

MÉRÉSTECHNIKA I.

Előadások (1.)

2014

Galla Jánosné

A tantárgy megnevezése: **Méréstechnika I.**

A tantárgy Neptun-kódja: **BAGMH14NNC**

Tantárgyfelelős oktató: Galla Jánosné (I. em. 116)

E-mail: galla.janosne@bgtk.uni-obuda.hu Telefon: 666-5388

Oktatók: **Galla Jánosné**

Kis Ferenc (I. em. 120)

Követelmény: évközi jegy (BSc) Kreditérték: 2

Félévközi követelmények

- a gyakorlatok látogatása **kötelező**, (igazolt hiányzás esetében pótlás)
- A gyakorlatok elméleti tananyagából megfelelő **beszámoló a gyakorlat elején**
- elfogadott **mérési jegyzőkönyvek** és
- **legalább elégséges zárthelyi**

Zárthelyi dolgozat: tanterv szerint

A pótlás módja: pótgyakorlat, ill. pótzárthelyi órarenden
kívüli egyeztetett időpontban

Hosszméréstechnika - gyakorlatok

- A gyakorlatok helyszíne: **I. emelet 118**

x5CrNi189

- Gyakorlati segédlet és útmutató: honlap

www.banki.hu - Agyagtudományi és Gyártástechnológia Intézet -
Gépgyártástechnológiai Szakcsoport - Tantárgyak

- ▶ Dr.Drégelyi-Kiss Ágota - Galla Jánosné: Méréstechnika, BGK - 3046 (e-jegyzet)
- Előadások (ppt) anyaga: **honlapon**
- Mérési jegyzőkönyvek: **5 db**, (honlapon), jegyzetben
- Gyakorlat elején (kb. 5-10 perc): **a felkészülés ellenőrzése**

Tematika (gyakorlatok)

1. Tűz- és balesetvédelmi oktatás. Tűréstechnikai számítások -
Feladat 1.
Mérési segédeszközök bemutatása.
2. Mérési adatok feldolgozása, mérési eredmény megadása. Mérési sorozatok feldolgozása - **Feladat 2.**
Mérőhasábok, mértékek, idomszerek bemutatása.
3. Mérés egyszerű mechanikus hosszmérő eszközökkel (tolómérce, mikrométerek - külméret, furat, menet). **Mérési jegyzőkönyv.**
4. Mérés egyszerű mechanikus hosszmérő eszközökkel (mérőóra, finomtapintó, mérőórás furatmérők). **Mérési jegyzőkönyv.**
5. Ismételhetőség és reprodukálhatóság vizsgálat. **Mérési jegyzőkönyv.**
- ▶ 6. 3D mérés technika. Bemutató gyakorlat.

Tematika (előadások)

1. A félévi követelmények ismertetése. Metrológiai alapfogalmak. Mérési eljárások. Mérési hibák csoportosítása jelleg és eredet szerint. Mérési bizonytalanság. A mérési eredmény megadása.
2. A hiba rendűsége. A mérési módszer hibája. Műszerhibák. A mérési hibák új megközelítése. **A járműgyártás metrológiai többletkövetelményei (összefoglalás).**
3. A mérés jogi vonatkozásai. Mérésügyi törvény. Joghatással járó mérések. Hitelesítés. Kalibrálás, konfirmálás. Validálás, verifikálás. A mérés szabályozási rendszere. Az MSZ EN ISO 10012:2003 szabvány szerinti Mérésirányítási rendszer. A mérési folyamatokra és a mérőberendezésekre vonatkozó követelmények.
4. A hossz mérés-technika alapjai. Az elsőrendű hiba kiküszöbölésének módjai. Abbe elv, kollimátor elv, teljes helyettesítés elve. A hossz mérés-technikában használatos mérőeszközök áttekintése I.
5. A hossz mérés-technikában használatos mérőeszközök áttekintése II. A szögmérés alapjai. Első és másodrendű hiba. Közvetett eljárás.

6. előadáson ZH

Érdeklődők számára

Érdeklődés esetén a mérés technikával kapcsolatos **autóipari többletkövetelményekről** a tananyag rész előadója órarenden kívüli időpontban előadást tart.

Autótechnika szakirányos hallgatóink számára a következő félévben szabadon választható tárgyat hirdetünk meg „**Korszerű autóipari hosszmérések**” címmel.

Tekintettel a tárgy alacsony óraszámára és a téma nagy gyakorlati jelentőségére az előző évhez hasonlóan az I. em. 117/118. Mérőszobában hetente rendszeresen, megbeszélte időpontban **Hosszméréstechnika szakkör**t szervezünk és tartunk az érdeklődők számára.

Irodalom:

- ▶ Dr. Szilágyi László: Gépipari hosszmerések. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982.
- ▶ Dr. Szilágyi László: Gépipari méretellenőrzés. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977.
- ▶ Halász Gábor - Huba Antal: Műszaki mérések. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2003
- ▶ Zoltán István: Méréstechnika. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2004.
- ▶ Fuchs Rudolf: Metrológiai konfirmálás, NFSZI, Budapest, 2007.
- ▶ Kaposvári Zoltán: Méréselmélet. Tankönyvkiadó, Budapest, 1983.
- ▶ Ambrusné dr. Alady Márta - Galla Jánosné - Sipos Sándor: A gyártástechnológia alapjai I. BDMF. Jegyzet, Budapest, 1995.
- ▶ Industrielle Fertigung, Messen und prüfen. Verlag Europa-Lehrmittel, 2006
- ▶ www.nat.hu
- ▶ www.mkeh.hu

Az 1. előadás témái

- ❖ Metrológiai alapfogalmak
- ❖ Mérési eljárások
- ❖ Mérési hibák csoportosítása jelleg és eredet szerint
- ❖ Mérési bizonytalanság
- ❖ A mérési eredmény megadása

1. Metrológiai alapfogalmak

A **metrológia** „a mérés tudománya” (a mérésekkel kapcsolatos elméleti és gyakorlati szempontok, a mérésekkel kapcsolatos ismeretek teljes köre)

- tudományos metrológia
- mérésügy törvényes metrológia
- ipari metrológia

A **mérési elv** a mérés tudományos alapja

A mérési folyamat célja:

A mérendő (mérhető) mennyiség előírt hibahatárokon belüli meghatározása $\Rightarrow$ eredménye a mért érték

Mérendő mennyiség, vagy **mért mennyiség**: a mérés tárgyát képező konkrét mennyiség

1. Metrológiai alapfogalmak

- **Mérés:** fizikai (kémiai, biológiai, stb.) mennyiség
 - nagyságának (számértékének) meghatározása
 - kísérleti úton,
 - adott mértékegység-rendszer mellett

Mi szükséges hozzá?

- **Módszer + technikai eszközök** (= méréstechnika tárgyköre, mely a szakterülethez szorosan kapcsolódik)
- **Egységek** a számításhoz (pl. m, kg, stb.)
- **Jelfeldolgozási folyamat** (számítási), mely a szakterülettől általában független és valószínűség-számítási ismereteket igényelhet.

Eredmény: egy mérőszám, a hozzá tartozó mérési bizonytalansággal és mértékegységgel, a mérés körülményeit és a mérési eredményt befolyásoló mennyiségek értékét rögzítő részletes leírás

1. Metrológiai alapfogalmak

➤ **Mérés:** információszerzés egy folyamat jellemzőiről
(a folyamat lehet kémiai, biológiai, fizikai, gazdasági, társadalmi..)

A **méréstechnika** az érzékelés, jelátalakítás és a jel-feldolgozás módszereinek és eszközeinek összessége



A méréshez szükségesek: **eszközök + módszerek**

Mérőeszközök: eszközök, melyeket a mérési folyamatban mérésre felhasználnak, esetenként segédeszközökkel együtt

Mérési módszer „a mérés elvégzéséhez szükséges, fő vonalakban leírt műveletek logikai sorrendje”

A **mérési eljárás** - „egy adott mérés során a mérési módszernek megfelelő módon elvégezhető, részletesen leírt, konkrét műveletek összessége”

1. Metrológiai alapfogalmak

➤ **Mérés:** munkafolyamat

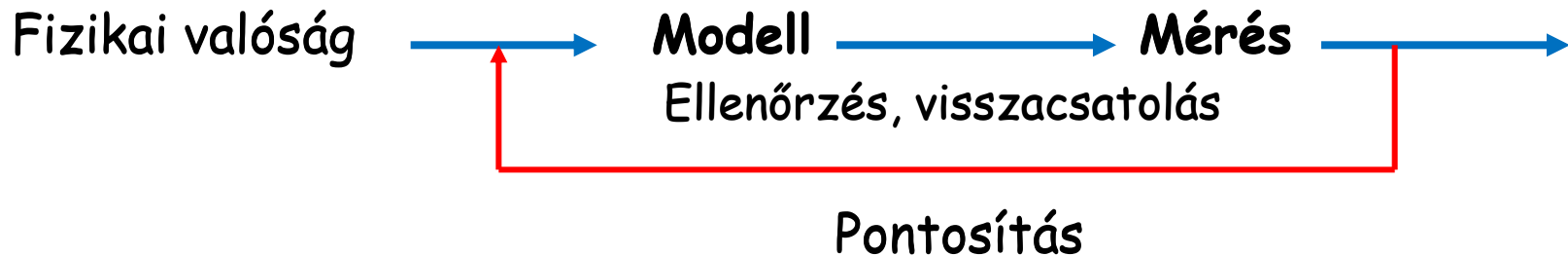
A mérési folyamat és a valóság között a modell teremti kapcsolatot

A **mérési folyamat** négy fő mozzanata:

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

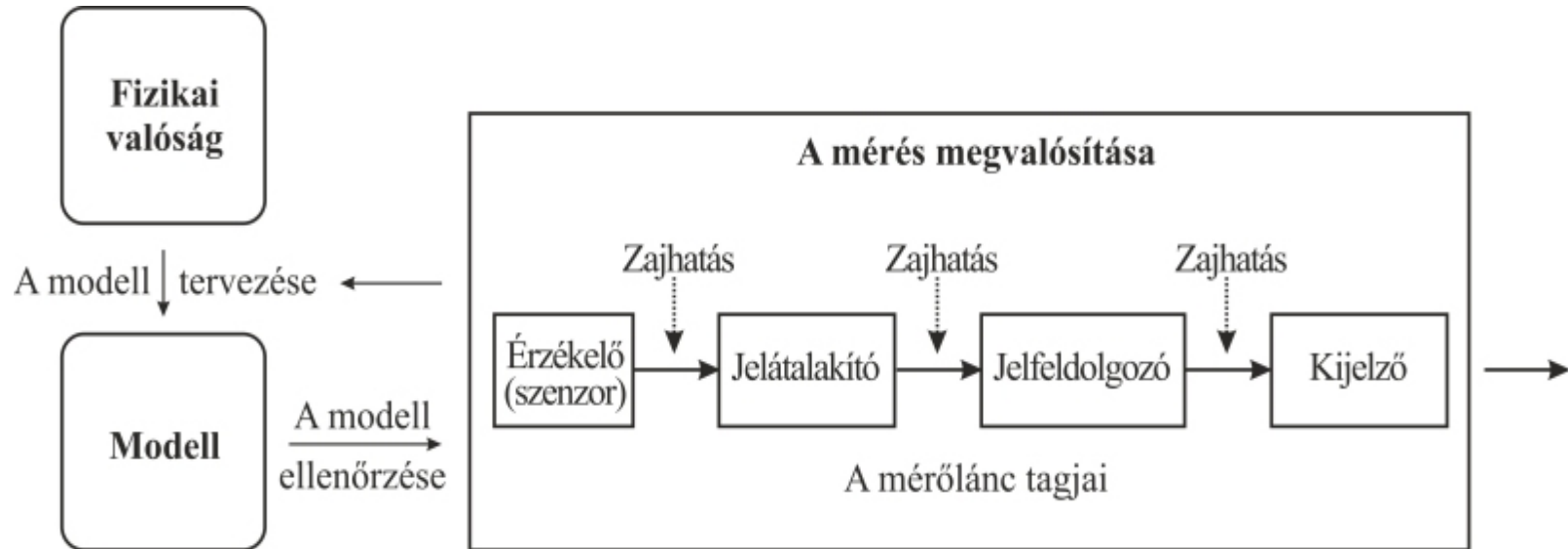
Kísérlettervezés
(Modellalkotás)

Modell ellenőrzés mérőeszközzel
Gerjesztés (Teszt) Rendszerválasz



1. Metrológiai alapfogalmak

A **mérési folyamat megvalósítása** a fizikai valóság modellezésétől a visszacsatolásig terjed



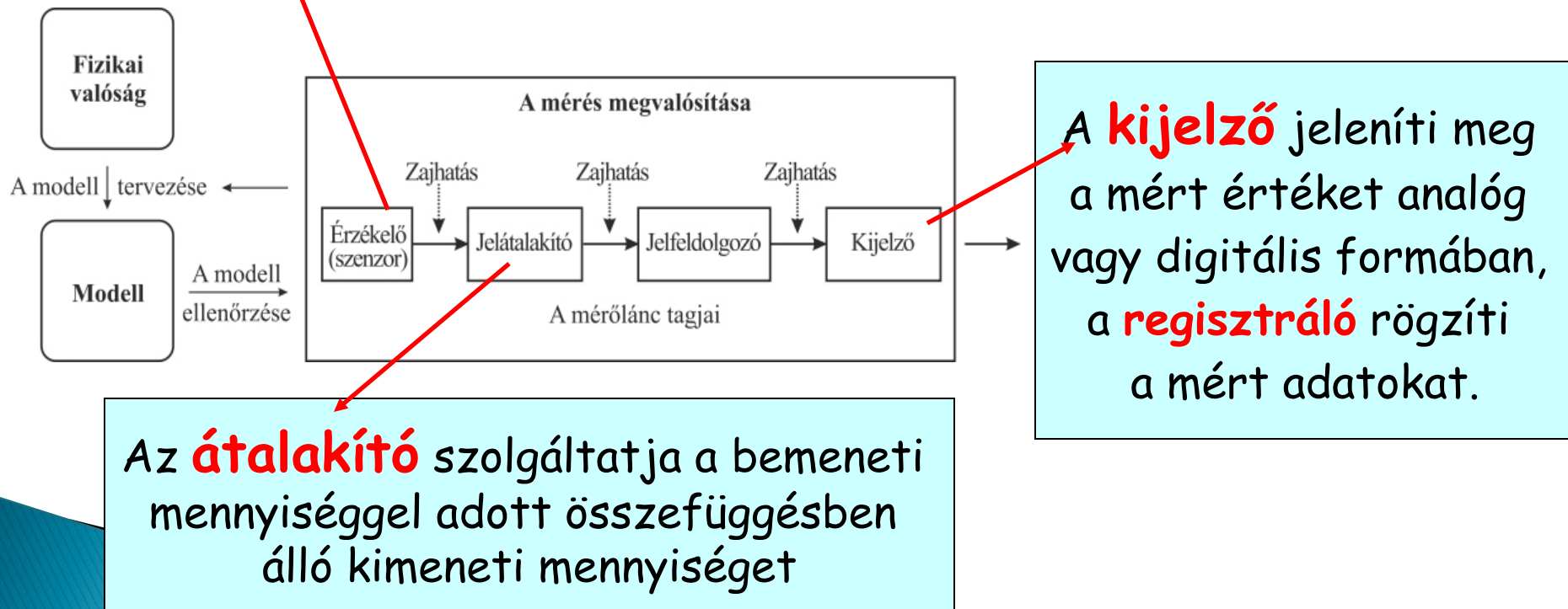
A **mérőlánc** „a mérőeszköz vagy mérőrendszer elemeinek sorozata, mely a bemenettől a kimenetig a mérőjel útját képezi”.

A **mérőeszköz** „önmagában vagy kiegészítő eszközökkel együtt mérésre használt eszköz”

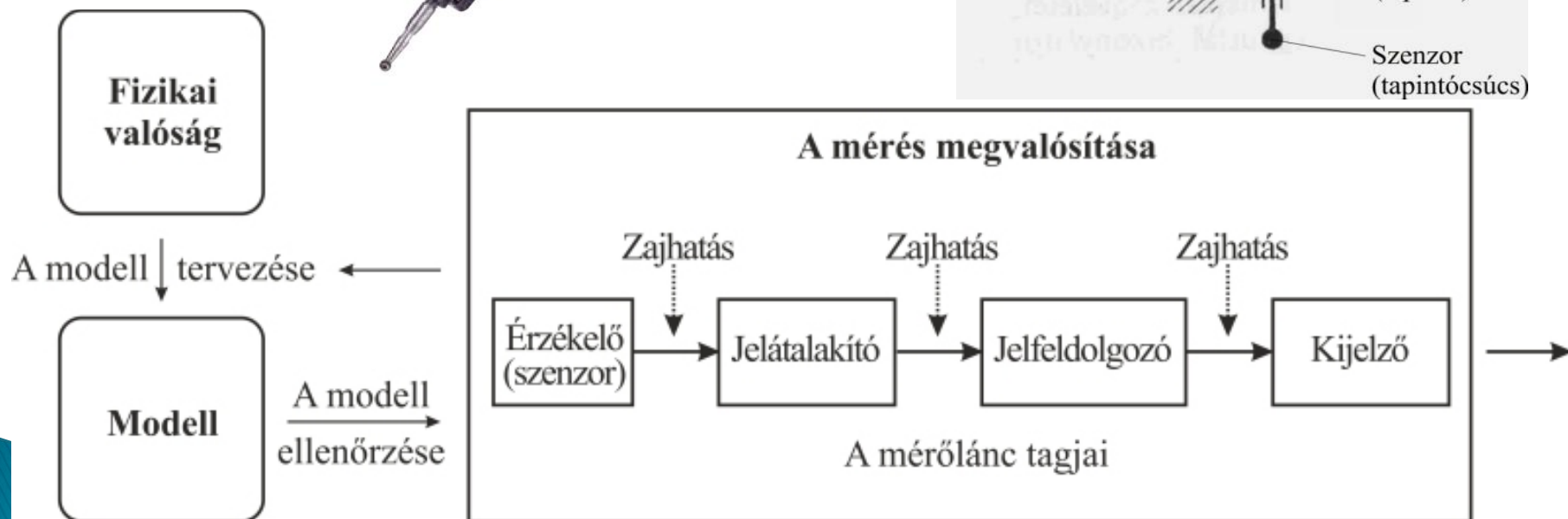
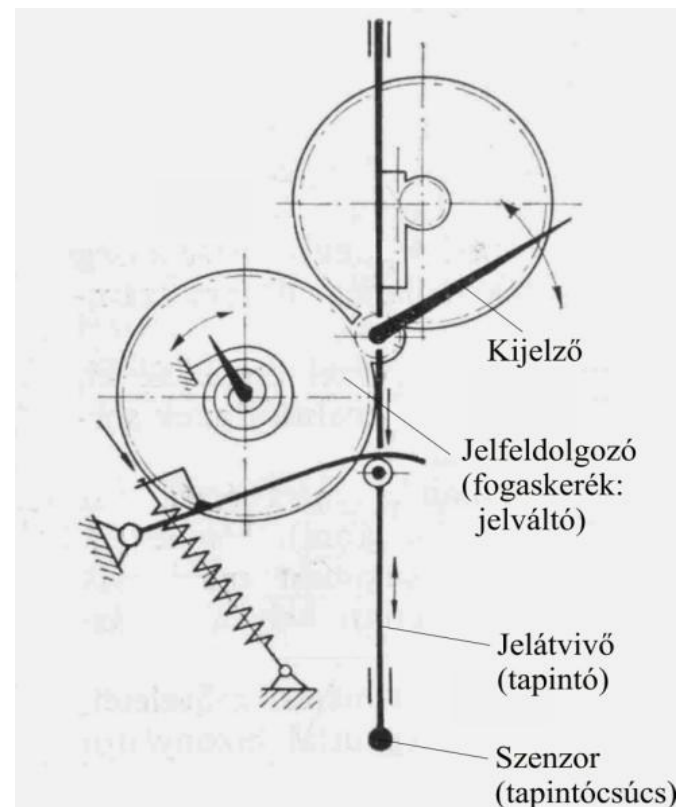
1. Metrológiai alapfogalmak

A **jelátvivő** a mérendő mennyiséget alakítja át információt tartalmazó jellé.

A **szenzor** a jelátvivő részeként közvetlen kapcsolatban áll a mérendő mennyiséggel, rá a mérendő mennyiség közvetlenül hat (pl.: a hőelem vagy a mérőóra tapintócsap).



1. Metrológiai alapfogalmak



1. Metrológiai alapfogalmak

Modell: a vizsgált jelenségre vonatkozó ismereteink formális kifejezése

(A valóság fontosnak feltételezett részét emeljük ki a segítségével)

Lehet (gyakorlati szempontból) :

funkcionális, fizikai és matematikai

A mérés megtervezésének előfeltétele: „szükséges”, „elégséges” a modellezési folyamat végén egy kellő jóságú, optimális modell

A mérési folyamat eredményének helyességét befolyásolja:

▶ **Modellezési hiba**

oka: hibás előzetes ismeret, hibás levezetés

▶ **Mérési hiba**

oka: a mérés lebonyolítása, kiértékelése és a mérőeszköz működése közben fellépő problémák

1. Metrológiai alapfogalmak

A mérési folyamaton belül a mérőláncot a konkrét mérési feladat megvalósításának technikai eszközei képezik

Mérőlánc 3 fontos átviteli tagja:

Mérendő mennyiség -

Jelátvívó, (Érzékelő, szenzor)

Zavarok

Jelfeldolgozó

Zavarok

Kijelző, megjelenítő, regisztráló

1. Metrológiai alapfogalmak

- A **befolyásoló mennyiség** „a mérendő mennyiségtől különböző olyan mennyiség, amely hatással van a mérési eredményre” (pl.: hőmérséklet, rezgés)
- A **zavaró** mennyiség olyan befolyásoló mennyiség, melynek hatása nem ismert
- Mérhető mennyiség** „jelenség, tárgy vagy anyag minőségileg megkülönböztethető és mennyiségileg meghatározható tulajdonsága” (pl.: vastagság, terület, hő, energia, stb.)
- Mérendő mennyiség**: a mérőlánc bemenő jele (mennyisége)
- Mérőszám**: „Egy mennyiség értékének és az érték kifejezésében használt egységnek a hányadosa.”

A mérési eredmény „a mérendő mennyiségnek tulajdonított, méréssel kapott érték”

1. Metrológiai alapfogalmak

Az érzékelők jellemzése

A jel minőségét jellemezni lehet az un.

jel/zaj viszonytal (J/Z)

A bemeneti és kimeneti mennyiség között a mérőműszer jelleggörbéje (karakterisztikája) írja le az összefüggést, ez az érzékelőt jellemzi.

A karakterisztika lehet

- statikus karakterisztika (a bemeneti mennyiség időben állandó), vagy
- dinamikus karakterisztika (a bemeneti mennyiség időben változó).

1. Metrológiai alapfogalmak

Statikus karakterisztika - megkapjuk kalibrálással

A ΔB bemeneti mennyiség előidézi a ΔK kimeneti mennyiség változást (pl.: a mérőóra tapintócsap elmozdulása következtében a mutató elmozdul).

Érzékenység: $\dot{E} = \Delta K / \Delta B$

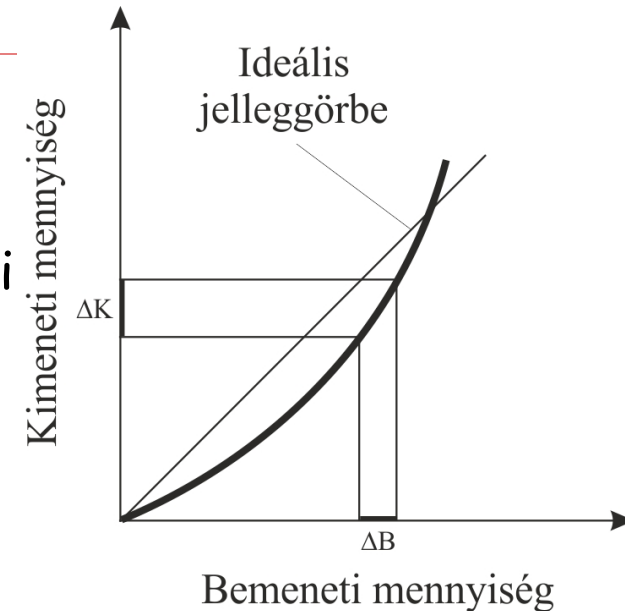
$\dot{E}$ - az érzékenység jele.

Műszerállandó: az érzékenység reciproka

Ezt a hányadost a szabályozástechnikában statikus átviteli tényezőnek hívják. A bemenőjel a gerjesztés a kimenőjel a válasz.

Érzékenység eltolódás az érzékenység megváltozása

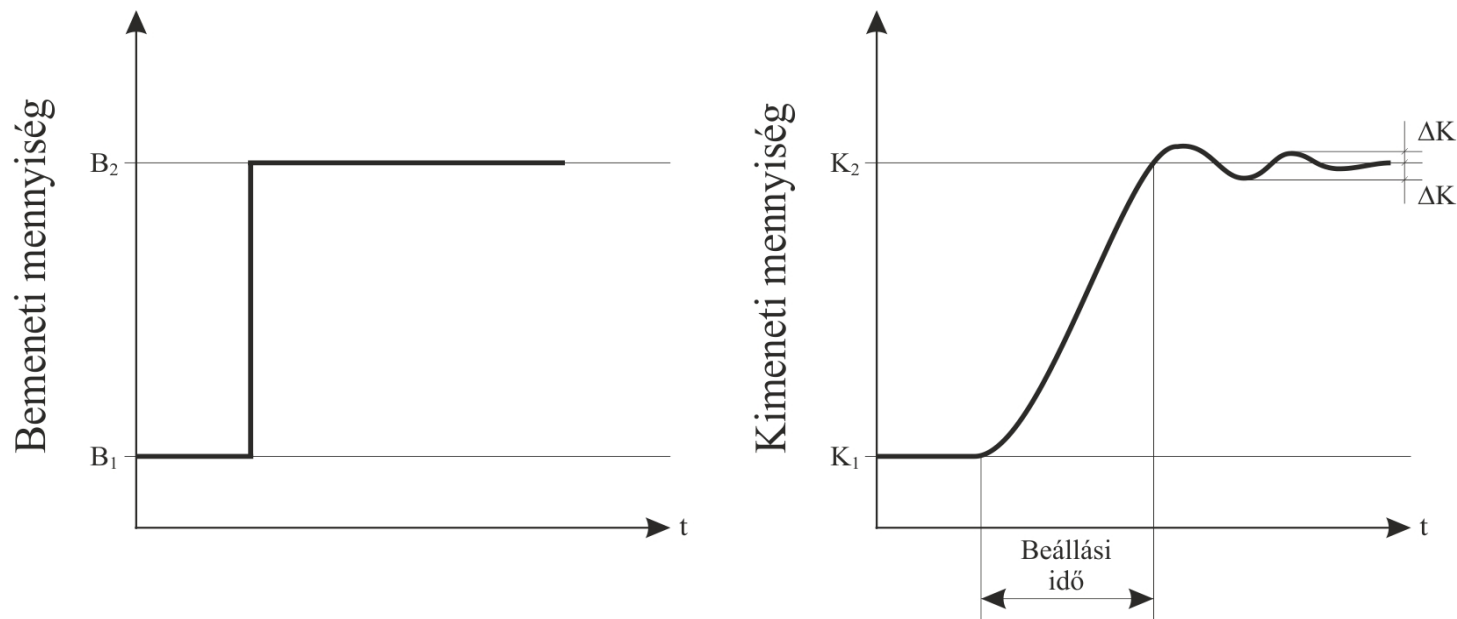
a körülmények változása miatt (pl.: hosszabb állásidő után vagy hőmérséklet változáskor, stb.)



1. Metrológiai alapfogalmak

Dinamikus karakterisztika

A kimeneti jel időben nem követi a bemeneti jel alakulását, hanem csak később, az ún. beállási idő után (az ábra szerint adott ΔK hibahatáron belül) közelíti meg az elméleti, állandósult értéket.



Beállási idő „az az időtartam, melynek eltelte után az átmeneti függvény megadott hibahatáron belül tér el a kimenő jel végértékétől”

1. Metrológiai alapfogalmak

A mérőeszközzel kapcsolatos fogalmak

A **pontossági osztály** a mérőeszközök meghatározott metrológiai követelményeket teljesítő csoportja.

$$PO = \pm \frac{H_{absz}}{X_{max}} \cdot 100\% = \pm \frac{X - X_v}{X_{max}} \cdot 100\%$$

H_{absz} - a legnagyobb abszolút hiba,
 X_{max} - a mérési tartomány max. értéke

Értékmutató műszer (pl.: mikrométer), analóg vagy digitális

Regisztráló (mérő-)eszköz: az értékmutatásokat rögzíti

Detektor: csak a jelenséget jelzi (pl. lakmuspapír)

Előírt működési feltételek: betartása mellett a mérőeszköz előírt metrológiai jellemzői a megadott határok között maradnak

Referencia-feltételek: A mérőeszköz működésének vizsgálatához, vagy a mérési eredmények összehasonlításához előírt használati feltételek

Határfeltételek: előírt metrológiai jellemzők nem romolnak

1. Metrológiai alapfogalmak

A mérőeszközzel kapcsolatos fogalmak

Skála: a jelek és a hozzájuk tartozó számok rendezett készlete, (értékmutató műszerhez tartozik), lehet:

- ▶ **lineáris** skála (minden osztástávolság és a megfelelő osztásérték aránya a teljes skála mentén állandó),
- ▶ **nemlineáris** skála (az osztástávolságok és a hozzájuk tartozó osztásértékek aránya a teljes skála mentén nem állandó).

Skála osztásköz skála bármely két egymást követő skálajele közötti rész

Skála osztás-távolság a két egymást követő osztásjel közötti távolság hosszúságegységben kifejezve

Skála osztásérték az egymást követő osztásjeleknek megfelelő érték különbsége a skálán feltüntetett egységben kifejezve

1. Metrológiai alapfogalmak

A mérőeszközzel kapcsolatos fogalmak

A **mérési tartomány** „azoknak a mérendő mennyiség értékeknek az összessége, amelyeknél a mérőeszköz hibájának a specifikált határok között kell lennie”

Névleges tartomány, a lehetséges értékmutatások összessége, általában alsó és felső határral adják meg

Az **átfogás** tartomány „a mérőeszköz névleges tartományát határoló két érték különbségének abszolút értéke”

A **felbontóképesség** „az értékmutató szerkezet által megjelenített és egyértelműen megkülönböztethető értékmutatások legkisebb különbsége”

Az **érzéketlenségi küszöb** az a legnagyobb bemenőjel változás, amelynél a kimenő jel nem változik.

A **drift** a mérőeszköz metrológiai jellemzőjének lassú változása.

1. Metrológiai alapfogalmak

Kimeneti mennyiség alapján történő csoportosítás

- **Mechanikai** (pl.: fogaskerék áttétel a mérőórában, karos áttétel).
- **Villamos** (pl. mérőérintkezők, nyúlásmérő átalakítók, fotóellenállások).
- **Pneumatikus és hidraulikus** (pl.: U csöves manométer).
- **Termikus** (pl. hőmérsékletméréshez termoelem).
- **Digitális** (pl. kódtárcsa).

van-e szükség külső energiaforrásra (passzív) vagy nincs (aktív).

2. Mérési eljárások

A **mérési eljárás** a mérési folyamat része,
a **mérési elv** és a **mérési módszer**
együttes alkalmazása

Cél: mérőszámok meghatározása mérőeszközök
segítségével

A mérő személy is az eljárás szerves része.

A **mérési elv** a mérési feladat
megoldásakor alkalmazott fizikai
elvek, törvényszerűségek összes-
sége, a mérés tudományos alapja.

+ A **mérési módszer** olyan
műveletek (szabályok) logikai
sorrendje, melyek szükségesek
a mérés elvégzéséhez.

A mérési módszerekhez meghatározott fizikai
elven működő mérőrendszerek tartoznak

2.1. Mérési módszerek

Műveletek logikai sorrendje, szabályok rendszere, melynek alapján a mérést végezzük

A mérési módszerek **csoportosítása**:

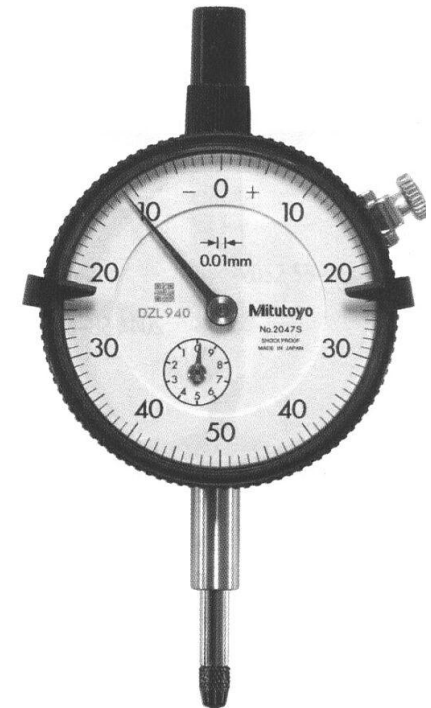
- ▶ Mérendő mennyiség meghatározása szerint:
 - közvetlen
 - közvetett
- ▶ Metrológiai szempont szerint:
 - kitérítéses
 - kompenzációs (kiegyenlítő, vagy 0 módszer)
 - helyettesítő
 - különbségi (differenciál)
 - összehasonlítás (komparálás) módszer

2.1. Mérési módszerek

Példák a mérési módszerekre

► Kitérítés

A mérendő mennyiség erőt vagy nyomatékot idéz elő (fizikai törvény, kapcsolat), a műszerben ennek megfelelő ellenerő vagy nyomaték keletkezik, a mennyiség az egyensúlyi helyzet bekövetkezésekor a skála és mutató segítségével leolvasható



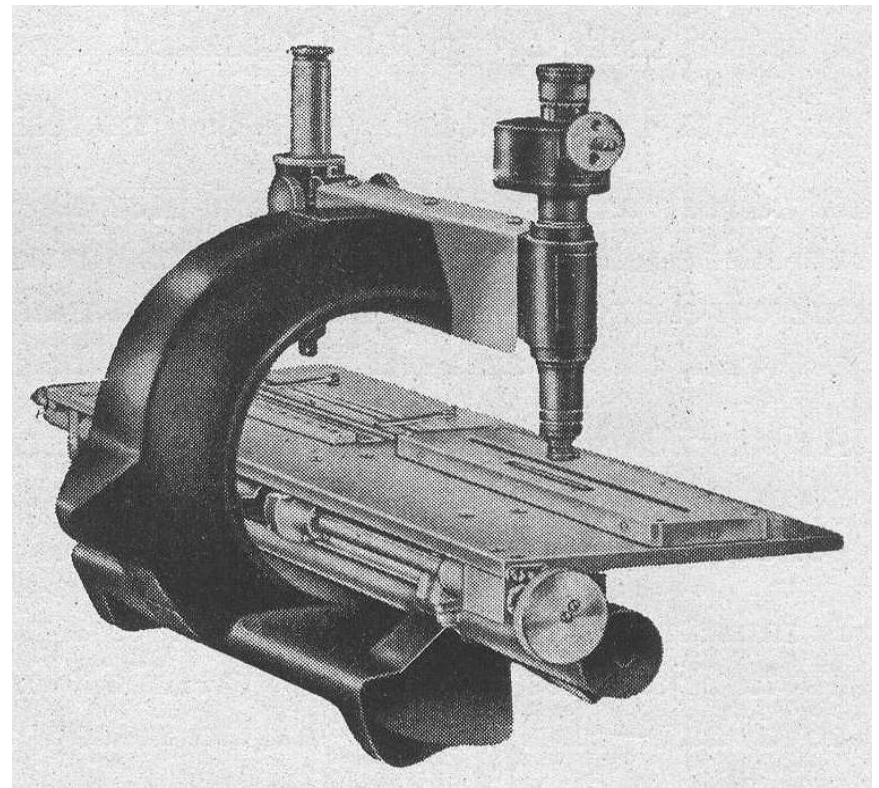
2.1. Mérési módszerek

Példák a mérési módszerekre

► Összehasonlítás vagy komparálás

A mérendő mennyiséget ismert nagyságú, azonos típusú mennyiséggel hasonlítjuk össze

Abbe-komparátor



2.1. Mérési módszerek

Példák a mérési módszerekre

► Kiegyenlítés vagy kompenzáció

A mérendő mennyiség által létrehozott változás kiegyenlítésével állapítjuk meg a mérendő mennyiség értékét.

Null-kompenzáció: a leolvasás a műszer-mutató „0” helyzetében történik

Például: kétkarú kompenzációs mérleg

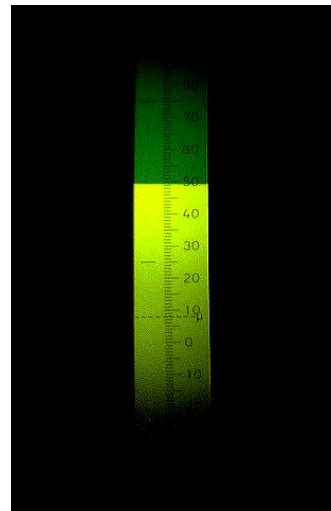
2.1. Mérési módszerek

Példák a mérési módszerekre

► Különbségmérés

A mérendő mennyiség és egy azonos típusú ismert, de kismértékben eltérő mennyiség közötti különbség mérése

Optiméter

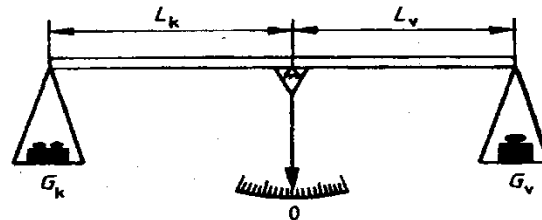


2.1. Mérési módszerek

Példák a mérési módszerekre

► Helyettesítés

A mérendő mennyiséget azonos típusú ismert értékű mennyiséggel helyettesítik, a kijelzett érték változatlan marad, vagy a kismértékű eltérés skáláról leolvasható



2.1. Mérési módszerek

Példák a mérési módszerekre

Mérési feladat: hosszúság mérés

- ▶ **Stratégia:** közvetlenül
- ▶ **Mérési eljárás**
 - Mérési módszer: **összehasonlító** kitérítéses
 - Mérési elv: **mechanikai** mechanikai
- ▶ **A mérés kivitelezése**
 - A mérés módja: **érintéses** érintéses
 - Mérőeszköz: **mérőléc** mérőóra

3. Mérési hibák

Mérési hibák súlya és szerepe

A mérési eredmény mindig tartalmaz hibát

a mérési eredmény **bizonytalan**

A mérési eredmények mindegyikét **meghamisítja** egy

- * nem tökéletes mérési módszer
- * mérőberendezés vagy etalon
- * a környezet behatásai
- * a mérést végző személy szubjektív adottságai és
- * általunk nem ismert, de jelenlévő véletlen hatás

eltérés = „valódi” érték - mért érték

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

3. Mérési hibák

„helyes” érték = a valódi érték közelítése

a mérendő mennyiség valódi értékének legjobb becslése értékét megkapjuk a rendszeres hibáktól mentes, kielégítően nagyszámú mérési sorozat eredményéből is

A **becslés** az elméleti jellemzők adott eljárással, módszerrel történő közelítése (korlátozott pontosságú meghatározása) az ismert véges számú és véges pontosságú adatból

Konvencionális értéknek nevezzük a mérendő mennyiség megegyezés alapján történő meghatározását.

Referencia értéknek nevezzük a mérendő mennyiség értékét, amelyet valamely összehasonlítás alapjául kívánjuk használni.

A mérendő mennyiség helyes értékét mérő vagy reprodukáló eszköz az etalon

A helyes értéket megtestesítheti például egy **mérték**
(a mérték **egy** méretet testesít meg)

3. Mérési hibák

A **mérési hiba** a mérési eredmény és a mérendő mennyiség referencia értékének különbsége

$$H_i = x_i - x_{\text{ref}}$$

ahol: H_i - a mérési hiba
 x_i - a mért érték,
 x_{ref} - a referencia érték

A valódi érték meghatározhatatlan, emiatt a helyes értéket kell használni

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.

3. Mérési hibák

A mérési hibák csoportosíthatók:

▶ **eredetük szerint**

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

▶ **jellegük szerint**

- ❖ durva,
- ❖ rendszeres,
- ❖ véletlen hibák

3. Mérési hibák

A mérési hibák csoportosíthatók:

▶ a megjelenítés formája szerint

❖ abszolút hiba

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

$$x_v - \text{a „valódi” érték}$$

❖ relatív hiba

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

❖ redukált hiba

$$H_{\text{red}} = [(x - x_v) : (x_{\text{max}} - x_{\text{min}})] \cdot 100 \%;$$

ahol $x_{\text{max}} - x_{\text{min}}$ a mérési tartomány

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

$$P(y - U \leq y_{\text{valódi}} \leq y + U) = 0,95$$

3. Mérési hibák

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**

3. Mérési hibák

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

a mérési eredményt a rendszeres hibák
torzítják, meghamisítják

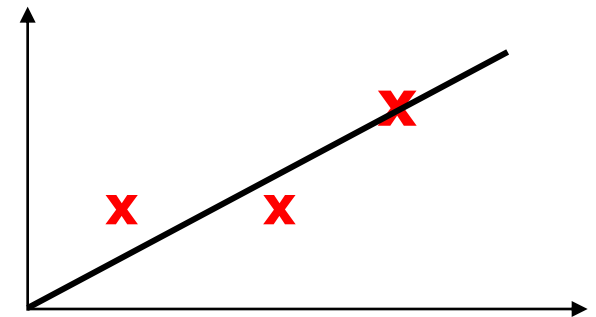
3. Mérési hibák

Mérési hibák (**jellegük szerint**)

■ **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



a mérési eredményt a véletlen hibák
bizonytalanná teszik

3. Mérési hibák

A hiba megszüntetésének módja

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

4. A mérési bizonytalanság

Azonos körülmények között végzett mérések eredményei kisebb-nagyobb mértékben eltérnek egymástól.

Kérdés, hogy **melyiket lehet elfogadni?**

A mérési bizonytalanság az eredmény minőségére vonatkozó **számszerű jelzés**, **a mérési eredmény megbízhatóságát jellemzi**.

Enélkül az eredményeket nem lehet összehasonlítani sem egymással, sem a referencia értékkel (melyet szabvány vagy szerződés rögzít)

„**A mérési bizonytalanság** a mérés eredményéhez csatolt olyan paraméter, amely a mérendő mennyiségnek indokoltan tulajdonítható értékek szóródását jellemzi.”
Pl.: paraméter lehet a szórás vagy annak többszöröse

A mérési hiba és a mérési bizonytalanság nem azonos fogalom

4. A mérési bizonytalanság

Azonos körülmények között végzett mérések eredményei kisebb-nagyobb mértékben eltérnek egymástól.

Kérdés, hogy **melyiket lehet elfogadni?**

A mérési bizonytalanság az eredmény minőségére vonatkozó **számszerű jelzés, a mérési eredmény megbízhatóságát jellemzi.**

Enélkül az eredményeket nem lehet összehasonlítani sem egymással, sem a referencia értékkel (melyet szabvány vagy szerződés rögzít)

„A mérési bizonytalanság a mérés eredményéhez csatolt olyan paraméter, amely a mérendő mennyiségnek indokoltan tulajdonítható értékek szóródását jellemzi.”
Pl.: paraméter lehet a szórás vagy annak többszöröse

A mérési hiba és a mérési bizonytalanság nem azonos fogalom

4. A mérési bizonytalanság

A mérési bizonytalanság sokféle, pontosan nem ismert véletlen hatás következménye.

Értékének meghatározása ezeknek a mennyiségének a becslése.

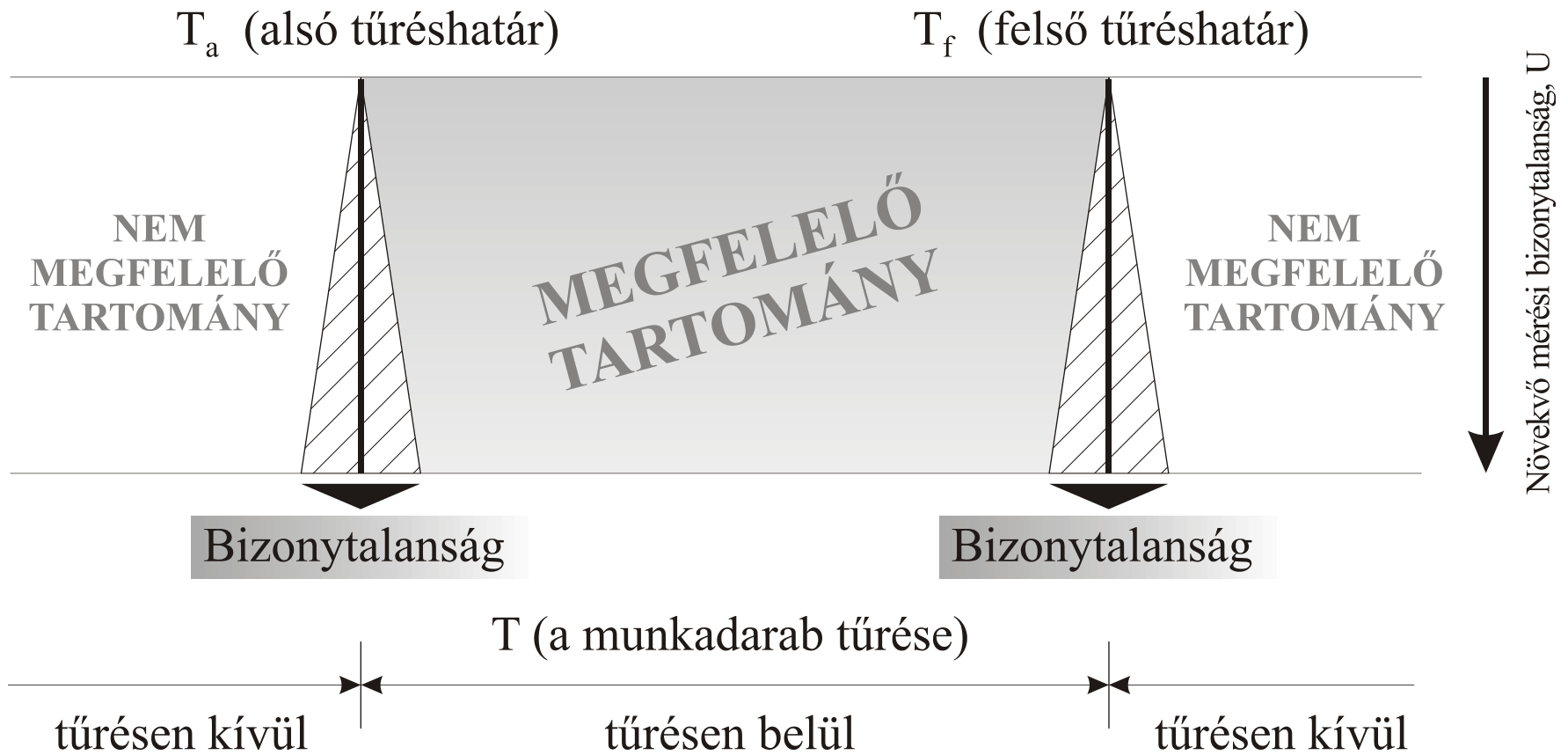
Pontosan nem tudni, hogy mennyi a mérendő mennyiség valódi értéke, azt határozzuk meg csak, hogy

**adott valószínűséggel esik az
 $\pm U$ bizonytalansági határokon belül.**

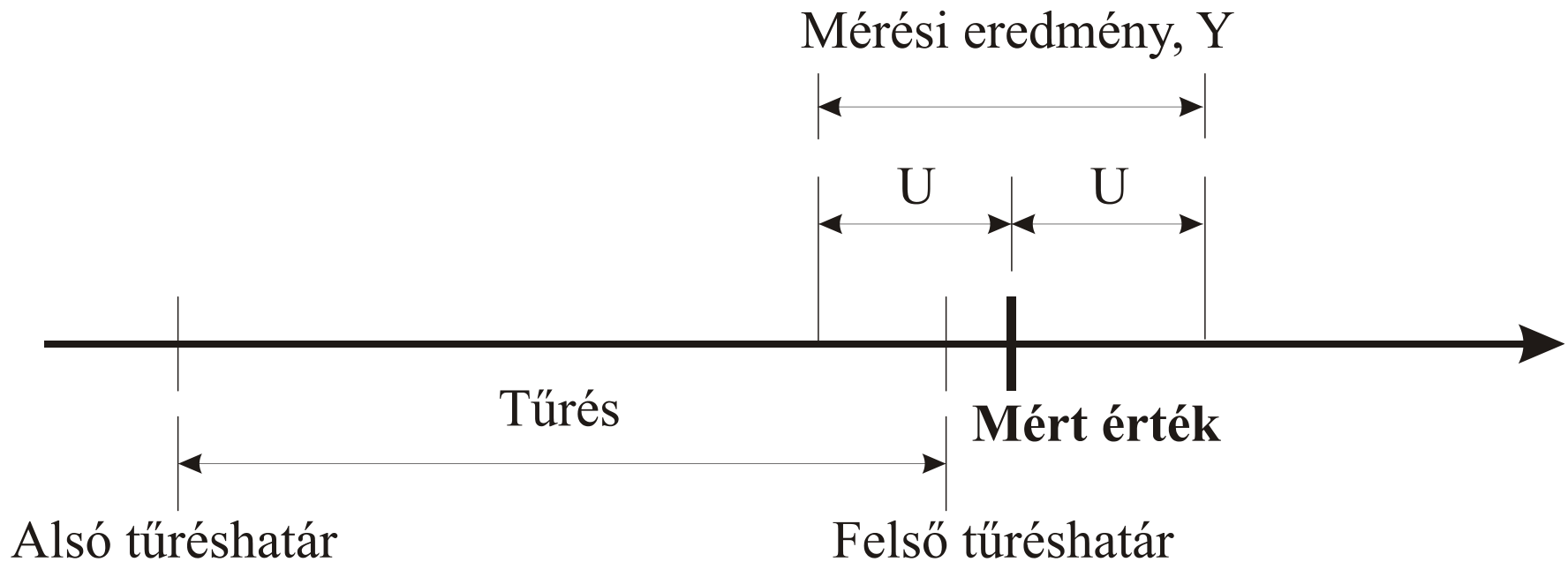
Megismételt mérésnél a mérendő mennyiséget jellemző legjobb becsült érték (helyes érték) az **átlag**, amely a rendszeres hibákat már nem tartalmazza.

U - a kiterjesztett mérési bizonytalanság.

4. A mérési bizonytalanság

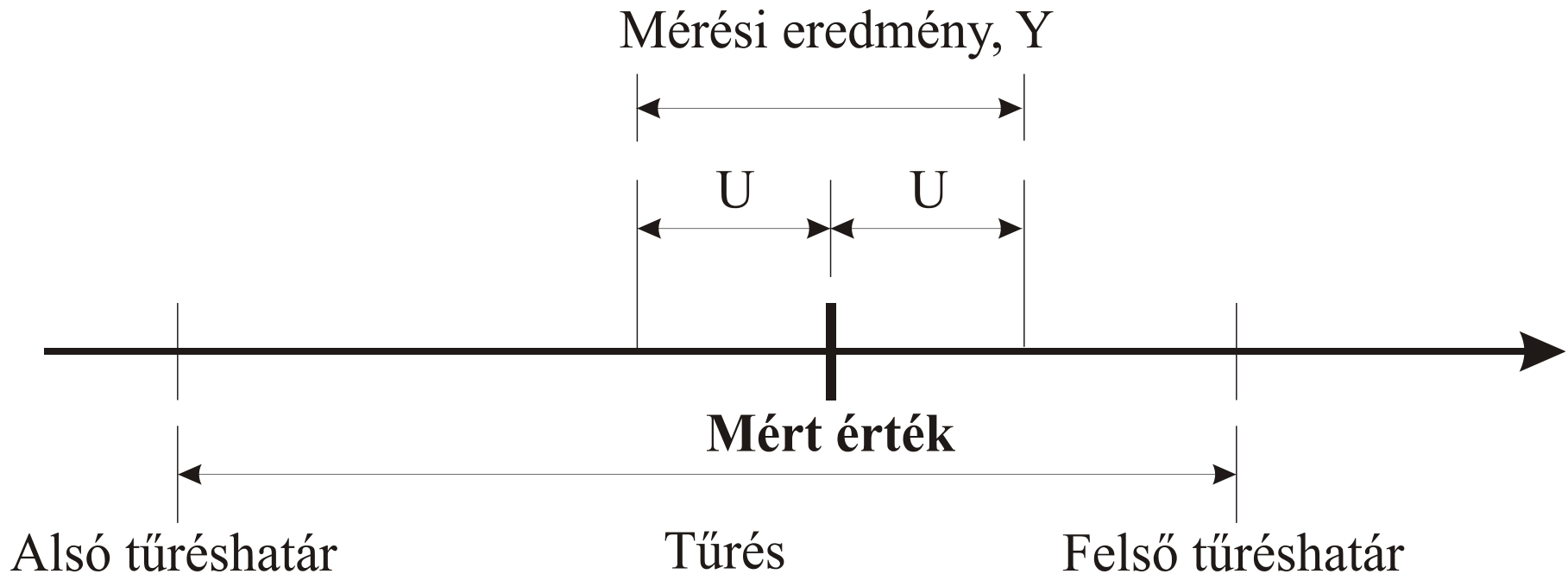


4. A mérési bizonytalanság



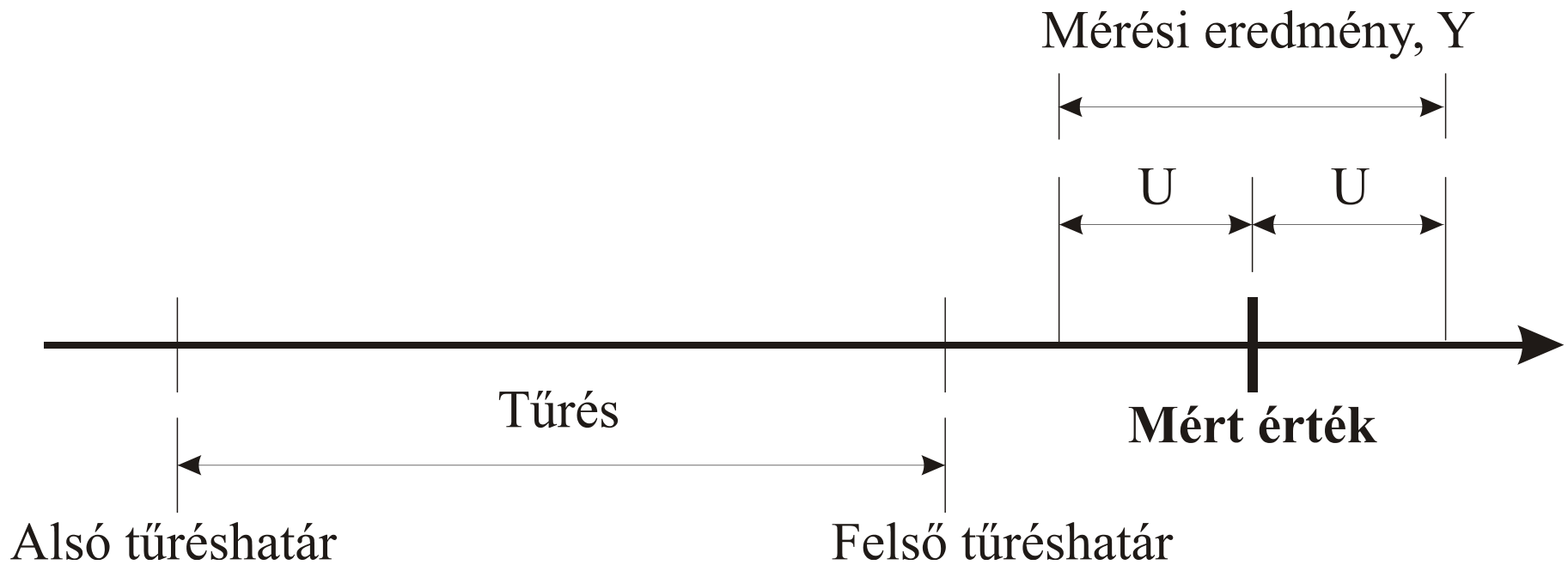
A mért érték a tűréshatár közelében helyezkedik el

4. A mérési bizonytalanság



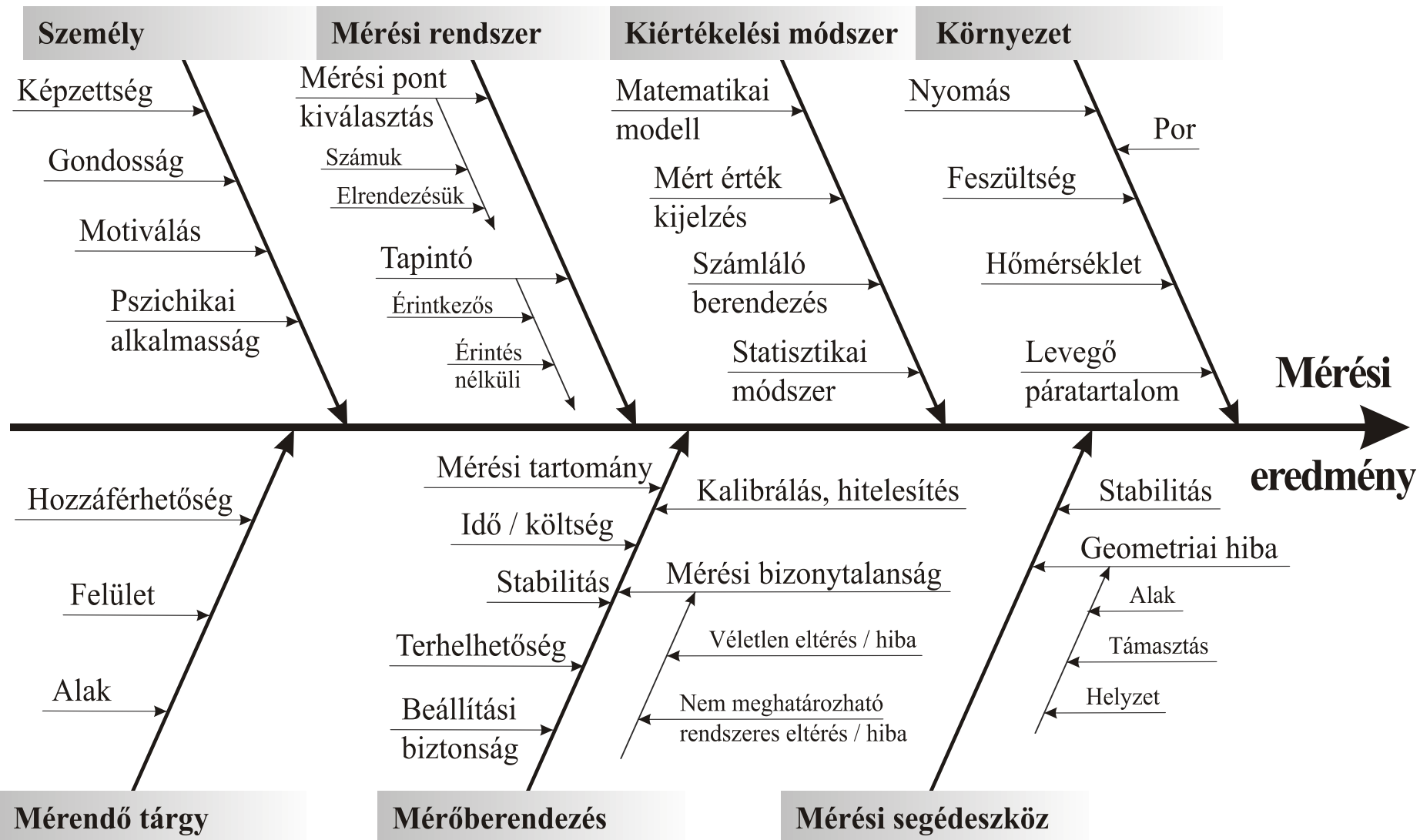
A mért érték a tűréshatáron belül helyezkedik el

4. A mérési bizonytalanság



A mért érték a tűréshatáron kívül helyezkedik el

4. A mérési bizonytalanság

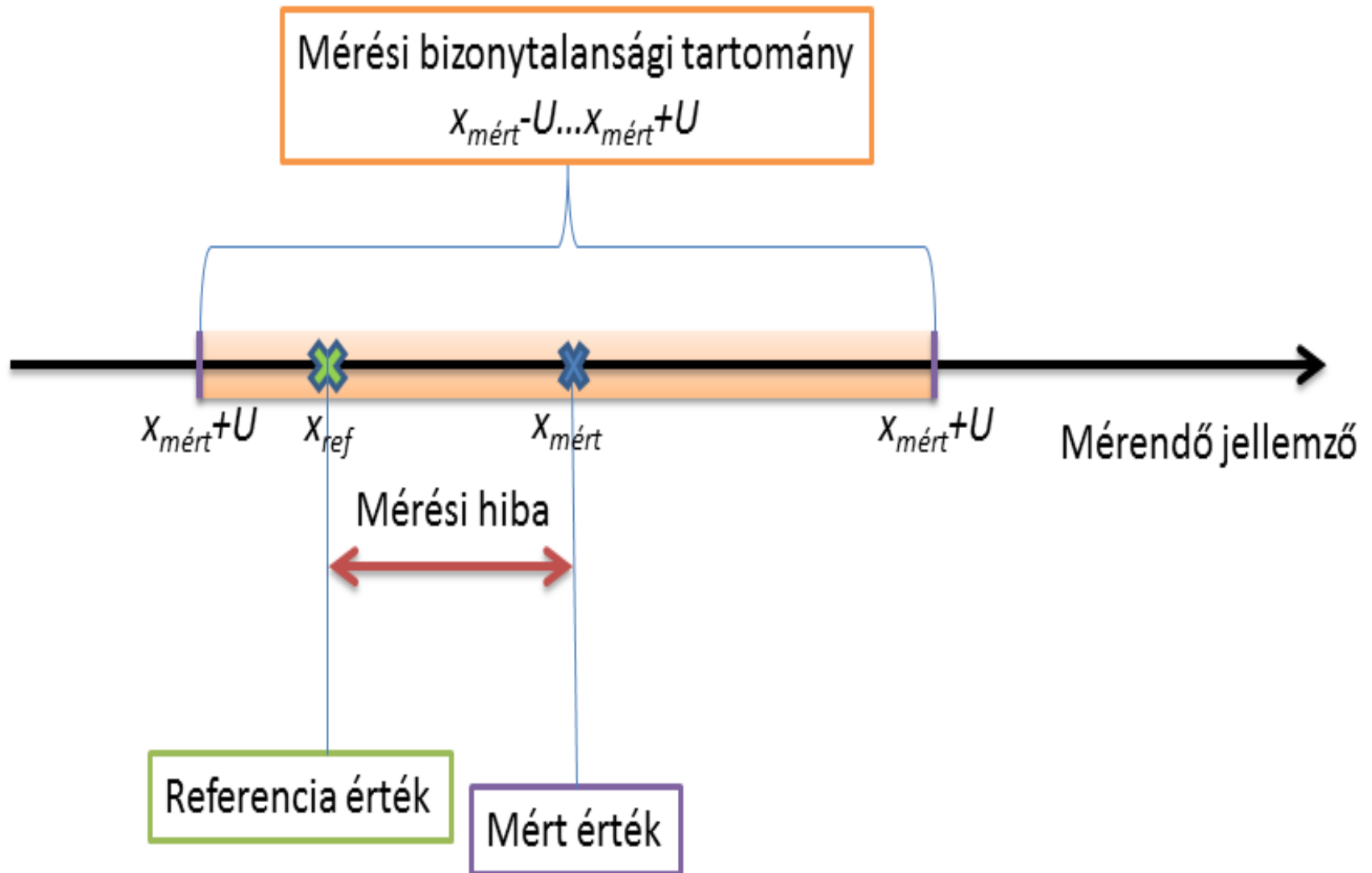


4. A mérési bizonytalanság

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).



4. A mérési bizonytalanság

A mérési bizonytalanság meghatározása

GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) –
„Útmutató a mérési bizonytalanság kifejezéséhez”

Alapdokumentum, mely általános szabályokat ajánl a mérési bizonytalanság kifejezésére és értékelésére.

Széles körben alkalmazható, a kalibráló laboratóriumok, kutatások területén éppúgy használható, mint a legegyszerűbb méréseknél.

Jelölések:

n – a mérések száma

$u(x_A)_i$ – a standard mérési bizonytalanság értéke A módszerrel

$u(x_B)_i$ – a standard mérési bizonytalanság értéke B módszerrel

$u_c(y)$ – az eredő standard bizonytalanság

U – a kiterjesztett mérési bizonytalanság

k – kiterjesztési tényező

4. A mérési bizonytalanság

A mérési bizonytalanság meghatározása

- ▶ 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 típusú kiértékelés
Ismételt mérések statisztikai értékelése
- ▶ B típusú kiértékelés
A várható értéket és a varianciát más módszerekkel becslik

4. A mérési bizonytalanság

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	$U = k \cdot u_c(y)$

4. A mérési bizonytalanság

A mérési bizonytalanság meghatározása

GUM ajánlás a bizonytalanságok meghatározásához:

A-típusú és B-típusú értékelés

„A”-típusú kiértékelés

a mérési sorozat statisztikai elemzésével történik

A standard bizonytalanság „a mérési eredmény bizonytalansága szórásként kifejezve”

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

4. A mérési bizonytalanság

A mérési bizonytalanság meghatározása

„B”-típusú kiértékelés

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

Megjegyzés:

A „B”-típusú összetevők jellemzésére szintén a becsült szórást $s(x_i)$, alkalmazzák, melynek egy un.

„**érzékenységi együttható**val” megszorzott értéke a B-típusú standard bizonytalanság:

$$u(x_i) = c_i \cdot s(x_i), \text{ ahol } c_i \text{ az érzékenységi együttható}$$

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

4. A mérési bizonytalanság

A mérési bizonytalanság meghatározása

Az eredő standard bizonytalanság számítása

A standard bizonytalanságokból számítható négyzetes összegzéssel

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

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n u(x_i)^2}$$

Eredő standard bizonytalanság jele: $u_c(y)$

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 a kiszámítása.

4. A mérési bizonytalanság

A mérési bizonytalanság meghatározása

A kiterjesztett bizonytalanság számítása

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 része benne van

(pl. $k = 2$ kiterjesztési tényezővel 95%) $U = k \cdot u_c(y)$

A nemzetközi előírásoknak megfelelő **mérési eredmény**
megadás $Y = X \pm U$ (GUM módszer)

5. A mérési eredmény megadása

A mérés célja:

- ▶ egy mennyiség **értékének meghatározása**
- ▶ ennek alapján tudunk **döntés** az elfogadásról vagy elutasításról

A mérés során kapott információ: a **mérési eredmény**

- ▶ nem csak egy számérték
- ▶ meghatározott elemekből áll és
- ▶ meghatározott szerkezetű

A **mérési eredmény** „a mérendő mennyiségnek tulajdonított, méréssel kapott érték”

a mért érték $\neq$ a mérési eredmény

5. A mérési eredmény megadása

Mit tartalmaz a mérési eredmény?

- ▶ a méréssel kapott számérték vagy mérőszám **12,06**
- ▶ a mért mennyiség nagyságának jellemzésre választott egység vagy skála, **mm**
- ▶ a becsült mérési bizonytalanság, **$\pm 0,03$ mm**
- ▶ a mennyiség azonosítása, **1 db**
- ▶ a körülmények, „befolyásoló mennyiségek” értékei,
- ▶ referenciák, **mérőnyomás, hőmérséklet, stb.**
- ▶ a mérés egyenlete vagy a mérési módszer, a visszavezethetőség, **közvetlen**
- ▶ aláíró, felelősségvállaló **Mérő Márton**

5. A mérési eredmény megadása

Mit kell figyelembe kell venni a mérési eredmény megadásakor ?

- ▶ a rendszeres és a véletlen hibákat,
- ▶ a helyesen leolvasott mérési eredményt,
- ▶ a kerekítési szabályokat,
- ▶ a műszertípus garantált felbontóképességét

a mérési eredményt csak a műszer garantált felbontóképességéig szabad megadni

ennél több tizedesig megadni akkor sem szabad, ha a kijelző erre lehetőséget ad

(tolómérce, gfk: 1/10 mm, mért értékek: 12,3; 12,3; 12,4; 12,3; 12,4; 12,3

átlag = 12,3~~3333333~~ mm

5. A mérési eredmény megadása

korrigált eredmény: a rendszeres hibákkal helyesbített érték

korrigálatlan eredmény: a rendszeres hibákkal nem helyesbített érték

A mérendő mennyiségről a mérőeszköz értéket nyújt

közvetlen értékmutatás: szerkezetről leolvasott érték

értékmutatás: közvetlen értékmutatás megszorozva a műszerállandóval, lehet:

- ▶ a mérendő mennyiség
- ▶ a mérőjel értéke vagy
- ▶ olyan más mennyiség, ami a mérendő mennyiség kiszámításához kell

5. A mérési eredmény megadása

Milyen legyen a mérési eredmény?

- ▶ pontos,
- ▶ megismételhető,
- ▶ reprodukálható

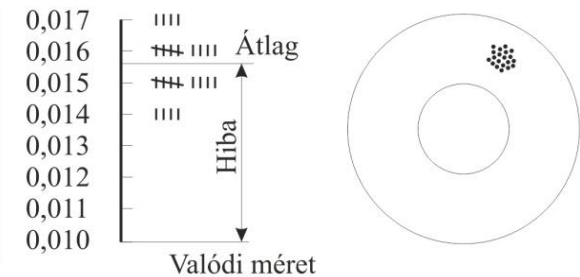
mérési pontosság

A mérendő mennyiség
„valódi” értékének és
a mérési eredménynek
a közelségét fejezi ki

Leolvasások

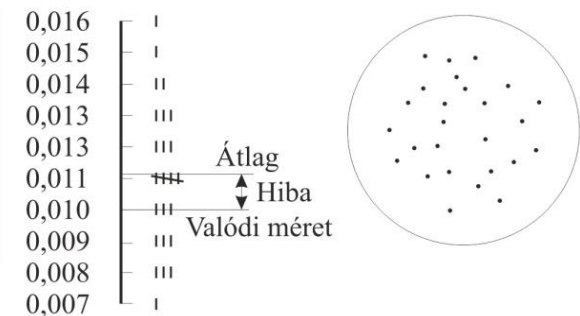
A műszer				
0,014	0,015	0,015	0,017	0,015
0,015	0,016	0,014	0,016	0,015
0,016	0,016	0,015	0,016	0,016
0,017	0,017	0,016	0,014	0,016
0,015	0,015	0,016	0,014	0,017

A leolvasott érték gyakorisági eloszlása



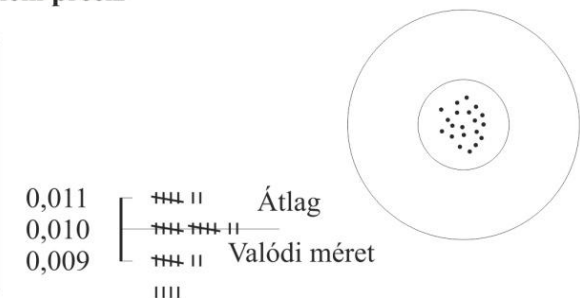
Precíz, de nem pontos

B műszer				
0,009	0,011	0,008	0,007	0,011
0,009	0,011	0,009	0,016	0,012
0,008	0,012	0,014	0,008	0,011
0,010	0,013	0,014	0,011	0,012
0,010	0,013	0,015	0,010	0,013



Pontos, de nem precíz

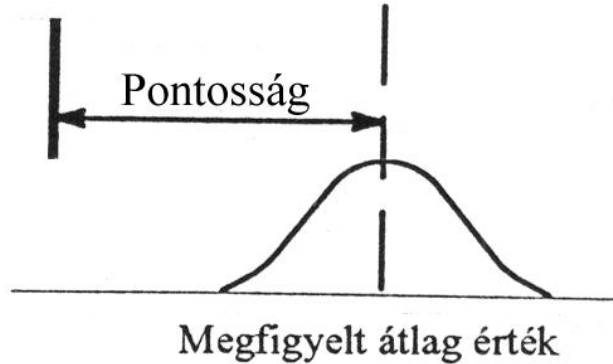
C műszer				
0,009	0,010	0,010	0,010	0,009
0,009	0,010	0,011	0,011	0,010
0,009	0,009	0,011	0,011	0,009
0,010	0,011	0,010	0,011	0,010
0,010	0,009	0,011	0,010	0,010



Pontos és precíz

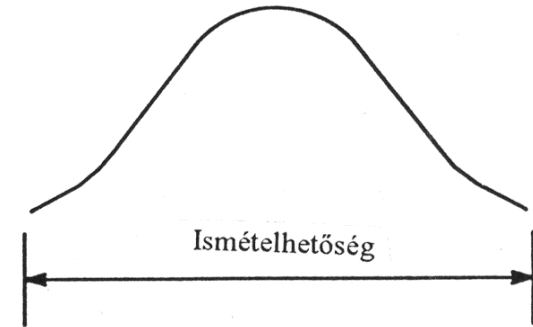
5. A mérési eredmény megadása

Referencia érték



Pontosság

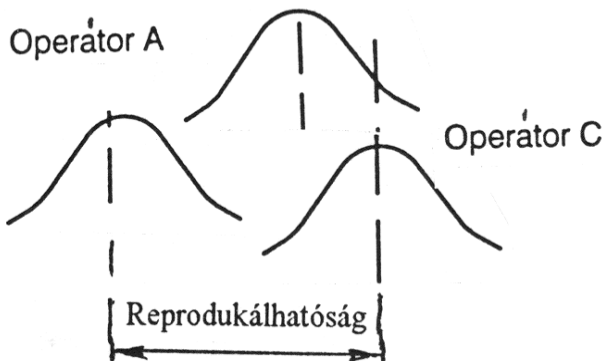
a **referenciaérték** („valódi” méret) és a mért értékek **átlag**ának különbsége



Megismételhetőség

A mérési eredmények megismételhetősége az eredmények **szóródás**ának valamelyik jellemzőjével fejezhető ki

Operátor B



Reprodukálhatóság

az az **eltérés** az eredmények között, amely akkor keletkezik, ha ugyanazt a mérendő mennyiséget mérik, de változik egy vagy több feltétel

5. A mérési eredmény megadása

A **mérési eredmény** általános megadása

Egyedi mérés esetén:

- * az ismert és kiszámítható rendszeres hibák korrigálása: $X = x + H_a$
- * a véletlen hatások (rendszeres és véletlen hibákból származó) következtében fellépő mérési bizonytalanság becslése: $\pm U$.

A mérési eredmény: $Y = (x + H_a) \pm U = X \pm U$

Mérési sorozat esetén:

A mérési eredmény: $Y = (\bar{x} + H_a) \pm U$