

Krónikus gyártási problémák (minőségi hibák) okainak felderítésére

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

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

Egy amerikai vállalatnál nem értették az időnkénti késői szállítások okát.

Strukturált ok-keresés

# Minőségjavító kísérlettervezés

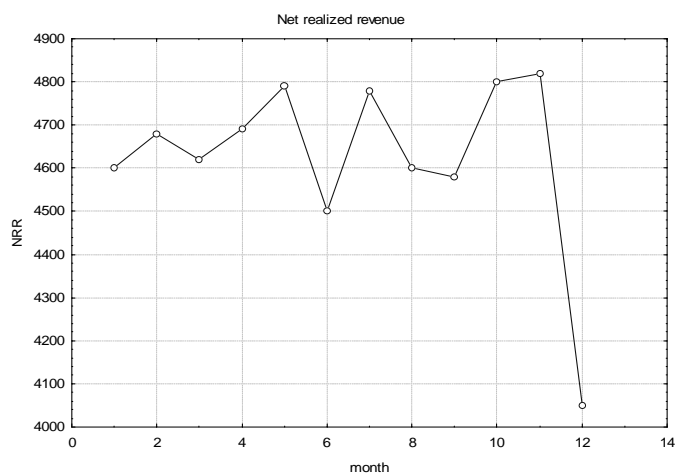
## Is - Is not analysis: Elosztási folyamatban a késői szállítások elemzése

	van	nincs	Lehetséges magyarázat	Akció
Hol?	Északkeleti régió	Dél, Középnnyugat, Nyugat	Különböző raktárak	Megvizsgálódók a különböző raktárak adatai
Micsoda?	Az alkatrészek kifognak	A raktárban lévő alkatrészek késői kiszállítása	A kiszállítási folyamat rendben, de a raktár-nyilvántartás nem	Megvizsgálódó 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

Shainin

48

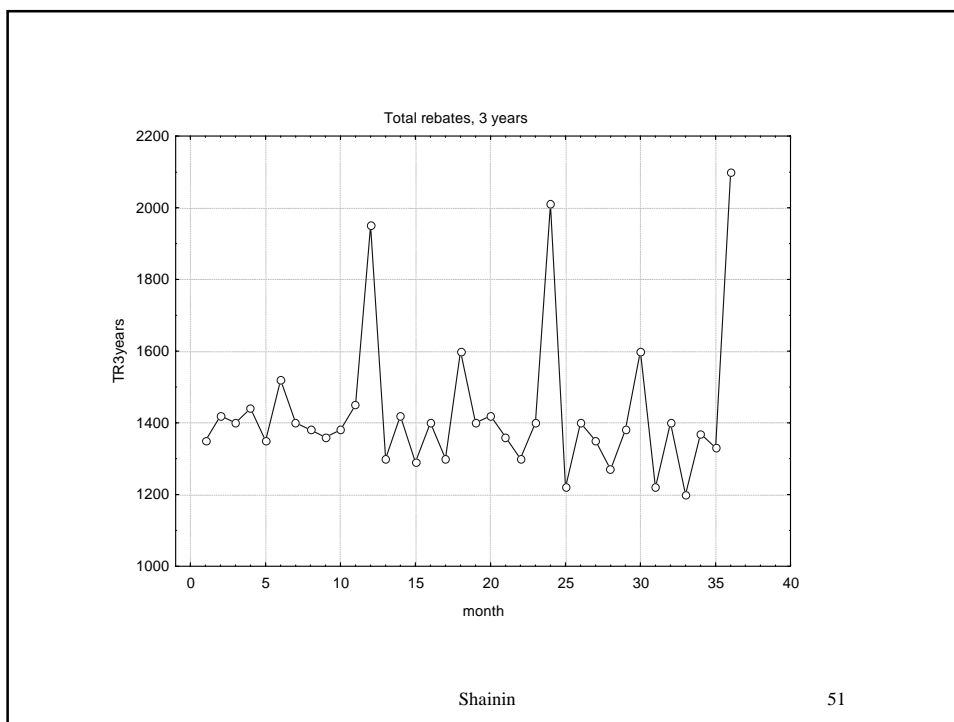
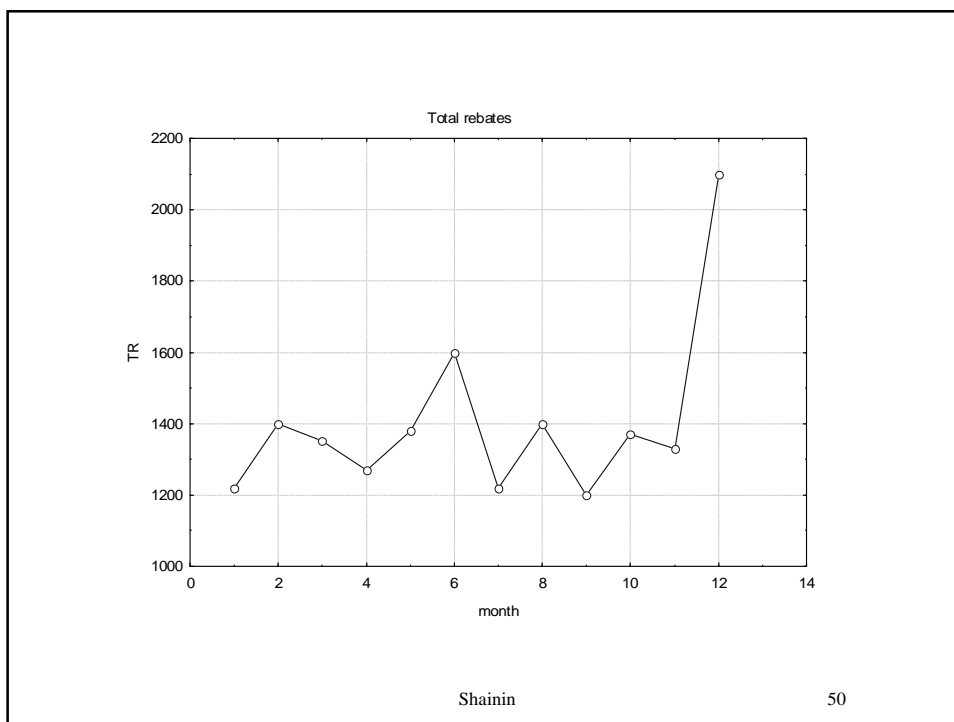
## R. Hoerl, R. Sne: Statistical Thinking, Duxbury, 2002 , p. 118



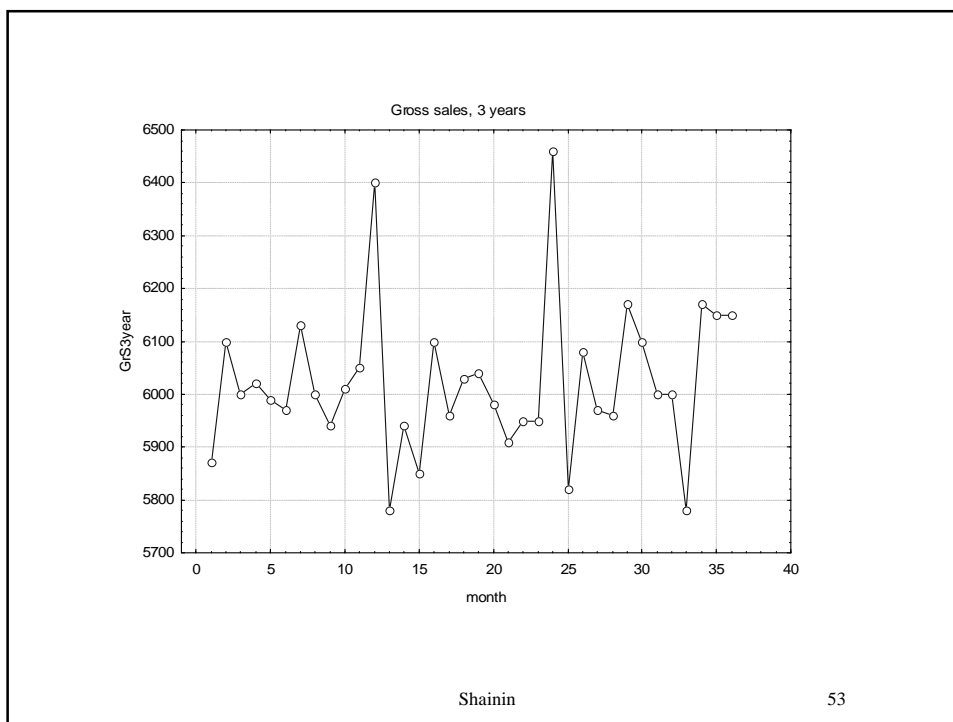
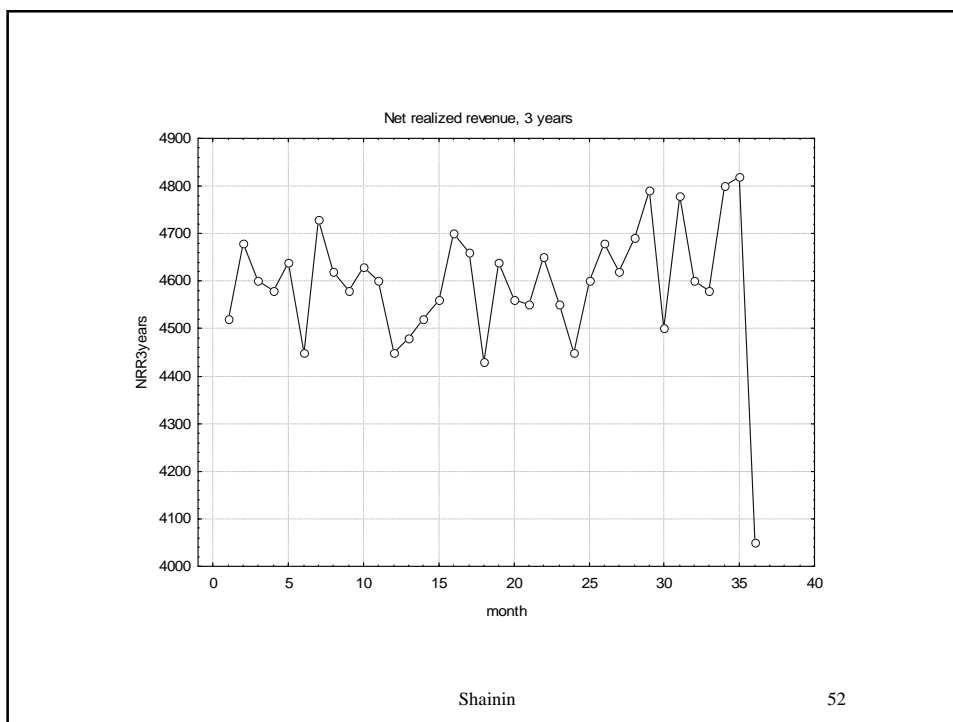
Shainin

49

# Minőségjavító kísérlettervezés

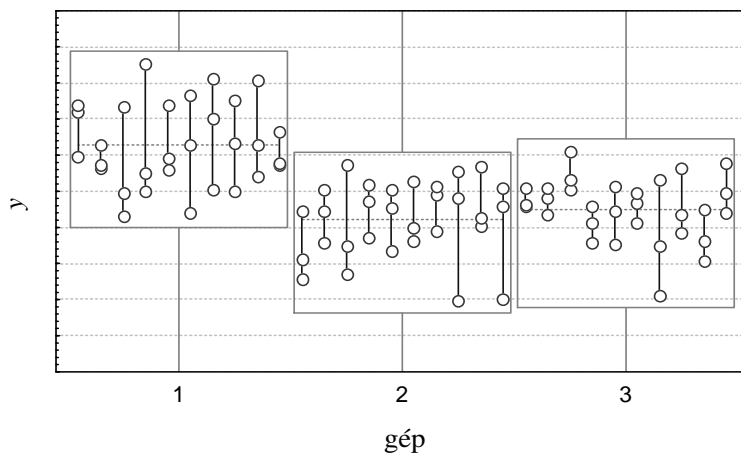


# Minőségjavító kísérlettervezés



## Sokváltozós diagram (Multi-vari charts)

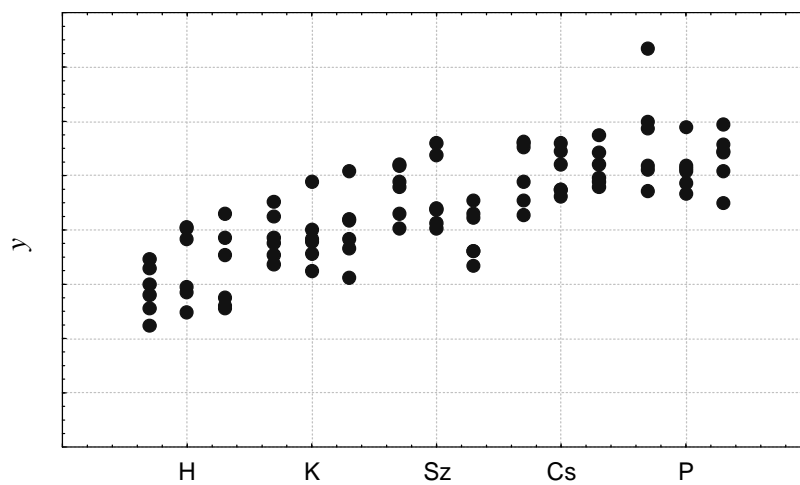
Hely szerinti változás



Shainin

54

Idő szerinti változás: trend

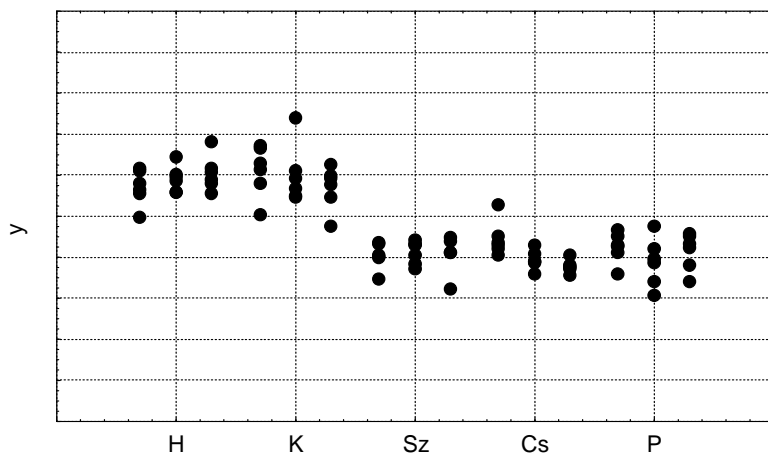


Shainin

55

# Minőségjavító kísérlettervezés

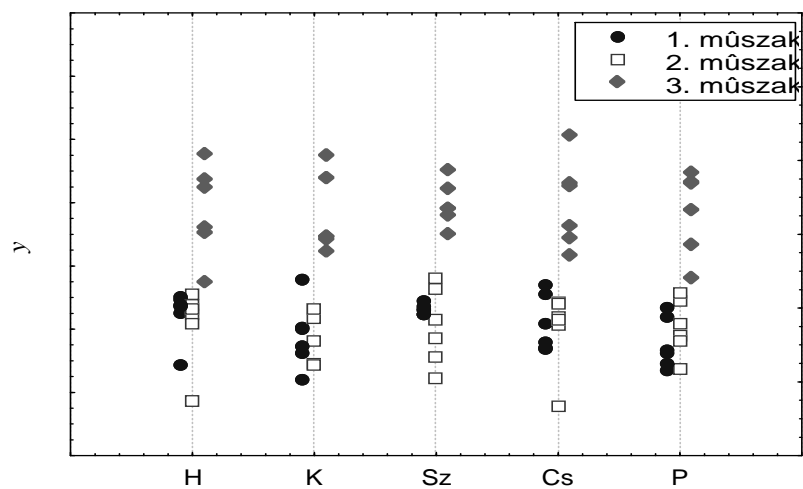
Idő szerinti változás: ugrás



Shainin

56

Ciklikus viselkedés



Shainin

57

## 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

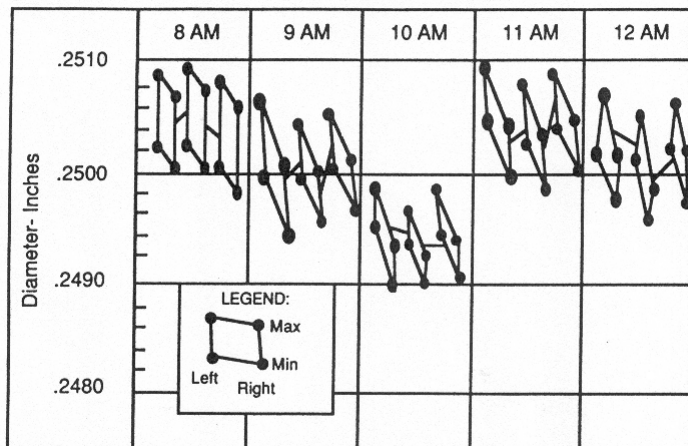
K. R. Bhote: World class quality. Using design of experiments to make it happen. Amacom, 1991, p. 60

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

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



Shainin

60

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 ( $C_{PK}=5$ ).

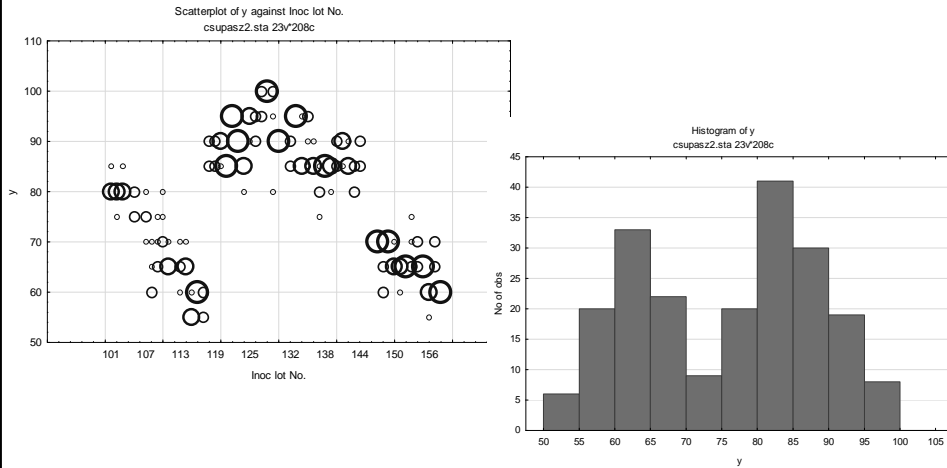
Shainin

61

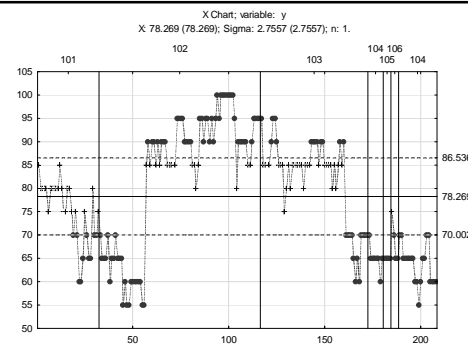
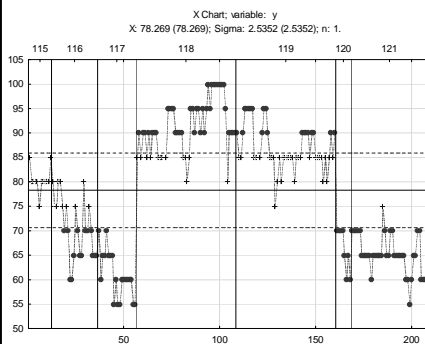


# Minőségjavító kísérlettervezés

Egy fermentációs technológiában nem tudják mire vÉlni a kihozatal változékonyságát.



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



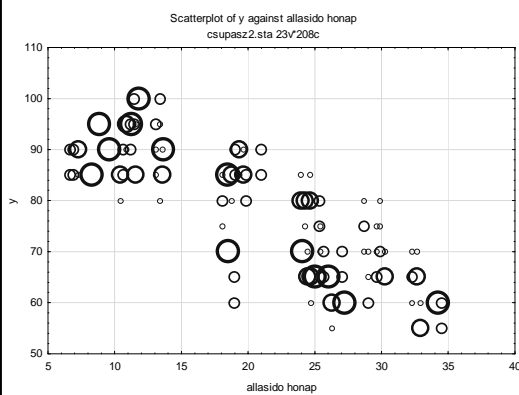
Parts: MedC  
 Options, Labeling fülön MedC

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

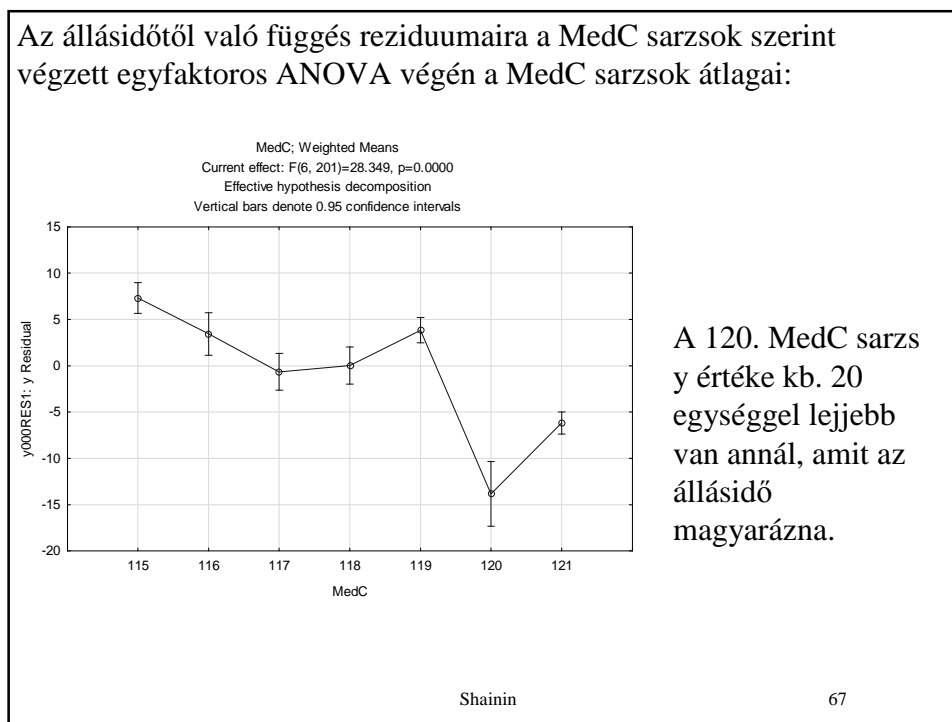
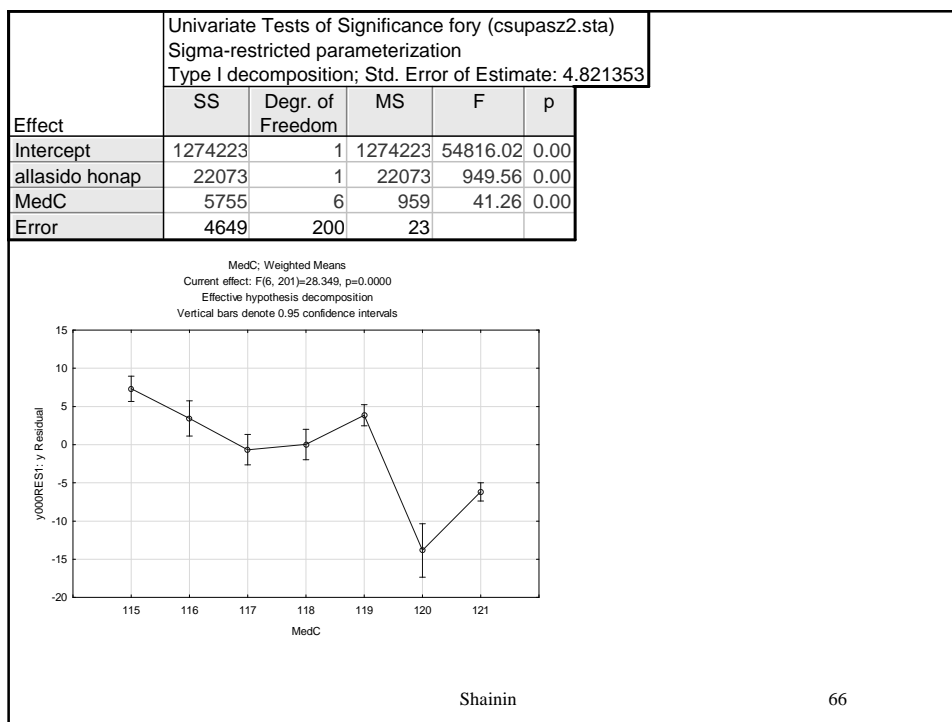
A teljes ingadozás 86%-át a MedC okozza.

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



## 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.

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.

## Minőségjavító kísérlettervezés

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.

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.

# Minőségjavító kísérlettervezés

## Ablaktörő motor zajossága

H: hajtóműház

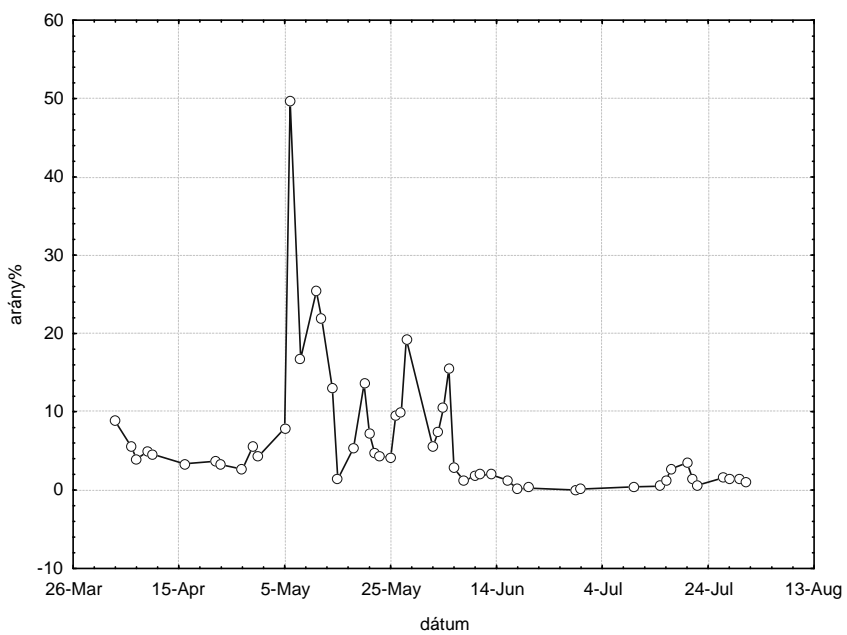
M: motorház

F: forgórész

K: fogaskerék

Shainin

72



Shainin

73

# Minőségjavító kísérlettervezés

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

Shainin

74

## 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.

Shainin

75

# Minőségjavító kísérlettervezés

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.

Shainin

76

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

Hibás dióda

scanning elektronmikroszkópos vizsgálat

Shainin

77



# Minőségjavító kísérlettervezés

## Observed differences

- |   |                |  |
|---|----------------|--|
| 1 | Good: No flaws | Bad: Chipped die, oxide defects,<br>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