All Comp. High	-35°	All Comp. Low	-5°	
		All Comp. High	-37°	All Comp. Low	-7°	
1	A	$A_L R_H$	-40°	$A_H R_L$	-5°	A Unimportant
2	B	$B_L R_H$	-35°	$B_H R_L$	0°	B Unimportant
3	C	$C_L R_H$	-35°	$C_H R_L$	-5°	C Unimportant
4	D	$D_L R_H$	-20°	$D_H R_L$	-5°	D Important
5	E	$E_L R_H$	-40°	$E_H R_L$	0°	E Unimportant
6	F	$F_L R_H$	-40°	$F_H R_L$	-5°	F Unimportant
7	G	$G_L R_H$	-20°	$G_H R_L$	-5°	G Important
8	H	$H_L R_H$	-35°	$H_H R_L$	0°	H Unimportant
Capping Run	R	$D_H G_H R_L$	-40°	$D_L G_L R_H$	0°	R Unimportant

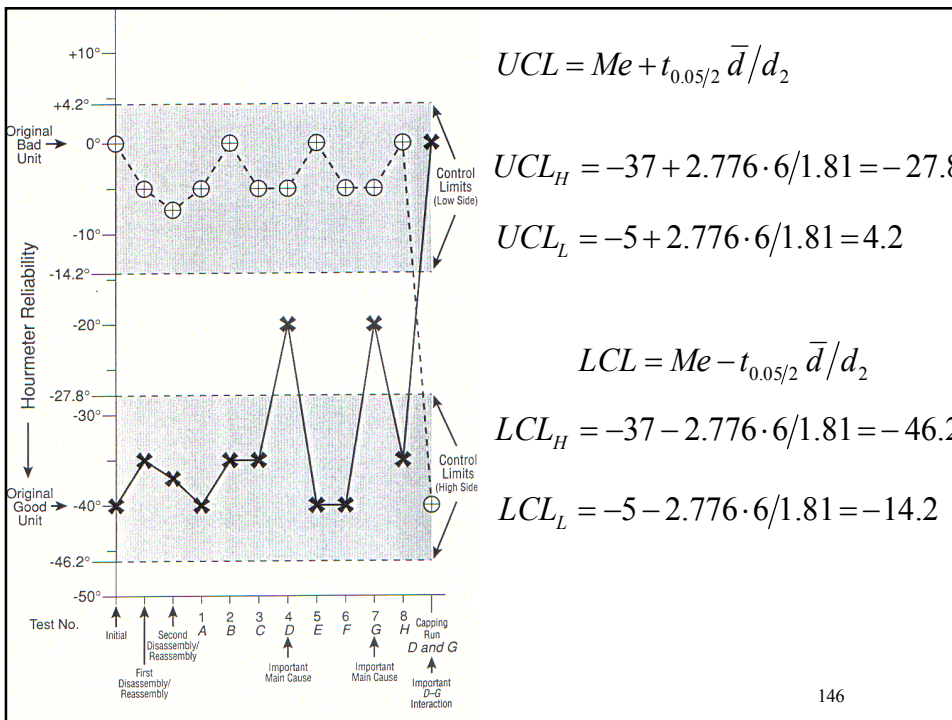
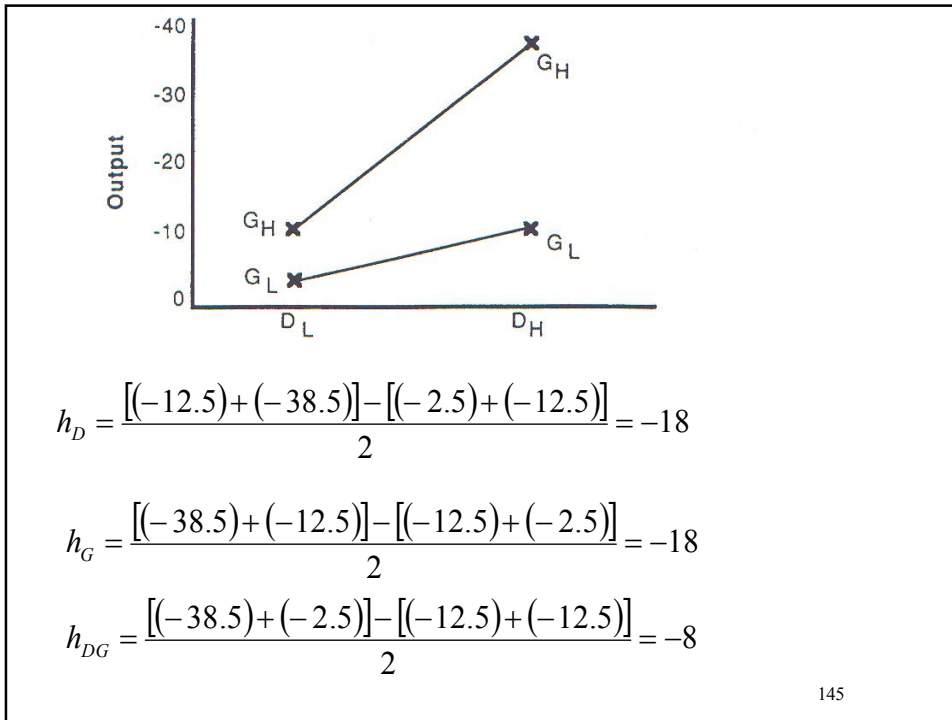
143

**Components Search: Easy, Surefire Clues**

**Figure 7-2. Factorial analysis.**

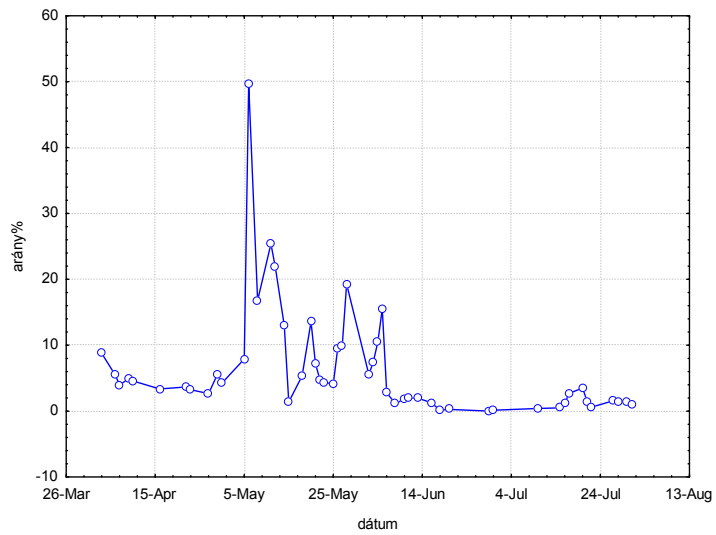


144



9. példa  
Ablaktörő motor zajossága

H: hajtóműház  
M: motorház  
F: forgórész  
K: fogaskerék



147

H: hajtóműház  
M: motorház  
F: forgórész  
K: fogaskerék

H	M	F	K	eredmény
-	-	-	-	nem megf.
+	-	-	-	nem megf.
-	+	-	-	megfelelő
-	-	+	-	nem megf.
-	-	-	+	nem megf.
+	+	+	+	megfelelő
-	+	+	+	megfelelő
+	-	+	+	nem megf.
+	+	-	+	megfelelő
+	+	+	-	megfelelő

148

19. példa

K. R. Bhote: World class quality. Using design of experiments to make it happen. Amacom, 1991, p. 80

Elektromos készülék bekapcsolásának késlekedése  
jó példány: 16 ms, rossz példány: 30 ms

Jó darab (High assembly): 13ms, 16ms , 15ms

Rossz darab (Low assembly): 34ms, 38ms, 35ms

149

		High Assembly		Low Assembly	
1	A (crystal)	$A_L R_H$	16	$A_H R_L$	19
2	B (microprocessor)	$B_L R_H$	16	$B_H R_L$	35
3	C (transistor)	$C_L R_H$	14	$C_H R_L$	33
4	D (capacitor $C_2$ )	$D_L R_H$	15	$D_H R_L$	37
5	E (capacitor $C_1$ )	$E_L R_H$	16	$E_H R_L$	18
	capping run				

150

## Páronkénti összehasonlítás (Paired comparisons)

Ha vannak jó és rossz termék-példányok, de a termék nem újból összerakható. Több jó-rossz párt választhassunk ki a gyártmányok közül, és kell egy minőségi jellemző, amelynek alapján a jó a rossztól megkülönböztethető.

151

1. Kiválasztunk egy jó és egy rossz termék-példányt, lehetőleg véletlenszerűen a rosszak ill. jók közül.
2. Ennél az első párnál megfigyeljük és följegyezzük az összes észlelhető eltéréseket (méret, kinézés, a lehetséges műszeres vizsgálatok eredményei). A vizsgálat módszere a vizuális megfigyeléstől a röntgenig vagy elektronmikroszkópos felvételig bármi lehet, beleértve a roncsolásos vizsgálatot is.
3. Kiválasztunk egy második párt, és elvégezzük a 2. pont szerinti elemzést.
4. Mindaddig további párokat veszünk, amíg az eltéréseket jellegzetesnek és reprodukálhatónak nem látjuk, ez általában már 5-6 pár után bekövetkezik.

152



20. példa

K. R. Bhote: World class quality. Using design of experiments to make it happen. Amacom, 1991, p. 85

Hibás dióda

scanning elektronmikroszkópos vizsgálat

153

Observed differences

- |   |                |   |
|---|----------------|---|
| 1 | Good: No flaws | Bad: Chipped die, oxide defects, copper migration |
| 2 | Good: No flaws | Bad: Alloying irregularities, oxide defects       |
| 3 | Good: No flaws | Bad: Oxide defects, contamination                 |
| 4 | Good: No flaws | Bad: Oxide defects, chipped die                   |

4 esetben oxide defects, Red X

2 esetben chipped die, Pink X

154

### Változók keresése (Variables search)

A multi-vari, az alkatrész-keresés és a páronkénti összehasonlítás célja a sok lehetséges változó közül a kevesebb lényeges kiválasztása, de megengedve a faktorok közötti kölcsönhatásokat is.

A változók keresésének célja a vizsgálandó faktorok számának további csökkentése.

A megvalósítás módja analóg az alkatrész-keresésével, de itt a jó és a rossz termék-példány alkatrészei helyett a faktorok (változók) feltételezhetően jobbik és rosszabbik beállításait kell alkalmazni.

155

### 21. példa

K. R. Bhole: World class quality. Using design of experiments to make it happen. Amacom, 1991, p. 96

### Képlékeny-alakítás (Press brake)

tűrésmező  $\pm 0.005$ ", ahogy sikerül: 0.01"

<i>STAGE 1</i>	<i>All High Levels</i>	<i>All Low Levels</i>
Initial	4	47
1st Replication	4	61
2nd Replication	3	68

156

**Table 9-1. Variables search: the press brake case study.**

<i>Factors</i>	<i>High</i>	<i>Low</i>
A. Punch and die alignment	Aligned	Not aligned
B. Metal thickness	Thick	Thin
C. Metal hardness	Hard	Soft
D. Metal bow	Flat	Bowed
E. Ram stroke	Coin form	Air form
F. Holding material	Level	At angle

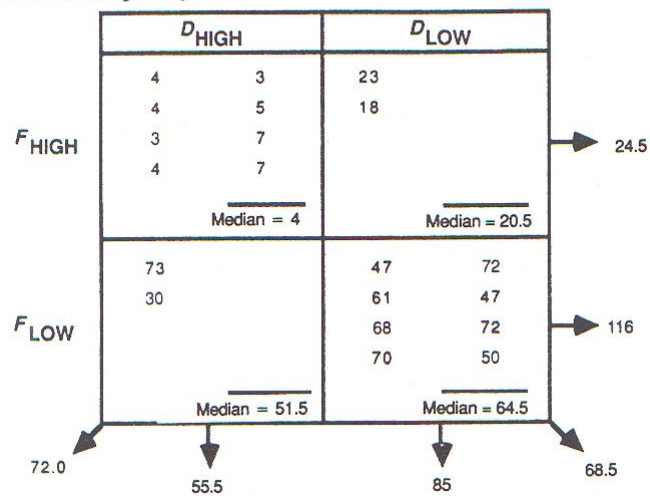
Results. Numbers below are expressed in deviation from nominal in multiples of 0.001". (Low tolerances are better and vice versa.)

**STAGE 2**

<i>Test</i>	<i>Combination</i>	<i>Results</i>	<i>Median</i>	<i>Control Limits</i>	<i>Conclusion</i>
1	$A_L R_H$	3	4	-12.87 to 20.87	A Not important
2	$A_H R_L$	72	61	44.13 to 77.87	
3	$B_L R_H$	5	4	-12.87 to 20.87	B Not important
4	$B_H R_L$	47	61	44.13 to 77.87	
5	$C_L R_H$	7	4	-12.87 to 20.87	C Not Important
6	$C_H R_L$	72	61	44.13 to 77.87	
7	$D_L R_H$	23	4	-12.87 to 20.87	D Important with another factor
8	$D_H R_L$	30	61	44.13 to 77.87	
9	$E_L R_H$	7	4	-12.87 to 20.87	E Not important
10	$E_H R_L$	50	61	44.13 to 77.87	
11	$F_L R_H$	73	4	-12.87 to 20.87	F Important with another factor
12	$F_H R_L$	18	61	44.13 to 77.87	
Capping Run	$D_H F_H R_L$	4	4	-12.87 to 20.87	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DF interaction important</li> <li>• R unimportant</li> <li>• Complete reversal</li> <li>• End of test</li> </ul>
Capping Run	$D_L F_L R_H$	70	61	44.13 to 77.87	

\*Medians for high and low assemblies are 4 and 61 respectively; so  $D = 61 - 4 = 57$   
 $d = \text{Average lack of repeatability in each assembly} = (1 + 21)/2 = 11$   
 So  $D/d = 57:11 = 5.2:1$ , which is greater than 1.25:1. So Stage 1 is successful,  
 Control Limits = Median  $\pm 2.776 d/1.81 = \text{Median} \pm 16.87$   
 So Control Limits (Low Level) = 44.13 to 77.87  
 So Control Limits (High Level) = -12.87 to 20.87

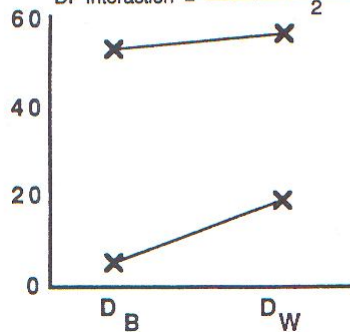
**Figure 9-1. Factorial analysis (see the case study on components search in Chapter 7 for a full explanation of factorial analysis).**



$$\text{Main Effect: D} = \frac{(20.5 + 64.5) - (4 + 51.5)}{2} = \frac{(85 - 55.5)}{2} = 14.75$$

$$\text{Main Effect: F} = \frac{(51.5 + 64.5) - (4 + 20.5)}{2} = \frac{(116 - 24.5)}{2} = 45.75$$

$$\text{DF Interaction} = \frac{(20.5 + 51.5) - (4 + 64.5)}{2} = \frac{(72.0 - 68.5)}{2} = 1.75$$



The above results clearly show that the Red X is factor F with a 45.75 main effect contribution to process spread. Factor D is a Pink X with a 14.75 main effect contribution to process spread, and the DF interaction contributes 1.75 to process spread. The graph shows the presence of an interaction but it is relatively weak.

## 22. példa

K. R. Bhote: World class quality. Using design of experiments to make it happen. Amacom, 1991, p. 99

Motor szabályozó elektronikája (Engine control module)

tűrésmező 650mA-800mA, a félüzemi kísérleteknél 10-12% selejt

STAGE 1	ALL FACTORS AT HIGH LEVELS	ALL FACTORS AT LOW LEVELS
	742 MA	1053 MA
	738 MA	1050 MA
	725 MA	1024 MA

**Table 9-2. Variables search for engine control module.**

FACTOR DESCRIPTION	FACTOR NOMINAL VALUE	FACTOR TOLERANCE	FACTOR LEVELS	
			HIGH (H)	LOW (L)
A. RESISTOR: R85	0.68 OHMS	± 5%	0.68 OHMS	0.65 OHMS
B. POWER SUPPLY VOLTAGE : V <sub>CC</sub>	5.0 VOLTS	± 5%	5.0 VOLTS	4.75 VOLTS
C. RESISTOR: R77	100 OHMS	± 1%	100 OHMS	99 OHMS
D. RESISTOR: R75	787 OHMS	± 1%	787 OHMS	729 OHMS
E. TRANSISTOR: Q8 SATURATION VOLTAGE	75 M.V.	150 M.V. MAX	75 M.V.	150 M.V.
F. RESISTOR: R79	43 OHMS	± 5%	43 OHMS	40.85 OHMS
G. INTEGRATED CIRCUIT: IC4	0 M.V.	± 8 M.V.	0 M.V.	-8 M.V.
OFF-SET VOLTAGE				

163

STAGE 2	TEST NO.	COMBINATION	RESULTS (MA)	CONCLUSIONS
	1	A <sub>L</sub> R <sub>H</sub>	768	
	2	A <sub>H</sub> R <sub>L</sub>	1020	
	3	B <sub>L</sub> R <sub>H</sub>	704	
	4	B <sub>H</sub> R <sub>L</sub>	1051	
	5	C <sub>L</sub> R <sub>H</sub>	733	
	6	C <sub>H</sub> R <sub>L</sub>	1028	
	7	D <sub>L</sub> R <sub>H</sub>	745	
	8	D <sub>H</sub> R <sub>L</sub>	1018	
	9	E <sub>L</sub> R <sub>H</sub>	726	
	10	E <sub>H</sub> R <sub>L</sub>	1022	
	11	F <sub>L</sub> R <sub>H</sub>	733	
	12	F <sub>H</sub> R <sub>L</sub>	1020	
	13	G <sub>L</sub> R <sub>H</sub>	1031	
	14	G <sub>H</sub> R <sub>L</sub>	718	

164

$$\begin{aligned} \text{medián: } \mu_{eL} &= 738 & \mu_{eH} &= 1050 \\ 2.776 \cdot 23 / 1.81 &= 35.27 \\ LCL_H &= 738 - 35.27 = 702.72 & UCL_H &= 738 + 35.27 = 773.28 \\ LCL_L &= 1050 - 35.27 = 1014.72 & UCL_L &= 1050 + 35.27 = 1085.28 \end{aligned}$$

165

B/C összehasonlítás (Best/Current)

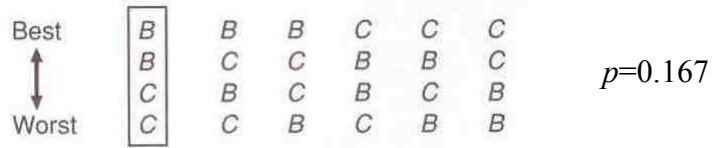
nemparaméteres (rang-) összehasonlítás

általában a vizsgálat utolsó fázisa  
de lehet az első is, ha hiszünk a változtatásban

$H_0$ : B nem jobb, mint C

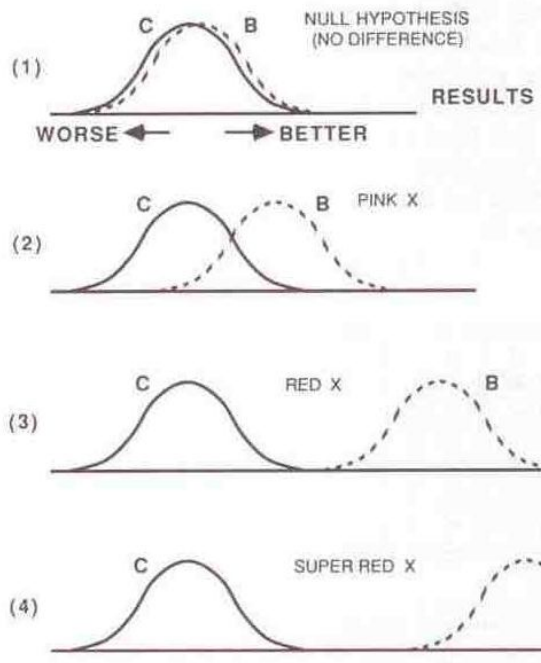
166





	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Best	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
↑	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C
↓	B	C	C	B	C	B	B	C	C	C	B	B	B	C	C	C	B	B	B	C
C	C	B	C	B	C	C	B	B	C	B	C	C	B	B	C	B	B	C	B	C
C	C	C	C	B	B	C	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C	B	B	C
Worst	C	C	B	C	C	B	C	B	B	C	C	B	C	B	B	C	B	C	B	B

$H_0$ : B nem jobb, mint C  $p=0.05$





Desired Conf.	$\alpha$ Risk	Number of Randomized Samples		Values of $k$ (Desired Minimum):							
		$B$	$C$	Assume $\sigma_B = \sigma_C$			$\sigma_C = 1.5\sigma_B$ or $\sigma_B = 1.5\sigma_C$				
				$\beta$ Risk			$\beta$ Risk				
				0.50	0.10	0.05	0.50	0.10	0.05		
Consequences of a Wrong Decision	0.999	0.001	Supercritical	2	43	3.0	4.0	4.3	3.9	5.1	5.5
				3	16	2.5	3.6	3.9	3.2	4.5	5.0
				4	10	2.3	3.4	3.8	2.9	4.3	4.8
				5	8	2.2	3.4	3.7	2.9	4.3	4.7
				6	6	2.2	3.3	3.7	2.8	4.2	4.7
	0.99	0.01	Critical	2	13	2.3	3.4	3.8	3.0	4.4	4.8
				3	7	2.1	3.2	3.6	2.6	4.1	4.6
				4	5	2.0	3.1	3.5	2.5	4.0	4.5
				5	4	2.0	3.1	3.5	2.5	4.0	4.5
	0.95	0.05	Important	1	19	2.5	3.6	3.9	3.2	4.6	5.0
				2	5	1.7	3.0	3.4	2.2	3.8	4.3
				3	3	1.6	2.9	3.3	2.0	3.7	4.2
4				3	1.7	3.0	3.4	2.2	3.8	4.3	
0.90	0.10	Moderate	1	9	2.1	3.2	3.6	2.6	4.1	4.6	
			2	3	1.4	2.7	3.2	1.8	3.5	4.0	
			3	2	1.4	2.7	3.2	1.8	3.5	4.0	

No Overlap of Ranks Is Permitted by This Test

169

B B B C C C C C

B end count: 3, C end count: 4, total end count: 7

B B B C B B C C C C

B end count: 3, C end count: 4, total end count: 7

$\alpha$	end count $\geq$
0.1	6
0.05	7
0.01	10
0.001	13

Tukey-próba

170