

## MÉRŐRENDSZER KÉPESSÉGVIZSGÁLATA

**(R&R elemzés)**

### **Mérőrendszer képességvizsgálata (R&R elemzés)**

A vizsgálat célja annak megállapítása, hogy a használt mérőeszköz elég kis hibával használható-e ahhoz, hogy vele a folyamatról információt szerezzünk.

#### **Mérések**

(intervallum- és arányos skála: °C, kg, N)

#### **Minősítéses**

(névleges és sorrendi skála: jó/nem jó, fokozat)

## Mérési eset

**torzítás** (bias)/torzítatlanság

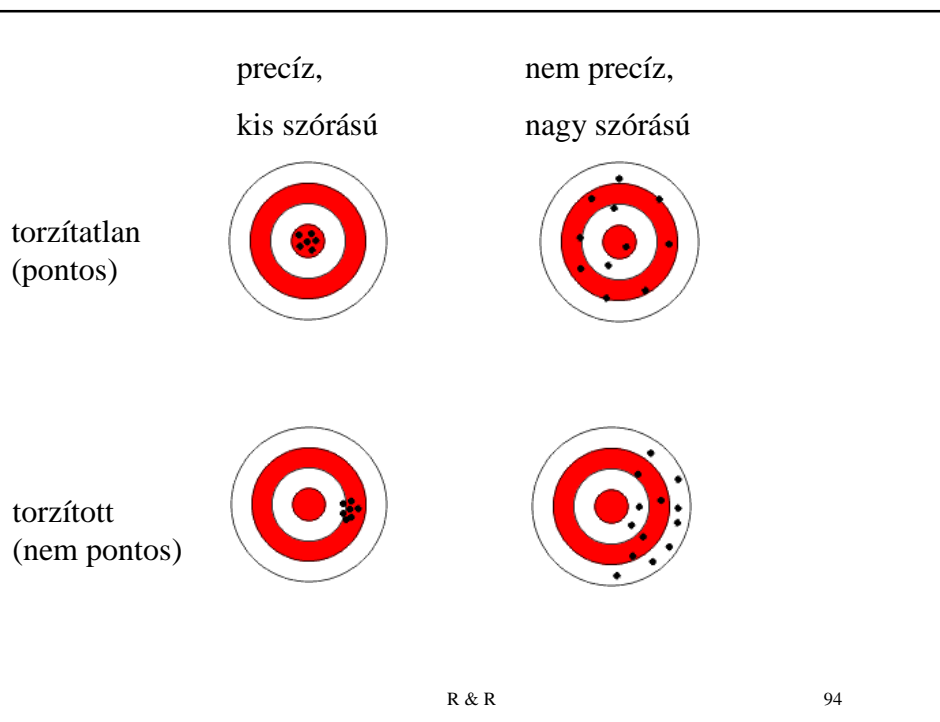
**ingadozás** (R&R)

- a mérőeszközzel való mérés ismételhetősége,
- a különböző személyek általi reprodukálhatósága
- hogyan viszonylik a mérendő objektumok közötti különbségekhez,
- egyúttal becslést is adunk az eltérés-összetevők varianciájára

**Felbontóképesség**

R & R

93



R & R

94

Felbontóképesség (resolution)

A legkisebb különbség, amit a mérőeszközzel észlelhetünk

Ha a felbontóképesség nem megfelelő, a minta véletlenszerűsége romlik.

Pl. (mozgó) terjedelem kártyánál ha két adat különbsége kisebb, mint a felbontóképesség, a különbséget 0-nak találjuk, és sok 0 lesz, így a becsült  $\sigma$  túl kicsinek adódik, az átlag-kártyán a beavatkozási határok túl szűkek lesznek, sok a hamis riasztás.

## Torzítatlanság

$x_{ref}$ : standard

$$H_0 : E(x) = \mu_0 = x_{ref}$$

$$H_1 : E(x) \neq \mu_0 = x_{ref}$$

egymintás  $t$ -próba

$$t_0 = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

$\alpha$  szignifikancia-szinten elfogadjuk, ha

$$P\left(-t_{\alpha/2} < \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}} \leq t_{\alpha/2}\right) = 1 - \alpha$$

## 17. példa

$$H_0 : E(x) = x_{ref} \quad x_{ref}=6.0 \text{ (standard)}$$

$$t_0 = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$$

Statistics>Basic Statistics and Tables>  
t-test, single sample

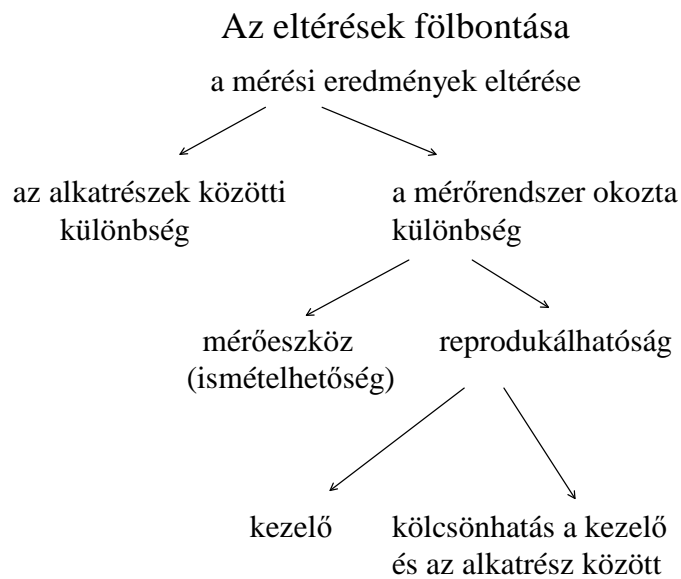
$i$	$x_i$	$x_i - x_{ref}$
1	5.8	-0.2
2	5.7	-0.3
3	5.9	-0.1
4	5.9	-0.1
5	6.0	0.0
6	6.1	0.1
7	6.0	0.0
8	6.1	0.0
9	6.4	0.4
10	6.3	0.3
11	6.0	0.0
12	6.1	0.1
13	6.2	0.2
14	5.6	-0.4
15	6.0	0.0

Variable	Test of means against reference constant (value) (gagebias)							
	Mean	Std.Dv.	N	Std.Err.	Reference Constant	t-value	df	p
x	6.006667	0.212020	15	0.054743	6.000000	0.121781	14	0.904804

R & R

97

## Ingadozás (R&R)



R & R

98

A különböző alkatrészekre kapott mérési eredmények ingadozásának varianciája:

$$\sigma_{teljes}^2 = \sigma_{alkatrész}^2 + \sigma_{mérés}^2$$

A mérésnek tulajdonítható ingadozás:

$$\sigma_{mérés}^2 = \sigma_{reprod}^2 + \sigma_{ism}^2$$

A reprodukálhatósági variancia:

$$\sigma_{reprod}^2 = \sigma_{kezelő}^2 + \sigma_{alkatrész*kezelő}^2$$

## Az elemzéshez szükséges mérések

Kiválasztunk véletlenszerűen a mérendő darabok (pl. alkatrészek) közül valahányat (pl. 10), mindegyiket több (pl. 5) kezelő többször (pl. háromszor) megméri.

# Mérőrendszer-elemzés

operátor:	A:			B:			C:		
minta	1.mérés	2.mérés	3.mérés	1.mérés	2.mérés	3.mérés	1.mérés	2.mérés	3.mérés
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

R & R 101

## Eredmények:

- A variancia-komponenseket a teljes ingadozás varianciájához viszonyítjuk (P/V precision to variation)

$$\frac{P}{V} = \frac{\hat{\sigma}_{R\&R}}{\hat{\sigma}_{total}}$$

- A  $C_p$  folyamatképességi index analógiájára a variancia-komponenseknek megfelelő ingadozási tartományok szélességét viszonyítjuk a tűrésmező szélességéhez (P/T precision to tolerance).

Leggyakrabban a 99%-os ( $5.15 \sigma$  szélességű intervallum van a számlálóban:

$$\frac{P}{T} = \frac{5.15 \hat{\sigma}_{R\&R}}{USL - LSL}$$

5.15 helyett 6.0 is állhat, ilyenkor a  $\pm 3\sigma$  határokat használjuk (99.73% a 99% helyett)

Eredmények:

P/V (precision to variation)	$\frac{P}{V} = \frac{\hat{\sigma}_{R\&R}}{\hat{\sigma}_{total}}$	
P/T (precision to tolerance)	$\frac{P}{T} = \frac{6\hat{\sigma}_{R\&R}}{USL - LSL}$	vagy $\frac{5.15\hat{\sigma}_{R\&R}}{USL - LSL}$
	99.73 %-os intervallum	99%-os
megkülönböztethető kategóriák száma	$\frac{\hat{\sigma}_{part}}{\hat{\sigma}_{R\&R}} \sqrt{2}$	
	lefelé egészre kerekítve	

A megkülönböztethető kategóriák száma:

$\frac{\hat{\sigma}_{alkatrész}}{\hat{\sigma}_{mérés}} \sqrt{2}$	lefelé egészre kerekítve
--	--------------------------

18. példa

3 operátor mérje meg 4 személy magasságát 3 ismétléssel!

Minta	A operátor			B operátor			C operátor		
	1.mérés	2.mérés	3.mérés	1.mérés	2.mérés	3.mérés	1.mérés	2.mérés	3.mérés
1									
2									
3									
4									

Vizsgáljuk meg, hogy az eltérések mekkora részéért felelősek az egyes összetevők!

az ingadozás forrása	$\hat{\sigma}$	$\hat{\sigma}^2$	% R&R-ben	% a teljes ingadozásban
(1) ismétlés				
(2) operátor				
(3) operátor*alkatrész				
(2+3) reprodukálhatóság				
(1+2+3) R & R			100.00	
(4) alkatrészek között				
(1+2+3+4) teljes				100.00



Összehasonlítások az ún.. ingadozási tartományra (a mérési adat mint valószínűségi változó 99%-os konfidenciaintervallumának szélességére)

*nem az első oszlopon belüli összegzéssel keletkezik!*

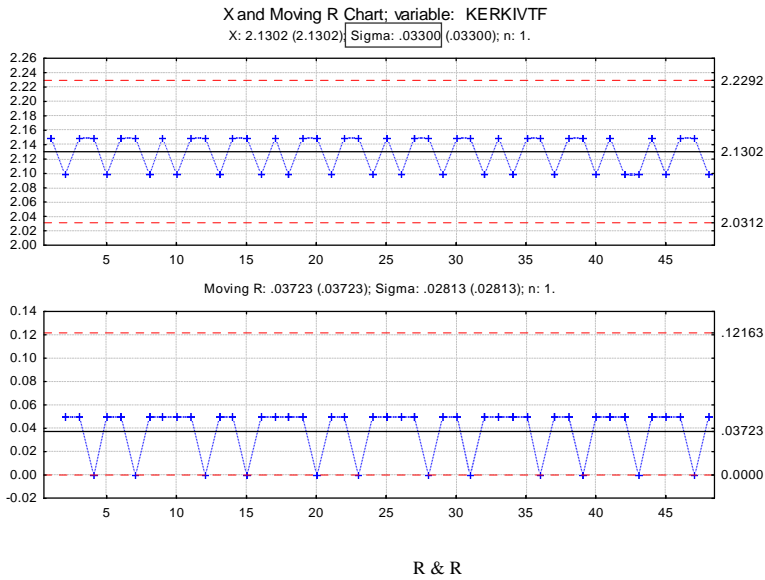
az ingadozás forrása	$\hat{\sigma}$	az ingadozási tartomány szélessége ( $5.15 \cdot \hat{\sigma}$ )	a teljes ingadozás %-ában	a tűrészmező %-ában
ismételhetőség (mérőeszköz)				
reprodukálhatóság (operátor)				
R & R				
alkatrészek				
teljes ingadozás			100.00	
tűrészmező				100.00

A megkülönböztethető kategóriák száma:

$$\frac{\hat{\sigma}_{\text{alkatrész}}}{\hat{\sigma}_{\text{mérés}}} \sqrt{2} =$$

Nem megfelelő mérőeszköz-képesség:

$$\hat{\sigma} = 0.028$$



## Minősítéses mérőrendszer vizsgálata (attribute gage R&R)

A legegyszerűbb vizsgálat:

Veszünk pl. 20 „alkatrészt” véletlenszerűen, mindegyiket legalább két operátor legalább kétszer megvizsgálja.

1. operátor		2. operátor		referencia	megítélés
1. ism.	2. ism.	1. ism.	2. ism.		
jó	jó	jó	jó	jó	jó a vizsgálat
rossz	rossz	rossz	rossz	rossz	jó a vizsgálat
jó	jó	jó	jó	rossz	torzítás
jó	jó	rossz	rossz	rossz	reprodukálhatósági probléma
jó	rossz	jó	jó	jó	ismételhetőségi probléma