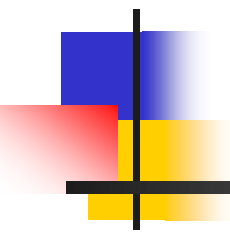
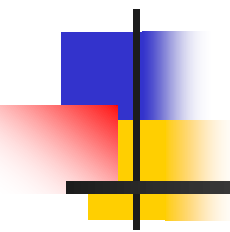


Gyártástechnológia alapjai

Méréstechnika rész

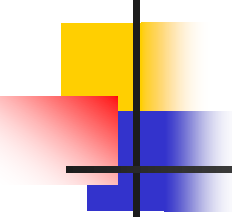


Előadások (2.)
2011.



Méréstechnika előadás 2.

1. Mérési hibák
2. A hiba rendszáma
3. A mérési bizonytalanság



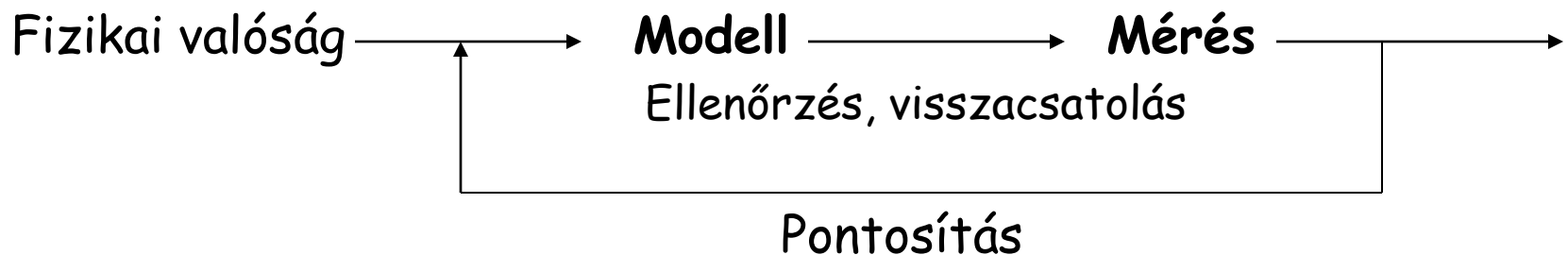
Mérési folyamat

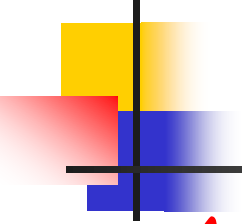
A **mérési folyamat** négy fő mozzanata:

- a stratégia (mérési) kidolgozása
- a megfigyelés és a modell jellemzőinek meghatározása
- a modell ellenőrzése **méréssel**
- kiértékelés, pontosítás, visszacsatolás.

Kísérlettervezés
(Modellalkotás)

Modell ellenőrzés mérőeszközzel
Gerjesztés (Teszt) Rendszerválasz





Mérési hibák

A mérési hiba a mérési eredmény és a mérendő mennyiség valódi értékének különbsége

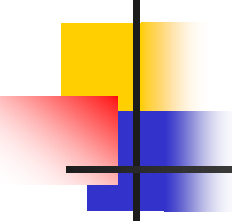
A mérendő mennyiség „**valódi**” értéke és a mért érték között mindig van eltérés.

A valódi értéket nem ismerhetjük meg, csak törekszünk annak legjobb becslésére, a „**helyes**” érték meghatározására.

A helyes érték bizonytalansága kicsi, kisebb, mint az ellenőrizendő mérőeszközé.

A helyes érték megállapítása a mérés során fellépő konkrét **hibák** és a **mérési bizonytalanság** nagyságának meghatározása miatt szükséges.

A helyes értéket megtestesítheti pl.: mérték, tanúsított anyagminta



Mérési hibák

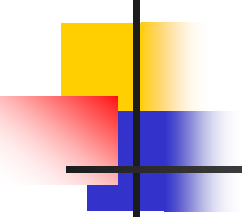
A mérési hibák csoportosíthatók:

- **eredetük szerint**

- a modellalkotás,
- a mérési eljárás (elv és módszer),
- a mérés kivitelezésének (mód, mérőeszköz, mérő személy), hibái

- **jellegük szerint**

- durva,
- rendszeres,
- véletlen hibák.



Mérési hibák

A mérési hibák csoportosíthatók:

- **a megjelenítés formája szerint**

- abszolút hiba

$$H_{absz} = x - x_v, \quad \text{ahol: } x - \text{mért érték} \\ x_v - \text{valódi érték}$$

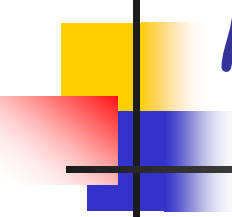
- relatív hiba

$$H_{rel} = [(x - x_v) : x_v] \cdot 100 \quad \text{a valódi érték százalékában}$$

Megj.:

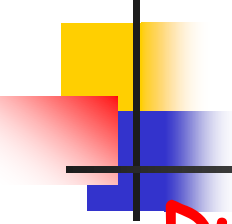
a valódi érték soha nem ismert, így a hiba sem, tehát csak becslés adható meg

$$P \left(y - U \leq y_{valódi} \leq y + U \right) \approx 0,95$$



Mérési hibák (eredetük szerint)

- **A mérőeszköz hibája:** szerkezeti hibák
kalibrálási hiba
variációs hiba
irányváltási hiba
nullponthiba
mérőerő
a leolvasóberendezés hibái
etalonok eltérése
- **A mérendő mennyiség hibái:** etalontól való geometriai eltérés
- **Környezeti hibák**
- **A mérési módszer hibái**



Mérési hibák (jellegük szerint)

■ **Durva hiba**

Oka: figyelmetlenség, a mérőeszköz hibás működése, pontatlan modell

A hiba eredetét fel kell tárni, ki kell küszöbölni!

■ **Rendszeres hiba** $H_a = H_1 + H_2 + H_3 + \dots + H_n$

állandó marad az ismételt mérések során, vagy előre meghatározható módon változik

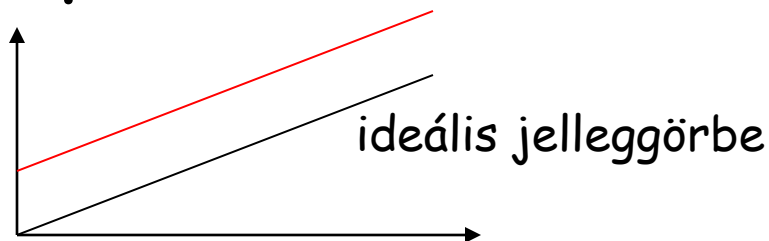
Oka: ismert, de lehet ismeretlen is

Jellemzői: vagy előjele és nagysága ismert az egész méréstartományban, vagy ha nem, akkor véletlen hibaként kezeljük

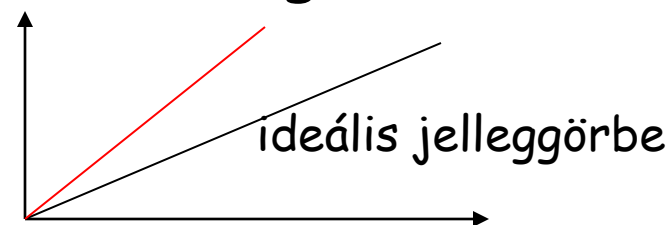
Mérési hibák

Rendszeres hibák

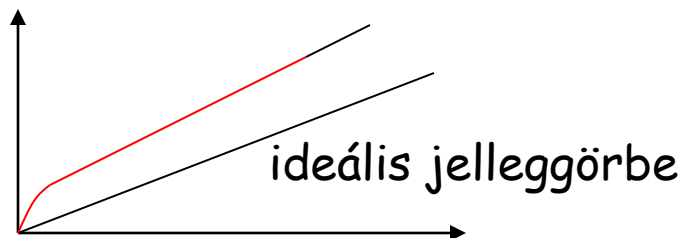
Nullpont hiba



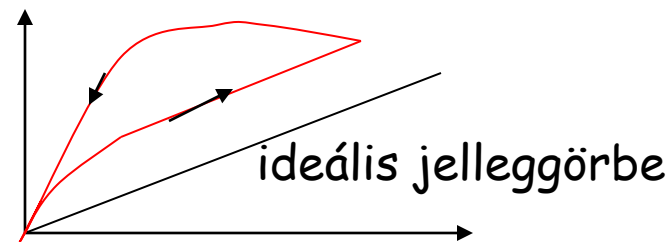
Meredekségi hiba



Linearitási hiba



Hiszterézis hiba



Mérési hibák

Véletlen hiba

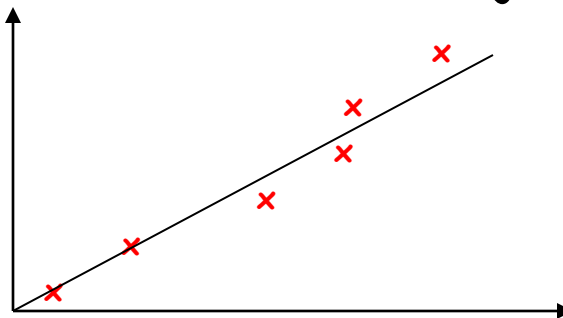
$$\pm u = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots + u_n^2}$$

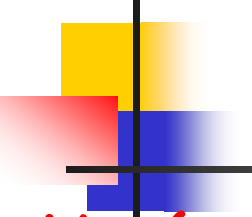
véletlenszerűen változik a mérendő mennyiség ismételt mérése során

a hibaokok időben és térben véletlenszerűen jelentkeznek

a véletlen hiba valószínűségi változó

Pl.: surlódási hibák, környezeti hatások, zajok, a mérendő mennyiség változásai





Mérési hibák

Hatásukat tekintve a mérési eredményt

- a rendszeres hibák **torzít**ják, meghamisítják, míg
- a véletlen hibák **bizonytalanná teszik**.

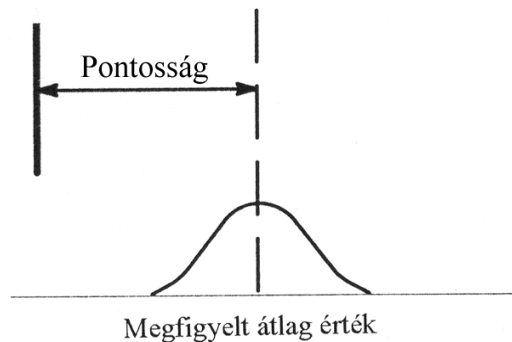
A hiba megszüntetésének módja

- **Durva hiba:** a kiugró érték **kizárása**
- **Rendszeres hiba:** meghatározható hiba esetében: **korrekció**
 - ismertek a mérőeszköz korrekciós adatai
 - nem ismertek: **hibaterjedés számítás és kalibrálás**
- **Véletlen hiba:** ismételt mérésekkel ismerhető fel,
statisztikai módszerekkel vehető figyelembe
(átlag, szórás, konfidencia, várható érték, stb.)

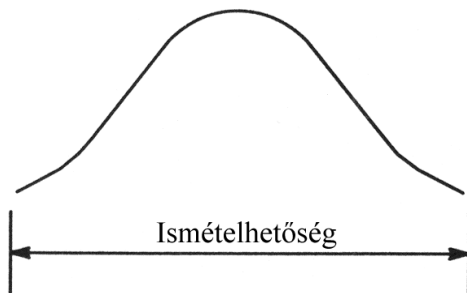
Mérési hibák új megközelítése

Referencia érték

Pontosság



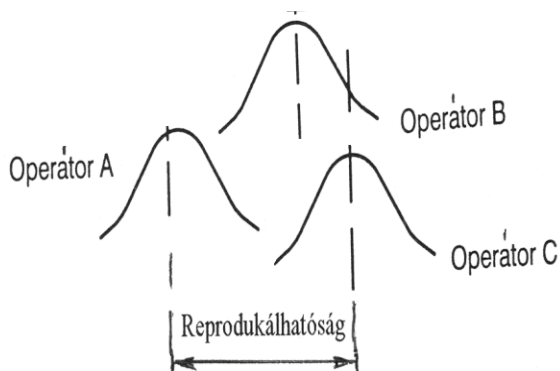
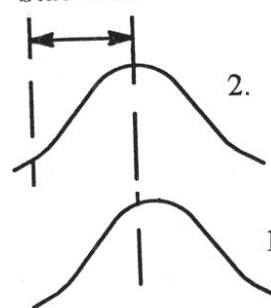
Ismételhetőség



Stabilitás

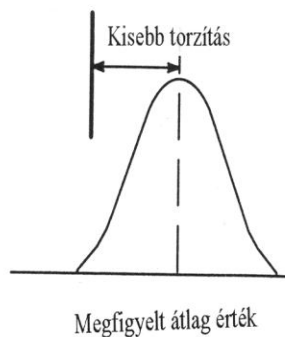
2. Időpont

1. Időpont



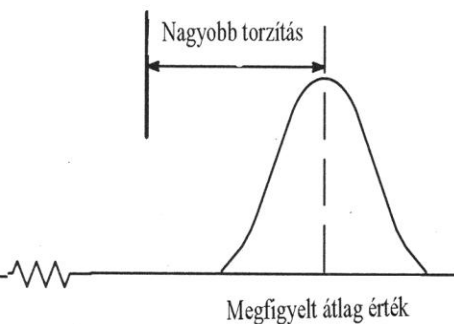
Referencia érték

Kisebb torzítás

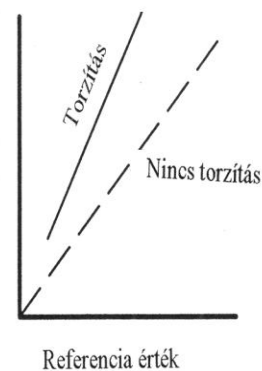


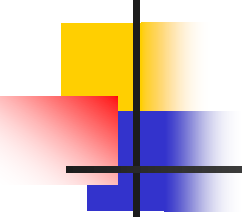
Referencia érték

Nagyobb torzítás



Megfigyelt átlag érték





A hiba rendszáma

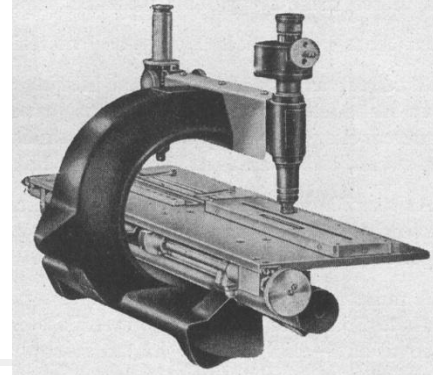
A hiba rendszáma (nagyságrendje) mindig a (csonka) hatványsorban szereplő legkisebb kitevőjű tag kitevőjével egyenlő, függetlenül attól, hogy a hiba pontos értékéhez hány tagot veszünk figyelembe.

$$H(x) = a_0 \cdot x^0 + a_1 \cdot x^1 + a_2 \cdot x^2 + a_3 \cdot x^3 + \dots a_n \cdot x^n$$

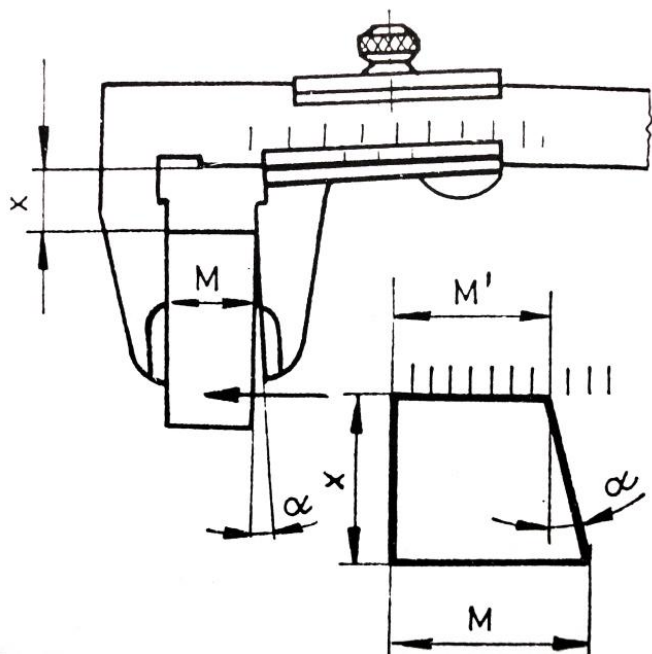
Törekedni kell arra, hogy a mérési módszer minimum másodrendű hibával rendelkezzen. Az elsőrendű hiba kiküszöbölésének módját geometriai mérések területén a hosszméréstechnika alaptételei adják.

- Sin és tg fv.: elsőrendű
- Cos fv.: másodrendű hiba

A hiba rendszáma

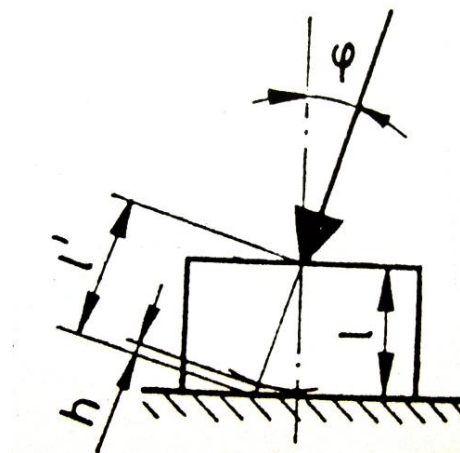


Példa elsőrendű hibára



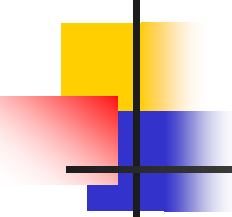
$$h = M - M' = x \operatorname{tg} \alpha \cong x \alpha$$

Példa másodrendű hibára



$$h = l' - l = \frac{1}{\cos \varphi} - l$$

$$\cos \varphi = 1 - \frac{1}{2!} \varphi^2 + \dots \quad h = l \cdot \frac{\varphi^2}{2}$$

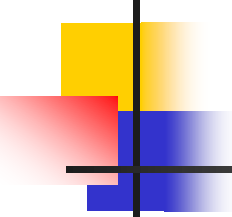


Mérési folyamat értelmezése

- A mérési folyamat = a **gyártási folyamat szerves része**
- A mérési rendszer legyen **statisztikailag szabályozott!**
 - A mérési rendszer eltérését csak véletlen hibák okozhatják.
Ezt úgy hívjuk, hogy **statisztikai stabilitás**
 - A MR eltérése/**szórása legyen kicsi a** gyártási folyamat eltéréséhez vagy a tűrésmezőhöz képest!
 - **Munkapontra** vizsgáljuk a MR statisztikai tulajdonságait

Statisztikailag stabil a mérési folyamat, ha

durva és rendszeres hiba nem befolyásolja a mérési eredményt, csak a véletlen változékonyság van jelen a folyamatban

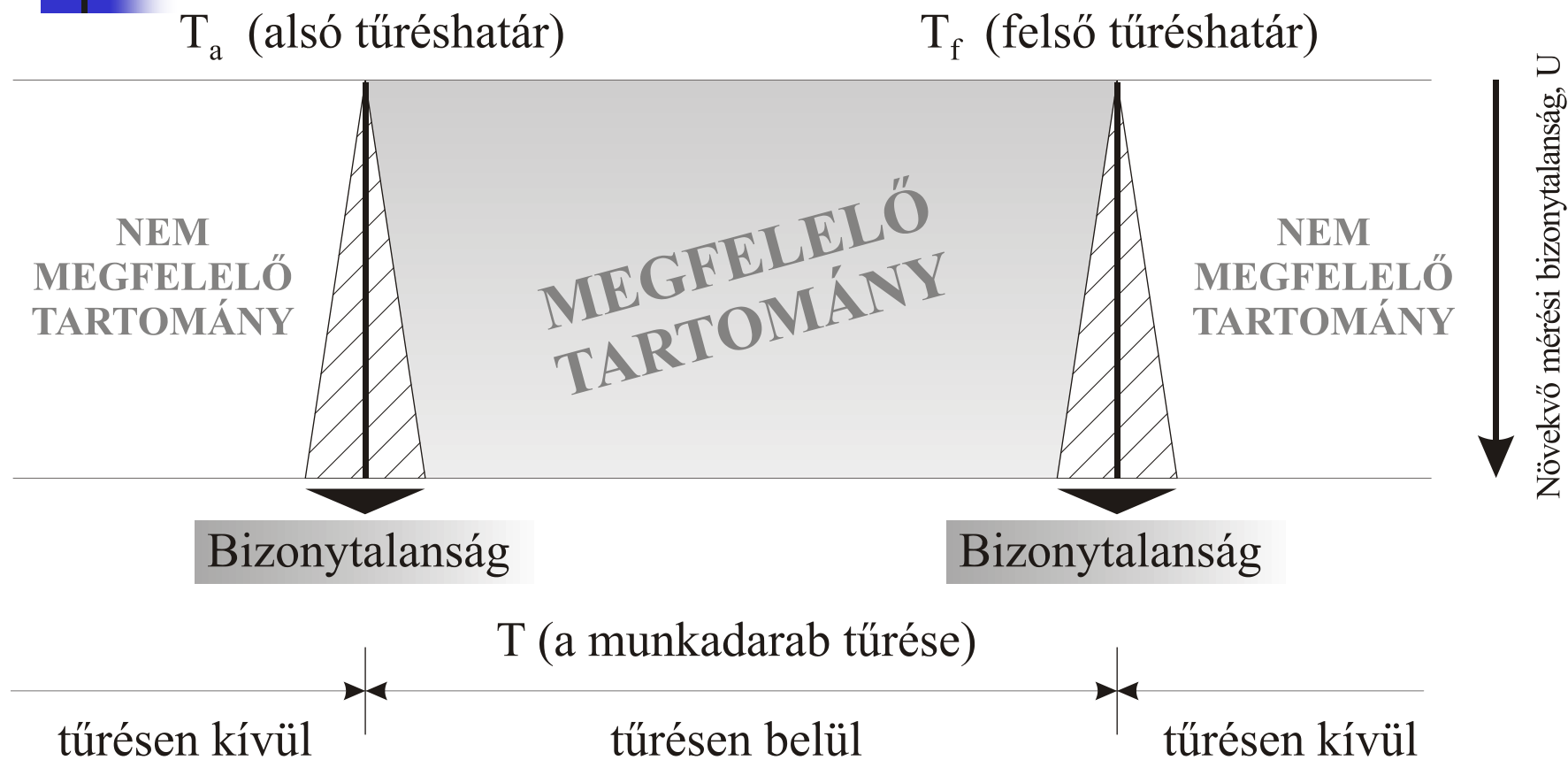


A mérési bizonytalanság

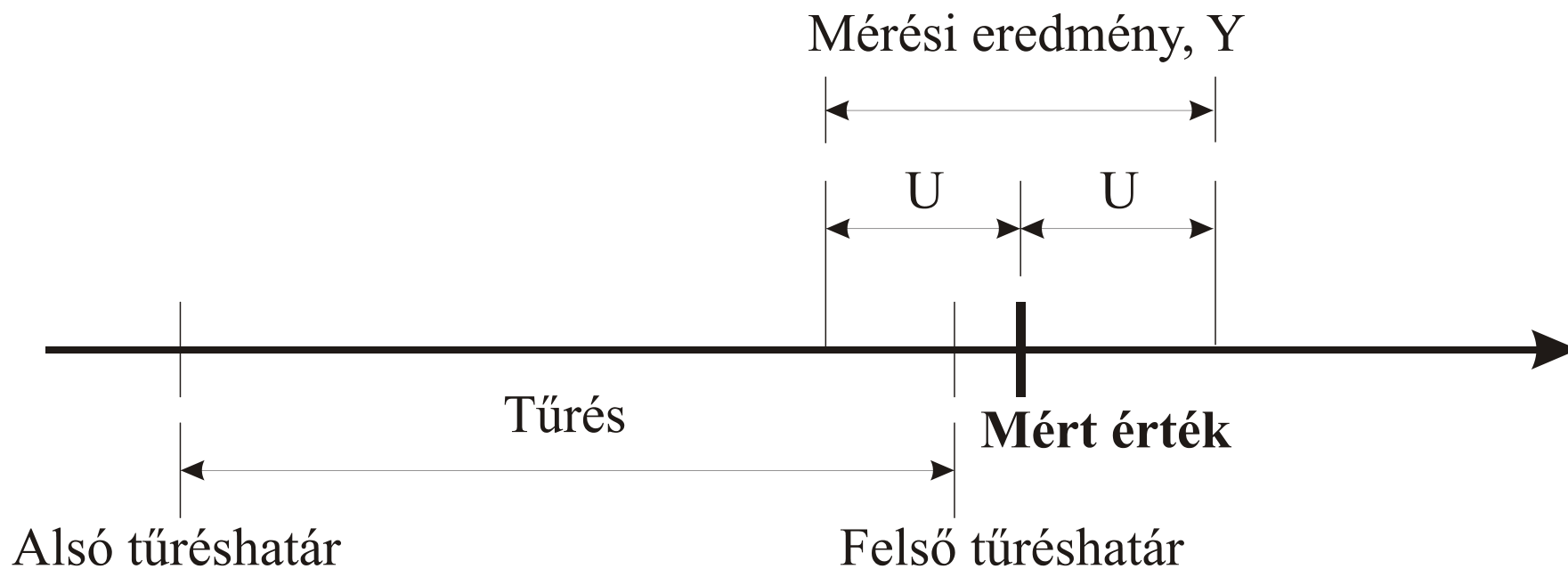
- Egy X mérendő mennyiség értéke pontosan nem ismert
- Az x mérési eredmény az $E(X)$ várható érték egyik becslése
- Az $u(x)$ standard bizonytalanság a $V(X)$ variancia becslésének négyzetgyöke

„a **mérési bizonytalanság** a mérés eredményéhez csatolt olyan paraméter, amely a mérendő mennyiségnek indokoltan tulajdonítható értékek szóródását jellemzi.”

A mérési bizonytalanság

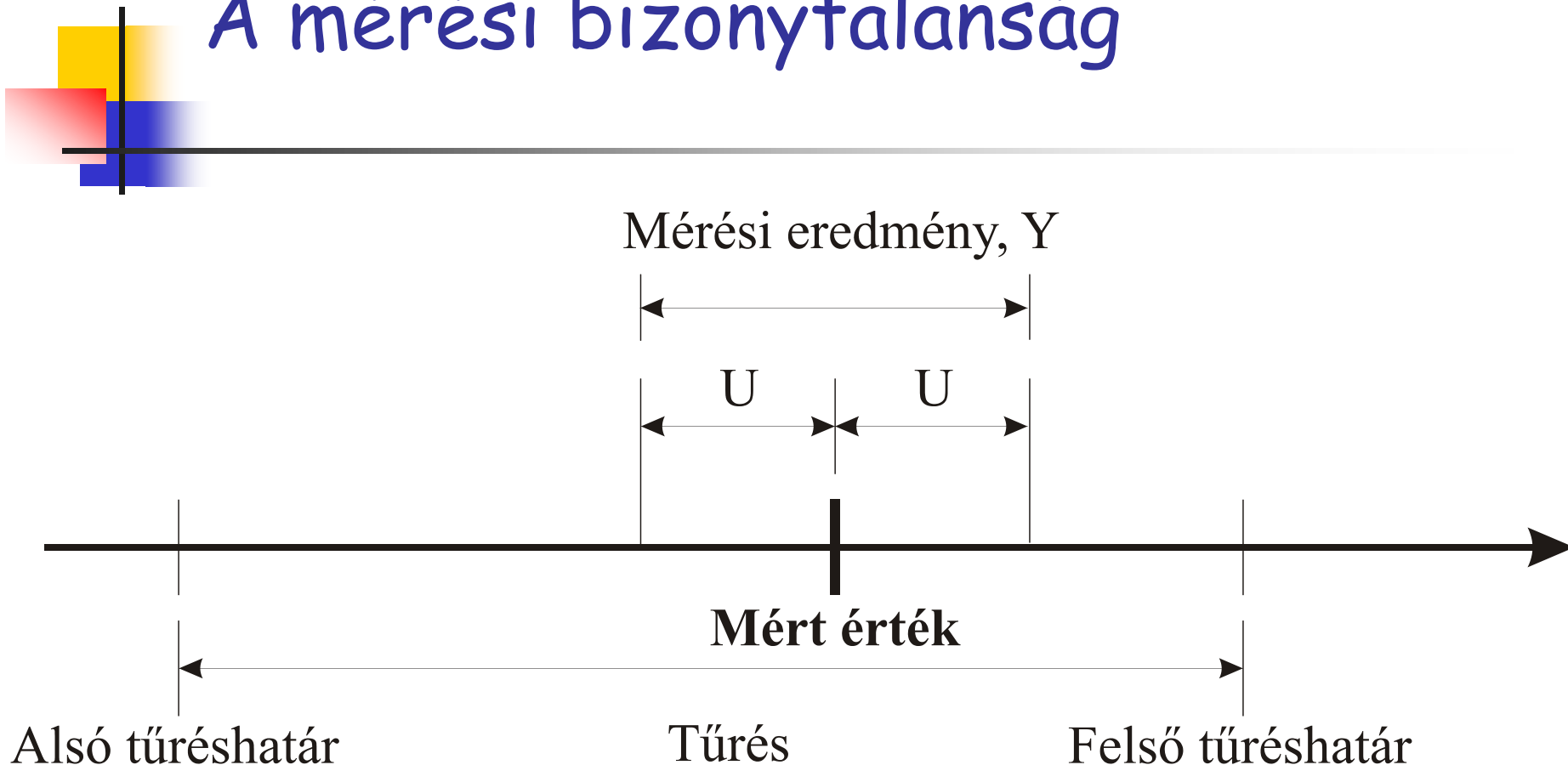


A mérési bizonytalanság



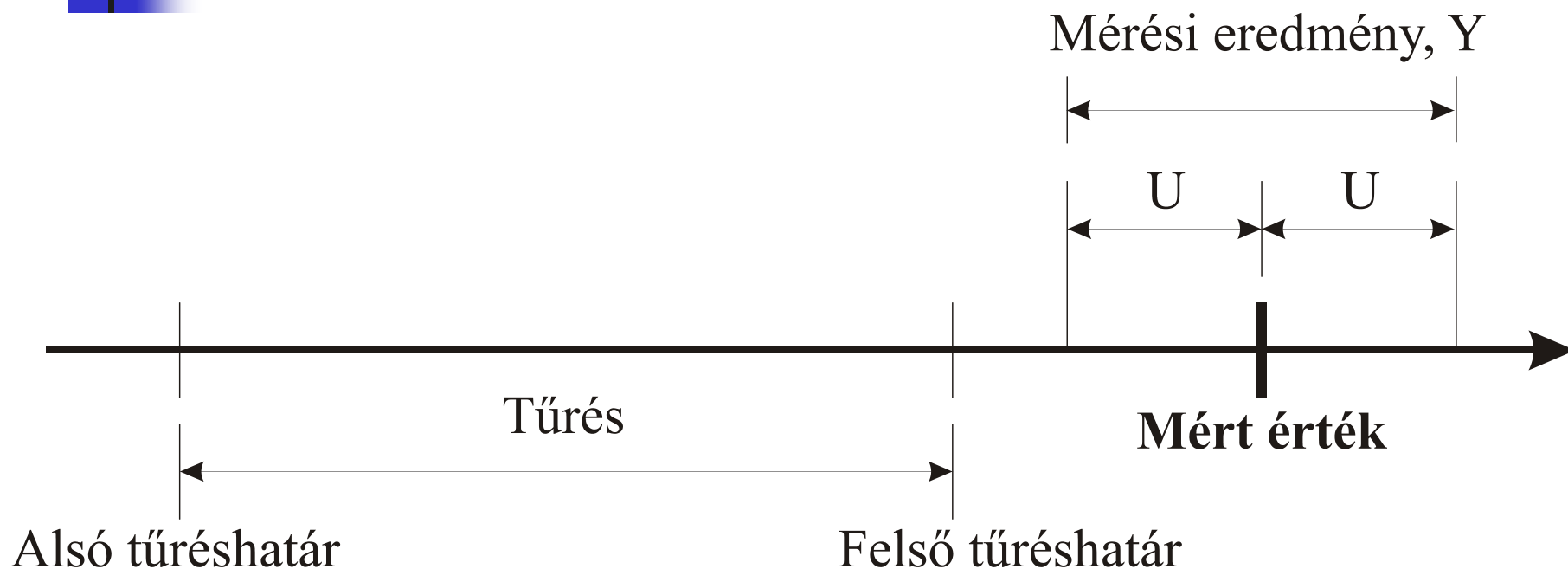
A mért érték a tűréshatár közelében helyezkedik el

A mérési bizonytalanság



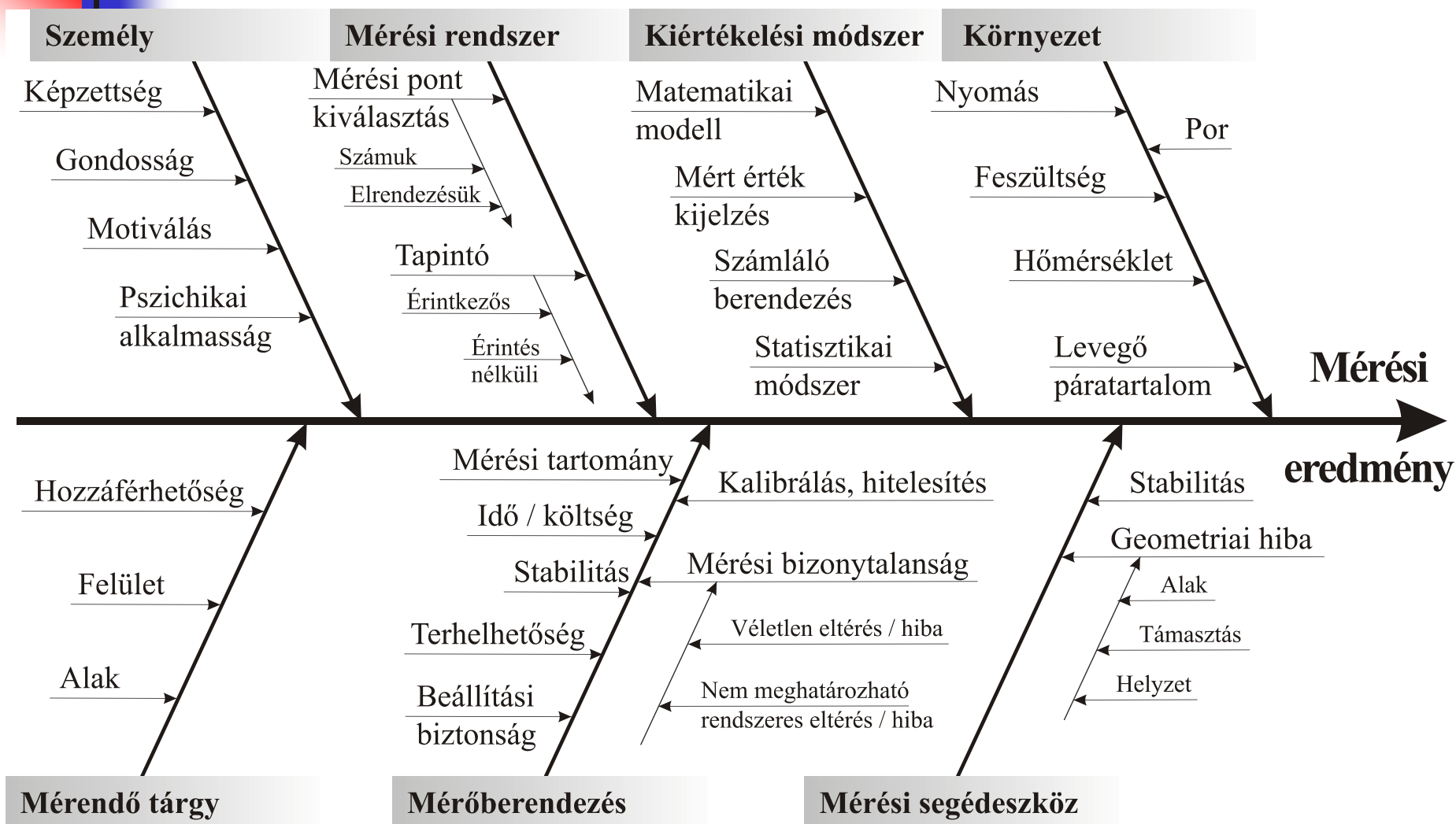
A mért érték a tűréshatáron belül helyezkedik el

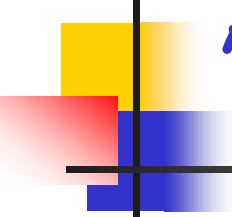
A mérési bizonytalanság



A mért érték a tűréshatáron kívül helyezkedik el

A mérési bizonytalanság





A mérési bizonytalanság összetevői

- nem reprezentatív mintavétel,
- a kalibrált mérőeszköz ismétlőképessége,
- a befolyásoló mennyiség(ek) hatása,
- analóg mérőeszköz kijelzésének véges felbontása miatti leolvasási bizonytalanság,
- digitális mérőeszközök kvantálási és kijelzési hibájából fakadó bizonytalanság,
- etalonok "pontatlansága",
- mérési módszerből fakadó bizonytalanság,
- a mérő személy torzítása.

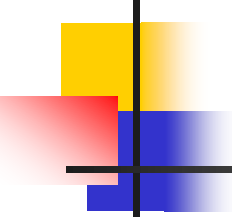
A mérési bizonytalanság valamennyi összetevője hozzájárul a szóródáshoz (a rendszeres hibákból adódóak is).

A mérési bizonytalanság meghatározása



1	A mérési folyamat elemzése. Bizonytalansági összetevők megnevezése.	1, 2, 3,n
2	A standard mérési bizonytalanság meghatározása az A és/vagy B módszerrel.	$u(x_A)_i$ $u(x_B)_i$
3	Az eredő standard bizonytalanság meghatározása	$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n u(x_i)^2}$
4	A kiterjesztett mérési bizonytalanság meghatározása	$U = k \cdot u_c(y)$

A mérési bizonytalanság meghatározása



Az **A-típusú kiértékelés** a mérési sorozat statisztikai elemzésével történik.

Azonos feltételek mellett, azonos mintán végzett mérések eredményei egymástól különböznek és az átlag érték körül helyezkednek el.
Feltételezve, hogy az eloszlás normális, a szórás az n számú mérési eredményből becsülhető Ezt nevezik standard bizonytalanságnak

A standard bizonytalanság

„a mérési eredmény bizonytalansága szórásként kifejezve”

A mérési bizonytalanság meghatározása

A bizonytalanság **B-típusú kiértékelése:**

„a bizonytalanság kiértékelésének az észlelési sorozatok statisztikai elemzésétől eltérő, más módszere”

A B-típusú összetevők jellemzésére szintén a becsült szórást alkalmazzák, melynek egy ún. **„érzékenységi együtthatóval”** megszorzott értéke a B-típusú standard bizonytalanság: $u(x_i) = c_i \cdot s(x_i)$,

ahol c_i az érzékenységi együttható.

Az érzékenységi együttható megmutatja, hogy az adott bemeneti mennyiség változására mennyire érzékenyen válaszol a kimeneti mennyiség.

A mérési bizonytalanság meghatározása

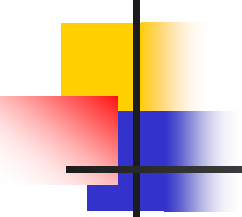
Eredő standard bizonytalanság jele: $u_c(y)$

Az eredő standard bizonytalanság a mérés eredményének standard bizonytalansága, ha ez az eredmény egy vagy több más mennyiség értékéből van előállítva.

Az eredő standard bizonytalanság az összes felismert és feltételezett véletlen hatások becslése.

Az általános módszer a négyzetes összegzés, de bizonyos esetekben külön megfontolást is igényelhet az eredő standard bizonytalanság kiszámítása.

A mérési bizonytalanság meghatározása



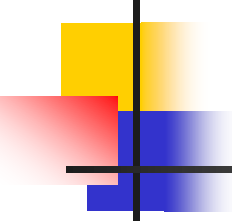
Nemzetközi megállapodás előírja, hogy az eloszlástípustól függetlenül 95 %-os valószínűségi szinten kell meghatározni a mérési bizonytalanságot. Normális eloszlásnál a haranggörbe alatti terület -2σ és $+2\sigma$ közé eső része az egész terület 95,44 %-a

A **kiterjesztett bizonytalanság**, a mérési eredmény környezetében olyan tartomány, amelyben feltehetően a mérendő mennyiségnek tulajdonítható értékek eloszlásának meghatározott (pl. $k = 2$ kiterjesztési tényezővel számolva 95%) része benne van

$$U = k \cdot u_c(y)$$

A nemzetközi előírásoknak megfelelő **mérési eredmény** megadás

$$Y = X \pm U \quad (\text{GUM módszer})$$



Felhasznált és ajánlott irodalom

- Horváthné Drégelyi-Kiss Ágota Méréselmélet és mérés technika előadás ppt.
- Fuchs Rudolf: Metrológiai konfirmálás
Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet,
Budapest, 2007
- Guide to the expression of uncertainty in measurement, 1993
- Mérési rendszerek vizsgálata, QS 9000, MSA